



İSKENDERUN TEKNİK

ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

**YENİ AÇILAN KUZAY
KUTUP ROTALARININ
DENİZ TAŞIMACILIĞI VE
EKONOMİK UYGUNLUĞU
AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ
VE GEMİ MALİYETLERİNE
ETKİLERİNİN KIYASLAMA
MODELİ VE ANALİZİ**

Fatih AKKUŞ

**DENİZ ULAŞTIRMA MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

OCAK 2022



**YENİ AÇILAN KUZEY KUTUP ROTALARININ DENİZ TAŞIMACILIĞI
VE EKONOMİK UYGUNLUĞU AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ VE
GEMİ MALİYETLERİNE ETKİLERİNİN KIYASLAMA MODELİ VE
ANALİZİ**

Fatih AKKUŞ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
DENİZ ULAŞTIRMA İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

OCAK 2022

Fatih AKKUŞ tarafından hazırlanan “YENİ AÇILAN KUZHEY KUTUP ROTALARININ DENİZ TAŞIMACILIĞI VE EKONOMİK UYGUNLUĞU AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ VE GEMİ MALİYETLERİNE ETKİLERİNİN KIYASLAMA MODELİ VE ANALİZİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile İskenderun Teknik Üniversitesi Deniz Ulaştırma Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ercan AKAN

Deniz Ulaştırma Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....
.....

Başkan: Dr. Öğr. Üyesi Ercan AKAN

Deniz Ulaştırma Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....
.....

Üye: Prof. Dr. Soner ESMER

Deniz Ulaştırma Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.

.....
.....

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Murat YILDIZ

Deniz Ulaştırma Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.

.....
.....

Tez Savunma Tarihi: 24/01/2022

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Doç. Dr. Ersin BAHÇECİ

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

İskenderun Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülediğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu,
 - Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
 - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
 - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

İmza

Fatih AKKUŞ

24/01/2022

YENİ AÇILAN KUZEY KUTUP ROTALARININ DENİZ TAŞIMACILIĞI VE EKONOMİK
UYGUNLUĞU AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ VE GEMİ MALİYETLERİNE
ETKİLERİNİN KIYASLAMA MODELİ VE ANALİZİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Fatih AKKUŞ

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Ocak 2022

ÖZET

Küresel ısınmanın sonuçlarından biri olan kutup bölgesi buzlarının erimesi çevresel etkilerinin yanında Atlantik ve Pasifik arasındaki bölge ve limanları birbirine bağlayan deniz yollarına alternatif olarak küresel taşımacılığın kullanabileceği Arktik deniz yollarının ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Çalışmamızda bu bölgenin tarihsel durumu, ekonomik ve siyasal yapısının irdelenmesi ile bölgenin dinamikleri ortaya konulmuştur. Özellikle bu rotaların geleneksel rotalardan kısa olması hem maliyetler açısından rekabet imkanı sunması hem de küresel ısınmadan kaynaklı buzların çekilme sürecinin devam etmesinin sonucu olan Arktik rotaların daha uzun sezon açık kalabilme durumunun oluşabilirliği, bölgenin cazibesini arttıracığı düşünülmektedir.

Yeni Arktik bölge rotalarının avantaj ve çekiciliğinin yanında gemi seyir emniyeti için yüksek riskli olması, arama kurtarma imkanlarının kısıtlılığı ve diğer altyapı bileşenlerinin yetersiz olması da negatif bir etki olarak ortaya çıkabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada, gemiler için geleneksel rotalar ile Arktik rotaları bulanık mantık yöntemiyle kıyaslanması yapılarak maliyetler açısından değerlendirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda Arktik suyollarının maliyetler açısından denizcilik endüstrisi için verimli bir alternatif olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler : Kuzey Kutup Bölgesi Seyri, Denizcilik Ekonomisi, Gemi İşletme,
Deniz Taşımacılığı Maliyetleri

Sayfa Adedi : 151

Danışman : Dr. Öğretim Üyesi Ercan AKAN

THE EVALUATION OF THE NEWLY OPENED ARCTIC ROUTES IN TERMS OF
MARITIME SHIPPING AND ECONOMICAL VIABILITY AND ANALYSIS OF THEIR
EFFECTS ON SHIPPING COSTS BY BENCHMARKING MODEL
(M. Sc. Thesis)

Fatih AKKUŞ

ISKENDERUN TECHNICAL UNIVERSITY
INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

January 2022

ABSTRACT

The melting of the polar ice, which is one of the consequences of global warming, has led to the emergence of Arctic sea routes, which can be used by global transportation, as an alternative to the sea routes connecting the regions and ports between the Atlantic and the Pacific, in addition to its environmental effects. In our study, the dynamics of the region were revealed by examining the historical situation, economic and political structure of this region. In particular, the fact that these routes are shorter than traditional routes both offer competitiveness in terms of costs and the continuation of the ice withdrawal period, which is the result of the continuation of global warming, makes the Arctic routes open for longer seasons, increasing the attractiveness of the region.

In addition to this advantage and attractiveness of the new Arctic region routes, the high risk for ship navigation, the limited search and rescue opportunities and the insufficient other infrastructure components also appear as a negative effect.

In our study, traditional routes for ships and Arctic routes were compared with the Fuzzy method and evaluated in terms of costs. As a result of the analysis, it was concluded that Arctic waterways can be an efficient alternative for the maritime industry in terms of costs.

Key Words : Arctic Navigation, Maritime Economics, Ship Mangement, Maritime Shipping Cost
Page Number : 151
Supervisor : Dr. Öğretim Üyesi Ercan AKAN

TEŞEKKÜR

Tez çalıőmam sűresince bilgi birikimini benimle paylaőan ve yardımlarıyla çalıőmayı yűnlendiren danıőman hocam Dr. Őđr. Ŭyesi Ercan AKAN'a ve Dr.Őđr. Ŭyesi Murat Yıldız'a, desteđini esirgemeyen Műh. Gűkhan AKKUŐ'a ve sabırla yanımda olan deđerli eőim Dr. Niler ŐZDEMİR AKKUŐ'a, kıymetli kızlarım Ecenil AKKUŐ ve Umay Deniz AKKUŐ'a ve űzerimde emeđi olan tűm hocalarıma saygı ve teőekkűrlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xii
HARİTALARIN LİSTESİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR TARAMASI	3
3. ARKTİK BÖLGE ve İLİŞKİLİ TÜM UNSURLAR	12
3.1. Denizlerde ve Kutup Bölgesinde Buz ve Buz Rejimi	12
3.1.1. Deniz Buzu Tipleri.....	14
3.1.2. Buz Rejimi	20
3.2. Kuzey Kutup Bölgesinin Tarihsel Durumu ve Arktik Denizi Taşımacılığının Tarihçesi.....	22
3.3. Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Arktik Bölgesine Etkileri.....	24
3.4. Arktik Bölgede Bulunan Ülkeler ve Bölgedeki Değişme Yaklaşımları.....	34
3.5. Buzlu Denizler ve Kutup Bölgesinde Çalışan Gemi Tipleri ve Özellikleri	41
3.6. Buzda Seyir ve Seyire Etki Eden Faktörler.....	57
3.7. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği ile Oluşan Suyolları ve Yeni Rotalar	66

	Sayfa
3.7.1. Kuzey Batı Rotası ya da Geçidi (North West Passage) (NWP)	69
3.7.2. Kuzey Deniz Rotası ya da Diğer adıyla Kuzey Doğu Rotası (Northern Sea Route) (NSR)	76
3.7.3. Transpolar Deniz Rotası (Transpolar Sea Route) (TSR)	84
3.7.4. Kutup Köprüsü Rotası (Arctic Bridge Route) (ABR).....	86
4. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ	89
4.1. Bulanık Mantık.....	89
4.2. Bulanık Sayılar	89
4.3. Maliyet Benchmarking	91
4.4. Denizcilikte Maliyet Analizi	92
5. ARAŞTIRMA BULGULARI	98
5.1. Shanghai - Hamburg Rotası	99
5.2. Yokohoma - Hamburg Rotası	106
5.3. Los Angeles - Hamburg Rotası	113
5.4. Yokohoma - Lizbon Rotası	120
5.5. Senaryoların Karşılaştırılması	127
6. TARTIŞMA	129
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	134
KAYNAKLAR	136
ÖZGEÇMİŞ	151

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Arktik deniz taşımacılığının tarihsel dönüm noktaları	24
Çizelge 3.2. Buz sınıfı eşdeğer tablosu örneği	43
Çizelge 3.3. Det Norske Veritas buz tipine göre gemi sınıfı	43
Çizelge 3.4. American Bureau of Shipping buz tipine göre gemi sınıfı	45
Çizelge 3.5. Germanischer Lloyd buz tipine göre gemi sınıfı	46
Çizelge 3.6. Russian Maritime Register buz tipine göre gemi sınıfı	46
Çizelge 3.7. Transport Canada CAC buz tipine göre gemi sınıfı.....	47
Çizelge 3.8. NWP' de çalışan gemilerin tonajlarına göre sayılarını içeren Arktik gemi trafik verileri	75
Çizelge 3.9. NSR'nin her rotası için boğazların derinliği	83
Çizelge 3.10. NSR'deki her rota için mesafe	83
Çizelge 4.1. Gemi işletme maliyetlerinin bileşenleri açısından sınıflandırılması.....	92
Çizelge 5.1. Çalışmada maliyet analizinde kullanılan kargo gemisinin özellikleri	98
Çizelge 5.2. Çalışmada maliyet analizinde kullanılan Polar Sınıf GL E3 Konteyner gemisinin özellikleri.....	99
Çizelge 5.3. Shanghai - Hamburg rotası	101
Çizelge 5.4. Yokohoma - Hamburg rotası	108
Çizelge 5.5. Los Angeles - Hamburg rotası	115
Çizelge 5.6. Yokohoma - Lizbon rotası	122

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Kara-okyanus sıcaklık endeksi	12
Şekil 3.2. Buzun büyüme süreci	14
Şekil 3.3. 1880'den beri küresel yüzey sıcaklığının tarihi	27
Şekil 3.4. 1979 - 2020 yılları için aylık deniz buzu boyutu	30
Şekil 3.5. 1985 - 2020 yıl aralığı kapsamında Arktik Okyanusu'ndaki yaşlı, eski deniz buzu yüzdesi	31
Şekil 3.6. Bölgede bulunan karasal hava istasyonları için ortalama yıllık yüzeyin hava sıcaklığı (SAT) anormallikleri	32
Şekil 3.7. Öngörülen Arktik deniz buzundaki düşüş	33
Şekil 3.8. Arktik Bölgede çalışması öngörülen planlama süreci	48
Şekil 3.9. NWP' de çalışan gemi tipleri	74
Şekil 4.1. Üçgen bulanık sayının aitlik fonksiyonu	90
Şekil 5.1. Shanghai - Hamburg rotası mesafe.....	105
Şekil 5.2. Shanghai - Hamburg rotası net gelir.....	106
Şekil 5.3. Shanghai - Hamburg rotası toplam maliyetler.....	106
Şekil 5.4. Yokohama - Hamburg rotası mesafe	112
Şekil 5.5. Yokohama - Hamburg rotası net gelir	112
Şekil 5.6. Yokohama - Hamburg rotası toplam maliyetler	113
Şekil 5.7. Los Angeles - Hamburg rotası mesafe.....	119
Şekil 5.8. Los Angeles - Hamburg rotası net gelir.....	119
Şekil 5.9. Los Angeles - Hamburg rotası toplam maliyetler.....	120
Şekil 5.10. Yokohoma - Lizbon rotası mesafe.....	126
Şekil 5.11. Yokohoma- Lizbon rotası net gelir.....	126

Şekil	Sayfa
Şekil 5.12. Yokohoma - Lizbon rotası toplam maliyetler.....	127
Şekil 5.13. 4 ayrı senaryo için net gelir	128
Şekil 5.14. Tüm rotaların kümülatif olarak mesafeleri.....	128



RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Açık denizde oluşan yeni buz	15
Resim 3.2. Buz çiçekleri	15
Resim 3.3. Yağ buz	15
Resim 3.4. Kar buz	16
Resim 3.5. Islak buz	16
Resim 3.6. Koyu Nilas	16
Resim 3.7. Açık Nilas	17
Resim 3.8. Pankek buz	17
Resim 3.9. Brash tip buz	18
Resim 3.10. Parçalı yüzen buz (Floe)	18
Resim 3.11. Gri-Beyaz buz	19
Resim 3.12. Beyaz buz (İlk yıl buzu)	19
Resim 3.13. Eski buz	20
Resim 3.14. Karaya bağlanmış deniz buzları (Fast ice).....	20
Resim 3.15. Murmansk Shipping'e ait 20646gt luk buzkıran gemisi Yamal.....	53
Resim 3.16. Murmansk Shipping'in 18172 gross tonluk nükleer enerjili buzkıran Arktika	53
Resim 3.17. Dynagas 84604 dwt'lik Arctic Aaurora	54
Resim 3.18. SCF Group'un 117050 dwt'lik Aframax tankeri SCF Baltica.....	54
Resim 3.19. 68870 gt Crystal Serenity of Crystal Cruises	55
Resim 3.20. 75600 dwt'lik Panamax dökme yük gemisi Nordic Orion.....	55
Resim 3.21. Arktik shuttle tankeri Shturman Ovtсын	56

Resim	Sayfa
Resim 3.22. Kargo gemisi Tian You	56
Resim 3.23. MT Tempera	56



HARİTALARIN LİSTESİ

Harita	Sayfa
Harita 3.1. Mart 2020 ve eylül 2020 için aylık ortalama deniz buzu boyutu haritası.....	29
Harita 3.2. 12-18 Mart 1985 haftası için kış ortası yaşlı eski deniz buzu haritası	30
Harita 3.3. 11-17 Mart 2020 haftası için kış ortası yaşlı eski deniz buzu haritası	31
Harita 3.4. Kuzey Kutbu haritası	41
Harita 3.5. Kuzeydoğu Geçidi (Kuzey Denizi Rotası dahil) ve Kuzeybatı Geçidi'ni gösteren Kuzey Kutbu bölgesinin haritası	67
Harita 3.6. Başlıca Arktik bölge deniz rotaları	69
Harita 3.7. NWP rotaları	71
Harita 3.8. NWP rota 1	71
Harita 3.9. NWP rota 2	72
Harita 3.10. NWP rota 3	72
Harita 3.11. NWP rota 4	73
Harita 3.12. NWP rota 5	73
Harita 3.13. NWP rota 6	74
Harita 3.14. NSR boyunca uzanan dört geçiş yolu	82
Harita 3.15. TSR boyunca uzanan dört geçiş yolu.....	86
Harita 3.16. Arktik geçiş rotaları	88

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

%	Yüzde
°C	Santigrat Derece
°	Derece
cm	Santimetre
m	Metre
°F	Fahrenayt
o	Derece
km	Kilometre
>	Büyük
gt	Groston
dwt	Deadweight
km ²	Kilometrekare
NM	Deniz Mili
TEU	Twenty-foot Equivalent Unit

Kısaltmalar

Açıklamalar

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ABR	Arctic Bridge Route
AIRSS	Arctic Ice Regime Shipping System
AIS	Automatic identification system
ARCDEV	Arctic Demonstration and Exploratory Voyage
ASPPR	Arctic Shipping Pollution Prevention Regulations
ASTD	Arctic Ship Traffic Data
CAC	Canadian Arctic Class

Kısaltmalar**Açıklamalar**

CAPEX	Capital Expenditures
CCG	Canadian Cost Guard
CCGS	Canadian Coast Guard Ship
CEOS	Centre for Earth Observation Science
CIS	Canadian Ice Service
CMIP	Coupled Model Intercomparison Project
COLREG	International Regulations for Preventing Collisions at Sea
DAS	Double Acting Ship
DNV	Det Norske Veritas
DNV GL	Det Norske Veritas (Norway) and Germanischer Lloyd
EAP	Emergency Action Plan
ECAREG	Eastern Canada Vessel Traffic Services Zone Regulations
EEZ	Exclusive Economic Zone
EISCAT	European Incoherent Scatter Scientific Association
GLONASS	Global Navigation Satellite System
GNSS	Global Navigation Sattellite System
GRENE	Green Network of Excellence Program
GPS	Global Positioning System
HMCS	Her Majesty's Canadian Ship
IMO	International Maritime Organization
INSROP	International Northern Sea Route Programme
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
LNG	Liquified Natural Gas
MARPOL	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships
MEPC	Marine Environment Protection Committee

Kısaltmalar**Açıklamalar**

MCTS	Marine Communications and Traffic Services
MGO	Marine Gas Oil
MSC	Maritime Safety Committee
MT	Motor Tanker
MOHQ	Marine Operations Headquarter
NE	North East
NEP	North East Passage
NCSR	Navigation, Communications and Search and Rescue
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NORDREG	The Northern Canada Vessel Services Zone Regulations
Nox	Nitrogen Oxides
NSR	Northern Sea Route
NW	North West
NWP	North West Passage
OPEX	Operational Expenditure
PWOM	Polar Water Operational Manual
RCP	Representative Concentration Pathways
SAR	Search and Rescue
SAT	Surface Air Temperatures
SOLAS	International Convention for the Safety of Life at Sea
Sox	Sulphur Oxides
SRES	Special Report on Emissions Scenarios
SSCB	Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği
STCW	Standards of Training Certification and Watchkeeping
TSR	Transpolar Sea Route
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development
VOYEX	Voyage Expenses
WMO	World Meteorological Organization

1. GİRİŞ

Deniz yoluyla taşıma, en geniş anlamda insanların ve malların su yolları ile ticaret, turizm ve askeri amaçla farklı coğrafi noktalara taşınmasıdır. Günümüzde seyir yaptığı deniz ve su yollarına uygun boyutlarda, dayanıklı, amacına uygun tahrik sistemlerine sahip gemi ve deniz araçlarıyla tüm bu faaliyetler yürütülmüştür. Tüm su yollarına uygun, günümüz gemilerinin oluşumuna kadar tarih boyunca farklı malzeme tipleriyle hemen hemen her uygarlık, sahip oldukları bölgelere uygun deniz araçları tasarlamıştır.

İnsanoğlu, deniz yolu ile taşımacılığa başladığı andan itibaren daha uzağa gitme ve daha fazla yük taşıma bilinci ile hareket etmiştir. Bu yaklaşım, insanların ilk çağlardan başlayarak özellikle 14. Yüzyıldan itibaren küresel ısınmanın günümüzdeki etkileri ile birlikte yüksek bir ivme ile farklı su yollarının keşfedilmesine sebep olmuştur. Böylelikle denizcilikte kullanılan geleneksel su yolları ve rotalarının yanında daha önce deniz araçlarının kullanmadığı rotalar dünya deniz ticaretine dahil olmuştur. Özellikle, 2020 yılında UNCTAD'a göre uluslararası ticaretin yaklaşık %80'inin deniz taşımacılığı ile yapılıyor olması, yeni su yollarının ve bu yeni rotaların gemi ve ulaşım maliyetlerine etkilerinin önemini irdelenmesine sebep olmuştur.

Bu çalışmada küresel ısınmanın sonucu olarak ortaya çıkan yeni kuzey kutup rotalarının (Arktik rotalar) hem fiziki hem de denizcilğe etkisinin ayrıntılı olarak incelenmesi ile küresel ticarete etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca Arktik rotaları küresel taşımacılık için bir alternatif midir ve alternatif olması için veriler ışığında umut vermekte midir sorularına yanıt aranmaktadır. Bunun yanında geleneksel rotaları ve yeni kuzey kutup rotalarının, bu rotaları kullanan gemilerin maliyetlerine etkisinin kıyaslama yöntemi ile incelenerek, gemi işleten ve yüksek tonajlı ticaret yapan firmaların ulaşım maliyetlerine etkisinin görülmesi amaçlanmıştır. Bu konu ile ilgili yapılan çalışmalar genellikle Kuzey Avrupa Uzakdoğu limanları arası ulaşımını incelemiştir. Amerika ve Güney Avrupa limanının da dahil edilmesi Arktik ve geleneksel rotalar (Süveyş, Panama geçişi) arasında kıyaslama açısından daha verimli olacağı düşünülmüştür. Böylelikle rota tercihi yapacak olan denizcilik firmalarına maliyetler açısından destek olması hedeflenmiştir.

Çalışmanın motivasyon kaynaklarına bakılırsa, bölgenin bin yıllardır değişmeyen buz yapı ve sistemlerinin, teknolojinin hayatımızda önemli olarak hissedilmeye başladığı 1900'li yıllardan sonra erime ve değişim sürecine girmesidir. Özellikle bu sürecin 1950'li yıllardan itibaren dramatik şekilde hızlanarak kötüye gitme durumudur. Ancak bu negatif gelişmeler dünyanın taşımacılık ticaretini sırtlayan denizcilik için yeni ve kısa suyollarını ortaya çıkarmaya başlamıştır. Tüm negatif etkilerin içinde gelişen bu olgu, dikkatimizi ve motivasyonumuzu bölgeye ve yeni suyollarına yoğunlaştırmamıza sebep olmuştur.

Çalışmada, Arktik bölgede açılan yeni suyollarının gemi maliyetlerine etkisinin incelenmesi ile bu suyollarının denizcilik firmaları tarafından alternatif olarak görülüp görülmeyeceği konusunda fikir oluşturulmasının değerli olacağı düşünülmüştür.

Çalışmada bulanık mantık tercih edilmiştir. Bunun en önemli sebebi gemi maliyet analizine konu verilerin çok fazla değişkenlik göstermesi hatta bazen alt ve üst sınırlar arasında önemli farklılıklar olmasıdır. Bu değerler özellikle navlun piyasasındaki öngörülemez dalgalanmalarda görülmüştür. Bulanık mantık yöntemiyle, bu belirsizliğin olduğu verilerle klasik yöntemlerle ulaşılamayacağı görülen daha iyi ve tutarlı sonuçlara ulaşma imkanı oluşmuştur. Ayrıca Arktik bölgesi suyollarının değişimi ve buna bağlı olarak bu çalışmada bazı verilerde görülen yüksek farklar da bulanık mantık yöntemi ile sonucun navlun da olduğu gibi tutarlı hale gelmesine katkı sağlaması amaçlanmıştır.

Arktik bölgenin tüm dinamiklerinin gözönünde tutularak bu çalışmada mali analizlerin sonuçlarının gelecekte değişimine sebep olabilecek bölgenin tarihi, bölge devletleri ve bölgenin etkilediği devletlerin suyollarının değişimine yaklaşımı ve siyasi bakışları da incelenmiştir. Bunun yanında ana nesne konumundaki buz ve buzla ilgili konular da incelenerek bir perspektif oluşturulması amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Küresel ısınmanın etkisi ile binlerce yıldır buz formunda olan Arktik alanlarda erimenin etkisi ile yarı buzlu ya da buzsuz bölgeler ve geçitler ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu durumun özellikle Asya - Avrupa, Amerika - Avrupa, Amerika - Asya deniz mesafelerinin kısalması yönündeki etkisi, küresel taşımacılık endüstrisinin bölgeye ilgisini arttırmaya başladığı düşünülmektedir. Bölgenin cazibesini arttırması akademisyenlerin de bölgeye ilişkin olarak farklı alanlarda çalışmalarını arttırmış ve çeşitlendirmiştir. Bu bağlamda Artık rotalar ve geleneksel rotalar ile ilgili olarak maliyetler ve verimlilikleri inceleyen bazı çalışmalar aşağıda belirtilmiştir.

Wergeland ve arkadaşları (1992)'nin, "The Northern Sea Route Project" adlı çalışmasında, NSR, Süveyş ve Panama rotalarını (Panama üzerinden Hamburg - Duch Limanı - Yokohama Hamburg Süveyş) üzerinden kullanarak ton başına taşıma maliyetleri karşılaştırılmış olup 1 yıl baz aldıkları genel kargo/ağır yük gemisi, 20000 dwt konvansiyonel ve buz sınıfı (1AS=PC6) kullanmışlardır. Çalışmalarının sonucunda, Panama senaryosunda NSR üzerinden 10,98 usd/ton, Panama Süveyş senaryosu üzerinden 27,56 usd/ton, NSR üzerinden 22,2 usd/ton ve 34,16 usd/ton Süveyş üzerinden amaortisman öncesi ton başına maliyetleri saptamışlardır [1].

Mulherin ve arkadaşları (1996)'nin, "Development and Results of a northern sea route transit model" adlı çalışmasında, NSR'deki buz sınıflarından yararlanmanın doğrudan maliyetlerini (tek yolculuk) NSR rotasını kullanarak, Norilsk sınıfı dökme buzla güçlendirilmiş gemi, buz sınıfı ULA=PC4-PC5 Lunni sınıfı tanker, buz sınıfı 1 AS PC6 Strekalovskiy sınıfı dökme yük gemisi, UL buz sınıfı=PC7 bazında değerlendirilmesi yapmıştır. Çalışmanın sonucunda yolculuk başına maliyet nisan ayı için Norilsk sınıfı 528850 usd, Lunni sınıfı 559439 usd, Strekalovskiy sınıfı 409677 usd olarak bulunmuştur [2].

Kamesaki, K. ve arkadaşları (1999)'nin, "Simulation of NSR Navigation Based on Year Round and Seasonal Operation Scenarios" adlı çalışmasında yıllık hizmet için nakliye masraflarının karşılaştırması ve gemilerin buz koşullarına bağlı olarak rotalarının değişimini Süveyş rotaları için Handymax 50900 dwt (genel kargo), NSR güzergahı için üç klasman tipi: 25000 dwt, "yüksek buz sınıfı" ("UL A?"=PC4- PC5) (genel kargo), 40000 dwt "yüksek sınıf" ("ULA?"=PC4-PC5) (genel kargo) 50000 dwt ile "orta

sınıf("UL"=PC7) (dökmeci) gemilerini referans olarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda, NSR rotası üzerinden kargo hacminin daha yüksek olduğu, bu nedenle yüksek sermaye maliyeti dahil olmak üzere daha yüksek gelir maliyetleri oluşturmuş, NSR ile değer yüksek çıkmıştır (50000 dwt /Handymax için karşılaştırma). Genel olarak NSR 21,11 usd/ton, Süveyş (Handymax) ise 18,1 usd/ton [3].

Kitagawa, H. (2001)'nin, "NSR, The shortest sea route linking East Asia and Europe" adlı çalışmasında yıllık hizmet için nakliye masraflarının karşılaştırması ve gemilerin buz koşullarına bağlı olarak rotalarının değişimini Süveyş rotaları için Handymax 50900 dwt (genel kargo), NSR güzergahı için üç klasman tipi 25000 dwt, "yüksek buz sınıfı" ("UL A?"=PC4- PC5) (genel kargo), 40000 dwt "yüksek sınıf" ("ULA?"=PC4-PC5) (genel kargo) 50000 dwt ile "orta sınıf" ("UL"=PC7) (dökmeci) gemilerini referans olarak kullanılarak, Hamburg Yokohoma arası için değerlendirmiştir. Çalışmanın sonucunda, NSR rotası üzerinden kargo hacminin daha yüksek olduğu, bu nedenle yüksek sermaye maliyeti dahil olmak üzere daha yüksek gelir maliyetleri oluşturduğu, NSR ile değer yüksek çıktığı ortaya konmuştur (50000 dwt /Handymax için karşılaştırma). Genel olarak NSR 21,11 usd/ton, Süveyş (Handymax) ise 18,1 usd/ton dur [4].

Arpiainen, M. and R. Kiili (2006)'nin, tarihinde yaptıkları Alaska ABD'den Avrupa'ya Arctic Shuttle Konteyner bağlantısı adlı çalışmalarında, NSR (Arktik servis, Reykjavik - Adak(Aleutian) rotası için TEU başına operasyon maliyetlerini bulmak amaçlanmış olup 1 yılı baz alınarak 750 TEU konteyner gemisi DAS - 5000 TEU konteyner gemisi DASLU8 veya 9, PC4 ile 3 ü kullanılmıştır. Çalışmalarının sonucunda, 5000 TEU gemi ile TEU birim maliyeti 354 usd ile 526 usd arasında, 750 TEU gemi ile TEU birim maliyeti 1244 usd ile 1887 usd arasında olduğunu tespit edilmiştir [5] .

Guy, E. (2006)'nin, Kuzeybatı Geçidi'nde ticari taşımacılığın uygulanabilirliğinin değerlendirilmesi adlı çalışmasında, NWP; Süveyş (Rotterdam-Şanghay) rotaları kullanılarak tek bir sefer için işletme maliyetlerini, yaz geçişi, üç parametrede değişikliklerle birlikte düşünülen 6 senaryo hız, kiralama oranı ve geçiş ücretleri bazında karşılaştırmıştır. Çalışmada, Panamax standart konteyner gemisi, yaklaşık 4000 TEU kullanmıştır. Çalışmanın sonucunda, NWP ile Süveyş'e kıyasla tasarruflar %33 (en iyimser durum) ile %14,2 arasında değişmektedir ayrıca senaryoda %8 veya %4 veya hatta %1,05'lik bir kayıp görülmemiştir [6].

Borgerson, S. (2008)'in Arktik erime adlı çalışmada, NWP, Panama, Süveyş (Rotterdam - Yokohama, Seattle - Rotterdam) rotalarını kullanılarak bir sefer için ulaşım masraflarının değerlendirmesini yapmış olup görünüşe göre geleneksel büyük konteyner gemisi kullanmıştır. Çalışmanın sonucunda, sefer başına 17,5 milyon usd den 14 milyon usd ye kadar %20'ye varan tasarruf elde edildiğini tespit edilmiştir [7].

Somanathan, S. ve arkadaşları (2009)'nın, "Feasibility of a Sea Route through the Canadian Arctic" adlı çalışmasında düzenli operasyon değerlendirmesi için TEU başına işletme maliyetlerini NWP ve Panama kanal rotaları için 4500 TEU Konteyner gemisi CAC3/PC2 gemisi bazında karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, NY rotasında Panama %8 daha ucuz. St John's rotasında NWP %10 daha ucuz olduğu görülmüştür [8].

Verny, J. ve C. Grigentin (2009)'nin, "Container Shipping on the NSR" adlı çalışmasında, 2015-2025 dönemi için nakliye maliyetlerini NSR, Süveyş, Transsibirya için 4000TEU konteyner gemisi, Süveyş için geleneksel; NSR için buz sınıfı (belirtilmemiş) gemisi bazında hesaplamıştır. Çalışmanın sonucunda, TEU başına maliyet: Süveyş: 1400-1800 usd. NSR için 2500-2800 usd ve Transsibirya için 1800-2200 usd olduğu görülmüştür [9].

Chernova S ve A. Volkov (2010)'un, "Economic Feasibility of the NSR Container Shipping Development" adlı çalışmalarında TEU başına maliyeti değerlendirmek ve Süveyş rotası için TEU başına maliyetlerin karşılaştırmasını 650 TEU luk DAS tipi konteyner gemisi bazında Rotterdam Yokohama rotası için yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, TEU, NSR başına maliyet: 1416 ile 1133 usd/TEU arasında olduğu görülmüştür [10].

Liu, M. ve Kronbak J.(2010)'in, "The Potential Economic Viability of Using The Northern Sea Route (NSR) as an Alternative Route Between Asia and Europe" adlı çalışmasında NSR ve Süveyş kanal üzerinden düzenli hat için operasyon işletme maliyetlerini Rotterdam Yokohoma rotası için 4300 TEU konteyner gemisi alınmış. 4300 TEU konteyner gemisi, buz sınıfı 1B bazında karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, resmi NSR ücretlerinde %85 indirim ile NSR, neredeyse her zaman Süveyş'ten daha karlı, 9 aylık Arktik navigasyonu ve düşük yakıt maliyeti için %24 tür. Bunker yakıt maliyetleri artarsa, NSR 9 aylık bir Arktik nakliye sezonu için kâr edebilirken, Süveyş üzerinden nakliye zarara neden olabilir olduğu ortaya çıkmıştır [11].

Srinath, B. N. (2010)'nin, "Arctic Shipping: Commercial Viability of The Arctic Sea Routes" adlı çalışmasında NSR, NWP, Kutup ve Süveyş kanal rotaları için kar marjlarını 4000 TEU Konteyner gemisi CA C3/PC2 gemisi bazında bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda, Kutup rotaları, her üç senaryo için de daha iyi kar marjları gösterdiği görülmüştür [12].

Halvor Schøyena ve Svein Bråthenb (2011)'nin, "The Northern Sea Route Versus The Suez Canal: Cases From Bulk Shipping" adlı çalışmasında, transit taşıma maliyetlerini değerlendirmek için yakıt tüketimi verimliliğini ve yakıt maliyetlerine dayalı olarak NSR Süveyş kanal üzerinden konvansiyonel dökme yük gemisi ve buzla güçlendirilmiş dökme yük gemisi E3=1 A=PC7' bazında sigorta maliyeti optimizasyonunu yapılmıştır. Çalışma sonucunda, NSR, %1,5 NSR ile daha ucuz ve yakıt açısından verimli olduğunu tespit edilmiştir [13].

Hua, X ve arkadaşları (2011)'nin, "The potential seasonal alternative of Asia–Europe container service via Northern Sea Route under the Arctic sea ice retreat" adlı çalışmasında, yakıt maliyetleri NSR Süveyş kanal üzerinden Atlantik Avrupa'dan Kuzey Asya'ya çeşitli çıkış noktaları geleneksel 10000 TEU buz sınıfı olmayan konteyner gemisi baz alınarak ve NSR ücreti yok varsayılarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda, NSR rotası yakıt maliyetinde %3 ila %5 arasında tasarruf sağladığı görülmüştür [14].

Paterson, T. (2011)'nin, "Cost comparison of shipping in the Arctic" adlı çalışmasında, Fednav simülasyonu: tek bir yolculuk için rutin maliyet karşılaştırması ve yakıt maliyetlerini NWP Pana kanalı üzerinden New York Sanghay rotası için konvansiyonel dökme gemisi bazında değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda, NWP'yi kullanmak için yolculuk başına 75000 ila 175000 usd daha maliyetli olduğu görülmüştür [15].

Carmel, S.(2012)'in, "Commercial Shipping in the Arctic. Marine Board Workshop Safe Navigation in the Arctic" adlı çalışmasında, Maersk simülasyonuunda tek bir yolculuk için maliyet karşılaştırması ve güvenilirliğini, konteyner gemileri, NSR için 2000 TEU ve NSR için Suez. Ice-class1A üzerinden 6500 TEU ile Yokohoma Rotterdam arası değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda, NSR boyunca konteyner başına maliyet daha yüksek çünkü büyük gemiler şimdilik NSR kullanamıyor; ayrıca, rotanın güvenilirliği çok düşük olduğu görülmüştür [16].

Cho, Y (2012)'nin, "The melting Arctic changing the world: new sea route. International Convention Energy Security and Geopolitics in the Arctic: Challenges and Opportunities in the 21st Century" adlı çalışmasında, NSR'nin Süveyş rotasına göre avantajlarını ve risklerini tam net olmamakla birlikte geleneksel tip gemiyi baz alarak ile her iki rotada da karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, NSR rotası: konteyner gemisi için %39 oranında yakıt dökme gemisi için %36 oranında yakıt tasarrufu sağladığı ortaya konulmuştur [17].

Falck, H. (2012)'nin, "Shipping in Arctic Waters: the Northern Sea Route" adlı çalışmasında, Tschudi Shipping'in simülasyonu ile NSR, Süveyş kanal üzerinden buz sınıfı (1A)bulker ve LNG tankeri için tek bir seyahat için Kirkenes Yokohama, MelkøyaYokohama arası maliyetleri karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, NSR rotası tasarruf açısından dökme gemi: için 839000 usd, LNG için 82640 usd olarak bulunmuştur [18].

Tor Wergelan (2013)'nin, karşılaştırmalı olarak Kuzeydoğu, Kuzeybatı ve Transpolar Geçitleri isimli NSR, NWP, Transpolar, Süveyş (Yokohama - Hamburg, Şanghay - Hamburg) rotaları kullanılarak 1 yılı baz alarak incelenen rotalar arasındaki maliyet farklarını değerlendirdiği çalışmada, iki senaryo kullanılmış olup Yokohama - Hamburg arası için buz sınıfı olmayan genel / ağır yük donanımlı gemi, Şanghay - Hamburg arasında ise konteyner gemisi 4000 TEU kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, 500\$/ton bunker maliyetinde, 14,87 usd/ton ile 19,87 usd/ton (genel kargo gemisi), 16,13 usd/ton ve 19,95 usd/ton (konteyner gemisi) arasında Arktik rotaların maliyetinin daha ucuz olduğu sonucuna varılmıştır [19].

Frédéric Lasserre (2014)'nin, Kuzey Kutbu rotaları boyunca denizcilik simülasyonları, karşılaştırma, analiz ve ekonomik perspektifler adlı çalışmasında, NSR, NWP, Süveyş (Rotterdam - Şanghay, Rotterdam - Yokohama) rotaları kullanılarak 6 ay ve 1 yıl baz alınmış, maliyet, karlılık açısından değerlendirilmiş ve 4500 TEU konteyner gemisi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, güçlü bir yük faktörü olmadan, Arktik rotaların pek karlı olmayacağı sonucuna varılmıştır [20].

Yevgeny Aksenov ve arkadaşları (2017)'nin, "On the future navigability of Arctic sea routes: High-resolution projections of the Arctic Ocean and sea ice" adlı çalışmasında, Arktik denizcilik rotalarını kullanmanın ekonomik riski ve RCP8.5 IPCC emisyon senaryosu ile zorunlu kılınan 21. yüzyılın sonuna kadar okyanus ve deniz buzunun ayrıntılı

bir yüksek çözünürlüklü projeksiyonu kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, deniz yollarının işletilmesiyle ilgili olarak Kuzey Kutbu'ndaki olası değişikliklere genel bir bakış sunulmuş ve bunları modellemedeki yaklaşımları ve zorlukları tartışılmıştır. Bu çalışma, denizcilik endüstrisi tarafından pratik kullanım için Kuzey Kutbu'ndaki deniz buzu ve okyanusun gelecekteki durumu hakkında kapsamlı ayrıntılı yüksek çözünürlüklü çevresel bilgileri birleştirmeye yönelik ilk girişimlerden birini sunmaktadır [21].

Adolf K. Y. ve arkadaşları (2018)'nin, "Implications of climate change for shipping: Opening the Arctic seas" adlı çalışmasında, bilimsel ve ekonomik hakemli literatürü gözden geçirerek Arktik denizciliğinin değerini ve çevresel fizibilitesini değerlendirmiş, fiziksel perspektiften, iklim değişikliğinin deniz buzu ve deniz havası üzerindeki etkisini incelemiş ve Arktik deniz taşımacılığı erişilebilirliği için ortaya çıkan sonuçları dikkate alınmıştır. Ekonomik bir perspektiften, gemileri geleneksel denizcilik rotalarından Arktik rotalarına yönlendirmenin ekonomik fizibilitesini, denizcilik paydaşlarının tutumlarını ve Arktik denizcilik olasılığını etkileyen diğer önemli faktörleri araştıran büyük araştırmaları gözden geçirilmektedir. Çalışmanın sonucunda, Arktik denizciliğinin hedefine ulaşması için üstesinden gelinmesi gereken zorluklar ortaya konulmuştur. Bunlar, fiziksel kısıtlamalar, şüpheli ekonomik fizibilite, nakliye paydaşlarının kayıtsız (veya olumsuz) tutumları, güvenlik ve sürdürülebilirliği riske atan ciddi bir kalite altyapısı ve teknik bilgi kıtlığı olduğu görülmüştür. Ayrıca Arktik denizciliğinin yerli nüfus ve Kuzey Kutbu ekosistemleri üzerindeki belirsiz ve muhtemel güçlü etkisi ve Kuzey Kutbu'nda sürdürülebilir denizciliği etkin bir şekilde yönetebilecek ve kolaylaştırabilecek bir çerçeve geliştirme ihtiyacı görülmüştür [22].

Zheng Wan, Jiawei Ge and Jihong Chen (2018)'nin, "Şanghay ve Rotterdam Arasında Bir Arktik Güzergah için Enerji Tasarrufu Potansiyeli ve Ekonomik Fizibilite Analizi: Çin'in En Büyük Konteyner Deniz Taşımacılığı Operatöründen Örnek Olay İncelemesi" adlı çalışmasında NSR ve Süveyş rotaları kullanılarak 5 ay baz alınan maliyet analizinin yapılmış olup post-Panama 5089 TEU konteyner gemisi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, NSR kullanarak tek bir gidiş-dönüş yük taşımacılığı ek 656265 usd tasarruf sağlayabildiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca, denizcilik endüstrisi kaçınılmaz olarak küresel karbondan arındırma çabalarına dahil edileceğinden, NSR'yi alternatif bir yol olarak kullanmak, yalnızca yavaş buharlaşmayı vurgulayan mevcut operasyonel stratejileri tamamlayabilir olduğu ve denizcilik endüstrisi ile bağlantılı diğer kirleticilerin yanı sıra

sera gazı emisyonlarını (GHG) sınırlayacak önemli yakıt azaltımları sağlayabileceği saptanmıştır [23].

Aleksandr L. Voronenko ve Sergei V. Greızık (2019)'in, "Prospects of Cooperation Between Russia And North-East Asian Countries İn The Arctic Region" adlı çalışmasında, Kuzey Kutbu bölgesinde Rusya (ve selefi SSCB) ile Kuzey Doğu Asya (NEA) - Çin, Japonya ve Kore Cumhuriyeti arasındaki tarihi ve mevcut etkileşimi tartışılmıştır. Çalışmanın sonucunda, şu an da hiçbir ülkenin Kuzey Kutbu'nun sürdürülebilir kalkınma konusundaki iddialı hedefine bağımsız olarak ulaşamadığı, sadece çok taraflı işbirliği, Kuzey Kutbu ekonomik sistemini yaratmak için etkili bir mekanizma haline gelebileceği kanıtlanmış ve Kuzey Doğu Asya ülkeleri ve Rusya, bu tür bir işbirliğini kurmak için en iyi başlangıç pozisyonlarından birine sahip oldukları görüldüğü ortaya konulmuştur [24].

Egorova T. ve Delakhova A. (2019)'nın, "Optimization of Transport Activity of Industrial Enterprises in The Arctic Region Based on Logistics Solutions" adlı çalışmasında, lojistik hizmet satın alma açısından, maliyetleri en aza indirmek için aracı araçlarla diğer seçenekler alternatif olarak kabul edildiğinde, Yap veya Satın Al problemini çözmek için bir yöntem (MOB - "yapmak veya satın almak") kapsamında düşünülmüştür. Çalışmanın sonucunda, bölgede işletme, kendi araçlarının kullanımını en üst düzeye çıkararak ve genel nakliyecinin hizmetlerini reddederek, nakliye hizmetlerini ihaleye çıkararak, riskleri ve genel lojistik maliyetlerini azaltırken lojistik sistemini optimize edebilir sonucuna ulaşmıştır[25].

Jingyu Zhang ve Ling Sun (2019)'un, "Estimation of shipping insurance premiums for Arctic routes" adlı çalışmasında, Arktik ve geleneksel rotaları buza dayanıklı 30000 ton LNG taşıyıcı, 40000 ton genel kargo gemisi, 50000 ton tanker, 5000 TEU konteyner gemisi ve 70000 ton dökme yük tipindeki gemileri kullanarak karşılaştırmasını yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, NSR' nin karlı bir alternatif olduğu ancak NWP' nin dah az ilgi çekici olduğu belirtilmiştir [26].

Zhihua Zhang ve arkadaşları (2019)'nın, "Exploitation of trans-Arctic maritime transportation" adlı çalışmalarında, büyük veri madenciliğine dayalı olarak trans-Arktik deniz taşımacılığının kullanımını kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda, artan küresel ısınma oranları nedeniyle, Arktik suları, son kırk yılda deniz buzu boyutunda hızlı düşüşün, deniz buzunun incelenmesinin ve çok yıllık buzun kaybolmasının

tespitinin gerekliliği ortaya konulmuştur. Ayrıca bu durumun Doğu Asya ile Avrupa arasında Arktik deniz taşımacılığını mümkün kıılma durumu olduğu sonucuna varılmıştır [27].

Chaojun Ding ve Zhenfu Li (2020)'nin "Research on the shipping network structure under the influence of Arctic routes" adlı çalışmasında, gelişmiş bir karmaşık büyüme ağı modeli oluşturmaya dayalı olarak, Kuzey Kutbu rotalarından etkilenen denizcilik ağlarının evriminin analizine odaklanmıştır. Çalışmanın sonucunda, bir GSN evrimsel modeli önerilmiştir. BBV modelini geliştirerek, yeni model denizcilik ağının gelişimini temsil etmek için kullanılacağı, evrimsel ağın ve gerçek ağın ađ özelliklerini karşılaştırarak ve analiz ederek, evrimsel ağın ve gerçek ağın topoloji ve ağrlık özelliklerinin nispeten tutarlı olduğu bulunmuştur [28].

Tsukerman V., A. ve Goryachevskaya E., S. (2020)'nin, "Management of the Large-Scale Arctic Transport System the Basis for the Exploitation of the Hydrocarbon Resources of the Northern Seas Shelf" adlı çalışmasında, hidrokarbon alanlarının gelişimi ile bağlantılı olarak Arktik ulaşım sisteminin modern durumunu analiz etmenin yanı sıra ATS (The Arctic transport system) işleyişinin iyileştirilmesi ve verimliliğinin artırılması için tavsiyelerin geliştirilmesi olduğu görülmektedir. Çalışmada, Kuzey Kutbu'nun aşırı koşulları altında ulaşım sistemi yönetimi konuları incelenmiş olup ayrıca Arktik kaya yataklarının geliştirilmesine ve ayrıca zorlukları ifade edilmiş ve hidrokarbon kargo taşımacılığı ile ilgili riskler, ATS işleyişinin etkinliğinin iyileştirilmesi ve artırılması için yönergeler önerilmiştir [29].

Yury F. Lukin (2020)'in, "International Shipping Routes for Cargo Transportation in the Arctic. Arctic and North" adlı çalışmasında, Arktik bölgesindeki uluslararası ekonomik ilişkilerin (Rusya, Çin, Arktik Konseyi ülkeleri) çok merkezli yapısının gerçek işleyişinin sorunları, Kuzey Kutbu'ndaki deniz yollarının tarihi ve modern ölçümleri, entegre bir multidisipliner yaklaşıma dayalı olarak araştırılması Kuzey Kutbu'ndaki deniz yolları boyunca kargo akışlarının incelenmesinde etkinlikler, sistematik bir yaklaşım yöntemleri, niteliksel ve niceliksel analizler kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, Kuzey Kutbu' nun büyük yeniden paylaşılmasının 20. yüzyılda hiçbir şekilde tamamlanmadığına dikkat edilmediği, bu durumunda Amerika Birleşik Devletleri'nin 1982 BM Deniz Hukuku Sözleşmesi'ni (UNCLOS), Kuzey Denizi Rotası boyunca geçiş etrafındaki çatışmalar, Arktik Okyanusu'nun kıta sahanlığının bitmemiş bölümü, sürünen Kuzey Kutbu' nun

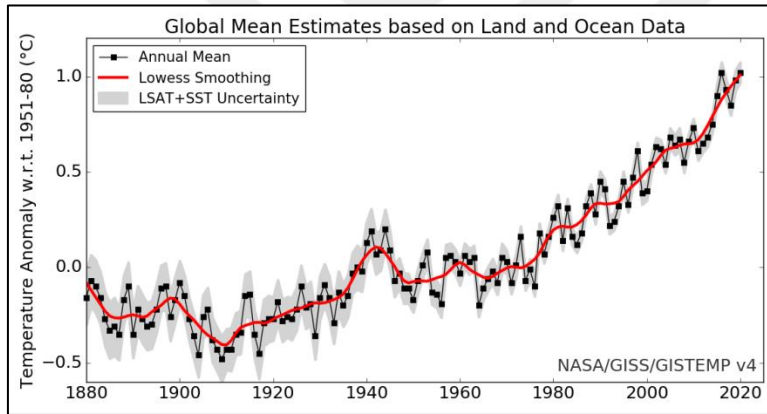
askerileştirilmesi ve siber saldırı tehdidi açısından etkinliği değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır [30].

Xi Chen ve arkadaşları (2020)'nin, "Ship Navigation Route Planning Using Topology Of Sea Ice Channels Extracted from High Resolution Satellite Images" adlı çalışmasında, yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerine dayalı olarak deniz buzu kanallarından geçen gemiler için bir rota planlama yöntemi sunmak amaçlanmıştır. Çalışmanın sonucunda, önerilen yöntem, farklı uzaktan algılama verisi kaynakları kullanılarak deniz buzu alanında gemi navigasyon rota planlamasının bir çerçevesi olarak da sunulmuştur [31].

Literatürde bulunan çalışmalar dikkate alındığında, çalışmada ele alınan farklı hatlar ve seyir yapan gemiler, hem maliyetler açısından karlılık durumu hem de maliyet açısından başa baş en yakın noktada görünen Los Angeles Hamburg ve Lizbon Yokohoma rotaları hat seçimlerinde destek olabileceği görülmektedir.

3. ARKTİK BÖLGE ve İLİŞKİLİ TÜM UNSURLAR

21. yüzyılda ivmelenerek artan küresel ısınma ve iklim değişikliği ile daha önce buzla kaplı olan bölgeler daimi ya da mevsimsel olarak eriyip suyolları oluşturmuştur [32]. Çalışmanın bu bölümünde, bölgenin tüm dinamikleri oluşan değişiklikler de gözönünde tutularak incelenmektedir. Bölgenin tarihsel gelişimi, buz yapısı, bölge ülkeleri ve bölgeye dair planlamaları olan diğer ülkelerin yaklaşımları, küresel ısınma ve etkilerinin yanında küresel ısınmanın sonuçlarından olan buz kaybının oluşturduğu etki ve oluşan suyollarının özellikleri, bölgede taşımacılık yapısı ve gemilerin özellikleri ayrıntılı olarak irdelenmeye çalışılmıştır. Şekil 3.1'de gösterilen kara-okyanus sıcaklık endeksinde, 1880'den günümüze, temel dönem 1951-1980. Düz siyah çizgi, küresel yıllık ortalama ve kesintisiz kırmızı çizgi, beş yıllık en düşük düz çizgidir.



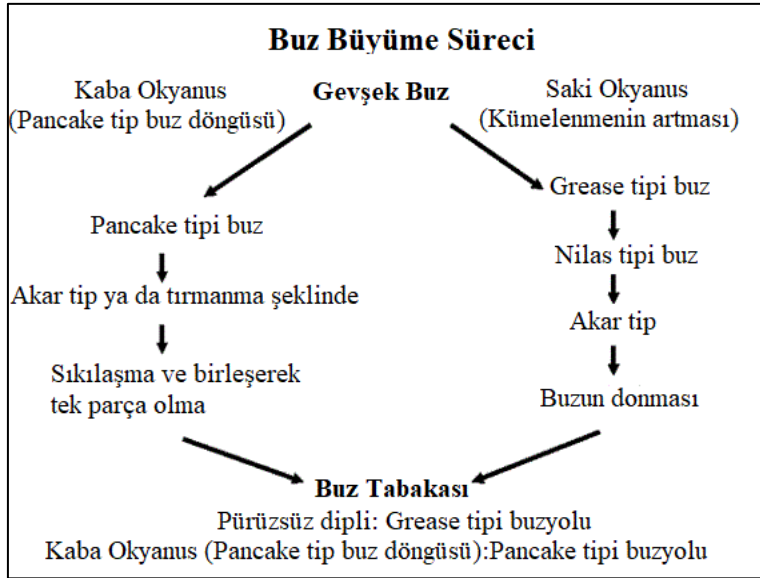
Şekil 3.1. Kara-okyanus sıcaklık endeksi [1]

3.1. Denizlerde ve Kutup Bölgesinde Buz ve Buz Rejimi

Buz hareketlerinin olduğu dünyanın en soğuk bölgeleri olan Arktik ve Antarktik bölgeleri, 90° kuzey kutup noktasından, 60° 30' kuzey enlemini ve 90° güney kutup noktasından 60° 30' güney enlemini kapsayan bölgeler olarak tanımlanmaktadır. Arktik bölgesi, çoğunluğu okyanus olan Asya, Avrupa ve Amerika kıtası ana karaları ve adalarından oluşmaktadır. Deniz buzu bu bölgeler içinde olan kutup okyanuslarında bulunmaktadır. Ortalama olarak, deniz buzu Dünya'nın yaklaşık 25 milyon kilometrekaresini (9652,553 milkmare) veya Kanada'nın yaklaşık iki buçuk katını kaplamaktadır. Arktik dairesinde buz, çok karmaşık ve dinamik bir yapı olup kalınlığı, yoğunluğu, yaşı ve pürüzlülük durumu, etkilerinde değişiklikler oluşturur [33]. Ayrıca yıl boyunca buz koşulları değişiklik arz etmektedir.

Deniz buzu basitçe donmuş okyanus suyudur. Okyanusta oluşur, büyür ve erir. Aksine, buzdağları, buzullar, buz tabakaları ve buz sahanlıklarının tümü karadan kaynaklanmaktadır. Deniz buzu hem Kuzey Kutbu'nda hem de Antarktika'da meydana gelir. Kuzey Yarımküre'de, şu anda Çin'in Bohai Körfezi'ne (yaklaşık 38 derece kuzey enlemi) kadar güneyde bulunabilmektedir. Bu bölge aslında Ekvator'a Kuzey Kutbu'na olduğundan yaklaşık 700 kilometre (435 mil) daha yakındır. Güney Yarımküre'de, deniz buzu yalnızca Antarktika çevresinde gelişir ve 55° güney enlemine kadar kuzeyde meydana gelir. Deniz buzu kış aylarında büyür ve yaz aylarında erir. Ancak bazı bölgelerde bir miktar deniz buzu yıl boyunca kalır. Dünya okyanuslarının yaklaşık % 1,5' i yılın bir bölümünde deniz buzu ile kaplıdır [34].

