T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
DENİZ ULAŞTIRMA İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
DENİZCİLİKTE EMNİYET, GÜVENLİK VE ÇEVRE YÖNETİMİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DENİZ TRAFİK YOĞUNLUĞUNUN OTS VERİLERİ KULLANILARAK HARİTALANDIRILMASI: KUZEY EGE DENİZİNDE BİR UYGULAMA

Burak KUNDAKÇI

Danışman
Prof. Dr. Selçuk NAS

İzmir – 2017

YÜKSEK LİSANS
TEZ ONAY SAYFASI

Üniversite : Dokuz Eylül Üniversitesi

Enstitü : Sosyal Bilimler Enstitüsü

Adı ve Soyadı : BURAK KUNDAKÇI

Öğrenci No : 2015800671

Tez Başlığı : Deniz Trafik Yoğunluğunun OTS Verileri Kullanılarak Haritalandırılması: Kuzey Ege Denizinde Bir Uygulama

Savunma Tarihi : 19.06.2017

Danışmanı : Prof.Dr.SELÇUK NAS

JÜRİ ÜYELERİ

Ünvanı, Adı, Soyadı	Üniversitesi	İmza
Prof.Dr.SELÇUK NAS	-DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	.....
Yrd.Doç.Dr.Ali Cemal TÖZ	-DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	.....
Doç.Dr.Özgür ÖZPEYNİRCİ	-İZMİR EKONOMİ ÜNİVERSİTESİ	.....

BURAK KUNDAKÇI tarafından hazırlanmış ve sunulmuş olan bu tez savunmada başarılı bulunarak oy birliği(✓) / oy çokluğu( ) ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. M. Banu DURUKAN SALI
Müdür

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum "**Deniz Trafik Yoğunluğunun OTS Verileri Kullanılarak Haritalandırılması: Kuzey Ege Denizinde Bir Uygulama**" adlı çalışmanın, tarafımdan, akademik kurallara ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

..../..../.....

Burak KUNDAKÇI

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Deniz Trafik Yoğunluğunun OTS Verileri Kullanılarak Haritalandırılması: Kuzey Ege Denizinde Bir Uygulama

Burak KUNDAKÇI

Dokuz Eylül Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı
Denizcilikte Emniyet, Güvenlik ve Çevre Yönetimi Programı

Denizyolu taşımacılığının gelişmesiyle birlikte artan deniz trafiği beraberinde deniz kazası, çevre kirliliği gibi birtakım tehlikeler de getirmektedir. Bir bölgede bulunan deniz trafik yoğunluğunun incelenmesi ve o bölge hakkında durumsal farkındalığın artması oldukça önemlidir.

Deniz trafiğiyle ilgili yapılan çalışmalar genel olarak Otomatik Tanımlama Sistemi (OTS) verileri ile deniz trafik yoğunluğunun incelenmesi, çatışma ya da karaya oturma olasılıklarının hesaplanması, bölgesel ya da küresel düzeyde gemi hareketlerini gösterecek yoğunluk haritalarının çıkarılması ve seçilen bölgelerdeki gemi hareketlerinin incelenmesi şeklindedir. Artan deniz trafiğinin incelenerek bölgeler hakkında durumsal farkındalığın artmasını sağlayan çeşitli yöntemler ve programlar bulunmaktadır. Örneğin IWRAP Mk II, SAMSON, GRACAT gibi programlar kullanılarak gemilerin çatışma ya da karaya oturma olasılıklarını nicel olarak hesaplamak mümkündür.

Türkiye'de, deniz trafiğinin incelenmesi ile ilgili çalışmalar bulunmakla birlikte, deniz trafiğinin analizinde kullanılan bir program geliştirilmemiştir. Literatürde olan bu eksiklikten yola çıkılarak bu çalışmada bir masaüstü uygulaması geliştirilmiştir. Geliştirilen uygulama ile OTS verileri kullanılarak öncelikle gemi hareketlerinin haritalandırılması sağlanmaktadır. Gemi hareketleri haritalandırıldıktan sonra iki nokta seçilerek bu iki nokta arasından geçen gemilerle ilgili çeşitli grafikler ortaya çıkarılabilmektedir. Bu uygulama ile Frekans-Mesafe, Draft-Mesafe, Yere Göre Sürat-Mesafe, Yere Göre Sürat-Yere Göre Rota gibi çeşitli dağılımların hesaplanıp grafiksel olarak gösterilmesi

mümkündür. Bu konuda Türkiye'de yapılmış ilk örnek niteliğinde olan uygulamanın farklı ihtiyaçlar doğrultusunda geliştirilmesi mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Otomatik Tanımlama Sistemi, Deniz Trafiği, Deniz Trafik Analizi.

ABSTRACT

Master Thesis

Mapping Marine Traffic Density by using AIS Data: An Application in the Northern Aegean Sea

Burak KUNDAKÇI

Dokuz Eylül University
Graduate School of Social Sciences
Department of Marine Transportation Engineering
Maritime Safety, Security and Environmental Management Program

The increase in the marine traffic with the advancement of maritime transportation has brought about such hazards as marine accidents and environmental pollution. Investigating of the marine traffic density in a region and increasing the situational awareness about that region is of appreciable importance.

Studies on marine traffic are generally based on the examination of the density of marine traffic with Automatic Identification System (AIS) data, the calculation of the probability of collision or grounding accidents, developing the regional or global density maps to show ship movements and investigating the ship movements in the selected regions. There are various methods and programs to analyze the marine traffic and to increase the situational awareness about the regions in question. For example it is possible to calculate the collision or grounding probability quantitatively by using programs such as IWRAP Mk II, SAMSON, GRACAT.

Although there are some studies on the investigation of marine traffic in Turkey, a program for the analysis of marine traffic has not been developed yet. Considering this lack in the literature, a desktop application has been developed in this work. With the developed application, mapping the ship movements with AIS data becomes possible. After mapping the vessel movements, it is possible to select two points and create various graphics regarding the vessels passage between these two points. Besides with this application, Frequency-Distance, Draught-Distance, SOG-Distance, SOG-COG

distributions can be calculated and visualized graphically. Furthermore, it is possible to develop the application, which has been the first development in Turkey, in line with different needs.

Keywords: Automatic Identification System, Marine Traffic, Marine Traffic Analysis.

DENİZ TRAFİK YOĞUNLUĞUNUN OTS VERİLERİ KULLANILARAK HARİTALANDIRILMASI: KUZEY EGE DENİZİNDE BİR UYGULAMA

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI ii
YEMİN METNİ iii
ÖZET iv
ABSTRACT vi
İÇİNDEKİLER viii
KISALTMALAR xi
TABLOLAR LİSTESİ xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ xiv
EKLER LİSTESİ xvi

GİRİŞ 1

BİRİNCİ BÖLÜM
DENİZ TRAFİĞİ

1.1. DENİZ TRAFİĞİNİN İZLENMESİ 3
1.1.1. Gemileri Kısa Mesafede İzleme Yöntemleri 4
1.1.1.1. Radar 5
1.1.1.2. Otomatik Tanımlama Sistemi (Sahil Alıcıları Kullanılarak) 6
1.1.2. Gemileri Uzun Mesafede İzleme Yöntemleri 6
1.1.2.1. Otomatik Tanımlama Sistemi (Uydu Alıcıları Kullanılarak) 7
1.1.2.2. Gemilerin Uzak Mesafelerden Tanımlanması ve Takibi (LRIT) 7
1.2. OTS AYGITI 8
1.2.1. OTS Aygıtına Genel Bakış 8
1.2.2. OTS Aygıtının Çalışma Prensibi 10
1.2.3. OTS Aygıtı ile Gemilerden Gönderilen Bilgiler 12
1.2.4. OTS Aygıtının Gemi-Gemi Arasında Kullanımı 15
1.2.5. OTS Aygıtının Gemi-GTH Arasında Kullanımı 16

1.3. DENİZ TRAFİK ANALİZİ 17
1.3.1. Suyolu Tasarımı ve Parametreleri 18
1.3.1.1. Gemilerin Seyir Yaptığı Kanal Tasarımı 18
1.3.1.2. Gemiler İçin Demir Bölgesi Tasarımı 19
1.3.2. Suyolu Kapasitesi ve Analiz Yöntemleri 20
1.3.2.1. Gemi Seyir/Manevra Simülasyon Modelleri 21
1.3.2.2. Trafik Akış Simülasyon Modelleri 22
1.3.2.2.1. Düzenli Emniyet Değerlendirmesi (FSA) 22
1.3.2.2.2. IWRAP Programı 23
1.3.2.2.3. PAWSA 26
1.3.2.2.4. SAMSON Programı 27
1.3.2.2.5. GRACAT Programı 28
1.3.2.2.6. SHIPCOF Programı 29
1.3.2.2.7. OTS Verileri ile Yapılmış Diğer Çalışmalar 29
1.3.3. OTS Aygıtının Deniz Trafiğinin İzlenmesinde ve Analizinde Kullanım Örnekleri 30
1.3.4. OTS Aygıtının Diğer Kullanım Alanları 35

İKİNCİ BÖLÜM

TEORİK ARKA PLAN

2.1. KULLANILAN MATERYALLER 37
2.1.1. Uygulamanın Geliştirilmesi İçin Bilgisayar 37
2.1.2. Verilerin Saklanması İçin Veri Tabanı 38
2.1.2.1. Yapılandırılmış Sorgu Dili (SQL) 38
2.1.2.2. Saklı Yordam (Stored Procedure) 38
2.1.2.3. Görünümler (Views) 39
2.1.3. Visual Studio Community 2017 39
2.1.4. C# Programlama Dili 39
2.2. KULLANILAN ALGORİTMALAR 40
2.2.1. İki Doğrunun Kesişimi 40
2.2.2. Mesafe Hesabı 46

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

KUZEY EGE DENİZ TRAFİĞİNİN OTS VERİLERİ İLE ANALİZİ

3.1. KUZEY EGE DENİZİ GENEL ÖZELLİKLERİ 49

3.2. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ 51

3.2.1. Araştırmanın Amacı 51

3.2.2. Araştırmanın Kapsamı 52

3.2.3. Masaüstü Uygulamasının Geliştirilmesi 53

3.2.3.1. Kuzey Ege Denizi Deniz Trafik Yoğunluğunun Haritalandırılması 56

3.2.3.2. Kuzey Ege Denizi Deniz Trafiğinin Analiz Edilmesi 60

3.3. ARAŞTIRMANIN KISITLARI 67

3.4. BULGULAR 67

SONUÇ VE TARTIŞMA 80

KAYNAKÇA 83

EKLER

KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AIS	Automatic Identification System
AIS-AtoN	Automatic Identification System - Aid to Navigation
AIS-SART	Automatic Identification System - Search and Rescue Transponder
ARPA	Automatic Radar Plotting Aid
COG	Course over Ground
COLREG	International Regulations for Preventing Collisions at Sea
CPA	Closest Point of Approach
CPU	Central Processing Unit
CS	Carrier Sense
CSTDMA	Carrier Sense Time Division Multiple Access
dk	Dakika
DWT	Deadweight Tonnage
E	East
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System
EPFS	Electronic Position Fixing System
ES	Environmental Stress
ETA	Estimated Time of Arrival
FATDMA	Fixed Access Time Division Multiple Access
FSA	Formal Safety Assessment
FSRU	Floating Storage Regasification Unit
GNSS	Global Navigational Satellite System
GRACAT	Grounding and Collision Analysis Toolbox
GRT	Gross Register Tonnage
GTH	Gemi Trafik Hizmetleri
IALA	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities
IMO	International Maritime Organisation
ITDMA	Incremental Time Division Multiple Access
IWRAP	IALA Waterway Risk Assessment Program
int	integer
LNG	Liquefied Natural Gas
LOA	Length Overall

LRIT	Long-Range Identification and Tracking
MARIN	The Maritime Research Institute Netherlands
MMSI	Maritime Mobile Service Identity
ms	milisaniye
N	North
NM	Nautical Miles
OTS	Otomatik Tanımlama Sistemi
PAWSA	Ports and Waterways Safety Assessment
Radar	Radio Detection and Ranging
RATDMA	Random Access Time Division Multiple Access
ROT	Rate of Turn
s	Saniye
SAMSON	Safety Assessment Models for Shipping and Offshore in the North Sea
SART	Search and Rescue Transponder
SO	Self Organising
SOG	Speed over Ground
SOLAS	International Convention for the Safety of Life at Sea
SOTAS	Seyir Yardımcıları Otomatik Tanımlama Sistemi
SOTDMA	Self Organising Time Division Multiple Access
SQL	Structured Query Language
TBGTH	Türk Boğazları Gemi Trafik Hizmetleri
TCDD	Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
TCPA	Time of Closest Point of Approach
TDMA	Time Division Multiple Access
TEU	Twenty-foot Equivalent Unit
UTC	Coordinated Universal Time
VHF	Very High Frequency
VMS	Vessel Monitoring System

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1: Kaza Türleri s. 4
Tablo 2: OTS Aygıtı ile Gemiden Gönderilen Veriler s. 12
Tablo 3: OTS Aygıtı Sinyal Gönderme Aralıkları s. 13
Tablo 4: A Klas OTS Aygıtı Dinamik Bilgi Gönderme Aralıkları s. 13
Tablo 5: A Klas Dışındaki OTS Aygıtı Dinamik Bilgi Gönderme Aralıkları s. 14
Tablo 6: Gemi Tipleri ve Kullanılan Tanımlayıcı Kodlar s. 14
Tablo 7: Çalışmada Kullanılan Bilgisayar Özellikleri s. 37
Tablo 8: Gemi Grupları ve Seyir Durum Kodları s. 55
Tablo 9: Çalışma Yapılan Bölge Genel Deniz Trafik Bilgileri s. 67

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: OTS Aygıtı Çalışma Şekli s. 9
Şekil 2: OTS ITDMA Çalışma Prensibi s. 11
Şekil 3: Kanal ve Gemilerin Geçiş Yolu s. 19
Şekil 4: Marmara Denizi Deniz Trafik Yoğunluğu s. 20
Şekil 5: Gemi Seyir/Manevra Simülasyon Örneği s. 21
Şekil 6: Gemi Trafiği Harita Yoğunluk Gösterimi s. 24
Şekil 7: Gemi Trafiği Harita Yoğunluğunun Rotalandırılması s. 25
Şekil 8: Çatışma Olasılığının Belirlenmesi s. 25
Şekil 9: OTS Verileri ve Seçilen Doğrunun Temsili Gösterimi s. 40
Şekil 10: 2 Boyutlu Uzayda Doğruların Kesişimi s. 41
Şekil 11: Doğruların Koordinat Düzleminde Gösterimi s. 43
Şekil 12: Doğruların Koordinat Düzleminde Gösterimi s. 45
Şekil 13: Boylamları Aynı İki Nokta Arasındaki Mesafe Hesabı s. 47
Şekil 14: Enlemleri Aynı İki Nokta Arasındaki Mesafe Hesabı s. 47
Şekil 15: Enlem ve Boylamı Bilinen İki Nokta Arasındaki Mesafe Hesabı s. 48
Şekil 16: Kuzey Ege Denizi Limanları s. 50
Şekil 17: PETKİM – APM Terminal s. 50
Şekil 18: Çalışmanın Kapsamı s. 52
Şekil 19: Veri Tabanı Tablolar s. 53
Şekil 20: OTS Verilerinin Veri Tabanına İşleniş Türü s. 54
Şekil 21: OTS Verilerinin Veri Tabanında Gösterim Şekli s. 54
Şekil 22: Kuzey Ege Denizi Haritası s. 56
Şekil 23: Gemi Tipine Göre Renk Kodları s. 57
Şekil 24: Uygulama Arayüzü s. 58
Şekil 25: Trafiğin Haritalandırılmasında Kullanılan Akış Diyagramı s. 59
Şekil 26: Haritada Gemi Hareketlerinin İşaretlenmiş Hali s. 60
Şekil 27: Doğruların Kesişiminin Hesaplandığı Akış Diyagramı s. 62
Şekil 28: Kargo Gemilerinin Güzergahları ve Analiz İçin Alınan Kesit s. 63
Şekil 29: Yere Göre Hız – Mesafe Dağılımı s. 64
Şekil 30: Draft – Mesafe Dağılımı s. 65
Şekil 31: Frekans – Mesafe Dağılımı s. 66
Şekil 32: Yere Göre Hız – Yere Göre Rota Dağılımı s. 66
Şekil 33: OTS Verilerinin Gemi Tiplerine Göre Dağılımı s. 69

Şekil 34: OTS Verilerinin Gemilere Göre Dağılımı s. 69
Şekil 35: OTS Verilerinin Gemi Boyuna Göre Dağılımı s. 70
Şekil 36: Gemi Tiplerine Göre Deniz Trafik Haritası s. 71
Şekil 37: Kargo Gemilerinin İzledikleri Güzergah ve Seçilen İki Nokta s. 74
Şekil 38: Kargo Gemilerinin Analizi s. 75
Şekil 39: Tanker Gemilerinin İzledikleri Güzergah ve Seçilen İki Nokta s. 76
Şekil 40: Tanker Gemilerinin Analizi s. 77
Şekil 41: Yolcu Gemilerinin İzledikleri Güzergah ve Seçilen İki Nokta s. 78
Şekil 42: Yolcu Gemilerinin Analizi s. 79

EKLER LİSTESİ

EK 1: OTS Verileri Kullanım İzni – 1 ek s.1
EK 2: OTS Verileri Kullanım İzni – 2 ek s.2

GİRİŞ

Denizyolu taşımacılığının günden güne gelişmesiyle birlikte taşınan yük miktarı giderek artmaktadır (UNCTAD, 2016:7). Denizyolu taşımacılığındaki bu büyüme, dünya ticaretinin hızla gelişmesine katkı sağlamakla birlikte beraberinde başta deniz kazası ve çevre kirliliği olmak üzere birtakım tehlikeler getirmektedir. Yaşanabilecek bu tehlikeler, hem insana hem de çevreye ciddi zararlar vermektedir. Deniz kazaların yaşanmaması için geçmişten günümüze birçok önlemler alınmış ve halen alınmaya devam edilmektedir. Deniz kazalarının önlenmesi amacıyla gemilerde Denizde Çatışmayı Önleme Tüzüğü (COLREG) kurallarına uyulması zorunlu tutulmuş, belirli groston üzeri gemilerde otomatik plotlama özelliği bulunan radarlar zorunlu tutulmuş ve otomatik tanımlama sistemi (OTS) vb. daha birçok önlemler alınmıştır. Benzer şekilde karadan denizin takip edilmesi için de OTS, radar gibi teknolojiler kullanılmıştır.

Karadan deniz trafiğinin takip edilerek anlık olarak gemi hareketleri üzerinde önlemler alınabileceği gibi geçmiş OTS verileri kullanılarak gemilerin hareketlerinin incelenmesi ve analiz edilmesi de mümkündür. OTS verileri ile çatışma ve karaya oturma olasılıkları hesaplanabilir, deniz trafiği haritalandırılabilir, trafiğin yoğun olduğu bölgeler ortaya çıkarılabilir ve deniz trafik analizleri yapılabilir (Hanninen ve Kujala, 2010; Kujala ve diğerleri, 2009; Mazaheri ve diğerleri, 2013; Mehta, 2016; Nas, 2014; Natale ve diğerleri, 2015; Willems ve diğerleri, 2009; Wu ve diğerleri, 2017). Ortaya çıkarılan bilgiler, karar destek amacıyla kullanılarak bölgede birtakım önlemlerin alınması mümkündür.

Kuzey Ege Denizi de deniz trafiğinin yoğun olduğu bölgelerden biridir. Bölgede bulunan limanlarda birçok yük tipi elleçlenebilmektedir. Bu çalışmada OTS verileri ile Kuzey Ege Denizi Deniz Trafiğinin haritalandırılması ve istenilen hattaki gemi dağılımlarının analiz edilebilmesi için masaüstü uygulaması geliştirilmiştir. Geliştirilen uygulama ile farklı gemi tiplerinin izledikleri güzergahlar ortaya çıkarılmış ve daha sonra iki nokta seçilerek bu hattan geçen gemilerin Frekans-Mesafe, Draft-Mesafe, Yere Göre Sürat-Mesafe, Yere Göre Sürat-Yere Göre Rota gibi çeşitli dağılımların hesaplanıp grafiksel olarak gösterilmesi sağlanmıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde deniz trafiği, deniz trafiğinin izlenmesi, deniz trafiğinin analizi gibi konular ele alınmıştır.

İkinci bölümde ise uygulamanın geliştirilme aşamasındaki teorik arka planla ilgili bilgiler verilmiştir.

Üçüncü bölümde ise masaüstü uygulamasının geliştirilme aşamaları, uygulamanın çalışma prensibi ve uygulamadan elde edilen analiz örnekleri gösterilmiştir.

Sonuç ve tartışma bölümünde ise geliştirilen uygulamanın eksikliklerine, faydalarına ve diğer çalışmalarla olan benzerliklerine yer verilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

DENİZ TRAFİĞİ

Denizcilik faaliyetleri geçmişte olduğu gibi günümüzde de birçok ülkenin işletme, ticaret ve ekonomisinde önemli role sahiptir. Bu faaliyetler deniz taşımacılığı, balıkçılık, deniz ürünleri yetiştiriciliği, kıta sahanlığı operasyonları, bilim ve araştırma şeklindedir (Kristiansen, 2005:20). Bu faaliyetler gerçekleştirilirken ortaya çıkan trafiğin incelenmesi oldukça önemli hale gelmektedir.

Bu bölümde deniz trafiğinin izlenmesi, analiz edilmesi ve otomatik tanımlama sistemi ile ilgili bilgiler verilecektir.

1.1. DENİZ TRAFİĞİNİN İZLENMESİ

Dünya ticaretinin büyük bir çoğunluğu denizyoluyla yapılmaktadır ve bu taşımacılık türüyle taşınan yüklerin miktarı yıldan yıla artmaktadır (UNCTAD, 2016:2). 2015 yılı itibariyle dünya ticaretinin %80'den fazlası denizyoluyla yapılmaktadır. Denizyoluyla taşınan ton bazında yük miktarı 2009 yılında, önceki yıla göre düşse de diğer yıllarda devamlı bir artış göstermiştir (UNCTAD, 2016:6). 1 Ocak 2016 itibariyle de dünya ticaret filosunun, tonaj kısıtlaması yapılmadan, 90.917 gemiden oluştuğu belirtilmiştir (UNCTAD, 2016:30). Denizyolunun bu denli hızlı büyümesinin istihdam, gelişme gibi olumlu sonuçları olmasına karşın kaza, çevre kirliliği gibi birtakım olumsuz sonuçları da bulunmaktadır. Deniz kazalarının doğurabileceği 3 farklı sonuç; insanların yaralanması ya da ölümü, çevresel kirlenme ve ekonomik kayıp şeklindedir (Kristiansen 2005:20). Tablo 1'de kaza türleri ve bunların gerçekleşme şekilleri belirtilmiştir. Tablo 1'de belirtilen kaza türlerinden çatışma, iki ya da daha fazla geminin birbirine çarpmasıyla meydana gelmektedir. 6102 sayılı Türk Ticaret Kanunu Madde 1286'da ise iki veya daha çok geminin çarpışması çatma şeklinde belirtilmiştir. Bu tabloda belirtilen temas (contact) ise bir geminin liman, iskele gibi sabit duran yüzey nesnelerine çarpması şeklindedir. Diğer kaza tipleri ise geminin karaya oturması, gövdede meydana gelebilecek açılmalar sonucu geminin su alarak batması, geminin gövdesinde ya da makinesinde hasar meydana gelmesi, yangın ve patlama meydana gelmesi, kayıp ve diğer şeklindedir.

Tablo 1: Kaza Türleri

Kaza Tipi	Açıklama
Çatışma	Gemiler arasında meydana gelen çarpışma
Temas	Gemi ve diğer yüzey nesneleri arasında meydana gelen çarpışma
Karaya oturma	Deniz tabanına ya da kıyıya vurmak
Su alarak batma	Gövdenin açılması ve geminin su alması
Gövde ve makine hasarı	Gövde ve makine hasarı kazadan doğrudan sorumludur.
Yangın ve patlama	Yangın, patlama ya da tehlikeli madde yayılımı
Kayıp	
Diğer	

Kaynak: (Kristiansen 2005:22)

Gemi sayısının ve kapasitelerinin artmasıyla birlikte olası kazaların önüne geçmek için deniz trafiğinin izlenmesi, yönlendirilmesi, tedbir alınması oldukça önem arz etmektedir. Deniz trafiğinin kısa ve uzun mesafede izlenmesi için farklı sistemlerden faydalanmak gerekmektedir. Bu sistemler sayesinde gemilerin, karadan izlenmesi, gemilerin yönlendirilerek deniz trafiğine müdahale edilmesi mümkün olmaktadır.

Bu bölümde öncelikle deniz trafiğinin kısa ve uzun mesafelerde izlenmesi ile ilgili sistemler incelendikten sonra deniz trafik analizi ile ilgili kullanılan modeller, programlar ve yapılan çalışmalarla ilgili bilgiler verilecektir.

1.1.1. Gemileri Kısa Mesafede İzleme Yöntemleri

Gemi kapasitesi ve sayısının artmasıyla birlikte deniz trafik emniyetinin sağlanabilmesi için deniz trafiğinin izlenmesi, tedbirlerin alınması oldukça önemli hale gelmektedir. Bilindiği üzere deniz trafik akışının izlenmesi için görsel ve radar gözlemler kullanılmıştır. Diğer taraftan otomatik tanımlama sistemi verileriyle birlikte deniz trafiği oldukça hızlı ve kolay bir şekilde izlenebilir hale gelmiştir (Miyake ve diğerleri, 2015:59).

Gemilerin kısa mesafeden izlenmesi için karada bulunan radar, otomatik tanımlama sistemi kullanılabilmektedir. Deniz trafiğinin izlenme menzili, radarla izleme için, radar tarafından gönderilen sinyallerin yansıyıp geri gelme menzili (yaklaşık 24-48 NM) ya da çevrede bulunan sinyallerin gönderilmesini engelleyen yapılarla sınırlıyken, OTS'de ise sistemin göndermiş olduğu VHF sinyallerinin menzili (yaklaşık 20-40 NM) ile sınırlıdır.

1.1.1.1. Radar

Gemilerde bulunan radarlar, gemilerin etrafta bulunan cisimleri algılamasını sağlarken, sahil istasyonlarında bulunan radarlar ise deniz trafiğinin izlenip, müdahale edilmesini sağlamaktadır. Denizde seyir esnasında görüşün açık olduğu yerlerde etrafta bulunan gemilerin hareketlerini izlemek, onlara göre manevra yapmak nispeten mümkün iken görüşün düşük olduğu yerlerde diğer gemileri görmeden seyir yapmak oldukça tehlikeli bir durum meydana getirmektedir. Nitekim kaza istatistikleri göstermektedir ki yaşanmış temas ya da çatışmaların büyük çoğunluğu kısıtlı görüş şartlarında gerçekleşmiştir (Kristiansen, 2005:165). Geçmişte de görüşün kısıtlı olduğu zamanlarda ses işaretlerinin manevra açısından yetersiz olması nedeniyle seyir emniyetinin sağlamak amacıyla başka teknolojiler gelişmeye başlamıştır. Bunlardan en önemlilerinden birisi de radar teknolojisidir. Radarın gelişmesine birçok bilim insanının katkısı bulunmakla birlikte geçmişi Heinrich Hertz adlı bilimadamının Maxwell tarafından ortaya atılan elektromanyetik dalga teorisini kanıtlamasına dayanmaktadır. Radyo dalgalarının metal nesnelerden yansıdığının Hertz tarafından kanıtlanmasından sonra 1904 yılında Christian Hülsmeyer tarafından denizde çatışmayı önlemek amacıyla monostatik darbeli radar bulunup patentlenmiştir (Gini ve Rangaswamy, 2008:32). İkinci dünya savaşı sırasında radarın gelişmesiyle birlikte de deniz trafiğinin izlenmesi mümkün olmuştur (URL1). Radar sayesinde kısıtlı görüşte seyir, gece seyri, gündüz seyri daha emniyetli hale gelmiştir. Günümüzde ise SOLAS (International Convention for the Safety of Life at Sea) Bölüm 5 Regülasyon 19'a göre 300 GRT ve üstü gemiler ile tonaja bakılmaksızın yolcu gemilerinde 9 GHz radar bulundurmak gerekmektedir (IMO, 2014:297). 3000 GRT ve üzeri gemilerde ise 3GHz ya da 9 GHz ikinci radar (IMO, 2014:298), 10000 GRT ve üzeri gemilerde ise ARPA (Automatic Radar Plotting Aid) fonksiyonu bulunan radarlar gerekmektedir (IMO, 2014:299). Gemiler radar ekipmanlarıyla donatılmış olmasına rağmen kısıtlı sularda gemi pozisyonunun değerlendirilmesi, trafiğin izlenmesi gibi konularda gözcülük yapılması önemli bir yöntem olarak devam etmektedir (Kristiansen, 2005:319).

Dünyada liman gözetleme radarı ilk kez 1948 Temmuz ayında İngiltere'nin Liverpool şehrinde çalışmaya başlamıştır. Amerika'da ise 1950 yılının Mart ayında Long Beach, California'da kurulan gözetleme sistemi Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) kurulan ilk sistemdir (URL1). Günden güne gelişen bu radarlar gemi trafik hizmetlerinde kullanılarak deniz trafik emniyetinin gelişmesine katkı sağlamıştır. Liman radarlarının gelişmesi ile birlikte güçlü ve birçok veriyi yönetebilen, farklı

kaynaklardan veri alabilen Gemi Trafik Hizmetleri (GTH) sistemleri gelişmiş ve bu durum GTH operatörünün deniz trafiği konusunda durumsal farkındalığının tam olmasını sağlamıştır (Briggs, 2004:12). Ülkemizde ise Türk Boğazları Gemi Trafik Hizmetleri sistemi ile İstanbul Boğazı, Çanakkale Boğazı ve Marmara Denizi'ndeki deniz trafiği izlenmekte ve düzenlenmektedir. TBGTH sisteminde deniz trafiğini izlenmesi radar, OTS, kapalı devre televizyon kameraları, VHF (Very High Frequency) cihazları gibi çeşitli ekipman ve sistemler kullanılarak yapılmaktadır (URL2). OTS aygıtından gelen sinyallerde bir eksiklik olsa dahi sahil istasyonlarında bulunan radarlar sayesinde gemilerin izlenmesi mümkün olmaktadır.

1.1.1.2. Otomatik Tanımlama Sistemi (Sahil Alıcıları Kullanılarak)

OTS aygıtı, bir geminin, bir başka gemiye ait pozisyon, rota, sürat gibi bilgileri VHF radyo yayını ile otomatik olarak almasını sağlayan bir sistemdir (Mustaffa ve diğerleri, 2015:245). Teknoloji harikası olan Otomatik Tanımlama Sistemi yapay hüzmeli radarlardan çok daha fazla bilgi sağlamaktadır (Han ve diğerleri, 2016).

OTS aygıtları VHF radyo frekansı kullanarak veri alış verişinde bulunur ve menzili dünyanın şekline, civarda bulunan adalara, dağın yüksekliğine, dalganın yayılımına göre değişiklik gösterir (Greidanus ve diğerleri, 2016:157; UNCTAD, 2016:65). Bu veri alışverişi gemiden gemiye olabileceği gibi gemiden sahil istasyonuna ya da sahil istasyonundan gemiye de olabilir. OTS aygıtı bir geminin diğer gemilere ve istasyonlara karşı görünür hale gelmesini sağlamaktadır (Mustaffa ve diğerleri, 2015:245). Bu veri alışverişi denizde can emniyetini arttırırken deniz trafiğinin kontrol edilip görüntülenmesine de olanak sağlamaktadır (Skauen, 2016:529).

1.1.2. Gemileri Uzun Mesafede İzleme Yöntemleri

Teknolojinin gelişmesi, gemilerin uzun mesafelerde takibine olanak sağlamıştır. LRIT (Long Range Identification and Tracking), VMS (Vessel Monitoring System), OTS gibi otomatik raporlama sistemleri sayesinde küresel düzeyde gemi hareketlerinin izlenmesi mümkün hale gelmiştir (Greidanus ve diğerleri, 2016:156).

Gemilerin uzun mesafeden izlenmesi için de çeşitli teknolojiler geliştirilmiştir. Cihazlar tarafından uydulara gönderilen sinyaller ile deniz trafiğinin izlenme menzili oldukça genişlemiştir. Örneğin OTS alıcısı bulunan uydular, OTS aygıtından gelen sinyalleri alarak, gemi karaya yakın olmasa (sahil istasyonları uzaklık nedeniyle OTS

sinyalini alamasa) dahi geminin pozisyonu ve diğer bilgilerini alıp, ilgili birimlere aktarabilmekte ve bu sayede deniz trafiği uzun mesafelerde de izlenebilmektedir.

1.1.2.1. Otomatik Tanımlama Sistemi (Uydu Alıcıları Kullanılarak)

Kıyıdan uzaktayken OTS aygıtlarından gelen sinyallerin alımı uydularda bulunan OTS alıcıları sayesinde gerçekleşmektedir. Alçak yörüngede bulunan uydulardaki OTS alıcıları, istenen bölgenin üzerinden geçerken o bölgeye ait verileri toplayabilmektedir (Greidanus ve diğerleri, 2016:157). Bununla birlikte uydulardaki OTS alıcılarının sinyal alma olasılığı karada bulunanlara göre daha düşüktür. Bunun başlıca nedenleri uyduların geniş alanı kapsaması ve özellikle gemi sayısının çok olduğu bölgelerde gelen sinyallerin karışması, uyduların deniz seviyesinden yüksekte olması ve bu durumun sinyallerin zayıf gelmesine neden olması ve uyduların çok hızlı hareket etmesi şeklindedir (Seta ve diğerleri, 2016:102). 2010 yılında Uluslararası Uzay İstasyonuna, OTS alıcısının başarılı bir şekilde yerleştirilmesinden sonra küresel kapsama alanı genişlemiştir (UNCTAD, 2016:65).

1.1.2.2. Gemilerin Uzak Mesafelerden Tanımlanması ve Takibi (LRIT)

Uluslararası Denizcilik Örgütünün Deniz Emniyet Komitesinde alınan kararlar gereği SOLAS'a taraf olan gemilerin LRIT sistemini uygulaması gerekmektedir. Bu sistem küresel düzeyde gemilerin tanımlanmasına ve takip edilmesine olanak sağlamaktadır (IMO, 2008a:1). SOLAS Bölüm 5 Regülasyon 19-1'e göre gemilerin inşa tarihi ve seyir bölgelerine göre otomatik olarak veri gönderimi yapacak sistem ile ilgili zorunluluklar bulunmaktadır. Örneğin 31 Aralık 2008 tarihi ve sonrasında inşa edilen gemilerde bu sistemin kurulması zorunlu iken (IMO, 2014:300), OTS aygıtı bulunan ve SOLAS Regülasyon 4/2.1.12'de tanımlanan A1 deniz bölgesinde seyir yapan gemilerde inşa tarihine bakılmaksızın bu sistemin bulunma zorunluluğu yoktur (IMO, 2014:301). Ülkemizde de Ulusal LRIT Veri Merkezi test sürecini başarıyla tamamlamış ve sistem ilgili kuruluşlar tarafından kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca SOLAS Bölüm 5 Regülasyon 19-1 kapsamına Türk bayraklı gemiler ilgili uyum testlerini tamamlamıştır (URL21).

Gemilerin, gemi tanımlayıcı bilgilerini, geminin pozisyonunu ve pozisyonun gönderildiği tarih ve saat gibi LRIT bilgilerini göndermesi gerekmektedir (IMO, 2014:301).

1.2. OTS AYGITI

Daha önceki bölümlere genel hatlarıyla ilgili bilgi verilen OTS aygıtı ile ilgili bu bölümde daha detaylı bilgi verilecektir.

1.2.1. OTS Aygıtına Genel Bakış

OTS aygıtı SOLAS Bölüm 5 Regülasyon 19'a göre 1 Temmuz 2002 sonrası inşa edilen 300 GRT ve üzeri uluslararası seyir yapan gemilerde, 500 GRT ve üzeri uluslararası seyir yapmayan gemilerde ve boyutuna bakılmaksızın yolcu gemilerinde zorunlu hale gelmiştir. Tanker ve yolcu gemilerinde daha erken başlayan bu zorunluluk çeşitli aşamalarda gerçekleşmekle birlikte 1 Temmuz 2008 itibariyle uluslararası seyir yapmasa dahi zorunlu hale gelmiştir (IMO, 2014:297).

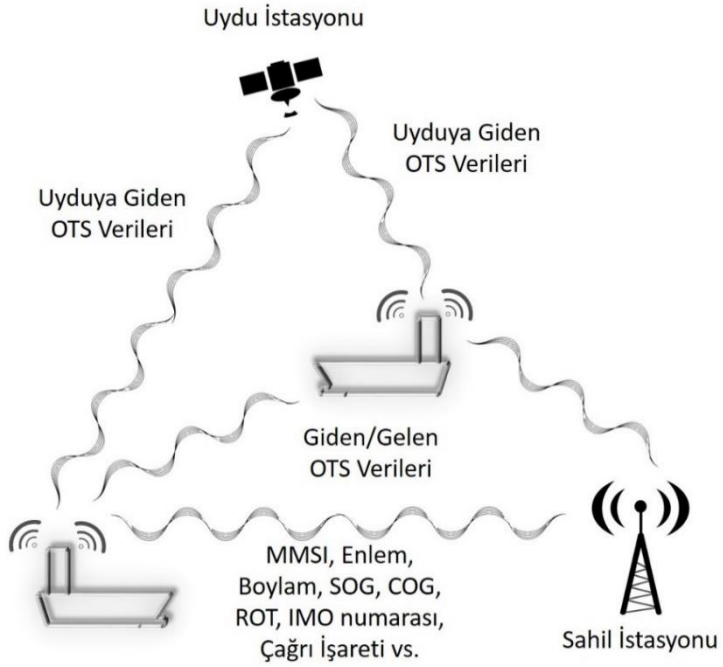
OTS aygıtı (IMO, 2014:298):

- Uygun şekilde donatılmış sahil istasyonlarına, diğer gemilere ve hava taşıtlarına geminin kimliği, tipi, pozisyonu, rotası, sürati, seyir durumu ve diğer emniyetle ilgili bilgileri göndermeli;
- OTS ile donatılmış gemilerden gönderilen benzer bilgileri almalı;
- Gemileri izlemeli ve kıyıda bulunan tesislerle veri alışverişinde bulunmalıdır.

OTS aygıtı Şekil 1'deki gibi çalışmaktadır. Gemilerde bulunan OTS aygıtı sayesinde yayın yapılmakta ve gönderilen sinyaller diğer gemi, sahil istasyonu ya da uydular tarafından alınmaktadır. Aynı zamanda gemide bulunan OTS aygıtı da diğer gemilerden gönderilen mesajları almaktadır.

Gemilerde bulunan OTS sisteminde antenler, 1 tane VHF göndericisi, 2 tane çok kanallı VHF alıcısı, CPU, elektronik pozisyon sabitleme sistemi, zamanla ilgili ve pozisyon yedeklemek amaçlı Küresel Seyir Uydu Sistemi (GNSS) alıcısı, pruva, sürat gibi verilerin alınmasını sağlayacak arayüz gibi gereklilikler bulunmaktadır (IMO, 2015a:15).

Şekil 1: OTS Aygıtı Çalışma Şekli



Kaynak: (URL23)'ten geliştirilmiştir.