Okyanus suyu donmaya başladığında, frazil adı verilen küçük iğne benzeri buz kristalleri oluşmaktadır. Bu kristaller tipik olarak 3 ila 4 milimetre (0.12 ila 0.16 inc) çaptadır. Tuz donmadığından, kristaller tuzu suya bırakmaktadır. Böylelikle frazil kristalleri neredeyse saf tatlı sudan oluşmaktadır. Deniz suyu donmaya başlarken hala tuzludur. Genç deniz buzlarında, deniz suyu kadar olmasa da bir miktar tuz bulunurken eski deniz buzlarında gözenekler oluştuğu için tuz zamanla akıp gitmektedir. Eski buzlar aynı zamanda dünyanın büyük tatlı su rezervlerindedir. Frazil kristalleri yüzeye çıktığında, birikip birbirine bağlandığında deniz buzu tabakaları oluşur. Başlangıçta, tabaka çok ince ve koyudur (koyu nilas denir), kalınlaştıkça daha açık hale gelir. Akıntılar veya hafif rüzgarlar genellikle nilasları birbirlerine doğru iter, bu durum rafting adı ile bilinen bir işlemdir. Sonunda, buz yoğunlaşan buz adı verilen pürüzsüz bir alt yüzeye sahip daha sabit bir tabakaya dönüşür. Deniz buzu buz tabakasına dönüştüğünde, kış boyunca büyümeye devam eder. İlkbahar ve yaz aylarında sıcaklıklar arttığında ilk yıldaki buzlar erimeye başlar. Buz kışın yeterince kalınlaşmazsa, yazın tamamen eriyecektir. Buz kışın yeterince büyürse yazın incelir ancak tamamen erimez. Bu durumda, büyüüp kalınlaştığı bir sonraki kışa kadar kalır ve çok yıllık buz olarak sınıflandırılır.



Şekil 3.2. Buzun büyüme süreci [34]

3.1.1 Deniz Buzu Tipleri

Deniz buzları şekillerine, yaşlarına, kalınlıklarına ve fiziksel biçimlerine bağlı olarak sınıflandırılmaktadır. Süreç, buzun kalınlığını ve yaşını gösterir. Bilim adamlarının çoğu deniz buzu türlerini yaşına göre yeni, genç ve yaşlı buz gibi tanımlamaktadır. Ancak geri kalanı, buz türlerini seyir amaçlı kullanmak için belirli isimlerle tanımlamayı tercih etmektedir [35].

- Yeni olarak sınıflandırılan buzlar; Buz çiçekleri, birikmiş buz kristalleri, kar buz, ıslak buz (shuga), nilas, pankek buz, brash tip buz, parçalı yüzen tip buz.
- Genç tipdeki buzlar; Gri-beyaz buz, beyaz buz.
- Eski olarak sınıflandırılan buzlar; İkinci yıl buzu ve çok yıllık buz dur.

Oluşmaya yeni başlayan buzlar yeni buz olarak adlandırılır. Bu kapsamda pürüzlü yüzeye sahip buz çiçekleri olarak isimlendirilen buz çiçekleri, üstünde yağ tabakası varmış gibi görünen yağlı buz, kar yağışından sonra oluşmuş gibi görünen kar buz, birkaç cm boyutun da süngerimsi yapıdaki ıslak buz, en fazla 20 cm kalınlığa sahip oval tip de pankek buzlardır.



Resim 3.1. Açık denizde oluşan yeni buz [36]



Resim 3.2. Buz çiçekleri [37]



Resim 3.3. Yağ buz [38]



Resim 3.4. Kar buz [38]



Resim 3.5. Islak buz [38]



Resim 3.6. Koyu Nilas [38]

Nilaslar, buz kalıbının aksine, çok çalkantılı olmayan denizde biriken buzlardan oluşmaktadır. Şişebilir olmalarının yanında dalgalı su yüzeyinde bükülebilir ve basınçla

birbirine geçen parmak görünümünde bir desen oluşturmaktadırlar. Mat bir yüzeye sahip olmakla beraber kalınlıkları en fazla 10 cm'dir. Açık Nilas ve Koyu Nilas olarak tipleri vardır.



Resim 3.7. Açık Nilas [39]



Resim 3.8. Pankek buz [40]

Çapı 30 cm ile 3 m arasında ve kalınlığı 10 cm ye kadar olan buz parçası ise Pankek buzu denilen bir formdur. Çalkantılı deniz yüzeyi sebebiyle birbirlerine çarparak kenarları ovalleşir ve kenarlarında küçük yükselteler oluşmaktadır. Deniz yüzeyi çalkantılıysa, yüzmekte olan buz kalıbının elastikse esnediği, elastik değilse kırıldığı gözlemlenmektedir. Pankek buzu Resim 3.8'de gösterilmiştir.



Resim 3.9. Brash tip buz [41]

Resim 3.9'da gösterilen Brash tip buz, yüzen buzdan parçalara ayrılmış olarak toplanan bir başka deniz buzudur. Yaklaşık 2 m genişliğindedir.



Resim 3.10. Parçalı yüzen buz (Floe) [42]

Resim 3.10'da görünen Düz buz parçası 20 m'den uzunsa, parçalı yüzen (floe) tip buz olur. Floe, yatay boyutuna göre beş alt forma sahiptir.



Resim 3.11. Gri-Beyaz buz [43]

Gri-Beyaz buz, sadece bir kış mevsimi görmüş genç buzlardır. Resim 3.11’da gösterildiği gibi, sıkışma nedeniyle hareketsiz durur ve uç kısımlarında küçük yükselmeler oluşur. 15-30 cm kalınlığında taze deniz buzu olarak tanımlanır.



Resim 3.12. Beyaz buz (İlk Yıl Buzu) [44]

Buz, genç deniz buzu olduktan sonra bir kış boyunca durduğunda kalınlığı yaklaşık 30 cm ya da daha fazla olur. Bu tür buzlar, Resim 3.12’de görüldüğü gibi birinci yıl buz (beyaz buz) olarak adlandırılır. Kalınlığına göre ince: 30 cm-70 cm, orta: 70 cm-120 cm, kalınlık:120 cm den büyük olarak sınıflandırılır.



Resim 3.13. Eski buz [45]

Eski buz, en az bir yaz mevsimi erimemiş 2,5 m veya daha fazla kalınlığa sahip deniz buzullarıdır. Resim 3.13’de görüldüğü gibi genellikle bu tür, birinci yıl buzundan daha pürüzsüzdür.



Resim 3.14. Karaya bağlanmış deniz buzları (Fast ice) [45]

Kıyı şeridinde karaya bağlanmış deniz buzları (Fast ice), iki şekilde oluşmaktadırlar. Kıyıda soğuyarak donan buzlardan ve yüzer haldeyken kıyıya sonradan dayanarak oluşmaktadırlar. Bu buz deniz seviyesindeki değişiklikler, rüzgar ve su akıntılarında hareket etmez. Hızlı buz Resim 3.14’de gösterilmektedir.

3.1.2 Buz Rejimi

Arktik bölgede, farklı özelliklere sahip buz alanları mevcuttur. Buz rejimi, az çok tutarlı buz koşullarına sahip bir buz bölgesidir. Buz rejimi özellikle gemilerin seyir faaliyetleri

açısından bakıldığında önem arz etmektedir. Seyir açısından kısa tanımı, gemi sabit seyir şartlarını korurken belirli buz türlerinden etkilenme olasılığının olduğu bir alandır. Buz rejimi, geminin muhtemel karşılaşacağı buzdur. Buz rejimi, buzun yoğunluğu, kalınlık, yaşı, bozulma durumunun süreci ve pürüzlülük gibi önemli faktörleri hesaba katmaktadır. Buz rejimi ile ilgili çalışmalarda öne çıkan Kanada, Arktik bölgesinde seyahat eden çok sayıda gemilerin buzdan geçişlerinin güvenli olması ve buna bağlı olarak hem gemi personeli güvenliği hem de Kuzey Kutbu'ndaki kirliliği önlemek için AIRSS “Arctic Ice Regime Shipping System”, “Arktik Buz Rejimi Taşıma Sistemi” adında düzenlemeleri içerir standart oluşturmuş ve uygulamaya başlanmıştır [33]. Buz rejimi sisteminde, basit bir hesaplama ile geminin gücünü farklı buz rejimlerinin sunduğu tehlike ile ilişkilendirilir. AIRSS, buz koşullarının doğru bir şekilde değerlendirilmesine dayanmaktadır. Kanada Buz Servisi (CIS), farklı coğrafi bölgelerdeki buz koşullarına genel bir bakış sağlamak için Buz Grafikleri yayınlamaktadır. Buz Tabloları mevcut en güncel teknoloji kullanılarak üretilmektedir. Veriler bir bölgedeki genel buz koşullarının mükemmel bir göstergesidir. Sistem, Kaptanın geminin güvenliği konusundaki sorumluluğunu vurgular ve seyir esnasında doğru kararlar vermesine yardımcı olmak için sağladığı önemli bilgilerle katkı sağlamaktadır. Elbette bu bilgilerin sağlıklı olarak değerlendirilebilmesi için buzda seyir yapan gemi seyir personelinin yüksek düzeyde deneyim ve mevcut buz bilgilerinin tam olarak kullanılması konusunda deneyimli olması gerekmektedir [46].

Bu konu kapsamında IMO (Uluslararası Denizcilik Örgütü) tarafından yayınlanan ve 1 Ocak 2017 yılında yürürlüğe giren Kutup Sularında Çalışan Gemiler İçin Uluslararası Kod (Kutup Kodu-Polar Code) konusundan bahsedilmesi, buzlu sularda yapılacak seyir operasyonlarının güvenliği ve çevresel etkilerin minimize edilmesi açısından çok önem arz etmektedir. IMO'nun Kutup Sularında Çalışan Gemilere İlişkin Uluslararası Kodu (Kutup Kodu), hem Denizde Can Güvenliği Uluslararası Sözleşmesi (SOLAS) hem de Gemilerden Kaynaklanan Kirliliğin Önlenmesine İlişkin Uluslararası Sözleşme (MARPOL) kapsamında zorunlu bulunmaktadır. Polar Kodu, iki kutbu çevreleyen zorlu şartları olan sularda çalışan gemilerle ilgili tüm tasarım, inşaat, ekipman, operasyon, eğitim, arama ve kurtarma ve kutup bölgelerinin benzersiz ortamının ve ekosistemlerinin korunması ile ilgili tüm konuları kapsamayı amaçlamıştır [47].

3.2. Kuzey Kutup Bölgesinin Tarihsel Durumu ve Arktik Deniz Taşımacılığının Tarihçesi

Eski Yunanlılar bölgeyi “ayı” anlamına gelen “Arktos” olarak adlandırmışlardır. Bu ifade kuzey gökyüzünü çevreleyen Büyük Ayı takımyıldızına bir gönderme olarak görülmektedir. Arktik Okyanusu ve komşu denizler, zamanın başlangıcından beri denizciler tarafından kullanılmaktadır. Tarihsel Arktik deniz taşımacılığı faaliyetleri, sürekli yakın deniz kullanımını, keşif gezilerini, toplulukların ihtiyaç tedariklerini, yeniden tedarik alanları keşiflerini yansıtmaktadır. İlk Arktik kaşifleri yerli halktan oluşmaktaydı. Yolculuklarının çoğu için tarihsel bir kanıt olmasa da, yerli halk binlerce yıldır yiyecek, malzeme ve yerleşim alanları aramak için Kuzey Kutbu sularını gezmekte ve keşfetmekteydi. Yerel halk, bölgenin hala orijinal kaşifleri ve kurucuları olmaya devam etmektedir. Vikingler, dokuzuncu yüzyılda Kızıl Erik'in Grönland'ın güneyini kolonileştirdiği zaman ilk olarak Kuzey Kutup Dairesi'nin kuzeyine yelken açmışlar, daha sonra 12. yüzyılda Rusya, kuzey Sibirya'nın bazı kısımlarını keşfetmeye ve kolonileştirmeye başlamıştır. Rus kaşifler, Kuzeydoğu Geçidi ve Sibirya Arktik'inin "Kuzey Deniz Rotası" nı izlediler ve sonunda 1600'lerde Bering Boğazı'nı geçmişlerdir. 17. yüzyılın sonunda, tüm geniş bölge Rus imparatorluğunun bir parçası haline gelmiştir. 1500'lerden itibaren, Avrupalı kaşifler, toprak talep ederek ve çoğu zaman yerel bir yerli insanı, mülkiyeti kanıtı olarak eve götürmek için kaçırarak kuzeye giderek daha da ileriye gitmiştir [48].

Mors fildişi, fok derileri ve kürklerinin Avrupa' da Orta Çağ'dan itibaren ticareti yapılmıştır. O zamanki önemli yöneticilere kutup bölgesinden gelen hayvan kürklerinin hediyesi popüler olmuştur. Ancak Başlangıçta Avrupalılar, doğuya doğru Hindistan, Güneydoğu Asya ve Çin ile kazançlı olan ticarete daha doğrudan bir yol bulmak için Kuzey Kutbu üzerinden Avrupa'dan Asya'ya uzanan varsayımsal bir deniz yolu olan "Kuzeybatı Geçidi" ni bulmakla ilgilenmişlerdir. Avrupalılar, böyle bir rota bulurlarsa (Avrupa ile Kuzey Kutbu arasındaki mesafe çok kısaydı) çok daha hızlı bir yolculuğa yol açılacağını düşünmüşlerdir. Ancak arktik deniz buzu, 1500'lerden 1800'lere kadar birçok girişimi engellemiştir [49]. İngiliz, Hollandalı, Norveçli, Rus ve Danimarkalı maceracılar, görünüşte aşılmaz buzun içinden batıya ve doğuya bir rota bulmaya çalışmak için dört yüzyıl harcamışlardır. Ancak hepsi başarısız olmuş, birçoğu denerken ölmüş, gemileri değişen buzla parçalanmış ve batmış, mürettebatı ya donarak ya da iskorbüt hastalığına

yenik düşmüştür. Özellikle bölgede 1600'lerle beraber büyük ölçekli ticari balina avcılığı (yağ ve kemik için) ve mors avı (dişleri için) başlamıştır [50].

Ancak İngilizler, Amerikalılar ve İskandinavların yaptığı keşif denemeleri ve keşifler sonuç olarak Kuzey Kutbu'nun büyük bölümlerinin keşfedilmesini beraberinde getirmiştir. Yeni ticaret şirketleri kurulmuş, örneğin; kurulan şirketlerden olan Hudson's Bay Company ve Royal Greenland Trading Company halen faaliyetlerine devam etmektedirler. İngiliz Donanması tekrar, 1818'den 1845'e kadar Kuzeybatı Geçidi'ni bulmak için girişimde bulunmuştur. ABD'yi ilk kez Kuzey Kutbu'na getiren Franklin ve Kuzeybatı Geçidi arayışı olmuştur. 1878'de Fin-İsveçli bilim adamı Adolf Erik Nordenskiöld, Kuzeydoğu Geçidi'nde başarılı bir şekilde seyir yapan ilk kişi olmuştur. Kuzeybatı Geçidi nihayet 1903 ve 1906 yılları arasında Norveçli kaşif Roald Amundsen tarafından geçilmiştir [51]. Batıdan doğuya ilk tam geçiş 1942'de Kanada gemisi St. Roch tarafından tamamlanmıştır. Yüzbaşı Henry Larsen, doğudan batıya dönüş yolculuğunu yalnızca 86 günde yapmış ve Kuzey batı Geçidini (NWP) bir sezonda geçen ilk gemi olmuştur. St. Roch'tan sonraki Kuzey batı Geçidi (NWP) geçişleri 1970'lere kadar oldukça düzensiz kalmıştır. 1945'ten 1969'a kadar olan dönemde, ulusal güvenlik, geçişte seyrüsefer için birincil itici güç olmuştur: Kanadalı buz kırıcı HMCS Labrador, St.Roch'tan sonraki ilk gemi ve Kuzey batı Geçidi (NWP)'nin geçişini başarıyla tamamlayan ilk silahlı Kanada gemisi olmuştur. Amerikan petrol tankeri Manhattan'ın 1969 seyahatinden sonra 1980'lerin sonuna kadar, odak noktası ulusal güvenlikten ekonomik kalkınmaya kayarken, çeşitli gemiler tarafından geçişin 30'dan fazla tam geçişi gerçekleştirilmiştir. Geçişlerin büyük bir kısmı, Beaufort Denizi'ndeki Kanada sahanlığında açık denizde hidrokarbon kaynakları aramaya katılan Kanadalı gemiler olmuştur. Bu döneme, Strathcona Sound'daki Nanisivik madeninden cevher taşıyan dökme yük gemileri ve çeşitli keşifler için yakıt taşıyan tankerler de dahil edilmiştir. 1993 yılı, Kanada Hükümeti'nin, Arktik sularında çalışacak gemilerin işletimini ve inşasını yönetebilecek ortak bir uluslararası standartlar kümesi geliştirme girişiminde çeşitli uluslararası denizcilik şirketlerini ve Arktik kıyı devletlerini bir araya getiren bir girişime öncülük yapmıştır [52].

21. yüzyılda artan nüfus, devletlerin ihtiyaçlarının yükselişi, petrol ve gaz gelişimindeki artışlarla birlikte, bölgede denizciliğe olan talebin artmasına neden olduğu görülmektedir. Mevsimsellik, buz koşulları, karmaşık takımadalar, taslak kısıtlamaları, sıkışma noktaları, yeterli haritaların olmaması, sigorta ve diğer maliyetler nedeniyle Kuzey Batı Geçidi (NWP)'nin belirsizliği, düzenli olarak planlanan Kuzey Kutbu seferlerini kısıtlamakla

birlikte küresel ısınma bu kısıtlılık durumunun tersine dönmesinde önemli bir rol oynayacaktır.

Çizelge 3.1 Arktik deniz taşımacılığının tarihsel dönüm noktaları [52]

Tarih	Olay
	Yerli insanlar orijinal kaşifler, kurucular ve yerleşimcilerdir
325 B.C.	Yunan astronom / coğrafyacı / denizci Pytheas kuzeye İzlanda'ya doğru yola çıktı
850 A.D.	İskandinavya Vikingleri kuzeye doğru yelken açıyor ve İzlanda'yı kolonileştiriyor
981	Viking, Erik 'Kızıl' Thorvoldson batıya doğru yelken açar ve Grönland'ı keşfeder. Vikingler Grönland'ın güneydoğu bölgelerini kolonize ediyor
11.Yüzyıl	Pomors,Beyaz Deniz kıyılarındaki Rus yerleşimciler ve tüccarlar bölgedeki yolları araştırıyorlardı
1490	John Cabot ilk önce bir NWP'nin varlığını ileri sürdü
1500 ler	Balina avcıları Baffin Adası'ndan Novaya Zemlya'yı keşfediyor
1576	Martin Frobisher, Frobisher Körfezi olarak bilinen yere gitti
1596	William Barents, Spitsbergen'i keşfeder ve NEP'i arar
1610-11	Henry Hudson keşif gezisinde Kuzey Kutbu kışında hayatta kaldı
1615	Robert Bylot ve pilot olarak William Baffin Hudson ve Baffin koylarını keşfediyor
1698	Kazak Semen Dezhnev, Kolyma'nın ağzından doğuya, Pasifik'e doğru yola çıktı ve böylece Asya ile Kuzey Amerika arasında kara bağlantısı olmadığını kanıtladı
1726	Vitus Bering ve ekibi Birinci Kuzey Seferinde NEP' i ararken Bering Boğazını keşfeder
1733-43	Büyük Kuzey Seferi Vitus Bering liderliğinde gerçekleşti
1778	James Cook, NWP'yi batıdan bulmak için ilk ciddi girişimi yapıyor
1831	John Ross manyetik Kuzey Kutbu'na ulaştı
1845	John Franklin'in kayıp seferi NWP'nin varlığını kanıtlıyor
1854	Robert McClure NWP'yi 'keşfettiği için Admiralty'nin ödülünü aldı
1893	Fridjof Nansen'in gemisi Fram, Kuzey Kutbu akıntısının varlığını kanıtlıyor
1903-06	Gjoa'daki Roald Amundsen, NWP'nin gemiyle ilk geçişini başarıyla tamamladı
1932	Otto Schmitt liderliğindeki Sovyet seferi, bir sezonda NSR'den geçen ilk sefer oldu
1940-42	St. Roch'taki Henry Larsen, NWP'yi batıdan doğuya ilk geçiş yapan ikinci gemiydi.
1944	St. Roch, bir sezonluk geçiş yapan ilk gemidir (sadece 86 günde doğudan batıya gidiş)
1977	Arktika, Kuzey Kutbu'na ulaşan ilk yüzey gemisi oldu

3.3. Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Arktik Bölgesine Etkileri

Genel anlamda küresel ısınma, son yüzyıl hatta iki yüzyıl içinde dünya yüzeyine yakın ortalama hava sıcaklıklarının artmasıdır. Çeşitli ülkelerdeki bilim adamları 20. yüzyılın ortalarından beri çeşitli hava olayları (sıcaklıklar, yağışlar ve fırtınalar vb.) ve iklim üzerindeki ilgili etkiler (okyanus akıntıları ve atmosferin kimyasal bileşimi vb.) hakkında ayrıntılı gözlemler toplamışlardır [53]. 21. yüzyılda küresel ısınma, sosyal ve politik yönden hem devletler hem de bilim adamları tarafından tüm bu değişimler değişimler göz önünde tutularak çoğu zaman hararetli olarak tartışılmaktadır. Özellikle, yapılan ölçümler ve tahminlerle sera gazı (karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve azot oksit (N₂O)) emisyonunun arttığı tespit edilmekte olup iklim sisteminin tüm bileşenlerinde daha fazla ısınmaya ve uzun süreli değişikliklere neden olmaktadır. Bu durum insanlar ve ekosistemler için ciddi, yaygın ve hasarın geri çevrilemez etkilerinin oluşma olasılığını

arttıracaktır ve insanoğlunun ekonomik faaliyetinin sonucu olarak ortaya çıkan ve artan atmosferdeki sera gazı konsantrasyonu bu durumunun önemini ortaya koymaktadır. Sera gazı etkisinin niçin bu kadar önemli olduğunu daha iyi anlayabilmek için etki mekanizmasını bilmememiz önem arz etmektedir. İklim değişikliğinin sınırlandırılması, sera gazı emisyonunun çevreye adaptasyonu ile birlikte iklim değişikliği risklerini sınırlayabilecek, önemli ve sürekli azalmaları sağlayacaktır. Yukarıda bahsedildiği gibi temelde karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve azot oksit (N₂O) olan üzere sera gazları dünya yüzeyinin ürettiği kızılötesi radyasyonun bir kısmını emmektedir [54]. Gelen her 100 birim güneş radyasyonu için, 30 birim, bulutlar, atmosfer veya dünya yüzeyinin yansıtıcı bölgeleri tarafından uzaya geri yansıtılmaktadır. Bu yansıtma durumu, dünya'nın gezegensel albedo'su olarak adlandırılır. Bulutlar ve buz örtüsü gibi yansıtıcı oluşumların uzamsal kapsamı ve dağılımı değişebileceğinden, zamanla sabit kalmasını gerektirmemektedir. Yansıtılmayan 70 birim güneş radyasyonu atmosfer, bulutlar veya yüzey tarafından emilebilmektedir. Başka anormali durumu yoksa termodinamik dengeyi korumak için, Dünya'nın yüzeyi ve atmosferi bu aynı 70 birimi uzaya geri yaymak zorundadır. Stefan-Boltzmann yasasına göre, Dünya'nın yüzey sıcaklığı (esasen yüzeyle temas halinde olan atmosferin alt katmanının sıcaklığı), bu dışarı çıkan radyasyon emisyonunun büyüklüğüne bağlıdır. Bu soğurma ya da emme durumu nedeniyle, orijinal 70 birimin bir kısmı doğrudan uzaya kaçmamaktadır. Sera gazları, absorbe ettikleri miktar ile aynı miktarda radyasyon yaydığından ve bu radyasyon her yöne eşit olarak (yukarıya olduğu kadar aşağıya doğrudan) yayıldığından, sera gazları tarafından absorbe etkisi, aşağı doğru yayılan toplam radyasyon miktarını arttırmaktır. Dünya yüzeyine ve aşağı atmosfere doğru dengeyi korumak için, dünyanın yüzeyi ve alt atmosfer, orijinal 70 birimden daha fazla radyasyon yayması gerekmektedir. Bu sebeple yüzey sıcaklığı daha yüksek olmalıdır. Bu süreç, gerçek bir sera sistemiyle tamamen aynı değildir fakat nihai etki benzerdir. Atmosferdeki sera gazlarının varlığı, sera gazlarının yokluğunda beklenene göre yüzeyin ve atmosferin alt kısmının ısınmasına ve atmosferde daha yüksek bir soğumaya yol açmaktadır [55].

"Doğal" veya arka plan sera etkisinin, insan aktivitesiyle ilişkili "gelişmiş" sera etkisinden ayırt edilmesi önemlidir. Doğal sera etkisi, Dünya atmosferinin doğal bileşenlerinin, özellikle su buharı, karbondioksit ve metanın yüzey ısınma özellikleriyle ilişkilidir. Bu etkinin varlığı tüm bilim adamları tarafından kabul edilmektedir. Gerçekte, onun yokluğunda, dünyanın ortalama sıcaklığının bugün olduğundan yaklaşık 33 °C (59 °F)

daha soğuk olması, dünyanın donmuş ve muhtemelen yaşanamaz bir gezegen olacağı düşünülmektedir. Tartışmaya konu olan durum, insan faaliyetinin neden olduğu artan sera gazı konsantrasyonları ile ilişkili suni oluşan gelişmiş sera etkisidir. Özellikle, fosil yakıtların yakılması, atmosferdeki başlıca sera gazlarının konsantrasyonlarını yükseltmekte ve bu yüksek konsantrasyonlar atmosferi birkaç derece ısıtma potansiyeline sahip olmaktadır [55].

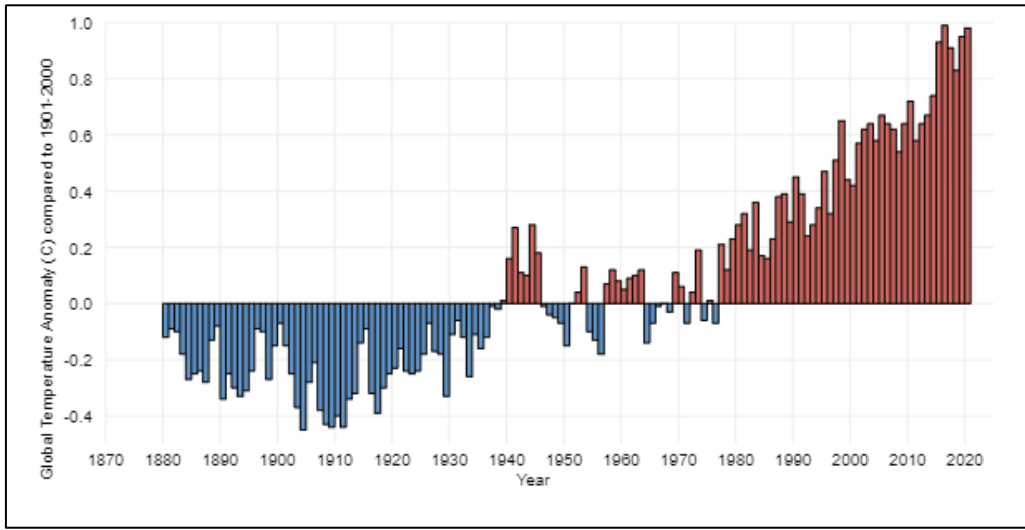
Bilim adamları dünya atmosferinin iklim sistemlerine etkisini modelleyerek gelecekteki iklimi tahmin etmek için çalışmalar yapmaktadırlar [56]. Bu konu öylesine önemsenmiştir ki Al Gore ve Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli üyeleri, insan kaynaklı iklim değişikliği hakkında daha fazla bilgi oluşturma, yayma ve gerekli önlemlerin temellerini atma çabalarından dolayı 2007 Nobel Barış Ödülü'ne layık görülmüştür.

Maalesef devletler, bilim adamları ve hatta insanlar, iklim değişikliğinin nedenlerini, kapsamını ve geri çevrilemez olduğu konularında hemfikir değildirlere. Gelecekteki iklim değişikliklerinin modellenmesi, son on yılda neredeyse ana araştırma konusu ve yöntemi haline gelmiştir. 20–40 yıl ileriye bakan küresel modeller, buz örtüsünde keskin bir düşüş ve Merkez Artık Havzasının ise tamamen ortadan kalkacağını tahmin etmektedir [57].

İklim değişikliği, insanları, toplumları, ekonomik sektörleri ve ekosistemleri riske maruz bırakmaktadır. Risk, değer taşıyan bir şey söz konusu olduğunda ve sonuç belirsiz olduğunda ve değerlerin çeşitliliğini kabul ettiğinde, sonuçların potansiyeli olarak kabul edilebilir. İklim değişikliği etkilerinden kaynaklanan riskler, iklim değişikliğiyle ilgili bir olay veya eğilim tarafından tetiklenen tehlike, savunmasızlık (zarara yatkınlık) ve risk altındaki insanlar, varlıklar veya ekosistemler maruziyeti arasındaki etkileşimden kaynaklanmaktadır. Tehlikeler, şiddetli fırtınalar gibi kısa olaylardan, on yıllardır süren kuraklıklar veya birkaç yüzyıllık deniz seviyesinin yükselmesi gibi yavaş eğilimlere kadar değişen süreçleri içermektedir. Güvenlik açığı ve maruz kalma, kalkınma yollarına bağlı olarak olası artış veya azalmalarla birlikte, geniş bir sosyal ve ekonomik süreçler yelpazesine duyarlı olmaktadır.

1950'den bu yana, küresel yüzey sıcaklığı eğilimi yükselmeye devam etmektedir. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) üçüncü değerlendirme raporuna göre, 1906-2005 arasındaki 100 yıllık eğilimin sıcaklığı, 1901-2000 yıllarının sıcaklığından daha fazladır. Dönemsel olarak 1850-1899'dan 2001-2005'e artış oranı $0,76 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,19 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'dir ve ortalama ısınma oranı, on yılda $0,13 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,03 \text{ }^{\circ}\text{C}$ dikkate alındığında son 100 yılın

neredeysi iki katıdır [58]. Küresel okyanusların büyüklüğü ve muazzam ısı kapasitesi göz önüne alındığında, Dünya'nın ortalama yıllık yüzey sıcaklığını az da olsa yükseltmek için muazzam miktarda ısı enerjisi gerekmektedir. Sanayi öncesi dönemden (1880-1900) beri meydana gelen küresel ortalama yüzey sıcaklığındaki 2 °C artış küçük görünebilir ancak bu biriken ısıda önemli bir artış anlamına gelir. Bu ekstra ısı, bölgesel ve mevsimsel aşırı sıcaklıklara neden olmakta, kar örtüsünü ve deniz buzunu azaltmakta, yoğun yağışları arttırmakta, bitkiler ve hayvanlar için habitat aralıklarını değiştirerek bazılarını genişletirken, bazılarını ise daraltmaktadır.



Şekil 3.3. 1880'den beri küresel yüzey sıcaklığının tarihi [58]

Şekil 3.3'de uzun vadeli ortalamaya (1901-2000) kıyasla 1880'den beri kaynak verilerden elde edilen ortalama yıllık küresel sıcaklıkları göstermektedir. Sıfır çizgisi, tüm gezegen için uzun vadeli ortalama sıcaklığı, mavi ve kırmızı çubuklar, her yıl için ortalamanın üzerindeki veya altındaki farkı göstermektedir.

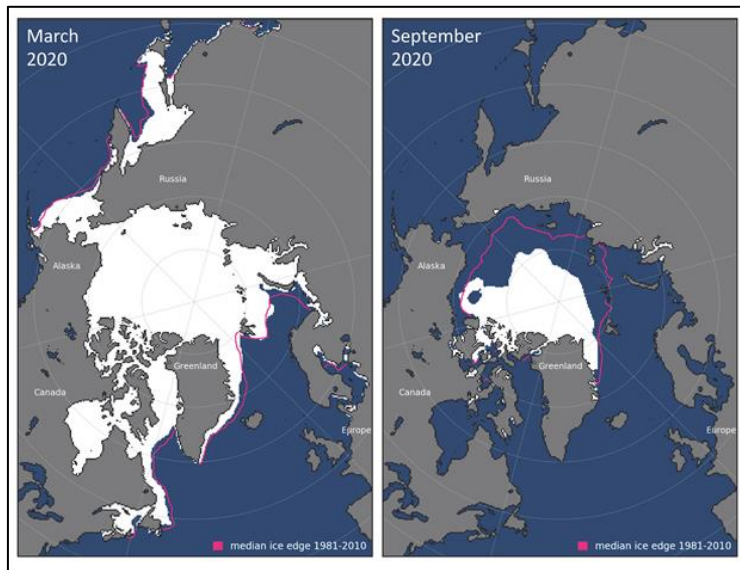
Çok yakın geçmiş olan 2020 yılında, Ulusal Çevresel Bilgi Merkezlerinden (NOAA) alınan 2020 Küresel İklim Raporuna göre Aralık ayında, orta derecede güçlü bir La Nina olayının varlığı, tropikal Pasifik Okyanusu'nu soğutmuş ve küresel ortalama sıcaklığı azaltmıştır. Böylelikle kayıtlara geçen en sıcak sekizinci Aralık ayı olmuştur. La Nina'ya rağmen 2020, kara ve okyanus yüzeyinin birleşimi için 141 yıllık rekorun ikinci en sıcak yılı ve kara alanları rekor seviyedeki en sıcak yıl olmuştur. Fransa ve kuzey Portekiz ve İspanya'nın çoğu, İskandinav Yarımadası'nın çoğu, Rusya ve güneydoğu Çin dahil olmak üzere, Avrupa ve Asya'nın pek çok bölgesi rekor düzeyde sıcak olmuştur. Atlantik ve Hint Okyanuslarının çoğu da dahil olmak üzere dünyanın daha da büyük bir kısmı ortalamadan

çok daha sıcak olmuştur. Sıcaklık, Antarktika Yarımadası'nın ucundaki Esperanza Üssü'ndeki istasyonun 6 Şubat 2020'de 65,1 Fahrenheit (18,4 °C) ile tüm zamanların yeni rekorunu kırdığı görüldüğü Antarktika'ya kadar ulaşmıştır. Isınma gezegende tekdüze olmamasına rağmen, küresel olarak ortalama sıcaklıktaki artış eğilimi, daha fazla alanın soğumadan daha fazla ısındığını göstermektedir [59]. Yukarıda konuda bahsi geçen La Nina olayını konunun daha iyi anlaşılabilmesi için kısaca tanımlamak doğru olacaktır. La Nina, İspanyolca 'da Küçük Kız anlamına gelmektedir. La Nina'ya bazen El Viejo, anti-El Nino veya kısaca "soğuk bir olay" olarak da adlandırılabilir. La Nina, El Nino'nun tam tersi bir etkiye sahiptir. La Nina etkinlikleri sırasında, ticaret rüzgarları her zamankinden daha güçlüdür ve Asya'ya doğru daha fazla ılık su itmektedir. Amerika'nın batı kıyılarında yükselme artmakta ve soğuk, besin açısından zengin su yüzeye çıkmaktadır. Pasifik'teki bu soğuk sular jet akımını kuzeye doğru itmektedir. Kuzeybatı Pasifik ve Kanada'da şiddetli yağışlara ve sellere yol açmaktadır. Bir La Nina yılı boyunca, kış sıcaklıkları Güney'de normalden daha sıcak ve Kuzey'de normalden daha soğuktur. La Nina ayrıca daha şiddetli bir kasırga periyoduna da yol açabilmektedir [59].

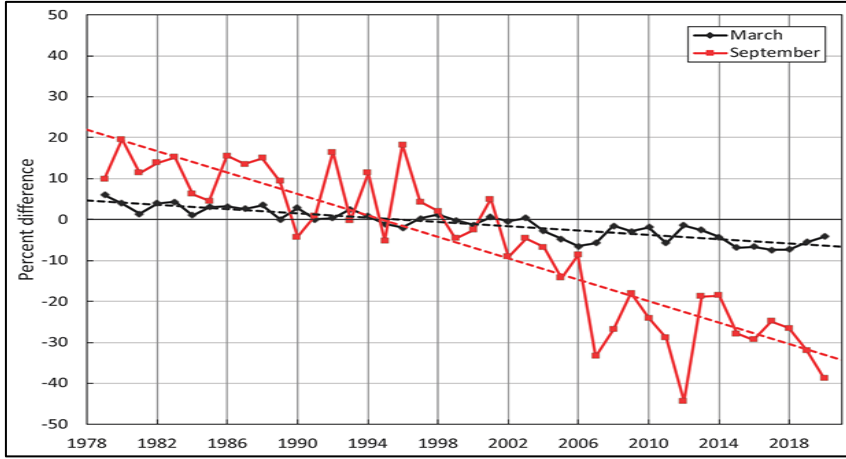
Yukarıda bahsedilen küresel ısınma ve etkilerine ilişkin mekanizmanın temel ilkeleri doğrultusunda Arktik bölgeye etkisi, 1979'da uydu takibinin başlamasından bu yana, deniz buz miktarının %75 oranında düşmesi ve devam eden düşüş eğiliminde olduğu açık olarak görülmektedir [60]. Bölgede bulunan daha kalın olan çok yıllık yaşlı buzlar 1980 yılındaki boyutunun yalnızca %5'i oranında ve yerini daha genç ince buzlar almakta olup, bu da gemiler tarafından kırılması için daha kolay bir buz yapısı oluşturmaktadır [61]. Daha az ısı yansıtan bu buz oluşumu, sürekli güneş ışığının olduğu yaz aylarında daha fazla ısı emici sıvı anlamına gelmektedir. Daha az arktik buz, aynı zamanda daha fazla arktik su buzulu kaybının ve 1971 yılından beri deniz seviyesindeki yükselişin %75'inden sorumlu olduğu anlamına gelmektedir [62]. Uydu takibi sistemi ve yaklaşımı nispeten yeni olsa da, bölgeden uzaklaşan buz, 40000 yıldan uzun süredir buzsuz olmayan toprakları ortaya çıkarmıştır [63]. Kanada ve Grönland'daki karbon yaş tayini ve buz çekirdeği örnekleri, bunun son 115000 yılın en sıcak yüzyıl olduğunu göstermektedir [64]. Bu erime, ironik bir durum da oluşturmakla birlikte Kuzey Batı Geçidini (NWP) 'yi gemiler için daha seyredilebilir hale getirerek, buzullardan kopan buzullar ve buz dağlarının güneye doğru yüzmesi ve yüzeyin altındaki bölümleri tamamen eriyene kadar ciddi seyir risk ve tehlikesi oluşturmaktadır [65]. 1970 li yıllarla başlayan bu bölgedeki erime durumu, Arktik bölgede gemi seyri için gerekli rota oluşumları potansiyelini yükseltmiş ve "Arktik deniz rotaları"

nın doğmasına sebep olmuştur. Elbette bu bölgenin kimyasal değişiminin ulaştırmaya etkisi olarak sınırlandırma doğru olmayacaktır aynı zamanda ekosisteme de etkisi çok yüksek derecede olmakta ve olmaya devam etmektedir. Kuzey Kutbu'nun etrafına dağılmış birçok buzul geri çekilmektedir. Kuzey yarımküredeki en büyük buz kütlesi olan Grönland buz tabakası da önemli ölçüde erimekte ve formunda değişiklik meydana gelmektedir [66]. Ayrıca kar mevsimindeki kar örtüsü alanı ve süresi azalmakta olup bu azalma atmosfere olan çok ciddi etkisi yukarıda bahsedildiği gibi biyolojik yaşam ve ekosistemi derinden etkileyecektir [67]. Ekosistem ve biyolojik yaşam üzerindeki değişiklikler bitki örtüsü tarafından atmosferik karbondioksit emilim miktarını değiştirecek ve bu durumun sonucu olarak küresel ısınma etkilenmekte ve tetiklenmektedir [68]. Kuzey Kutbu'ndaki bu ani değişikliklerin mekanizmasını anlamak ve gelecekteki iklim değişikliği projeksiyonlarına katkıda bulunmak için Yeşil Mükemmeliyet Ağı Programı (GRENE) (Green Network of Excellence Program), Arktik İklim Değişikliği Araştırma Projesi "Arktik İklim Sisteminin Hızlı Değişimi ve Küresel Etkileri" 2011 ile 2016 arasında beş yıl boyunca incelemiş ve bilim dünyasına çok önemli veriler kazandırmıştır.

Harita 3.1'de Deniz buzu açısından, yaklaşık 42 yıldır, uydu kaynaklı pasif mikrodalga sensörlerinden alınan uzun ve tutarlı veri kaydıyla gerçekçi verilere ulaşılabilmektedir. 1979'dan bu yana Arktik bölgedeki buz miktarındaki önemli düşüş, iklim değişikliğinin en dramatik göstergelerinden biri olarak görülmektedir. Eylül 2020'de ortalama aylık 3,92 milyon km² kadar artış gözlemlenmiştir.

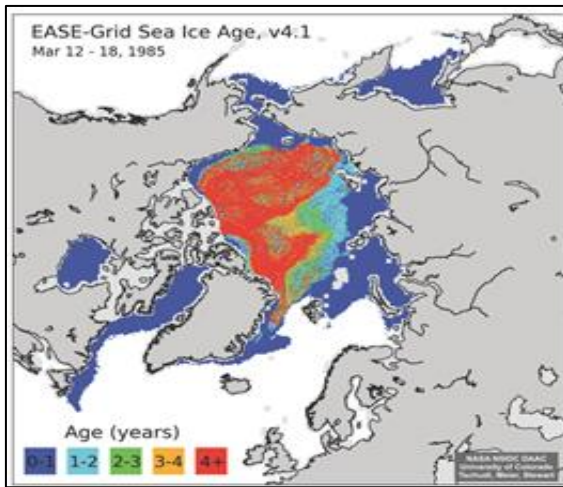


Harita 3.1 Mart 2020 ve Eylül 2020 için aylık ortalama deniz buzu boyutu haritası [69]

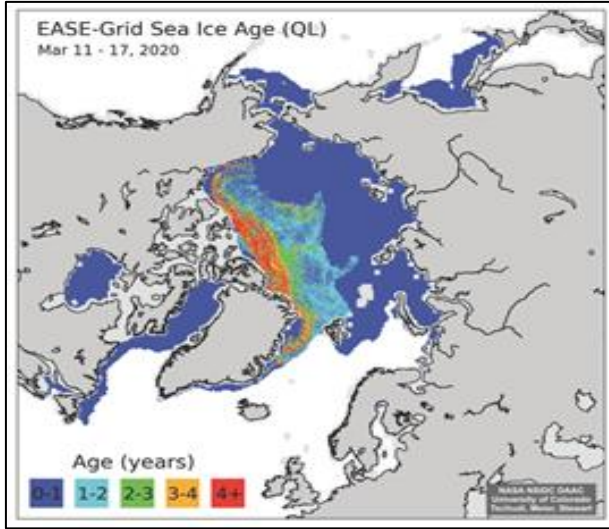


Şekil 3.4. 1979 - 2020 yılları için aylık deniz buzu boyutu [69]

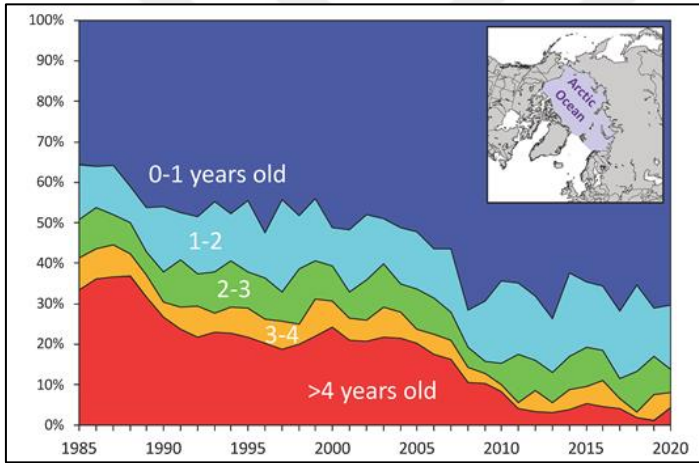
Şekil 3.4'de Mart (siyah) ve Eylül (kırmızı) 1979 - 2020 yılları için aylık deniz buzu boyutu ve düz çizgilerle ve liner trend çizgileri ise kesikli çizgilerle gösterilmiştir [46]. Şekil 3.4'de gösterilen 1979'dan 2020'ye kadar aylık ortalama doğrusu eğilimi, 1981-2010 ortalamasına göre yılda 82700 km^2 veya on yılda %13,1' lik bir kaybı işaret etmektedir. 15 Eylül 2020'de, yıllık minimum $3,74$ milyon km^2 'lik Arktik deniz buzu boyutuna ulaşılmıştır. Şekil 3.3'de net olarak anlaşıldığı üzere Arktik deniz buzunun büyük bölümü 4 yıldan yaşlı buzlardır ancak 2020 yılına gelindiğinde ise bu tip buzlar çok küçük bölümünü oluşturmaktadır. 1985'te bölgedeki buz kütesinin %33'ü çok yaşlı buzdur (> 4 yıl), ancak Mart 2020 ye gelindiğinde yaşlı buz, Arktik Okyanusu'ndaki buz kütesinin yalnızca %4,4'ünü oluşturmaktadır. En yaşlı buzun toplam boyutu, Mart 1985'te $2,70$ milyon km^2 iken Mart 2020' de ise $0,34$ milyon km^2 ye düşmüştür.



Harita 3.2. 12-18 Mart 1985 haftası için kış ortası yaşlı eski deniz buzu haritası [70]

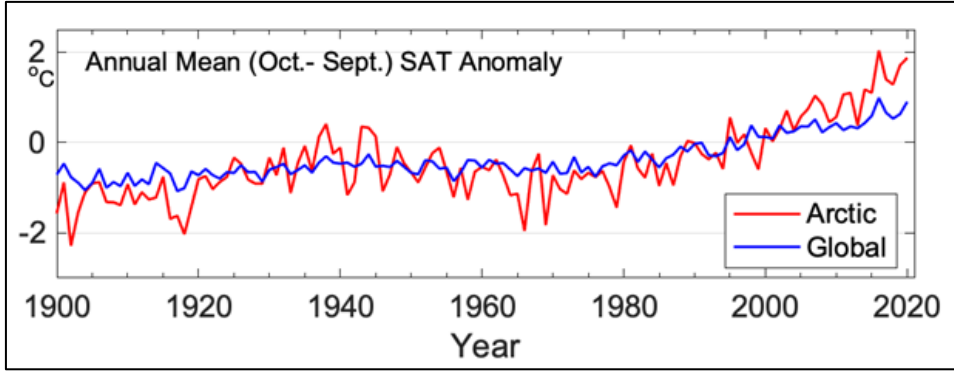


Harita 3.3. 11-17 Mart 2020 haftası için kış ortası yaşlı eski deniz buzu haritası [70]



Şekil 3.5 1985-2020 yıl aralığı kapsamında Arktik Okyanusu'ndaki yaşlı eski deniz buzu yüzdesi [70]

Harita 2.2, 12-18 Mart 1985 ve Harita 3.3, 11-17 Mart 2020 haftası için kış ortası yaşlı, eski deniz buzu haritası olup, Şekil 3.5'de 11-18 Mart 1985-2020 haftası için Arktik Okyanusu'ndaki yaşlı, eski deniz buzu yüzdesini göstermektedir. Yüzey hava sıcaklıkları (SAT - Surface Air Temperatures), son 50 yılda Kuzey Kutbu değişiminin en güçlü göstergelerinden birini temsil etmektedir [71]. Bu ısınma, özellikle yıllık döngü boyunca deniz buzu kapsamının azalması yoluyla, Kuzey Kutbu kriyosferini (Dünya yüzeyinde suyun kar ve buz gibi katı formda bulunduğu; deniz buzu, göl buzu, nehir buzu, kar örtüsü, buzullar ve diğer buz tabakaları ve donmuş toprak bölümlerinin hepsine birden verilen isimdir) belirgin bir şekilde etkilemiştir [70].



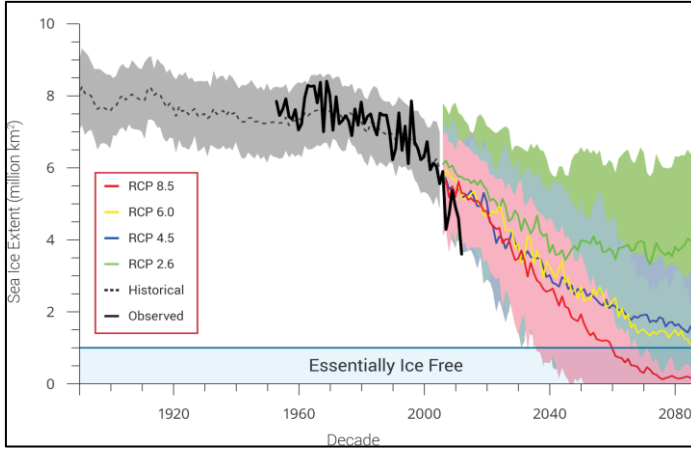
Şekil 3.6. Bölgede bulunan karasal hava istasyonları için ortalama yıllık yüzeyin hava sıcaklığı (SAT) anormallikleri [72]

Şekil 3.6’te sıcaklık değişim sürecini çok iyi özetlemekte olup bölgede bulunan karasal hava istasyonları için ortalama yıllık yüzeyin hava sıcaklığı (SAT) anormallikleri °C cinsinden gösterilmiştir.

1981-2010 nisbi ortalamasına göre 1900-2020 dönemi için Kuzey Kutbu’nda (-1 ile 2 °C, kırmızı çizgi) ve küresel olarak (mavi çizgi) gösterilmiştir [72].

Konunun daha somut hale getirilmesi ve gelecekteki değişikliklerin neler olabileceğini görmek amacıyla RCP senaryolarının ve etkilerinin çizelgeler üzerinde gösterimlerine bakılması daha doğru olacaktır. Farklı gruplar arasındaki araştırmanın tamamlayıcı ve karşılaştırılabilir olması için, başlangıç koşullarının, tarihsel verilerin ve tahminlerin iklim biliminin çeşitli dallarında tutarlı bir şekilde kullanılmasını sağlamak için standart bir senaryo seti kullanılmaktadır. 2014 yılı Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) Beşinci Değerlendirme Raporu bulguları, önceki iki raporda kullanılan Emisyon Senaryoları Özel Raporu (SRES) standartlarının yerini alan yeni bir senaryo dizisi kullanılmaya başlanmıştır. Representative Concentration Pathways (Konsantrasyon İzinin Karakteri) RCP adı verilmekte olup dört yol bulunmaktadır. Bunlar RCP8.5, RCP6, RCP4.5 ve RCP2.6 dır ve sonuncusu RCP3-PD olarak da anılmaktadır. Rakamlar her RCP için zorlamaları ifade ederek, PD, Tepe ve Düşüş anlamına gelmektedir [73]. RCP’ ler, 21. yüzyılın dört farklı sera gazı emisyonları ve atmosferik konsantrasyonları, hava kirletici emisyonları ve arazi kullanımı yolunu tanımlamaktadır.

RCP senaryoları için renkli çizgiler, model ortalamalarıdır (CMIP5) ve çizgi renklerinin daha açık tonları, her senaryo için modeller arasındaki aralıkları belirtmektedir [74].



Şekil 3.7. Öngörülen Arktik deniz buzundaki düşüş [74]

Şekil 3.7’te Öngörülen Arktik Deniz Buzundaki Düşüş gösterilmektedir. Y eksen: deniz buzu kapsamı (milyon km^2), X eksen: on yıllık aralık, X eksenindeki 1 in karşılığı orjinal olarak buzsuzdur. (CMIP) Noktalı gri çizgi ve gri gölgeleme, 2005 yılına kadar olan tarihsel simülasyonların ortalamasını ve aralığını göstermektedir. Kalın siyah çizgi, 1953-2012 için gözlemlenen verileri göstermektedir.

Bu yeni model (CMIP5) simülasyonları, benzer zorlama senaryoları altında önceki nesil modellere (CMIP3) kıyasla daha hızlı deniz buzu kaybını öngörmektedir. Ancak tüm senaryolar altında simüle edilen Eylül buz kayıpları hala son on yılda gözlemlenen kaybın gerisinde kalmaktadır. Mevcut gözlemlenen eğilimin ekstrapolasyonu, yüzyılın ortasından önce yaz aylarında esasen buzsuz bir Kuzey Kutbu'na işaret etmektedir. Kuzey Kutbu, buzun alansal boyutu 1 000 000 km^2 den az olduğunda buzsuz olarak kabul edilmektedir. RCP'ler, çok sayıda insan kaynaklı sera gazı ayak iziyle uyumludur. Dört RCP, belirli sosyo-ekonomik hipotezlerle iyi örtüşmektedir. Bununla birlikte, her bir RCP'de gelecekteki senaryoları sağlaması beklenen paylaşılan sosyo-ekonomik yollarla değiştirilmeleri gerekmektedir [74].

Bugün, Kuzey Kutbu'nda olanların dünya çapındaki etkilerinin giderek artması muhtemel görünmektedir. Arktik ısınma, orta enlemlerdeki hava modellerini zaten etkilemektedir. Grönland buz tabakasının erimesi, deniz seviyesinin yükselmesi üzerinde artan bir etkiye sahip olup Permafrost (karayı kaplayan buz tabakası) çözülürken atmosfere karbondioksit ve metan salmaya başlayarak iklimi daha da ısıtabilmektedir. Bilim adamları uzun zamandır iklim değişikliğinin Dünyayı ısıtmaya başlamasıyla etkilerinin en çok Kuzey Kutbu'nda ortaya çıkacağını ifade etmektedirler. Kuzey Kutbu ısındıkça, kar ve buz erirken

ve yüzey, güneş enerjisini uzaya geri yansıtma yerine daha fazla emmektedir. Bu, onu daha da sıcak hale getirerek, daha fazla erimeye neden olur ve bu süreç sürekli devam etmektedir [75]. Bu sürecin etkilerini bulmak için yukarıda detaylandırılan simülasyon ve senaryolar ile oluşturulan modellerin gösterdiği sonuçlara rağmen hem bilim adamları hem de insanlar sonuçları ancak yaşayarak görebileceklerdir.

3.4. Arktik Bölgede Bulunan Ülkeler ve Bölgedeki Değişime Yaklaşımları

Arktik bölgesi, kısmen buzla kaplı Arktik Okyanusu ve çevreleyen sekiz Arktik devletinin kara alanlarından oluşmakta olup bunlar Kanada, Danimarka (Faroe Adaları ve Grönland dahil), Finlandiya, İzlanda, Norveç, Rusya Federasyonu, İsveç ve ABD (Alaska) dır. Kuzey Kutbu, çoğu Kuzey İskandinavya ve Rusya'da yaşayan yaklaşık dört milyon insana ev sahipliği yapamakta olup geçim kaynağı sağlamaktadır. Buna Sami, Inuit ve Nenets yerli halkları da dahildir [76]. Kuzey Kutbu bölgesi, buz ve kar koşulları azalma yönünde hızla değişirken, doğal kaynaklara ve yeni ulaşım yollarına erişimin artması açısından stratejik önemi hergün artan bir alan haline gelmiştir. Bu durum bölgeye ve küresel ekonomiye faydalı olabilecek ekonomik gelişmelerin önünü açmaktadır. Ancak buz ve kar koşullarındaki azalma dikkatli yönetilmezse Kuzey Kutbu'nun kırılğan çevresi üzerinde de negatif yansımaları olacağı muhakkaktır. Bu nedenle Avrupa Birliğinin 7. Acil Aksiyon Programı (7. EAP) Kuzey kutup bölgesi faaliyetleri üzerine yoğunlaşmıştır [77]. Kuzey Kutbu bağlamında AB, Kanada, Rusya ve ABD ile stratejik ortaklıklar sürdürmekte ve Grönland, İzlanda ve Norveç ile yakın ortaklıkları bulunmaktadır [78]. Bölgenin genel ekonomik faaliyet seviyesi, bazı alanlarda son on yıllarda artmasına rağmen hala nispeten düşüktür. Bölgenin ekonomisi ve kaynakları artık küresel bir perspektifte rol oynamaktadır [79]. Bölgenin doğal kaynakları, denizcilik ve turizmdeki potansiyeli daha fazla değerlendirilirse bu bölgenin etkinliğinin artması muhtemeldir. Bu gelişme ve katılım yerel yaşam koşullarının iyileştirilmesine ve istihdam yaratılmasına yol açabilir.