OTS aygıtlarından gönderilen çeşitli mesajlar vardır ve bu mesajların sayısı ve gönderim frekansı aygıtın klasına göre değişmektedir. OTS aygıtlarının statik, dinamik ve seyirle ilgili mesajları uygun şekilde göndermesi gerekmektedir (ITU-R, 2014:7). Gemilerde, temelde Klas A ve Klas B olmak üzere 2 tip OTS aygıtı bulunmaktadır (UNCTAD, 2016:65). Klas A OTS aygıtları 300 GRT ve üzeri, uluslararası seyir yapan gemilerde ve boyutuna bakılmaksızın yolcu gemilerinde kullanılırken, Klas B tipi OTS aygıtları ise daha küçük gemilerde kullanılmakta ve daha çok balıkçılık sektörünü ve gezinti teknelerini hedeflemektedir (Mustaffa ve diğerleri, 2015:246; MMO, 2014:5). Klas A ve Klas B tipi OTS aygıtlarının birbirinden birtakım farklılıkları bulunmaktadır. Örneğin A klas OTS aygıtlarının emniyetle ilgili, seyirle ya da hava durumuyla ilgili önemli bilgileri mesaj şeklinde hem gönderme hem de alma özelliği bulunmaktadır. B klas OTS aygıtlarında ise bu mesajları sadece alma özelliği bulunmaktadır (ITU-R 2014:7). B klas OTS aygıtlarının A klas OTS aygıtlarından temel farkları daha düşük çıkış gücüne sahip olması, verileri daha uzun aralıklarla güncellemesi ve veri gönderim yöntemi şeklindedir. B klas OTS aygıtları maksimum veri transfer gücü olarak 2 ya da 5 watt kullanmaktadır (Lindstrom, 2014:14). Ayrıca A klas OTS aygıtlarına sahip gemilerin veri transfer aralıkları geminin sürati, rota değiştirip değiştirmeme gibi durumlara bağlı olarak 2 saniye ile 3 dakika arasında değişirken B klas OTS aygıtlarına sahip gemilerin veri transfer aralıkları ise geminin sürati, veri

gönderim yöntemine bağlı olarak 5 saniye ile 3 dakika arasında değişmektedir (ITU-R, 2014:8; ITU-R, 2014:9; IMO, 2015a:7).

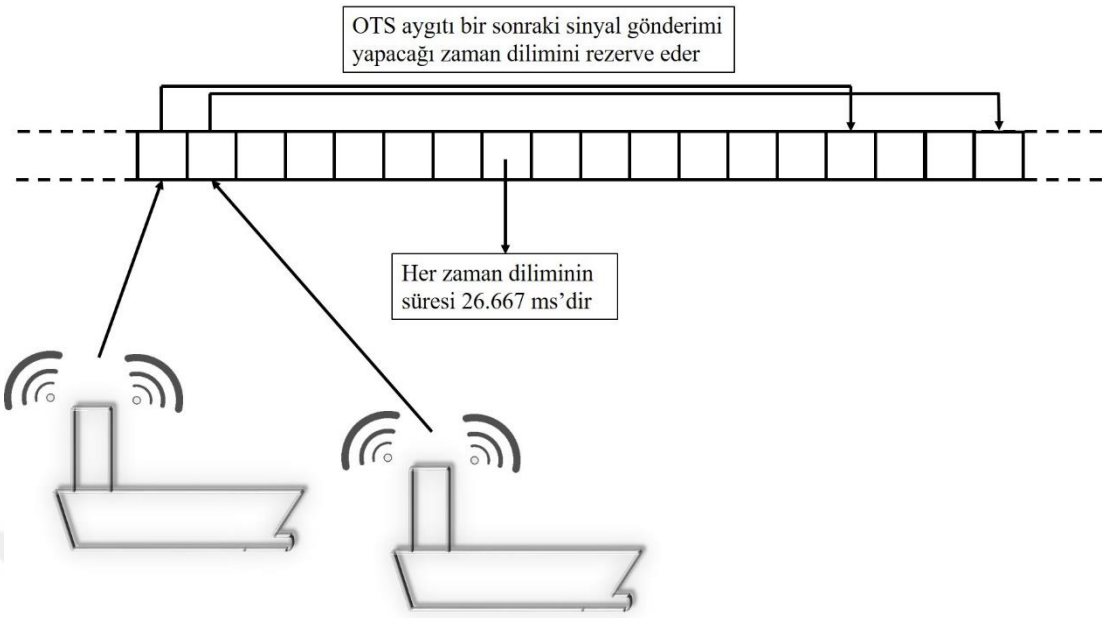
Gemilerde bulunan OTS aygıtları sahil istasyonu ya da diğer gemilerle veri alış verişinde bulunabildiği gibi AIS-SART (Automatic Identification System - Search and Rescue Transponder) AIS-AtoN (Automatic Identification System - Aids to Navigation) gibi diğer istasyonlarla da veri alışverişinde bulunabilmektedir (IMO, 2015a:4). AIS-SART ve AIS-AtoN gibi sistemler ile ilgili bilgiler "OTS Aygıtının Başka Kullanım Alanları" adlı bölümde detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

1.2.2. OTS Aygıtının Çalışma Prensibi

OTS aygıtları zaman bölmeli çoklu erişim (TDMA - Time Division Multiple Access) kullanarak zaman aralıklarının tahsis edilmesini sağlar ve bu sayede aygıtlardan gönderilen sinyallerin üst üste binmesinin önüne geçilmiş olunur (Eriksen ve diğerleri, 2006:539). IMO performans standartlarına göre dakikada minimum 2000 zaman dilimi kapasitesi olması istenirken ITU standartlarında üniversal OTS dakikada 4500 zaman dilimi sağlanmaktadır (IMO, 2015a:17).

SOTDMA (Self-Orginizing Time Division Multiple Access) sisteminde ise OTS mesajları belirli bir düzen halinde sırayla gönderilir. OTS aygıtı öncelikle yayını dinler ve zaman dilimi haritasını çıkarır. Bir aygıt herhangi bir zaman diliminde sinyal gönderdiği zaman bir sonraki sinyal göndereceği zaman dilimini de rezerve etmiş olacağı için OTS aygıtı bu zaman diliminin haritasında diğer gemilerin sinyal göndermediği bir boşluğu bulur ve kendi gemisine ait verileri artık o zaman diliminde göndermeye başlar (Ball 2013:8,9). OTS aygıtları SOTDMA kullanarak verilerin devamlı bir şekilde gönderilmesini sağlamaktadır ancak sistemin düzgün çalışması için RATDMA (Random Access), ITDMA (Incremental) ve FATDMA (Fixed Access) protokolleri bulunmaktadır. RATDMA ile rastgele bir zaman dilimi belirlenerek o zaman diliminin OTS aygıtına tahsis edilmesi sağlanır. ITDMA kullanılarak bir sonraki zaman diliminin belirlenmesini sağlanır. FATDMA ise sahil istasyonlarının kullanması için rezerve edilmiştir (IALA-AISM 2003:35). Aşağıdaki Şekil 2'de zaman dilimleri ve ITDMA çalışma prensibi gösterilmiştir. Şekil 2'de görülen çalışma prensibine göre, OTS aygıtı zaman bölmelerinin birinde yayın yaparak o anki bilgileri etrafta bulunan alıcılara gönderir. Bir zaman diliminde yayın yapıldığı anda o OTS aygıtının bir sonraki yayın yapacağı zaman dilimi de rezerve edilir. OTS aygıtları tarafından zaman dilimindeki boşlukları rezerve edilerek aynı anda aynı zaman diliminde sinyal gönderiminin önüne geçilmiş olunur.

Şekil 2: OTS ITDMA Çalışma Prensibi



Kaynak: (IALA-AISM 2003:36)'dan Uyarlama

B klas OTS aygıtları tarafından kullanılan bir diğer teknoloji ise CSTDMA'dır (Carrier Sense Time Division Multiple Access). CSTDMA sisteminde aygıt ağda dinleme yapar ve ağda sinyal gönderimi yapılacak boşluk olup olmadığını kontrol eder ve sistem sadece boşluk bulunması durumunda veri gönderimi gerçekleştirir (ITU-R 2014:82). Bu sisteme sahip olan aygıtlar yaklaşık 2 mikrosaniye bekler ve kullanılmayan zaman bölmesi buldukları anda kendi gemisine ait verilerin gönderilmesini sağlar (Lindstrom 2014:14). Bu işlem sayesinde OTS aygıtının diğer A klas OTS aygıtı tarafından gönderilen sinyalleri engellemesinin ve sinyallerin birbirine karışmasının önüne geçilmiş olunur.

Her ne kadar OTS aygıtları sinyalleri sırayla gönderse de göndericinin çok olduğu bölgelerde OTS aygıtı tarafından gönderilen sinyaller birbiriyle çakışabilmektedir. Bu sinyaller çakışsa bile OTS aygıtının temel işlevi geminin emniyetli seyir yapmasına yardımcı olmaktır. Bu nedenle OTS aygıtına yakın olan gemilerin sinyalleri daha güçlü olacaktır ve OTS aygıtı için daha önemli olan bu mesajlar düzgün bir şekilde alınacaktır (Ball 2013:10). Gönderilen sinyaller çakışma olmasa dahi, sinyal gönderenlerin aşırı fazla olması durumunda OTS aygıtına uzak olan gemilerden gelen sinyaller yerine daha yakında olan gemilere ait sinyaller alınacaktır (IMO 2015a:17).

1.2.3. OTS Aygıtı ile Gemilerden Gönderilen Bilgiler

OTS aygıtı tarafından gönderilen statik, dinamik, seyirle ilgili ve emniyetle ilgili mesajlar Tablo 2'deki gibidir. OTS aygıtı tarafından gönderilen statik bilgiler gemi adı, gemi tipi, boyu, MMSI numarası gibi bilgilerken dinamik bilgiler ise geminin yere göre sürati, enlem, boylam, ROT (Rate of Turn) gibi bilgilerdir. Seyirle ilgili bilgiler ise varış limanı, ETA (Estimated Time of Arrival) gibi bilgilerden oluşmaktayken emniyetle ilgili bilgiler ise bu konuda gönderilen mesajlardan oluşmaktadır (Eriksen ve diğerleri 2006:540; Chen ve diğerleri, 2016:11; Kazimierski ve Stateczny, 2015:68; IMO, 2015a:5,6). OTS aygıtı tarafından gönderilen ve üçe ayrılan bilgiler arasında statik bilgiler OTS aygıtı kurulumunda girilir ve gemi adı, MMSI numarası, antenin konumu gibi bilgilerin değişmesi durumunda güncellenir. Dinamik bilgiler ise OTS aygıtına bağlı olan sensörlerden sağlanan bilgiler doğrultusunda otomatik olarak güncellenir. Dinamik bilgilerden olan "Seyir Durumu"nu ise el ile güncellemek gerekmektedir. Draft, varış limanı, tahmini varış zamanı gibi seyirle ilgili OTS bilgilerinin de el ile girilmesi ve güncellenmesi gerekmektedir (IMO 2015a:5).

OTS aygıtlarının yılda bir defa test edilmesi gerekmektedir. Yetkili kişi ya da servisler tarafından gerçekleştirilen bu test ile gemiye ait statik bilgilerinin doğruluğu, veri alış verişinin düzgün olup olmadığı kontrol edilmeli ve GTH gibi birimler ile canlı yayın testleri yapılmalıdır (IMO 2014:295).

Tablo 2: OTS Aygıtı ile Gemiden Gönderilen Veriler

STATİK	DİNAMİK	SEYİRLE İLGİLİ	EMNİYETLE İLGİLİ
IMO numarası	Geminin pozisyonu (Enlem/Boylam)	Geminin draftı	Emniyetle ilgili kısa mesajlar
Çağrı işareti & Adı	Zaman bilgisi (UTC)	Tehlikeli yük tipi	
Gemi boyu ve eni	Yere Göre Rota (COG)	Varış limanı ve tahmini varış zamanı (ETA)	
Gemi tipi	Yere Göre Sürat (SOG)	Rota planı	
Elektronik pozisyon sabitleme sistemi (EPFS) anteninin konumu	Pruva Değeri		
MMSI Numarası	ROT (Rate of Turn)		
	Seyir Durumu		

Kaynak:(Ou ve Zhu, 2008:656; IMO, 2015a:5,6)

OTS aygıtından gönderilen veriler geminin seyirde, demirde ya da bağlı durumda olmasına göre değişmektedir. OTS aygıtı tarafından sinyal gönderim aralıkları Tablo 3, 4 ve 5'teki gibidir. Tablo 3'te görüldüğü gibi statik bilgiler ve seyirle

ilgili bilgiler veri girişi yapıldığında ya da 6 dakikada bir güncellenerek gönderilmektedir.

Tablo 3: OTS Aygıtı Sinyal Gönderme Aralıkları

Statik Bilgiler	Veri girişi yapıldığında ya da 6 dakikada bir
Dinamik Bilgiler	Sürat ve rota değişimine göre değişmektedir. Tablo 4'e bakınız.
Seyirle İlgili Bilgiler	Veri girişi yapıldığında ya da 6 dakikada bir
Emniyetle İlgili Bilgiler	Gerektiği zaman

Kaynak: (ITU-R, 2014:8)

Dinamik bilgilerin gönderim aralıkları ise Tablo 4'teki gibi geminin süratine ve rota değiştirip değiştirmemesine bağlı olarak değişmektedir. Emniyetle ilgili bilgiler ise OTS aygıtı sayesinde gerektiği zaman gönderilmektedir. Tablo 4'te görüldüğü gibi A klas OTS aygıtlarının pozisyon, sürat gibi dinamik bilgileri gönderme aralığı gemi demirde ya da bağlı iken 3 dakikada bir iken gemi seyirde ve sürati 23 knot üzerindeyken 2 saniyeye düşmektedir.

Tablo 4: A Klas OTS Aygıtı Dinamik Bilgi Gönderme Aralıkları

Geminin Dinamik Durumu	**Nominal Rapor Aralıkları**
Gemi demirde ya da bağlı ve sürati 3 knot'ın altındayken	3 dk.
Gemi demirde ya da bağlı ve sürati 3 knot'ın üzerindeyken	10 s.
Gemi sürati 0-14 knot arasında	10 s.
Gemi sürati 0-14 knot arasında ve rota değiştirirken	$3\frac{1}{3}$ s.
Gemi sürati 14-23 knot arasında	6 s.
Gemi sürati 14-23 knot arasında ve rota değiştirirken	2 s.
Gemi sürati 23 knot'ın üzerindeyken	2 s.
Gemi sürati 23 knot'ın üzerinde ve rota değiştirirken	2 s.

Kaynak: (ITU-R, 2014:8; IMO, 2015a:7)

Tablo 5'te görüldüğü gibi A klas dışındaki OTS aygıtlarının pozisyon, sürat gibi dinamik bilgileri gönderme aralığı ekipmanın tipine ve geminin süratine göre değişmektedir. Örneğin taşıyıcı algılamalı OTS aygıtlarında gemi 2 knot altında seyir yaparken sinyal gönderim aralıkları 3 dakikayken 2 knot'ın üzerinde seyir yaptığı durumda 30 saniyeye düşmektedir. Seyir yardımcılarının sinyal gönderim aralıkları ise 3 dakikadır.

Tablo 5: A Klas Dışındaki OTS Aygıtı Dinamik Bilgi Gönderme Aralıkları

Geminin Dinamik Durumu	Nominal Rapor Aralıkları
B Klas kendi kendini organize (SO Self orginized) ekipman bulunup 2 knot'ın altında hareket ederken	3 dk.
B Klas kendi kendini organize (SO Self orginized) ekipman bulunup 2-14 knot arasında hareket ederken	30 s.
B Klas kendi kendini organize (SO Self orginized) ekipman bulunup 14-23 knot arasında hareket ederken	15 s.
B Klas kendi kendini organize (SO Self orginized) ekipman bulunup 23 knot'ın üzerinde hareket ederken	5 s.
B Klas taşıyıcı algılamalı (CS Carrier sense) ekipman bulunup 2 knot'ın altında hareket ederken	3 dk.
B Klas taşıyıcı algılamalı (CS Carrier sense) ekipman bulunup 2 knot'ın üzerinde hareket ederken	30 s.
Arama kurtarma uçakları (Uçakta taşınan mobil ekipman)	10 s.
Seyir yardımcıları (AtoN Aids to Navigation)	3 dk.
OTS baz istasyonu	10 s.

Kaynak: (ITU-R, 2014:9; IMO, 2015a:7)

Gemi süratine göre değişen aralıklarla OTS aygıtından gönderilen veriler, kabul edilmiş belirli kodlara göre gönderilmektedir. Bu kodlar Tablo 6'daki gibidir. Örneğin pilot teknelerinin gönderdiği verilerde gemi tipini 50 kodu ile iletilirken X kategorisinde tehlikeli ya da denizi kirletici yük taşıyan tankerlerin gönderdiği verilerde gemi tipi 81 koduyla iletilmektedir. Bu kodlar sayesinde veri alınan geminin hangi tipte olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 6: Gemi Tipleri ve Kullanılan Tanımlayıcı Kodlar

Gemi tiplerini gösteren tanımlayıcı numaralar	
Tanımlayıcı Kod	**Özel Gemiler (Special Craft)**
50	Pilot botları
51	Arama kurtarma gemileri
52	Römorkörler
53	Liman botları
54	Kirlilik önleyici ekipman ya da olanakları bulunan gemiler
55	Kolluk kuvvet gemileri
56	Yedek – yerel teknelere atanmak üzere
57	Yedek – yerel teknelere atanmak üzere
58	Sağlıkla ilgili tekneler
59	Silahlı kuvvetlere dahil olmayan devlete ait gemi ve uçaklar

./..

Tablo 6: Gemi Tipleri ve Kullanılan Tanımlayıcı Kodlar (Devamı)

Diğer Gemiler			
İlk Basamak*	**İkinci Basamak***	**İlk Basamak***	**İkinci Basamak***
1-İleride kullanılmak üzere rezerve	0-Bu tipteki bütün gemiler	-	0-Balıkçı gemileri
2-WIG	1-Tehlikeki yük taşıyan, doğaya zararlı ya da çevreyi kirleten, IMO tehlike ya da X kirletici kategorisinde yük taşıyan gemiler	-	1-Yedekleme gemileri
3-Sağdaki sütuna bakınız	2-Tehlikeki yük taşıyan, doğaya zararlı ya da çevreyi kirleten, IMO tehlike ya da Y kirletici kategorisinde yük taşıyan gemiler	3-Gemiler	2-Yedek boyu 200m'yi geçen ya da yedek eni 25m'yi geçen gemiler
4-HSC	3-Tehlikeki yük taşıyan, doğaya zararlı ya da çevreyi kirleten, IMO tehlike ya da Z kirletici kategorisinde yük taşıyan gemiler	-	3-Tarama ya da su altı faaliyetlerinde bulunan gemiler
5-Üstteki bölüme bakınız	4-Tehlikeki yük taşıyan, doğaya zararlı ya da çevreyi kirleten, IMO tehlike ya da OS kirletici kategorisinde yük taşıyan gemiler	-	4-Dalış faaliyetlerinde bulunan gemiler
	5-İleride kullanılmak üzere rezerve	-	5-Askeri operasyonlarda bulunan gemiler
6-Yolcu gemileri	6-İleride kullanılmak üzere rezerve	-	6-Yelkenliler
7-Kargo gemileri	7-İleride kullanılmak üzere rezerve	-	7-Eğlence gemileri
8-Tankerler	8-İleride kullanılmak üzere rezerve	-	8-İleride kullanılmak üzere rezerve
9-Diğer gemi tipleri	9-Ekstra bilgi bulunmamaktadır	-	8-İleride kullanılmak üzere rezerve

*Gemi tipine uygun birinci ve ikinci basamak numaraları seçilmelidir.

Kaynak: (ITU-R, 2014:114)

1.2.4. OTS Aygıtının Gemi-Gemi Arasında Kullanımı

OTS, gemiden gemiye, gemiden sahile ve sahilden gemiye bilgilerin gönderildiği, denizde can emniyetinin arttırılmasını, deniz trafiğinin kontrol edilmesini ve izlenmesini arttırmayı amaçlayan bir sistemdir (Skauen, 2016:529; IALA-AISM, 2011:4). OTS aygıtının gemilerde zorunlu olması ile birlikte gemilerin birbirinin hareketini izlemesi mümkün hale gelmiştir. Yat, balıkçı tekneleri gibi küçük teknelerin radar ile görünmesi sınırlıdır. Bu teknelerden yansıyan ekolar küçüktür ve denizden yansıyan parazitlerin de bulunması halinde bu teknelerin radardan fark edilmesi oldukça güç hale gelmektedir. OTS aygıtı sayesinde bu teknelerin hidro-meteorolojik

koşullardan bağımsız bir şekilde, uygun mesafeden fark edilmesi mümkün olmaktadır ve radarda hedef takibiyle ilgili yaşanabilecek genel problemler OTS aygıtını etkilememektedir (IMO, 2015a:12; Stupak, 2014:340). OTS aygıtının radarla birlikte kullanılmasıyla ise gemilerin tanınması, pruva gibi verilerin elde edilmesi, gemilerin daha geniş alanda daha iyi şekilde izlenmesi, etrafta bulunan engellerin (ada, kara parçası gibi) arkasında bulunan gemilerin tespit edilmesi mümkün olmaktadır (IALA-AISM 2016:6).

OTS aygıtı gemi sürati, ROT, pruva gibi bilgileri diğer gemilere göndermektedir ancak Denizde Çatışmayı Önleme Tüzüğü'nde (COLREG) OTS aygıtı tarafından sağlanan bilgilerin çatışmayı önleme amacıyla kullanılmasıyla ilgili bilgi bulunmamaktadır. Örneğin COLREG Kural 8(b)'ye göre çatışmayı önlemek amacıyla yapılacak rota değişiminin görsel veya radar ile fark edilebilecek kadar büyük olmasının gerekliliği belirtilmektedir (IMO 2003:9). Ancak aynı tüzükte OTS aygıtından alınan ROT, pruva gibi bilgilerin rota değişiminin tespit edilmesinde kullanımıyla ilgili bir bilgi bulunmamaktadır. IMO tarafından yayınlanan Resolution A.1106(29)'a göre OTS aygıtı, çatışma önlemeye yardımcı olarak gerektiği zaman kullanılabilecek bir ekipmandır. Ancak OTS aygıtı, radardan hedef takibi, GTH gibi sistemlerin yerini almayıp, bunlara destek sağlayan bir sistem görevi görmelidir (IMO 2015a:11).

1.2.5. OTS Aygıtının Gemi-GTH Arasında Kullanımı

Günümüzde gemi trafik hizmetleri (GTH) oldukça önemli hale gelmiştir. Deniz trafiğinin emniyetli bir şekilde devam etmesini sağlayan gemi trafik hizmetlerine OTS aygıtları oldukça yardımcı olmaktadır. Gemi trafik hizmetleri belirli bir bölgedeki gemilere seyirle ilgili, trafikle ilgili ya da limanla ilgili kısa mesajlar gönderebilmektedir. Benzer şekilde gemilerden de alındı mesajı talep edebilmektedir. Gemi trafik hizmetleri, OTS aygıtı bulunmayan ve GTH radarı ile takip edilen gemilere ait bilgileri, OTS aygıtı aracılığıyla diğer OTS aygıtı bulunan gemilere gönderebilmektedir. Bu bilgiler, üçüncü taraflardan sağlandığı için direk olarak OTS aygıtından gelen bilgiler kadar tam ve doğru olmayacaktır (IMO 2015a:12).

Gemi trafik hizmetlerinin gemiler ile VHF üzerinden sözlü iletişim kurması göz ardı edilmemelidir. Sözlü iletişim sayesinde GTH operatörleri geminin iletişim yeteneğini değerlendirirken kritik durumlarda kullanılacak direkt iletişimin kurulması sağlanmaktadır (IMO 2015a:12). Ayrıca sözlü iletişim ile gemilerin OTS aygıtları ile rapor edilen bilgileri arasında fark olup olmadığı da kontrol edilebilir. Örneğin Harati-Mokhtar ve diğerleri (2007) yapmış oldukları çalışmada GTH'ye rapor edilen bilgiler

ile OTS aygıtından gelen bilgiler arasında farklılıklar olduğu görülmüştür. GTH veri tabanında bulunan ya da gemiler tarafından rapor edilen gemi boyu bilgisi ile OTS aygıtından gelen bilgilere bakıldığında, gemilerin %47'sinde gemi boyu ile ilgili, %18'inde ise gemi eniyle ilgili farklılıklar görülmektedir. Gemilerin %14'ünün OTS aygıtına girmiş olduğu draft bilgisinin gemi boyundan fazla olduğu görülmüştür (Harati-Mokhtari ve diğerleri, 2007:380,381).

OTS verilerinin kullanım alanlarından biri de geçmişe dönük OTS verilerinin incelenerek GTH için karar destek sistemi sağlanmasıdır. Örneğin gemilerin seyir esnasında kullandıkları güzergahlar OTS verileri ile analiz edilerek daha sonra geçecek gemilerin karaya oturma durumları takip edilebilir ve bu veriler GTH için karar destek sistemi olarak kullanılabilir (Mazaheri ve diğerleri, 2012) ya da veri madenciliği teknikleri kullanılarak OTS verileri analiz edilebilir ve GTH'nin kullanılabileceği istatistiksel bilgiler elde edilebilir (Tsou, 2010). Sang ve diğerleri (2016) tarafından yapılan çalışmada önerilen modeldeki CPA (Closest Point of Approach) uyarısı hem denizciler için hem de GTH için erken uyarı sistemi olarak kullanılabilir. Yapılan çalışma ile önerilen model sayesinde geleneksel CPA hesaplama yöntemlerine göre daha hızlı alarm verilmesi sağlanabilir, bu sayede, seyir riskinin yüksek olduğu bölgelerde GTH ya da gemilere erken uyarı sistemi olarak yardımcı olabilir (Sang ve diğerleri, 2016:1425).

1.3. DENİZ TRAFİK ANALİZİ

Deniz trafiğinde can kayıpları, çevre kirliliği, mal kaybı gibi konularda çeşitli riskler bulunmaktadır (Goerlandt ve diğerleri, 2012:381). Örneğin 1967 yılında yaşanmış olan Torrey Canyon kazasında, Torrey Canyon adlı gemi kara oturmuş ve sonucunda 120,890 DWT gemi üç parçaya ayrılmış, 119,328 ton mal kaybı meydana gelmiş ve denize sızan yakıt nedeniyle çok büyük bir çevre felaketi meydana gelmiştir (Kristiansen 2005:44). Benzer şekilde Exxon Valdez kazasında da çevre felaketi meydana gelmiştir. Torrey Canyon, Exxon Valdez gibi geçmişte yaşanmış kazalarda da görüldüğü üzere olası deniz kazasının insana, çevreye ciddi zararları bulunmaktadır.

Deniz trafiğinin başlıca aktörleri olan gemiler belirli bir rota üzerinde seyir yapmakta ancak trafik ayrım düzeninin olmadığı bölgelerde aykırı geçiş gibi tehlikeli durumlar oldukça fazla olmaktadır. Aynı zamanda trafik ayrım düzeninin bulunması, aykırı geçişleri kesin bir şekilde engellememekle birlikte kural gereği gemilerin belirli bir hattı takip etmesi ve o hattı belirli kurallar dahilinde aykırı geçmesi gerektiği için bu

durum trafik ayrım düzenlerinde aykırı geçiş sayısını oldukça azaltmaktadır. Bu aykırı geçişler çatışma tehlikesini arttırmakta ve bu durum bölge için önemli bir risk haline gelmektedir. Çatışma, karaya oturma gibi kazaların gerçekleşme olasılığı yüksek olan bölgelerde yapılacak olan düzenlemeler ile bu risklerin düşürülmesi mümkün olabilmektedir. Bu risklerin ortaya çıkarılması için de deniz trafiğinin analiz edilerek karar destek sistemi olarak kullanılması gerekmektedir.

Bu bölümde öncelikle gemilerin seyir yaptığı kanal tasarımıyla ilgili bilgi verildikten sonra deniz trafik analiziyle ilgili kullanılan programlar, modeller ile ilgili bilgi verilecektir.

1.3.1. Suyolu Tasarımı ve Parametreleri

Deniz trafiğinde belirli bir hattın analizin yapabilmek için öncelikle suyolu tasarımı ve kapasitesi hakkında bilgi sahibi olmak gerekmektedir. Bu sayede bir suyolu tasarlanırken dikkat edilen hususlar, geçecek gemi boyutuna göre kanal genişliği gibi parametreler konusunda bilgi sahibi olunacaktır.

1.3.1.1. Gemilerin Seyir Yaptığı Kanal Tasarımı

Limanların deniz kısmı 2 grupta incelenebilir (PIANC, 2014:4):

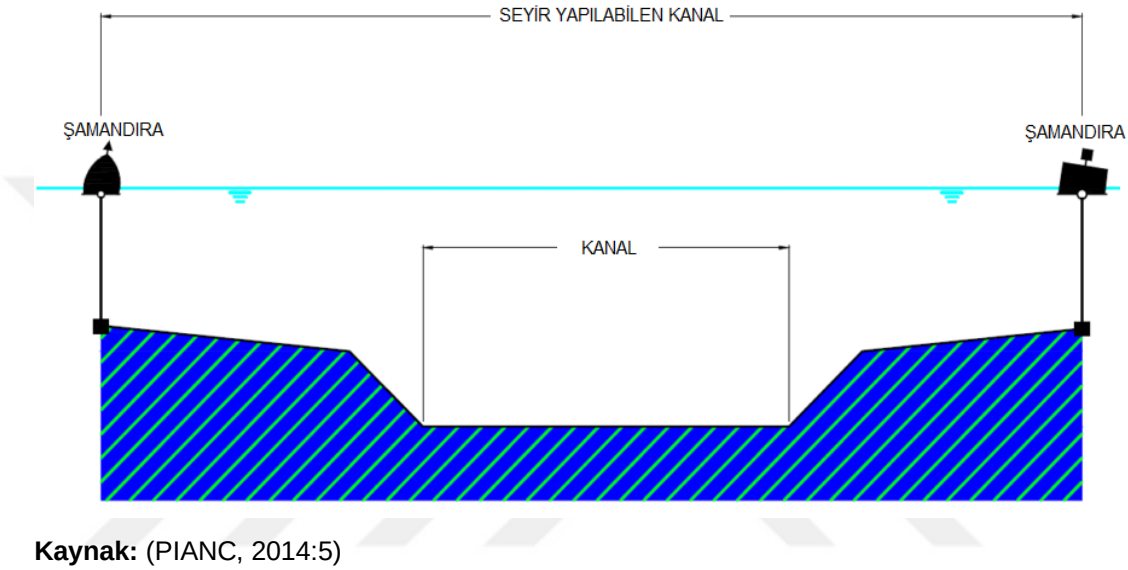
- Gemilerin hareket ettiği alanlar: Gemilerin seyir yaptığı kanal, liman girişleri, manevra alanları gibi bölgeleri içermektedir.
- Gemilerin sabit durduğu alanlar: Gemilerin sabit durduğu demir yeri, rıhtım, iskele gibi alanları kapsamaktadır.

Yukarıda bahsedilen kanallar, gemilerin seyir yapması için tanımlanmış rotaları kastederken liman girişleri ise gemilerin limana giriş ve çıkış yaptıkları alanları kastetmektedir. Manevra alanları ise gemilerin durdukları, döndükleri ve liman manevrası gerçekleştirdikleri yerleri kapsarken demir alanları da gemilerin emniyetli bir şekilde demirleyebileceği yeterli derinliğe sahip bölgeleri kastetmektedir (PIANC, 2014:4).

Gemilerin emniyetli bir şekilde seyir yapabilmeleri için belirli bir kanal genişliğinin olması gerekmektedir. Bu kanal Şekil 3'teki gibidir. Bazı ülkelerde, gemilerin seyir yapabileceği kanal (fairway), bütün gemilerin seyir yapabileceği daha geniş suyolu şeklinde tanımlanmaktadır. Bazı durumlarda bu kanalların her iki yanı emniyetli seyir için markalanabilirken bazı durumlarda ise hem derin su hattını gösteren hat hem de küçük gemilerin de gidebileceği kanalın sınırlarını gösteren hat markalanabilmektedir (PIANC, 2014:5).

Şekil 3'te, gemilerin seyir yapabileceği kanal şamandıralar ile markalanmıştır. Kanal ölçü parametrelerinden kanal derinliği, hangi boyutta geminin hangi hatta seyir yapabileceği etkilerken kanal genişliği de o kanalda seyir yapacak gemi sayısını etkilemektedir. Örneğin kanal uzunluğunun kısa olduğu ve iki yönlü eş zamanlı trafiğin az ya da hiç olmadığı alanlarda tek hatlı kanal uygundur. Aksi durumlarda iki hatlı trafiğin iki ayrı kanalda seyir yaptırılması gerekmektedir (PIANC, 2014:13).

Şekil 3: Kanal ve Gemilerin Geçiş Yolu (Fairway)



Kaynak: (PIANC, 2014:5)

1.3.1.2. Gemiler İçin Demir Bölgesi Tasarımı

Demir bölgeleri genel olarak liman sahası dışında bulunmaktadır. Bu bölgelerde gemiler limana yanaşmak için bekleyebileceği gibi yakıt transferi, yük transferi gibi işlemler de yapabilmektedir (PIANC 2014:99).

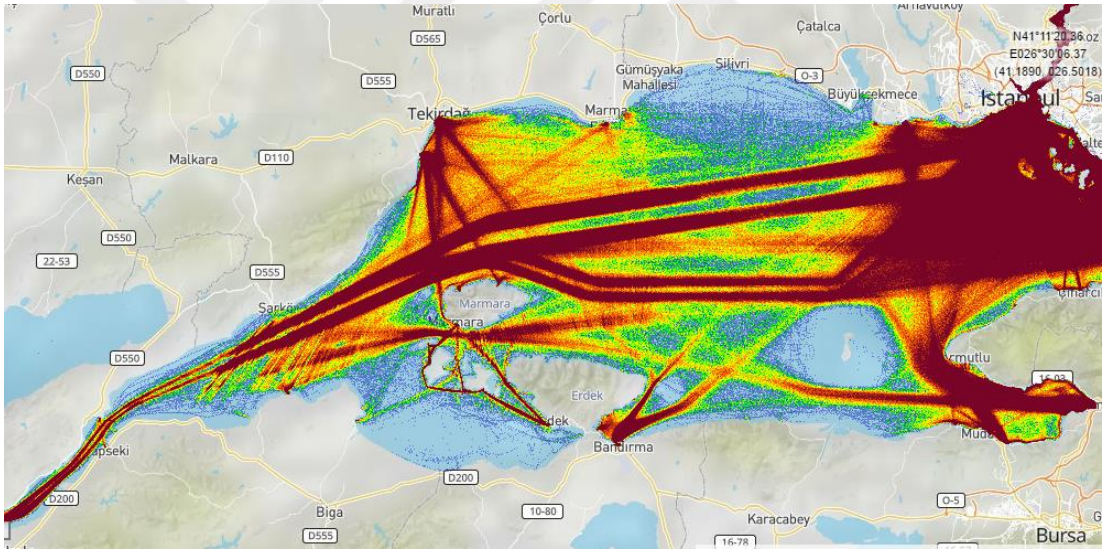
Demir bölgesi tasarlanırken çeşitli faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Bunlar genel olarak (PIANC 2014:99):

- Demirleyecek gemi tipi, boyutu
- Bölgede yapılacak faaliyetler
- Demirde kalınacak süre
- Dip yapısı ve derinliği
- Bölge özellikleri ve operasyonel olarak kısıtlayıcı faktörler
- Demir bölgesinin kapasitesi şeklindedir.

1.3.2. Suyolu Kapasitesi ve Analiz Yöntemleri

Deniz trafiğinde yapılacak düzenlemeler ile gemilerin belirli bir güzergahı kullanarak seyir yapmaları sağlanabilmektedir. Aşağıdaki Şekil 4'te görüleceği üzere Çanakkale Boğazı, Marmara Denizi ve İstanbul Boğazı'nda bulunan trafik ayrım düzenleri sayesinde gemiler belirli bir rotayı takip ederek seyir yapmaktadır. Gemiler Güney – Kuzey yönünde seyir yaparken Çanakkale Boğazı'ndan çıkış yapmakta, daha sonra Marmara Denizi'nde bulunan trafik ayrım düzeni ile İstanbul Boğazı'na kadar seyir yapmakta ve geri kalan İstanbul Boğaz seyrini de trafik ayrım düzenleri içerisinde gerçekleştirmektedir. Kuzey – Güney yönünde seyir yaparken de aynı şekilde trafik ayrım düzenlerinde seyir yapılmaktadır. Bu ayrım düzenleri sayesinde gemilerin karşı karşıya (head on) gelme durumları mümkün oldukça engellenmektedir.

Şekil 4: Marmara Denizi Deniz Trafik Yoğunluğu



Kaynak: (URL3)

Deniz trafik yoğunluğunun oldukça fazla olduğu bu bölgelerde deniz trafiğinin analizini yapmak, olası tehlikelerin farkına varmak oldukça önem arz etmektedir. Bu analizleri gerçekleştirmek için de simülasyon modelleri kullanılabilmektedir. Bu modeller (PIANC, 2014:104):

- Gemi seyir/manevra simülasyon modelleri
- Trafik akış simülasyon modelleri

şeklinde ikiye ayrılmaktadır.

1.3.2.1. Gemi Seyir/Manevra Simülasyon Modelleri

Gemi seyir/manevra simülasyon modelleri ile seyir kanallarının değerlendirilmesi ve optimize edilmesi mümkün olmaktadır. Matematiksel gemi modeli, simülasyon yazılımı, coğrafi bilgiler ve analiz araçlarının birleşiminden oluşan bu simülasyonlar genel olarak hızlı zamanlı simülasyon ve gerçek zamanlı simülasyon şeklinde 2'ye ayrılır (PIANC 2014:105). Gemi seyir/manevra simülasyon modelinin bir örneği Şekil 5'teki gibidir. Bu simülatör ile gerçek hayatta yapılması mümkün olmayan denemeler yapılabilmektedir. Örneğin bir liman ya da suyolu gerçekten tasarlanmadan önce, simülatörde modellenerek gemi manevraları yapılabilmekte ve varsa gerekli düzenlemeler belirlenerek liman ya da suyolunun tasarımı ona göre güncellenebilmektedir.

Şekil 5: Gemi Seyir/Manevra Simülasyon Örneği



Kaynak: Nas, S. (2016) D.E.Ü. Denizcilik Fakültesi Liman Modelleme Simülatörü

Hızlı zamanlı simülasyonda gemi, belirli bir kumanda eden pilot olmadan, otopilot algoritması ile manevra yapmaktadır. Bu işlem sırasında römorkörler de belirli bir algoritma yardımıyla otomatik olarak kullanılmaktadır. Bu işlem sırasında simülasyon hızlı bir şekilde oynatılır ve etkili bir sonuç verebilmesi için bu işlemin çok sayıda gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu manevralar ile birtakım istatistiksel veriler

elde edildiği gibi kullanılan maksimum dümen açısı, makine ve dümen kullanımı gibi veriler de elde edilebilmektedir (PIANC 2014:106).

Gerçek zamanlı simülasyon ise gemi manevra ve seyrinin değerlendirilmesi için daha kapsamlı bir yöntemdir. Gerçek zamanlı simülasyonda manevralar pilot tarafından köprüüstü simülatöründe yapılır. Bu simülasyonda en kritik noktalardan biri de yeterli sayıda görsel ekranın bulunmasıdır. Bir kanalın, liman bölgesinin ya da liman modifikasyonunun doğruluğunun onaylanması için tam donanımlı simülatörde çalışılması gerekmektedir (PIANC 2014:106, 107).

1.3.2.2. Trafik Akış Simülasyon Modelleri

Deniz trafik analizlerini gerçekleştirmek için IWRAP, SAMSON gibi yazılımlar kullanıldığı gibi veri madenciliği yöntemleri de kullanılmaktadır. Bu modellerden bazıları aşağıdaki gibidir.