Arktik bölgede bulunan ülkelerin konum ve yaklaşımlarına yakından bakıldığında; Kanada' nın sınırları içinde bulunan kuzeybatı toprakları, Nunavut, Yukon ve birkaç küçük şehirle beraber Kanada'nın kara kütlelerinin yaklaşık yüzde 40'ı Arktik bölge olarak kabul edilmektedir. Bu bölgede yarısından fazlası yerli olmak üzere yaklaşık 150.000 kişi yaşamaktadır. Kanada, ilk Arktik Konseyi Başkanlığı görevini 1996'dan 1998'e kadar ve yine 2013-2015 yılları arasında icra etmiştir. Danimarka, üç bölgeden oluşmaktadır; Danimarka ana kara, Grönland ve Faroe Adalarıdır. Grönland sayesinde, Kuzey Kutbu'nda

bir kıyı devleti olarak merkezi bir konuma sahiptir. Bu, bölgedeki belirli hakları ve yükümlülükleri içerir. Bugün, hem Grönland hem de Faroe Adaları kapsamlı bir özerkliğe sahiptir. Danimarka Arktik Konseyi Başkanlığı görevini 2009 –2011 yılları arasında gerçekleştirmiştir. Görev süresi içinde 2011 yılında Nuuk'da düzenlenen Bakanlar Toplantısında, Kuzey Kutbundaki olası petrol sızıntılarını önlemek ve yönetmek için kararlar alınmıştır. Ayrıca Bakanlar, Kuzey Kutbu'nda (SAR) arama ve kurtarma konusunda bir anlaşma imzalamışlardır. Finlandiya, Arktik Bölge 2013 Strateji raporu ile tüm ülkeyi Kuzey Kutbu olarak tanımlarken, ülkenin kara kütlelerinin yaklaşık üçte biri Lapland eyaletinde Kuzey Kutup Dairesi'nin üzerinde yer almaktadır. Geniş boyutuna rağmen, Lapland' da 180000 den biraz az nüfus bulunurken, Finlandiya'nın toplam nüfusu 500000'i aşmaktadır. Finlandiya, Kuzey Kutbu inşaatı, Arktik çevre teknolojisi ve Arktik altyapısının geliştirilmesi, buzla kaplı sularda ulaşım ve navigasyon gibi endüstrilere uzmanlık ve modern teknolojiyle katkıda bulunmuştur. Aynı zamanda çeşitli Arktik araştırma ve eğitim programlarına ve kurumlarına da ev sahipliği yapmaktadır. Arktik ekolojisinin çalışıldığı Lapland'da birkaç biyolojik araştırma istasyonu bulunmaktadır. Arktik Konseyi Başkanlığı görevini 2000-2002 ve 2017-2019 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. İzlanda, Kuzey Kutup Dairesi'nin en kuzeydeki topluluğu olan ve kuzey kıyısından 40 km açığındaki Grimsey Adasını içine alan bir alana sahip Kuzey Kutup ülkelerinden biridir. İzlanda'nın yaklaşık 365000 nüfusu vardır. Arktik Konseyi Başkanlığı görevini 2002-2004 ve 2019-2021 yılları arasında gerçekleştirmiştir. Norveç'in kara kütlelerinin yaklaşık yarısı olan Nordland ve anakaradaki birleşik Troms ve Finnmark şehirleri, Svalbard takımadaları ve Jan Mayen adasından oluşan Kuzey Kutbu bölgesi ülkelerinden biridir. Norveç'in Arktik bölgesi yaklaşık 490000 kişiye ev sahipliği yapmaktadır. Ülkenin Arktik deniz alanı, Fransa, Almanya ve İspanya'nın birleşik kara alanına karşılık gelen yaklaşık 1 500 000 km² dir. Arktik Konseyi Başkanlığı görevini 2007-2009 yılları arasında gerçekleştirmiştir. Rusya Federasyonuna ait Arktik alan içindeki bölge 24150 kilometrelik kıyı şeridinde uzanmaktadır. Ayrıca, Murmansk Bölgesi'nin tamamı ve Nenets, Yamal-Nenets ve Chukotka Otonom Okrugs Arkhangelsk Bölgesi, Komi Cumhuriyeti, Krasnoyarsk Bölgesi ve Sakha Cumhuriyeti'nin (Yakutya), Arktik Okyanusu'nun Rus kısmındaki takımadalar ve adalar Arktik bölge içinde anılmaktadır. Rusya, Arktik Okyanusu kıyı şeridinin %53' ünden fazlasını kapsamaktadır. Rusya'da yaşayanların yaklaşık iki buçuk milyonu Kuzey Kutbu topraklarında yaşamakta olup bu sayı dünya çapında Kuzey Kutbu'nda yaşayan nüfusun neredeyse yarısını oluşturmaktadır. Bu nedenle, Kuzey Kutbu'nun verimli ve sürdürülebilir kalkınması, Rusya

Federasyonun katkıları olmadan gerçekleşmesi çok olası görünmemektedir. Başta petrol ve doğal gaz olmak üzere doğal kaynakların çıkarılması Rusya'nın birincil Arktik amaçları arasındadır. Ülke, dünyanın üçüncü büyük hidrokarbon kaynağı üreticisidir. Ayrıca Rusya Federasyonu bölgede yaşayan yerli halk için yaşam kalitesinin artırılması, ekonomik faaliyetlerin ve sosyal koşulların iyileştirilmesi dahil olmak üzere birçok konuda çalışmalar yürütmektedir. Arktik Konseyi Başkanlığı görevini 2004-2006 ve 2021-2023 yılları arasında gerçekleştirmektedir. Rusya dönem başkanlığında özellikle, Arktik Konseyi Devletleri ile uluslararası hukuk ilkeleri, çevresel projelerin araştırılması ve uygulanmasından Kuzey Denizi Rotasının kullanımına kadar çeşitli alanlardaki birbirlerinin çıkarlarına saygı duyan ve dikkate alan ortak çabaların ortaya konulmasını çok önemseydiğini belirtmektedir. İsveç'in en kuzeydeki iki şehir olan Västerbotten ve Norrbotten, ülkenin Arktik bölgesi olarak tanımlanmaktadır. Bu bölge İsveç topraklarının yaklaşık üçte birini temsil etmektedir. Ancak nüfusu yarım milyondan biraz fazladır ve ülkenin güney bölgelerinden daha seyrek nüfusa sahip bölgeleridir. İsveç, Kuzey Kutbu'ndaki iklimle ilgili araştırmalara büyük önem vermektedir. Özellikle tarihi 100 yıl öncesinden başlayan bölgedeki bilimsel ölçümleri iklim değişikliğinin küresel anlamda daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunmuştur. Kuzey İsveç, Abisko ve Tarfala'daki araştırma istasyonlarının yanı sıra Kiruna' daki EISCAT12 radarı kompleksi ile katkısına devam etmektedir. Deniz güvenliğini artırmak ve donmuş sularda erişilebilirliği iyileştirmek için verimli buz kırma operasyonları büyük önem taşımaktadır. İsveç, Kuzey Kutbu koşullarında ticari taşımacılık konusunda lider bir uzmanlığa sahiptir. İsveçli buz kırıcı gemiler, Kuzey Kutbu'nda artan ticari nakliye desteklemekte hem de Kuzey Kutbu araştırmalarına yardımcı olmaktadır. Arktik Konseyi Başkanlığı görevini 2011-2013 yılları arasında gerçekleştirmiştir. İsveç başkanlık döneminde çevre ve iklim, kirlilik emisyonları, iklim değişikliği, dayanıklılık, biyolojik çeşitlilik ve çevrenin korunması dahil birçok konuya odaklanarak çalışmalar yapılmasına destek olmuştur. Amerika Birleşik Devletleri, 1867'de Alaska'nın satın alınmasıyla bir Kuzey Kutbu ülkesi haline gelmiştir. Kuzey Kutup Dairesi'nin üzerinde North Slope Borough, Northwest Arctic Borough ve Nome Census bölgeleri yer almaktadır. Alaska, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki en büyük ve en az nüfuslu eyalettir. Eyalet yaklaşık 737400 nüfusa sahiptir ve bunların yarısından fazlası iki büyük şehir Anchorage ve Fairbanks'te yaşamaktadır. Amerika Birleşik Devletleri Kuzey Kutbunda ulusal ve iç güvenlik, çevre koruma, sürdürülebilir kalkınma, diğer Arktik ülkelerle işbirliğini ve işbirliğini teşvik etme, yerli halkları onları etkileyen kararlara dahil etme ve bölgedeki bilimsel araştırmaları destekleme ve teşvik etme gibi konularda

katılımcıdır. Arktik Konseyi Başkanlığı görevini 1998-2000 ve 2015-2017 yılları arasında arama ve kurtarma işbirliği, petrol kirliliğine hazırlık ve müdahale, denizcilik alanında koruma tedbirleri, deniz taşımacılığı ve okyanus asitlenmesini izleme, iklim değişikliği etkileri dahil olmak üzere Arktik Okyanusu emniyeti, güvenliği ve yönetimi konusunda çalışmalara destek olmuştur [80].

Kuzey kutup bölgesinin uzun süredir yukarıda belirtilen bölge ülkelerinin bazıları ve bölgenin dışındaki çoğu ülke için ülkesel çıkarları için önceliği bulunmamaktaydı. Son zamanlarda ise bu bölge giderek küresel sosyopolitik söylemin öncelikli bir nesnesi haline gelmiştir. Dünyanın önde gelen ekonomilerinin, gelecekte de devam edecek olan akaryakıt ve enerji kaynaklarına olan bağımlılığı bölgeye ilginin artmasına neden olmuştur. Çünkü bazı tahminlere göre dünya hidrokarbon rezervlerinin dörtte biri bu bölgede bulunmaktadır [81]. Kuzey Kutbu'nun muazzam hidrokarbon potansiyeli, uzmanlara göre mevcut üretim hacimleriyle 50 yıl içinde küresel hidrokarbon rezervlerinin azaltılması durumu bu bölgenin rezerv kaynaklarının neden önemli olduğunu ortaya koymaktadır [82]. Aynı zamanda, hidrokarbonlar Kuzey Kutbu'ndaki tek kaynak değildir. Diğer maden ve minerallerin (altın, elmas, nikel, bakır, kömür, demir vb.) dikkate değer rezervleri, biyolojik kaynaklar ve dünyadaki tatlı su kaynaklarının neredeyse beşte biri de burada bulunmaktadır. Ek olarak Arktik Okyanusu'nun sularının yeni ulaşım yolları için giderek daha fazla kullanılabilir hale gelmesi ile maden yataklarının araştırılması ve kullanılması, balıkçılık ve Arktik turizminin gelişmesi sırasında maliyetleri azaltmaktadır. Daha da önemlisi mevsimsel olarak kullanılan Kuzey Buz Denizindeki ulaşım yolları tahminlere göre 2050' li yıllara gelindiğinde deniz ulaşımı için tüm yıl boyunca kullanılabilir hale geleceği düşünülmektedir [83, 84]. Şu an yürürlükte olan Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi'ne (1982) göre, Kuzey Kutbu devletleri 200 deniz mili genişliğinde münhasır bir ekonomik bölgeye, bir kıta sahanlığına ve bu bölge içinde egemenlik haklarına sahiptirler. Doğal kaynakların araştırılması, kullanılması ve yönetimine Kuzey Kutbu devletleri ve yukarıda bahsedildiği gibi kural olarak Finlandiya, İsveç ve İzlanda da dahil edilmiştir. Bu ülkelerin topraklarının çoğu Kuzey Kutup Dairesi'nin içinde yer almamasının sonucu olarak bu ülkelerin Arktik kaynaklarının geliştirilmesi konusunda herhangi bir hırsı ve çabası yoktur. Arktik Konseyi yukarıda ayrıntı olarak bahsedilen bölge devletleri ve yerli halklarının altı uluslararası örgütünden temsilcilerinin yanında gözlemci statüsü ile Avrupa ülkeleri (İngiltere, Almanya, İspanya, İtalya, Hollanda, Polonya, Fransa) ve Asya'dan (Çin, Japonya, Güney Kore, Singapur, Hindistan)

temsilcileri ve ayrıca yirmi farklı uluslararası hükümet ve sivil toplum kuruluşu (örneğin, Kuzey Ülkeleri Bakanlar Konseyi, Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu, Kuzey Forumu, Kuzey Kutbu Üniversitesi, Dünya Çapında Doğa Fonu, vb.) katılımıyla 1996 yılında Kuzey kutup bölgesini uluslararası hale getirme teorisi ışığında ekoloji alanında işbirliğini geliştirmek ve Kuzey Kutbu bölgelerinin sürdürülebilir kalkınmasını sağlamak amacıyla kurulmuştur [85].

Bölgenin potansiyelinden dolayı tüm aktörler bölgeden pay alma çabalarını sürdürmektedir. Amerika Birleşik Devletleri, Kanada Arktik sektöründeki yasal bağımlılık riskini azaltmak için sürekli olarak Kanada'ya baskı yapmaktadır. Uluslararası yasal bakış açısından, Kuzey Kutbu alanı herhangi bir devlete ait olmadığı için, bölgeye kıyası olmayan aktörler dahi farklı yaklaşımlarla bölge üzerinde etkinliklerini arttırmak istemektedirler. Kuzey Kutbu'nun küresel ölçekte artan önemi ve bu bölgeyle ilgili olası bir stratejik çıkar çatışması bağlamında, Rusya'nın Arktik politikası belirleyici öneme sahip olması kaçınılmazdır. Şu anda, tüm büyük dünya güçleri şu ya da bu şekilde Kuzey Kutbu bölgesindeki topraklar, kaynaklar ve askeri-stratejik çıkarlarına ilişkin stratejik argümanlara sahiptir ve bu argümanlar, araştırma yürütmekten büyük ölçekli askeri faaliyetlerin planlanmasına kadar dış politika düzenlemesinin tüm temel alanlarını kapsamaktadır [86]. Örneğin, Kanada, olası sınır anlaşmazlıklarını çözmek için çeşitli önlemler almakta ve düzenli olarak kapsamlı kartografik araştırmalar, askeri tatbikatlar yapmaktadır. Askeri varlığın artmasının ana nedeni, esas olarak Kanada'nın "geniş Arktik alanlarını fiilen kontrol edecek kaynaklara veya Kuzey Kutbu'ndaki askeri operasyon deneyimine sahip olmamasıdır. Norveç ise Rusya Federasyonu ile ilişkileri artırma yönünde hareket ederek, yukarıda bahsedilen tüm bölgenin getirileri konusunda karar verici mekanizmada lider konumunda bulunma stratejisini 2011 yılında "The High North - Visions and Strategies" raporu ile ortaya koymuştur.

Arktik bölgeye sınırları olan ve detayları yukarıda belirtilen ülkeler dışında, sınırları olmasa da bölge için önemli olan doğu ülkeleri Çin, Japonya ve Kore Cumhuriyeti ile Rusya Federasyonu ve bölge İskandinav ülkeleri arasındaki işbirliği fikri nispeten yenidir ancak yeni oluşan bu ticaret yolu için ise önem taşımaktadır. Şimdiye kadar bu alanda yeterince kapsamlı çalışmalar yapılmamıştır. T. Troyakova, bu tür bir işbirliğinin ana olası yollarını inceleyen az sayıdaki bilim adamından biridir. Aynı zamanda, bazı uzmanlar, Arktik olmayan devletlerin, özellikle Çin'in, Kuzey Kutbu'nun gelişimine ve yönetimine katılımının mantıksız ve güvensiz olduğunu iddia etmektedir. Ancak günümüzde çoğu

araştırmacı, Arktik olmayan ülkelerin Kuzey Kutbu'ndaki çeşitli faaliyetlere dahil oldukları ve bölgenin kalkınması ve yönetimindeki rollerinin artmakta olduğu görüşünü paylaşmaktadır. Bu nedenle, bu işbirliği süreçlerini incelemek ve Rusya ile Kuzey-Doğu Asya ülkeleri arasındaki kutup çevresi ve Kuzey Kutbu olmayan devletler arasındaki etkileşim için belirli mekanizmaları belirlemek çok önemlidir. Çin'in Kuzey Kutbu'ndaki faaliyetlerinin büyümesi, "Arktik toplumu" olarak adlandırılan bir çalışmayla birlikte bu ülkenin Arktik politikalar ve gelişmelere artan bir ilgisi olduğunu göstermektedir [87]. Çin, Arktik bölge dışındaki ülkeler arasında bölgedeki en aktif katılımcılardan biridir. Ocak 2018'de Çin'in Arktik politikasına ilişkin "Beyaz Kitap" ın yayınlanması, bu alandaki yeni araştırmaların temelini oluşturmaktadır. Çin'in Kuzey Kutbu angajmanı nın son on yılda önemli ölçüde artması, bu ülkeye bol miktarda ekonomik fırsat sunmakla kalmamış, aynı zamanda sekiz Arktik devleti, devlet dışı aktörler ve halklar arasında yeni riskler ve endişeler yaratmış, özellikle güvenlik etkileri konusunda endişeler oluşturmaya başlamıştır. Çin bu süreçte kendisine her alan da bir Kuzey Kutbu kimliği oluşturmuş ve Kutup Sularında Çalışan Gemiler için Uluslararası Kod (Kutupsal Kod) gibi Kuzey Kutbu'na ilişkin küreselci görüşünü destekleyen uluslararası kural ve prensiplere dahil olmuştur. Çin ayrıca iki taraflı Arktik ortaklıkları geliştirmiş ve Çinli yatırımcılar bölgenin birçok yerinde ekonomik projelerde yer almıştır [88].

Büyük Asya devletlerinden yalnızca Hindistan, Kuzey Kutbu için ulusal öncelikleri ve bunların nasıl takip edileceğini içeren kapsamlı bir politika belgesi yayınlanmamıştır. Çin yukarıda da belirtildiği gibi Kuzey Kutbu politikasını Japonya ve Kore'den birkaç yıl sonra Ocak 2018'de yayınlamıştır. Şimdiye kadarki tüm "Arcticstrategy" belgelerinde olduğu gibi, bilimsel araştırmalar, ekonomik fırsatlar, çevrenin korunması ve insan boyutu - özellikle yerli halkların gelenekleri ve yaşam koşulları dört kat daha fazla vurgulanmaktadır. Bu tür belgeler, devlet çıkarlarının tüm yönlerini ortaya koymasa da, önceliklerin ifade edilmesi için olanaklar sağlamaktadır [89].

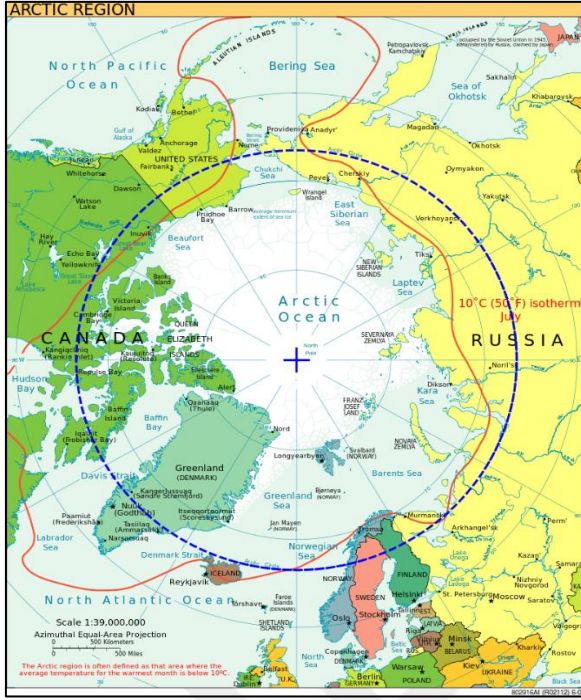
Kuzey Kutbu'nun geleneksel güvenliğini, kesişen üç gerçekliğin bir kombinasyonu olarak tanımlanabilir. Birincisi, güç dengesinin hem küresel hem de bölgesel (Arktik) düzeyde Çin'e kaydırılması, ikincisi ABD ile Rusya arasındaki Soğuk Savaş rekabetinin artması, üçüncüsü Rusya ve Çin arasında büyüyen stratejik yakınlaşma ve diğer Arktik ülkelerin bu denklem içindeki rolleridir. Büyük güçler bölgenin önemli kaynakları ve dünya sivil deniz taşımacılığına olan dikkate değer etkisinin yanında askeri ve stratejik öneminden dolayı bölgede tam tabiri ile kamp kurarken, dillendirilen işbirliğinin çevresel bozulma, iklim

değişikliği ve sürdürülebilir kalkınma gibi konular etrafında örülebileceğini düşünmek herkesin arzusu olmakla birlikte, büyük güç rekabetleri, işbirliği ile değil, güvenlik ikileminin dinamikleri tarafından yönetilmektedir [90].

Şu anda hiçbir ülkenin bağımsız olarak ve tek başına Kuzey Kutbu'nun sürdürülebilir kalkınması hedefine ulaşması mümkün değildir. Yalnızca hem bölge hem de bölge dışındaki ülkelerle çok taraflı işbirliği oluşturmak bölge için etkili bir mekanizma olabileceği düşünülebilir.

Arktik ekonomik sistemi için Arktik bölge ülkeleri, Kuzeydoğu Asya ve Rusya federasyonuna bağlı ülkeler ile bu tür bir işbirliğini kurmak için en iyi başlangıç konumlarından birine sahiptirler. Aralarında ciddi jeopolitik farklılıkları yoktur, komşulardır ve bölgede ortak çıkarları bulunmaktadır. Buna ek olarak, ekonomik (Rusya ile Kuzey Doğu Asya arasındaki istikrarlı ticari ilişkiler) ve siyasi (Süveyş yakınında ve Orta Doğu'daki istikrarsızlık, Çin ile ABD arasındaki ticaret savaşı) olarak Kuzey Kutbu'nun yeni sürdürülebilir kalkınma modelinde Rusya, Çin, Japonya ve Kore arasındaki işbirliği önemli bir aşama oluşturmaktadır [91].

Kuzeydoğu Asya ve Rusya'nın pozitif ilişkileri ve etkileşimleri bölgenin komşu ülkelerinin de, Kuzey Kutbu'nun gelişimi açısından farklı avantajlara sahip olmasını sağlayarak birbirlerini tamamlayabilir. Rusya, Amerika, Norveç, Kanada Kuzey Kutbu'ndaki ekonomik faaliyetler, bilimsel araştırma gelenekleri ve bölgedeki önemi konusunda geniş deneyime sahiptir. Özellikle Rus Arktik bölgesi, kutup çevresi bölgesinde önemli bir hidrokarbon bölgesi ve ulaşım yolu haline gelmiştir. Rusya'nın aksine Çin, Japonya ve Kore Cumhuriyeti, Kuzey Kutbu'nun gelişimini hızlandıran ve Uzak Kuzey' de bir ekonomik sistemin kurulmasını teşvik eden büyük projeler için önemli teknolojik, endüstriyel ve finansal potansiyele sahiptir. Bu nedenle, Kuzeydoğu Asya devletleri ekonomik faydalarını elde ederek, Bölge devletlerinin neredeyse ortak zemine sahip kalkınma stratejisi hedeflerine ulaşmasına yardımcı olabileceği düşünülmektedir [91].



Harita 3.4. Kuzey Kutbu haritası [92]

Harita 3.4'te Kuzey Kutup Dairesi mavi renkte ve 10 °C Temmuz ayı kırmızı renkte izoterm gösterilmektedir.

Harita 3.4'te net olarak görüldüğü üzere bölge Arktik bölge ülkeleri ve ayrıca bağlantılı ikincil ülkelerin bu alan üzerindeki kararları ve yaklaşımları, diğer dünya ülkeleri ve dinamikleri üzerinde önemli etkiler oluşturabilecektir.

3.5. Buzlu Denizler ve Kutup Bölgesinde Çalışan Gemi Tipleri ve Özellikleri

Uluslararası ya da ulusal sularda seyreden gemiler, hava koşulları, güvenlik koşulları, denizcilik endüstrisini ilgilendiren ve etkileyen kuralların getirdiği sınırlamalar, gemilerin yapısal etkileri, uyulması gereken takvim gibi tüm direk veya dolaylı etkilerle en uygun şekilde başa çıkarak dünyanın uzak veya yakın her bölgesine seferlerini yapmak zorundadırlar. Bu durumu örnekle açıklarsak, geminin seferlerini icra ederken ani iklim koşullarındaki değişikliklere dayanıklı olması gerekmektedir. Gemi sıcak Afrika Kıtasını geçtikten sonra birkaç gün içinde Avrupa'nın dondurucu sularına girmesi olasıdır.

Bu nedenle, gemi ve tüm donanımı (karina, makine, sevk sistemleri, güverte sistemleri, kargo sistemleri vb.) da şiddetli sıcaklık değişimleri yaşamaktadır. Gemi ekipman ve makinelerinin, en zorlu koşullarda çalışmalarını sağlayabilmesi için bağlı olduğu klas

kuruluşunun kural ve normlarına göre belirlenir, dizayn ve test edilir. Ayrıca gemi personeli de özellikle gemi sınıfının altındaki sıcaklık bölgelerine giriyorsa veya girme ihtimali varsa IMO' nun yayınladığı Gemi Adamlarının Eğitim, Belgelendirme ve Vardiya Tutma Standartları (STCW) kapsamında gerekli eğitimleri alarak sertifikalandırılmalıdır. Böylelikle sınıfın altındaki sıcaklık bölgelerine girme durumunda alınması gereken tüm önlemleri doğru olarak uygulayacak ve bölgede seyrederken yapacağı tüm operasyonlarını da emniyetli olarak icra edecektir.

Yukarıda belirtildiği üzere sınıfın altında sıcaklığa sahip buzlu su bölgeleri için "Buzkıran" adında özel bir gemi tipi kullanılmaktadır. Buz kırıcı gemileri, suyun çoğunlukla buzlu olduğu soğuk iklimlerde buz kütlelerini, tabakaları ve yığınları kırmak için tasarlanmış özel amaçlı gemilerdir. Buz kırma işlemleri veya diğer özel amaçlar için dizayn edilmişlerdir. Özellikle destek ve servis hizmeti veren buzkıranların yanında bu bölgelerde seyir yapan özel kural ve yönergeler tabii "buz sınıfı" veya "kutup sınıfı" gemiler de vardır. Sıfır derecenin altında buzlu bölgelerde çalışan gemilerin teknik ve inşaat yönlerinin daha derinlemesine incelenmesi bu koşullarda çalışan gemilerin hem fiziki hem de mali olarak bu bölgeler dışında çalışan gemilerden farklılığını ortaya koyabilecektir [93].

Bir gemi, tipi ve sınıfı ile karakterize edilmektedir. Geminin sınıfı, yapısal gücünü, yer değiştirmesini ve buz kırma gücünü yansıtmaktadır. Buz sınıfı gemiler buzda seyir ve bakım için ek bir güçlendirme ve düzenlemeler seviyesine sahip genel amaçlı tasarım gemileridir. Gemi sınıfı, geminin özelliklerine göre bölge ülkelerinin yönetmeliklerine göre belirlenmektedir [33]. Buzlu sularda seyreden gemiler düşünüldüğünde, bulunacağı bölgelerde devam eden hava koşullarının çeşitli etkileri göz önünde bulundurulmaktadır. Bu koşullar çerçevesinde geminin buzla mücadelesi için tasarlanan güçlendirilmiş gövdesi, sınıfın altındaki sıcaklıklarda çalışmaya uygun makine, sistem ve ekipmanlar, güverte üst yapısında donma etkilerini minimize edecek tedbirler, sınıfın altındaki sıcaklıklarda görüş koşullarının negatif etkileri değerlendirilmelidir. Farklı sınıflandırma kuruluşları (Klass) tarafından uygulanan buz sınıfı tanımlamaları ve gereksinimleri bazen birbirinden farklı olabilmektedir. Bu konuyu örnekle açıklarsak, aşağıdaki Çizelge 2.2'de bulunan 1A Süper tipi yeni gemi inşaa talebi yapılacağı zaman inşaa özellikleri olarak ülkelere, klas kuruluşlarına, bayrak devletleri olan Finlandiya - İsveç devleti kurallarına göre, 0,1 m donmuş üst katmanı olan 1,0 m kalınlığında Brash tip buzda 5 knot süratle ilerleyebilecek kabiliyette olması gerekmektedir. Lloyd's Register de ise bu durum üzerinde kar olan 0,3 m

beyaz katı buzda 5 knot süratle ilerleyebilecek kabiliyette olmasıdır. Amerikan Denizcilik Bürosuna göre ise sadece brash tip buzda ilerleyebilir olmasıdır. Det Norske Veritas klas kuruluşunun ve diğer Klas kuruluşlarının standartları Çizelge 3.2 de belirlenmektedir.

Çizelge 3.2. Buz sınıfı eşdeğer tablosu örneği [94]

Loyds	Det Norske Veritas (DNV)	Rusya 199	Finlandiya - İsveç
Buz Sınıfı 1AS	Buz 1A	J1Y6	1A Super
Buz Sınıfı 1A	Buz 1A	J1Y4	1A
Buz Sınıfı 1B	Buz 1B	J1Y3	1B
Buz Sınıfı 1C	Buz 1C	J1Y2	1C
Buz Sınıfı 1D		J1Y1	II
100 A1		J1Y1	II

Çizelge 3.3. Det Norske Veritas buz tipine göre gemi sınıfı [94]

Klas	Buz Notasyonu	Genel Açıklama	Buz Kalınlığı
FSICR / DNV Pt.5 Ch1 Sec.3	1A Süper/ICE 1A	Normal olarak, buz kırıcıların yardımı olmadan zorlu buz koşullarında navigasyon yapabilir	1,0 m
	1A/ ICE- 1A	Zor buz koşullarında gerektiğinde buz kırıcılar yardımıyla seyir yapabilme	0,8 m
	1B/ ICE- 1B	Gerektiğinde buz kırıcıların yardımıyla orta dereceli buz koşullarında seyir yapabilme	0,6 m

Çizelge 3.3. (Devam) Det Norske Veritas buz tipine göre gemi sınıfı

DNV Pt.5 Ch1 Sec.4	Polar- 30	Basınç sırtları ve çok yıllık buz kütleleri ve buzul buzlu kapanımları ile kış buzuz	3 m
	Polar- 20		2 m
	Polar- 10		1 m
	ICE- 15	Kışın buzla karşılaşan basınç çıkıntıları Çarpma beklenmiyor	1,5 m
	ICE- 10		1 m
	ICE- 5		0,5 m
IACS DNV Pt.5 Ch1 Sec.8	PC-1	Tüm kutup sularında yıl boyunca çalışma	3 m
	PC-2	Orta dereceli çok yıllık buz koşullarında yıl boyunca çalışma	3 m
	PC-3	Eski buz kalıntıları içerebilen ikinci yıl buzunda yıl boyunca çalışma	2,5 m
	PC-4	Eski buz kalıntılarını içerebilen kalın ilk yıl buzunda yıl boyunca çalışma	1,2 m
	PC-5	Eski buz kalıntılarını içerebilen orta ilk yıl buzunda yıl boyunca çalışma	0,7- 1,2 m
	PC-6	Eski buz kalıntılarını içerebilen orta ilk yıl buzunda yaz/sonbahar çalışması	0,7- 1,2 m
	PC-7	Eski buz kalıntılarını içerebilen ince ilk yıl buzunda yaz/sonbahar işlemi	0,7 m

Çizelge 3.3. (Devam) Det Norske Veritas Buz tipine göre gemi sınıfı

RS Pt1 2.2.3.1	Arc9	Çok yıllık buz	3,5 m	4 m
	Arc8	Çok yıllık buz	2,1 m	3 m
	Arc7	İkinci yıl buz	1,4 m	1,7 m
	Arc6	Kalın ilk yıl buz	1,1 m	1,3 m
	Arc5	Orta ilk yıl buz	0,8 m	1 m
	Arc4	İnce ilk yıl buz	0,6 m	0,8 m
	Ice- 3	Arktik olmayan gemiler. 5 knot hızda açık buzda bağımsız seyir	0,7 m	
	Ice- 2		0,55 m	
	Ice- 1		0,4 m	

Çizelge 3.4. American Bureau of Shipping buz tipine göre gemi sınıfı [95]

Buz Sınıfı	Bağımsız olarak veya aşağıdaki buz sınıflarından bir buzkıran tarafından eşlik edildiğinde seyir	Orta Arktik havzası	Arktik açık deniz rafı	Antarktika buzla kaplı sular	Buz koşulları ile birinci yıl buzlu suda yıl boyunca seyir
A5	Bağımsız	Yıl boyunca	Yıl boyunca	Yıl boyunca	Aşırı
A4, A3	A5 Buz Sınıfı Gemi Refakatinde	Yıl boyunca	Yıl boyunca	Yıl boyunca	Aşırı
A4	Bağımsız	Temmuz-Kasım arası	Yıl boyunca	Yıl boyunca	Aşırı
A3, A2	A4 veya daha yüksek Buz Sınıfı Gemi tarafından refakat edilir	Temmuz-Kasım arası	Yıl boyunca	Yıl boyunca	Aşırı
A3	Bağımsız	Temmuz-Eylül ayları arasında kısa süreli, kısa mesafeli girişler	Temmuz-Aralık arası	Şubat-Mayıs arası	Aşırı
A2, A1	A3 veya daha yüksek Buz Sınıfı Gemi tarafından refakat edilir	Temmuz-Eylül ayları arasında kısa süreli, kısa mesafeli girişler	Temmuz-Aralık arası	Şubat-Mayıs arası	Aşırı
A2	Bağımsız		Ağustos-Ekim arası	Mart-Nisan arası	Aşırı
A1	A2 veya daha yüksek Buz Sınıfı eşliğinde		Ağustos-Ekim arası	Mart-Nisan arası	
A1	Bağımsız		Ağustos-Eylül arası		Çok aşırı

Çizelge 3.5. Germanischer Lloyd buz tipine göre gemi sınıfı [95]

Buz Sınıfı Notasyonu	Buz Yaşı	Kalınlık (m)
Arc 4		3,0
Arc 3	Çok yıllık, yaşlı	2,0
Arc 2		1,5
Arc 1	1 yıllık	1,0

Çizelge 3.6. Russian Maritime Register buz tipine göre Gemi sınıfı [95]

Buz Sınıfı	Tipik Hız, knots	Buz konsantrasyonu ve türü	Buz kalınlığı, m		Buz sırtlarını aşma yöntemleri
			Kış, İlkbahar	Yaz, Sonbahar	
Arc 9	12	Çok yakın yüzer ve kompakt çok yıllık buz	3,5	4,0	Buz sırtlarının üst sınırı ve kompakt buz alanlarıyla aralıklı çarpışma
Arc 8	10	Yakın yüzen ikinci yıl buz	2,1	3,0	Düzenli çarpışma
Arc 7	6-8	Yakın yüzen birinci yıl buz	1,4	1,7	Aralıklı olarak çarpışma
Arc 6		Açık yüzen birinci yıl buz	1,1	1,3	Sürekli hareket
Arc 5		Açık yüzen birinci yıl buz	0,8	1,0	
Arc 4		Açık yüzen birinci yıl buz	0,6	0,8	

Çizelge 3.7. Transport Canada CAC buz tipine göre gemi sınıfı [95]

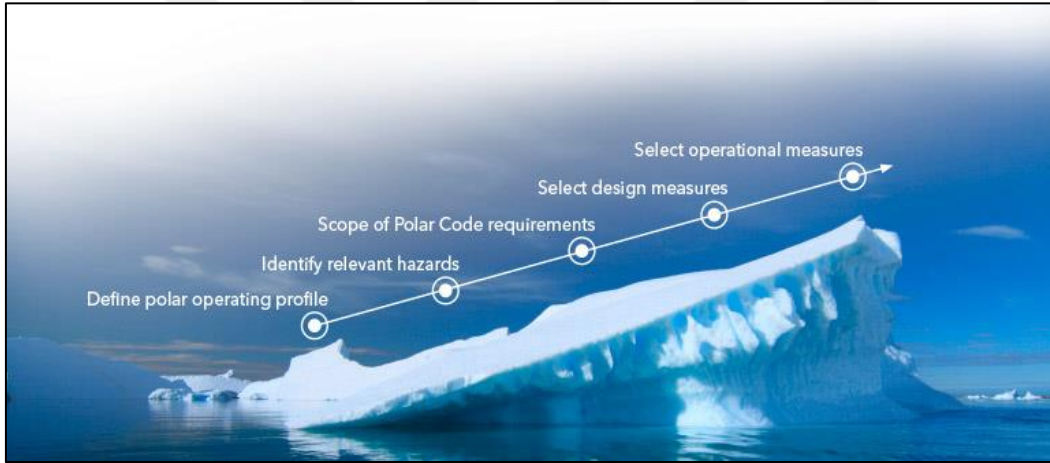
Sınıfı	Açıklama
CAC 1	Kuzey Kutbu'nun herhangi bir yerinde çalışabilen ve sahibinin performans gereksinimlerine göre sürekli olarak veya çarpma yoluyla çok yıllık buzda ilerleyebilen bir buz kırıcıdır. Bir CAC 1 gemisi, Kanada Kuzey Kutbu'nda bulunan herhangi bir buz rejiminde ve buz yönetimi amacıyla en ağır buz unsurlarına (buzdağları veya benzeri buz oluşumları hariç) sınırsız çarpamabilecek seyir yeteneğine sahiptir.
CAC 2	Kuzey Kutbu'nda herhangi bir yerde ticaret yapabilen, ancak en kolay rotayı kullanacak ticari bir yük taşıyan gemidir. Çok yıllık buzda sürekli olarak veya sahibinin performans gereksinimlerine göre çarparak ilerleyebilir. Bir CAC 2 gemisi, Kanada Kuzey Kutbu'nda bulunan herhangi bir buz rejiminde seyrüsefer yapabilir ağır buz özelliğindeki alanlarda çarpma durumu yapısal kapasitesiyle sınırlıdır.
CAC 3	Buz rejimlerinin izin verdiği Kuzey Kutbu'nda ticaret yapabilen ticari bir yük taşıyan gemidir. Çok yıllık buzda ancak kaçınılmaz olduğunda ilerleyecek ve bunu genellikle çarpma yoluyla kontrollü bir şekilde yapacaktır. İkinci ve ağır birinci yıl buzunda ise sınırsız olacaktır.
CAC 4	Buz rejimlerinin izin verdiği Kuzey Kutbu'nda ticaret yapabilen ticari bir yük taşıyan gemidir. Kanada Kuzey Kutbu'nda bulunan birinci yıl buzunun herhangi bir kalınlığında, birinci yıl sırtları da dahil olmak üzere seyir yapabilecektir. Çok yıllık buzdan uzak durur ve eğer bu mümkün değilse çok düşük hızda buza çarpabilir ya da itebilir.

Yukarıda belirtilen gemi sınıflandırmaları kapsamında sıfırın altındaki sıcaklıklarda seyir yapan gemi tipleri;

- Petrol ve sıvılaştırılmış Gaz taşıyan Tankerler ve Maden taşıyan Gemiler
- Yolcu gemileri
- Balıkçı gemileri
- Buz kırıklar
- Araştırma gemileri
- Trans-Arktik Konteyner gemileridir.

IMO'nun Kutup Sularında Çalışan Gemiler için Uluslararası Kodu (Polar Kodu), hem Uluslararası Denizde Can Güvenliği Sözleşmesi (SOLAS) hem de Gemilerden Kaynaklanan Kirliliğin Önlenmesi için Uluslararası Sözleşme (MARPOL) kapsamında zorunludur. Polar Kodu, iki kutbu çevreleyen elverişsiz sularda çalışan gemilerle ilgili tasarım, inşaat, ekipman, işletim, eğitim, arama ve kurtarma ve çevre koruma konularının tamamını kapsamaktadır ve 1 Ocak 2017'de yürürlüğe girmiştir. Polar Kod'un temel amacı,

bir geminin kutup sularında amaçlanan operasyona uygun olmasını sağlamaktır. Ancak kurallar, herkese uyan tek bir çözüm sağlayamamaktadır. Kodun gereklilikleri, bir geminin amaçlanan operasyonlarını güvenli ve sorumlu bir şekilde yerine getirmesi için ihtiyaç duyacağı yeteneklerden kaynaklanmaktadır. Bu, kutup bölgelerinde nerede, ne zaman ve nasıl çalışacağına ve oradayken muhtemelen hangi çevresel koşullarla karşılaşacağına bağlıdır. Kodun geminize nasıl uygulandığını anlamamanın ilk adımı, kutupsal çalışma profilini tanımlamaktır. Bu, geminin nerede faaliyet göstereceğini, orada hangi mevsimlerde çalışacağını ve geminin ne tür faaliyetlerde bulunacağını içermektedir. İdeal olarak profil, geminin kutup bölgelerindeki bilinen veya planlanan operasyon aralığını yansıtacak şekilde uyarlanmaktadır. Bu bilinmiyorsa, bunun yerine genel bir işletim profili formüle edilebilir. Tüm aşamaları Şekil 2.6'da açıkça görülmektedir.



Şekil 3.8. Arktik bölgede çalışması öngörülen planlama süreci [96]

Polar Kodu ve SOLAS değişiklikleri, IMO'nun Deniz Güvenliği Komitesi'nin (MSC) Kasım 2014'teki 94. oturumunda kabul edilmiştir. Çevresel hükümler ve MARPOL değişiklikleri ise Mayıs 2015'te Deniz Çevresini Koruma Komitesi'nin (MEPC) 68. oturumunda kabul edilmiştir. Kutup Kodu (Polar Code) ise iki kutbu çevreleyen sularda seyirle ve denizcilikle ilgili tüm hususları kapsamayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda Kutup Kodu gemi tasarımı, inşaatı, ekipmanı, operasyonları ve eğitim, arama kurtarma ve kutup bölgelerinin eşsiz çevre ve ekosistemlerinin korunmasını amaçlamaktadır [97].

Kutup Kodu, güvenlik bölümünü (bölüm I-A) ve kirliliği önlemeyi (bölüm II-A) kapsayan zorunlu önlemleri ve her ikisi için de (bölüm I-B ve II-) tavsiye edici hükümleri içermektedir. Kod, Antarktika ve Kuzey Kutbu'nun tanımlanmış sularında faaliyet gösterme niyetinde olan gemilerin, gemiyi Kategori A olarak sınıflandıracak bir Kutup

Gemisi Sertifikasına başvurmalarını gerektirecektir. Kutup sularında en azından yaşlı buz kalıntıları da içeren birinci yıl buzunda çalışmak üzere tasarlanmış gemilerdir. Kategori B gemiler, kutup sularında, yaşlı buz kalıntıları içerebilen, en az ince birinci yıl buzunda çalışmak üzere tasarlanmıştır. Kategori A'ya dahil olmayan bir gemi; veya Kategori C gemiler, açık suda veya Kategori A ve B'de yer alanlardan daha az şiddetli buz koşullarında çalışmak üzere tasarlanmış gemilerdir [47].

Bir sertifikanın verilmesi, beklenen çalışma koşulları aralığını ve geminin kutup sularında karşılaşılabileceği tehlikeleri dikkate alarak bir değerlendirme yapılmasını gerektirmektedir. Değerlendirme, olası güvenlik veya çevresel sonuçları olan olayları azaltmak için gerekli olan tanımlanmış operasyonel sınırlamalar ve planlar veya prosedürler veya ek güvenlik ekipmanları hakkında bilgileri içermektedir.

Gemilerin, karar verme süreçlerini desteklemek için gemi sahibinin, operatörün, kaptanın ve mürettebatın, geminin operasyonel yetenekleri ve sınırlamaları hakkında yeterli bilgi sağlamak için bir Polar Water Operasyon El Kitabı taşımaları gerekmektedir.

Kod'daki bölümlerin her biri, gemi yapısını kapsayanları içerecek şekilde, amaçları ve işlevsel gereksinimleri ortaya koymaktadır. Bunlar, stabilite ve alt bölümler, su geçirmez ve hava geçirmez bütünlük, ana ve yardımcı makinelerin gemiye kurulması, operasyonel güvenlik, yangın güvenliği, can kurtarma araçları ve düzenlemeleri, navigasyon güvenliği, iletişim, yolculuk planlaması, personel ve eğitim, petrol kirliliğinin önlenmesi, gemilerden gelen zehirli sıvı maddelerden kaynaklanan kirlilik oluşumunun önlenmesi, gemilerden kaynaklanan pis su kirliliğinin önlenmesi ve gemilerden çöplerin boşaltılmasıyla kirliliğin önlenmesi şeklinde sıralanabilir [47]. Ayrıca 90° Kuzeye kadar yeni çeşitli hükümetlerin navigasyon ve hava durumu uyarılarından sorumlu olduğu deniz coğrafi alanları olan NAVAREA ve METAREA'ların oluşturulması da dahil olmak üzere, Kuzey Kutbu için deniz güvenliği bilgilerinin sağlanması güncellenmiştir.

Tüm bu bilgiler ışığında buzla kaplı kutup bölge uygulamaları kuzey ve güney kutup bağlamında bakıldığında Arktik ve Antarktika sularının bir takım benzerlikleri olsa da, önemli farklılıklar da bulunmaktadır. Arktik, kıtalarla çevrili bir okyanustur, Antarktika ise bir okyanusla çevrili bir kıtadır. Antarktika deniz buzu, yaz mevsiminde önemli ölçüde geri çekilmekte veya Antarktika'nın iki büyük denizinde kalıcı girdap olan Weddell ve Ross tarafından dağıtılmaktadır. Bu nedenle, Antarktika'da nispeten az çok yıllık buz vardır. Tersine, Arktik deniz buzu birçok yaz mevsiminde hayatta kalmakta ve önemli miktarda

çok yıllı buz bulundurmaktadır. Her iki Kutup denizinin, deniz ortamları benzer şekilde savunmasız olsa da, bu tür bir zorluğa verilen yanıt, ilgili deniz alanlarına uygulanabilir yasal ve siyasi rejimlerin belirli özelliklerini gerektiği gibi hesaba katılmasını gerektirmektedir. Bu anlamda kod SOLAS ve MARPOL sözleşmeleri kapsamında tavsiyeler içermektedir [97].

Polar Kodun 2. aşamasında; IMO'nun Deniz Güvenliği Komitesi ve ilgili alt komiteleri, Polar Kodunun şu anda SOLAS kapsamında olmayan gemilere de uygulanmasına çalışmaktadır.

SOLAS ve MARPOL Sözleşmeleri kapsamında bazı gemiler için Polar Kodu zorunludur. SOLAS Bölüm V (Sefer Güvenliği) tüm seferlerdeki tüm gemiler için geçerliken (bazı özel istisnalar dışında), konvansiyonun diğer bölümleri, 500 grostondan az yük gemileri dahil olmak üzere bazı gemi kategorileri için geçerli değildir. Bunlar, ticaretle uğraşmayan eğlence yatları ve balıkçı gemileri (bazen SOLAS dışı gemiler olarak adlandırılır) dir.

Kasım-Aralık 2019'da toplanan IMO Meclisi, Üye Devletleri gönüllü olarak, SOLAS Sözleşmesi kapsamında onaylanmamış gemilerde Polar Kodu'nun güvenlik önlemlerini uygulamaya çağıran bir meclis kararını kabul etmiştir.

IMO'nun Deniz Güvenliği Komitesi de 2019'da (MSC 101) kutup sularında faaliyet gösteren gemilerde kullanılması amaçlanan navigasyon ve iletişim ekipmanına yönelik kılavuzu onaylanmıştır. Kılavuz, sıcaklık ve mekanik şok testi ile soğuk havalarda buz birikmesi ve pil performansının nasıl ele alınacağına ilişkin tavsiyeleri içermektedir.

MSC ayrıca, kutup sularında çalışan gemiler için can kurtarma araçları ve düzenlemelerine ilişkin geçici yönergeleri onaylamıştır.

Seyrüsefer, Muhabere Arama ve Kurtarma Alt Komitesi'nde (NCSR), Polar Code'un 9. (Seyir güvenliği) ve 11. bölümlerinin (Seyahat planlaması) SOLAS dışı gemilere olası uygulamasının en iyi nasıl yapılacağı konusu tartışılmaktadır. Kutup sularında çalışırken bu gemilerin güvenliğini artırmak ve bir sonraki NCSR oturumuna rapor vermek için bir yazışma grubu kurulmuştur.

Aktik bölgede seyir yapan gemilerin armatör ve operatörlerinin bölgeye özgü düzenleme gereksinimlerini daha net ortaya koymak için DNV klas kuruluşunun konuya ilişkin yaklaşımına bakmak yararlı olacaktır. Polar Code gerekliliklerine uyumu sağlamak için

aşağıdakiler de dahil olmak üzere gemilerde bir dizi önlem alınması gerekmektedir. Bunlar aşağıda Polar Code bölümlerinde belirtilmiştir.

Bölüm I-A ya göre,

- Gemide Polar Gemi Sertifikası bulundurmak,
- Kutup bölgesi sularındaki operasyonlara ilişkin kullanım kılavuzu "Polar Water Operational Manual" geliştirmek ve gemide taşımak,
- Kutup Kodu bölüm 14 ve STCW uyarınca ilgili bayrak devletinden uygun eğitim sertifikasını gemide taşımak ve Polar Kod bölüm 13'de gerektiği gibi Kutup suları operasyon kılavuzundaki (PWOM) talimatları izleyerek kutup sularına her yolculuktan önce yolculuk planlaması yapmaktır [47].

Bölüm II-A'ya göre,

MARPOL Bölüm I, II, IV ve V'deki gereksinimler de dahil olmak üzere, kutup sularında çalışmayı dikkate almak için kirliliğin önlenmesine ilişkin yerleşik belgelerin güncellenmesi gerekmektedir.

Gemilerdeki MARPOL sertifikası açısından baktığımızda, yeni bir Kategori A ve B gemilerinin, Polar Code Bölüm II-A tank korumasına ilişkin ek yapısal gerekliliklere uygun olduğunu onaylaması için Uluslararası Petrol Kirliliği Önleme (IOPP) Sertifikası Eki'ne bir giriş yapılması gerekmektedir. Kategori C gemilerde veya mevcut Kategori A veya B gemilerde herhangi bir yapısal değişiklik gerekmemektedir, bu nedenle IOPP Sertifikasında herhangi bir giriş gerekli görülmemiştir [98].

Kutup Gemisi Sertifikasına sahip olmak için; kutup sularında faaliyet gösteren SOLAS gemileri için Polar Gemi Sertifikası gerekmektedir. Bu, bir geminin bayrak idaresi veya yetkili temsilcileri tarafından verilen yeni bir yasal sertifikadır. Sertifika, geminin Polar Kod Bölüm I-A'daki gemi güvenlik gereksinimlerine uygun olduğunu onaylamaktadır. Polar Gemi Sertifikası almak için gemi sahibinin yapması gerekenler aşağıda örnek olarak verilmiştir [98].

- Geminin ve kutup sularında amaçlanan operasyonlarının operasyonel (risk) değerlendirmesini yapmak,
- Gemiye, düzenine ve kutup sularında amaçlanan operasyonuna özel bir Polar Water Operational Manual (PWOM) hazırlamak,

- Polar Kodunun ilgili gerekliliklerine uygunluğunu doğrulamak için geminin sörveyini yaptırmak,
- Polar Gemi Sertifikası için bayrak idaresine veya yetkili temsilcisine başvuru yapmak.

Operasyonel uyumluluk ve güvenlik açısından bakılırsa, Polar Code, gemilerin kutup sularında faaliyette bulunmaları için belirli eylemleri ve yasakları içermektedir. SOLAS gemilerinin, aşağıda belirtilenler dahil olmak üzere, Polar Kodunun I-A Bölümündeki tüm operasyonel güvenlik gereksinimlerine uyması gerekmektedir.

- Uygun bir sefer planı yapmak,
- Polar Gemi Sertifikasında belirtilen yetenekler ve sınırlamalar dahilinde gemiyi işletmek,
- Gemideki kar ve buz birikimini izlemek ve stabilite değerlerini aşmamasını sağlamak için uygun önlemleri almak,
- Güvenlik ekipmanlarını, kaçış yollarını ve can kurtarma araçlarını kar ve buz birikiminden uzak tutmak,
- Yolculara hayatta kalma ekipmanının kullanımı ve acil bir durumda yapılması gerekenler konusunda talimat vermek,
- Mürettebatı kişisel ve grup hayatta kalma ekipmanı kullanımı konusunda eğitmek; ve her mürettebat üyesine, kendilerine verilen görevlerle ilgili olarak Kutup suları operasyon kılavuzunda “Polar Water Operational Manual (PWOM) “ açıklanan prosedürler ve ekipman konusunda eğitim vermek [98].

Operasyonel uyumluluk ve çevre koruma açısından baktığımızda ise,

- MARPOL gemileri, Polar Code Bölüm II-A'daki operasyonel çevre koruma gerekliliklerine uymalıdır.
- Kutup sularına herhangi bir şekilde yağ, yağlı karışımlar veya zararlı sıvı maddelerin deşarjı yasaktır.
- Kutup sularına pis su ve çöplerin deşarjına yalnızca ek kısıtlamalar doğrultusunda izin verilir.
- Kutup sularında çalışırken ilgili kayıt defterlerinin, el kitaplarının, gemi içine asılan tanıtıcı kartların, acil durum ve yönetim planlarının MARPOL'un gerektirdiği şekilde olması gerekmektedir [75].