1.3.2.2.1. Düzenli Emniyet Değerlendirmesi (FSA)

FSA (Formal Safety Assessment), IMO tarafından 2002 yılında başlatılmıştır (PIANC 2014:118). Bir felaket yaşanmadan önce önlemler alınmasını sağlamanın bir yolu da FSA sürecidir. FSA'nın çıkış nedenlerinden biri 1988 yılında Kuzey Denizi'nde yaşanan ve 167 kişinin hayatını kaybettiği Piper Alpha adlı açık deniz platformunda meydana gelen patlamadır. Günümüzde IMO tarafından kural koyma sürecinde FSA kullanılmaktadır (URL4).

FSA, yapılandırılmış ve sistematik bir metodolojiden oluşmaktadır. Genel olarak deniz ve can emniyetinin arttırılması, mal ve çevrenin korunması gibi amaçları bulunan bu değerlendirme yöntemi, risk analizi ve fayda maliyet değerlendirmesi kullanılarak yapılmaktadır. FSA süreci 5 adımdan oluşmaktadır. Bunlar (URL4):

- Tehlikenin tanımlanması
- Risklerin değerlendirilmesi
- Risk kontrol seçenekleri
- Fayda maliyet değerlendirmesi
- Karar verme için tavsiyelerde bulunulması şeklindedir.

FSA sürecinin birinci adımında nelerin yanlış gidebileceği belirlenir. Yaşanabilecek bütün tehlikeler göz önünde bulundurulmalıdır. İkinci adımda yaşanabilecek tehlikelerin ne kadar kötü olacağı ve gerçekleşme olasılığı değerlendirilir. Üçüncü adımda risklerin etkisinin ya da gerçekleşme olasılığının düşürülmesini sağlayacak kontrol seçenekleri belirlenir. Dördüncü adımda risk kontrol

seçeneklerinin fayda maliyet olarak değerlendirmesi yapılır. Alınacak tedbirlerin maliyetine, ne kadar etkili olacağına bakılır. Son adımda ise nelerin yapılması gerektiği belirlenir (URL4).

FSA süreci için geliştirilen birçok araç ya da metot bulunmaktadır. Çoğunlukla Fujii ya da Macduff tarafından geliştirilen modellere bağlı kalınarak geliştirilen bu araç ya da metotların bazıları sadece çatışma ve karaya oturma olasılıklarını hesaplarken bazıları da bu kazaların sonuçlarını hesaplamaktadır (Nyman 2009). IALA da IWRAP yazılımını geliştirerek FSA sürecinde oluşan eksikliği çözmeyi amaçlamıştır (PIANC 2014:118).

1.3.2.2.2. IWRAP Programı

IWRAP (IALA Waterway Risk Assessment Programme) olarak bilinen nicel risk değerlendirme programı, Danimarka Teknik Üniveritesi ve Maritime Simulator Centre Warnemünde ile birlikte Kanada Sahil Güvenlik tarafından geliştirilmiştir. Bu programın kötümser sonuçlar vermesi nedeniyle yazılım geliştirilerek IWRAP Mk II versiyonu ortaya çıkarılmıştır (IALA-AISM 2009:7).

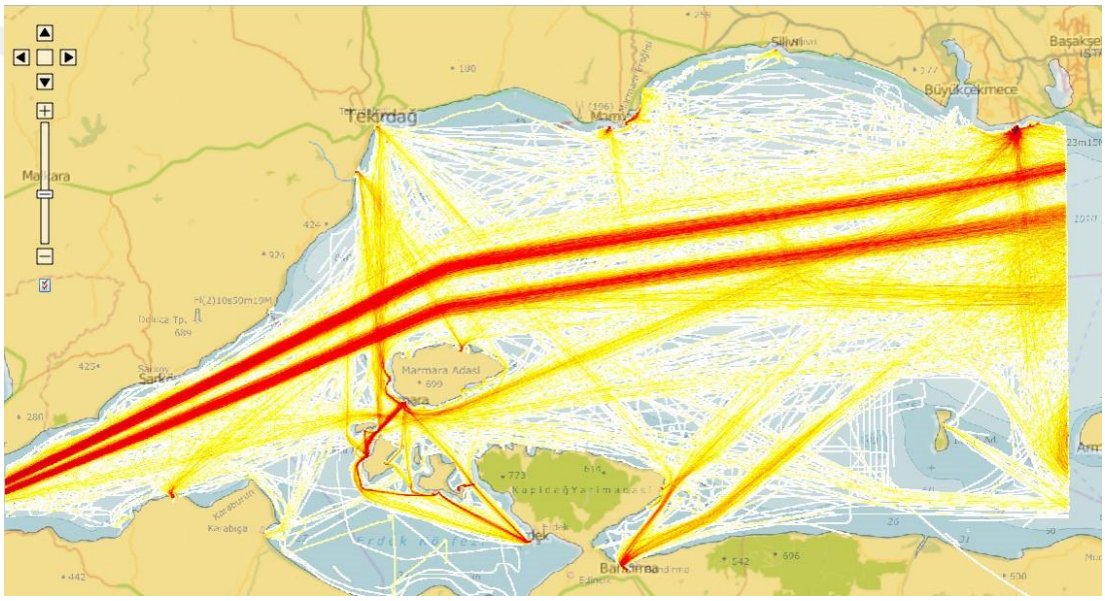
IWRAP Mk II yazılımı, suyollarındaki trafik yoğunluğunu, dağılımını gösterebildiği gibi çatışma, oturma tehlikesini de göstermektedir. Program yıllık karaya oturma ve çatışma frekansını vermekle birlikte yaşanabilecek bu olayların sonuçları hakkında bilgi vermemektedir. Bu değerlendirme, verilen sonuçlara göre analiz yapanlara bırakılmaktadır (IALA-AISM 2009:7).

IWRAP Mk II yazılımında öncelikle bölgenin batimetrisi, rotalar tanımlanmalıdır. Rotaların tanımlanması için en iyi yöntem OTS verilerinin kullanılmasıdır. Bu veriler sayesinde yoğunluk haritaları çıkarılabilmektedir. Her rota bacağındaki trafik yoğunluk dağılımının girilmesi, rota bacağındaki yanal trafik dağılımının belirlenmesi (IALA-AISM 2009:19), bölgedeki diğer trafik bilgisinin girilmesi (OTS aygıtı olmayan balıkçı tekneleri gibi) (IALA-AISM 2009:20) gibi işlemlerden sonra önemli aşamalardan biri de nedensellik faktörünün (Causation Factor) seçilmesi gerekmektedir. Nedensellik faktörü, geminin karaya oturma ya da çatışmadan kaçınma manevrası yapma konusunda hata yapma olasılığı şeklinde düşünülebilir. Yapılan çalışmalardan yola çıkılarak belirlenen birtakım varsayılan değerler bulunmaktadır ve bu değerlerin dünyanın birçok yerinde uygulanabilir olduğu belirtilmektedir. Bu değerler varsayılan olmakla birlikte kullanıcı isterse kendi nedensellik faktör değerini girebilir ancak böyle bir işlem yapması durumunda bunu raporunda belirtmesi gerekmektedir (IALA-AISM 2009:21). Yapılan bu işlemler

sonucunda kullanıcı, çıktı olarak çatışma ya da karaya oturma kazalarının yaşanma olasılıkları ile ilgili bilgi sahibi olurken harita üzerinde hangi bölgelerde çatışma ya da oturma tehlikesi bulunduğunu görebilmektedir (IALA-AISM 2009:22).

Nas (2014) tarafından yapılan "*Deniz Trafiğinde Çatışma Tehlikesi Olasılığının Analizi: Marmara Denizi Uygulaması*" adlı çalışmada IWRAP Mk II programı kullanılarak Marmara Denizinde deniz trafik analizi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma 20 günlük 9.461.000 satır, toplamda ise 189.220.000 adet OTS verisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada öncelikle Şekil 6'daki gibi gemi trafik yoğunluğu çıkarılmıştır.

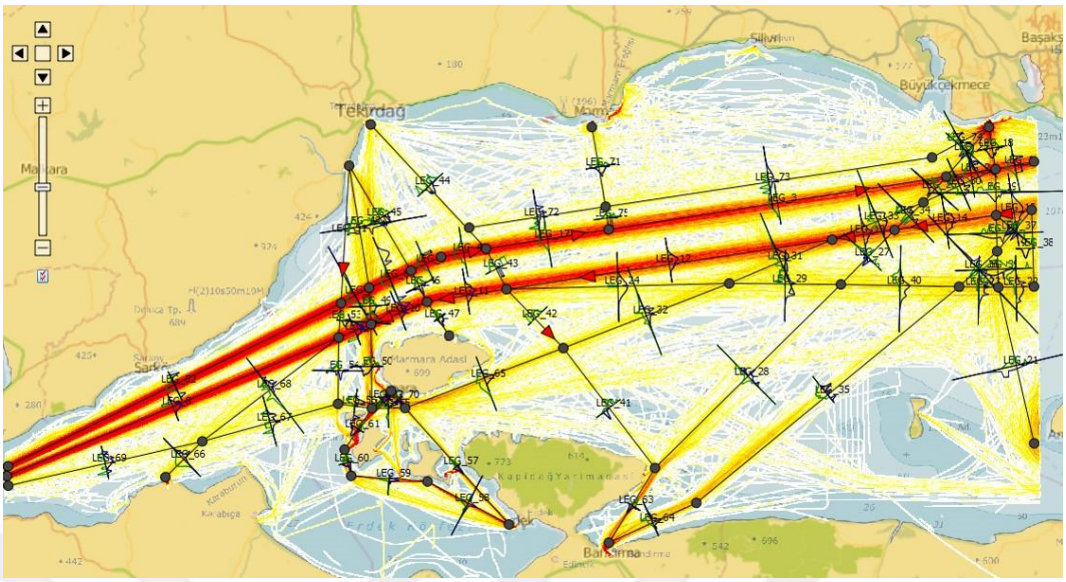
Şekil 6: Gemi Trafiği Harita Yoğunluk Gösterimi



Kaynak: (Nas, 2014)

Daha sonra, çıkarılan yoğunluklar üzerinden rotalar belirlenerek Şekil 7'deki gibi programa işlenmiştir.

Şekil 7: Gemi Trafiği Harita Yoğunluğunun Rotalandırılması

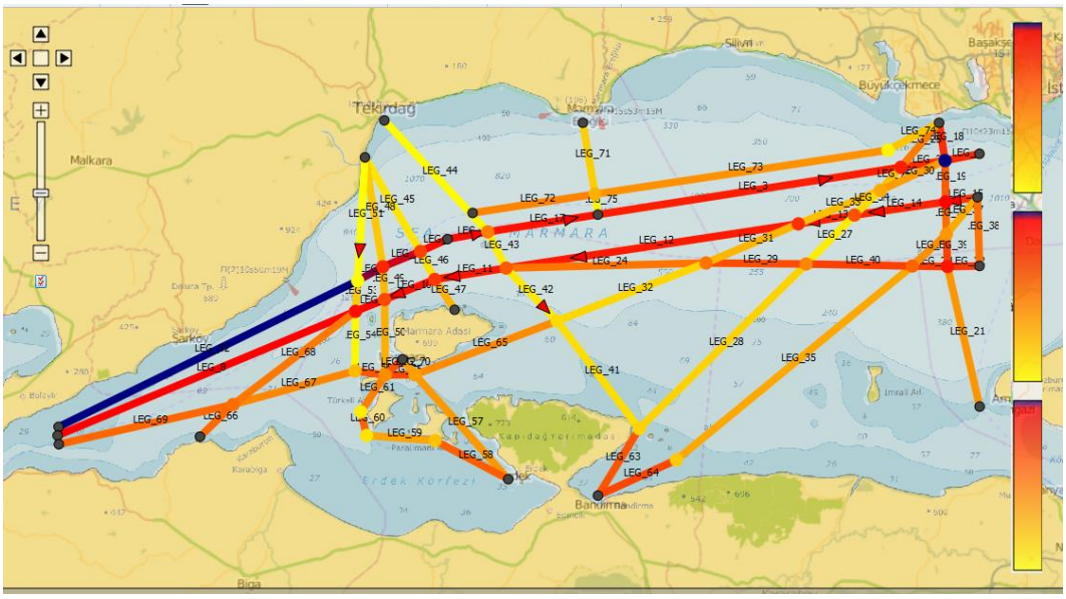


Kaynak: (Nas, 2014)

Şekil 7'deki işlemlerden sonra da rotalardaki gemilerin istatistiksel dağılımları hesaplanmıştır. Bu tezde yapılacak olan uygulamada da Kuzey Ege Denizi'ndeki deniz trafik haritası oluşturulduktan sonra seçilen hatlardaki gemi dağılımı ortaya çıkarılacaktır.

Son olarak Marmara Denizi'ndeki çatışma olasılığı bulunan bölgeler ve bu bölgelerde çatışma gerçekleşme olasılığı Şekil 8'deki gibi belirtilmiştir. Çatışma olasılığı arttıkça, sağda bulunan ölçeğe göre renk değişimi olmaktadır.

Şekil 8: Çatışma Olasılığının Belirlenmesi



Kaynak: (Nas, 2014)

Geçmiş OTS verileri kullanılarak Nas (2014), Kim ve diğerleri (2011), Dzikowski ve Ślączka (2014), Şahin (2015) tarafından risk değerlendirmesi yapılmıştır. Nas (2014) tarafından Marmara Denizi'nde gerçekleştirilen bu çalışmada istatistiksel olarak çatışma olasılıkları IWRAP Mk II programı tarafından hesaplanmıştır. Bu çalışma, mevcut kıyı tesislerinin deniz trafiğine etkileri incelenmekle birlikte yeni kurulacak kıyı tesisleri konusunda karar vericilere yardımcı olabilecek veriler de sağlamaktadır.

Kim ve diğerleri (2011) yapmış oldukları çalışmada Ulsan liman bölgesindeki deniz trafiğini ES (Environmental Stress) çevresel gerilim modeli ve IWRAP kullanarak analiz etmiş ve bu iki yöntemden çıkan sonuçları ve istatistiki verileri karşılaştırmışlardır. Bu çalışma ile gerçek deniz kazalarının IWRAP ve ES modeli arasında olduğu ve ES modelinin denizcilerin risk bilincini IWRAP modelinden daha kapsamlı yansıttığı sonucuna ulaşmışlardır.

Dzikowski ve Ślączka (2014) yapmış oldukları çalışmada Baltık Denizi'ndeki çatışma olasılığını balıkçı gemilerinin etkilerine odaklanarak analiz etmişlerdir. Analiz için IWRAP mk2 uygulamasını kullanmışlardır. Çalışma sonucunda petrol ve gaz platformu bulunan bölgelerdeki çatışma olasılıkları değerlendirilmiştir.

Şahin (2015) tarafından 2014 yılında İzmit Körfezi'nde gerçekleştirilen PAWSA (Port and Waterway Safety Assessment Tool) çalıştayından sonra, aynı bölgede IWRAP modeli kullanılarak körfezdeki risk analizi gerçekleştirilmiş ve riskli bölgeleri belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonucuna göre İzmit körfezindeki gemi trafiği ile ilgili en riskli bölgenin Eskihisar-Topçular arasında kalan bölge olduğu ortaya çıkmıştır.

1.3.2.2.3. PAWSA

Amerikan Sahil Güvenlik tarafından geliştirilen PAWSA kalitatif risk değerlendirme aracıdır. Paydaşların tecrübe ve uzman görüşlerine bağlı bir şekilde bir suyolundaki riskler öznel olarak değerlendirilir. PAWSA risk analiz sürecinde suyollarındaki emniyetle ilgili yüksek riskler belirlenerek bu risklerin seviyesi ve sonuçları tahmin edilir. Daha sonra da bu riski azaltmak için yapılması gereken aşamalar belirlenir ve gerekli sıralamalar yapılır. PAWSA ile bir liman ya da suyolunun kısa zaman aralığında ve sınırlı harcamayla doğru bir şekilde değerlendirilmesi sağlanmaktadır (IALA-AISM 2009:6).

Amerika'da birçok liman/suyolunda PAWSA süreci gerçekleştirilmiştir. PAWSA ile yerel otoriteler ve o bölgeyi kullanan paydaşların ortak, maliyet etkili

olacak şekilde ve paydaşların ihtiyaçlarını karşılayacak sonuçlar alınması mümkün olmaktadır (IALA-AISM 2009:6).

PAWSA risk modelinde bulunan 6 risk kategorisi (IALA-AISM 2009:10):

- **Gemi durumu:** Suyolunu kullanan gemi niteliği ve gemi personeli (Büyük gemiler (200m üzeri), derin draftlı gemiler, balıkçı tekneleri, küçük tekneler vs.)
- **Trafik durumu:** Suyolunu kullanan gemi sayısı ve etkileşimi.(Ticari gemi yoğunluğu, küçük tekne yoğunluğu, trafik sıkışıklığı vs.)
- **Seyir şartları:** Geminin seyir esnasında maruz kaldığı çevresel faktörler. (Rüzgar, akıntı, kısıtlı görüş vs.)
- **Suyolu şartları:** Geminin manevrasını etkileyen fiziksel özellikler. (Suyolu uzunluğu, suyolu genişliği, dip yapısı vs.)
- **Birincil sonuçlar:** Olası bir kaza durumunda meydana gelebilecek sonuçlar. (Yaralanma ve ölüm, deniz kirliliği, ulaşımın aksaması vs.)
- **Müteakip sonuçlar:** Olası bir kaza durumunda ortaya çıkabilecek alt sonuçlar. Bu sonuçlar günler sonra oluşabileceği gibi yıllar sonra da oluşabilir. (İşgücü kaybı, sahil tesislerinin kapanması, bölgedeki balıkçılığın zarar görmesi vs.)

şeklindedir. PAWSA ile yapılan çalışmalar sonucunda bölgedeki riskler belirlenerek gerekli önlemler alınabilir.

PAWSA İzmir Körfezi ve Aliağa Bölgesi Risk Değerlendirme Çalıştayı 18-19 Ocak 2016 tarihinde İzmir Körfezi, 21-22 Ocak 2016 tarihinde ise Aliağa Bölgesi şeklinde İzmir'de gerçekleştirilmiştir (URL5). İzmir Körfezi ve Aliağa Bölgesi ile ilgili yapılan PAWSA çalıştayında bölgedeki riskler ve önleyici tedbirler konuşulmuştur. Yapılan çalıştayda karaya oturma kazalarına karşı alınabilecek önlemler, İzmir Körfezi Yenikale bölgesinde meydana gelen oturmaları önleyici faaliyetler, bölgede faaliyet gösteren özel teknelerin, balıkçı teknelerinin deniz trafiğine etkileri, körfezde yapılması gereken tarama faaliyetleri ve bu tarama faaliyetlerinin hangi mevkilerden başlaması gerektiği gibi konular konuşulmuştur.

1.3.2.2.4. SAMSON Programı

The Maritime Research Institute Netherlands (MARIN) tarafından geliştirilen SAMSON (Safety Assessment Models for Shipping and Offsshore in the North Sea) programı ile deniz trafik analizi yapılabilmektedir (URL16) 1975 yılında geliştirilmeye başlanan SAMSON programı, risk kavramının gelişmesiyle birlikte devamlı olarak

geliştirilmiştir (Mou ve diğerleri, 2010:487). İyi bir deniz trafik veritabanı ile akıntı, rüzgar gibi çevresel koşullar kullanılarak yaşanabilecek tehlikeli olay, kaza frekansları belirlenebilmektedir. SAMSON programının içerdiği kaza tipleri (URL22; IMO, 2015b:B-1):

- Seyir yapan gemilerin çatışması
- Seyir yapan gemi ile demirdeki geminin çatışması
- Geminin karaya oturması
- Petrol platformları, rüzgar türbinleri, şamandıralar gibi yapılarla temas
- Geminin batması
- Geminin patlaması
- Gövde ya da makine hasarı şeklindedir.

SAMSON programı ile ayrıca GTH, pilotaj, gemi trafik ayrım düzeni gibi çeşitli etmenlerin etkisi ölçülebilmekte, ekonomik ve çevresel sonuçlar ile alınan önlemler karşılaştırılabilmektedir (URL16).

Geçmiş OTS verileri kullanılarak risk değerlendirmesi yapılmış çalışmalardan biri de Mou ve diğerleri (2010) tarafından yapılmıştır. Yapmış oldukları çalışmada Maritime Research Institute Netherlands (MARIN/ MSCN) tarafından geliştirilen SAMSON yazılımı kullanılarak Rotterdam limanının trafik ayrım düzenindeki çatışma riski değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme için OTS verileri kullanılarak gerçek zamanlı bir risk modeli geliştirilip uygulanmıştır (Mou ve diğerleri, 2010).

1.3.2.2.5. GRACAT Programı

GRACAT (Grounding And Collision Analysis Toolbox) yazılımı, Danimarka Teknik Üniversitesi tarafından 1998-2000 yılları arasında geliştirilmiştir (Friis-Hansen ve Simonsen, 2002:383). Çatışma ve karaya oturma konusunda çeşitli analizlerin yapılabildiği bu programın özelikleri (Friis-Hansen ve Simonsen, 2002:385):

- Çatışma ya da karaya oturma olasılığının hesaplanması
- Olası bir karaya oturma ya da çatışmanın sonuçlarını hesaplamak üzere modellenmesi
- Hasar alan geminin durumunun analiz edilmesi
- Sonuçlar için alınacak olan iyileştirici önlemlerin tanımlanması ve değerlendirilmesi şeklindedir.

GRACAT yazılımı, Fujii ve Macduff tarafından önerilen yöntemlere dayanarak çatışma ve karaya oturma olasılığını hesaplamaktadır (Nyman, 2009). Yazılımda verilen sonuçların birtakım kısıtları bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri hasar,

dikdörtgen bir kutu şeklinde temsil edilmiştir. Analiz, yarı-statik analiz şeklinde gerçekleştirilmektedir ve yakıt bulunan bir tank hasar aldığı durumda tanktaki bütün yakıtın denize sızdığı kabul edilmektedir (Friis-Hansen ve diğerleri, 2000:47).

Geçmiş OTS verileri kullanılarak risk değerlendirmesi yapılmış çalışmalardan biri de Hänninen ve diğerleri (2002) tarafından yapılmıştır. Yapmış oldukları çalışmada GRACAT yazılımını kullanarak Finlandiya Körfezi'nde çatışma frekansını belirlemişlerdir. FSA çalışması olarak gerçekleştirilen bu çalışma sonucunda rotalandırma, zorunlu rapor ve radar tabanlı izleme sistemlerinin Finlandiya Körfezi'nde kullanılması şiddetle tavsiye edilmektedir.

1.3.2.2.6. SHIPCOF Programı

SHIPCOF yazılımı karaya oturma ve çatışma tehlikesi bulunan gemileri tahmin etmek üzere RAMBØLL tarafından geliştirilmiştir (Nyman, 2009). Bu yazılım dört kaza senaryosuna uygulanabilmektedir. Bunlar (Nyman, 2009; Karlsson ve diğerleri, 1998:119):

- İnsan hatası
- Kritik karşılaşma durumu
- Drift yapan gemi (Pervane arızası)
- Dümen arızası (Dümen sisteminde arıza meydana gelmesi) şeklindedir.

1.3.2.2.7. OTS Verileri ile Yapılmış Diğer Çalışmalar

Geçmiş OTS verileri, trafik akış simülasyonlarında kullanılarak analizler yapılabildiği gibi, bu veriler farklı şekillerde de analizlerde kullanılabilmektedir. Örneğin:

Suman ve diğerleri (2012) yapmış oldukları çalışmada OTS verilerini kullanarak Malakka Boğazı'nda MATLAB programı yardımıyla gemi kazaları konusunda risk analizi yapmışlardır. Yapmış oldukları analiz sonucunda Malakka Boğazında yüksek riskli bölgeler belirlenmiştir (Suman ve diğerleri, 2012).

Viran (2014) yapmış olduğu yüksek lisans tezinde çevresel gerilim modelini kullanarak İstanbul Boğazı güney bölgesinin risk haritasını çıkarmış ve analiz etmiştir. Bir günlük OTS verileri kullanılarak yapılan çalışma sonucunda İstanbul Boğazı'nda yüksek riskli bölgeler belirtilmiştir (Viran, 2014).

1.3.3. OTS Aygıtının Deniz Trafiğinin İzlenmesinde ve Analizinde Kullanım Örnekleri

OTS aygıtı tarafından gönderilen veriler, gemiye ait pozisyon bilgisini verdiği ve geriye dönük bilgilerin toplanmasıyla geminin geçmişte bulunduğu pozisyonları vermesi nedeniyle araştırmacılar ve analistler için oldukça değerli verilerdir Seta ve diğerleri, 2016:101). Geminin gerçek hareketlerini gösteren bu geçmiş veriler sayesinde trafikle ilgili bilgi sahibi olunabilmektedir (Lei ve diğerleri, 2016). Bu verilerin diğer gemilere ve sahil istasyonlarına otomatik olarak gönderilmesi deniz emniyetini ve seyir etkililiğini arttırırken çevrenin de korunmasını sağlamaktadır. (Watagawa ve diğerleri, 2012). OTS aygıtı tarafından kullanılan radyo dalgalarının menzilinin fazla olması, engellerin arkasındaki sinyalleri alabilmesi gibi olumlu yönleri nedeniyle kullanım alanları oldukça geniştir. Deniz trafiğinin izlenmesinde, analiz edilmesinde OTS aygıtının önemli bir rolü bulunmaktadır. OTS verilerinin analiz edilmesi ile deniz trafiğinin anlık ya da geçmişe dönük olarak incelenmesi mümkün olmaktadır. Yetkili birimler kaza analizi, trafik durum analizi gibi çalışmalar yapmak üzere OTS verilerini saklamaktadır (Xiao ve diğerleri, 2015:85). Literatürde OTS verileriyle deniz trafiğinin incelenmesi konusunda yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Yapılan bazı çalışmalar deniz trafiğinin farklı şekillerde ya da farklı konumlarda bulunan (uydu gibi) OTS alıcılarından alınan veriler ile izlenmesiyle ilgili olurken (Eriksen ve diğerleri, 2006)(Watagawa ve diğerleri, 2012) diğer bir takım çalışmalar da bölge trafiğinin haritalandırılarak analiz edilmesiyle ilgilidir (Natale ve diğerleri, 2015; Mustaffa ve diğerleri, 2015; MMO, 2014; Wu ve diğerleri, 2017).

Yapılan çalışmaların bazılarında gemilerin çatışma olasılıkları, bazılarında karaya oturma olasılıkları, bazılarında ise hem çatışma hem karaya oturma olasılıkları incelenmiştir. Örneğin Mehta (2016), Hanninen ve Kujala (2010), Kujala ve diğerleri (2009), Felski ve diğerleri (2015) tarafından yapılan çalışmalarda gemilerin çatışma olasılıkları, OTS aygıtının çatışma önlemedeki önemi ortaya çıkarılmıştır. Yapılan çalışmalara daha detaylı bakılacak olunursa:

Mehta (2016) tarafından yapılmış yüksek lisans tezinde Kuzeydoğu Teksas'ta bulunan Sabine-Neches suyolununun analizi gerçekleştirilmiştir. OTS verileri kullanılan bu çalışmada bölgenin analizi 2 şekilde gerçekleştirilmiştir. Birinci olarak bölgede seyir yapan gemilerin tipi, sürati, boyu gibi bilgiler kullanılarak bölgenin karakteristiği ortaya konulmuştur. İkinci olarak da bölgede seyir yapan gemilerin çatışma olasılıkları analiz edilmiştir. ArcGIS programı yardımıyla analiz yapılacak bölgenin öncelikle OTS verileri toplanmıştır. Daha sonra ise gemilerin çatışma

olasılıkları hesaplanmıştır. Bu hesaplar yapılırken gemilerin etki alanları üzerinden hesaplar yapılmış ve bir gemi diğer geminin etki alanına girdiğinde ya da gemiler manevra yapmayıp, etki alanlarına girmesine 30 saniye gibi kısa bir süre kalmışsa, çatışma var şeklinde kabul edilmiştir.

Hanninen ve Kujala (2010) tarafından Finlandiya Körfezi'ndeki gemi kazaları üzerine çalışma gerçekleştirilmiştir. Bayes ağ modeli kullanılan çalışmada, çevresel koşullar ile insan performansının çatışma olasılığı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda bölgedeki çatışma olasılığı 5 yılda 1 olarak ortaya çıkmıştır ki bu da literatürdeki diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Çalışma sonuçlarından biri de eğer gemi seyre zor bir bölgede, karanlıkta seyir yapıyorken insan performansı da zayıfsa, çatışma olasılığı havanın güzel ve insan performansının iyi olduğu duruma göre 8 kat fazla olmaktadır.

Kujala ve diğerleri (2009) yapmış oldukları çalışmada Finlandiya Körfezi'ndeki deniz trafiği incelenmiştir. Geometrik çatışma olasılığını hesaplayacak teorik modelde OTS verileri kullanılmıştır. Gerçek kaza istatistikleriyle karşılaştırıldığında yapmış oldukları teorik modelin iyi sonuçlar verdiği ortaya çıkmıştır.

Felski ve diğerleri (2015) yapmış oldukları çalışmada OTS'nin çatışmayı önlemedeki önemi incelenmiştir. Çalışmada OTS aygıtının çatışma önlemede tamamlayıcı bilgiler sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Gemilerin çatışma olasılığı incelendiği gibi karaya oturma kazaları da incelenmiştir. Mazaheri ve diğerleri (2013) yapmış oldukları çalışmada Finlandiya Körfezi'nde yaşanan karaya oturma kazalarıyla gemi trafiği arasında korelasyon olup olmadığı incelenmiştir. Çalışmada 1989 ile 2010 yılları arasında Finlandiya Körfezi'nde yaşanan kazalar incelenmiş ve gemi trafiğinin analizi için de 2010 yılına ait OTS verileri kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre gemi trafik yoğunluğu ile karaya oturma kazaları arasında bir korelasyon bulunmadığı görülmüştür.

Yapılan çalışmaların bazılarında CPA, TCPA (Time of Closest Point of Approach) dağılımları ile deniz trafik emniyeti incelenirken Jeong ve diğerleri (2013), bazı çalışmalarda da deniz trafiği, deniz trafik dağılımları incelenmiştir Tsou (2010), Xiao ve diğerleri (2015). Yapılan çalışmalara daha detaylı bakılacak olunursa:

Jeong ve diğerleri (2013) yapmış oldukları çalışmada CPA ve TCPA dağılımlarıyla deniz trafik emniyeti incelenmiştir. Radar ve OTS verileri kullanılarak yapılan çalışmada Mokpo-Gu kanalındaki deniz trafiği incelenmiş ve deniz trafik şekli, emniyeti ile ilgili bilgi sağlanmıştır. Çalışmadan elde edilen CPA ve TCPA bilgileri suyolu ile deniz trafiği ve emniyetiyle ilgili oldukça faydalı bilgiler sağlamaktadır.

Tsou (2010) yapmış olduğu çalışmada birliktelik modeli, sıralı model gibi veri madenciliği teknikleri ile bilgi depolaması, Coğrafi Bilgi Sistemi gibi model ve sistemleri kullanılarak OTS verilerinden bölge hakkında bilgi edinilmiştir. Çalışma, Tayvan'ın kuzeyinde bulunan Keelung liman bölgesinde yapılmıştır. Yapılan çalışma ile bölgedeki deniz trafik yoğunluğunun dağılımı, trafiğin akışı gibi birçok konuda bilgi sahibi olunmuştur.

Xiao ve diğerleri (2015) tarafından yapılan çalışmada ise Hollanda'da bulunan dar kanalda ve Çin'de bulunan daha geniş alandaki farklılıklar karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmada trafik akışının olduğu bölgelerde yatay kesitler alınarak o hatlardaki sürat, gemi tipi gibi değişkenlere göre dağılımlar incelenmiştir. Bu incelemeler sayesinde bölgedeki trafiğin akış yönü, gemilerin belirli hatlardan geçerken yaptığı sürat, pozisyon değişiklikleri, belirli bölgelerden geçen gemilerin kullandığı genel hatlar gibi bilgiler ortaya çıkarılmıştır. Bu çalışmada geliştirilen masaüstü uygulaması ile Xiao ve diğerleri (2015) tarafından yapılan çalışmadaki gibi belirli hatlardaki gemi dağılımlarının incelenmesi mümkün olmaktadır.

Yapılan çalışmalardan bazılarında ise OTS verilerinin görüntülenmesi, haritalandırılması yapılmıştır (Willems ve diğerleri, 2009; Jiacai ve diğerleri, 2012; Eucker, 2011; Pallotta ve diğerleri, 2013; Mustaffa ve diğerleri, 2015; Natale ve diğerleri, 2015; Shelmerdine, 2015). Haritalandırma işleminin bütün dünyayı kapsayarak yapıldığı çalışma da bulunmaktadır (Wu ve diğerleri, 2017). Bu işlemler, gemi hareketlerinin izlenmesine, trafiğin yoğun olduğu bölgelerin belirlenmesine, karar verme konularına ve deniz trafiğiyle ilgili daha birçok konuyla ilgili fikir sahibi olunmasına yardımcı olmaktadır. Bu çalışmada geliştirilen masaüstü uygulaması ile OTS verilerinin haritada gösterimi sağlanarak bölge hakkında bilgi sahibi olunması mümkün olmaktadır. Yapılan çalışmalara daha detaylı bakılacak olunursa:

Willems ve diğerleri (2009) yapmış oldukları çalışmada gemi hareketlerinin izlenebilmesi, karar verme konusunda destek sağlanması için coğrafi görüntüleme önerilmiştir. Çalışmada OTS verileri kullanılarak çıkarılan haritada gemilerin yoğun olduğu bölgeler belirlenmiştir. Bu yoğunluk haritası kullanılarak bilinmeyen bir bölgedeki trafiğin yoğun olduğu bölgeler, demir bölgeleri gibi konularda bilgi sahibi olmak mümkün olmaktadır.

Jiacai ve diğerleri (2012) yapmış oldukları çalışmada ise OTS verileri ile bir görüntüleme modeli oluşturulmuş ve deniz trafik durumu değerlendirilmiştir. Xiamen Körfezi ve Meizhou Wan'daki OTS verileri kullanılarak deniz trafik durumu analiz

edilmiştir. Yapmış oldukları çalışma, karar alma ve deniz trafiğini düzenleme konularında yardımcı olacaktır.

Eucker (2011) tarafından yapılmış olan doktora tezinde ise Kuzey kutup bölgesinde denizdeki buz yoğunluğu ile gemilerin pozisyonları incelenmiştir. Çalışmada bölgedeki buz yoğunluğu incelenmiş ve aylara göre buz yoğunluğu, açık denizler haritalandırılmış ve minimum buz yoğunluğu olan zamanlar, maksimum buz yoğunluğu olan zamanlar ortaya çıkarılmıştır. Daha sonra bu bölgede seyir yapan gemilerin pozisyonları haritaya aktarılmıştır. Bu aktarım işlemi gerçekleştirilirken SpaceQuest uydu istasyonundan alınan OTS verileri kullanılmıştır. Gemilerin konumları haritaya aktarılarak gemilerin ay bazından hangi alanlarda seyir yaptıkları ortaya çıkarılmıştır. Bu sayede Kuzey kutup bölgesindeki buz tabakalarının yoğunluğu ile bölgede seyir yapan gemiler arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

Pallotta ve diğerleri (2013) yapmış oldukları çalışmada OTS verileri ile deniz trafiği analiz edilmiştir. Çalışmada geçmişe yönelik OTS verileri ile gemilerin izledikleri güzergâhlar çıkarılarak gemilerin olası hareketleri belirlenmekte ve bu sayede operatöre karar destek konusunda katkı sağlanmaktadır.

Mustaffa ve diğerleri (2015) tarafından yapılan çalışmada OTS verileri kullanılarak Klang Limanı ve Malakka Boğazı'ndaki gemi trafiği analiz edilmiş ve gemilerin izlediği yollar haritalandırılarak deniz trafik yoğunluğu incelenmiştir. Topladıkları 5 günlük veri ile deniz trafiğinin yoğun olduğu bölgeler incelenmiş ve OTS aygıtının kullanımına bir örnek olarak bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

Natale ve diğerleri (2015) yapmış oldukları çalışmada OTS verileri kullanılarak balıkçı teknelerinin analizi yapılmış ve veriler haritalandırılarak balıkçılık faaliyetlerinin analizi gerçekleştirilmiştir. Balıkçı teknelerinin hareketlerinin haritalandırılması ile balıkçılık faaliyetlerinin çevreye etkisi, balıkçılıkla ilgili ekonomik çalışmaların yapılması gibi konulara katkı sağlanmaktadır.

Shelmerdine (2015) tarafından yapılan çalışmada Shetland Adası civarındaki 2013 yılına ait OTS verilerinin analizi yapılmış ve haritalandırmıştır. ArcGIS yardımıyla OTS verileri analiz edilerek yoğunluk haritasının, gemi izleri ve seyir rotalarının çıkarılmasını sağlanmıştır. Çalışmada OTS verileri kullanılarak denizcilikteki birçok alana bilgi sağlayacak sonuçlar elde edilmiştir.

Wu ve diğerleri (2017) yapmış oldukları çalışmada Ağustos 2012 ile Nisan 2015 yılları arasındaki OTS verileri kullanılarak küresel deniz yoğunluğu haritalandırılmıştır. Yaklaşık 20 milyar veri kullanılarak 3 farklı uzamsal çözünürlükte harita oluşturulmuştur. Çalışmada gemi yoğunluğu, trafik yoğunluğu, OTS veri alış

sıklığı konularında tanımlama yapılmış ve hesaplamak için denklemler verilmiştir. Verilerin haritalandırılması konusunda aşamaları ve verilerin işlenmesi sırasında geçen süreyi ortaya koydukları çalışma sonucunda küresel deniz trafik haritası çıkarılmıştır.

OTS verileri ile risk değerlendirmelerinin yapıldığı ya da yüksek riskli gemilerin belirlendiği birtakım çalışmalar da bulunmaktadır (Zaman ve diğerleri, 2015; Qu ve diğerleri, 2011; Eide ve diğerleri, 2007). Bunlar;

Zaman ve diğerleri (2015) yapmış oldukları çalışmada OTS alıcısı kurularak Malakka Boğazı'nda OTS verileri toplanmıştır. Bu OTS verileri Universiti Teknologi Malaysia'ya kurulan OTS alıcısı aracılığıyla elde edilmiştir. Toplanan veriler ile gemilerin pruva-pruva, çapariz ve yetişip geçme durumlarındaki risk değerlendirmeleri yapılmıştır. Bu değerlendirmeler trafiğin yoğun olduğu 02:00, 10:00 ve 22:00 saatlerindeki veriler ile yapılmıştır.

Qu ve diğerleri (2011) yapmış oldukları çalışmada gerçek zamanlı gemi pozisyonu ve sürat bilgisi alınabilen OTS verileri kullanılmıştır. OTS verileri kullanılarak Singapur Boğazı'nda risk değerlendirmesi yapılmış ve boğazdaki yüksek riskli bölgeler ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca çalışmada gemilerin yaklaşık %25'inin sürat limitini aşarak seyir yaptıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Eide ve diğerleri (2007) yapmış oldukları çalışmada OTS verileri kullanılarak Vardø GTH merkezinde risk odaklı karar destek aracı geliştirilmiştir. Geminin yaşı, gövde tipi gibi birçok gösterge kullanılarak oluşturulan model ile hangi hampetrol tankerinin deniz kirliliğine sebep olabileceği, hangi miktarda petrol sızıntısı olacağı konularına cevap bulunmuştur. Bu sayede GTH operatörünün bazı gemilere daha çok dikkat etmesi, ekstra tedbir alması sağlanmaktadır.

OTS aygıtının gemide kullanımının önemiyle ilgili çalışma da bulunmaktadır. Stupak (2014) yapmış olduğu çalışmada OTS aygıtının küçük yatlarda, teknelerde kullanılmasıyla o yat/teknelerin tespitinin arttığı ifade edilmiştir. Denizden parazit yansımaların fazla olduğu durumlarda küçük teknelerin radar ekoları küçük olduğu için tespiti zor olmaktadır. Bu gibi durumlarda OTS aygıtının, daha uzak mesafelerdeki teknelerin tespitine olanak sağladığı belirtilmiştir.