Günümüzde kullanılan Arktik gemi tiplerine ek olarak sofistike inovatif gemi dizaynları da yapılmaktadır. Bunun en önemli örneklerinden biri de çift etkili gemi (Double Acting Ship - DAS) tipidir. Tasarımcıların yaptıkları testler sonrasında anlaşılmıştır ki; Azipod dümenli ve iyi tasarlanmış kıç tarafı olan bir geminin genellikle yoğun buz koşullarında tornistan giderken çok daha iyi performans göstermektedir. Çift etkili gemi (DAS) tasarımında, geminin pruvası açık su koşulları için optimize edilmiş ve kıç buzu kırmak için tasarlanmıştır [99]. Böylelikle açık sularda pruva önde ağır buz koşullarında kıç önde olacak şekilde verimli ve performanslı çalışabilmektedir. Bu tasarım ancak dümeni Azipod tip olduğunda mümkün olmaktadır. Bu tasarım ile gemi, açık suda diğer tüm gemilere eşdeğer bir performansa ve herhangi bir buz kırıcıdan daha üstün buz kırma özelliklerine sahip olmaktadır [100]. Kuzey deniz geçişi ve Kuzey batı geçişinde seyir yapan gemi tiplerine ait resimler aşağıdadır.



Resim 3.15. Murmansk Shipping'e ait 20646 gt'luk buzkıran gemisi Yamal

Resim 3.15'te Yamal gemisi gösterilmektedir. 1992'de Baltiyskiy Zavod tarafından St. Petersburg'da, başlangıçta bir buz kırıcı olarak inşa edildi, ancak 2007'de bir yolcu gemisine dönüştürülmüştür [101].



Resim 3.16. Murmansk Shipping'in 18172 gross tonluk nükleer enerjili buzkıran Arktika [101].



Resim 3.17. Dynagas 84604 dwt'lik Arctic Auurora [101]

Resim 3.17’de Dynagas’ın 84604 dwt’lik Arctic Auurora’sı gösterilmekte olup Kuzey deniz rotası boyunca Hammerfest’ten Tobata’ya (Japonya) 67000 ton LNG taşımıştır. 2013 yılında Hyundai tarafından Ulsan’da inşa edilmiştir [102].



Resim 3.18. SCF Group’un 117050 dwt’lik Aframax tankeri SCF Baltica [101].

Resim 3.18’de SCF Group’un 117050 dwt’lik Aframax tankeri SCF Baltica gösterilmektedir. Ağustos 2010’da Kuzey deniz rotası boyunca yüklü bir geçiş yapmıştır. 2005 yılında Hyundai tarafından Ulsan’da inşa edilmiştir [103].



Resim 3.19. 68870 gt Crystal Serenity of Crystal Cruises [101].

Resim 3.19’da 68870 gt Crystal Serenity of Crystal Cruises gösterilmektedir. 2016 yılında geçiş yaptığında Kuzey batı rotasında (NWP) 'de seyahat eden en büyük yolcu gemisi olmuştur [101].



Resim 3.20. 75600 dwt'lik Panamax dökme yük gemisi Nordic Orion [103]

Resim 3.20’de 75600 dwt'lik Panamax dökme yük gemisi Nordic Orion gösterilmektedir. Eylül 2013'te 73500 ton koklaşabilir taş kömürü ile Vancouver'dan Finlandiya'daki Pori'ye NWP transiti yapmıştır [104].



Resim 3.21. Arktik shuttle tankeri Shturman Ovtsyn [103]



Resim 3.22. Kargo Gemisi Tian [104]

Resim 3.22’de Tian Kuzey Denizi geçitinde seyir halinde görülmektedir



Resim 3.23. MT Tempera [102]

Resim 3.23'de gösterilen MT Tempera, ilk çift etkili (DAS) gemidir ve resimde kıçtan buzu kırarak ilerlemektedir [102].

3.6. Buzda Seyir ve Seyire Etki eden Faktörler

Rotaların ve geçilecek bölge ve denizlerin önceden planlandığı açık deniz yolculuklarının aksine Arktik deniz buzunda seyir gerçek zamanlı ve anlık değişimlerin yaşandığı üst düzey bilgi ve yetenek gerektiren bir operasyondur. Özellikle en zor kısmı buzun yapısı ve olası değişimine göre geçiş güzergahının tahminidir. Buzda seyrederken bir geçişi optimize etmek için güvenilir tahminler yapabileceğiniz tüm kaynakların üst düzeyde kullanılması çok önem taşımaktadır. Maalesef, standart açık deniz seyirlerinde birkaç günlük tahminlerinden faydalandığımız meteorolojik raporların aksine, buz gelişiminin yapısı ve yönünün anlık takip edilmesi oldukça önemlidir [105].

Arktik bölgede güvenli navigasyon için sayısız zorluk bulunmaktadır. Bu zorluklar, birçok alan için harita eksikliği, geniş bant uydu iletişiminin yavaşlığı veya hiç bulunmamasıdır. Örneğin, Kanada sularında sadece dört veya beş Sahil Güvenlik gemisinin varlığı, arama kurtarma helikopterlerinin yetersizliği, kurtarma römorkörlerinin eksikliği ve petrol sızıntı tehlikesi durumunda önleyici ve uygulanabilir plan eksikliğidir. Ancak bu bölgede bir denizcinin karşılaşacağı en zorlu ve ölümcül rakip her koşulda yine buzdur. Bu bölgede farklı buz tipleriyle karşılaşılması tehlikenin ciddiyetini ortaya koymaktadır. Bu buzlar; gemide delik dahil farklı deformasyonlara sebebiyet verebilecek ilk yıl deniz buzu, çok yıllık buz ve share ice diye anılan kesici tip buzbantları, buzdağı parçalarıdır. Küresel iklim değişikliğinin etkileriyle olan erime olmasına rağmen bölgede buzsuzluk yani buzun tamamamen yok olması diye bir durum olmamaktadır [106].

Bölgenin yukarıda belirtilen durum gözönüne alındığında buzda seyiri, buz ayrıntıları, hava durumu, gemi sınıflandırmaları, buzkıran yardımı, mürettebat deneyimi ve buz koşullarını yorumlama biçimleri gibi birçok faktör etkilemektedir [107]. Arktik bölgede faaliyet gösteren gemiler için seyir zorlukları ve risklerin karşılanması yanında en önemlisi ise rota seçimi sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır [108]. Bunun yanında Arktik deniz kazalarının kök neden analizi ve Arktik bölge seyir risk değerlendirmesidir [109, 110].

Arktik sularının tüm bölge ve geçiş kanallarında seyir yapan tüm gemilerin, seyir kurallarının yanında raporlama gereklilikleri de dahil olmak üzere yönetmeliklere

(Uluslararası Denizcilik Örgütü-IMO Polar Code, Arctic Shipping Pollution Prevention Regulations (ASPPR) vb.) uyma zorunluluğu bulunmaktadır. IMO, Deniz Güvenliği Komitesi ve Deniz Çevresi Koruma Komitesi, Arktik buzla kaplı sularda çalışan gemiler için geçerli ihtiyaçları 2002 yılında kabul etmiştir. Bu ihtiyaçlar, kılavuzluk faaliyetleri, stabilite, inşaat, ana ve yardımcı makineler, yön kontrol sistemleri, demirleme ve çekme, kaçış önlemleri, elektrik tesisatı, yangın güvenliği ve acil durum ekipmanı, personel, çevre koruma ve hasar kontrolüdür. Arktik bölgedeki deniz buzu ve buzdağlarının seyir, gemicilik ve diğer denizcilik faaliyetleri için tehlikeli olmasından dolayı 2000 yılında kurulan CEOS, deniz buzu ve buzdağlarının tespiti, haritalanması ve yönetilmesi tehlikeleri hakkında bir rapor hazırlamıştır. Bu kapsamda seyir operasyonlarını, kendi deneyimlerine dayanarak denizcilerin eğitilmesi ve bilgi eksikliklerinin tamamlanması için anlatmışlardır. Gözden kaçırılmaması gereken en temel öge, buzda seyir yapan gemi için hız ve manevra kabiliyetinin sınırlı olmasıdır. Bu bağlamda buzdağları, rıhtımlar ve diğer gemilerle çarpışma tehlikesi, gemilerin ana makine, pervane ve gövde gibi yapılarının Arktik koşullardaki davranış tarzı, bu bölgedeki gemileri kullanmak için özel bilgi ve becerilerin gerekliliğini doğurmuştur. IMO, bölgede seyreden gemi ve personeline destek olmak için metrolojik ve seyrüsefer uyarıları için bu alanlara METARE ve NAVARE yerleştirmiştir.

ASPPR araştırmalarına göre, 1969 ile 1992 yılları arasında meydana gelen hasarların %20-30'u yüksek hız sonucu meydana gelmiştir. Çünkü gemilerin hızı için bu bölgede bir sınır değeri bulunmamaktadır. Bu noktada, hasar raporları aranmalı ve hasar anında buz rejiminin kütle boyutunun araştırılması gerekmektedir. İkinci olarak, buz ve gemi arasındaki etkileşim, farklı buz konsantrasyonlarında simüle edilmelidir. Bölgede seyir yapan gemi personeline destek amaçlı olarak BIMCO tarafından hazırlanan el kitabı (Ice Navigation and Seamanship Handbook) geçiş planının hazırlanması, uygulanması, vardiya tutma ve köprüüstü prosedürleri, konum tespiti, radar kullanımı, buza yaklaşma, buza girme, manevra yapma, yanaşma, demirleme ve buzda gemi elleçleme bölümlerinin yanında buz kırıcılarla çalışma ve kirliliğe müdahale konusunda da tavsiyeler verilmektedir [11].

Yukarıda belirtildiği üzere Arktik bölgedeki gemilerinin buza dayanıklı ve güçlendirilmiş olmasının yanı sıra, mürettebatın ne yaptığını bilmesi belki daha da önemli bir durumdur. Bu, Uluslararası Denizcilik Örgütü'nün (IMO) Polar Code tarafından vurgulanmaktadır. Polar Code, Kuzey Kutbu sularında seyrüsefer ile ilgili tüm denizcilik konularını

kapsamayı amaçlamaktadır. Mürettebat üyeleri için eğitim ve operasyonel konular, bu zorunlu düzenlemelerin önemli unsurlarıdır. Amaç, kutup bölgelerinin ve Arktik sularının çevresini ve ekosistemlerini korumaktır [107]. Polar kodunun özellikle bölüm 9 Seyir Emniyeti, bölüm 10 İletişim, bölüm 11 Sefer Planlama ve bölüm 12 Personel ve Eğitim Buzda seyir operasyonunda belirleyici rol oynamaktadır [47].

Polar Kod'un yukarıda belirtilen bölümlerinden Bölüm 9, Seyir Emniyeti, konunun daha iyi anlaşılması için madde numaraları değiştirilmeden aşağıda sunulmuştur.

Bölüm 9 Seyir Emniyeti [47]

- 9.1 Hedef

Bu bölümün amacı güvenli navigasyon sağlamaktır.

- 9.2 İşlevsel gereksinimler

Yukarıdaki paragraf 9.1'de belirtilen hedefe ulaşmak için, bu bölümün düzenlemelerinde aşağıdaki işlevsel gereklilikler düzenlenmiştir.

- 9.2.1 Denizciliğe ait bilgiler

Gemiler, güvenli seyir için buz bilgileri de dahil olmak üzere güncel bilgileri alma kabiliyetine sahip olacaktır.

- 9.2.2 Seyir ekipmanı işlevselliği

- 9.2.2.1 Seyir ekipmanı ve sistemleri, çalışma alanında beklenen çevresel koşullar altında işlevlerini sürdüreceği şekilde tasarlanacak, inşa edilecek ve kurulacaktır.

- 9.2.2.2 Referans başlıkları ve konum sabitleme sağlayan sistemler, amaçlanan alanlar için uygun olacaktır.

- 9.2.3 Ek seyir ekipmanı

- 9.2.3.1 Gemiler, karanlıkta çalışırken buzu görsel olarak tespit etme yeteneğine sahip olacaktır.

- 9.2.3.2 Bir buzkıran refakatçisi ile operasyonlara katılan gemiler, geminin ne zaman durdurulduğunu belirtmek için uygun araçlara sahip olacaktır.

- 9.3 Düzenlemeler

- 9.3.1 Denizciliğe ait bilgiler

9.2.1 maddesinin işlevsel gerekliliğine uymak için, gemiler, operasyon alanındaki buz koşulları hakkında güncel bilgileri alma ve gösterme araçlarına sahip olacaktır.

- 9.3.2 Seyir ekipmanı işlevselliği
- 9.3.2.1 maddesi için 9.2.2.1 maddesinin işlevsel gerekliliğine uymak için aşağıdakiler geçerlidir.

Ancak 1 Ocak 2017'de veya sonrasında inşa edilen gemiler için ek olarak,

- Bölüm 3'e uygun olarak, ya iki bağımsız yankı-iskandil cihazına ya da iki ayrı bağımsız dönüştürücüye sahip bir yankı-iskandil cihazına sahip olacaktır.
- Gemiler, yapım tarihi ve boyutu ne olursa olsun ve köprüüstü konfigürasyonuna bağlı olarak kıç tarafı net bir şekilde görülebilecek şekilde SOLAS kuralı V/22.1.9.4'e uygun olacaktır;
- Buzlanmanın meydana gelebileceği alanlarda ve dönemlerde çalışan gemiler için, seyir ve haberleşme için gerekli olan antenlerde buz birikmesini önleyecek araçlar sağlanacaktır.

Ayrıca, Bölüm 3 uyarınca buzla güçlendirilmiş gemiler için aşağıda belirtilenler geçerlidir.

- SOLAS Bölüm V veya bu bölüm tarafından gerekli görülen teçhizatın teknenin altından çıkan sensörlere sahip olması durumunda, bu sensörler buza karşı korunacaktır.

Ayrıca 1 Ocak 2017'de veya sonrasında inşa edilen kategori A ve B gemilerinde köprüüstü kırılma çarpanı seyir ekipmanını ve işletme personelini korumak için kapatılacak veya tasarlanacaktır.

9.3.2.2 maddesi için 9.2.2.2 nin işlevsel gerekliliğine uymak için aşağıdakiler geçerlidir:

- Gemilerde, pruvalarını belirlemek ve göstermek için manyetik olmayan iki araç bulunacaktır. Her iki vasıta da bağımsız olacak ve geminin ana ve acil durum güç kaynağına bağlanacaktır,
- 80° nin üzerindeki enlemlere giden gemiler, geminin ana ve acil durum güç kaynağına bağlanacak en az bir GNSS pusulası veya eşdeğeri ile donatılacaktır.

9.3.3 Ek seyir ekipmanı

9.3.3.1 maddesinde 9.2.3.1'in işlevsel gerekliliğine uymak için, yalnızca 24 saat gün ışığı alan alanlarda çalışan gemiler hariç olmak üzere, gemiler, köprüden köprüye kadar kontrol edilebilen iki adet uzaktan döndürülebilir, dar huzmeli arama ışığı ile teçhiz edilecektir. 360° lik bir yay üzerinde aydınlatma veya buzu görsel olarak algılamak için başka araçlar sağlar.

9.3.3.2 maddesinde 9.2.3.2' nin işlevsel gerekliliğine uymak için, bir buzkıran refakatçisi ile operasyonlarda bulunan gemiler, geminin ne zaman durduğunu göstermek için kıçtan görülebilen, elle başlatılan bir yanıp sönen kırmızı ışıkla teçhiz edilecektir. Bu fener, en az iki deniz mili görüş mesafesine sahip olacak ve yatay ve dikey görüş yayları, Uluslararası Denizde Çarpışmaları Önleme Kuralları'nın gerektirdiği kıç feneri özelliklerine uygun olacaktır.

Arktik bölgede seyir yapan gemileri olan firmalar; tüm konvensiyonlar, yönetmelikler, bayrak devleti kuralları ve BIMCO gibi kuruluşların uzmanlara hazırlattığı el kitapların içerdiği aşağıda belirtilen operasyonel ve özel talimat ve bilgilerle buzda seyir emniyetine katkı sağlamakta ve en üst düzeye çıkarmaktadır. Ayrıca buzda seyre ait tüm dinamikleri ortaya koymaktadır.

Kutup kodu kapsamında şirketlerce buz alanına giren gemilerinde alınacak önlemler aşağıda belirtilmiştir

Buz alanına giren gemiler için önlemler [47]

1. Buz enspektörü tarafından uygun raporlama sistemi, yani ECAREG veya NORDREG aracılığıyla önerilen rota, mevcut en son bilgilere dayanmaktadır ve kaptanların rotalarını buna göre ayarlamaları tavsiye edilir.
2. Daha uzun olsa da alternatif bir açık deniz yolu varsa buza girmeyin.
3. İlk etkiyi almak için buza düşük hızda girin
4. İlerleme ve geminin kontrolünü sürdürmek için hızı kademeli olarak artırın, ancak hızın geminin buzdan zarar görebileceği noktanın ötesine geçmesine izin vermeyin.
5. Her an tam yol geriye (tornistan) gitmeye hazır olun.

6. Hava karardıktan sonra buz kütlelerinde seyir, köprüden kolayca kontrol edilebilen yüksek güçlü projektörler olmadan denenmemelidir.
7. Kötü görüş ilerlemeyi engelliyorsa, buzun içine doğru yükselin ve tamamen durdurulmasına kıyasla buz hasarına daha az duyarlı olduğundan pervaneyi yavaşça döndürmeye devam edin. Böylelikle buz bloklarının kanatlar ve gövde arasında sıkışması da önlenecektir.
8. Pervaneler ve dümenler geminin en savunmasız kısımlarıdır; gemiler aşırı dikkatle ve her zaman dümen geminin ortasında iken buzda geriye gitmelidir. Durdurulduğunda buza çarpması gerekiyorsa, gemiler kırılmamış buza doğru geri gitmemeli, sadece kendi geçişleri tarafından önceden kesilen kanalda geri hareket etmelidir.
9. Eski buzul buzunu biçimleri (buzdağları, buzdağı parçaları, küçük tip buzdağları) rüzgara tabi olarak hareket ediyorsa geniş bir alana bırakılmalıdır. Eski buzun büyük özellikleri, akıntının yönüne göre rüzgarın ters yönünde veya rüzgarın karşısında hareket ediyor olabilir.
10. Mümkün olan her yerde basınç sırtlarından kaçınılmalı ve basınç altında birleşik tek parça buzdan geçilmeye çalışılmamalıdır. Basınç olayı sona erene kadar geminin buzda durdurulması gerekebilir.

Buz limiti dahilinde seyir yaparken alınacak önlemler [47]

1. Mevcut tüm yollarla en son buz bilgilerini edinin.
2. Buz limitini uygun tablolarla işaretleyin.
3. Tüm buzdağlarının konumlarını, sürüklenme yönlerini ve hızlarını çizin.
4. Buz Amiri tarafından Deniz İletişim ve Trafik Hizmetleri Merkezi (MCTS) aracılığıyla önerilen rotayı takip edin. Bu rota mevcut en son bilgilere dayanmaktadır ve geçiş sırasında değişiklik yapılması tavsiye edilirse ustalara rotalarını buna göre ayarlamaları tavsiye edilir.
5. Ekstra gözcüler dikilmeli ve köprü nöbeti görüş mesafesine göre artırılabilir.
6. Buzun ilk etkisini almak için hızı en aza indirin.

7. Tekne, göze çarpan darbeleri önlemek için girişte buz paketinin kenarına dik açıda olmalıdır.
8. Buza girme noktası, tercihen daha düşük buz konsantrasyonu olan bir alanda dikkatli bir şekilde seçilmelidir.
9. Buz Alanına Doğru Yaklaşım: Azaltılmış Hız ve Kenara Dik.
10. Her an tam geri gitmek gerekebileceğinden, makine dairesi personeline durum ve onlardan ne istenebileceği konusunda tam bilgi verilmelidir. Bu durumda hız sürekli ayarlandığından motor manevraları sık olacaktır.
11. Gemi, eğer uygunsa, buz çekişine veya bulblı bir pruvaya, dümene veya pervaneye (uygun olduğu şekilde) koruma sağlayacak bir drafta kadar balastlanmalıdır.
12. Buza girildikten sonra, geminin hızı, mevcut buz koşullarına ve geminin durumuna göre yavaş yavaş artırılmalıdır.
13. Tekne buzdayken görüş azalırsa, tekne görüş mesafesinde durduruluncaya kadar hız düşürülmeli, şüphe varsa görüş düzeline kadar tekne durmalıdır.
14. Tekne durdurulursa, gövde çevresinde buz birikmesini önlemek için pervane(ler) düşük devirlerde döndürülmelidir.
15. Başlangıçta büyük sapmalar içerse bile, açık su alanlarını ve daha hafif buz alanlarını takip edin.
16. Bir buz sahası içindeki yollarda veya açık havuzlarda veya açık paket koşullarında seyrederken hızın tehlikeli seviyelere çıkmasına izin vermeyin.
17. Gemi buzdayken rotada değişiklik yapılması gerekecektir. Mümkünse, rota değişiklikleri açık suda veya nispeten hafif buzda yapılmalıdır, çünkü buzda dönmek suda dönmekten çok daha fazla güç gerektirir.
18. Ağır buz içinde dönme manevrasından kaçının – daha hafif buz veya açık su alanları arayın.
19. Tekne keskin bir dönüş yapacaksa, yıldız manevrası yapılmalıdır.

20. Buzda tornistan, geminin en savunmasız kısımlarını, yani dümeni ve pervaneyi buza maruz bıraktığı için tehlikeli bir manevradır. Sadece kesinlikle gerekli olduğunda denenmeli ve her durumda gemi asla geri dönmemelidir.
21. Mümkün olduğunca buzun içinde geri dönmekten kaçının. Geriye gitmeniz gerekiyorsa, bunu son derece dikkatli bir şekilde son derece yavaş yapın.
22. Buzda çalışmak için güçlendirilmemiş herhangi bir gemi, buza giriş manevrasından kaçınmalıdır.
23. Kalın ve sert buz sırtlarından kaçınmanın en kolay yolu, baskı altındaki buz alanlarından kaçınmaktır. En yaygın basınç durumu, hakim rüzgarlar nedeniyle açık birleşik buz kapandığında meydana gelir, ancak gelgitler, akıntılar veya kıyıdaki esintiler, buz ve kıyı arasındaki açık su boyunca ilerliyorsa, kıyıya buz üflediğinde de ortaya çıkabilir veya hareket halinde buz ve hızlı buz, kurşun hızla kapanabileceğinden rüzgar yönündeki veya gelgitteki bir değişikliği izleyin.
24. Gemiye buzla kaplı sularda terk etmek, gerekirse, buzun ağırlığını kaldıracak kadar kalırsa, can filikalarını veya can salllarını buzun üzerine indirerek mümkündür. Mataforasız hızlı açılan cankurtaran botlarıyla donatılmış gemiler, onları asla buza indirmeye çalışmamalı, kurtarma ekipmanını ters yönde kullanarak onları nazikçe buz yüzeyine indirmelidir.
25. Pruva bir yay hattı ile sabitlenirken baş iterle yıkama yapılmalıdır.
26. Gemi emniyete alındıktan sonra, gemiyi bordada tutmak ve buzun gemi ile rıhtım arasına girmesine izin vermemek için tüm çabalar gösterilmelidir.
27. Buzun hareket halinde olduğu nehir kenarlarında veya güçlü gelgit bölgelerinde ana makine/makinaları beklemede tutulmalıdır.
28. Denizcilere, açıkça tanımlanmış hedefler olarak görünmeyebilecekleri için, buzdağlarının tespiti için yalnızca radara güvenmemeleri tavsiye edilir.
29. Deniz dağınıklığının olmaması da buzun mevcut olduğunu gösterebilir.
30. 3 santimetrelik radarlar (x-bant) daha iyi buz ayrıntıları sağlarken 10 santimetrelik radarlar (s-bant) buzun varlığını ve daha uzak mesafelerde yükselmeyi gösterir.

31. Deniz radarı, deniz buzu ve buzdağlarının tespiti için önemli bir araç sağlar. Ancak, radarın her tür ve boyuttaki buzu algılayacağından ve eski buzu 1. yıl buzundan ayırt etmeyeceğinden dolayı, görüş mesafesinin düşük olduğu durumlarda yalnızca radarınıza güvenmeyin.
32. Buzdağının çok yakın geçişinden kaçınılmalıdır çünkü buzdağının su altı kısmı, buzdağının görünen kenarından bir miktar uzağa çıkıntı yapabilir.
33. Bir buzdağına rastlandığında etrafından, en açık buz olmayan alandan ve uzak geçilmelidir.
34. Yaşlı buz sırtlarını radarla tespit etmek neredeyse imkansızdır ve gemiler için büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Yaşlı buz sırtlarının beklendiği her alanda sürekli görsel ve radar izleme yapılmalıdır.
35. Buzun içinden geçmeye çalışılmamalıdır.
36. Buza girmeden önce ana makinada dizel yakıtı geçilmelidir.
37. Alabanda dümen manevrası sadece acil durumlarda kullanılır. Şiddetli dümen hareketi, geminin kıçını buza çevirebilir ve pervaneye zarar verebilir.
38. Güvertede tüm boru hatları boşaltılıp ve izole edilmelidir.
39. Hasar kontrol tertibatını hazır tutulmalıdır – çimento, çarpışma matları vb.
40. Makine dairesinin ve yaşam mahalinin ısıtma sistemlerini düzenli olarak kontrol edilmelidir.
41. Buz akıntısında demirlemekten kaçınılmalıdır. Eğer kaçınılmazsa, ana makinayı hemen kullanıma hazır tutulmalıdır.
42. Kıyıda buzda duran gemi her zaman deniz tarafına bakmalıdır.

3.7. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği İle Oluşan Suyolları ve Yeni Rotalar

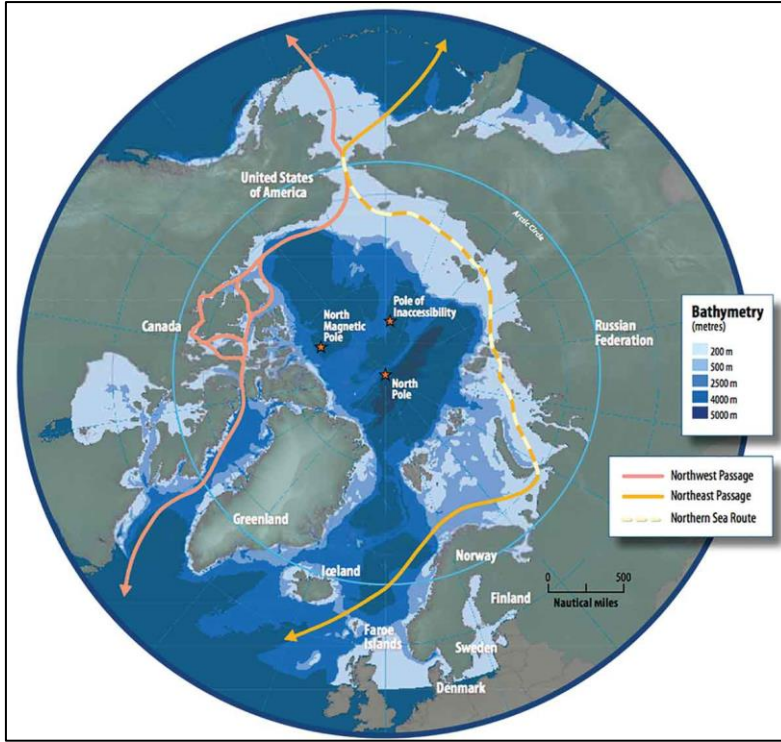
Arktik Denizi, dünyanın beş büyük okyanusunun en küçük ve en sığlarından biridir. Yıl boyunca kısmen deniz buzu ile kaplanır, kışın ise neredeyse tamamen kaplanır, bu da erişilmesini ve işletilmesini zorlaştırmaktadır [112].

Bulduğumuz yüzyıla kadar deniz buzu nedeniyle gemilerle geçişin mümkün olmadığı, Kuzeydoğu (NE) ve Kuzeybatı geçitleri (NW) nin de dahil olduğu Arktik rotalarına ilgi giderek artmaktadır [113]. Son birkaç on yılda, Arktik Denizi bölgesi, küresel ısınmanın bir sonucu olarak, buz örtüsünde bir azalma yaşanmıştır [114]. Kuzey Kutbu'ndaki deniz buzu hızla eridiği için, bölgede deniz taşımacılığı ve enerjinin açık denizlere taşınması ve bu endüstrilere hizmet ve ekipman tedariki gibi çok sayıda gelişme fırsatı bulunmaktadır. Ülkeler yalnızca çıkarılabilecek çok büyük miktardaki doğal kaynaklardan (örneğin petrol, gaz ve mineraller) yararlanmakla kalmamakta olup aynı zamanda kıtalararası taşımacılık için Arktik nakliye hatlarını da kullanmaktadır [114, 115].

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'ne göre, Kuzey Kutbu deniz buzu, 1950'lerden bu yana bölgedeki önemli ısınma nedeniyle hızlı bir düşüş yaşamıştır ve bu durumun gelecekte de azalmaya devam edeceği beklenmektedir. Hala büyük belirsizlikler olmasına rağmen 21. yüzyılın ortalarında Eylül ayında Arktik Okyanusu'nda neredeyse hiç buz olmayacağını yapılan bilimsel çalışmalar göstermiştir [116]. Daha erişilebilir bir Kuzey Kutbu, yüzyıllardır küresel liderler tarafından hayal edilen daha kısa, potansiyel olarak daha ekonomik, kuzey deniz ticaret yolları için yeni fırsatlar yaratacaktır [117].

Avrupa ve Asya arasındaki deniz kısayolları olarak kabul edilen Kuzey Kutbu'ndaki yukarıda bahsedilen iki yeni nakliye rotası, Kuzeybatı Geçidi (NW passage) ve Kuzey Denizi Rotasıdır (NSR) [118]. Kuzeybatı Geçidi, Kanada'nın en kuzey kıyısı boyunca ve Kanada Arktik Takımadaları boyunca uzanan Atlantik ve Pasifik Okyanuslarını birbirine bağlamaktadır. Buna karşılık, Kuzey Deniz Rotası batıda Novaya Zemlya'dan doğuda Bering Boğazı'na kadar Rus Arktik kıyılarını takip eder ve toplam uzunluğu 5600 km'dir [119, 120]. Gerçekte, Kuzeybatı Geçidi boyunca ilk ticari sefer Eylül 2013'te gerçekleşirken, Kuzey Denizi Rotasındaki trafik 2009'dan bu yana hızla artmaktadır [118, 121]. Birçok çalışmada görüldüğü üzere, NSR ile NWR karşılaştırıldığında, NWR'nin daha şiddetli buz koşulları nedeniyle nakliye faaliyetleri açısından son derece az gelişmiştir

[114, 115]. Ayrıca, NSR'nin geleneksel Asya-Avrupa ulaşım yollarından daha kısa olduğu açıkça görülmektedir. Bu nedenle birçok deniz ülkesi Arktik Okyanusu'nun muazzam potansiyelinden yararlanmak için bu duruma odaklanmıştır [115]. Kuzey geçiş rotaları bölgesindeki hava, ekosistem ve çevre ile navigasyon ve deniz taşımacılığı teknolojisindeki değişikliklerin Rusya, Çin ve bölge ülkeleri dahil olmak üzere birçok ülkenin dikkatini çektiğini doğrulamaktadır [119, 121].



Harita 3.5. Kuzeydoğu Geçidi (Kuzey Denizi Rotası dahil) ve Kuzeybatı Geçidi'ni gösteren Kuzey Kutbu bölgesinin haritası [113]

Panama ve Süveyş kanallarından geçen geleneksel deniz yollarıyla karşılaştırıldığında, konteyner gemileri de dahil olmak üzere genel gemi türleri için Çin veya Japonya'dan Kuzey Amerika'nın doğu kıyısına Kuzeybatı Geçidi'nden olan mesafe, toplam mesafenin %25 ila %44'ne kadar kısaltılmaktadır. Asya'dan Avrupa'ya Kuzeydoğu Geçidi boyunca seyir %25 ila %55 daha kısa olabilir [122]. Yeni ve önemli bir Atlantik-Pasifik nakliye rotası olarak tanımlanan Arktik nakliye rotası, Kanada kıyılarında bulunan Kuzeybatı Geçidi(NW Passage) ve Sibirya'nın kuzey kıyısı boyunca uzanan Kuzey Denizi Rotasından (NSR- North Sea Route) ya da diğer adıyla Kuzey Doğu Rotasından (NE- Nort East Route) oluşmaktadır. NSR, Batı Avrupa'dan başlayıp Arktik Okyanusu, Rusya kıyıları ve Bering Boğazı boyunca devam ederek ve Kuzeydoğu Asya'da sona ermekte olup Avrupa'yı Kuzeydoğu Asya'ya bağlamaktadır.

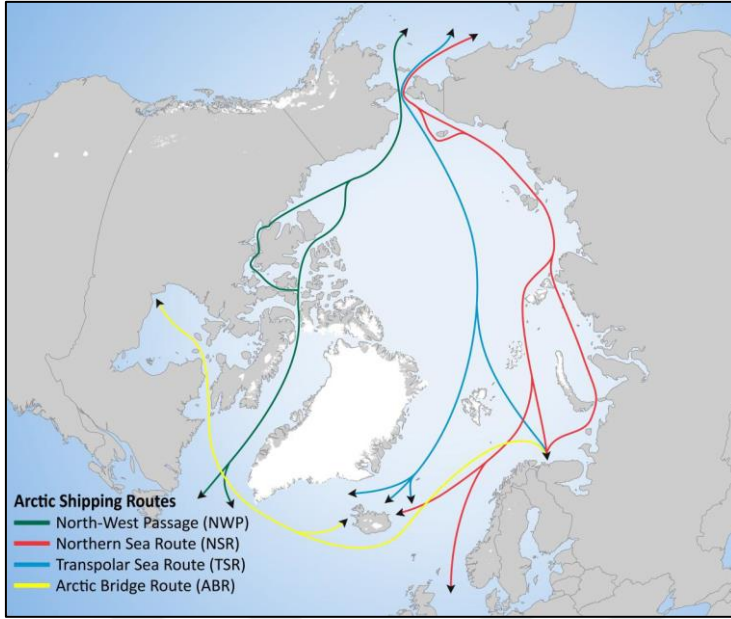
Geleneksel Süveyş geçişli rota ile Kuzey rotaları karşılaştırıldığında, Kuzey deniz rotası (NSR), örneğin, Yokohama ve Rotterdam arasındaki geleneksel rotadan yaklaşık 4700 deniz mili veya 9 gün daha kısadır [123]. Bu, yakıt tüketiminde, işletme maliyetlerinde ve emisyonlarda önemli tasarruflar sağlayabilmektedir.

İklim değişikliği tüm negatif etkilerinin yanında özellikle Kuzey Kutbu buzlarının erimesi olgusu, okyanuslar arası ulaşım ağları için yeni fırsatlar sunmaktadır. Şu anda, Kuzey Kutbu nakliye rotası yalnızca Temmuz ayları ile Aralık ayı başları arasında kullanılabilir. Bununla birlikte, Arktik deniz buzları eridikçe, gemiye binme süresi uzayabilmekte ve böylece taşınan kargo miktarı artabilmektedir. Erime durumu devam ederse, Arktik nakliye rotası yaz aylarında veya hatta yazdan önceki ve sonraki aylarda da kullanılabilirliği düşünülmektedir.

2020 de, Arktik deniz buz örtüsünün kapsamı geçen yıllara göre 8. en düşük seviyesine ulaşmıştır [124]. Arktik Denizi'nin açılması, dünyanın ekonomik ve politik koşullarını değiştirerek Avrupa, Kuzey Amerika ve Doğu Asya ekonomilerini daha etkili bir şekilde birbirine bağlayabileceği de düşünülmektedir. Bununla birlikte, Kuzey Kutbu suları, tarihsel olarak, uzun süreli sürüklenen buz, erime eğilimine rağmen buz boyutunda yıllar arası değişkenlik, şiddetli çalışma koşulları, öngörülemeyen hava değişiklikleri, kötü haritalanmış sular, liman tesislerinin ve seyir yardımcılarının kıtlığını içeren zorlu ortamlar olarak kabul edilmektedir. Seyir operasyonu, çevre koşullarına ilişkin genel olarak yüksek derecede risk ve belirsizlik içermektedir [125]. Gemilerin, buz bloklarıyla karşılaşma olasılığının bariz olması nedeniyle yalnızca hızı azaltmakla kalmamalı, aynı zamanda, özellikle konteyner taşımacılığında, malları donmaya karşı korumak için sıcaklık kontrollü olması gerekmektedir [126].

Tüm bu bilgiler ışığında Kuzey kutup bölgesinde iklim değişikliğine bağlı olarak açılan su yolları aşağıdaki gibi sıralanabilir. Ancak bu su yollarından ticari amaçlı kullanılmasından dolayı tüm çalışmalarda ve projeksiyonlarda NW ve NE ya da diğer bir adıyla NSR ön plana çıkmaktadır [127].

- Kuzey batı rotası ya da geçidi (North West Passage) (NWP),
- Kuzey deniz rotası ya da geçidi veya diğer adıyla Kuzey doğu rotası (Northern Sea Route) (NSR),
- Transpolar deniz rotası (Transpolar Sea Route) (TSR),
- Kutup köprüsü rotası (Arctic Bridge Route) (ABR),



Harita 3.6. Başlıca Arktik bölge deniz rotaları [127]

3.7.1 Kuzey Batı Rotası ya da Geçidi (North West Passage)(NWP)

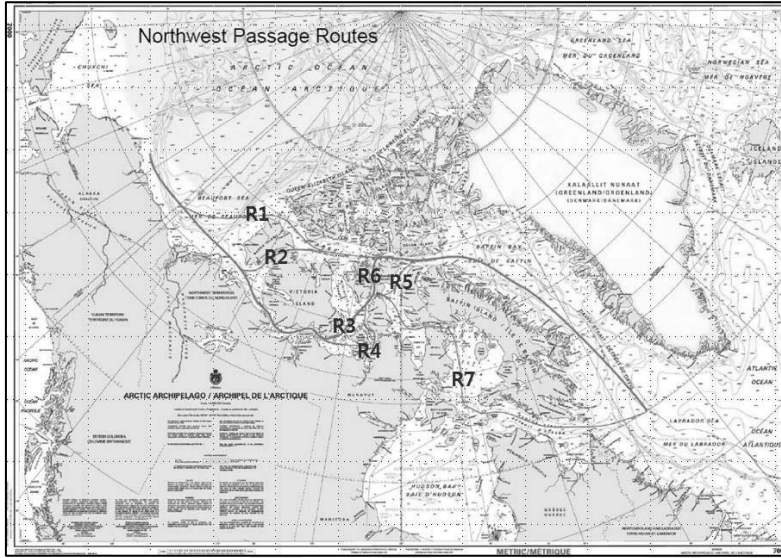
NWP, Kuzey Amerika Arktik suyolları aracılığıyla Atlantik Okyanusu ile Pasifik Okyanusu'nu birbirine bağlayan nakliye şeritlerinin birleşimi olarak tanımlanır. Kanada Arktik Takımadaları üzerinden uzanan suyolları üzerinden Kuzey Amerika'nın kuzey kıyısı boyunca uzanarak oluşan seyir rotasıdır. Beaufort Denizi'nde başlar, McClure Boğazı, Viscount-Melville Sound, Barrow Boğazı ve Lancaster Sound dan geçerek sonunda Baffin Körfezi'ne ulaşmaktadır. Doğudan batıya doğru bakıldığında ise NWP, Davies Boğazı, Baffin Körfezi ve Kanada Arktik Takımadaları'ndan Beaufort Denizi'ne geçer. Bu daha sonra Chukchi Denizindeki geçide bağlanmakta olup sonunda Behring Boğazı üzerinden Pasifik Okyanusu'na açılmaktadır. Kuzey Kutbu'ndaki denizin buzuz koşullarının artması yüzyılın ortalarına doğru olması tahmin edilmesine rağmen, NWP rotası yazdan kalan deniz buzuz, dünyanın en eski ve en kalın çok yıllık buzunu içeren Kanada Arktik Takımadaları'nın bitişiğinde ve içindedir [128]. Bunun, Kuzey Kutbu Kuzeybatı Geçidi (NWP) boyunca ticari gemi seferleri üzerinde ciddi negatif etkileri olacaktır.

NWP'nin suyolları, geniş mineral ve petrokimya rezervlerine sahip olmanın yanı sıra, hem Süveyş Kanalı'na hem de Panama Kanalı'na alternatif olarak işlev görme potansiyeline sahiptir. Potansiyel olarak, Kuzeybatı Avrupa ile Asya arasındaki mesafe %30'a kadar, ayrıca ABD'nin Doğu Kıyısı ile Doğu Asya arasındaki mesafe %20'ye kadar azaltılabilir. Bu takımadalar 2,1 milyon km² bir alana yayılan 36000 adadan oluşan karmaşık bir coğrafi

alandır [112]. NSR'ye benzer şekilde, belirli bir rota değil, çok sayıda farklı boğaz ve su yolu nedeniyle birkaç rotanın birleşimidir. Genel olarak bu rotalar, Parry Kanalı boyunca bir kuzey yolunu veya Victoria Adası'nın güneyinden geçen bir güney yolunu takip etmektedir. Kuzey rotası (NSR) nispeten derindir ve büyük boyutlu gemilerin seyrine izin vermektedir. NW rotaları, yaz aylarında bile seyir açısından risk oluşturan şiddetli buz koşullarına maruz kalmaktadır. Victoria Adası'nın güneyindeki Coronation Strait, sürüklenen buzlardan daha iyi korunduğundan, güney rotası bu riski azaltmak için kullanılabilir. Öte yandan, bu boğaz son derece sığdır ve sadece draftı 10 metreden az olan gemilerin geçişine izin vermektedir. Kanada'ya dahil Kuzey Kutup alanındaki buz koşulları genellikle NSR boyunca olanlardan daha şiddetlidir ve boğazlar yıl boyunca daha uzun bir süre donmuş halde kalmaktadır. Küresel ısınma, Kanadaya dahil Kuzey Kutup alanındaki buz örtüsünün azalmasına neden olmaktadır. Bu durumla beraber yaz deniz buzunun boyut değişkenliği NWP alanındaki boğazların birçoğunda yaz aylarında bile şiddetli buz koşulları oluşturabilmektedir. Bu, 2007'de NWP da bulunan su yollarının çoğunda tamamen buzsuz durum varken, sonraki yıldaki buz koşulları çok daha şiddetlenmiştir. 2008'de Boğazların birçoğu, seyir sezonunun büyük bir bölümünde buzla kaplı kalmıştır. Yaz aylarında, Arktik Okyanusu akıntısı, Kuzey Kutbu'ndan çok yıllık buzunu NWP boğazlarına sürüklenmeye zorlamıştır. Bu, boğazları sıklıkla tıkamakta ve NWP boyunca faaliyet gösteren en güçlü buzkıran gemiler dışındaki gemiler için bir risk oluşturmuştur [112]. Bu durum Beaufort Denizi bölgesinin genellikle Ağustos-Eylül aylarında buzsuz hale gelirken, çoğu yıl özellikle M'Clure Boğazında eski yıl buzlarının birikimine sebep olmuştur. Kuzey Kutbu tüm yıl boyunca buzla kaplı olma durumu ve çok yıllık buz akışlarıyla NWP'nin boğazlarına doğru bu buzların kaymaya devam edeceği öngörülmektedir. Bu durumun gemiler için seyir mevsiminin öncekinden daha az istikrarlı olmasına neden olacağını düşündürmektedir [129].

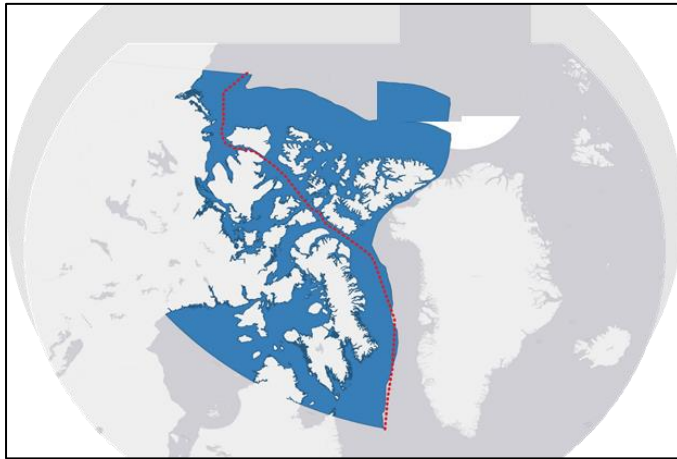
Bölgenin birçok boğaz, ada ve yarımadadan oluşmasından dolayı seyre uygun bölgeleri detaylı incelemek özellikle NWP kullanacak gemiler için önem taşımaktadır. Ayrıca Arktik denizi boyunca en uygun rota, transit mesafesi, buz koşulları ve su derinliği dikkate alınarak belirlenmesi gerekmektedir. NWP' de Donat' Pharand' ın belirttiği rota sınıflandırması kullanılmaktadır [130]. Bu geçiş güzergahları Harita 2.7'de gösterilmiştir. Rota 1 en kısa olanıdır ve derin çekim gemiler için uygundur ancak M'cClure Boğazı'ndaki şiddetli buz durumu nedeniyle bu rotanın kullanımı en zor olanlardan biridir. Rota 2, M'cClure Boğazı yerine Galler Prensi Boğazı'nı seçerek, Rota 1'in daha kolay bir çeşididir.

Bu rota aynı zamanda derin draftlı gemiler için de uygundur. Rota 3 ana rotadır ve genellikle insanlar Rota 3'ü NWP olarak kabul etmektedir. Ancak bu rotanın derinliği düşüktür ve sadece draftı 10 metreden az olan gemiler bu rotayı kullanabilir. Rota 4, 5, 6 ve 7 yollarının ortak bir yönü vardır, yani bu 4 rota karmaşık akıntılara sahip olan ve nakliye için uygun olmayan Bellot Boğazı'ndan geçmektedir.



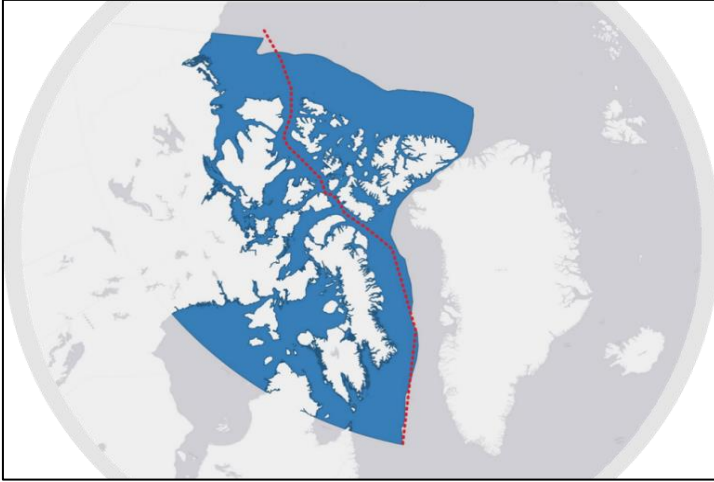
Harita 3.7. NWP rotaları [130]

NWP rotaları, bu rotaları kullanan gemi tipleri, tonajlarına ilişkin haritalar aşağıda gösterilmiştir.



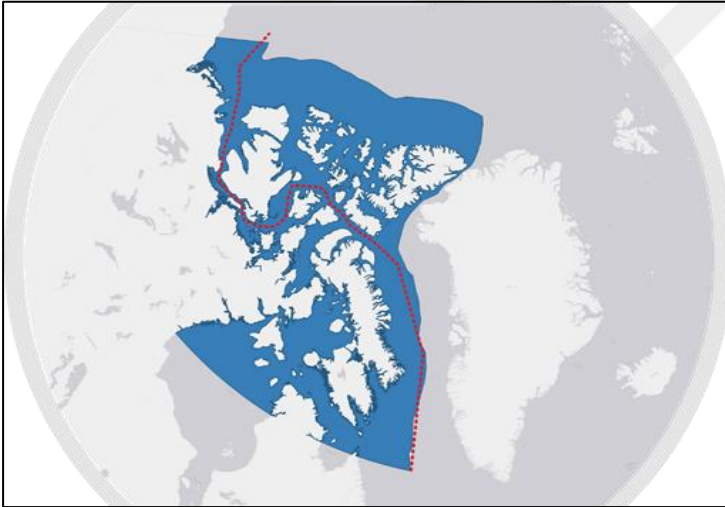
Harita 3.8. NWP rota 1 [131]

NWP rota 1, Lancaster Sound - Barrow Boğazı - Viscount Melville Sound - Prince of Wales Strait - Amundsen Gulf'dır [131].



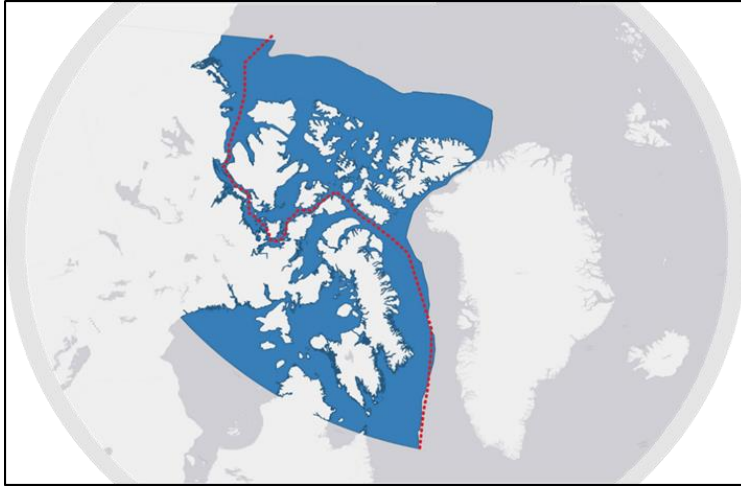
Harita 3.9. NWP rota 2 [131]

NWP rota 2, rota 1 ile aynı, ancak Galler Prensi Boğazı ve Amundsen Körfezi için M'Clure Boğazı'nı değiştirilmektedir. Toplu olarak bakılırsa Lancaster Sesi - Barrow Boğazı - Vikont Melville Sesi, Parry Kanalı olarak bilinmektedir [131].



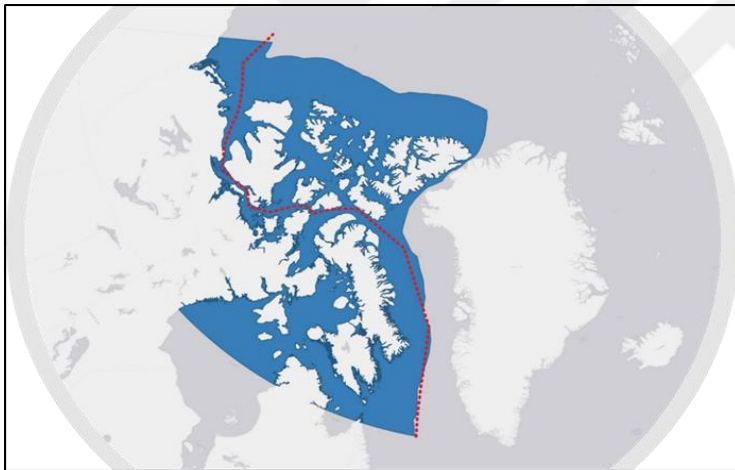
Harita 3.10. NWP rota 3 [131]

NWP rota 3, Lancaster Sound - Barrow Boğazı - Peel Sound - Franklin Boğazı - Larsen Sound - Victoria Boğazı - Queen Maud Körfezi - Dease Boğazı - Coronation Körfezi - Dolphin and Union Boğazları - Amundsen Körfezi'dir [131].



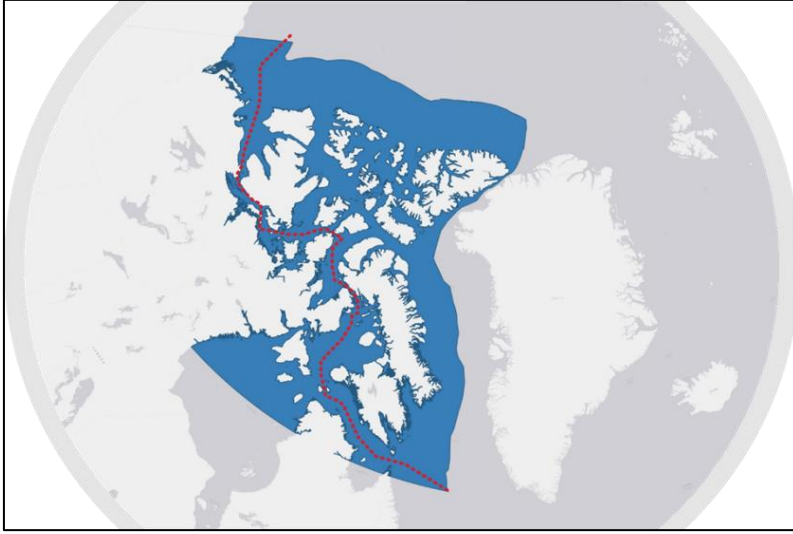
Harita 3.11. NWP rota 4 [132]

Rota 3'ün bir varyasyonu olan NWP rota 4, Kral William Adası'nın batı yakasındaki Victoria Boğazı'nı izlemek yerine, James Ross Boğazı - Rae Boğazı - Simpson Boğazı'nı izleyerek adanın doğusundan geçmektedir [132].



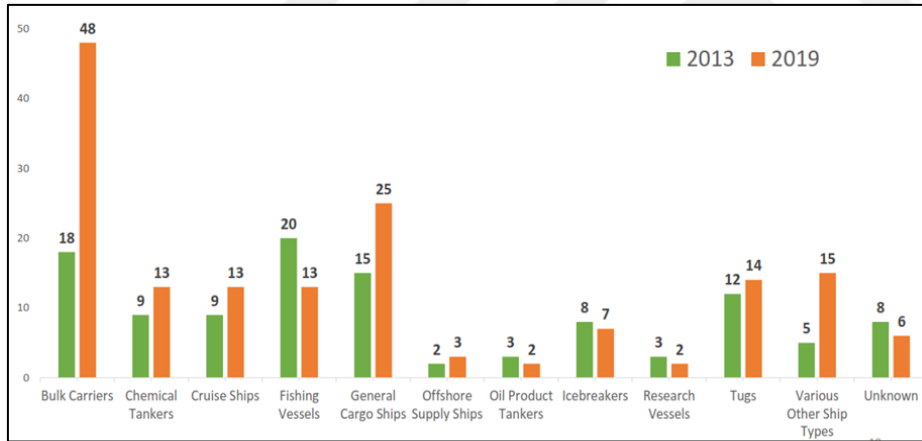
Harita 3.12. NWP rota 5 [131]

NWP Rota 5, rota 3'e benzer şekilde, rota Somerset Adası'nın batı tarafında Peel Sound'u takip etmek yerine, Prince Regent Inlet ve Bellot Strai üzerinden adanın doğusundan geçer [131].



Harita 3.13. NWP rota 6 [131]

NWP Rota 6, Hudson Boğazı - Foxe Kanalı - Foxe Havzası - Fury ve Hecla Boğazı - Boothia Körfezi - Bellot Boğazı - 3, 4 veya 5 numaralı rotalardan kalanlardır [131].