Bu çalışmada ve yapılmış birçok çalışmada kullanılan OTS verilerinin eksiksiz ve geniş bir alanı kapsayacak şekilde alınması da önemli etmenlerden biridir. OTS aygıtları halihazırda VHF üzerinden yayın yaptıkları için menzilleri de 20 ile 40 deniz mili arasında değişmektedir. Bu menzili arttırmak, daha uzak mesafelerde bulunan gemilerin farkına varabilmek ve herhangi bir bölgedeki deniz trafiğini izleyebilmek için

alçak yörüngede bulunan uydulara OTS alıcısı yerleştirilmektedir. Eriksen ve diğerleri (2006) tarafından yapılan çalışmada alçak yörüngeye yerleştirilmiş olan OTS alıcısının kapsama alanı incelenmiştir. Yapmış oldukları çalışmada uzay tabanlı alıcılar ile daha uzak mesafeli tanımlama ve izleme yapılabileceği sonucuna varılmıştır. Örneğin, yaklaşık 1000 geminin olduğu bölgede OTS alıcısının tespit etme oranı %99'a kadar çıkmaktadır. Uydulara yerleştirilecek OTS alıcısı sayesinde gemilerin daha uzak mesafeden izlenmesini gösteren bu çalışma deniz trafiğinin izlenmesinde oldukça faydalı bilgiler sunmaktadır. Uydulara yerleştirilen OTS alıcıları sayesinde küresel düzeyde deniz trafiğinin izlenmesi mümkün olmaktadır.

1.3.4. OTS Aygıtının Diğer Kullanım Alanları

OTS sinyallerinin aygıt tarafından alınmasıyla birlikte aygıt ekranında, bütünleşmiş sistem yardımıyla da radar ve ECDIS üzerinde görünmesi köprüüstü zabitinin küçük tekneleri ekran üzerinde daha erken fark etmesini sağlamaktadır. OTS aygıtı aynı zamanda seyir yardımcısı olarak şamandıra, fener gibi yapılarda da kullanılmaktadır.

Seyir yardımcısı (AtoN, Aids to Navigation) olarak şamandıralarda kullanılması geminin emniyetli bir şekilde seyir yapmasına yardımcı olmaktadır. Sahil istasyonları tarafından da kullanılabilen bu sistemle sahil istasyonları istenildiği zaman gemilere hava ve deniz durumuyla ilgili mesajlar göndererek gemilerin emniyetli bir şekilde seyir yapmasını sağlayabilmektedir (Ball, 2013:14). OTS aygıtı seyir yardımcısı olarak 3 şekilde kullanılmaktadır. Birinci olarak, gerçek OTS seyir yardımcısı şeklinde adlandırılan, seyir yardımcısının üzerinde OTS aygıtının fiziksel olarak bulunduğu seyir yardımcıları bulunmaktadır. İkinci olarak sentetik OTS seyir yardımcısı olarak adlandırılan, seyir yardımcısının olduğu ancak OTS aygıtının uzakta olduğu ve OTS sinyallerinin uzaktan gönderildiği seyir yardımcıları bulunmaktadır. Bunlarla birlikte OTS aygıtının seyir yardımcısı olarak kullanılması için şamandıra ya da fener gibi yapıların üzerinde fiziksel olarak bulunma zorunluluğu yoktur. Üçüncü olarak sanal seyir yardımcıları bulunmaktadır. Bu seyir yardımcılarında, seyir yardımcısı fiziksel olarak bulunmamakta ancak o pozisyonda seyir yardımcısının OTS sembolü görünür bir şekilde bulunmaktadır. Sanal seyir yardımcıları sayesinde fiziksel olarak bir yerde seyir yarımcısı ya da OTS aygıtı bulunmasa da OTS sinyalleri yardımıyla ECDIS ekranında görünmesi sağlanmaktadır (IALA-AISM, 2013:6; PIANC, 2014:144). Oldukça hızlı bir şekilde işaretleme yapma imkanı sunan sanal seyir yardımcıları, bir batık, kayalık gibi tehlikelerin hızlı bir şekilde işaretlenmesi

konusunda oldukça faydalı olmaktadır. Ancak bu sanal seyir yardımcılarının geçici süreliğine kullanılması tavsiye edilmektedir (PIANC 2014:145).

OTS aygıtının teknolojisini kullanan SART ekipmanları olası bir acil durumda pozisyon ve emniyetle ilgili mesajları aralıklı olarak göndermektedir. Bu ekipmanlar sadece gönderim yapabilmektedir ve aktif hale getirildikten sonra 96 saat boyunca sinyal gönderimi yapmaktadır (Ball, 2013:13). IMO tarafından yayınlanan RESOLUTION MSC.256(84)'a göre de, SOLAS'a göre gemide bulunması zorunlu olan arama kurtarma yer tespit cihazı 9 GHz bandında çalışabileceği gibi OTS için tanımlanmış frekanslarda da çalışabilmektedir (IMO, 2008b:6).

İKİNCİ BÖLÜM

TEORİK ARKA PLAN

Bu bölümde, geliştirilen yazılımda kullanılacak olan programlama dili, programlar, kullanılan algoritmalar ve yapılacak işlemler hakkında bilgiler verilecektir.

2.1. KULLANILAN MATERYALLER

Bu çalışmada OTS verileri ile gemi hareketleri haritaya aktarılarak gösterilecek ve daha sonra seçilen hatlardaki deniz trafik dağılımları ortaya çıkarılacaktır. Bu işlemler geliştirilecek olan masaüstü uygulaması sayesinde yapılacaktır. Uygulamanın geliştirilmesi için birtakım gereksinimlere ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğin uygulamanın geliştirilmesi için bilgisayar, masaüstü uygulamasını geliştirilmesi için Visual Studio 2017, OTS verilerinin depolanması ve üzerinde işlemlerin hızlı bir şekilde yapılabilmesi için SQL Server gerekmektedir.

2.1.1. Uygulamanın Geliştirilmesi İçin Bilgisayar

Uygulamanın geliştirilmesi, veri tabanı işlemleri için kullanılacak programların birtakım sistem gereksinimleri bulunmaktadır. Uygulamanın geliştirilmesinde kullanılacak olan Visual Studio 2017 programı ve SQL Server Management Studio için Tablo 7'de özellikleri belirtilen bir adet dizüstü bilgisayar kullanılmıştır.

Tablo 7. Çalışmada Kullanılan Bilgisayar Özellikleri

İşletim sistemi	Windows 10
İşlemci	Intel(R) Core (TM) i5-4210U CPU @ 1.70GHz 2.40GHz
Bellek (RAM)	8 GB
Sistem türü	64 bit İşletim Sistemi

Uygulamada kullanılacak olan OTS verilerinin saklanması ve üzerinde işlemler yapılabilmesi için veri tabanına ihtiyaç duyulmaktadır.

2.1.2. Verilerin Saklanması İçin Veri tabanı

Türk Dil Kurumu veriyi; "*Bir araştırmanın, bir tartışmanın, bir muhakemenin temeli olan ana öge, muta, done*" (URL20) şeklinde tanımlamaktadır. Temel olan bu veriler kullanılarak konular hakkında bilgi sahibi olup karar vermemiz mümkün olmaktadır. Ancak günümüzde veriler her geçen gün katlanarak artmaktadır. Frawley ve diğerleri (1992) tarafından yapılan çalışmada her 20 ayda bir dünyadaki bilginin 2'ye katlandığı belirtilmiştir. Günümüzde ise veri artışı 1992 yılına göre çok daha hızlı hale gelmiştir. Her gün 2.5 kentilyon bayt veri oluşturulmaktadır. Şu an dünyadaki verilerin %90'ı da geçtiğimiz iki yılda oluşturulmuştur (URL6). Her geçen gün artan bu verilerin işlenmesi için çeşitli teknolojiler gelişerek veri tabanları, sorgulama dilleri geliştirilmiştir.

Geliştirilecek olan uygulamada birçok veri üzerinden sorgu yapılması, anlık olarak tablolar oluşturulması ve bu tablolara erişilmesi için SQL Server 2016 kullanılmıştır. Bu sayede uygulamanın analiz kısmında gerekli bilgiler veri tabanında hazır halde tutulacak ve istenildiği zaman erişim sağlanacaktır. Bu tablolar üzerinden sorgulamaların yapılabilmesi için yapılandırılmış sorgulama diline (SQL) ve aynı zamanda tablolara daha rahat erişebilmek ve üzerinde kısıtlamalar yapabilmek için saklı yordam (Stored Procedure) ve görünümlere (Views) ihtiyaç duyulmaktadır.

2.1.2.1. Yapılandırılmış Sorgu Dili (SQL)

Verileri depolamak tek başına bir anlam ifade etmemektedir. Depolanan verilere erişerek o verilerden bilgiler üretmek gerekmektedir. SQL Server ise veri tabanında basit ya da karmaşık sorgular yaparak verilere erişmemizi sağlamaktadır (LeBlanc, 2013:4). SQL bir veri tabanı sorgulama dilidir ve bu sorgulama dili ile veri tabanı yönetim sistemi üzerinde yeni tablolar oluşturulabilir, kayıtlar üzerinde ekleme, çıkarma, güncelleme şeklinde çeşitli işlemler yapılabilir ve bu veriler üzerinde çeşitli sorgular yapılabilir (URL7). Uygulamada, verilere anlık olarak erişilmesi, tablolar üzerinde değişiklikler yapılması, anlık olarak istenilen tabloya ulaşılması için SQL sorguları kullanılmıştır.

2.1.2.2. Saklı Yordam (Stored Procedure)

Saklı yordamlar, özel bir yordamı gerçekleştirmek üzere gruplandırılmış SQL komutlarıdır. Derlenmiş kod olmaları nedeniyle daha iyi performans sunmaktadır. Aynı zamanda verilerin güvenliği açısında da saklı yordam kullanılması oldukça

faydalıdır. Saklı yordamlar kullanılarak kullanıcıya “SELECT, INSERT, DELETE” gibi sorgu yetkileri verilmemekte, “EXECUTE” sorgu yetkisi verilerek saklı yordamda oluşturulmuş kodun çalıştırılması sağlanmaktadır (LeBlanc, 2013:211). Uygulamada verilere daha hızlı ulaşmak ve uygulamanın daha hızlı çalışmasını sağlamak için saklı yordamlar kullanılmıştır.

2.1.2.3. Görünümler (Views)

Görünümler, bir veya birden fazla tablodan istenen verilerin bir arada tutulmasını sağlayan tablolardır. Sorgu sonuçlarının düzgün bir biçimde saklanması ve her seferinde tek bir sorgu çalıştırılarak istenen verilerin getirilmesi için kullanılan görünümler, “SELECT” sorgusu ile çalıştıkları için sorgu sırasında başka şartlar da konularak oluşturulan tablolarda değişiklikler yapılabilmektedir. Uygulamada çeşitli sınırlamalar koyularak sorgu yapılabilmesi ve her zaman kullanılacak verilerin bir arada tutulması için görünümler oluşturulmuştur. Bu sayede sık kullanılacak olan birleşmiş tablolara tek bir sorgu yardımıyla erişim sağlanmıştır.

2.1.3. Visual Studio Community 2017

Tümleşik Geliştirme Ortamları kişinin rahat bir şekilde program geliştirmesi konusunda destek sağlamaktadır (URL8). Visual Studio, Microsoft tarafından geliştirilen Tümleşik Geliştirme Ortamıdır. Varsayılan olarak C#, C ve C++, JavaScript gibi birtakım programlama dilleri için destek sağlamaktadır. Aynı zamanda kullanıcıya kodlama, test etme, hata ayıklama gibi konularda da yardımcı olmaktadır (URL17).

Visual Studio Community 2017, öğrenciler, açık kaynak geliştiricileri ve bireysel geliştiriciler için ücretsiz ve tam özellikli olan bir Tümleşik Geliştirme Ortamıdır ve Visual Studio’nun son sürümüdür. Masaüstü uygulamasının geliştirilmesi için Visual Studio Community 2017 kullanılmıştır.

2.1.4. C# Programlama Dili

C#, Microsoft tarafından geliştirilen bir programlama dilidir. “C#, *C/C++ ve Java dillerinden türeyen, güçlü, basit, esnek, tip güvenli, modern ve Microsoft.NET platformu için sıfırdan geliştirilmiş tek programlama dilidir.*”(Algan, 2016:7)

C# programlama dilinin birçok artı özelliği bulunmaktadır. Öncelikle öğrenmesi kolay, modern bir dildir. Hızlı bir şekilde yazılım geliştirilmesini sağlayarak verimliliği arttırmaktadır. Diğer programlama dillerinde yapılan birtakım hataları gidermek için

önlemler alınmıştır. Bu önlemler sayesinde C# programlama dili yüksek verim sağlamaktadır (Algan, 2016:8,9). Uygulama, C# programlama dili kullanılarak geliştirilmiştir.

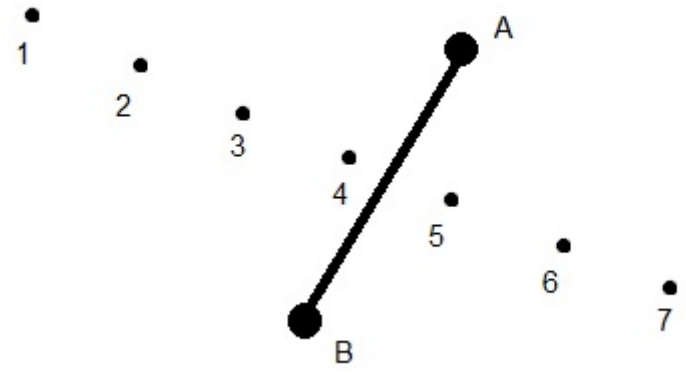
2.2. KULLANILAN ALGORİTMALAR

Bu çalışmada gerçekleştirilecek olan uygulamada, belirlenen hatlardaki deniz trafik analizi gerçekleştirilecektir. Seçilen hat ile o hattı kesen gemi hareketlerinin ortaya çıkarılması için iki doğrunun kesişim algoritmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu algoritma sayesinde hangi gemilerin seçilen hat üzerinden geçtiği, hattın neresinden geçtiği ortaya çıkarılacaktır. Seçilen hattın uzunluğu, hattı kesen geminin, hat üzerindeki noktalara uzaklığı gibi bilgileri bulabilmek için de mesafe hesabına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu iki işlem kullanılarak deniz trafik dağılımları ortaya çıkarılacaktır.

2.2.1. İki Doğrunun Kesişimi

OTS verileri 2 saniyeye varabilen kısa aralıklarla gönderilmektedir ve gemilerden gelen pozisyon verileri Şekil 9'daki gibidir. 1'den 7'ye kadar numaralandırılan noktalar, herhangi bir gemiden gelen OTS verisinin harita üzerindeki izini temsil etmektedir. Bu güzergah üzerinde herhangi bir bölgedeki trafik dağılımının incelenmesi için bu noktaların seçilen doğruyu hangi noktada kestiğinin hesaplanması gerekmektedir.

Şekil 9. OTS Verileri ve Seçilen Doğrunun Temsili Gösterimi



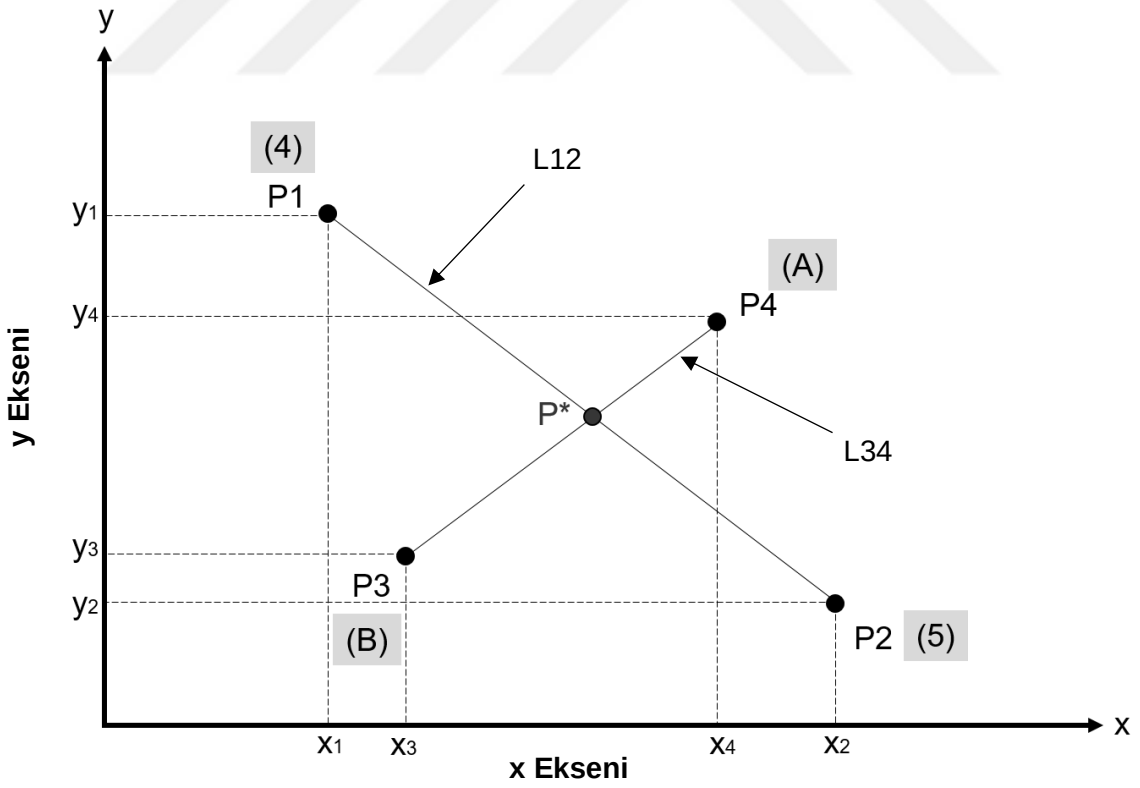
Şekil 9'daki gibi seçilen A ve B noktalarının oluşturduğu doğru ile 1'den 7'ye kadar numaralandırılmış güzergahın hangi noktada kesiştiğini bulmak için kesişim algoritmasının kullanılması gerekmektedir. 2-D uzayda iki doğrunun kesişimi için

çeşitli algoritmalar öne sürülmüştür. Bu algoritmalar, diğer algoritmalar içerisinde iç döngüler şeklinde binlerce kez çağrıldığı için kesişim algoritmasının hızlı çalışması önemlidir. Graphics Gem III'te bulunan kesişim algoritmasının (Antonio, 1992) Graphics Gem II'de bulunan kesişim algoritmasından (Prasad, 1991) daha hızlı olduğu ve Prasad (1991) tarafından oluşturulan algoritmanın kullandığı işlemlerin yaklaşık yarısı kadar işlem kullandığı belirtilmiştir (Antonio, 1992:199; Prasad, 1991:7). Antonio (1992) tarafından oluşturulan kesişim algoritması;

2 boyutlu uzayda;

P1= (x_1,y_1) şeklinde iki noktayı belirtmektedir. Aşağıdaki Şekil 10'da görüldüğü üzere P1 ve P2 noktalarını birleştiren doğru ile P3 ve P4 noktalarını birleştiren doğrunun kesiştiği nokta P* şeklinde isimlendirilmiştir. P1 ve P2 noktalarını birleştiren doğru L12 (Line 1-2), P3 ve P4 noktalarını birleştiren doğru L34 (Line 3-4) şeklinde isimlendirilmiştir. Bu örnekte, Şekil 10'da belirtilen değerlere göre işlem yapacak olursak, P1 ve P2 noktaları 4 ve 5 numaralı OTS verilerini, P3 ve P4 noktaları ise seçilen A ve B noktalarını temsil etmektedir.