Şekil 3.9. NWP' de çalışan gemi tipleri [131]

Çizelge 3.8. NWP' de çalışan gemilerin tonajlarına göre sayılarını içeren Arktik gemi trafik verileri (Arctic Ship Traffic Data (ASTD)) [131]

Arktik Gemi Trafik Verileri (Arctic Ship Traffic Data (ASTD)) Verileri, Gemilerin Gross Tonajdaki Boyutları Hakkında Bilgi İçerir		
Gros tonaj (GT), bir geminin tüm kapalı alanlarının (omurgadan bacaya kadar) gövde çerçevesinin dışına ölçülen hacminin bir fonksiyonudur.		
ASTD Tonaj Grubu: 0-4999 GT, 5000-9999 GT, 10.000-24.999 GT, 25.000-49.999 GT, 50.000-99.999 GT, >= 100.000 GT		
En büyük iki boyut grubunda (50.000-99.999 GT >=100.000 GT) hiçbir gemi mevcut değildir – bu, NWP içinde faaliyet gösteren gemilerin başka yerde faaliyet gösteren gemilere göre nispeten daha küçük olduğunu gösteriyor.		
Grupların Tonajları	2013	2019
< 1000 GT	20	23
1000 - 4999 GT	25	19
5000 - 9999 GT	25	28
10.000 – 24.999	22	32
25.000 – 49.999	10	48
Unknown	10	10

Rus Kuzey Kutup bölgesinde uzanan NSR ile karşılaştırıldığında, NWP boyunca uzanan alanlar son derece az gelişmiştir. Özellikle Kanadaya dahil Kuzey Kutup alanındaki su yolları çevresinde bu çok belirgindir. Kanadaya dahil Kuzey Kutup alanındaki en büyük ve tek iyi gelişmiş liman, Kuzey Amerika kıtasının iç kısımlarına yakın Hudson Körfezi'nde bulunan Churchill Limanı' dır. Hudson Körfezi nakliye sezonu, Temmuz ortasından Kasım başına kadar sürer, ancak sezon, buzkıran desteğinin kullanılmasıyla önemli ölçüde uzatılabilmektedir [112].

Doğrudan NWP boyunca, Takımadalar'ın ortasında, Cornwallis Adası'nın kıyısında, Barrow Boğazı yakınında bulunan Port Resolute limanında bulunan askeri üs, Arama Kurtarma (SAR) ve afet müdahale operasyonları için bir komuta merkezi olarak hizmet vermesi için tesisleri genişletilmiş ve donanımı artırılmıştır [133]. Resolute limanı, draftı 6 metreden fazla olan gemileri barındırmak için uygun değildir ancak Kanada Donanması şu anda Nanisivik'te, NWP'nin doğu girişinin yakınında, 2021 yılında faaliyete geçen derin su donanma tesisi inşa edilmiştir [134].

Geçitlerin batısındaki Kuzey Amerika Arktik kıyılarındaki liman tesislerinin de faaliyetleri ihmal edilebilir düzeydedir. En yakın iyi gelişmiş altyapı, Grönland'ın batı kıyısıdır, Nuuk en büyük ve en önemli liman olarak karşımıza çıkmaktadır. Kanada Sahil Güvenlik (CCG) şu anda, altısı yaz aylarında Kuzey Kanada'ya atanan 17 gemiden oluşan buzkıran filosu ile faaliyetlerine devam etmektedir. Gemiler için uygun seyir mevsimi boyunca CCG, ortalama buz koşulları altında NWP boyunca 10 saatlik bir ortalama yanıt verme ve aksiyona geçme süresine sahiptir [133]. CCG buzkıran filosu önemli sayıda gemiye ev sahipliği yapsa da, birkaç geminin emeklilik yaşına yaklaşmasıyla birlikte filo yaşanmaktadır. Kanada Hükümeti yakın zamanda, yaşanan buzkıran amiral gemisi CCGS Louis S. St. Laurent'in yerini almak için 720 milyon Kanada doları yatırımı duyurmuş, ancak gelecekte önemli ölçüde büyük bir buzkıran filosunu sürdürmek için daha fazla finansmana ihtiyaç bulunmaktadır [89]. Ayrıca Kanadan'ın yetersiz bölgesel mevzuatı Arktik bölgesindeki denizcilik faaliyetlerinin daha da geliştirilmesi bağlamında transit gemiler için 2014 yılına kadar yetersiz bir çerçeve sağlamakta olup ve durum NWP'ye yatırım yapan denizcilik sektörü için belirsizliklere yol açmış fakat günümüzde bölgenin ticari açıdan ısınması Kanada' nın bölgesel denklemde kalma isteğini arttırmıştır [114].

Politik açıdan bölgeye baktığımızda, Kanada ve Amerika Birleşik Devletleri, NWP'nin egemenliği konusunda farklı görüşler sergilemektedir. Kanada, NWP'nin, özellikle Kanada Arktik Takımadalarındaki, Kanada'nın iç suları olduğunu iddia etmektedir. Yani Kanada transit geçişi yasaklama hakkına sahiptir. Bununla birlikte, Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa Birliği de dahil olmak üzere çoğu denizci ülke, NWP'nin uluslararası bir boğaz olduğunu iddia etmektedir [129].

Bu durumda, Kanada balıkçılık ve çevre düzenlemesi, maliye ve kaçakçılık yasaları, nakliye güvenliği yasalarını yürürlüğe koyma hakkına sahip olurken, ancak transit geçişi yasaklama hakkına sahip olmayacağı açıkça görülmektedir.

NWP geçişlerinin maliyetlere etkisi çalışmanın yöntem bölümünde karşılaştırmalı olarak incelenecektir.

3.7.2. Kuzey Deniz Rotası ya da Geçidi veya Diğer Adıyla Kuzey Doğu Rotası (Northern Sea Route)(NSR)

Kuzey Deniz Rotası (NSR) ile Kuzeydoğu Geçidi (NEP) arasında bir ayırım yapılması gerekmektedir. NEP, Kuzey Atlantik ve Kuzey Pasifik Okyanuslarını birbirine bağlayan

Rusya'nın kuzeyindeki geçiş yolunu temsil eden kesin olarak tanımlanmış sınırlar veya uç noktalar olmayan tarihi ve biraz soyut bir terimdir. Tersine, Rusya tarafından kullanılan terim olan NSR açıkça tanımlanmıştır. Resmi Rus tanımına göre batıda Novaya Zemlya adalarından doğuda Bering Boğazı'na kadar uzanmaktadır.

Kuzey Denizi Rotası (NSR), Kola Yarımadası'nın batısından doğuda Bering Boğazı boyunca uzanan Sibiry kıyıları boyunca uzanan nakliye rotasıdır [135]. NSR, Rusya'nın münhasır ekonomik bölgesinde yer almakta ve Bering Boğazı'ndan Kara Deniz'e kadar uzanmaktadır. Büyük ölçüde küresel ısınmaya ve ardından gelen buzların geri çekilmesine bağlı olarak Kuzey Kutbu üzerinden Asya ve Avrupa arasındaki Kuzey Denizi Rotası (NSR) kısa yolu, enerji ve maliyet tasarrufu potansiyeli nedeniyle dünya denizcilik endüstrisi üzerinde derin bir etkiye sahip olabileceği düşünülmektedir [136]. 2030 yılına kadar dünyanın gelecekteki denizcilik ticaretinin tahmini %5'i NSR üzerinden yeniden yönlendirilebilmesi olasıdır. Kuzey Avrupa ve Doğu Asya arasındaki ticaret için geleneksel Süveyş Kanalı rotasına kıyasla %40'a varan bir mesafe düşüşü sağlamaktadır [137].

NSR'nin su alanı, yılın büyük bir bölümünde navigasyonu engelleyen buzlarla kaplı bulunmaktadır. Bir yıllık buzun kalınlığı, yaz mevsiminin başlangıcında 2 metreye ulaşmaktadır. Böyle bir “buz rejimi” için geminin gerçek buz sınıfı ve gerçek buz durumu çok önemlidir. Arktik deniz alanı, buzun deformasyonunun miktarına bağlı olarak (buz gücünü etkileyen) gemi için farklı risk seviyeleri oluşturan farklı buz türlerinden oluşmaktadır. Risk, mevsim boyunca değişen farklı buzların çeşitli kısmi konsantrasyonlarının bir kombinasyonuna dayanmaktadır. Buz koşulları yılın zamanına bağlı olarak değişir. NSR'deki nakliye sezonu, buzkıranlar için Nisan'da, diğer gemiler için Haziran'da başlar ve Kasım ayına kadar devam etmektedir. Buz koşulları, alandaki buzun toplam kompaktlığını, bölgedeki en kalın buzun gelişme aşamasını ve gelişme aşamasına karşılık gelen buzun baskın biçimini hesaba katmaktadır. Buz koşulları, Dünya Meteoroloji Örgütü'nün (WMO) buz grafiği standardı (Egg Code) biçiminde tutulmaktadır.

NSR yolları, son derece düşük nüfus yoğunluğuna sahip kıyı boyunca uzanmaktadır. Mevcut seyir güzergâhları ve liman altyapısı, 6 metreye kadar draftlı gemi trafiği sağlamaktadır. Ancak NSR içindeki rotaların en sığ noktası 12,5 metre olmasından dolayı gemi draft sınırlaması değişkenlik gösterebilir. Yakıtın fiyatı armatör için işletme maliyetlerinin önemli bir bölümünü oluşturduğundan ve operasyonların mümkün

olduğunca yakıt verimli olacak şekilde planlanması gerektiğinden nakliye şirketinin yakıt tüketimini azaltmak nakliye şirketinin ana hedeflerinden olması NSR'nin cazibesini arttırmaktadır.

Otomatik tanımlama sistemi (AIS) tarafından kaydedilen deniz trafiği kayıtlarına göre yıllık NSR geçişlerinin sayısı çift haneliyken, NWP en iyi ihtimalle yalnızca bir veya iki gemi tarafından ara sıra kullanılmaktadır [138]. Önümüzdeki birkaç on yıl boyunca NSR'nin en geçerli ve etkin nakliye rotası olacağı düşünülmektedir [139]. Yakın ve orta vadede, NRS üzerinden doğal gaz taşımacılığının önemli bir yeri olacağı ancak daha büyük taşıma talebinin konteyner taşımacılığı olacağı öngörülmektedir [140].

En umut verici rota olarak kabul edilen Arktik Deniz Yolu (NSR) tüm transarktik nakliye rotaları arasında gerçek ticari denizcilik faaliyetleri beklenenden rota olarak ön plana çıkmaktadır. 1997'de, bir Fin petrol tankeri Uikku, NSR boyunca ilk deniz seferini tamamlamış, böylelikle Murmansk'tan başlayıp Bering boğazına kadar uzanan rotayı tamamlayan ilk Batı Avrupa gemisi olmuştur. Bu yolculuğun ardından, 12 yıllık uzun bir bekleyişten sonra, diğer iki uluslararası ticari kargo gemisi Beluga Fraternity ve Beluga Foresight, 2009'da Rusya'nın kuzeyinden Avrupa ve Asya arasında seferini yapmıştır [141]. 2010-2019 arası NSR boyunca transit seferler kadar sırasıyla 4, 41, 46, 71, 53, 18, 27, 27, 27 gemi tarafından gerçekleştirilmiştir [142].

NSR rotasının yakın tarihçesine bakmak, bu rotaya verilen önemi çok açık olarak ortaya koymaktadır. İklim değişikliğinin etkileri geniş çapta tartışılmadan önce Kuzey deniz yolu (NSR) boyunca denizcilik faaliyetlerinin geliştirmesi ile ilgili fizibilite çalışmaları yapılmıştır. 1 Ekim 1987'de Başkan Mihail Gorbaçov'un Murmansk girişimini takiben, Sovyetlerin deniz yolunu yeniden canlandırma girişimlerini destekleyen birkaç araştırma projesiyle uluslararası ticari gemiciliği geliştirmenin teknik ve ekonomik fizibilitesini değerlendirmeye çalışılmıştır. Bu fikir, trafiğin sifıra yakın olduğu kuzeybatı geçidinin aksine, SSCB bir dizi aktif ticari liman ve Sibiryaya kıyısı boyunca birçok güçlü nükleer buzkıranların gemileri refakatine dayanan yoğun bir deniz yolu geliştirmiş olduğundan, bu fikir daha mantıklı bulunmuş ve kabul görmüştür. Dizel ana makinalı buz kırıcılar, güzergâhın Murmansk ve Dickson arasındaki batı kısmı, 1980'den sonra yıl boyunca seyire açık hale getirmiştir [143]. Özellikle, INSROP (Uluslararası Kuzey Denizi Rotası Programı), NSR'nin ekonomisini değerlendirmek için tasarlanmış altı yıllık (Haziran 1993-Mart 1999) uluslararası bir araştırma programı oluşturmuştur. Bu proje Rusya'nın yanı sıra

Japonya ve Norveç'i de çok ilgilendirmekteydi. Wergeland'ın çalışmaları (1991, 1992) de NSR'nin iş potansiyelini değerlendirmeye yönelik erken girişimlerdi. Ancak 1991'de Sovyetler Birliği'nin çöküşü, NSR boyunca ekonomik aktivitenin hızlı bir şekilde azalmasına ve bu erken araştırma modellerinin takip edilmemesine yol açmıştır. Analiz edilen modellerden bazıları, aslında 1990'ların başından beri deniz taşımacılığının fizibilitesini ve karlılığını değerlendirmek için yürütülen araştırma programlarının yansımaları olmuştur [144].

Kuzey Kutbu için araştırma programları arasında INSROP (1993–1999, çoğunlukla Japonya, Norveç ve Rusya tarafından finanse edilen ve NSR'yi inceleyen), Buz Güzergahları-Deniz Buzlarından Gemilerin Güzergahına İleri Teknolojilerin Uygulanması (1997-1998, Avrupa Birliği), ARCDEV (1997-1999, Avrupa Birliği, batı Rusya Arktik denizlerini inceleme), ARCOP-Arctic Operational Platform (2002-2006, Avrupa Birliği, NSR eğitimi), Kuzey Deniz Koridoru (2002-2005, Avrupa Birliği, Norveç ve Rusya, Kuzey, Barents ve Kara Denizlerini inceleme), JANSROP (2002-2005, Japonya, NSR eğitimi); Kanada Arktik Deniz Taşımacılığı Değerlendirmesi (2005-2007, Kanada, Kanada Arktik sularını inceleme), AMSA - Arktik Deniz Taşımacılığı Değerlendirmesi (2006-2008) Arktik Konseyi tarafından tüm Arktik dikkate alınarak başlatılan araştırma böylece büyük ölçüde NSR'yi potansiyel bir geçiş yolu ve Rus kaynaklarına açılan kapı olarak tüm dünyaya göstermiştir [144].

Kuzey Deniz Yolu İdaresi (NSRA), güvenlik ve çevre önlemlerinin getirilmesi de dahil olmak üzere, bölgedeki nakliye prosedürlerinden sorumlu bir kurumdur [142].

Rusyanın NSR'ye yaklaşımının yanında Çin'in yaklaşımı da oldukça önem taşımaktadır. NSR'nin "ipek yolu" ile ilişkilendirilmesinin, Çin'in yeni jeoekonomik bölgeler arayışından, sınır ötesi ticaretin genişlemesinden ve yatırım süreçlerinin yoğunlaşmasından kaynaklandığı açıkça görülmektedir.

Çin'in yetkilileri, yalnızca yenilikçi ulaşım altyapısının geliştirilmesi yoluyla ve ekonomik araçları kullanarak ulusal pazarın kapasitesinin genişletmenin mümkün olduğunun farkına varmışlardır [145]. İlk kez Çin, 2009 yılında ilk Çin buzkıranı olan "Kar Ejderhası" nın inşası ve kutup enlemlerinde rotasının hazırlanması sırasında Kuzey deniz rotasına (NSR) olan ilgisini açıkça ilan etmiştir. "Kutup ipek yolu" ile olan ilişki daha sonra Çin Devlet Başkanı Xi Jinping'in küresel bir ekonomik strateji olarak "İpek yolunun ekonomik kuşağı" kavramını öne sürmesinden sonra ortaya çıkmıştır.

Kuzey Kutbu buz rejimiyle ilişkili riskler, Orta Doğu' daki öngörülemez durum olan ve yalnızca son 15 yıl içinde gözlemlenen kanlı "Arap baharı" nın Mısır üzerinde olabilecek ve tekrarlanabilecek etkisi ve Süveyş kanalının gemi arızası sebebiyle trafiğe kapanması Hürmüz boğazı ve İran ilişkilmesi, Kızıldenizde transit gemilere korsan saldırısı gibi olasılığı yüksek veya olmuş olaylar sebebiyle Kuzey Kutbu buz tabakasının erimeye devam etmesiyle NSR'nin rekabet avantajları önemli ölçüde artabilmesi ve önemli ölçüde azaltılmış nakliye maliyetlerini beraberinde getirebileceği düşünülmektedir [146, 147]. NSR su yolu uluslararası ulaşım sisteminin önemli bir parçası olarak uluslararası bir ulaşım otoyoluna dönüştürülmesiyle ilişkili büyük bir jeo-ekonomik potansiyele sahiptir. Bu bağlamda su yolu tercihinin hat çalışan gemiler için ana nedeni, gemi taşımacılığında program güvenilirliğinin çok önemli olmasına bağlanmaktadır [148]. Yabancı yatırımcıların çekiciliği ve ulaştırma hizmetleri pazarının gelişimi, hem nesnel hem de öznel nitelikte çok sayıda belirleyiciden kaynaklanmaktadır [149].

NSR'ye ilişkin olarak; ticari gemiciliğin kesinti ve gecikme risk değerlendirmesinin gerektirdiği zorluk üç yönlüdür. İlk olarak, verilerin kıt olması, alternatif nakliye rotalarına kıyasla riskleri hem tanımlamayı hem de nicelleştirmeyi zorlaştırmasıdır. İkinci olarak, tedarik zinciri yönetiminde artan karmaşıklık ile sonuçlanan küreselleşme süreci nedeniyle tedarik zinciri risk dağılımının belirlenmesinin zor olmasıdır. Tedarik zinciri ortakları arasında riske karşı tutum farklılığıdır. Üçüncüsü ise hem NSR hem de Süveyş rotaları için çevresel ve davranışsal belirsizliklerin geniş kapsamı ve yaygın doğası, risk konusunu karmaşık hale getirmesidir [149]. NSR için, buz mevsimi değişiklikleri ve Rusya'nın NSR altyapı gelişmelerine ve yabancı gemi geçişlerine yönelik gelecekteki politikası şu anda belirleyici belirsizlikler olarak görünmektedir. NSR' ye bağlı diğer belirsizlik ve risk ise, diğer faktörlerin yanı sıra, tehlike altındaki bir gemi için kurtarma ekiplerinin ve buzkıranların kısa süre içinde hazırlanması yardım almakta yaşayabileceği zorluklardır. Benzer olarak, gemi onarım tesisleri seyir rotasından binlerce kilometre uzakta olabilir [96]. Bering Boğazı ile Murmansk Limanı arasındaki yaklaşık 2500 deniz mili (NM) Sibirya kıyısı çoğunlukla ıssızdır, bu nedenle geminin farklı sebeplerle bir limana girme ya da bekleme yapması mümkün değildir [150]. Ancak Rusya, Kuzey Kutbu'nda, özellikle NSR boyunca, Kuzey Kutbu kara ve deniz bölgelerinde hava devriyelerinin sayısını artırarak bir erken uyarı sistemi kurmaktadır. 2014 yılında Rusya Federasyonu, Kuzey Kutbu'nda resmi olarak acil arama ve kurtarma operasyonları amacıyla dört deniz-hava üssü kurmuştur [151].

Arktik Okyanusu'nda seyir yapmak için, haritalama, izleme ve Arktik' teki gemi hareketlerinin kontrolü dahil olmak üzere bir dizi güvenlik sorununda iyileştirmeler gerektirmektedir [152]. Rotanın daha büyük bölümleri için emniyete yönelik elektronik haritalar (Vektör Harita) şu anda geliştirilmekte ve kullanıma sunulmaktadır. Bununla birlikte, beş kıyı ülkesi bölgesel bir hidrografik komisyon oluşturmuş olmasına rağmen, Arktik sularının %10'dan azı şu anda modern standartlara göre planlanmıştır [153]. Özellikle, haritaların olmaması, kaza olasılığını artıracak ve iyi haritaların eksikliği kesinlikle gemi ve yük sigortalıabilirliğini etkileyeceği düşünülmektedir.

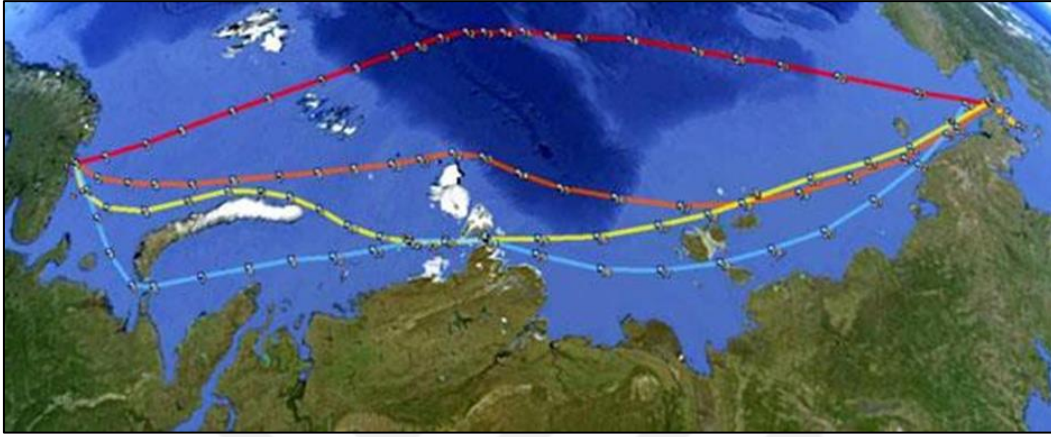
Yetersiz haritaların yanında seyir sistemleri ve hidrografik destek de kritik bir durumdur [154]. NSR'de tüm yıl boyunca rotayı ve gemi seyrini desteklemek için meteorolojik, oşinografik ve deniz buzu bilgilerini sağlayan çevresel izleme, gözlem ağları ve tahmin hizmetlerinin önemli ölçüde geliştirilmesi gerekmektedir [155]. NSR ayrıca buzdağı tespiti için gemilere gelişmiş seyir sistemlerinin kurulmasını gerektirecektir [150]. Örneğin, GPS ve Rus GLONASS sistemi tarafından sağlanan hassas uydu navigasyonu, uydu radyosu, telefaks ve veri iletişimi önemli ölçüde iyileşmiştir. Ancak, rota boyunca uydu kapsama alanı hala yetersiz ve eksiktir. Örneğin, rota boyunca küçük alanlar ve dar kanallar uydular tarafından hiç kapsanmamaktadır [153]. Aynı durum, tatmin edici olmayan radyo ve uydu iletişimleriyle ilgili olarak da rapor edilmiştir. Doğrudan gemiye uydu tarafından iletilen ayrıntılı gerçek zamanlı buz bilgilerinin sürekli gelişimi, gemilerin gelecekte yerel ve taktiksel seyirinin gerçekleştirilmesini gerçekçi bir şekilde sağlayabilir [122]. Deniz Operasyonları Karargahı (MOHQ) ile gemi arasındaki iletişim şu anda yalnızca Rus dilinde yapılmaktadır ve bu, NSR boyunca seyretmek isteyen Rus olmayan gemiler için çeşitli pratik engellerden birini oluşturmaktadır [122].

NSR ayrıca, gemilerin seyirinden (buzda seyir) sorumlu zabıtlar için yüksek düzeyde teknik eğitim gerektirmektedir [150]. Gemileri işletmek için Kuzey Kutbu seyir operasyonları için eğitilmiş deneyimli denizcilere ihtiyaç vardır [151]. Halihazırda bu tür aşırı koşullarda çalışmış olan denizciler, deneyimlerini emniyetli seyir gemi operasyonları için kullanmalarından dolayı geleneksel yollara göre daha yüksek ücretler elde edeceklerdir [150].

NRS' nin verimlilik analizi için önemli referans parametresi olan Süveyş rotası üzerindeki kıyı devletlerinin çoğu, gelişmekte olan ülkelerdir ve Orta Doğu siyasi olarak gergin bir

bölgedir. Süveyş Kanalı'ndaki gemilerin iş hacmi ve kuyruktaki gecikmeler hakkında tahminde bulunma konusunda çok az araştırma yapılmıştır [156].

NSR üzerinde buz durumuna geçişe elverişli su yollarına ait harita ve açıklamalar aşağıdadır.



Harita 3.14. NSR boyunca uzanan dört geçiş yolu [157]

Harita 3.14. Rota 1 (mavi), Rota 2 (sarı), Rota 3 (turuncu) ve Rota 4 (kırmızı) gösterilmiştir [134].

- Rota 1 (mavi, Kıyısız Rota) - Murmansk'dan Kara geçidi üzerinden Bering Boğazı'na oradan Güney Severnaya Zemlya ve Güney Yeni Sibirya Adaları.
- Rota 2 (sarı, Merkez Hat Rotası) - Murmansk'dan Novaya Zemlya'nın kuzeyinden Bering Boğazı'na oradan Güney Severnaya Zemlya ve Güney Yeni Sibirya Adaları.
- Rota 3 (turuncu, Transit Rota) - Murmansk'dan Novaya Zemlya'nın kuzeyinden Bering Boğazı'na oradan Severnaya Zemlya'nın kuzeyinden Severnaya Zemlya ve Güney Yeni Sibirya Adaları
- Rota 4 (kırmızı, Transaktrik Rota) - Murmansk'dan Novaya Zemlya'nın kuzeyinden Bering Boğazı'na Kuzey Kutbu'na yakın bölgeden yeni Sibirya Adaları'nın kuzeyine.

NSR'nin üzerindeki rotaların derinliği seyir üzerinde önemli bir belirleyicidir. Rus Kuzey Kutbu'nun kıta sahanlıkları alışılmadık derecede geniş ve sığ olup, NSR rota seçimini kısıtlayan draft sınırlamaları yaratmaktadır (Sakhuja 2012). Çizelge 2.10 NSR'nin her bir güzergahı için boğazların derinliğini göstermektedir.

Çizelge 3.9. NSR'nin her rotası için boğazların derinliği [118,154,155]

Rota	Boğaz	Derinlik (metre)
Rota 1	Kara Gate Boğazı	40 m
	Vilkitskiy Boğazı	100-200 m
	Sannikov Boğazı	12.5 m
	Long Boğazı	40-50 m
	Bering Boğazı	30-50 m
Rota 2	Vilkitskiy Boğazı	100-200 m
	Long Boğazı	40-50 m
	Bering Boğazı	30-50 m
Rota 3	Long Boğazı	40-50 m
	Bering Boğazı	30-50 m
Rota 4	Bering Boğazı	30-50 m

Çizelge 3.9'da özetle, Rota 1 için en sığ boğaz 12,5 m ve Rota 2, 3 ve 4 için en sığ boğazlar 30 m'dir. Ayrıca NSR' nin her rotasının mesafesinde farklıdır. NSR kapsamındaki rotaların mesafeleri aşağıda gösterilmektedir.

Çizelge 3.10. NSR'deki her rota için mesafe [157]

Rota	Mesafe (nm)
Rota 1	3048
Rota 2	2998
Rota 3	2892
Rota 4	2729

NSR'de gemiler için seyir sezonu, NSR'nin tam geçişleri için belirsizlikleri düşünüldüğünde durum oldukça heterojen bir hal almaktadır [158]. Ayrıca, bulut örtüsü, atmosferik sirkülasyon, yerel yüzey rüzgarları ve okyanus sıcaklığındaki doğal değişkenlik

nedeniyle Eylül buzunun kapsamı yıldan yıla büyük ölçüde değişebilmektedir [159, 160]. NSR'nin her iki ucu - güneybatı Kara Deniz ve güneybatı Çukçî Denizi, en hafif buz koşullarına sahip iken Doğu Sibiryâ Denizi açık ara farkla en zor buz koşullarına sahiptir. Bu nedenle, NSR'de yaz gemi seferleri, düzgün seyir olarak düşünülememekte ve gemilerin hızı yaz mevsimi boyunca her zaman sabit olamamaktadır.

Gemiler için seyir sezonu iki kategoriye ayrılabilir. Birinci kategori, Temmuz ve Ekim aylarındaki olumsuz buz koşulları, ikinci kategori ise Ağustos ve Eylül elverişli buz koşullarıdır. Diğer bir deyişle, seyir sezonunun %50'si uygun buz koşullarında, diğer %50'si ise olumsuzdur. Böylelikle gemi hızı sezon içindeki aya göre değişkenlik gösterir ve detaylı gemi maliyet hesabı yapılacağı zaman gözönünde bulundurulmalıdır.

3.7.3. Transpolar Deniz Rotası (Transpolar Sea Route) (TSR)

TSR, Arktik Okyanusu'nun merkezinden doğrudan geçen bir deniz geçididir. Bu nedenle daha fazla mesafe ve yakıt tasarrufu sağlar [127]. Bununla birlikte, Kuzey Kutbu çevresindeki buz koşulları bu rota için öngörülebilir bir gelecekte düzenli ulaşımın izin vermeyecektir.

TSR, Kuzey Kutbu nakliyesi için en doğrudan rotayı temsil etmekte, ancak çok yıllı buz, Kuzey Kutbu ulaşım ve gemi sefer sezonunun çoğu için zorlu bir engel olmaya devam ettiğinden, henüz önemli bir ticari ilgi çekmemiştir [161].

TSR'nin olumsuz iklim koşulları nedeniyle Kuzey Kutbu nakliyesi için öngörülebilir gelecekte uygun olmayan bir seçenek olmaya devam edeceği sonucuna varılmıştır. Ancak bazı yazarlar örneğin, Schøyen ve Bråthen daha olumlu bir sonuca varmaktadır [135].

Genel olarak, Arktik denizciliğine bakıldığında, NSR üzerinden yaz aylarında nakliye operasyonlarının şimdiden karlı olabileceği öngörülebilmektedir ancak destek ve ek nakliye rotası olarak iklim değişikliğinin de etkisi ile TSR'nin de olacağı beklenmektedir.

TSR, üç Arktik nakliye rotasının en kısasıdır. NWP ve NSR kıyı yolları olarak kabul edilirken, TSR, Kuzey Kutbu boyunca veya yakınında bir okyanus ortası rotasını temsil etmektedir. İklimsel belirsizlik ve sürekli değişen seyir ve deniz buzu koşulları nedeniyle TSR tek bir belirli rotayı takip edemez, çok sayıda olası seyir rotası boyunca varlığını sürdürmektedir. TSR, Arktik Okyanusu boyunca, NSR'ye daha yakın ancak Rusya Münhasır Ekonomik Bölgesi'nin (EEZ) dışında bir rota da dahil olmak üzere, kıyı dışı

değişken bir deniz yolunu temsil etmektedir. Deniz buzu koşullarındaki mevsimsel ve yıllık değişiklikler, TSR boyunca olası ulaşım ve gemi seyir rotalarının yeri ve boyutunu belirleyecektir. TSR gelecekte Arktik deniz taşımacılığında daha fazla esneklik sağlayacağı söylenebilir. Ayrıca kuzey denizcilik rotalarının gelişimi, olup olmayacağı değil, ne zaman olduğu sorusu bugün için en önemli sorudur.

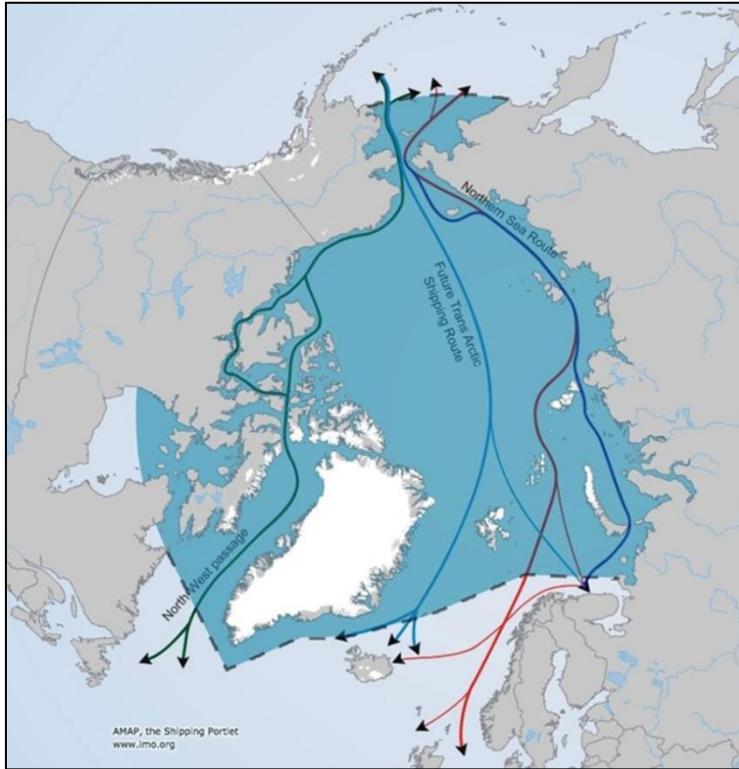
TSR, başta NSR olmak üzere NWR gibi kullanılan mevcut nakliye rotalarının yerini almayacak ya da alternatif olmayacak, bunun yerine tamamlayıcı olacak ve büyüyen bir nakliye hacmi için ek kapasite sağlayacaktır. Öngörülebilir gelecek için, herhangi bir projeksiyonda, Arktik seferleri sınırlı mevsimsel seyire imkan verse de dünya ticareti açısından dikkate alınmalıdır. Bununla birlikte, Arktik açık denizindeki hidrokarbon kaynaklarının ve ilgili ekonomik faaliyetlerin geliştirilmesi, Arktik ekonomisinin küresel ticaret modellerinde daha iyi bir entegrasyonu ile sonuçlanacaktır.

TSR yoluyla Kuzey Kutbu gemi ve denizcilik aktiviteleri iki ana IMO anlaşması olan SOLAS 1974 ve MARPOL 1973/1978 uyarınca düzenlenecektir. Ayrıca ek olarak COLREG 1972, Londra Sözleşmesi 1972 ve STCW Sözleşmesi 1978/1995 de eklenebilir [162-165].

DNV' nin yaptığı araştırmada, Arktik Okyanusu boyunca navigasyonun haritalama ve izleme açısından önemli iyileştirmeler gerektireceği sonucuna varılmıştır [166]. Kıyı devletlerinin uydu iletişimi ve acil müdahale ekipmanlarının yanı sıra “hava, buzlanma, dalgalar ve deniz buzu için gözlem ağları ve tahminleri” yetersiz kabul edilmiştir [166]. Ayrıca manyetik ve güneş olayları nedeniyle, 70°-72° Kuzey'in üzerindeki enlemlerde elektronik iletişim zorlukları yaşanmaktadır. Sınırlı bant genişliği ve bozulmuş Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) buna örnek olarak verilebilir. Bu durum TSR boyunca iletişim, navigasyon ve arama ve kurtarma için büyük bir zorluk olmaya devam edecektir [167]. Ek olarak, Arktik denizcilik operasyonları için altyapı ve destek hizmetlerinin eksikliği, güvenlik hususlarını artırmaktadır. Güvenli limanlarına (sığınma limanları) olan büyük mesafe ve bu limanlara sürüklenen buzdağları, TSR boyunca seyir zorluklarını şiddetlendirmektedir.

Bu konudaki iyileştirmeler, güvenlik ve altyapı sorunlarının ele alınmasında önemli bir adım olacak ve genel olarak Kuzey Kutbu denizciliğinin ve özel olarak TSR boyunca ekonomik öngörülebilirliğini artıracaktır.

TSR'nin rota olarak sıg Sibirya kıyı sahanlığını takip etmemesi, bu sebeple daha az draft kısıtlaması ve seyir zorluğu ile sonuçlanması çok önemli bir durum olarak ön plana çıkmaktadır. Gemilerin, Cape Dezhnev ile Galler Prensi Burnu arasındaki Bering Boğazı'nda çok dar bir boşluktan geçmesi gerekmektedir. Böylece 30-49 metre derinliğinde, 46 nm uzunluğundaki Bering Boğazı en büyük gemiler dışında tüm gemi tonajlarına izin verebilecektir.



Harita 3.15. TSR boyunca uzanan dört geçiş yolu [168]

Harita 3.15'te TSR'nin rotaları mavi renkte gösterilmektedir [168].

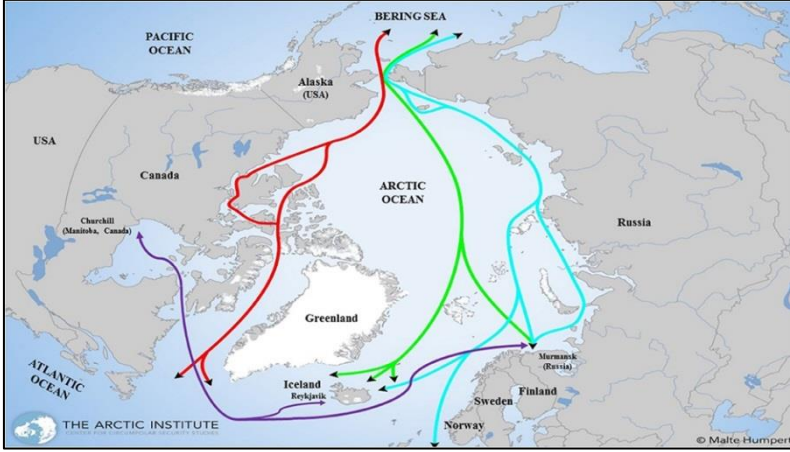
3.7.4. Kutup Köprüsü Rotası (Arctic Bridge Route) (ABR)

2007'de, "Arctic Bridge" adlı bir girişim, Murmansk ile Kanada'nın Churchill limanı, Manitoba arasında mevsimlik, 6700 kilometrelik bir deniz taşımacılığı rotası oluşturmayı öngörmüştür [169]. Arktik Köprüsü, Kanada'nın tek Arktik limanını Avrupa'ya bağlayan ve merkezi Kanada'dan tahıl ihracatını destekleyen önemli bir deniz yoludur. Hudson Körfezi'nin batı kıyısında 58° Kuzey enleminde yer alan Churchill Limanı, dört yükleme rıhtımı ve bir tanker rıhtımı bulunan uluslararası bir limandır ve Panamax sınıfı büyük gemileri (60000-80000 m) elleçleme kapasitesine sahiptir. Arktik Köprüsü tamamen

mevsimlik buzdan oluşmaktadır. Bu nedenle diğer rotalar ve bölgeler kadar önemli olmamasına rağmen Arktik köprüsünden yararlanan açık deniz gemilerinin, 4°C ısınma dahi sezon uzunluğuna etki etmekte ve rota, 4°C ısınmadan önceki durumuna göre PC7 (Kanada gemi buz sınıfı kodu) sınıfı gemiler için yıl boyunca navigasyonu kolaylaştırmaktadır [170].

Arktik rotalarla birlikte erişim kolaylığı ile ABR gerçekten göz ardı edilemez bir varlık haline gelmektedir. Hem Rusya hem de Kanada için gelişmiş bir ABR, son derece önemli pazarlara benzersiz ticari erişilebilirliği temsil edecektir. Rusya, Kuzey Amerika'ya, Kanada ise Avrasya ile sağlam bir bağlantı kuracaktır. Bu durum buzlar çözülmeye devam ettikçe tam bir fırsata dönüşecektir. Yine de rotanın tam potansiyeline ulaşmasından önce teknolojik, lojistik ve politik birçok zorluk bulunmaktadır. En büyük engellerden biri, iki limanı her iki ülkedeki lojistik ağlara bağlayan altyapının durumudur. Örneğin, Churchill limanı, Kanada'nın geri kalanına tek bir demiryolu hattı ile bağlıdır. Kuzey Kutbu'ndaki denizcilik sezonunu uzatan aynı küresel ısınma, Winnipeg-Churchill demiryolunun kuzey bölümünün çoğunun üzerine döşendiği permafrost'u da eritmektedir. Churchill'in ülkenin geri kalanıyla olan lojistik bağlarını geliştirmek için önemli yol inşaatına yatırım yapması gerekliliği doğmaktadır. Ayrıca tüm bölgenin daha iyi seyir ve hidrografik desteğine, arama ve kurtarma altyapısına ve Arktik Köprüsü trafik düzenlemelerine ihtiyacı bulunmaktadır. Bununla beraber Rusya tarafında da liman altyapısının önemli ölçüde modernizasyonuna ihtiyaç olduğunu, ancak Rusya Cumhurbaşkanı Vladimir Putin'in bu amaçlara ulaşmak için oldukça önemli politikalar yürürlüğe koymaktadır [171]. Rusya, Arktik Köprü rotasını geliştirmeye büyük ilgi göstermiştir. Eğer geliştirilirse (Kuzeybatı Rotası (NWP) ile birlikte), Avrupa ve Asya arasında önemli bir ticaret yolu olarak hizmet edebilmesi mümkün olacaktır.

Küçülen buz örtüsüne rağmen, Kuzey Kutbu denizcilik için tehlikeli bir yer olmaya devam etmekte ve bu da büyük denizcilik sigorta şirketlerini olası ABR seferlerini sigortalamakta oldukça isteksiz hale getirmektedir. Ayrıca bölge, buz kırma ihtiyacından dolayı komşu ülkelere ilave maliyet oluşturmaktadır. Maalesef Kanada ve Rusyanın bölge açısından politik ilişkileri de çok tatminkar değildir [171].



Harita 3.16. Arktik geçiş rotaları [172].

Harita 3.16’da Mor çizgi Arktik köprü rotasını göstermektedir [172].

Yukarıda detayları belirtilen Arktik rotalarının günümüzde deniz taşımacılığı için geleceğe dair özellikle mesafe ve maliyetler açısından önemli potansiyele sahip olduğu görülmektedir. NSR ve NWP rotaları özellikle Uzakdoğu ve Avrupa limanları ayrıca Amerika ve Avrupa limanları arasındaki mesafeleri kısaltmaları düzenli hat planlamasına kadar uzanabilecektir. Hatta gelecekte zaman ve maliyet açısından vazgeçilmez hale gelebilecektir. Özellikle küresel ısınma ve paralel etkisi olan buz kaybının devam etmesi bu rotaları daha kısa ve verimli hale getirmesi beklenmektedir. NSR ve NWP rotalarına kıyasla daha kısa olan Transpolar rotası özellikle yakıt harcamalarında oluşturabileceği tasarruf açısından ilgiliyi üzerine çekmesine rağmen yukarıda detaylı olarak bahsedildiği üzere sert buz koşulları bu rotanın yakın gelecekte tamamen kullanımının olmayacağı yönünde fikir vermektedir. Özellikle Kutup köprüsü rotası Rusya ve Kanada arasındaki en kısa taşımacılık ve ticaret yolunu oluşturmaktadır. Maalesef bu ülkelerin halihazırda çözülmesi gereken problemleri sebebiyle verimli çalışabileceği düşünülmemektedir. Ancak bu ülkeler bu rotanın hem deniz tarafındaki bileşenleriyle hem de kara tarafındaki alt yapı çalışmalarıyla gelişmesi yönünde yatırım ve siyasi irade ortaya koyarlarsa sadece Rusya Kanada arasında değil Uzakdoğu ve Amerika arasında da çok önemli bir yük transfer köprüsü olması beklenmektedir [171]. Rusyanın gelişmiş demiryolu ağı bu rota ile kombine taşımacılığa verimlilik ve maliyetler açısından pozitif bir etki oluşturabileceği düşünülmektedir.

4. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Bu çalışmada yeni Kuzey Kutup seyir rotalarının deniz ticaretine maliyetler açısından etkisini kıyaslamak için Fuzzy Logic (bulanık mantık) yöntemi entegre edilerek maliyet analiz kullanılmıştır.

4.1. Bulanık Mantık

Bulanık mantık hakkındaki ilk çalışma olan "Fuzzy Sets" başlıklı çalışma Azeri asıllı bir bilim adamı olan Prof. Dr. Lotfi A. Zadeh tarafından yapılmıştır. Zadeh, olasılık dağılımı ile tanımlanamayan, bulanık yani belirsiz durumlar için farklı bir matematiğe ihtiyaç duyulabileceğini ilk kez 1965 yılında belirtmiştir. İnsanların düşünce yapısında çoğunlukla kesinlik taşımayan belirsiz - bulanık ifadelerin yer aldığını belirten Zadeh, klasik mantıktaki 0 ve 1 gibi kesin rakamların yanı sıra, arada kalan birtakım değerlerin de göz önünde bulundurulması gerektiğini ortaya koymuştur. $[0,1]$ değer aralığında olayların belirli bir düzeyde gösterilebileceği ifade edilmiştir. Bulanık mantık teorisi ile birlikte özellikle insanların düşünce yapısındaki sözel verilerin işlenmesinde oldukça büyük gelişmeler sağlanmıştır. Aralık matematiği ve bulanık mantık kullanılarak oluşturulan bulanık sistemler sözel verilerden sayısal verilere geçişte bir köprü görevi görmektedir [173].

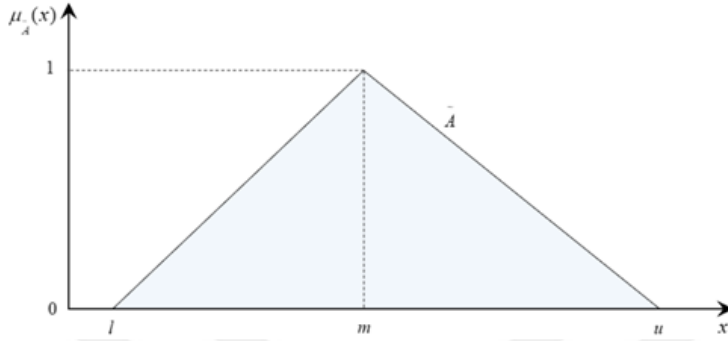
Kesin sayısal verilerle çalışıldığında klasik yöntemler kullanılabilen ancak belirsizlik ortamında ortaya çıkan sorunların çözümünde klasik yöntemler sağlıklı sonuçlar vermemektedir.

Son yıllarda, bulanık mantık tabanlı yöntemler belirsizlik ve nesnelliğin olduğu durumlarda, mühendislik, tıp ve biyoloji alanlarında olduğu gibi tarım ve hayvancılık alanında da başarılı bir şekilde uygulanmaktadır.

4.2. Bulanık Sayılar

Bulanık mantık kümeleri ve sayıları bulanık mantığı oluşturmaktadır. Bulanık kümelerin mantığın geleneksel kümelerinden farklılığı, geleneksel kümeler yaklaşımında kümenin bileşenleri ve elemanları ya kümeye dahildir (1) ya da küme dışıdır (0). Ancak Bulanık mantıkta kümeyi oluşturan bileşenlerin aitliği 0-1 arasında değişebilir. Kümeye aitlik

işlevlerini ve belirsizlik içeren verileri, yararlı verilere dönüştürmek için bulanık sayıları içeren üç ana faktörden oluşur. Şekil 4.1'de üçgen bulanık sayılar $\tilde{A} = (l, m, u)$ gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Üçgen bulanık sayının aitlik fonksiyonu

Tanım 1

$A \in F(R)$ bulanık sayı olarak kabul edilirse $\mu_A(x_0) = 1$ gibi ve herhangi $\alpha \in [0, 1]$ var olan $x_0 \in R$ için aşağıdaki şartları sağlar ise. $A_\alpha = [x, \mu_{A_\alpha}(x) \geq \alpha]$, $[0, 1]$ kapalı aralıktadır denilir. Burada $F(R)$ tüm bulanık kümeleri göstermektedir ve R reel sayılardır..

Tanım 2

Bulanık sayılar R 'de \tilde{A} olarak tanımlanır. Eğer kümeye aitlik fonksiyonu $\mu_A(x): R \rightarrow [0, 1]$ ise \tilde{A} bulanık kümesinin üçgen aitlik fonksiyonu Eş. 4.1 gibidir.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < l, \\ (x-l)/(m-l), & l \leq x \leq m, \\ (u-x)/(u-m), & m \leq x \leq u, \\ 0, & x > u. \end{cases} \quad (4.1)$$

\tilde{A} bulanık kümesinde $l \leq m \leq u$ olarak tanımlanan, l en küçük değerli, u en büyük değerli ve m iki değer arasında eleman olarak ifade edilmektedir. Ancak $l = m = u$ olduğunda, \tilde{A} bir bulanık küme değildir. Üçgen bulanık sayılar (l, m, u) olarak gösterilir.

\tilde{A} bulanık kümesinin üyeleri $\{x \in R \mid l < x < u\}$ şeklindedir [174].

İki üçgenli bulanık sayı kümeleri arasındaki işlemler için \tilde{A}_1 ve \tilde{A}_2 , $\tilde{A}_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ve

$\tilde{A}_2 = (l_2, m_2, u_2)$ tanımlı olsun. Buna göre bulanık kümelerdeki matematiksel hesap işlemi kuralları aşağıdaki gibidir. Eş. 4.2 - 4.3 - 4.4 - 4.5 - 4.6 - 4.7 gibidir [175].

$$\tilde{A}_1 \oplus \tilde{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) \oplus (l_2, m_2, u_2) = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (4.2)$$

$$\tilde{A}_1 \ominus \tilde{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) \ominus (l_2, m_2, u_2) = (l_1 - u_2, m_1 - m_2, u_1 - l_2) \quad (4.3)$$

$$\tilde{A}_1 \otimes \tilde{A}_2 = (l_1, m_1, m_1) \otimes (l_2, m_2, u_2) \approx (l_1 x l_2, m_1 x m_2, u_1 x u_2) \quad (4.4)$$

$$\frac{\tilde{A}_1}{\tilde{A}_2} = \frac{(l_1, m_1, m_1)}{(l_2, m_2, u_2)} \approx \left(\frac{l_1}{u_2}, \frac{m_1}{m_2}, \frac{u_1}{l_2} \right) \quad (4.5)$$

$$k \otimes \tilde{A}_1 = k \otimes (l_1, m_1, u_1) = (kx.l_1, kxm_1, kxu_1), \forall k > 0, k \in R \quad (4.6)$$

$$\left(\tilde{A}_1 \right)^{-1} = (l_1, m_1, u_1)^{-1} \approx (1/u_1, 1/m_1, 1/l_1) \quad (4.7)$$

Literatürde pek çok bulanık küme sayılarını durulaştırma yöntemleri bulunmaktadır. Çalışmamızda ağırlık merkezi durulaştırma metodu Center of Area (COA olan Best Nonfuzzy Performance (BNP) yöntemi kullanılmıştır [176, 177]. Bu yöntem en çok kullanılan durulaştırma yöntemlerinden birisidir. Ağırlık merkezi metodunda uygulanan kurallar ile elde edilen bütün çıkış bulanık kümeleri hesaplamaya katılır. Üçgen bulanık sayıları olarak tanımlandığında, bu durumda durulaştırma Eş. 4.8 gibidir.

$$BNP_i = l_i + \left[\frac{(u_i - l_i) + (m_i - l_i)}{3} \right], \forall i \quad (4.8)$$

4.3. Maliyet Benchmarking

Verilerin değerlendirildiği bir kıyaslama yöntemi olan “Benchmarking methodu” bir konu ile ilgili tahminin yapılabileceği en iyi popülasyonu tanımlamaktadır [178]. Kıyaslama yöntemi tüm endüstri ve hatta sosyal durumları değerlendirmemizde anahtar olabilir. Denizcilik endüstrisi açısından bakıldığında yöntemin kullanılacağı alana göre belirlenen verilerin birbirleriyle kıyaslanmasıdır. Bu çalışmada özet olarak Arktik suyolları ve geleneksel suyollarını kullanan ve belirlenmiş gemi modelleriyle limanlar arası seferin maliyeti OPEX, VOYEX ve CAPEX kapsamında kıyaslamasıdır. Böylelikle daha sonra en iyi fırsatların veya alternatiflerin belirlenmesine ve karar verilmesine yardımcı olabilecek güvenilir sonuçlara erişilmesini amaçlar.

4.4. Denizcilikte Maliyet Analizi

Denizcilikte maliyet analizi endüstrinin en önemli bileşenini oluşturmaktadır. Gemi alımı, satışı, ekonomik ömrü, navlunun şekillenmesi, hat planları gibi birçok konunun temelini oluşturmaktadır.

Çizelge 4.1. Gemi işletme maliyetlerinin bileşenleri açısından sınıflandırılması [179]

Gemi işletme maliyetlerinin bileşenleri açısından sınıflandırılması		
Sabit maliyetler		Değişken maliyetler
	Teknik sorumluluk	Ticari sorumluluk
Sermaye maliyetleri (CAPEX)	İşletme maliyetleri (OPEX)	Sefer maliyetleri (VOYEX)
Ana para Faiz + geri ödeme Komisyonlar Kar payı ödemeleri Amortisman	Personel ücretleri Kumanya Yedek parça Yağlama yağı Sigorta Tamir + bakım Sürvey Klaslama Sertifikalar Havuzlama Büro masrafları	Yakıt Liman ücretleri Kanal masrafları Boğaz geçiş masrafları Yükleme / Tahliye Komisyon Ekstra sigortalar Sürastarya / dispeç

Gemi işletmeciliğinde maliyet bileşenleri CAPEX, OPEX ve VOYEX olarak üç başlık altında toplanmaktadır. CAPEX, ana para, faiz ödemeleri, komisyon ve amortisman gibi önemli tutarların söz konusu olduğu maliyet başlığıdır. OPEX ise geminin işletilmesi esnasında ortaya çıkan, personel maaşları, yedek parça, yağlama yağı ve sigorta gibi birçok maliyet kalemine sahip olup, geminin çalıştığı bölge, gemi tipi gemi faktörlere göre değişkenlik göstermektedir. VOYEX, yakıt, liman, kanal geçiş ücretleri gibi kalemlerle gemi işletme maliyetlerinde çok önemli bir yere sahiptir. Özellikle yakıt maliyeti gelir hesaplamalarında armatör/donatan yada gemi işletmecisinin odaklandığı sefer bağlantı ve planlamasında dikkatle odaklandığı bir maliyet kalemidir. İşletme maliyetlerine ilişkin olarak geminin, donatan yada kiracı tarafından seferlik, zamanlı ve çıplak kiralama durumu maliyetleri ve akabinde sorumluluk paylaşımında farklılıklar oluşturmaktadır. Eğer çıplak kira sözleşmesi yapılmışsa CAPEX kapsamındaki maliyetler donatan sorumluluğunda

olmakla beraber OPEX ve VOYEX kapsamındaki maliyetler geminin kiracısının sorumluluğunda olup paralel olarak teknik ve ticari sorumluluk kiracıdır. Eğer gemi için zamanlı kira sözleşmesi yapıldıysa CAPEX, OPEX kapsamındaki maliyetler donatanda VOYEX' in içerdiği maliyetler kiracı sorumluluğundadır. Ayrıca geminin teknik kontrolü gemi sahibinde olmasına rağmen ticari açıdan kontrol kiracıdır. Sorumlulukların tek elde toplandığı model olarak düşünebileceğimiz seferlik bazda kiralamada tüm maliyet kalemleri ve sorumluluk donatandadır [179, 180,181].

Bu çalışmada oluşturan tablolar yukarıda bahsedilen gemi işletmeciliği maliyet unsurları dikkate alınarak hesaplanmıştır. Senaryolara ait tablolarda işletmesi donatan olarak kabul edilmiştir. Bu sebeple kira bedeli tablolarda yer almamış ancak yük bağlantıları için alınması beklenen broker desteği OPEX maliyetler altında değerlendirilmiştir. Ayrıca iletişim ve gemi güverte / makine bölümleri müstehlik malzeme ihtiyaçları da, bu maliyet başlığı altında değerlendirilmiştir. Gemi taşımacılığında öngörülmeven ama pratikte oluşabilecek maliyetler beklenmeyen maliyetler başlığı altında kabul edilmiştir. Tablolarda Süveyş ve bağlantılı Kızıldeniz geçişleri dikkate alınarak korsanlık riskine karşı alınacak tedbirler için de VOYEX maliyetine ekleme yapılmıştır. Capex maliyetlerimizde gemi hurda değeride değerlendirilerek bakış açısı genişletilmiştir.

Bir geminin nakit akışını oluşturan bileşenleri genel olarak aşağıda yer alan verilerle ifade edebiliriz Eş. 3.9 [178, 182]. Buna göre:

$$\sum N_{Nakit} = \sum F_{Navlun} + \sum T_{Time Charter} + \sum S_{Satış} + \sum H_{Hurda} - \sum O_{OpEx} - \sum V_{VoyEx} - \sum C_{CapEx} - \sum A_{Amortisman} \quad (4.9)$$

Burada;

N_{Nakit}	Nakit akışını,
F_{Navlun}	Navlun gelirini,
$T_{Time Charter}$	Time Charter gelirini,
$S_{Satış}$	Gemi satışından gelen gelirini,
H_{Hurda}	Gemi hurdaya gitmesi durumundaki gelirini,
O_{OpEx}	Geminin işletme maliyetlerini,
V_{VoyEx}	Geminin sefer maliyetlerini,

C_{CapEx} Geminin sermaye maliyetlerini,

$A_{Amortisman}$ Geminin amortisman maliyetlerini

ifade etmektedir. Ancak bu çalışmada, benchmark için sadece maliyet unsurları dikkate alınacaktır. Bu durumda bu maliyet kalemleri aşağıdaki denklem gibi olacaktır Eş. 4.10.

$$\sum M_{Maliyet} = \sum O_{OpEx} + \sum V_{VoyEx} + \sum C_{CapEx} \quad (4.10)$$

Burada;

$M_{Maliyet}$ Toplam maliyeti

O_{OpEx} Geminin işletme maliyetleri,

V_{VoyEx} Geminin sefer maliyetleri,

C_{CapEx} Geminin sermaye maliyetleri,

ifade etmektedir. Çalışmamızda üçgen tip-1 bulanık sayılar kullanıldığından, bu denklem bulanık olarak şu şekilde ifade edilmiştir Eş. 4.11;

$$\sum \tilde{M}_{Maliyet} = \sum \tilde{O}_{OpEx} + \sum \tilde{V}_{VoyEx} + \sum \tilde{C}_{CapEx} \quad (4.11)$$

Burada;

$\tilde{M}_{Maliyet}$ Bulanık toplam maliyeti

\tilde{O}_{OpEx} Bulanık geminin işletme maliyetleri,

\tilde{V}_{VoyEx} Bulanık geminin sefer maliyetleri,

\tilde{C}_{CapEx} Bulanık geminin sermaye maliyetleri,

ifade etmektedir. Ancak, her bir maliyetin ana kalemi ise aşağıdaki gibi detaylandırılabilir Eş. 4.12. Buna göre deterministik *Oepreasyon* ($OpEx$) maliyet kalemlerinin detayları;

$$\sum O_{OpEx} = \sum (a+b+c+d+e+f+g+h+i+j+k+l+m+n+o) \quad (4.12)$$

Burada;

- a* H&M Sigorta giderleri,
- b* P&I Sigorta giderleri,
- c* Sigorta hasar talepleri giderleri,
- d* Personel giderleri,
- e* Kumanya giderleri,
- f* Tamir ve bakım giderleri,
- g* Yedek parça giderleri,
- h* Depolama giderleri,
- i* Yağlar, yağlayıcılar ve kimyasallar giderleri,
- j* Klas In kuralları giderleri,
- k* Bayrak devletinin kuralları giderleri,
- l* İletişim giderleri,
- m* Yönetim giderleri giderleri,
- n* Kiralama masrafları giderleri,
- o* Beklenmeyen giderleri

ifade etmektedir. Bu maliyet kalemlerinin alt bileşenleri de bulunmaktadır. Ancak, bulanık *Oepreasyon (OpEx)* maliyet kalemlerinin detayları ise aşağıda verilmiştir Eş. 4.13; Buna göre;

$$\sum \tilde{O}_{OpEx} = \sum \left(\tilde{a} + \tilde{b} + \tilde{c} + \tilde{d} + \tilde{e} + \tilde{f} + \tilde{g} + \tilde{h} + \tilde{i} + \tilde{j} + \tilde{k} + \tilde{l} + \tilde{m} + \tilde{n} + \tilde{o} \right) \quad (4.13)$$

Burada;

- \tilde{a} Bulanık H&M Sigorta giderleri,
- \tilde{b} Bulanık P&I Sigorta giderleri,

\tilde{c} Bulanık Sigorta hasar talepleri giderleri,

\tilde{d} Bulanık Personel giderleri,

\tilde{e} Bulanık Kumanya giderleri,

\tilde{f} Bulanık Tamir ve bakım giderleri,

\tilde{g} Bulanık Yedek parça giderleri,

\tilde{h} Bulanık Depolama giderleri,

\tilde{i} Bulanık Yağlar, yağlayıcılar ve kimyasallar giderleri,

\tilde{j} Bulanık Klas In kuralları giderleri,

\tilde{k} Bulanık Bayrak devletinin kuralları giderleri,

\tilde{l} Bulanık İletişim giderleri,

\tilde{m} Bulanık Yönetim giderleri,

\tilde{n} Bulanık Kiralama masrafları,

\tilde{o} Bulanık Beklenmeyen Giderler

olarak ifade edilmektedir.

Diğer maliyet kalemlerinden olan Sefer ($VoyEx$) maliyet kalemlerinin detayları ise aşağıda verilmiştir Eş. 4.14; Buna göre;

$$\sum V_{VoyEx} = \sum (p+r+s+t+u) \quad (4.14)$$

Burada;

p Fuel Oil giderleri,

r Sefer giderleri,

- s Kanal geçiş giderleri,
- t Yük elleçleme giderleri,
- u Diğer masrafları

ifade etmektedir. Bu maliyet kalemlerinin alt bileşenleri de bulunmaktadır. Ancak, bulanık *Sefer* (*VoyEx*) maliyet kalemlerinin detayları ise aşağıda verilmiştir Eş. 4.15. Buna göre;

$$\sum \tilde{V}_{VoyEx} = \sum (\tilde{p} + \tilde{r} + \tilde{s} + \tilde{t} + \tilde{u}) \quad (4.15)$$

Burada;

- \tilde{p} Bulanık Fuel Oil giderleri,
- \tilde{r} Bulanık Sefer giderleri,
- \tilde{s} Bulanık Kanal geçiş giderleri,
- \tilde{t} Bulanık Yük elleçleme giderleri,
- \tilde{u} Bulanık Diğer masraflar

Çalışmada maliyet analizleri yukarıda ayrıntılandırılan temelde kurgulanmıştır [178].

5. ARAŞTIRMANIN BULGULARI

Bu çalışmada seçilen limanlar ve rotalar hem aktif olarak kullanılan rotalar hemde Los Angeles Lizbon ve Yokohoma Lizbon gibi hangi rotanın maliyet açısından uygunluğu konusunda çok az ya da hiç çalışma olmayan rotalardır.

Analiz ve değerlendirmesini yaptığımız rotalar aşağıda belirtilmiştir.

- Shanghai - Hamburg - Süveyş Kanal
- Yokohama - Hamburg - Süveyş Kanal
- Los Angeles - Hamburg - Panama Kanal
- Yokohama - Lizbon - Süveyş Kanal

Bu rotalara ait tüm detaylar ve maliyet unsurları aşağıda bulunan Çizelge 5.3, Çizelge 5.4, Çizelge 5.5, Çizelge 5.6 kapsamında sunulmuştur. Çizelgede bulunan veriler, daha önce yapılmış çalışmalar, makaleler, kurumların halka açık verileri ve görüşülmüş denizcilik firmalarının ve sektör uzmanlarının paylaştığı verilerden derlenmiştir. Bu çalışmada maliyet analizleri ve kıyaslamaları yapılan rotalarda seyreden gemiler olarak referans aldığımız gemi modelleri ve detayları aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 5.1. Çalışmada maliyet analizinde kullanılan kargo gemisinin özellikleri [183]

Geminin Özellikleri	Değerler
Gross ton GRT	9611
Net ton NRT	4260
Deadweight ton DWT	12672
Süveyş kanal Net Ton, SCNT 2	12915
Draft	8
Seyir Hızı	14
Gram fuel her kwh	190
Power in kw	5400
Ton fueloil her gün için 12 knotta	15,5
Ton fueloil her gün için 14 knotta	24,5

Çizelge 5.2. Çalışmada maliyet analizinde kullanılan Polar Sınıf GL E3 konteyner gemisinin özellikleri [184]

Geminin Özellikleri	Değerler
Gross ton GRT	39941
Net ton NRT	24458
Deadweight ton DWT	50790
TEU	4000
Süveyş kanal Net Ton, SCNT 2	57387
Draft	12,6
Seyir Hızı	23
Gram fuel her kwh	190
Power in kw	36515
Ton fueloil her gün için 14 knotta	80
Ton fueloil her gün için 23 knotta	100

5.1. Shanghai- Hamburg Rotası

Bu senaryoda OPEX, VOYEX, CAPEX ve mesafe verilerinin girişinin yapıldığı Çizelge 5.3'de konteyner gemisi (4000 TEU) kullanılmış olup, Shanghai ve Hamburg arasında NSR, NWP ve Süveyş kanalı rotalarında 1 Mayıs - 1 Ekim arası toplamda 180 günlük seyir öngörülmüş ve OPEX, VOYEX, CAPEX kapsamında maliyetler ve mesafeler açısından incelenmiştir. NSR, NWP içi ve dışı mesafeler benzer çalışma ve mesafe hesaplayıcı üzerinden NSR (2700 nm - 5534 nm), NWP (3000 nm - 5580 nm) ve Süveyş kanal için ise 10857 nm alınmıştır [158, 159]. Çalışmada, denizcilik firmalarından alınan değerler dikkate alınarak NSR ve NWP içinde yakıt harcamı 50 ton /gün, dışında ise 120 ton/gün kabul edilmiştir. Yakıt fiyatının belirlenmesinde güncel piyasa fiyatlandırmalarının takip edildiği Marine online haber sitesi üzerinden değerler kullanılmıştır [184]. Süveyş ve Panama kanalları için H&M sigorta değeri 600 usd/gün, P&I sigorta değeri ise 330 usd/gün olarak değerlendirilmiştir. Ancak NSR ve NWP için uzlaşmış bir değer olmamasından dolayı %18 fazlası hesaplanmıştır. Oluşabilecek hasarlara ilişkin olarak 50.000 usd sabit değeri dikkate alınmıştır. Personel maaşları olarak konu ilgili çalışmalar ve denizcilik firmarından alınan değerler dikkate alınmış olup, Arktik bölgede çalışacak personel için %10 ek maaş tazminatı ve sigorta gideri maaşının %35' i oranında alınmıştır [20]. Denizcilik firmalarından alınan bilgi doğrultusunda toplam gemi personelinin 6 aylık

eğitim ve sağlık giderleri olarak 4500 usd kabul edilmiştir. Personelin kumanya gideri olarak denizcilik firmalarından alınan bilgi kullanılmıştır ki firmalar 8,5 usd/kişi gün de mutabıklardır. Ayrıca NSR, NWP'nin iklim koşulları gözönünde bulundurularak ek 1 usd /kişi gün belirlenmiştir. 6 ay içinde geminin muhtemel bakım gün sayısı, NRS/NWP rotaları boyunca 5 gün, Suveyş kanal rotası boyunca 3 gün olarak kabul edilmiştir. Deniz boyası reterci firmaları ile yapılan görüşmede, gemide kullanılacak boyanın litre fiyatı 1,75 usd olarak belirlenmiş ve 6 ay için NSR, NWP rotaları boyunca aylık kullanım 2520 lt, Süveyş kanal rotası boyunca 3420 litre kabul edilmiştir. Yedek parça maliyetleri konusunda net bir değer olmamakla birlikte denizcilik firmalarından alınan ve geçmiş yılları yansıtan değerler dikkate alındığında NSR ve NWP rota kullanımında 6 aylık periyot için 64000 usd Süveyş ve Panama kanal rotası için 62500 usd olarak kabul edilmiştir. İletişim maliyetleri değişkenlik göstermekle beraber denizcilik firmalarının geçmiş dönem harcamaları dikkate alındığında 6 aylık süre için 30000 usd olarak kabul edilmiştir. Yapılan alışmalar ve denizcilik firmalarının gemilerindeki harcamalar dikkate alınarak limanda, yükleme/tahliye operasyonu ve liman dışı beklemeleerde 6 ton/gün olarak alınmıştır. Liman cretleri limana göre ve operasyonun süresine göre değişiklik göstermekle beraber her liman için 70000 usd kabul edilmiştir. NSR geçiş creti bölge ilgili çalışmalarda sabit bir hesaplama kıstası olmadığı ve pazarlığa tabi olduğu için, creti 23-40 usd /net tonaj olmasından dolayı 30 usd/net tonaj olarak alınmıştır [175]. Her liman için elleçleme ve bağlama creti 20000 usd kabul edilmiştir. Geminin hurda ton değerini ortalama 400 usd ve değerini ortalama 50 000 000 usd olarak dikkate alınmıştır. TEU taşıma navlun değerini son 1 yılda anormal değişiklik göstermekle birlikte denizcilik firmalarından alınan bilgiler ve Searate piyasa fiyatlaması sitesinden alınan bilgiler doğrultusunda değerlendirilmiştir [185,186,187].

Çizelge 5.3. Shanghai - Hamburg rotası

	NSR (l, m, u)	NWP (l, m, u)	Süveyş Kanalı (l, m, u)
Rotanın Özellikleri			
Mesafe			
Mesafeler Deniz milidir (nm)			(10.750, 10.857, 11.100)
NSR ve NWP içinde mesafe nm	(2.680, 2.700, 2.730)	(2.860, 3.000, 3.030)	
NSR ve NWP dışında mesafe	(5.500, 5.534, 5.750)	(5.470, 5.500, 5.650)	
Toplam	(8.180, 8.234, 8.480)	(8330, 8500, 8680)	(10.750, 10.857, 11.100)
Hız			
Ortalama seyir hızı NSR / NWP içinde, knots	(13.0, 14.0, 14.7)	(13.0, 14.0, 14,5)	
Ortalama seyir hızı NSR / NWP dışında, knots	(21.0, 23.0, 23.7)	(21.0, 23.0, 23,8)	(21.0, 23.0, 23,8)
Ortalama Hız	(18,4, 19,0, 19,8)	(17,3, 18,7, 19,6)	(21.0, 23.0, 23,8)
Sefer Günü			
NSR ve NWP içinde gün	(7.6, 8.0, 8.8)	(8.2, 8.9, 9.7)	
NSR ve NWP dışında gün	(9.7, 10.0, 11.4)	(9.6, 10.0, 11,2)	(19.0, 19.7, 22.0)
Bekleme/Durma bakım dahil gün sayısı/sefer	(5.0, 7.0, 8.0)	(5.0, 7.0, 8.0)	(9.5, 11.0, 13.0)
Liman süresi (her liman için)	(1.0, 1.3, 1.5)	(1.0, 1.3, 1.6)	(1.0, 1.3, 1.5)
Süveyş Kanal gecikmeleri, her sefer için (gün)			(1.50, 2.0, 3.0)
Toplam	(24.7, 26.3, 28.2)	(24.6, 27.1, 29.5)	(31.5, 33,9, 38,8)
Sefer Sayısı			
1 Mayıs-1 Ekim boyunca toplam muhtemel segment	(6.4, 6.8, 6.6)	(6.1, 6.6, 7.3)	(4.6, 5.3, 5.7)
Durulaştırılmış sefer sayısı	6.50	6.70	5.20
Sefer Maliyetleri (VOYEX)			
Fuel Oil			
NSR & NWP içinde 14 knots yakıt harcamı ton/gün	(49, 50, 51)	(49.0, 50.0, 51.0)	
NSR & NWP dışında 23 knots yakıt harcamı ton/gün	(118.0, 120.0, 122.0)	(117.6, 120.0, 122.4)	(117.6, 120.0, 122.4)
Limanda LSIFO 380 harcamı ton	(5,8, 6.0, 8.0)	(5.8, 6.0, 8.0)	(5.82, 6.0, 8.0)
Bekleme Yakıt fiyatı, LSIFO 380, usd /ton	(5.8, 6.0, 6.2)	(5.8, 6.0, 6.8)	(5.82, 6.0, 6.2)
Toplam	(178.2, 182.0 187.6)	(178.4, 182.0, 187.5)	(129.2, 132.0, 136.6)
Yakıt fiyatı, LSIFO 380, usd/t	559.5	559.5	559.5
Taşıman TEU			
Herseferde Taşıman TEU, batıya doğru	(3.000, 3.400, 3.600)	(3.000, 3.400, 3.600)	3765,00 3915,00 4000,00
Toplam taşıman TEU (8,23-7,86-5,86 sefer 180 gün)	(19.542, 22.148, 23.450)	(20.113, 22.795, 24.136)	(19.686, 20471, 20.915)

Çizelge 5.3. (Devam) Shanghai - Hamburg rotası

	NSR (l, m, u)	NWP (l, m, u)	Süveyş Kanalı (l, m, u)
İşletme Maliyetleri (OPEX)			
H&M Sigorta			
H&M sigorta usd, 6 aylık			(102.000, 108.000, 125.000)
Arttırılmış(%18) H&M sigorta usd, 6 Ay	(120.000, 127.440, 140.000)	(120.000, 127.440, 140.000)	
P&I Sigorta			
P&I sigorta, usd, 6 aylık			(55.000, 59.400, 64.000)
(%18) Arttırılmış P&I sigorta, usd, 6 aylık	(58.000, 63.000, 70.000)	(58.000, 63.000, 70.000)	
Sigorta hasar talepleri			
Oluşabilecek hasarlar için usd, 6 aylık	(40.000, 50.000, 70.000)	(40.000, 50.000, 70.000)	(40.000, 50.000, 70.000)
Personel			
Maaş usd, 6 aylık	(700.000, 701.250, 770.000)	(700.000, 701.250, 770.000)	(635.000, 637.500, 680.000)
Sigorta usd, 6 aylık	(240.000, 245.438, 300.000)	(240.000, 245.438, 300.000)	(220.000, 223.125, 272.000)
Eğitim usd, 6 aylık	(3.500, 4.500, 6.000)	(3.500, 4.500, 6.000)	(3.500, 4.500, 6.000)
Sağlık gideriusd, 6 aylık	(4.000, 4.500, 5.000)	(4.000, 4.500, 5.000)	(4.000, 4.500, 5.000)
Gemiye katılış-ayrılış gideri usd, 6 aylık	(650, 750, 850)	(650, 750, 850)	(650, 750, 850)
Kumanya			
Kumanya usd, 6 aylık	(33.000, 35.910, 45.000)	(33.000, 35.910, 45.000)	(30.000, 32.130, 36.000)
Tamir ve bakım			
Bakım, 6 ay içindeki gün sayısı	(3.0, 5.0, 6.0)	(3.0, 5.0, 7.0)	(2.0, 3.0, 4.0)
Bakım(teknik servis),usd, 6 aylık	(20.000, 50.000, 70.000)	(20.000, 50.000, 70.000)	(20.000, 50.000, 70.000)
Boya Gideri usd, 6 aylık	(4.095, 4.410, 4.725)	(4.095, 4.410, 4.725)	(5.670, 5.985, 6.300)
Yedek parça			
PMS' e göre bakım sırasında kullanılan yedek parça usd, 6 aylık	(60.000, 64.000, 75.000)	(60.000, 64.000, 75.000)	(60.000, 62.500, 70.000)
Depolama			
Müstehlik Malzeme usd 6 aylık	(11.000, 12.500, 13.000)	(11.000, 12.500, 13.000)	(11.000, 12.500, 13.000)
Güverte malzeme gideri usd 6 aylık	(5.500, 6.000, 9.000)	(5.500, 6.000, 9.000)	(5.500, 6.000, 9.000)
Yağlar, yağlayıcılar ve kimyasallar			
Ana ve yardımcı makine yağ, 6 aylık	(65.000, 78.000, 90.000)	(65.000, 78.000, 90.000)	(65.000, 78.000, 90.000)
Gres türü Güverte ekipmanu yağlayıcılar, 6 aylık	(4.000, 5.000, 5.500)	(4.000, 5.000, 5.500)	(4.000, 5.000, 5.500)
Temizlik amaçlı kimyasallar usd 6 aylık	(9.000, 10.000, 13.000)	(9.000, 10.000, 13.000)	(9.000, 10.000, 13.000)

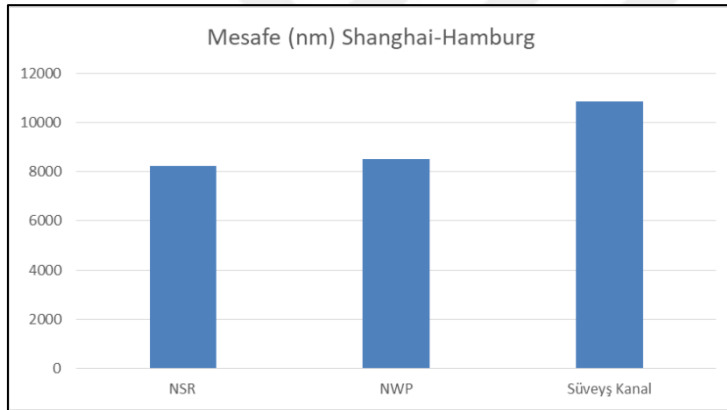
Çizelge 5.3. (Devam) Shanghai - Hamburg rotası

	NSR (l, m, u)	NWP (l, m, u)	Süveyş Kanalı (l, m, u)
Klas In kuralları			
<i>Klass doküman + 6 aylık standart ücret usd</i>	(20.000, 23.400, 25.000)	(20.000, 23.400, 25.000)	(20.000, 23.400, 25.000)
Bayrak devletinin kuralları			
<i>Sörvey usd 6 aylık</i>	(6.000, 6.600, 8.000)	(6.000, 6.600, 8.000)	(6.000, 6.600, 8.000)
İletişim			
<i>Satcom ve İnternet (Vsat) 6 aylık</i>	(25.000, 30.000, 35.000)	(25.000, 30.000, 35.000)	(25.000, 30.000, 35.000)
Yönetim giderleri			
<i>Teknik danışmanlık, 6 aylık</i>	(700, 1.000, 1.200)	(700, 1.000, 1.200)	(700, 1.000, 1.200)
<i>Ofis giderleri usd 6 aylık</i>	(68.000, 70.000, 75.000)	(68.000, 70.000, 75.000)	(68.000, 70.000, 75.000)
<i>Kira, elektrik, su, doğal gaz vb giderler 6 aylık</i>	(28.000, 3.0000, 35.000)	(28.000, 3.0000, 35.000)	(28.000, 3.0000, 35.000)
Kiralama masrafları			
<i>Brokerlik gideri usd 6 aylık</i>	(45.000, 50.000, 55.000)	(45.000, 50.000, 55.000)	(45.000, 50.000, 55.000)
Beklenmeyen Giderler			
<i>Öngörülemeyen gider usd 6 aylık</i>	(15.000, 20.000, 25.000)	(15.000, 20.000, 25.000)	(15.000, 20.000, 25.000)
Toplam İşletme Maliyetleri (OPEX)	(1.632.448, 1.693.703, 1.901.781)	(1.576.948, 1.693.203, 1.847.282)	(1.467.022, 1.579.893, 1.823.354)
Sefer Maliyetleri (VOYEX)			
Fuel Oil			
<i>NSR & NWP içinde 14 knots 6 aylık yakıt harcamı</i>	(1.356.593, 1.464.339, 2.732.340)	(1.510.578, 1.674.604, 1.857.883)	
<i>NSR & NWP dışında 23 knots 6 aylık yakıt harcamı</i>	(4.404.819, 4.457.526, 4.949.099)	(4.349.034, 4.470.232, 4.966.649)	(6.502.173, 6.904.851, 7.886.353)
<i>Limanda LSIFO 380 yakıtı 6 aylık harcamı</i>	(42.423, 54.469, 87.470)	(43.663, 56.267, 90.027)	(34.053, 43.883, 70.212)
<i>Bekleme süreleri 6 aylık LSIFO 380,yakıt harcamı</i>	(106.057, 153.072, 180.188)	(109.157, 157.547, 185.455)	(187.291, 228.190, 289.275)
Liman Ücretleri			
<i>Ortalama Liman toplam ücreti 6 aylık</i>	(900.000, 960.000, 1.200.000)	(780.000, 840.000, 1.000.000)	(660.000, 720.000, 900.000)
Kanal Geçiş Ücretleri			
<i>Süveyş Kannal geçiş 6 aylık</i>			(780.000, 791.950, 850.000)
<i>NSR Geçiş Buz kıran yardımı dahil 30 usd/ ton</i>	(700.000, 733.740, 900.000)		
Yük Elleçleme			
<i>Konteyner Bağlama/ yükleme</i>	(300.000, 329.200, 350.000)	(300.000, 314.400, 350.000)	(200.400, 234.400, 270.000)
<i>Kızıl Deniz geçiş için silahlı koruma 6 aylık</i>			(240.000, 270.000, 360.000)
<i>Limana acent gideri 6 aylık usd</i>	(50.000, 52.979, 55.000)	(50.000, 523.458, 55.000)	(40.000, 41.744, 45.000)
Toplam Sefer Maliyetleri (VOYEX)	(7.599.434, 8.131.717, 10.594.389)	(7.017.813, 7.581.479, 8.665.428)	(8.643.518, 9.235.104, 10.670.840)

Çizelge 5.3. (Devam) Shanghai - Hamburg rotası

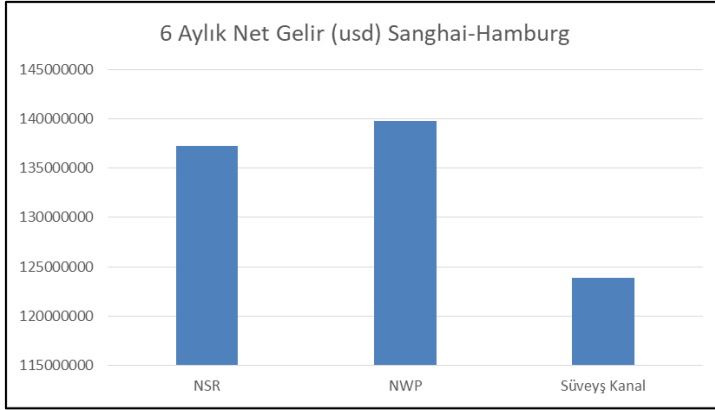
	NSR (l, m, u)	NWP (l, m, u)	Süveyş Kanalı (l, m, u)
Sermaye Maliyetleri (CAPEX)			
Gemin hurda fiyatı			
<i>Hurda fiyatı</i>	(4.750.000, 5.000.000, 5.250.000)	(4.750.000, 5.000.000, 5.250.000)	(4.750.000, 5.000.000, 5.250.000)
<i>Amortisman gideri 6 aylık</i>	(800.000, 900.000, 1.000.000)	(800.000, 900.000, 1.000.000)	(800.000, 900.000, 1.000.000)
Geminin Satış Fiyatı			
<i>Değeri</i>	40.000.000	50.000.000	65.000.000
Toplam Gider			
<i>Toplam İşletme Maliyetleri (OPEX)</i>	(1.585.448, 1.693.703, 1.946.281)	(1.558.544, 1.693.203, 1.946.282)	(1.477.522, 1.579.893, 1.911.354)
<i>Toplam Sefer Maliyetleri (VOYEX)</i>	(7.599.434, 8.131.717, 10.594.389)	(7.017.813, 7.581.479, 8.665.428)	(8.643.518, 9.235.104, 10.670.840)
Toplam Sermaye Maliyetleri (CAPEX)	(800.000, 900.000, 1.000.000)	(800.000, 900.000, 1.000.000)	(800.000, 900.000, 1.000.000)
Toplam Maliyet	(9.984.882, 10.725.420, 13.540.670)	(9.403.261, 10.174.682, 11.611.710)	(10.921.040, 11.714.997, 13.582.194)
Durulaştırmış Toplam Maliyet	11.416.990	10.396.551	12.072.744
Sefer Sayısı			
<i>1 Mayıs-1 Ekim toplam muhtemel segmen</i>	6,50	6,70	5,20
Birim Sefer Maliyet	(1.532.837, 1.646.521, 2.078.706)	(1.402.550, 1.517.612, 1.731.953)	(2.088.631, 2.240.474, 2.597.573)
Durulaştırmış Birim Sefer Maliyet	1.752.688	1.550.705	2.308.893
1TEU Getirisi	(5.500, 6.500, 8.000)	(5.500, 6.500, 8.000)	(5.500, 6.500, 8.000)
Toplam TEU getiri 6 ay	(107.480.835, 143.959.179, 187.602.911)	(110.622.640, 148.167.293, 193.086.789)	(108.275.428, 133.059.952, 167.321.680)
Durulaştırma	146.347.642	150.625.574	136.219.020
Net Gelir	(93.940.164, 133.233.759, 177.618.029)	(99.010.930, 137.992.611, 183.683.528)	(94.693.234, 121.344.954, 156.400.640)
Durulaştırmış Net Gelir	134.930.651	140.229.023	124.146.276

Şekil 5.1'e göre; NSR ve NWP rotasının toplam mesafesinin Süveyş kanal rotasının mesafesinden yaklaşık 2400-2600 nm daha az olması 180 günlük süreçte 1,30-1,50 kadar fazla sefer sayısına ulaştığı görülmüştür. Ayrıca Kuzey geçitlerindeki liman ve bekleme süreleri dahil olarak seyir süresi Süveyş kanalı rotasından ortalama 6,80-7,60 gün daha kısa olduğu görülmektedir. Çizelgeye göre NSR rotası 6 aylık periyotta Süveyş kanal rotasına göre yaklaşık 10,5 milyon usd daha kazançlı olduğu düşünülmektedir. Şekil 5.2'de NWP rotasında kanal geçiş ücretinin olmaması karlılık açısından avantaj olarak görünse de seyir koşullarının NSR' ye nazaran çetin olması ve geminin bu bölgede geçireceği süreyi de göz önünde bulundurursak Çizelge 5.3'de bulunan bekleme süresi, tamir, bakım ve hatta yedek parça maliyetlerinde yükselme olasılığı konusunda pozitif düşündürmektedir. Şekil 5.3'de yapılan toplam maliyet değerlendirmesinde NSR ve Süveyş kanalı rota maliyetleri birbirine yakın olsa da NSR' de sefer yapan geminin 1,30 fazla sefer yapmasının karlılığı arttırdığı Çizelge 5.3'de görülmektedir.



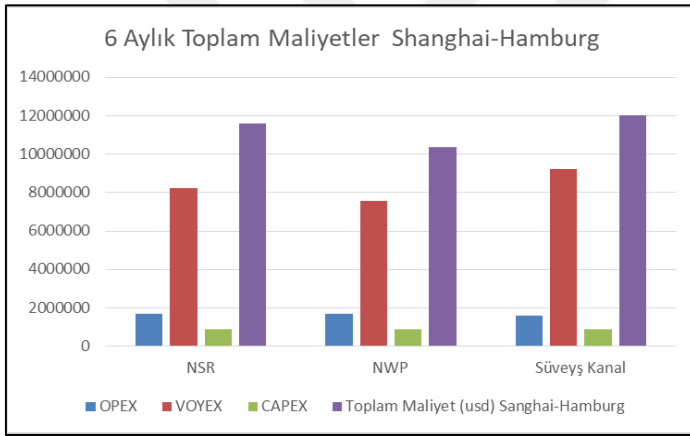
Şekil 5.1. Shanghai- Hamburg rotası mesafe

Şekil 5.1'de Arktik rotaların ve Süveyş kanala rotalarının mesafelerini karşılaştırmalı olarak gösterilmekte olup Arktik rotaların mesafe avantajını ortaya koymaktadır.



Şekil 5.2. Shanghai- Hamburg rotası net gelir

Şekil 5.2’de Arktik rotalar ile geleneksel rotalardan olan Süveyş rotası arasındaki karlılık farkı görülmektedir.



Şekil 5.3. Shanghai-Hamburg rotası toplam maliyetler

Şekil 5.3’te hem Arktik hem de geleneksel rotalardan olan Süveyş kanal rotasının OPEX, VOYEX ve CAPEX maliyet kalemleri ve toplamaların kıyaslanması yapılmıştır. Maliyet kalemlerinden hangisinin baskın olduğu konusunda fikir vermektedir.

5.2. Yokohoma- Hamburg Rotası

Bu senaryoda OPEX, VOYEX, CAPEX ve mesafe verilerinin girişinin yapıldığı Çizelge 5.4’de Kargo Gemisi (12672 DWT) kullanılmış olup Yokohoma ve Hamburg arasında NSR, NWP ve Süveyş kanalı rotalarında 1 Mayıs - 1 Ekim arası toplamda 180 günlük seyir öngörülmüştür ve OPEX, VOYEX, CAPEX kapsamında maliyetler ve mesafeler açısından incelenmiştir. NSR, NWP içi ve dışı mesafeler benzer çalışma ve mesafe hesaplayıcı üzerinden NSR (2200 nm - 5500 nm), NWP (3000 nm - 50000 nm) ve Süveyş kanal için ise 11430 nm alınmıştır [158, 159]. Çalışmada, denizcilik firmalarından alınan

değerler dikkate alınarak NSR ve NWP içinde yakıt harcamı 15,5 ton/gün, dışında ise 24,5 ton/gün kabul edilmiştir. Yakıt fiyatının belirlenmesinde güncel piyasa fiyatlandırmalarının takip edildiği Marine online haber sitesi üzerinden değerler kullanılmıştır [160]. Süveyş ve Panama kanalları için H&M sigorta değeri 600 usd/gün, P&I sigorta değeri ise 330 usd/gün olarak değerlendirilmiştir. Ancak NSR ve NWP için uzlaşmış bir değer olmamasından dolayı %18 fazlası dikkate alınmıştır. Oluşabilecek hasarlara ilişkin olarak 20000 usd sabit değeri dikkate alınmıştır. Personel maaşları olarak, konu ilgili çalışmalar ve denizcilik firmarından alınan değerler dikkate alınmış olup, Arktik bölgede çalışacak personel için %10 ek maaş tazminatı ve sigorta gideri maaşının %35' i oranında alınmıştır [20]. Denizcilik firmalarından alınan bilgi doğrultusunda toplam gemi personelinin 6 aylık eğitim ve sağlık giderleri olarak 4500 er usd kabul edilmiştir. Personelin kumanya gideri olarak denizcilik firmalarından alınan bilgi ki firmalar 8,5 usd/kişi gün de mutabıklardır. Ayrıca NSR, NWP ' nin iklim koşulları gözönünde bulundurarak ek 1 usd /kişi gün belirlenmiştir. 6 ay içinde geminin muhtemel bakım gün sayısı, NRS / NWP rotaları boyunca 5 gün, Süveyş kanal rotası boyunca 3 gün olarak kabul edilmiştir. Deniz boyası üretici firmalar ile yapılan görüşmede, gemide kullanılacak boyanın litre fiyatı 1,75 usd olarak belirlenmiş ve 6 ay için NSR, NWP rotaları boyunca aylık kullanım 2520 lt, Süveyş kanal rotası boyunca 3420 litre kabul edilmiştir. Yedek parça maliyetleri konusunda net bir değer olmamakla birlikte denizcilik firmalarından alınan ve geçmiş yılları yansıtan değerler dikkate alındığında NSR ve NWP rota kullanımında 6 aylık periyot için 64000 usd Süveyş ve Panama kanal rotası için 62500 usd olarak kabul edilmiştir. İletişim maliyetleri değişkenlik göstermekle beraber denizcilik firmalarının geçmiş dönem harcamaları dikkate alındığında 6 aylık süre için 30000 usd olarak kabul edilmiştir. Yapılan çalışmalar ve denizcilik firmalarının gemilerindeki harcamalar dikkate alınan limanda, yükleme/tahliye operasyonunun 4 ton/gün ve liman dışı beklemelerde 2 ton/gün olarak alınmıştır. Liman ücretleri limana göre ve operasyonun süresine göre değişiklik göstermekle beraber her liman için 35000 usd kabul edilmiştir. NSR geçiş ücreti bölge ile ilgili çalışmalarda sabit bir hesaplama kıstası olmadığı ve pazarlığa tabi olduğu için ücreti 23-40 usd/net tonaj olmasından dolayı 30 usd/net tonaj olarak alınmıştır [152]. Her liman için elleçleme ve bağlama ücreti 20000 usd ve acenta ücreti olarak 4000 usd/liman kabul edilmiştir. Geminin hurda ton değeri ortalama 400 usd ve değeri olarak ortalama 25 000 000 usd olarak dikkate alınmıştır. 1 ton taşımanın navlun değeri son 1 yılda anormal değişiklik göstermekle birlikte denizcilik firmalarından alınan bilgiler doğrultusunda 250 usd/ton değerlendirilmiştir [185].

Çizelge 5.4. Yokohoma- Hamburg rotası

	NSR (l, m, u)	NWP (l, m, u)	Süveyş Kanalı (l, m, u)
Rotanın Özellikleri			
Mesafe			
Mesafeler Deniz milidir (nm)			(11.000, 11.430, 11.700)
NSR ve NWP içinde mesafe nm	(2.180, 2.200, 2.230)	(2.860, 3.000, 3.030)	
NSR ve NWP dışında mesafe	(5.480, 5.500, 5.550)	(54.980, 5.000, 5.200)	
Toplam	(7.660, 7.700, 7.780)	(7.840, 8.000, 8.230)	(11.000, 11.430, 11.700)
Hız			
Ortalama seyir hızı NSR / NWP içinde, knots	(11,0, 12,0, 12,5)	(11,0, 12,0, 12,5)	
Ortalama seyir hızı NSR / NWP dışında, knots	(13,0, 14,0, 14,5)	(13,0, 14,0, 14,7)	(13,0, 14,0, 14,7)
Ortalama Hız	(12,4, 13,3, 13,8)	(12,2, 13,2, 13,7)	(13,0, 14,0, 14,7)
Sefer Günü			
NSR ve NWP içinde gün	(7,3, 7,6, 8,5)	(9,5, 10,4, 11,5)	
NSR ve NWP dışında gün	(15,8, 16,4, 17,8)	(14,1, 14,9, 16,7)	(31,2, 34,0, 37,5)
Bekleme/Durma bakım dahil gün sayısı/sefer	(5,0, 7,0, 8,0)	(5,0, 7,0, 8,0)	(9,5, 11,0, 13,0)
Liman süresi (her liman için)	(2,0, 2,5, 3,0)	(2,0, 2,5, 3,0)	(12,0, 2,5, 3,0)
Süveyş Kanal gecikmeleri, her sefer için (gün)			(1,5, 2,0, 3,0)
Toplam	(30,0, 33,5, 37,2)	(30,7, 34,5, 39,1)	(44,2, 49,5, 56,5)
Sefer Sayısı			
1 Mayıs-1 Ekim boyunca toplam muhtemel segment	(4,9, 5,4, 6,1)	(4,8, 5,2, 5,7)	(3,3, 3,6, 3,9)
Durulaştırılmış sefer sayısı	5,40	5,20	3,60
Sefer Maliyetleri (VOYEX)			
Fuel Oil			
NSR & NWP içinde 14 knots yakıt harcamı ton/gün	(15,2, 15,5, 15,8)	(15,2, 15,5, 15,8)	
NSR & NWP dışında 23 knots yakıt harcamı ton/gün	(24,5, 24,5, 25,5)	(24,5, 25,0, 25,5)	(24,5, 24,6, 25,5)
Limanda LSIFO 380 harcamı ton	(3,9, 4,0, 4,1)	(3,9, 4,0, 4,1)	(3,9, 4,0, 4,1)
Bekleme Yakıt fiyatı, LSIFO 380, usd /ton	(2,0, 2,0, 2,1)	(2,0, 2,0, 2,1)	(2,0, 2,0, 2,1)
Toplam	(45,6, 46,0, 47,5)	(45,6, 46,5, 47,5)	(30,4, 30,6, 31,7)
Yakıt fiyatı, LSIFO 380, usd/t	559,5	559,5	559,5
Taşınan Yük			
Herseferde Taşınan yük (ton) batıya doğru	(10.000, 11.000, 11.500)	(10.000, 11.000, 11.500)	(10.000, 11.000, 11.500)
Toplam taşınan Yük 180 gün	(53.949, 59.344, 62.042)	(51.962, 57.158, 59.756)	(36.172, 39.790, 41.598)

Çizelge 5.4. (Devam) Yokohoma- Hamburg rotası

	NSR (l, m, u)	NWP (l, m, u)	Süveyş Kanalı (l, m, u)
İşletme Maliyetleri (OPEX)			
H&M Sigorta			
H&M sigorta usd, 6 aylık			(42.000, 45.000, 50.000)
Arttırılmış(%18) H&M sigorta usd, 6 Ay	(52.000, 53.100, 55.000)	(52.000, 53.100, 55.000)	
P&I Sigorta			
P&I sigorta, usd, 6 aylık			(30.000, 36.000, 40.000)
(%18) Arttırılmış P&I sigorta, usd, 6 aylık	(40.000, 42.480, 45.000)	(40.000, 42.480, 45.000)	
Sigorta hasar talepleri			
Oluşabilecek hasarlar için usd, 6 aylık	(15.000, 20.000, 30.000)	(15.000, 20.000, 30.000)	(15.000, 20.000, 30.000)
Personel			
Maaş usd, 6 aylık	(700.000, 701.250, 770.000)	(700.000, 701.250, 770.000)	(635.000, 637.500, 680.000)
Sigorta usd, 6 aylık	(240.000, 245.438, 300.000)	(240.000, 245.438, 300.000)	(220.000, 223.125, 272.000)
Eğitim usd, 6 aylık	(3.500, 4.500, 6.000)	(3.500, 4.500, 6.000)	(3.500, 4.500, 6.000)
Sağlık gideri usd, 6 aylık	(4.000, 4.500, 5.000)	(4.000, 4.500, 5.000)	(4.000, 4.500, 5.000)
Gemiye katılış-ayrılış gideri usd, 6 aylık	(650, 750, 850)	(650, 750, 850)	(650, 750, 850)
Kumanya			
Kumanya usd, 6 aylık	(33.000, 35.910, 45.000)	(33.000, 35.910, 45.000)	(30.000, 32.130, 36.000)
Tamir ve bakım			
Bakım, 6 ay içindeki gün sayısı	(3.0, 5.0, 6.0)	(3.0, 5.0, 7.0)	(2.0, 3.0, 4.0)
Bakım(teknik servis), usd, 6 aylık	(20.000, 30.000, 50.000)	(20.000, 30.000, 50.000)	(20.000, 30.000, 50.000)
Boya Gideri usd, 6 aylık	(4.095, 4.410, 4.725)	(4.095, 4.410, 4.725)	(5.670, 5.985, 6.300)
Yedek parça			
PMS' e göre bakım sırasında kullanılan yedek parça, 6 aylık	(20.000, 30.000, 60.000)	(20.000, 30.000, 60.000)	(20.000, 30.000, 60.000)
Depolama			
Müstehlik Malzeme usd 6 aylık	(11.000, 12.500, 13.000)	(11.000, 12.500, 13.000)	(11.000, 12.500, 13.000)
Güverte malzeme gideri usd 6 aylık	(5.500, 6.000, 9.000)	(5.500, 6.000, 9.000)	(5.500, 6.000, 9.000)
Yağlar, yağlayıcılar ve kimyasallar			
Ana ve yardımcı makine yağ, 6 aylık	(25.000, 30.000, 40.000)	(25.000, 30.000, 40.000)	(25.000, 30.000, 40.000)
Gres türü Güverte ekipmanı yağlayıcılar, 6 aylık	(4.000, 5.000, 5.500)	(4.000, 5.000, 5.500)	(4.000, 5.000, 5.500)
Temizlik amaçlı kimyasallar usd 6 aylık	(3.000, 5.000, 6.000)	(3.000, 5.000, 6.000)	(3.000, 5.000, 6.000)

Çizelge 5.4. (Devam) Yokohoma- Hamburg rotası

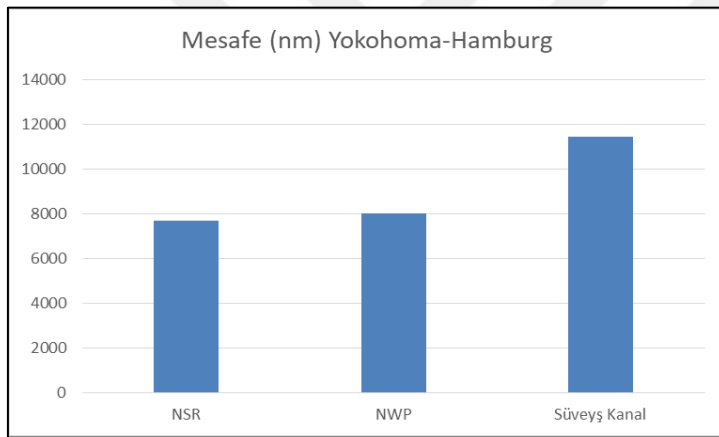
	NSR (l, m, u)	NWP (l, m, u)	Süveyş Kanalı (l, m, u)
Klas In kuralları			
<i>Klass doküman + 6 aylık standart ücret usd</i>	(5.000, 7.000, 9.000)	(5.000, 7.000, 9.000)	(5.000, 7.000, 9.000)
Bayrak devletinin kuralları			
<i>Sörvey 6 aylık</i>	(4.000, 4.500, 6.000)	(4.000, 4.500, 6.000)	(4.000, 4.500, 6.000)
İletişim			
<i>Satcom ve İnternet (Vsat) 6 aylık</i>	(25.000, 30.000, 35.000)	(25.000, 30.000, 35.000)	(25.000, 30.000, 35.000)
Yönetim giderleri			
<i>Teknik danışmanlık, 6 aylık</i>	(700, 1.000, 1.200)	(700, 1.000, 1.200)	(700, 1.000, 1.200)
<i>Ofis giderleri usd 6 aylık</i>	(68.000, 70.000, 75.000)	(68.000, 70.000, 75.000)	(68.000, 70.000, 75.000)
<i>Kira, elektrik, su, doğal gaz vb giderler 6 aylık</i>	(28.000, 3.0000, 35.000)	(28.000, 3.0000, 35.000)	(28.000, 3.0000, 35.000)
Kiralama masrafları			
<i>Brokerlik gideri usd 6 aylık</i>	(45.000, 50.000, 55.000)	(45.000, 50.000, 55.000)	(45.000, 50.000, 55.000)
Beklenmeyen Giderler			
<i>Öngörülemeyen gider usd 6 aylık</i>	(15.000, 20.000, 25.000)	(15.000, 20.000, 25.000)	(15.000, 20.000, 25.000)
Toplam İşletme Maliyetleri (OPEX)	(1.410.528, 1.443.343, 1.605.861)	(1.406.028, 1.442.843, 1.601.362)	(1.303.622, 1.339.493, 1.578.754)
Sefer Maliyetleri (VOYEX)			
Fuel Oil			
<i>NSR & NWP içinde 14 knots 6 aylık yakıt harcamı</i>	(333.559, 357.801, 403.564)	(422.506, 471.076, 529.421)	
<i>NSR & NWP dışında 23 knots 6 aylık yakıt harcamı</i>	(1.165.562, 1.211.907, 1.371.288)	(1.009.014, 1.085.428, 1.240.479)	(1.552.190, 1.698.248, 1.943.821)
<i>Limanda LSIFO 380 yakıtı 6 aylık harcamı</i>	(23.692, 30.219, 73.976)	(22.874, 58.353, 71.424)	(31.861, 40.639, 49.742)
<i>Bekleme süreleri 6 aylık LSIFO 380,yakıt harcamı</i>	(29.615, 42.307, 51.251)	(28.593, 40.847, 49.483)	(43.809, 52.831, 68.924)
Liman Ücreti			
<i>Ortalama Liman toplam ücreti 6 aylık</i>	(350.000, 381.685, 500.000)	(350.000, 363.737, 450.000)	(200.000, 253.210, 350.000)
Kanal Geçiş Ücreti			
<i>Süveyş Kannal geçiş 6 aylık</i>			(500.000, 540.580, 600.000)
<i>NSR Geçiş Buz kıran yardımı dahil 30 usd/ ton</i>	(700.000, 766.800, 900.000)		
Yük Elleçleme			
<i>Sahil yükleme/boşaltma</i>	(200.000, 240.000, 350.000)	(200.000, 240.000, 350.000)	(130.000, 160.000, 250.000)
<i>Kızıl Deniz geçiş için silahlı koruma 6 aylık</i>			(240.000, 270.000, 360.000)
<i>Limana acent gideri 6 aylık usd</i>	(40.000, 43.621, 45.000)	(40.000, 41.570, 45.000)	(25.000, 28.938, 30.000)
Toplam Sefer Maliyetleri (VOYEX)	(2.842.728, 3.070.317, 3.695.079)	(2.072.987, 2.302.451, 2.735.807)	(2.722.860, 3.045.674, 3.602.488)

Çizelge 5.4. (Devam) Yokohoma- Hamburg rotası

	NSR (l, m, u)	NWP (l, m, u)	Süveyş Kanalı (l, m, u)
Sermaye Maliyetleri (CAPEX)			
Gemin hurda fiyatı			
<i>Hurda fiyatı</i>	(1.000.000, 1.093.750, 1.200.000)	(1.000.000, 1.093.750, 1.200.000)	(1.000.000, 1.093.750, 1.200.000)
<i>Amortisman gideri 6 aylık</i>	(150.000, 178.125, 250.000)	(150.000, 178.125, 250.000)	(150.000, 178.125, 250.000)
Geminin Satış Fiyatı			
<i>Değeri</i>	20.000.000	25.000.000	30.000.000
Toplam Gider			
<i>Toplam İşletme Maliyetleri (OPEX)</i>	(1.371.448, 1.443.343, 1.686.281)	(1.371.448, 1.442.843, 1.686.281)	(1.264.522, 1.339.493, 1.667.354)
<i>Toplam Sefer Maliyetleri (VOYEX)</i>	(2.842.728, 3.070.317, 3.695.080)	(2.072.987, 2.302.451, 2.735.807)	(2.722.560, 3.045.674, 3.652.488)
Toplam Sermaye Maliyetleri (CAPEX)	(150.000, 178.125, 250.000)	(150.000, 178.125, 250.000)	(150.000, 178.125, 250.000)
Toplam Maliyet	(4.364.176, 4.691.785, 5.631.361)	(3.622.560, 3.923.418, 4.600.214)	(4.165.507, 4.563.292, 5.497.967)
Durulaştırmış Toplam Maliyet	4.895.774	4.048.731	4.742.255
Sefer Sayısı			
<i>1 Mayıs-1 Ekim toplam muhtemel segmen</i>	5,40	5,20	3,60
Birim Sefer Maliyet	(808.021, 868.677, 1.042.638)	(694.081, 752.375, 882.161)	(1.146.973, 1.256.504, 1.513.867)
Durulaştırmış Birim Sefer Maliyet	906.445	776.406	1.305.781
1 ton Getirisi	(200, 250, 300)	(200, 250, 300)	(200, 250, 300)
Toplam yük getiri 6 ay	(10.802.140, 14.852.942, 18.633.691)	(10.429.422, 14.340.455, 17.990.753)	(7.263.476, 9.987.280, 12.529.496)
Durulaştırma	14.762.924	14.253.544	9.926.751
Net Gelir	(5.170.779, 10.161.157, 14.269.515)	(5.829.208, 10.417.037, 14.368.193)	(1.765.510, 5.423.988, 8.363.990)
Durulaştırmış Net Gelir	9.867.151	10.204.813	5.184.496

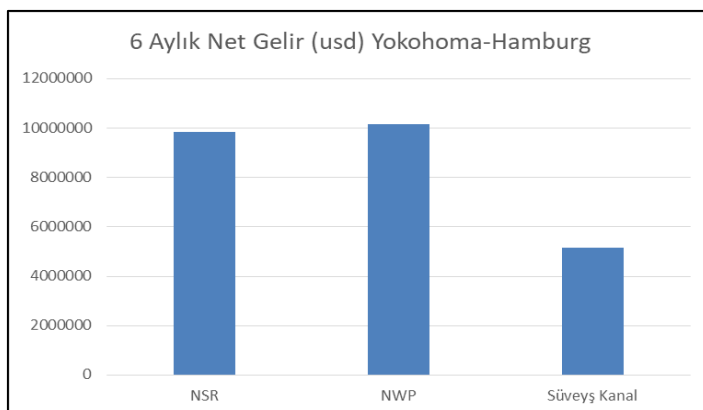
Şekil 5.4'te NSR ve NWP rotasının toplam mesafesinin Süveyş kanal rotasının mesafesinden 3730 nm daha az olması 180 günlük süreçte 1,60-1,80 kadar fazla sefer sayısına ulaştığı görülmektedir. Ayrıca Kuzey geçitlerindeki liman ve bekleme süreleri dahil olarak seyir süresi Süveyş kanalı rotasından ortalama 15-16 gün kısa olduğu görülmektedir.

Şekil 5.5'e göre NSR ve NWP rotaları 6 aylık periyotta Süveyş kanal rotasına göre yaklaşık 5 milyon usd daha kazançlı olduğu düşünülmektedir. Şekil 5.6.'da yapılan toplam maliyet değerlendirmesinde NSR ve NWP rotaları için benzer değerler görünse de Süveyş kanalı rotasının birim maliyetinin diğerlerine nazaran yaklaşık %50 fazla olması bu rotanın karlılığını Şekil 5.5'de görüldüğü gibi dramatik olarak düşürmektedir. Bu farklılığın en önemli sebeplerinden diğeri de 6 aylık periyotta sefer sayısının diğerlerine nazaran düşük olmasıdır.



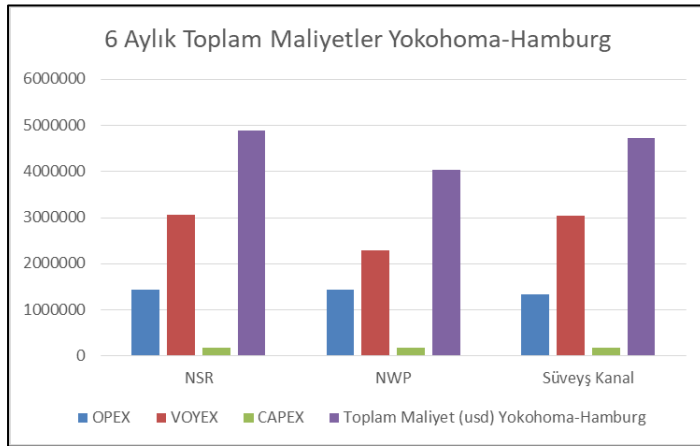
Şekil 5.4. Yokohama- Hamburg rotası mesafe

Şekil 5.4'te Arktik rotaların ve Süveyş kanala rotalarının mesafelerini karşılaştırmalı olarak ele alınmış olup Arktik rotaların mesafesinin yaklaşık 3730 nm avantajını ortaya koymaktadır.



Şekil 5.5. Yokohama- Hamburg rotası toplam net gelir

Şekil 5.5'te Arktik rotalar ile geleneksel rotalardan olan Süveyş rotası arasındaki yaklaşık 5 milyon usd karlılık farkını ortaya koyarak, rotaların karlılık kıyaslaması yapılmış olup NWP rotasının daha yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 5.6. Yokohama- Hamburg rotası toplam maliyetler

Şekil 5.6'de Arktik ve geleneksel rotalardan olan Süveyş kanal rotasının OPEX, VOYEX ve CAPEX maliyet kalemleri ve toplamaların kıyaslanmasında destek olduğu ve bu maliyet kalemlerinden VOYEX' in baskın olduğu görülmektedir. Şekilde maliyetlerin yüksek olduğu görülmesine rağmen Çizelge 5.4'de Süveyş rotasının 6 aylık periyotdaki sefer sayısının Arktik rotaya göre 1,83 kadar az olması Arktik rota karlılığını arttırmaktadır.

5.3. Los Angeles - Hamburg Rotası

Bu senaryoda OPEX, VOYEX, CAPEX ve mesafe verilerinin girişinin yapıldığı Çizelge 5.5'de konteyner gemisi (4000 TEU) kullanılmış olup Los Angeles ve Hamburg arasında NSR ve Panama kanalı rotalarında 1 Mayıs - 1 Ekim arası toplamda 180 günlük seyir öngörülmüş ve OPEX, VOYEX, CAPEX kapsamında maliyetler ve mesafeler açısından incelenmiştir. NSR içi ve dışı Panama Kanal rotası mesafesi benzer çalışma ve mesafe hesaplayıcı üzerinden NSR (2700 nm - 5138 nm) ve Panama kanal için ise 7995 nm alınmıştır [183, 184]. Çalışmada, denizcilik firmalarından alınan değerler dikkate alınarak NSR içinde yakıt harcamı 50 ton/gün, dışında ise 120 ton/gün kabul edilmiştir. Yakıt fiyatının belirlenmesinde güncel piyasa fiyatlandırmalarının takip edildiği Marine online haber sitesi üzerinden değerler kullanılmıştır [190]. Panama kanalı için H&M sigorta değeri 600 usd/gün, P&I sigorta değeri ise 330 usd/gün olarak değerlendirilmiştir. Ancak NSR için uzlaşmış bir değer olmamasından dolayı %18 fazlası dikkate alınmıştır.

Oluşabilecek hasarlara ilişkin olarak 50000 usd sabit değeri dikkate alınmıştır. Personel maaşları olarak konu ilgili çalışmalar ve denizcilik firmarından alınan değerler dikkate alınmış olup, Arktik bölgede çalışacak personel için %10 ek maaş tazminatı ve sigorta gideri maaşının %35' i oranında alınmıştır [20]. Denizcilik firmalarından alınan bilgi doğrultusunda toplam gemi personelinin 6 aylık eğitim ve sağlık giderileri olarak 4500 usd kabul edilmiştir. Personelin kumanya gideri olarak denizcilik firmalarından alınan bilgi dikkate alınmıştır ki firmalar 8,5 usd/kişi gün de mutabıklardır. Ayrıca NSR'nin iklim koşulları gözönünde bulundurularak ek 1 usd /kişi gün belirlenmiştir. 6 ay içinde geminin muhtemel bakım gün sayısı, NRS rotası boyunca 5 gün, Panama kanal rotası boyunca 3 gün olarak kabul edilmiştir. Deniz boyası üretici firmaları ile yapılan görüşmede gemide kullanılacak boyanın litre fiyatı 1,75 usd olarak belirlenmiş ve 6 ay için NSR rotası boyunca aylık kullanım 2520 lt, Panama kanal rotası boyunca 3420 litre kabul edilmiştir. Yedek parça maliyetleri konusunda net bir değer olmamakla birlikte denizcilik firmalarından alınan ve geçmiş yılları yansıtan değerler dikkate alındığında NSR rota kullanımında 6 aylık periyot için 64000 usd Panama kanal rotası için 74 usd/TEU olarak kabul edilmiştir [187]. İletişim maliyetleri değişkenlik göstermekle beraber denizcilik firmalarının geçmiş dönem harcamaları dikkate alındığında 6 aylık süre için 30000 usd olarak kabul edilmiştir. Yapılan çalışmalar ve denizcilik firmalarının gemilerindeki harcamalar dikkate alınarak limanda, yükleme/tahliye operasyonu ve liman dışı beklemelemlerde 6 ton/gün olarak alınmıştır. Liman ücretleri limana göre ve operasyonun süresine göre değişiklik göstermekle beraber her liman için 70000 usd kabul edilmiştir. NSR geçiş ücreti bölge ile ilgili çalışmalarda sabit bir hesaplama kıstası olmadığı ve pazarlığa tabi olduğu için ücreti 23-40 usd/net tonaj olmasından dolayı 30 usd/net tonaj olarak alınmıştır [175]. Her liman için elleçleme ve bağlama ücreti 20000 usd kabul edilmiştir. Geminin hurda ton değeri ortalama 400 usd ve değeri olarak ortalama 50 000 000 usd olarak dikkate alınmıştır. TEU taşıma navlun değeri son 1 yılda anormal değişiklik göstermekle birlikte denizcilik firmalarından alınan bilgiler ve Searate piyasa fiyatlaması sitesinden alınan bilgiler doğrultusunda değerlendirilmiştir [187].

Çizelge 5.5. Los Angeles - Hamburg rotası

	NSR (l, m, u)	Panama Kanalı (l, m, u)
Rotanın Özellikleri		
Mesafe		
Mesafeler Deniz milidir (nm)		(7.940, 7.995, 8.200)
NSR ve NWP içinde mesafe nm	(2.680, 2.700, 2.730)	
NSR ve NWP dışında mesafe	(55.100, 5.138, 5.250)	
Toplam	(7.780, 7.838, 7.980)	(7.950, 7.995, 8.200)
Hız		
Ortalama seyir hızı NSR / NWP içinde, knots	(13.0, 14.0, 14.7)	
Ortalama seyir hızı NSR / NWP dışında, knots	(21.0, 23.0, 23.7)	(22.3, 23.0, 23.7)
Ortalama Hız	(17.3, 22.1, 19.6)	(22.3, 23.0, 23.7)
Sefer Günü		
NSR ve NWP içinde gün	(7.6, 8.0, 8.8)	
NSR ve NWP dışında gün	(9.0, 9.3, 10.4)	(14.0, 14.5, 15.3)
Bekleme/Durma bakım dahil gün sayısı/sefer	(5.0, 7.0, 8.0)	(9.5, 11.0, 13.0)
Liman süresi (her liman için)	(1.0, 1.3, 1.5)	(1.0, 1.3, 1.5)
Süveyş Kanal gecikmeleri, her sefer için (gün)		(1.5, 2.0, 3.0)
Toplam	(22.6, 25.6, 28.7)	(26.0, 28.7, 32.8)
Sefer Sayısı		
1 Mayıs-1 Ekim boyunca toplam muhtemel segment	(6.4, 7.0, 7.8)	(5.6, 6.3, 6.8)
Durulaştırılmış sefer sayısı	7,10	6,23
Sefer Maliyetleri (VOYEX)		
Fuel Oil		
NSR & NWP içinde 14 knots yakıt harcamı ton/gün	(49.0, 50.0, 51.0)	
NSR & NWP dışında 23 knots yakıt harcamı ton/gün	(117.6, 120.0, 122.4)	(117.6, 120.0, 122.4)
Limanda LSIFO 380 harcamı ton	(5.8, 6.0, 8.0)	(5.8, 6.0, 8.0)
Bekleme Yakıt fiyatı, LSIFO 380, usd /ton	(5.8, 6.0, 6.2)	(5.8, 6.0, 6.2)
Toplam	(178.2, 182.0, 187.6)	(129.2, 132.0, 136.6)
Yakıt fiyatı, LSIFO 380, usd/t	559.5	559.5
Taşınan TEU		
Herseferde Taşınan TEU, batıya doğru	(3.410, 3.400, 3.550)	(3.765, 3.920, 4.000)
Toplam taşınan TEU (8,23-7,86-5,86 sefer 180 gün)	(24.202, 24.129, 25.190)	(23.447, 24.412, 24.910)

Çizelge 5.5. (Devam) Los Angeles - Hamburg Rotası rotası

	NSR (l, m, u)	Panama Kanalı (l, m, u)
İşletme Maliyetleri (OPEX)		
H&M Sigorta		
H&M sigorta usd, 6 aylık		(100.000, 108.000, 125.000)
Arttırılmış(%18) H&M sigorta usd, 6 Ay	(120.000, 127.440, 140.000)	
P&I Sigorta		
P&I sigorta, usd, 6 aylık		(55.000, 59.400, 64.000)
(%18) Arttırılmış P&I sigorta, usd, 6 aylık	(58.000, 63.000, 70.000)	
Sigorta hasar talepleri		
Oluşabilecek hasarlar için usd, 6 aylık	(40.000, 50.000, 70.000)	(40.000, 50.000, 70.000)
Personel		
Maaş usd, 6 aylık	(700.000, 701.250, 770.000)	(635.000, 637.500, 680.000)
Sigorta usd, 6 aylık	(240.000, 245.438, 300.000)	(220.000, 223.125, 272.000)
Eğitim usd, 6 aylık	(3.500, 4.500, 6.000)	(3.500, 4.500, 6.000)
Sağlık gideriusd, 6 aylık	(4.000, 4.500, 5.000)	(4.000, 4.500, 5.000)
Gemiye katılış-ayrılış gideri usd, 6 aylık	(650, 750, 850)	(650, 750, 850)
Kumanya		
Kumanya usd, 6 aylık	(33.000, 35.910, 45.000)	(30.000, 32.130, 36.000)
Tamir ve bakım		
Bakım, 6 ay içindeki gün sayısı	(3.0, 5.0, 6.0)	(2.0, 3.0, 4.0)
Bakım(teknik servis),usd, 6 aylık	(20.000, 50.000, 70.000)	(20.000, 50.000, 70.000)
Boya Gideri usd, 6 aylık	(4.095, 4.410, 4.725)	(5.670, 5.985, 6.300)
Yedek parça		
PMS' e göre bakım sırasında kullanılan yedek parça, 6 aylık	(60.000, 64.000, 75.000)	(60.000, 62.500, 70.000)
Depolama		
Müstehlik Malzeme usd 6 aylık	(11.000, 12.500, 13.000)	(11.000, 12.500, 13.000)
Güverte malzeme gideri usd 6 aylık	(5.500, 6.000, 9.000)	(5.500, 6.000, 9.000)
Yağlar, yağlayıcılar ve kimyasallar		
Ana ve yardımcı makine yağ, 6 aylık	(65.000, 78.000, 90.000)	(65.000, 78.000, 90.000)
Gres türü Güverte ekipmanu yağlayıcılar, 6 aylık	(4.000, 5.000, 5.500)	(4.000, 5.000, 5.500)
Temizlik amaçlı kimyasallar usd 6 aylık	(9.000, 10.000, 13.000)	(9.000, 10.000, 13.000)

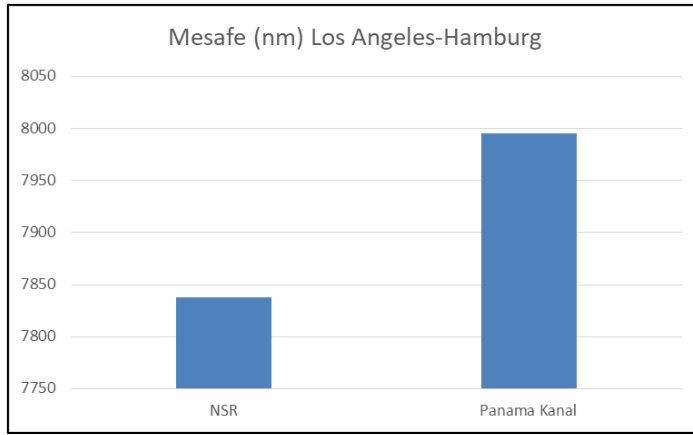
Çizelge 5.5. (Devam) Los Angeles - Hamburg Rotası rotası

	NSR (l, m, u)	Panama Kanalı (l, m, u)
Klas In kuralları		
<i>Klass doküman + 6 aylık standart ücret usd</i>	(20.000, 23.400, 25.000)	20.000, 23.400, 25.000)
Bayrak devletinin kuralları		
<i>Sörvey 6 aylık</i>	(6.000, 6.600, 8.000)	(6.000, 6.600, 8.000)
İletişim		
<i>Satcom ve İnternet (Vsat) 6 aylık</i>	(25.000, 30.000, 35.000)	(25.000, 30.000, 35.000)
Yönetim giderleri		
<i>Teknik danışmanlık, 6 aylık</i>	(700, 1.000, 1.200)	(700, 1.000, 1.200)
<i>Ofis giderleri usd 6 aylık</i>	(68.000, 70.000, 75.000)	(68.000, 70.000, 75.000)
<i>Kira, elektrik, su, doğal gaz vb giderler 6 aylık</i>	(28.000, 3.0000, 35.000)	(28.000, 3.0000, 35.000)
Kiralama masrafları		
<i>Brokerlik gideri usd 6 aylık</i>	(45.000, 50.000, 55.000)	(45.000, 50.000, 55.000)
Beklenmeyen Giderler		
<i>Öngörülemeyen gider usd 6 aylık</i>	(15.000, 20.000, 25.000)	(15.000, 20.000, 25.000)
Toplam İşletme Maliyetleri (OPEX)	(1.585.448, 1.693.703, 1.946.281)	(1.475.522, 1.579.893, 1.911.354)
Sefer Maliyetleri (VOYEX)		
Fuel Oil		
<i>NSR & NWP içinde 14 knots 6 aylık yakıt harcamı</i>	(1.477.930, 1.595.313, 1.771.861)	
<i>NSR & NWP dışında 23 knots 6 aylık yakıt harcamı</i>	(4.186.676 4.434.940, 5.062.461)	(5.719.849, 6.055.876, 6.534.246)
<i>Limanda LSIFO 380 yakıtı 6 aylık harcamı</i>	(46.217, 59.558, 95.293)	(40.557, 52.265, 83.623)
<i>Bekleme süreleri 6 aylık LSIFO 380,yakıt harcamı</i>	(115.43, 166.763, 196.304)	(192.647, 229.964, 279.929)
Liman Ücreti		
<i>Ortalama Liman toplam ücreti 6 aylık</i>	(800.000, 840.000, 950.800)	(800.000, 840.000, 950.800)
Kanal Geçiş Ücreti		
<i>Panama Kanal geçiş ücreti</i>		(1.813.585, 1.813.585, 1.813.585)
<i>NSR Geçiş Buz kıran yardımı dahil 30 usd/ ton</i>	(800.000, 847.658, 950.000)	
Yük Elleçleme		
<i>Konteyner Lashing/Fitting</i>	(9.000, 10.000, 13.000)	(9.000, 10.000, 13.000)
Diğer		
<i>Kızıl Deniz geçiş için silahlı koruma 6 aylık</i>		(240.000, 270.000, 360.000)
<i>Limana acent gideri 6 aylık usd</i>	(55.000, 56.669, 60.000)	(48.000, 49.720, 53.000)
Toplam Sefer Maliyetleri (VOYEX)	(7.490.367, 8.011.036, 9.098.920)	(8.610.054, 9.051.509, 9.913.799)

Çizelge 5.5. (Devam) Los Angeles - Hamburg Rotası rotası

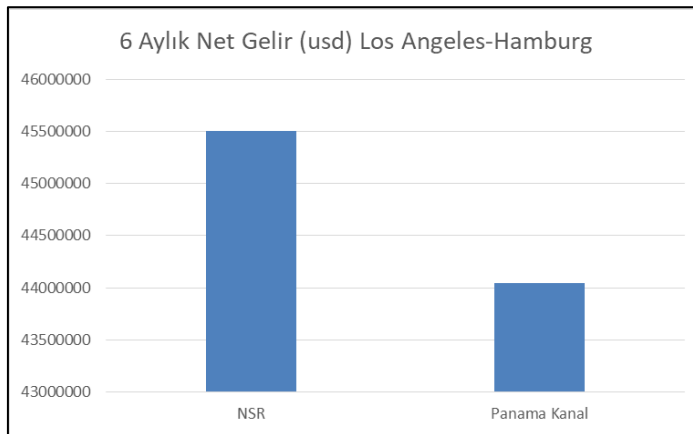
	NSR (l, m, u)	Panama Kanalı (l, m, u)
Sermaye Maliyetleri (CAPEX)		
Gemin hurda fiyatı		
Hurda fiyatı	(4.750.000, 5.000.000, 5.250.000)	(4.750.000, 5.000.000, 5.250.000)
Amortisman gideri 6 aylık	(800.000, 900.000, 1.000.000)	(800.000, 900.000, 1.000.000)
Geminin Satış Fiyatı		
Değeri	55.000.000	55.000.000
Toplam Gider		
Toplam İşletme Maliyetleri (OPEX)	(1.585.448, 1.693.703, 1.946.281)	(1.475.522, 1.579.893, 1.911.354)
Toplam Sefer Maliyetleri (VOYEX)	(7.490.367, 8.011.036, 9.098.920)	(8.610.054, 9.051.509, 9.913.799)
Toplam Sermaye Maliyetleri (CAPEX)	(800.000, 900.000, 1.000.000)	(800.000, 900.000, 1.000.000)
Toplam Maliyet	(9.875.815, 10.604.739, 12.045.201)	(10.885.576, 11.531.402, 12.825.153)
Durulaştırmış Toplam Maliyet	10.841.918	11.747.377
Sefer Sayısı		
1 Mayıs-1 Ekim toplam muhtemel segmen	7,10	6,23
Birim Sefer Maliyet	(1.391.623, 1.494.337, 1.697.316)	(1.747.975, 1.851.680, 2.059.427)
Durulaştırmış Birim Sefer Maliyet	1.527.759	1.886.360
1 TEU Getirisi	(2.100, 2.300, 2.500)	(2.100, 2.300, 2.500)
Toplam TEU getiri 6 ay	(50.824.840, 55.495.549, 62.975.384)	(49.238.013, 56.147.464, 62.275.359)
Durulaştırma	56.431.924	55.886.945
Net Gelir	(38.779.639, 44.890.811, 53.099.570)	(36.412.860, 44.616.061, 51.389.783)
Durulaştırmış Net Gelir	45.590.006	44.139.568

Şekil 5.7'ye göre, NSR rotasının toplam mesafesinin Panama kanal rotasının mesafesinin farkının sadece 157 nm olduğu ve birbirine çok yakın olduğu görülmüştür. 180 gün içindeki toplam sefer sayıları NSR' de olan düşük hızdan kaynaklı 0,87 lık küçük bir fark vardır. Ayrıca Kuzey geçitlerindeki liman ve bekleme süreleri dahil olarak seyir süresi Panama kanalı rotasından ortalamada 3 gün kısa olduğu görülmektedir. Ancak bu süre Panama kanalı girişindeki beklemeden kaynaklanmaktadır. Eğer giriş beklemesi kısalsa o zaman toplam süre birbirine çok yakın olacaktır. Şekil 5.9'da birim maliyetler incelendiğinde Panama rotası NSR'ye nazaran birim sefer maliyeti yüksek görünmekle beraber Çizelge 5.5'de görülen yüksek kanal geçiş ücretinde eğer azalma veya indirimler söz konusu olursa geliri başa baş noktasına getirebilecektir.



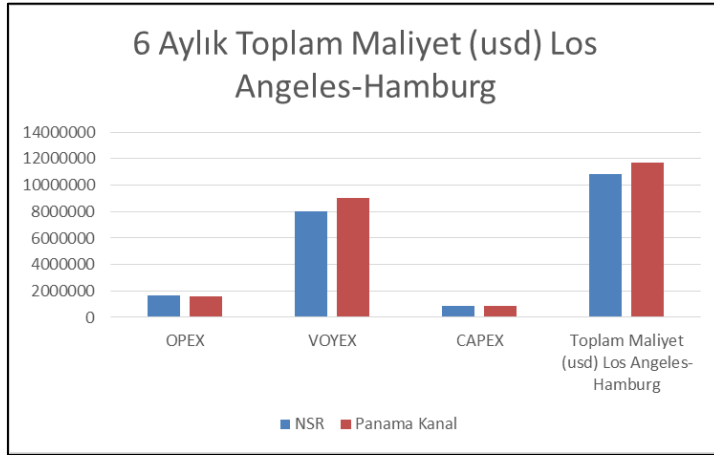
Şekil 5.7. Los Angeles - Hamburg rotası mesafe

NSR ile Panama kanalı rotasının mesafelerini karşılaştırmalı olarak Şekil 5.7'de görülmesi NSR rotasının Panama kanalı rotasından yaklaşık 157 nm farklı olduğu göstermesi kıyaslama açısından önemli olabilir.



Şekil 5.8. Los Angeles - Hamburg rotası net gelir

NSR ile geleneksel rotalardan olan Panama kanal rotası arasındaki karlılık farklılığı Şekil 5.8'de görülmektedir.



Şekil 5.9. Los Angeles - Hamburg rotası toplam maliyet

Arktik ve geleneksel rotalardan olan Panama kanal rotasının OPEX, VOYEX ve CAPEX maliyet kalemleri ve toplamaların kıyaslanması Şekil 5.6'de görülmektedir. Maliyetlerin farklılığının yüksek olmaması bu rotada birbirine yakın gelir durumu Çizelge 5.5. ve Şekil 5.8'de görülmektedir.

5.4. Yokohoma- Lizbon Rotası

Bu senaryoda OPEX, VOYEX, CAPEX ve mesafe verilerinin girişinin yapıldığı Çizelge 5.6'da konteyner gemisi (4000 TEU) kullanılmış olup Yokohoma ve Lizbon arasında NSR, NWP ve Süveyş kanalı rotalarında 1 Mayıs - 1 Ekim arası toplamda 180 günlük seyir öngörülmüştür ve OPEX, VOYEX, CAPEX kapsamında maliyetler ve mesafeler açısından incelenmiştir. NSR, NWP içi ve dışı mesafeler benzer çalışma ve mesafe hesaplayıcı üzerinden NSR (2200 nm - 6889 nm), NWP (3000 nm - 6339 nm) ve Süveyş kanalı için ise 10118 nm alınmıştır [184, 185]. Çalışmada, denizcilik firmalarından alınan değerler dikkate alınarak NSR ve NWP içinde yakıt harcaması 50 ton/gün, dışında ise 120 ton/gün kabul edilmiştir. Yakıt fiyatının belirlenmesinde güncel piyasa fiyatlandırmalarının takip edildiği Marine online haber sitesi üzerinden değerler kullanılmıştır [190]. Süveyş ve kanalı için H&M sigorta değeri 600 usd/gün, P&I sigorta değeri ise 330 usd/gün olarak değerlendirilmiştir. Ancak NSR ve NWP için uzlaşmış bir değer olmamasından dolayı %18 fazlası dikkate alınmıştır. Oluşabilecek hasarlara ilişkin olarak 50000 usd sabit değeri dikkate alınmıştır. Personel maaşları olarak konu ilgili çalışmalar ve denizcilik firmarından alınan değerler dikkate alınmış olup, Arktik bölgede çalışacak personel için %10 ek maaş

tazminatı ve sigorta gideri maaşının %35'i oranında alınmıştır [20]. Denizcilik firmalarından alınan bilgi doğrultusunda toplam gemi personelinin 6 aylık eğitim ve sağlık giderileri olarak 4500'er usd kabul edilmiştir. Personelin kumanya gideri olarak denizcilik firmalarından alınan bilgi dikkate alınmıştır ki firmalar 8,5 usd/kişi gün de mutabıklardır. Ayrıca NSR, NWP'nin iklim koşulları gözönünde bulundurularak ek 1 usd/kişi gün belirlenmiştir. 6 ay içinde geminin muhtemel bakım gün sayısı, NRS/NWP rotaları boyunca 5 gün, Süveyş kanal rotası boyunca 3 gün olarak kabul edilmiştir. Deniz boyası üretici firmaları ile yapılan görüşmede gemide kullanılacak boyanın litre fiyatı 1,75 usd olarak belirlenmiş ve 6 ay için NSR, NWP rotaları boyunca aylık kullanım 2520 lt, Süveyş kanal rotası boyunca 3420 litre kabul edilmiştir. Yedek parça maliyetleri konusunda net bir değer olmamakla birlikte denizcilik firmalarından alınan ve geçmiş yılları yansıtan değerler dikkate alındığında NSR ve NWP rota kullanımında 6 aylık periyod için 64000 usd Süveyş ve Panama kanal rotası için 62500 usd olarak kabul edilmiştir. İletişim maliyetleri değişiklik göstermekle beraber denizcilik firmalarının geçmiş dönem harcamaları dikkate alındığında 6 aylık süre için 30000 usd olarak kabul edilmiştir. Yapılan çalışmalar ve denizcilik firmalarının gemilerindeki harcamalar dikkate alınarak limanda, yükleme/tahliye operasyonu ve liman dışı beklemelerde 6 ton/gün olarak alınmıştır. Liman ücretleri limana göre ve operasyonun süresine göre değişiklik göstermekle beraber her liman için 70000 usd kabul edilmiştir. NSR geçiş ücreti bölge ilgili çalışmalarda sabit bir hesaplama kıstası olmadığı ve pazarlığa tabi olduğu için ücreti 23-40 usd/net tonaj olmasından dolayı 30 usd/net tonaj olarak alınmıştır [175]. Her liman için elleçleme ve bağlama ücreti 20000 usd kabul edilmiştir. Geminin hurda ton değeri ortalama 400 usd ve değeri olarak ortalama 50 000 000 usd olarak dikkate alınmıştır. TEU taşıma navlun değeri son 1 yılda anormal değişiklik göstermekle birlikte denizcilik firmalarından alınan bilgiler ve Searate piyasa fiyatlaması sitesinden alınan bilgiler doğrultusunda değerlendirilmiştir [185].

Çizelge 5.6. Yokohoma- Lizbon rotası

	NSR (l, m, u)	NWP (l, m, u)	Süveyş Kanalı (l, m, u)
Rotanın Özellikleri			
Mesafe			
Mesafeler Deniz milidir (nm)			(10.090, 10.118, 10.318)
NSR ve NWP içinde mesafe nm	(2.180, 2.200, 2.230)	(2.860, 3.000, 3.030)	
NSR ve NWP dışında mesafe	(6.860, 6.889, 7.000)	(6.300, 6.339, 6.360)	
Toplam	(9.040, 9.089, 9.230)	(9.160, 9.339, 9.390)	(10.090, 10.118, 10.318)
Hız			
Ortalama seyir hızı NSR / NWP içinde, knots	(13.0, 14.0, 14.5)	(13.0, 14.0, 14.7)	
Ortalama seyir hızı NSR / NWP dışında, knots	(21.0, 23.0, 23.7)	(21.0, 23.0, 23.7)	(22.3, 23.0, 23.7)
Ortalama Hız	(17.9, 20.0, 21.4)	(17.6, 19.1, 19.8)	(22.3, 23.0, 23.7)
Sefer Günü			
NSR ve NWP içinde gün	(6.3, 6.6, 7.2)	(8.1, 8.9, 9.7)	
NSR ve NWP dışında gün	(12.1, 12.5, 13.9)	(11.1, 11.5, 12.6)	(17.8, 18.3, 19.3)
Bekleme/Durma bakım dahil gün sayısı/sefer	(5.0, 7.0, 8.0)	(5.0, 7.0, 8.0)	(9.5, 11.0, 13.0)
Liman süresi (her liman için)	(1.0, 1.3, 1.5)	(1.0, 1.3, 1.5)	(1.0, 1.3, 1.5)
Süveyş Kanalı gecikmeleri, her sefer için (gün)			(1.5, 2.0, 3.0)
Toplam	(24.7, 27.3, 30.1)	(25.8, 28.7, 31.2)	(30.1, 32.6, 36.4)
Sefer Sayısı			
1 Mayıs-1 Ekim boyunca toplam muhtemel segment	(6.0, 6.6, 7.3)	(5.8, 6.3, 6.3)	(5.0, 5.5, 6.0)
Durulaştırılmış sefer sayısı	6,63	6,07	5,49
Sefer Maliyetleri (VOYEX)			
Fuel Oil			
NSR & NWP içinde 14 knots yakıt harcamı ton/gün	(49.0, 50.0, 51.0)	(49.0, 50.0, 51.0)	
NSR & NWP dışında 23 knots yakıt harcamı ton/gün	(117.6, 120.0, 122.4)	(117.6, 120.0, 122.4)	(117.6, 120.0, 122.4)
Limanda LSIFO 380 harcamı ton	(5.8, 6.0, 8.0)	(5.8, 6.0, 8.0)	(5.8, 6.0, 8.0)
Bekleme Yakıt fiyatı, LSIFO 380, usd /ton	(5.8, 6.0, 6.2)	(5.8, 6.0, 6.2)	(5.8, 6.0, 6.2)
Toplam	(178.2, 182.0, 187.6)	(178.2, 182.0, 187.6)	(129.2, 132.0, 136.6)
Yakıt fiyatı, LSIFO 380, usd/t	559.5	559.5	559.5
Taşıman TEU			
Herseferde Taşıman TEU, batıya doğru	(3.410, 3.400, 3.550)	(3.410, 3.400, 3.550)	(3.765, 3.915, 4.000)
Toplam taşıman TEU (8,23-7,86-5,86 sefer 180 gün)	(22.615, 22.546, 23.538)	(20.707, 20.644, 21.552)	(20.672, 21.496, 21.962)

Çizelge 5.6. (Devam) Yokohoma- Lizbon rotası

	NSR (l, m, u)	NWP (l, m, u)	Süveyş Kanalı (l, m, u)
İşletme Maliyetleri (OPEX)			
H&M Sigorta			
H&M sigorta usd, 6 aylık			(102.000, 108.000, 125.000)
Arttırılmış(%18) H&M sigorta usd, 6 Ay	(120.000, 127.440, 140.000)	(120.000, 127.440, 140.000)	
P&I Sigorta			
P&I sigorta, usd, 6 aylık			(55.000, 59.400, 64.000)
(%18) Arttırılmış P&I sigorta, usd, 6 aylık	(58.000, 63.000, 70.000)	(58.000, 63.000, 70.000)	
Sigorta hasar talepleri			
Oluşabilecek hasarlar için usd, 6 aylık	(40.000, 50.000, 70.000)	(40.000, 50.000, 70.000)	(40.000, 50.000, 70.000)
Personel			
Maaş usd, 6 aylık	(700.000, 701.250, 770.000)	(700.000, 701.250, 770.000)	(635.000, 637.500, 680.000)
Sigorta usd, 6 aylık	(240.000, 245.438, 300.000)	(240.000, 245.438, 300.000)	(220.000, 223.125, 272.000)
Eğitim usd, 6 aylık	(3.500, 4.500, 6.000)	(3.500, 4.500, 6.000)	(3.500, 4.500, 6.000)
Sağlık gideri usd, 6 aylık	(4.000, 4.500, 5.000)	(4.000, 4.500, 5.000)	(4.000, 4.500, 5.000)
Gemiye katılış-ayrılış gideri usd, 6 aylık	(650, 750, 850)	(650, 750, 850)	(650, 750, 850)
Kumanya			
Kumanya usd, 6 aylık	(33.000, 35.910, 45.000)	(33.000, 35.910, 45.000)	(30.000, 32.130, 36.000)
Tamir ve bakım			
Bakım, 6 ay içindeki gün sayısı	(3.0, 5.0, 6.0)	(3.0, 5.0, 7.0)	(2.0, 3.0, 4.0)
Bakım(teknik servis), usd, 6 aylık	(20.000, 50.000, 70.000)	(20.000, 50.000, 70.000)	(20.000, 50.000, 70.000)
Boya Gideri usd, 6 aylık	(4.095, 4.410, 4.725)	(4.095, 4.410, 4.725)	(5.670, 5.985, 6.300)
Yedek parça			
PMS' e göre bakım sırasında kullanılan yedek parça, 6 aylık	(60.000, 64.000, 75.000)	(60.000, 64.000, 75.000)	(60.000, 62.500, 70.000)
Depolama			
Müstehlik Malzeme usd 6 aylık	(11.000, 12.500, 13.000)	(11.000, 12.500, 13.000)	(11.000, 12.500, 13.000)
Güverte malzeme gideri usd 6 aylık	(5.500, 6.000, 9.000)	(5.500, 6.000, 9.000)	(5.500, 6.000, 9.000)
Yağlar, yağlayıcılar ve kimyasallar			
Ana ve yardımcı makine yağ, 6 aylık	(70.000, 78.000, 88.000)	(70.000, 78.000, 88.000)	(70.000, 78.000, 88.000)
Gres türü Güverte ekipmanı yağlayıcılar, 6 aylık	(4.000, 5.000, 5.500)	(4.000, 5.000, 5.500)	(4.000, 5.000, 5.500)
Temizlik amaçlı kimyasallar usd 6 aylık	(9.000, 10.000, 13.000)	(9.000, 10.000, 13.000)	(9.000, 10.000, 13.000)

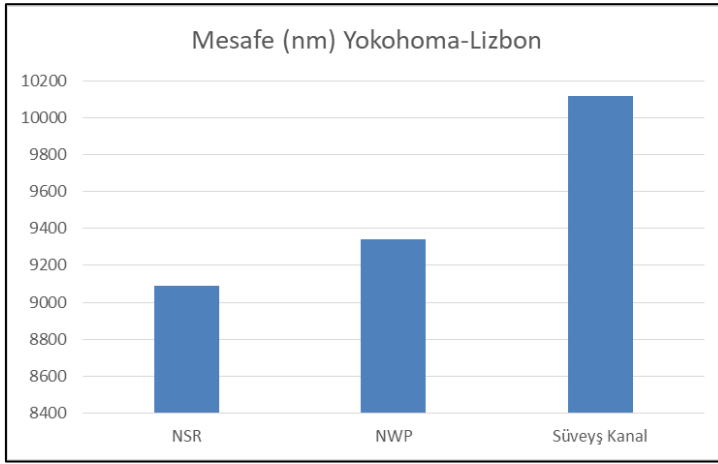
Çizelge 5.6. (Devam) Yokohoma- Lizbon rotası

	NSR (l, m, u)	NWP (l, m, u)	Süveyş Kanalı (l, m, u)
Klas In kuralları			
<i>Klass doküman + 6 aylık standart ücret usd</i>	(20.000, 23.400, 25.000)	(20.000, 23.400, 25.000)	(20.000, 23.400, 25.000)
Bayrak devletinin kuralları			
<i>Sörvey 6 aylık</i>	(6.000, 6.600, 8.000)	(6.000, 6.600, 8.000)	(6.000, 6.600, 8.000)
İletişim			
<i>Satcom ve İnternet (Vsat) 6 aylık</i>	(25.000, 30.000, 35.000)	(25.000, 30.000, 35.000)	(25.000, 30.000, 35.000)
Yönetim giderleri			
<i>Teknik danışmanlık, 6 aylık</i>	(700, 1.000, 1.200)	(700, 1.000, 1.200)	(700, 1.000, 1.200)
<i>Ofis giderleri usd 6 aylık</i>	(68.000, 70.000, 75.000)	(68.000, 70.000, 75.000)	(68.000, 70.000, 75.000)
<i>Kira, elektrik, su, doğal gaz vb giderler 6 aylık</i>	(28.000, 3.0000, 35.000)	(28.000, 3.0000, 35.000)	(28.000, 3.0000, 35.000)
Kiralama masrafları			
<i>Brokerlik gideri usd 6 aylık</i>	(45.000, 50.000, 55.000)	(45.000, 50.000, 55.000)	(45.000, 50.000, 55.000)
Beklenmeyen Giderler			
<i>Öngörülemeyen gider usd 6 aylık</i>	(15.000, 20.000, 25.000)	(15.000, 20.000, 25.000)	(15.000, 20.000, 25.000)
Toplam İşletme Maliyetleri (OPEX)	(1.590.448, 1.693.703, 1.944.281)	(1.590.448, 1.693.203, 2.619.282)	(1.482.522, 1.579.893, 1.909.354)
Sefer Maliyetleri (VOYEX)			
Fuel Oil			
<i>NSR & NWP içinde 14 knots 6 aylık yakıt harcamı</i>	(1.135.828, 1.214.614, 1.352.400)	(1.349.403, 1.516.562, 1.682.544)	
<i>NSR & NWP dışında 23 knots 6 aylık yakıt harcamı</i>	(5.262.070, 5.556.267, 6.307.158)	(4.424.828, 4.681.349, 5.247.061)	(6.408.487, 6.756.993, 7.248.989)
<i>Limanda LSIFO 380 yakıtı 6 aylık harcamı</i>	(43.185, 55.651, 89.042)	(39.542, 50.956, 81.530)	(35.758, 46.080, 73.727)
<i>Bekleme süreleri 6 aylık LSIFO 380,yakıt harcamı</i>	(107.964, 155.824, 183.427)	(98.856, 142.678, 167.953)	(196.667, 239.613, 303.756)
Liman Ücretleri			
<i>Ortalama Liman toplam ücreti 6 aylık</i>	(900.000, 960.000, 1.200.000)	(780.000, 840.000, 1.000.000)	660.000, 720.000, 900.000)
Kanal Geçiş Ücretleri			
<i>Süveyş Kannal geçiş 6 aylık</i>			(700.000, 740.595, 900.000)
<i>NSR Geçiş Buz kıran yardımı dahil 30 usd/ ton</i>	(700.000, 792.613, 900.000)		
Yük Elleçleme			
<i>Konteyner yükleme / bğlama</i>	(9.000, 10.000, 13.000)	(9.000, 10.000, 13.000)	(9.000, 10.000, 13.000)
Diğer			
<i>Kızıl Deniz geçiş için silahlı koruma 6 aylık</i>			(240.000, 270.000, 360.000)
<i>Limana acent gideri 6 aylık usd</i>	(50.000, 52.966, 55.000)	(45.000, 48.895, 53.000)	(40.000, 43.863, 52.000)
Toplam Sefer Maliyetleri (VOYEX)	(8.211.047, 8.798.018, 10.100.027)	(6.796.6291, 7.290.119, 8.245.088)	(8.289.912, 8.827.206, 9.851.473)

Çizelge 5.6. (Devam) Yokohoma- Lizbon rotası

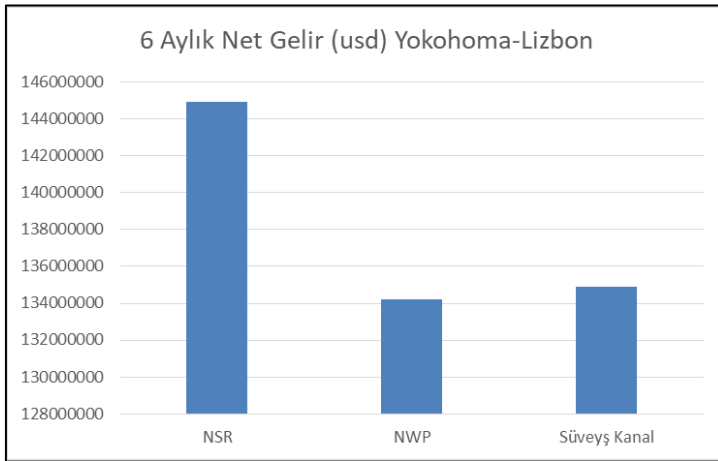
	NSR (l, m, u)	NWP (l, m, u)	Süveyş Kanalı (l, m, u)
Sermaye Maliyetleri (CAPEX)			
Gemin hurda fiyatı			
<i>Hurda fiyatı</i>	(4.750.000, 5.000.000, 5.250.000)	(4.750.000, 5.000.000, 5.250.000)	(4.750.000, 5.000.000, 5.250.000)
<i>Amortisman gideri 6 aylık</i>	(800.000, 900.000, 1.000.000)	(800.000, 900.000, 1.000.000)	(800.000, 900.000, 1.000.000)
Geminin Satış Fiyatı			
<i>Değeri</i>	(40.000.000, 50.000.000, 65.000.000)	(40.000.000, 50.000.000, 65.000.000)	(40.000.000, 50.000.000, 65.000.000)
Toplam Gider			
<i>Toplam İşletme Maliyetleri (OPEX)</i>	(1.590.448, 1.693.703, 1.944.281)	(1.590.448, 1.693.203, 2.619.282)	(1.482.522, 1.579.893, 1.909.354)
<i>Toplam Sefer Maliyetleri (VOYEX)</i>	(8.211.047, 8.798.018, 10.100.027)	(6.796.6291, 7.290.119, 8.245.088)	(8.289.912, 8.827.206, 9.851.473)
<i>Toplam Sermaye Maliyetleri (CAPEX)</i>	(800.000, 900.000, 1.000.000)	(800.000, 900.000, 1.000.000)	(800.000, 900.000, 1.000.000)
Toplam Maliyet	(10.601.495, 11.391.721, 13.044.308)	(9.137.077, 9.883.322, 11.864.370)	(10.572.434, 11.307.099, 12.760.827)
Durulaştırmış Toplam Maliyet	11.679.175	10.296.923	11.546.787
Sefer Sayısı			
<i>1 Mayıs-1 Ekim toplam muhtemel segment</i>	6,63	6,07	5,49
Birim Sefer Maliyet	(1.598.757, 1.717.927, 1.967.145)	(1.504.871, 1.627.777, 1.954.054)	(1.925.566, 2.059.371, 2.324.140)
Durulaştırmış Birim Sefer Maliyet	1.761.276	1.695.567	2.103.026
1 TEU Getirisi	(5.500, 7.000, 8.000)	(5.500, 7.000, 8.000)	(5.500, 7.000, 8.000)
Toplam TEU getiri 6 ay	(124.380.614, 157.819.856, 188.301.634)	(113.887.500, 144.505.710, 172.415.956)	(113.695.744, 150.408.761, 175.697.878)
Durulaştırma	156.834.034	143.603.055	146.620.794
Net Gelir	(111.336.305, 146.428.135, 177.700.139)	(102.023.130, 134.622.388, 163.278.879)	(100.934.917, 139.161.662, 165.125.443)
Durulaştırmış Net Gelir	145.154.860	133.308.132	135.074.008

Şekil 5.10'a göre, NSR ve NWP rota mesafelerinin Süveyş kanal rotasının mesafesinden yaklaşık 1000 nm daha az olduğu görülmektedir. Ayrıca 180 günlük süreçte NSR ve NWP 1,14 kadar fazla sefer sayına ulaştığı Çizelge 5.6'da görülmektedir. Ancak NWP Süveyş kanal hattı ile benzer karlılığı ortaya koymasına rağmen eğer değerlendirme 1 yıl üzerinden yapılırsa NWP'de bulunan çetin hava ve buz şartlarından dolayı bu karlılığın düşebileceği tahmin edilmektedir. Ancak NSR rotasında taşınan TEU adedini Süveyş kanal rotası ile aynı seviyeye çıkardığımızda yani yaklaşık 500 TEU'luk bir artış olursa NSR'nin karlılığının daha da artacağı Çizelge 5.6'da görülmektedir.



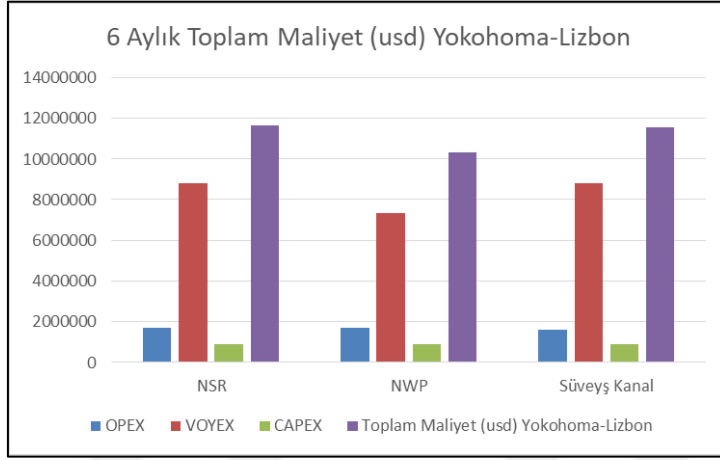
Şekil 5.10. Yokohoma- Lizbon rotası mesafe

Şekil 5.10'da NSR, NWP ile Süveyş kanalı rotalarının mesafelerini karşılaştırmalı olarak gösterilmekte olup Arktik rotaların Süveyş kanal rotasından yaklaşık 1000 nm kısa olduğu görülmektedir.



Şekil 5.11. Yokohoma- Lizbon rotası net gelir

NSR ve NWP ile geleneksel rotalardan olan Süveyş kanal rotası arasındaki karlılık farklılığı yaklaşık 10 milyon usd olduğu Şekil 5.11’de görülmektedir

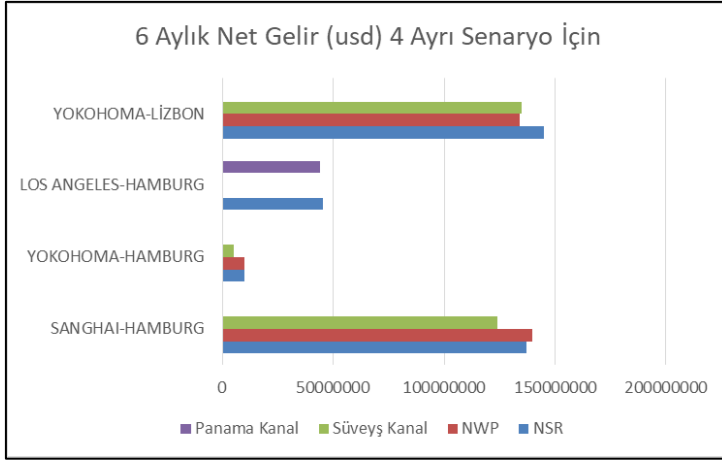


Şekil 5.12. Yokohoma- Lizbon rotası toplam maliyet

Arktik ve geleneksel rotalardan olan Süveyş kanal rotasının OPEX, VOYEX ve CAPEX maliyet kalemleri ve toplamların kıyaslanması Şekil 5.12’de görülmektedir. Şekil 5.12’de maliyetlerin farklılığının yaklaşık %30 lar seviyesinde Süveyş kanal rotasında fazla olması Arktik rotanın kabul edilen periyotta karlı olduğunu göstermektedir.

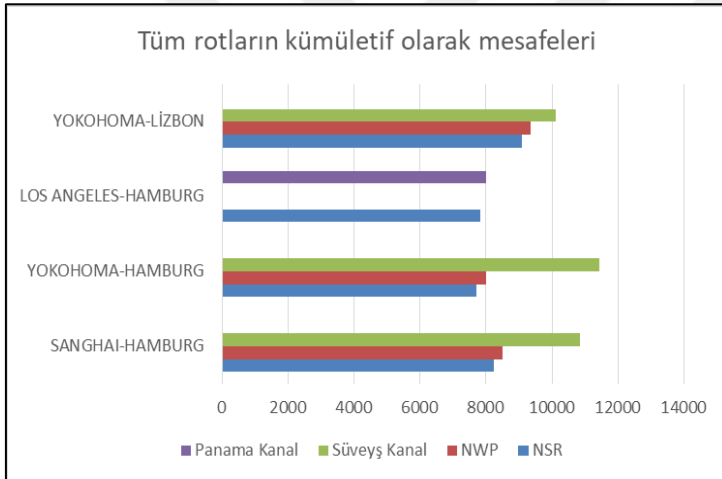
5.5. Senaryoların Karşılaştırılması

Dört farklı senaryonun karlılığının kümülatif olarak görüldüğü Şekil 5.13’de karlılığı yüksek olarak Yokohoma Lizbon’ un NSR rotasının öne çıktığı sonucu çıkarılabilir. Shanghai Hamburg arası çok küçük karlılık farkı ile takip etmektedir. Senaryoları mesafeler açısından kıyasladığımızda Şekil 5.4’de Yokohoma Hamburg arasında Süveyş kanal geçişli rotanın en uzun mesafeye sahip olduğu ancak Arktik rota mesafelerinin benzer değerlere sahip olduğu görülmektedir. Senaryolar arasında en uzun sefer süresi Yokohoma Hamburg rotası Süveyş kanal geçişli olarak 49,50 gün olarak Çizelge 5.4’de görülmektedir. Bu sürenin uzunluğu referans alınan kargo gemisinin hızının Arktik rotada diğer senaryolarda kullanılan konteyner gemisinden 2 knot Arktik rota dışında 9 knot yavaş olmasından dolayı olduğu düşünülebilir.



Şekil 5.13. 4 ayrı senaryo için net gelir

Şekil 5.13'te çalışmada yer alan dört ayrı senaryo için net gelir dağılımı gösterilmektedir.



Şekil 5.14. Tüm rotların kümülatif olarak mesafeleri

Şekil 5.14'te çalışmada yer alan dört ayrı senaryo için kümülatif olarak mesafeleri gösterilmektedir.

Çizelgelerde, detaylı olarak verilerin ve bulguların ortaya konulmuş olup özellikle rotaların maliyet ve karlılık açısından yorumlanmasına ve tüm hatların birbirleriyle karşılaştırılarak bu bölgede çalışacak gemiler için hangi hattın daha karlı olabileceği konusunda kıyaslama yapmamıza fırsat vermektedir.

6. TARTIŞMA

Küresel ticari deniz taşımacılığı, küresel ısınmadan etkilenen sektörler içinde en göze çarpanlardan birisidir. Bunun en önemli sebebi, yaklaşık 60 yıl öncesine kadar deniz taşımacılığına kapalı ya da çok küçük bir kısmı açık olan Arktik bölgesinin günümüzde geleneksel rotalar olarak anılan Süveyş kanalı, Panama kanalı ve Ümit burnu geçişlerine alternatif bir rota olarak ortaya çıkmış olmasıdır. Bu durum, bölgenin taşımacılık alanında farklı açılardan incelenmesi ve çalışılması noktasında araştırmacıların dikkatini çekmiştir. Bu noktadan hareketle çalışmamızda, Arktik rotalarla geleneksel rotaları maliyet açısından kıyaslama yaparak bu konuya katkıda bulunulması amaçlanmıştır.

Sanghai limanı ile Hamburg limanı arasındaki Arktik ve Süveyş kanalı geçişli rotaları incelediğimiz çalışmada ilk göze çarpan farklılık mesafe olarak ortaya çıkmaktadır. Arktik rota geçiş mesafesi Süveyş kanalına göre yaklaşık %30 daha kısadır. Bu durum, Frédéric Lasserre'nin 2014 yılında yaptığı çalışmayla paralellik göstermektedir [20].

Arktik bölgenin açık olduğu sezonda dahi rota üzerinde bulunan farklı özelliklere sahip buz yapısından dolayı çalışmamızda referans olarak kullanılan geminin hızı bu bölge içindeyken 23 knot dan 14 knota düşürülmüştür. Böylelikle geminin buz içinde seyir yaparken oluşabilecek yapısal hasar riskinin azaltılması amaçlanmıştır. Hızın azaltılması ile ilgili bu durum IMO' nun yayınladığı Polar Kod kurallarının seyir emniyeti bölümünde de belirtilmektedir [47]. Malte Humpert ve Andreas Raspotnik'in 2021 yılında Arktik bölgesi taşımacılığı alanında yaptıkları çalışmada, çalışmamızda Arktik bölge içinde emniyetli hıza bakışımıza benzerdir ve çalışmalarında gemi hızını düşürerek almışlardır. [127].

Ayrıca Zingyu Zhang ve Ling Sun'un 2019 yılında yaptıkları çalışmada bir adım daha öteye giderek gemi tiplerine göre bölge içindeki hız azalma durumu belirtilmiştir [26]. Ancak Finlandiya'da faaliyet gösteren ve özellikle Arktik bölge gemi tasarımlarında dünyaca tanınan Aker Arktik firması ise DAS tipi gemilerle buzda düşük hızla ilerleme ya da buzkıran yardımına ihtiyaç durumunun gittikçe azaltmaya yönelik yeni tasarımlar yapmaktadır. Bu tip gemilerde hızın artırılması hedeflenerek buzkıran yardımına ihtiyacın çok azaltılması ve maliyetleri düşürecek şekilde güncellemeler yapılacağı düşünülmektedir

[100]. Gemi hızı gelecekte bölge içinde eğer standart hıza yaklaşırsa, bu bölge içinde buz durumunun uygun olduğu periyotta çalışmada incelenen Sanghay limanı ile Hamburg limanı arasında yapılacak sefer sayısını 6,60 dan ortalama 7,4 e çıkararak karlılık oranını şuanki gemi karlılığının yaklaşık %9 oranında arttırabilme durumu söz konusu olabilir.

Çalışmamızda sefer maliyetlerinin en büyük parçasını oluşturduğunu gördüğümüz yakıt sarfiyatı gemi için karlılığın kilit anahtarıdır. Çalışmamızda Sanghay limanı ile Hamburg limanı arasındaki yakıt gideri tüm giderlerin hepsinden daha fazladır. Yakıt fiyatlarındaki değişimin maliyete etkisinin aynı yönde ve paralel olması denizcilik firmalarının maliyet değerlendirmelerinde hassasiyet oluşturmuştur. Özellikle bölgenin içinde fiyatı normal yakıtta göre daha yüksek olan LSIFO - VLSIFO yakıt kullanımının gerekliliği, hassasiyeti birkat daha arttırmaktadır. Zingyu Zhang ve Ling Sun'un 2019 yılında yaptığı çalışmada LS IFO' nun maliyetini 2 kat olarak değerlendirmiştir [26]. Yakıt tedariki ve fiyatlandırmasını farklı bir açıdan değerlendirirsek, bu çalışmada Rusya' nın arktik bölgeden ham petrol ve gaz kaynaklarını çıkarması konusundaki çalışmaları, paralel olarak üretimi arttırmak için hem yatırım hem de politik çalışmalar konusundaki dik duruşu bölgede ihtiyacın tümüne yönelik bir rafineri yapılanmasını beraberinde getireceğini düşündürmektedir. Tsukerman ve Goryachevskaya'nın çalışmasında da Artic bölgede verimlilik artışını bu paralellikte incelemişlerdir [29]. Bu durumda, bölge geçişi yapacak olan gemilerin Kuzey Avrupa yakıt temin limanlarından daha uygun fiyatlandırma ile yakıtı temin etmesi beklenmektedir. Bu durumda hem bölgeye deniz ulaşımının ihtiyaçlarına yönelik yatırımı, gemi geçiş sayı ve sıklığını, Zheng Wan, Jiawei Ge ve Jihong Chen (2018)' nin çalışmalarında irdeledikleri atmosfer kirleticilerinin oranını düşürmekte etkili Ultra LSifo yakıt kullanımının bölge içinde oluşabilecek ucuz yakıt kaynağı ile yaygınlaşması muhtemeldir [23]. Sürekli artış gösteren Arktik bölge buz kaybı, gemilerce kullanımı uygun olan alanların açılmasına böylelikle limanlar arası mesafelerin azalmasına sebep olmakta buna paralel olarak yakıt sarfiyatının azalmasına yol açacağı düşünülmektedir. Bu azalma hem maliyetleri düşürebilir hemde yakıt sarfiyatının düşmesiyle çevreye salınacak zararlı gazların miktarını azaltabilir. Hua ve arkadaşları 2011 yılında yaptığı çalışmada mesafenin yakıt tüketimine %3-5 lik bir etkisinden bahsetmektedir [191]. Yiru Zhang ve arkadaşları 2016 yılında yaptıkları çalışmada, mesafe avantajının 10 güne kadar çıkmasının avantajından bahsedilirken orta ölçekli gemiler için verimlilik değerlerini ortaya koymuşlardır[192].

Sanghay Hamburg ve Yokohoma Hamburg limanları arasındaki rotayı incelediğimiz çalışmamızda, özellikle günümüzde buz koşullarının sertliği ön planda olan NWP rotasının da maliyetler açısından kıyaslandığında bu çalışmada sefer başına 1,0–2,5 milyon usd daha karlı olabilme durumu görülmekte olup, Guy, E.’nin 2006 tarihli çalışmasında çalışmamızda kullandığımız konteyner gemisine benzer gemi kullanarak, tasarruflar açısından %14-33 oranında NWP rotasına pozitif bakılmaktadır [6]. Küresel ısınmanın günümüzdeki hızı ile devam etmesi durumunda yukarıdaki veriler ışığında, NWP’nin popülaritesinin gelecekte NSR’yi geçeceği düşünülmektedir.

Çalışmamızın veri toplama sürecinde görüştüğümüz denizcilik firmaları ve sektör uzmanlarının özellikle OPEX ve diğer maliyet unsurlarını resmi olarak açıklamak istememeleri sebebiyle aldığımız bilgiler, kaynak belirtilmeden kabul edilerek çalışmamızda hesaplamalar yapılmıştır. Çalışmamızda belirttiğimiz kabul edilen değerler, isminin açıklanmasını istemeyen firmalardan alınan bilgilere dayanmaktadır.

Çalışmamızda maliyet unsurları içinde değerlendirdiğimiz CAPEX özellikle amortisman giderini ortaya koyarak, armatörün rota seçimi ve karlılık kriterlerine katkı sağlamayı amaçlanmıştır. Çalışmada 50 milyon usd olarak kabul edilen konteyner gemisi değerinin 25 yıllık çalışma ömrü dikkate alınarak yıllık amortismanı hesaplanmıştır. Ancak günümüz navlun piyasalarının çok yükselmesi ve firmaların son 10 yılda kazandıklarını 1 yıl içinde kazanabilmeleri amortisman hesaplama denklemlerinin revizesi yönünden araştırmacılara ilham vereceği düşünülmektedir.

Bu çalışmanın Los Angeles Hamburg limanı arası değerlendirmesinde senaryoda bulunan yaklaşık 2 milyon usd lik yüksek geçiş ücreti olmasına rağmen Panama kanalı geçişli güzergahın karlılık durumu başa baş durumuna yakındır. Ancak Arktik rota üzerinde seferini icra eden gemi yük kapasitesine yakın yükleme durumuna geçme durumundaki bu çalışmada 6 aylık süre için 3700 TEU ve güncel 1 TEU’nun 2300 usd olarak güncel fiyatlandırması gözönüne alındığında yaklaşık 5-8 milyon usd lik gelir artışı olması olasıdır. Böylelikle Panama kanalı geçişi karlılığı ile başa baş durumu NSR rotası yönüne doğru kaymayı beraberinde getireceği düşünülmektedir. Lasserre ve Pelletier’in 2011 yılında Panama geçişini de inceledikleri çalışmaları ayrıca Lasserre ve Bourbonnais’in 2015 yılında yaptıkları çalışmada, çalışmamıza paralel olarak gelecekte zaman ve mesafe

avantajı sunabileceği böylelikle rakabetçi bir alternatif olabileceğini belirtmektedir [127, 193].

Yokohoma Lizbon limanları arası rotalarla ilgili bu çalışmadaki maliyet analizinde yakıt harcamı gideri daha fazla olmasına rağmen Süveyş kanalı alternatifinin 6 aylık yerine yıllık karlılık açısından bakılırsa Arktik bölgenin buzla kapalı olabileceği süreleri de dikkate alarak öne çıkabileceği düşünülebilir. Ancak çalışmadaki periyodun 6 aylık açık periyodu kapsamamasından dolayı NSR rotası seferde yaklaşık 1,5 milyon usd'lik ek karlılık sunmaktadır. Ayrıca 6 aylık süre için 3700 TEU ve güncel 1 TEU'nun 7000 usd olarak güncel fiyatlandırması gözönüne alındığında yaklaşık 25 milyon usd lik gelir artışını mümkün kılacaktır. Bu bağlamda Arktik rotalardaki yakıt ve alt yapı iyileştirmeleri Yokohoma Lizbon limanları senaryosu Arktik rotaların tercihi yönünde pozitif bir etkileşim oluşturabilir.

Arktik deniz yolları için sigorta oranları konusunda bir fikir birliği yoktur. Bu değişkenlik %10-50 gibi geniş bir aralığı kapsamaktadır. Hatta bazı çalışmalarda %100 artışlardan bahsedilmektedir. Bu durumdan dolayı Arktik rotalar için sigorta priminin geleneksel rotalardan %18 daha yüksek olduğu varsayılarak oluşturulan maliyet hesabı sigorta giderlerinin de maliyetler açısından önemli bir unsur olabileceğini göstermiştir. Sarrabezoles ve arkadaşlarının 2014 yılında yaptığı çalışmada da bu çalışmaya paralel olarak Arktik bölgede seyir yapacak gemiler için sigorta maliyetini %25- 50 arasında artışı öngörerek maliyet analizlerini yapmışlardır [194].

Tüm senaryolarımızda Fuzzy Logic (bulanık mantık) yönteminin maliyet ve rota verilerinin kıyaslamasında kullanılması daha gerçekçi analiz ortamı oluşturacağı düşünülmektedir. Özellikle navlun gibi verilerin piyasa koşullarında gösterdiği değişkenliklerin geniş bir aralığa sahip olması bulanık mantık yöntemiyle verilerin daha gerçekçi sayılara indirgenmesini sağlamaktadır. Örneğin, Sanghai Hamburg arasını inceleyen senaryomuzda NSR rotası için karlılık farklı 6 aylık süre için yaklaşık 80 milyon usd ye varan farklılık oluşturması durumu bulanık mantık yöntemiyle daha gerçeğe yakın analiz yapabileceğimiz verilerin elde edilmesinde geleneksel yöntemle göre önemli bir kazanım sağladığı düşünülmektedir. Bu bağlamda Chien-Yun Yuan ve arkadaşları da Arktik ve geleneksel rotalara ilişkin verimlilik analizini yapıldığı çalışmalarında aynı

yöntem üzerinde değerlendirme yaparak, çalışmamızdaki sonuçlarımızla paralellik gösteren verileri bu yöntemle ortaya koymuşlardır [195].

Bu çalışmada, Sanghay Hamburg limanı, Yokohoma Hamburg limanı, Los Angeles Hamburg limanı ve Yokohoma Lisbon limanları gibi farklı bölge ve dinamiklere sahip rotaları maliyetler ve özellikler açısından kıyaslanması, bu çalışmanın başında “Arktik rotası küresel taşımacılık için bir alternatif midir?” ya da “alternatif olması için veriler ışığında umut vermekte midir?” sorularına cevap oluşturduğu söylenebilir. Ayrıca Arktik bölge için geçişinin nispeten daha rahat olduğu periyodu referans alan çalışmamızda bölgenin yıl boyu değerlendirilebilmesi açısından ipuçları vermektedir. Bu kapsamda en önemli veriyi bölgeden geçecek gemilerin yükleme kapasitelerinin artışının, bölge ülkelerinin alt yapı çalışmaları, yeni ara liman ve yakıt ikmal alternatifleri oluşturulmasıyla bağlantılı olduğunu söyleyebilmek mümkün olabilir. Özellikle konteyner gemilerinin tam kapasite ile ya da tam kapasiteye yakın oranda yükle Arktik bölge geçişlerini yapmaları yaklaşık 25 milyon usd lik gelir artışı oluşturabileceği düşünülmektedir. Elbette bu rakamsal değer küresel navlun piyasa rakımlarına göre şekillenebilir. Bu çalışmada 4 senaryo içinde OPEX maliyetlerinin birbirine yakın olması ve 1,3-2 milyon usd aralığında olması, VOYEX maliyetlerinin karlılık konusundaki belirleyici önemli faktörlerden biri olarak ön plana çıktığı söylenebilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada ele alınan, Arktik bölgeye ait rotaların kıyaslama metodu ile maliyet analizinin yanında, bölgenin tarihi, coğrafyası ve siyasi bileşenlerinin de incelenmesinin bölgeye dair geçmişten geleceğe doğru uzanan bir analiz yapılabilmesi için önemli değişkenler olduğu düşünülmektedir. Arktik bölge içindeki rotaların şuan ki durumu ve küresel ısınma ile gündün güne meydana gelen değişimler, bölge ülkelerinin yanında küresel ticarete önemli aktör olan ülkelerin de bu alana odaklanmasına sebep olmuştur.

Çalışma, Arktik bölgenin günümüzdeki haliyle dahi geleneksel rotalara göre önemli maliyet avantajları sağlayabileceğini göstermektedir. Hatta Los Angeles ile Hamburg limanlarının maliyet analizlerinde başa baş çıkmış gibi görünse de eğer bölge ülkeleri yatırım iradelerini sürdürürlerse, gemi yük faktörü ve taşıma kapasitelerinin olumlu etkilenebileceği ve sonuçta geminin daha fazla TEU veya yük taşımaya sebep olabileceği düşünülmektedir. Bu durumda, maliyet analiz çalışmamızda ölçümlenen artan taşıma miktarı, gemi işletmecilerinin karlılık oranının artmasına bağlantılı olarak, bölgeye uygun gemilerin inşaa talebinin artacağını da akla getirmektedir.

Bölge ülkelerinin özellikle Rusyanın, çalışmamızda ele alınan rotaların bulunduğu alanlara yatırım yapma beyanları ile bölgeden petrol ve doğalgaz enerji kaynaklarının çıkarılması, taşımacılıkta bu rotaların da geleneksel bir rota olma yolunda şansını arttırmaktadır. Çalışmamızın içerdiği tüm Arktik ve geleneksel rota senaryoları bölgenin maliyetler açısından avantajlı olabilmesinin yanında Aker Arctic gibi bölgeye uygun gemi dizaynı yapan firmaları da optimum verimli gemi dizaynı yapma konusunda yeni araştırmalara yönlendirmesi beklenmektedir. Özellikle buzkıran yardımını azaltan DAS tipi veya benzer dizaynların maliyetlere pozitif etkisinin, bölgeyi gelecekte daha cazip bir noktaya taşıyacağını düşündürmektedir.

Bu çalışmanın, VOYEX, OPEX ve CAPEX bölümleri ile tüm senaryolarına bütünsel olarak bakıldığında ve küresel ısınmanın buzların erimesi ve çekilmesi yönündeki Arktik suyollarına olan etkisi ile bölge ülkelerinin özellikle Rusyanın bölgeye yatırım yapma motivasyonu gözönünde tutularak taşımacılık endüstrisinin yakın gelecekte Arktik suyollarını ve rotalarını daha fazla kullanacağı ve ilgisinin artacağı söylenebilir. Bu

sebeple bölgeye ilişkin yapılacak hem fişsel koşullar hemde hat maliyet analizlerine ilişkin bilimsel çalışmalar, endüstriye karar verme ve hat planlamasında ışık tutacaktır.

Bu çalışmada, bulanık mantık yönteminin verdiği daha duru rakamsal sonuçlarla kıyaslama yapabilme imkanı, maliyet analizinde gerçekçi sonuçlara ulaşılmasında önemli rol oynamaktadır. Özellikle çalışmada piyasa koşullarındaki değişimler ve diğer nedenlerle aralığı fazla olan verilerin durulaştırılması ile daha gerçekçi analiz yapılmasına imkan sağlamanın, çalışmada bu yöntemin kullanılmasının yararlılığını ortaya koyduğu düşünülmektedir.

Ülkemizin Arktik bölgeye uygun gemi dizaynı konusunda, gemi inşaa alt yapı ve bilirkişiliğini kullanarak bölgede ön plana çıkması için daha fazla maliyet ve karlılık karşılaştırmalarını içeren çalışmaların yapılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Tor Wergeland, (1992). The Northern Sea Route – Rosy prospects for commercial shipping? *Int. Challenges*, 12(1), 43-57.
2. Mulherin, N., D. Eppler, T. Proshutinsky, A. Proshutinsky, L.D. Farmer and O. Smith. (1996). Development and Results of a northern sea route transit model. Hanover NH: Cold Regions Research and Engineering Laboratory, 96–5.
3. Kamesaki, K., Kishi, S., Yamauchi, Y., (1999). Simulation of NSR Navigation Based on Year Round and Seasonal Operation Scenarios. INSRP Working Paper 8. INSRP, Oslo.
4. Kitagawa, H. (2001). The northern sea route. The shortest sea route linking East Asia and Europe. Tokyo: The Ocean Foundation.
5. Arpiainen, M., Kiili, R., (2006). Arctic shuttle container link from Alaska US to Europe. Report K-63. Aker Arctic Technology, Helsinki. BOCOM International, 2013. Container Shipping Sector. Weekly container shipping commentary. Oct. 2, 2013. BOCOM International, Hongkong. Borgerson, S., 2008. Arctic meltdown. *Foreign Aff.* 87 (2), 63-77.
6. Guy, E. (2006). Evaluating the viability of commercial shipping in the Northwest Passage. *Journal of Ocean Technology*, 1(1), 9-15.
7. Borgerson, S. (2008). Arctic meltdown. *Foreign Affairs*, 87(2): 63-77.
8. Somanathan, S., P. Flynn and J. Szymanski (2009). The northwest passage: a simulation. *Transportation Research*, 43, 127-135.
9. Verny, J. and C. Grigentin. 2009. Container shipping on the northern sea route. *International Journal of Production Economics*, 122(1), 107-117.
10. Chernova, S. and A. Volkov. (2010). Economic feasibility of the northern sea route container shipping development. Unpublished MSc dissertation. Bodø: Graduate School of Business, Business and Transportation.
11. Liu, M. and J. Kronbak. (2010). The potential economic viability of using the northern sea route (NSR) as an alternative route between Asia and Europe. *Journal of Transport Geography*, 18, 434-444.
12. Srinath, B. N. (2010). Arctic shipping: commercial viability of the Arctic sea routes. Unpublished MSc Dissertation. London: City University.
13. Halvor Schøyena and Svein Bråthenb (2011). The Northern Sea Route Versus The Suez Canal: Cases From Bulk Shipping. *Journal of Transport Geography*, 19(4), 977-983.
14. Hua, X., Z. Yin, D. Jia, F. Jin and H. Ouyang (2011). The potential seasonal alternative of Asia–Europe container service via Northern Sea Route under the Arctic sea ice retreat. *Maritime Policy and Management*, 38(5), 541-560.

15. Paterson, T. (2011). Cost comparison of shipping in the Arctic. St. John's Newfoundland: Fednav (Presentation at Arctic Shipping North America conference 2011, St John's).
16. Carmel, S., 2012. Commercial Shipping in the Arctic. Marine Board Workshop Safe Navigation in the Arctic. Seattle.
17. Cho, Y., (2012). The melting Arctic changing the world: new sea route. International Convention Energy Security and Geopolitics in the Arctic: Challenges and Opportunities in the 21st Century Jan. 9–10. Energy Studies Institute, National University of Singapore, Singapore.
18. Falck, H., (2012). Shipping in Arctic Waters: the Northern Sea Route. Tschudi Shipping Company: Presentation to the Marine Insurance Seminar. Mariehamn, Finland.
19. Wergeland, Tor, (2013). Northeast, Northwest and Transpolar Passages in comparison. In: Østreg, Willy. (Ed.), Shipping in Arctic Waters. A Comparison of the Northeast, Northwest and Trans Polar Passages. Springer Verlag and Praxis, Berlin, 299-352.
20. Frédéric Lasserre, (2014). Simulations of Shipping along Arctic Routes: Comparison, Analysis and Economic Perspectives. *Polar Record*, Cambridge University Press, 51(258), 239–259.
21. Aksenov, Y., Ekaterina, E., P., Andrew, Y., Nurser A.J., G., Timothy, D., Williams, L., B. (2017). On the future navigability of Arctic sea routes: High-resolution projections of the Arctic Ocean and sea ice . *Marine Policy* 75, 300–317.
22. Adolf , K., Y., Andrews J., Babb, D., Lin Y., Becker, A. (2018). Implications of climate change for shipping: Opening the Arctic seas. *WIREs Clim Change*. 9(2), 1-18.
23. Zheng Wan, Jiawei Ge and Jihong Chen (2018). Energy-Saving Potential and an Economic Feasibility Analysis for an Arctic Route between Shanghai and Rotterdam: Case Study from China's Largest Container Sea Freight Operator, Basel, Switzerland, 1-13.
24. Aleksandr L. Voronenko and Sergei V. Greizik (2019). Prospects of cooperation between Russia and North-East Asian countries in the Arctic region. *Political Processes And Institutions*. 35, (49-63).
25. Egorova T. and Delakhova A. (2019). Optimization of transport activity of industrial enterprises in the Arctic region based on logistics solutions. *Materials Science and Engineering*, 632.

26. Jingyu Zhang ve Ling Sun (2019). Estimation of shipping insurance premiums for Arctic routes, *The 5th International Conference on Transportation Information and Safety*, UK, 39-49.
27. Zhihua Zhang, Donald Huisingh, Malin Song. Exploitation of trans-Arctic maritime transportation. *Journal of Cleaner Production*, 212(2019), 960-973.
28. Chaojun Ding and Zhenfu Li (2020). Research on the shipping network structure under the influence of Arctic routes. *GeoJournal*, 1.
29. Tsukerman, V., A., Goryachevskaya, E., S. (2020) Management of the Large-Scale Arctic Transport System the Basis for the Exploitation of the Hydrocarbon Resources of the Northern Seas Shelf. International science and technology conference "EarthScience" IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 459(4).
30. Yury, F., L. (2020). International Shipping Routes for Cargo Transportation in the Arctic. *Arctic and North*, 40, 187-203.
31. Chen, X., Shen, W., Li, H., Cui, Y., Luo, Z., Li, J., (2020). Ship Navigation Route Planning Using Topology Of Sea Ice Channels Extracted from High Resolution Satellite Images. GARSS 2020 - 2020 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium.
32. Lenssen, N., G. Schmidt, J. Hansen, M. Menne, A. Persin, R. Ruedy, and D. Zyss, (2019). Improvements in the GISTEMP uncertainty model. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 124(12), 6307-6326.
33. Garry Timco and Michelle Johnston. (2003). Transport Canada TP 14044E Arctic Ice Regime Shipping System Pictorial Guide, National Research Council of Canada. 1-57.
34. National Snow and Ice Data Center. All About Sea Ice. URL: <https://nsidc.org/cryosphere/seaice/index.html>. Son Erişim Tarihi: 17.10.2021.
35. National Snow and Ice Data Center. Characteristics. URL: <https://nsidc.org/cryosphere/seaice/characteristics/index.html>. Son Erişim Tarihi: 20.10.2021.
36. CCOM/JHC. Healy 1202 Research Cruise. URL: <http://ccom.unh.edu/healy-12-02-research-cruise>. Son Erişim Tarihi: 20.10.2021.
37. The Bowman Lab. Flowers on sea ice?. URL: <https://www.polar microbes.org/flowers-on-sea-ice/>. Son Erişim Tarihi: 20.10.2021.
38. SMHI. Sea Ice. URL: <https://www.smhi.se/en/theme/sea-ice-1.11198>. Son Erişim Tarihi: 20.10.2021.
39. European Space Agency. Sea ice: processes, observations and models. URL: <https://earth.esa.int/eogateway/documents/20142/1227611/Introduction-sea-ice-Process-Observations-and-Model.pdf>. Son Erişim Tarihi: 20.10.2021.

40. The Center for Coastal and Ocean Mapping/Joint Hydrographic Center. HEALY 1202 Research Cruise URL:<https://www.usgs.gov/search?keywords=Capt.+Andy+Armstrong+Healy>. Son Erişim Tarihi: 22.10.2021.
41. The weather Channel. Pancake Ice: A Winter Wonder. URL:<https://weather.com/science/weather-explainers/news/pancake-ice-science-behind>. Son Erişim Tarihi: 22.10.2021.
42. Encyclopædia Britannica. Ice-Floe. URL:<https://www.britannica.com/science/ice-floe>. Son Erişim Tarihi: 01.11.2021.
43. Don Perovich (2005). Scientific research in the polar region. Morphological and optical characteristics of the summer Arctic sea ice cover during the Healy Oden Trans Arctic Expedition (HOTRAX).
44. Earth Imaging Journal. Monitoring Polar Changes: Scientists Deploy Many Tools to Measure Sea Ice Thickness. URL: <https://ejournal.com/print/articles/monitoring-polar-changes-scientists-deploy-many-tools-to-measure-sea-ice-thickness>. Son Erişim Tarihi: 01.11.2021.
45. Wikimedia Commons. Ross Island. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ross_Island_1999.jpg. Son Erişim Tarihi: 01.12.2021.
46. The Nautical Institute. Transport Canada Guidance. URL: <https://www.nautinst.org/resource-library/technical-library/ice/guidance/transport-canada-guidance.html>. Son Erişim Tarihi: 01.11.2021.
47. International Maritime Organization. International Code For Ships Operating In Polar Waters (Polar Code). URL:<https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Polar-default.aspx>. Son Erişim Tarihi: 18.11.2021.
48. Richard Vaughan (2005). The Last Imaginary Place: A Human History Of The Arctic World. *Oxford University Press*, UK. 10-15.
49. National Snow & Ice Data Center, Exploration: Arctic URL:<https://nsidc.org/cryosphere/seaice/exploration/arctic.html>. Son Erişim Tarihi: 01.11.2021.
50. Barry Lopez.(1999). Arctic Dreams: Imagination and Desire in a Northern Landscape. *Harvill Press*. US. 1-400.
51. National Geographic. Arctic. URL: <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/arctic/>. Son Erişim Tarihi: 01.11.2021.
52. Shipping in the Northwest Passage. Arctic Marine Shipping Assessment (AMSA), URL:<https://pame.is/projects/arctic-marine-shipping/amsa>. Son Erişim Tarihi: 01.11.2021.

53. Encyclopædia Britannica. Global Warming. URL:<https://www.britannica.com/science/global-warming>. Son Erişim Tarihi: 01.11.2021.
54. Corbett, J. J., Winebrake J. J., and Green, E. H. (2010). An assessment of technologies for reducing regional short-lived climate forcers emitted by ships with implications for Arctic shipping. *Carbon Management*, 1(2), 207-225.
55. Encyclopædia Britannica. Potential effects of global warming URL:<https://www.britannica.com/science/global-warming/Potential-effects-of-global-warming#ref274846>. Son Erişim Tarihi: 02.11.2021.
56. Gulev, S., K., Kattsov, V., M., and Solomina, O. M.. (2008) Global Warming Continues. *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 78(1), 44–50.
57. Qin S., D., . Manning, M, Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K., B., Tignor, M. and Miller H., L. (2007). Intergovernmental Panel on Climate Change, Climate Change The Physical Science Basis, Contribution of Working Group, Solomon, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA. 996 .
58. National Centers for Environmental Information. State of the Climate. URL:<https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/202013>. Son Erişim Tarihi: 10.01.2021.
59. National Oceanic and Atmospheric. What are El Niño and La Niña?. URL:<https://oceanservice.noaa.gov/facts/ninonina.html>. Son Erişim Tarihi: 13.04.2021.
60. Overland, J., Dunlea, E., Box J., E., Corellid, R., Forsiuse, M., Kattsovf, V., Olseng, M., S., Pawlak, J., Reiersen, L., O., Wang M. (2019). The Urgency of Arctic Change. *Polar Science*, 21, 6-13.
61. Daniel Stein (2019). Protecting the Arctic Environment from Northwest Passage Shipping in the Era of Climate Change. *Tulane Environmental Law Journal*. 32(2), 239-256.
62. John A. Church et al. (2013). Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *The Physical Science Basis. Sea Level Change*. 1139-1140.
63. Simon L. Pendleton, Gifford H. Miller, Nathaniel Lifton, Scott J. Lehman, John Southon, Sarah E. Crump & Robert S. Anderson. (2019). Rapidly receding Arctic Canada glaciers revealing landscapes continuously ice-covered for more than 40,000 years. *Nature Communications*.10(445), 1-6.
64. Arctic Marine Shipping Assessment (2009). Arctic Council, Arctic Marine Shipping, Assessment 2009 Report. 2-178.
65. National Snow and Ice Data Center. Quick Facts on Icebergs. URL:<https://nsidc.org/cryosphere/quickfacts/icebergs.html>. Son Erişim Tarihi: 13.04.2021.

66. Zwally, H.J., Abdalati, W., Herring, T., Larson, K., Saba, J. and Steffen, K., (2002). Surface melt-induced acceleration of Greenland icesheet flow. *Science*, 297(5579), 218–222.
67. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). 2017. Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA). Arctic Monitoring and Assessment Programme). Oslo. 269.
68. IPCC, (2013). In: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P.M., (2013) Climate Change: the Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC. Cambridge Univ. Press United Kingdom and New York, USA, 1535.
69. Perovich, D., Meier W., Tschudi, M., Hendricks ,S., Petty, A. A., Divine, D., Farrell, S., Gerland, S., Haas, Kaleschke, C., L., Pavlova, O., Ricker, R., Tian-Kunze, X., Webster, M., and Wood, K., 2021. Sea Ice. *Arctic Report Card*, 1-10.
70. Stroeve, J., and Notz D. (2018). Changing State Of Arctic Sea Ice Across All Seasons. *Environmental Research Letters*, 13(2018), 1-23.
71. Box, J., E, Colgan ,W.,T, Christensen T. ,R, , Schmidt, N., M, Lund M., Parmentier, F., J.,W , Brown, R., Bhatt, U., Euskirchen E., S, Romanovsky V., E, Walsh J., E, Overland J., E, Wang M., Corell, R., W, Meier, W., N, Wouters B., Mernild S., Mård J., Pawlak J. and Olsen M., S., (2019). Key indicators of Arctic climate change: 1971-2017. *Environmental Research Letters*, 14, 1-18.
72. Jones, P. D., Lister, D. H., Osborn, T. J., Harpham, C., Salmon M. and Morice C. P., (2012). Hemispheric and large-scale land-surface air temperature variations: An extensive revision and an update to 2010. *Journal Of Geophysical Research*, 117(D5), 1-29.
73. Graham Wayne (2013). The Beginner’s Guide to Representative Concentration Pathways. *Skeptical Science.*, 10-14.
74. Stroeve J. C., Kattsov V., Barrett A., Serreze M., Pavlova T., Holland M. and Meier W. N., (2012). Trends in Arctic sea ice extent from CMIP5, CMIP3and Observations. *Geophysical Research Letters*, 39(L16502), 2-5.
75. The Conversation. Melting Arctic sends a message: Climate change is here in a big way. URL:<https://theconversation.com/melting-arctic-sends-a-message-climate-change-is-here-in-a-big-way-95573>. Son Erişim Tarihi: 03.12.2021.
76. European Environment Agency. Arctic Region Briefing - The European environment — State and Outlook 2015. URL:<https://www.eea.europa.eu/soer/2015/countries/arctic>. Son Erişim Tarihi: 10.10.2021.
77. EUR-Lex. Decision No 1386/2013/Eu Of The European Parliament And Of The Council Of 20 November 2013 On A General Union Environment Action Programme To 2020 ‘Living Well, Within The Limits Of Our Planet. URL:<https://eur-lex.europa.eu/eli/dec/2013/1386/oj>. Son Erişim Tarihi: 10.11.2021.

78. European Environment Agency (2010). Cooperation Agreement Between The Government of Greenland and European Environment Agency. 1-2.
79. Statistisk sentralbyrå Project. ECONOR–The Economy of the North, URL:<https://www.ssb.no/en/forskning/energi-og-miljookonomi/baerekraftig-utvikling/econor-the-economy-of-the-north>. Son Erişim Tarihi: 03.11.2021.
80. Arctic Council, Arctic States. URL:<https://arctic-council.org/en/about/states/>. Son Erişim Tarihi: 04.04.2021.
81. Gautier D. L., Bird, K., Grantz, A. and Houseknecht, D., (2009). Assessment of Undiscovered Oil and Gas in the Arctic. *Science*. 324, 1175-1179.
82. Ulyanin Y., A., Kharitonov V., V. and Yurshina D., Yu. (2018). Forecasting the Dynamics of the Depletion of Conventional Energy Resources, *Studies on Russian Economic Development*, 29(2), 153-160.
83. Gascard J. C., Campe R. K., Gerde R., Schyberg H., Randriamampianina R., Karcher M., Zhang J., and Rafizadeh M. (2017). Future sea ice conditions and weather forecasts in the Arctic: Implications for Arctic shipping. *A Journal of Environment and Society*, 46(3), 355–367.
84. Smith L. C., Stephenson S. R. (2013). New Trans-Arctic shipping routes navigable by mid-century. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences Of The United States Of America*. 110(13), 1191-1195.
85. Dudin M., N. and Ivashchenko N., P. (2015). International experience and trends of innovative development of Arctic territories. *M.I.R. (Modernization. Innovation. Research)*, 6(4), 107–117.
86. Moiseev A., A. (2015) On the Safety of the Arctic: the international legal position of Russia Law and State. 4(69), 13-18.
87. Tonami A. (2016). Asian Foreign Policy in a Changing Arctic. London: Palgrave Macmillan, 140.
88. The Arctic Institute, China and its Arctic Trajectories: The Arctic Institute's China Series 2020, URL:<https://www.thearcticinstitute.org/china-arctic-trajectories-the-arctic-institute-china-series-2020/>. Son Erişim Tarihi: 09.11.2021.
89. Arild Moe and Olav Schram Stokke.(2019). Asian Countries and Arctic Shipping: Policies, Interests and Footprints on Governance, *Arctic Review on Law and Politics*, 10(2019), 26–44.
90. Chatham House. Russia's Military Posture in the Arctic. URL:<https://www.chathamhouse.org/2019/06/russias-military-posture-arctic>. Son Erişim Tarihi: 13.11.2021.
91. Vronenko, A., L. and Vogreızık, S.,. (2019). Political Processes And Institutions, Prospects Of Cooperation Between Russia And North-East Asian Countries In The Arctic Region. *Arctic and North*, 35, 55-62.

92. Wikipedia. Arctic Circle. https://en.wikipedia.org/wiki/Arctic_Circle. Son Erişim Tarihi: 13.11.2021.
93. Marine Insight. Understanding Design of Ice Class Ships. <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/design-of-ice-class-ships/>. Son Erişim Tarihi: 05.10.2021.
94. Amarine-Blog. Ship Ice Class. URL:<https://amarineblog.com/2017/06/19/ship-ice-class/>. Son Erişim Tarihi: 19.10.2021.
95. Oil Companies International Marine Forum (2014). Offshore Vessel Operations in Ice and/or Severe Sub-Zero Temperatures In Arctic and Sub-Arctic Regions, First edition., 52-54.
96. DNV. IMO Polar Cod, Operation. URL:<https://www.dnv.com/maritime/polar/operation.html>. Son Erişim Tarihi:02.10.2021.
97. International Maritime Organization. Shipping In Polar Waters. URL:<https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Polar-default.aspx>. Son Erişim Tarihi: 02.11.2021.
98. DNV. IMO Polar Cod, Regulatory requirements. URL:<https://www.dnv.com/maritime/polar/requirements.html> Son Erişim Tarihi:02.10.2021.
99. Wärtsilä. Double Acting Technology (DAT). URL:[https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/double-acting-technology-\(dat\)](https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/double-acting-technology-(dat)). Son Erişim Tarihi:17.11.2021.
100. Arctic Passion News, URL:https://akerarctic.fi/app/uploads/2018/08/arctic_passion_news_2011_0.pdf. Son Erişim Tarihi:01.11.2021.
101. Shipping Today and Yeterday, Features. URL:<https://www.shippingtandy.com/features>. Son Erişim Tarihi:01.11.2021.
102. Research Gate, Double Acting Tanker Tempera in ice condition 1. URL:https://www.researchgate.net/figure/Double-Acting-Tanker-Tempera-in-ice-condition-1_fig2_275068617. Son Erişim Tarihi:03.11.2021.
103. ABB, for Sovcomflot, Sustainable Shipping Starts At Home URL:<https://new.abb.com/news/detail/82809/for-sovcomflot-sustainable-shipping-starts-at-home> Son Erişim Tarihi:01.11.2021.
104. The Shipping Association of Jamaika. Sustainable Arctic Shipping. URL:<https://www.jamports.com/sustainable-arctic-shipping/>. Son Erişim Tarihi:03.11.2021.
105. High North News, A New Dawn for Arctic Shipping – Winter Transits on the Northern Sea Route. URL:<https://www.highnorthnews.com/en/new-dawn-arctic-shipping-winter-transits-northern-sea-route>. Son Erişim Tarihi:04.11.2021.

106. Canadian Sailing Transportation & Trade Logistics, Arctic Navigation – It's All About The Ice. URL:<https://canadiansailings.ca/arctic-navigation-its-all-about-the-ice/>. Son Erişim Tarihi:04.11.2021.
107. Kum, S. and Şahin, B. (2016). Transactions of Navigation. *A Survey On Ice Navigation Research*, 1(1), 23-28.
108. Kum, S. and Şahin, B. (2014). Route Selection Approach for Vessels in Ice Covered Waters. *Marine Science and Technology Bulletin*, 3(2), 1-4.
109. Kum, S. and Şahin, B. (2015). A Root Cause Analysis for Arctic Marine Accidents from 1993 to 2011. *Safety Science*, 74, 206–220.
110. Şahin, B. and Kum, S. (2015). Risk Assessment of Arctic Navigation by Using Improved Fuzzy-AHP Approach. *International Journal of Maritime Engineering*, 157(4), 241-250.
111. Baltic and International Maritime Council, Ice Navigation and Seamanship Handbook. URL:<https://www.bimco.org/about-us-and-our-members/publications/ice-handbook>. Son Erişim Tarihi:06.11.2021.
112. Arctic Council. Arctic marine shipping assessment 2009 report. URL:https://www.researchgate.net/profile/Hajo_Eicken/publication/255891922_Arctic_Marine_Shipping_Assessment_2009_Report/links/5ad39ab30f7e9b2859360173/Arctic-Marine-Shipping-Assessment-2009-Report.pdf. Son Erişim Tarihi:08.10.2021.
113. Yangjun W., Ren Z., Shanshan G. and Longxia Q. (2018). Investigating The Effect Of Arctic Sea Routes On The Global Maritime Container Transport System Via A Generalized Nash Equilibrium Model, *Polar Research*, 37(1), 2-10.
114. Hansen C.Ø., Gronstedt, P., Graversen C., L., Hendriksen, C. (2016). Arctic Shipping: Commercial Opportunities And Challenges. CBS Maritime. Denmark. 7-93.
115. Xu H., Yin, Z., Jia, D., Jin, F., Ouyang, H. (2011). The potential seasonal alternative of Asia–Europe container service via Northern sea route under the Arctic sea ice retreat. *Maritime Policy & Management*, 38(5), 541-560.
116. Overland J., E. and Wang M. (2013). When will the summer be nearly sea ice free? *Geophysical Research Letters*, 40, 2097–2101.
117. Mudryk, L.,R., Dawson, J., Howell, S., E., L., D., Chris, Zagon, T., A. and Brady, M. (2021). Impact of 1, 2 and 4 °C of global warming on ship navigation in the Canadian Arctic. *Nature Climate Change*, 11, 673-679.
118. National Centre for Polar and Ocean Research. Melting Arctic opens new passages for invasive species, URL:http://www.ncaor.gov.in/files/Science_News/arctic-news-30-05-14.pdf (2014). Son Erişim Tarihi:01.11.2021.
119. Kitagawa H., Izumiyama, K., Kamesaki K., Yamaguchi, H., Ono, N. (2001) The Northern Sea Route, the shortest sea route linking East Asia and Europe Ship and Ocean Foundation, Tokyo.

120. Dushkova, D., Krasovskaya, T., Eevev, A. (2017). Environmental & human impact of the Northern Sea Route & industrial development in Russia's Arctic zone, *Arctic Yearbook*, 3-11.
121. Margaret Blunden (2012). Geopolitics and the Northern Sea Route. *International Affairs*, 88(1), 115-129.
122. Claes Lykke Ragner (2000). Northern sea route cargo flows and infrastructure—present state and future potential. The Fridtjof Nansen Institute Report 13/2000. Fridtjof Nansen Institute. Norway. 1-117.
123. Nong Hong (2012). The Melting Arctic And Its Impact On China's Maritime Transport. *Research in Transportation Economics*, 35(1): 50–57.
124. National Snow And Ice Data Center. 2021. Arctic Sea Ice News And Analysis. URL: <http://nsidc.org/arcticseaicenews/> Son Erişim Tarihi: 01.12.2021.
125. Meng, Q., Y., Zhang, and Xu, M. (2017). Viability Of Transarctic Shipping Routes: A Literature Review From The Navigational And Commercial Perspectives. *Maritime Policy & Management*, 44(1), 16-41
126. Lasserre, F. and Pelletier S. (2011). Polar super seaways? Maritime Transport In The Arctic: An Analysis Of Shipowners' Intentions. *Journal of Transport Geography*, 19(6) 1465-1473. 103
127. Malte Humpert and Andreas Raspotnik (2012). The Future of Arctic Shipping Along the Transpolar Sea Route. *Arctic Yearbook*, 281-301.
128. Pizzolato, L., Howell, S., E., L., Derksen, C., Dawson, J., Copland, L., (2014). Changing Sea Ice Conditions And Marine Transportation Activity In Canadian Arctic Waters Between 1990 And 2012. *Climatic Change*, 123, 161-73.
129. Lu, D., Park G., K. , Choi K., Oh, S. (2014). An Economic Analysis of Container Shipping through Canadian Northwest Passage, *International Journal of e-Navigation and Maritime Economy*, 1, 60-72.
130. Donat Pharand (2007). The Arctic Waters and the Northwest Passage: A Final Revisit. *Ocean Development & International Law*, 38(1), 3-69.
131. Arctic Shipping Status Reports (2021). Shipping In The Northwest Passage: Comparing 2013 With 2019. Arctic Shipping Status Report (ASSR).
132. Nathan D. Mulherin (1996). The northern sea route. Its development and evolving state of operations in the 1990s. Hanover NH: Cold Regions Research and Engineering Laboratory, Research Report. US.1-54
133. Canadian Armed Forces, National Defence and the Canadian Armed Forces., URL: <https://www.canada.ca/en/department-national-defence.html>. Son Erişim Tarihi: 02.12.2021.
134. Ryan. Bunt (2020), Canadian Forces College – Collège Des Forces Canadiennes. *Long-Term Feasibility Of The Nanisivik Naval Facility*. 1-18.

135. Halvor Schøyena and Svein Bråthenb (2011). The Northern Sea Route Versus The Suez Canal: Cases From Bulk Shipping. *Journal of Transport Geography*, 19(4), 977-983. Rogers, T., S. Walsh, J., E., Rupp, T., S., Brigham, L., W., Sfraga, M. (2013). Future Arctic.
136. Marine Access: Analysis And Evaluation Of Observations, Models, And Projections Of Sea Ice. *The Cryosphere*, 7(1), 321–332.
137. Notteboom T. (2006), The time factor in liner shipping services, *Maritime Economics & Logistics*, 8(1), 19-39.
138. Eguíluz, V., M., Fernández-Gracia, J., Irigoien, X. and Duarte, C., M., (2016). A Quantitative Assessment Of Arctic Shipping In 2010–2014. *Scientific Reports*, 6, 1-6
139. Pizzolato, L., Howell, S., E., L., Dawson, J., Laliberté, F. and Copland, L. (2016). The influence of declining sea ice on shipping activity in the Canadian Arctic. *Geophysical Research Letters*. 43(12), 146-154.
140. Xia Z., Jianmin S. and Haojie Z. (2013). A Study on Scale and Scope of Maritime Cargoes through the Arctic Passages. *Chinese Journal of Polar Research*. 25(2), 168-175.
141. Deutsche Welle. German commercial ships make historic Arctic journey. URL: <https://www.dw.com/en/german-commercial-ships-make-historic-arctic-journey/a-4679955>. Son Erişim Tarihi: 02.12.2021.
142. Centre for High North Logistics. URL: <https://arctic-lho.com/>. Son Erişim Tarihi: 03.12.2021.
143. Nathan D. Mulherin (1996). The northern sea route. Its development and evolving state of operations in the 1990s. Hanover NH: Cold Regions Research and Engineering Laboratory, Research Report. US, 1-54.
144. Frédéric Lasserre (2014). Simulations Of Shipping Along Arctic Routes: Comparison, Analysis And Economic Perspectives, *Polar Record*, 51(3), 239-259.
145. Yi Yang and Hu Na (2019). The Spatial And Temporal Evolution Of Coordinated Ecological And Socioeconomic Development In The Provinces Along The Silk Road Economic Belt In China. *Sustainable Cities and Society*, 47(8), 2-5.
146. British Broadcasting Corporation. Egypt's Suez Canal Blocked By Huge Container Ship URL: <https://www.bbc.com/news/world-middle-east-56505413>. Son Erişim Tarihi: 03.12.2021.
147. Gladkiy, Y., N., Sukhoruko, V., D., , Kornekova, S., Y., Kulik, S., V., and Kaledin, N., V. (2020). "Polar Silk Road": Project Implementation And Geo-Economic Interests Of Russia And China. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 434, 1-6.
148. Notteboom T. (2006), The time factor in liner shipping services, *Maritime Economics & Logistics*, 8 (1), 19-39.

149. Rodrigue, J., P., Comtois C. and Slack B. (2006). Routledge The Geography of Transport Systems. Routledge. USA. 1-396.
150. Verny, J. and Grigentin, C. (2009), Container Shipping On The Northern Sea Route. *International Journal Production Economic*. 122(1), 107-117.
151. Vlad M. Kaczynski (2013). Russian Arctic Resource Development And Related Policy Considerations. *Georgetown Journal of International Affairs*. 14(1), 181-191.
152. Arctic Marine Shipping Assessment (2009). Arctic Council: Arctic Marine Shipping Assessment 2009 Report. Arctic Council, Norwegian Chairmanship 2006-2009 and Protection of the Arctic Marine Environment. 1-185.
153. Liu, M. and Kronbak, J. (2010), The potential economic viability of using the Northern Sea Route (NSR) as an alternative route between Asia and Europe. *Journal of Transport Geography*. 18(3), 434-444.
154. Moe, A., and Jensen, O. (2010). Opening Of New Arctic Shipping Routes. *European Parliament, Directorate-General For External Policies, Policy Department*, 2(3), 4-15.
155. Ho, J., (2010), The Implications Of Arctic Sea Ice Decline On Shipping. *Marine Policy*. 34(3), 713-715.
156. Griffiths J. D. (1995). Queueing at the Suez Canal. *Journal of the Operational Research Society*, 46, 1299-1309.
157. Collaborative Project. (2014). Calculation Of Fuel Consumption Per Mile For Various Ship Types And Ice Conditions In Past, Present And Future. Access Arctic Climate Change, Economy and Society, 6-42.
158. Stephenson, S., R., Brigham, L., W. and Smith, L., C. (2014). Marine Accessibility Along Russia's Northern Sea Route. *Polar Geography*. 37(2), 111-133.
159. Kapsch, M., L., Graversen, R., G. and Tjernstro, M., M., (2013). Spring Time Atmospheric Energy Transport And The Control Of Arctic Summer Sea-Ice Extent. *Nature Climate Change*. 3, 744-748.
160. Masayo Ogi and John M. Wallace (2012), The role of summer surface wind anomalies in the summer Arctic sea ice extent in 2010 and 2011. *Geophysical Research Letters*. 39(9), 1-6.
161. ARTICS. Arctic Ecosystems And The Impact By Shipping Activities. URL: <http://www.arctis-search.com/Arctic+Ecosystems+and+the+Impact+by+Shipping+Activities>, Son Erişim Tarihi: 09.12.2021.
162. Seaman Memories. SOLAS Convention of 1974: Chapters and Regulations in Summary, URL: <https://www.seamanmemories.com/solas-convention-1974-chapters-regulations-summary/>. Son Erişim Tarihi: 09.12.2021.
163. International Maritime Organization. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships,

- URL:<https://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/ConferencesMeetings/Pages/Marpol.a.spx> . Son Erişim Tarihi:09.12.2021.
164. International Maritime Organization. Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea, 1972 (COLREGs). URL:<https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/COLREG.aspx>. Son Erişim Tarihi:09.12.2021.
165. International Maritime Organization. International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW). <https://www.imo.org/en/OurWork/HumanElement/Pages/STCW-Conv-LINK.aspx>. Son Erişim Tarihi:10.12.2021.
166. Yumpu. Shipping across the Arctic Ocean position paper – DNV. URL:<https://www.yumpu.com/en/document/view/10675657/shipping-across-the-arctic-ocean-position-paper-dnv>. Son Erişim Tarihi:10.12.2021.
167. Emmerson, C. & Lahn, G. (2012). Arctic Opening: Opportunity and Risk in the High North. Chatham House-Lloyd's Risk Insight Report. UK. 5-7.
168. The Market Forideas, The Arctic Maritime Corridor, URL:<http://www.themarketforideas.com/the-arctic-maritime-corridor-ice-ice-baby-on-the-frozen-dance-floor-a478/>. Son Erişim Tarihi:10.12.2021.
169. RBC, The Navy did not allow NOVATEK to build a terminal for the gasification of Kamchatka. URL: <https://www.rbc.ru/business/31/03/2020/5e8314c49a79473c7e366961> , Son Erişim Tarihi:10.12.2021.
170. Lawrence R. Mudryk, Jackie Dawson, Stephen E. L. Howell, Chris Derksen, Thomas A. Zagon, Mike Brady (2012), Impact Of 1, 2 And 4 °C Of Global Warming On Ship Navigation In The Canadian Arctic. *Nature Climate Change*, 11, 673–679.
171. Radio Canada International. Rarely used Arctic shipping route offers path to Canada Russia reconciliation URL:<https://www.rcinet.ca/en/2015/12/31/rarely-used-arctic-shipping-route-offers-path-to-canada-russia-reconciliation/>. Son Erişim Tarihi:03.12.2021.
172. Wikipedia. Arctic Bridge. URL:https://en.wikipedia.org/wiki/Arctic_Bridge .Son Erişim Tarihi:08.12.2021.
173. Ross TJ (2004). Fuzzy Logic with Engineering Applications. John Wiley&Sons Ltd, Chichester, 628.
174. Zadeh, L., A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8(3), 338-353.
175. Kaufmann, A. and Gupta, M.M. (1988). Fuzzy Mathematical Models in Engineering and Management Science. North-Holland, Amsterdam.
176. Bellman, R., E. and Zadeh, L., A., (1970). Decision-Making in a Fuzzy Environment. *Management Science*, Vol 17(4), 141-273.

- 177.Serafim Opricovic and Gwo-Hshiong Tzeng, (2003). Defuzzification Within A *Multicriteria Decision Model, International Journal of Uncertainty Fuzziness and Knowledge-Based Systems*. 11(5), 635-652.
- 178.Robertson, K., W. (2017). Benchmarking the Current Employment Statistics Survey: Perspectives on Current Research. *Monthly Labor Review*, 140(11), 1-22.
- 179.Gordon, L, Hillenius, P., Ihre, R. & Varn, A.S. (2009). *Shipbroking and Chartering Practice*, London, Informa.
- 180.Akten, N. Ve Albayrak, M., A. (1988) *Deniz Taşımacılığı Kılavuzu*, İstanbul Ekim Matbaası.
- 181.Çetin, İ.B., (2016). Çarter İşletmeleri Kitap Bölümü, *Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Kitabı*, Editörler: Güldem CİRİT; Ali DEVECİ, Soner ESMER, ISBN: 9786053779810, Beta Basım.
- 182.Akan, E., and Bayar, S. (2021). An evaluation of ship investment in interval type-2 fuzzy environment. *Journal of the Operational Research Society*, 1-19.
- 183.Tor Wergeland, 2010. Arctic Shipping Routes - Cost Comparisons with Suez. <http://www.arctis-search.com/Arctic+Shipping+Routes++Cost+Comparisons+with+Suez>. Son Erişim Tarihi:03.12.2021.
- 184.Amarineblog. <https://amarineblog.com/2017/06/19/ship-ice-class/>. Son Ziyaret Edildiği Tarih Aralık 2021.
- 185.Searates Freight Online Market. https://www.searates.com/freight/?from=ChIJMzz1sUBwsjURoWTDI5QSIQI&to=hIJuRMYfoNhsUcRoDrWe_I9JgQ&date=23%2CDec%2C2021&type=fcl&cont%5B20st%5D=1 Son Erişim Tarihi:03.12.2021.
- 186.ISTFIX. https://mcusercontent.com/3a753e47349dc8136d81ef43e/files/89a206e6-4cd6-8fdd-1a01-77f2a81a462a/ISTFIX_Week_50_2021_TR_FINAL.DOC.pdf. Son Erişim Tarihi:03.12.2021.
- 187.Masahiko Furuichi, Natsuhiko Otsuka (2012) *Effects of the Arctic Sea Routes (NSR and NWP) Navigability on Port Industry*. IAPH Port Planning and Development Committee (PPDC) Project. The International Association of Ports & Harbors. Jerusalem, Israel.
- 188.Stopford, M. (2009) *Maritime Economics*. 3rd Edition, Routledge, London.
- 189.Sea distances. URL:<https://sea-distances.org/advanced>. Son Erişim Tarihi:03.12.2021.
- 190.Marine Online. Bunker. https://www.marineonline.com/maritime-news/bunker-price?lang=en_US. Son Erişim Tarihi:03.12.2021.

191. Hua, X., Z. Yin, D. Jia, F. Jin and H. Ouyang (2011). The potential seasonal alternative of Asia–Europe container service via Northern Sea Route under the Arctic sea ice retreat. *Maritime Policy and Management*, 38(5), 541-560.
192. Yiru Zhang, Qiang Meng, Szu Hui Ng (2016). Shipping efficiency comparison between Northern Sea Route and the conventional Asia-Europe shipping route via Suez Canal. *Journal of Transport Geograph*, 57, 241-249.
193. Lasserre, F. and Bourbonnais, P. (2015). Winter shipping in the Canadian Arctic: toward yearround traffic? *Polar Geography*, 38(1), 70–88.
194. Aurélie Sarrabezoles, Frédéric Lasserre and Zebret Hagouagn'rin (2014). Arctic shipping insurance: towards a harmonisation of practices and costs? *Polar Record*. (52)4, 1–6.
195. Chien-Yun Yuan, Cheng-Hsien Hsieh and Dong-Taur Su (2020) . Effects of new Shipping routes on the operational resilience of container lines: potential impacts of the Arctic Sea Route and the Kra Canal on the Europe-Far East seaborne trade. *Maritime Economics & Logistics*. 22, 308-325.

DİZİN

A

Analiz · iv, viii, ix, 2, 7, 8, 10, 57,
79, 81, 89, 92, 97, 98, 99, 132,
134, 135

B

Buzul · 13, 20, 28, 29, 31, 44, 62

C

CIS · xv, 21

Ç

Çap · 13, 17, 33, 35, 38, 78

D

Dünya · 1, 12, 13, 24, 25, 26, 27,
29, 31, 33, 35, 36, 37, 38, 39,
41, 65, 68, 69, 77, 79, 85, 129

E

Ekosistem · 8, 21, 24, 26, 29, 48,
59, 67

F

Floe · 18

G

Geçit · 3, 7, 56, 66, 76, 105, 112,
119

H

Havza · 24, 45, 74

İ

İklim · 8, 12, 24, 25, 26, 27, 29,
32, 33, 36, 37, 39, 41, 42, 57,
66, 68, 78, 84, 100, 107, 114,
121

K

Kutup · iv, 1, 6, 12, 21, 22, 34, 35,
36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44,
47, 48, 49, 50, 51, 52, 59, 61,
68, 70, 75, 79, 86, 88, 89

N

Nehir · 31, 64

O

Okyanus · 7, 8, 10, 12, 13, 22, 24,
27, 30, 34, 35, 37, 49, 65, 66,
67, 68, 69, 70, 76, 81, 83, 84,

Ö

Önleme · 21, 35, 48, 51, 61, 63

P

Petrol · 23, 35, 36, 37, 47, 49, 51,
57, 66, 78, 130, 134

S

SOLAS · 21, 47, 48, 50, 52, 60,
85, 147

T

Tonaj · ix, 1, 71, 75, 86, 100,
107, 114, 121

Y

Yüzey · 13, 14, 16, 17, 24, 27,
28, 31, 32, 34, 64, 83



TEKNOVERSİTE



teknoversite **AYRICALIĞINDASINIZ**

İSTE