Şekil 10. 2 Boyutlu Uzayda Doğruların Kesişimi



Kaynak: (Antonio, 1992:200)

Koordinatları verilen 2 doğrunun kesişip kesişmediği, kesiştiyse hangi noktada kesiştiğini anlamak için 1, 2, 3, 4a ve 4b numaralı denklemlerdeki işlemleri yapmak gerekmektedir.

A = P2 – P1

B = P3 – P4 (1)

C = P1 – P3

$$\alpha = \frac{B_y C_x - B_x C_y}{A_y B_x - A_x B_y} \quad (2)$$

$$\beta = \frac{A_x C_y - A_y C_x}{A_y B_x - A_x B_y} \quad (3)$$

2 ve 3 numaralı formüllerde belirtilen α ve β değerleri [0,1] aralığında ise, L12 ve L34 doğruları kesişmektedir. Kesişim noktası olan P* noktasının koordinatlarını bulmak için de 4a ya da 4b numaralı formülleri hesaplamak gerekmektedir.

P* = P1 + α(P2 – P1) (4a)

P* = P3 + β(P4 – P3) (4b)

Eğer kesişim noktasının koordinatları gerekmiyorsa yukarıdaki işlemleri daha hızlı yapmak mümkün olmaktadır. Doğruların kesişip kesişmediğini anlamak için α ve β değerlerinin [0,1] aralığında olup olmadığı, bölme işlemi yapmadan kontrol edilebilmektedir. Bu işlem için payın ve paydanın birbirinden büyük olup olmadığı ya da 0'dan büyük, küçük olup olmadığını kontrol etmek yeterlidir.

Kesişim algoritmasının kullanımı ile ilgili 2 örnek yapılacaktır. 1. örnekte kesişen iki doğrunun, işlem yapılarak kesişim noktaları hesaplanacak, 2. örnekte ise kesişmeyen iki doğrunun, işlem yapılarak kesişmediği hesaplanacaktır.

Örnek 1: İki doğrunun kesişip kesişmediğini ve kesişiyorsa kesişim noktasının hesabı için şu noktalar verilmiş olsun;

P1=(22, 40)

P2=(55, 10)

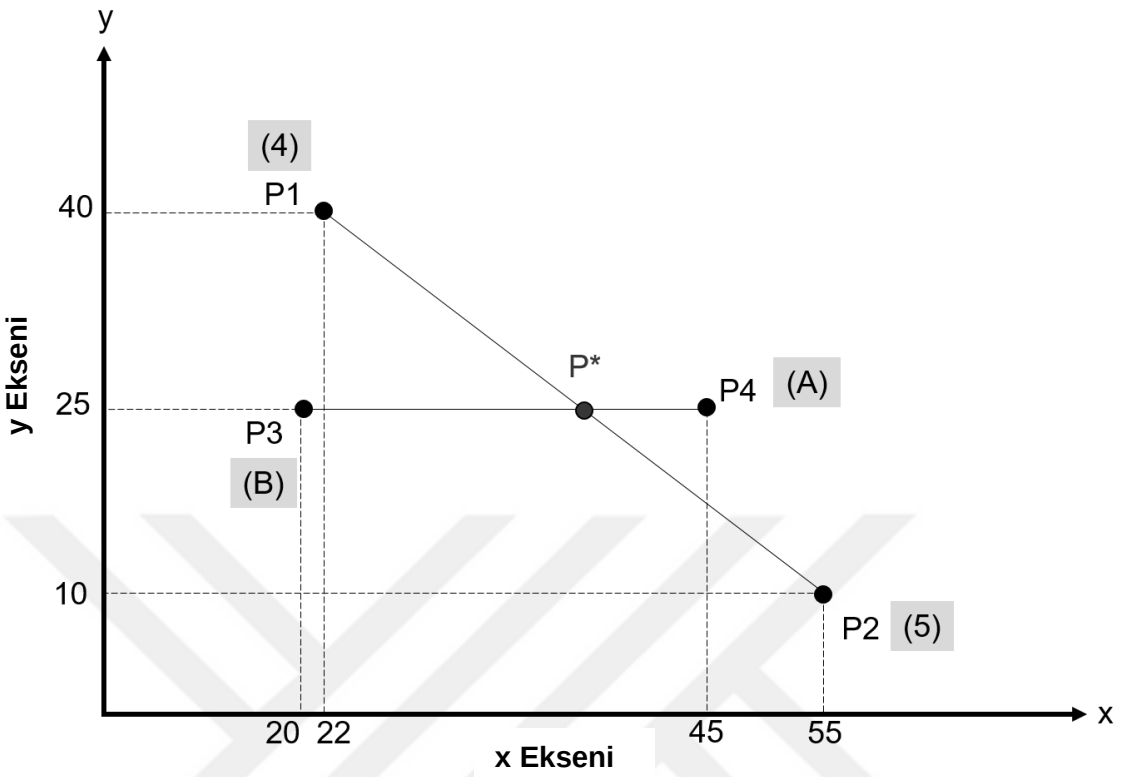
P3=(20, 25)

P4=(45, 25)

Bu örnekte, P1 ve P2 noktaları OTS verilerini, P3 ve P4 noktaları ise seçilen A ve B noktalarını temsil etmektedir. Tam tersi de kabul edilebilir.

Bu noktalar Şekil 11'deki koordinat düzlemine yerleştirildiğinde doğruların (38.5, 25) noktasında kesiştiğini görülmektedir.

Şekil 11. Doğruların Koordinat Düzleminde Gösterimi



Koordinat düzlemine yerleştirilmeden, kesişim algoritması kullanılarak hesaplanması için:

A = P2 – P1

B = P3 – P4

C = P1 – P3

Öncelikle A, B ve C işlemleri için x ve y değerlerinin bulunması gerekmektedir.

A_x= 55-22 =>A_x= 33

$A_{y=}$ 10-40 => A_y= -30

B_x= 20-45 =>B_x= -25

$B_{y=}$ 25-25 => B_y= 0

C_x= 22-20 =>C_x= 2

$C_{y=}$ 40-25 => C_y= 15

Daha sonra α ve β değerlerinin bulunması gerekmektedir.

$$\alpha = \frac{B_y C_x \ - B_x C_y}{A_y B_x \ - A_x B_y}$$

$$\alpha = \frac{(0 * 2) - (-25 * 15)}{(-30 * -25) - (33 * 0)}$$

$\alpha = \frac{375}{750}$

α = 0,5

Hesaplanan α değeri [0, 1] aralığında olduğu için işleme devam edilmektedir.

$$\beta = \frac{A_x C_y - A_y C_x}{A_y B_x - A_x B_y}$$

$$\beta = \frac{(33 * 15) - (-30 * 2)}{(-30 * -25) - (33 * 0)}$$

$\beta = \frac{555}{750}$

β = 0,74

Hesaplanan α ve β değerleri [0, 1] aralığında olduğu için doğruların kesiştiği anlaşılmaktadır. Kesişim noktasını bulmak için;

P* = P1 + α(P2 – P1) ya da

P* = P3 + β(P4 – P3) formülleri ile hesaplamak gerekmektedir.

P* = P1 + α(P2 – P1) ile yapılırsa;

P_x* = 22 + 0,5(55-22)

P_x* = 38,5

P_y* = 40 + 0,5(10-40)

P_y* = 25

P* kesişim noktasının koordinatları (38.5, 25) şeklindedir.

P* = P3 + β(P4 – P3) ile yapılırsa;

P_x* = 20 + 0,74(45-20)

P_x* = 38,5

P_y* = 25 + 0,74(25-25)

P_y* = 25

P* kesişim noktasının koordinatları (38.5, 25) şeklindedir.

Örnek 2: İki doğrunun kesişip kesişmediğini ve kesişiyorsa kesişim noktasının hesabı için şu noktalar verilmiş olsun;

P1=(55, 40)

P2=(55, 10)

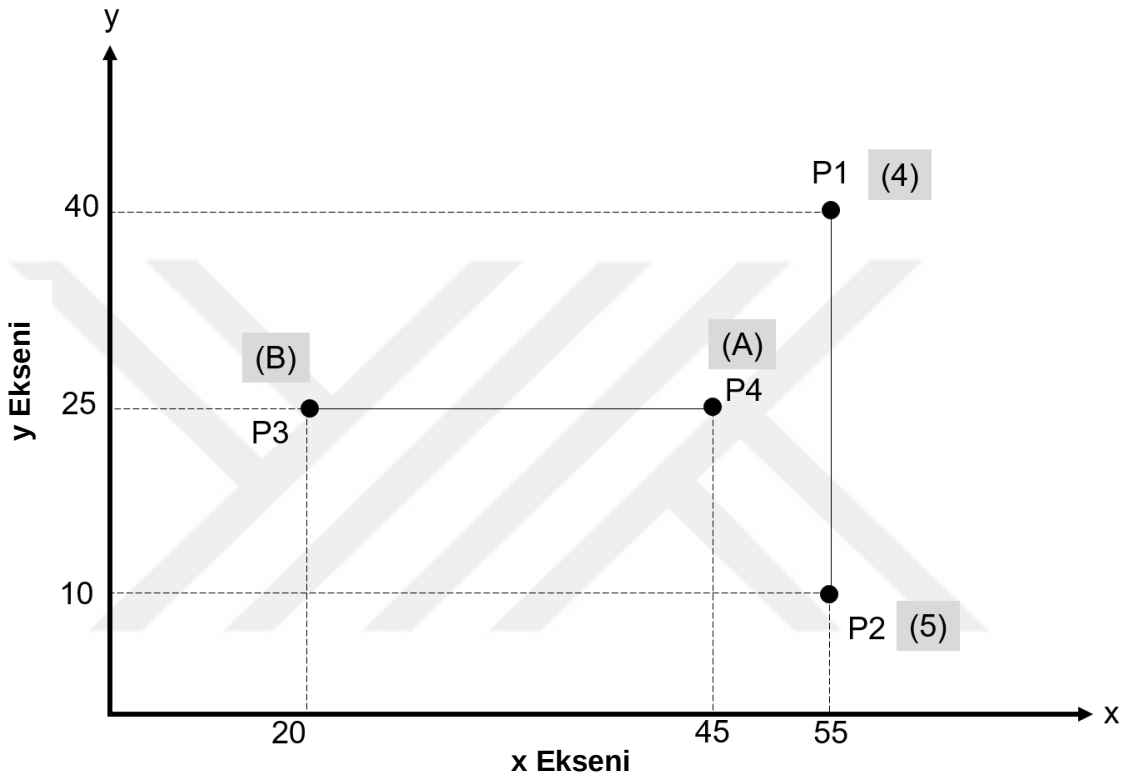
P3=(20, 25)

P4=(45, 25)

Bu örnekte, P1 ve P2 noktaları OTS verilerini, P3 ve P4 noktaları ise seçilen A ve B noktalarını temsil etmektedir. Tam tersi de kabul edilebilir.

Bu noktaları Şekil 12'deki koordinat düzlemine yerleştirdiğimizde doğruların kesişmediği görülmektedir.

Şekil 12. Doğruların Koordinat Düzleminde Gösterimi



Koordinat düzlemine yerleştirilmeden, kesişim algoritması kullanılarak hesaplanması için:

A = P2 – P1

B = P3 – P4

C = P1 – P3

Öncelikle A, B ve C işlemleri için x ve y değerlerinin bulunması gerekmektedir.

A_x= 55-55 =>A_x= 0

$A_{y=}$ 10-40 => A_y= -30

B_x= 20-45 =>B_x= -25

$B_{y=}$ 25-25 => B_y= 0

C_x= 55-20 =>C_x= 35

$C_{y=}$ 40-25 => C_y= 15

Daha sonra α ve β değerlerinin bulunması gerekmektedir.

$$\alpha = \frac{B_y C_x \ - B_x C_y}{A_y B_x \ - A_x B_y}$$

$$\alpha = \frac{(0 * 35) - (-25 * 15)}{(-30 * -25) - (0 * 0)}$$

$$\alpha = \frac{375}{750}$$

α = 0,5

Hesaplanan α değeri [0, 1] aralığında olduğu için işleme devam edilmektedir.

$$\beta = \frac{A_x C_y \ - A_y C_x}{A_y B_x \ - A_x B_y}$$

$$\beta = \frac{(0 * 15) - (-30 * 35)}{(-30 * -25) - (0 * 0)}$$

$$\beta = \frac{1050}{750}$$

β = 1,4

Hesaplanan β değeri [0, 1] aralığında olmadığı için doğruların kesişmediğini anlaşılmaktadır.

2.2.2. Mesafe Hesabı

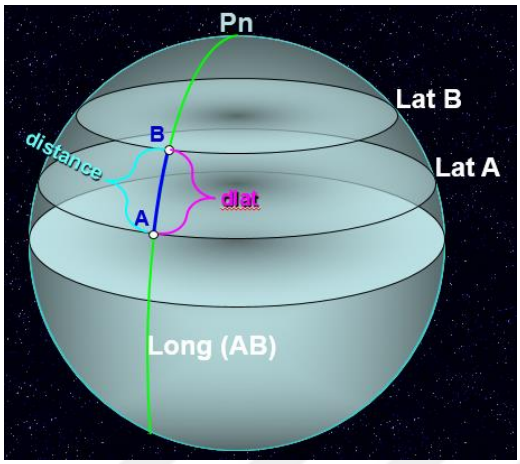
Kesişim algoritması kullanılarak OTS verileri ile seçilen iki noktanın hangi noktada kesiştiğini hesaplamak mümkün olmaktadır. Kesişim noktasının istenilen herhangi bir noktaya olan mesafesini hesaplamak için ise mesafe hesabının kullanılması gerekmektedir. Bu sayede hem seçilen iki nokta arasındaki mesafe ölçülebilmekte, hem de kesişim noktasının doğru üzerindeki noktalara olan mesafesi hesaplanabilmektedir.

Enlem ve boylamı bilinen 2 nokta arasındaki mesafeyi bulabilmek için "Departure" ve "Distance" hesabı yapmak gerekmektedir. Bu işlemler için gereken değerler (Bowditch, 2002:4);

- Dlat, iki enlem arasındaki farktır.
- Mlat, orta enlemdir. Aynı yarım kürede bulunan iki enlem değerinin toplanıp ikiye bölünmesiyle elde edilir.
- Dlong, iki boylam arasındaki farktır.
- Departure, iki boylam arasındaki mesafe için kullanılan ve genellikle NM (Nautical Miles) biriminde kullanılan bir değerdir.
- Distance, iki noktayı birbirine bağlayan ve her meridyenle aynı açıyı yapan hattın mesafedir.

Boylamları aynı olan iki nokta arasındaki mesafe Şekil 13'teki gibidir.

Şekil 13. Boylamları Aynı İki Nokta Arasındaki Mesafe Hesabı



Kaynak: (URL9)

Boylamları aynı olan iki nokta arasındaki mesafenin hesaplanabilmesi için 5, 6, 7 ve 8 numaralı formüllerdeki işlemlerin yapılması gerekmektedir. 5 numaralı formülde enlemler arasındaki fark, 6 numaralı formülde boylamlar arasındaki fark, 7 numaralı formülde Departure değeri hesaplanmış ve bu işlemler sonucunda 8 numaralı formüldeki gibi enlemler arasındaki fark mesafeye eşittir.

Dlat = Lat A – Lat B (5)

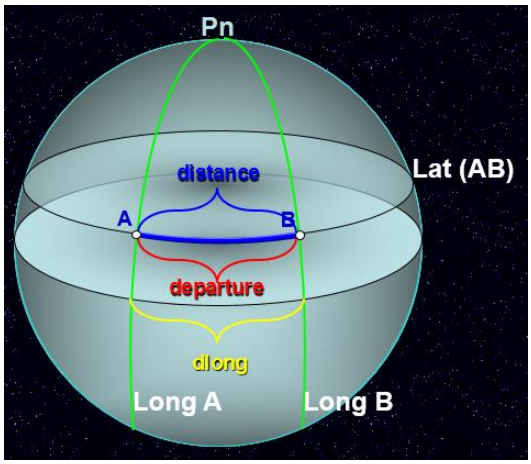
Dlong = 0 (6)

Departure = 0 (7)

Distance = **Dlat** (8)

Enlemleri aynı olan iki nokta arasındaki mesafe Şekil 14'teki gibidir.

Şekil 14. Enlemleri Aynı İki Nokta Arasındaki Mesafe Hesabı



Kaynak: (URL9)

Enlemleri aynı olan iki nokta arasındaki mesafenin hesaplanabilmesi için 9,10, 11 ve 12 numaralı formüllerdeki işlemlerin yapılması gerekmektedir. 9 numaralı formülde enlemler arasındaki fark, 10 numaralı formülde boylamlar arasındaki fark ve 11 numaralı formülde Departure değeri hesaplanmıştır. Bu işlemler sonucunda 12 numaralı formüldeki gibi mesafe değeri Departure değerine eşittir.

Dlat = 0 (9)

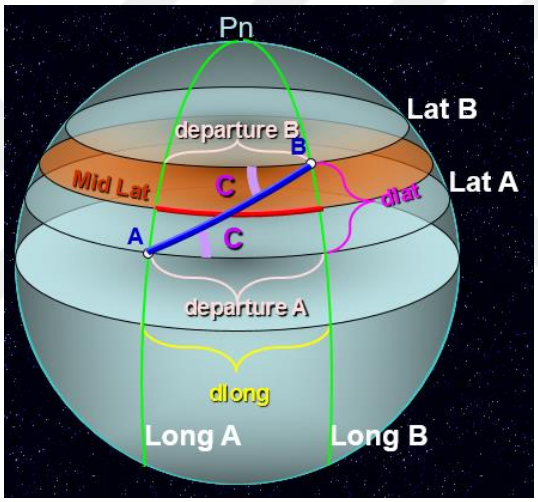
Dlong = Long A – Long B (10)

Departure = Dlong * Cos(Lat) (11)

Distance = Depature (12)

Enlemleri ve boylamları bilinen iki nokta arasındaki mesafe Şekil 15'teki gibidir.

Şekil 15. Enlem ve Boylamı Bilinen İki Nokta Arasındaki Mesafe Hesabı



Kaynak: (URL9)

Enlemleri ve boylamları bilinen iki nokta arasındaki mesafenin hesaplanabilmesi için 13,14, 15 ve 16 numaralı formüllerdeki işlemlerin yapılması gerekmektedir. 13 numaralı formülde enlemler arasındaki fark, 14 numaralı formüldeki boylamlar arasındaki fark ve 15 numaralı formülde Departure değeri hesaplanmıştır. Bu işlemler sonucunda 16 numaralı formüldeki gibi mesafe değeri hesaplanmıştır.

Dlat = Lat A – Lat B = Departure * Tan(C°) = Distance * Sin(C°) (13)

Dlong = Long A – Long B = Departure / Cos(Mlat) (14)

Departure = Dlong * Cos(Mlat) = Dlat / Tan(C°) = Distance * Cos(C°) (15)

Distance = Dlat / Sin(C°)= Departure / Cos(C°) (16)

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

KUZEY EGE DENİZ TRAFİĞİNİN OTS VERİLERİ İLE ANALİZİ

Bu çalışma, OTS verileri kullanılarak Kuzey Ege Denizi'nde yapılmaktadır. Bu bölgenin genel özelliklerine bakılacak olunursa, bölgede deniz trafiğinin artmasında etkili birçok liman/terminal bulunmaktadır. Örneğin Çandarlı Körfezi'nde bulunan limanlar/terminaller kuru yük, tanker, konteyner, LNG gibi farklı gemi tiplerine hizmet verebilmektedir.

Bu bölümde öncelikle Kuzey Ege Denizi ve limanları ile ilgili genel bilgiler verilecek ve daha sonra OTS verileri ile deniz trafiğinin haritalandırılması ve sonrasında deniz trafik dağılımlarının ortaya çıkarılması sağlanacaktır.

3.1. KUZEY EGE DENİZİ GENEL ÖZELLİKLERİ

Kuzey Ege Denizi bölgede bulunan limanlardan dolayı oldukça yoğun bir deniz trafiğine sahiptir. Aynı zamanda bölgede faaliyet gösteren balıkçılar ile Çeşme Boğazı – Midilli Adası arasını kullanan gemiler de bölgedeki deniz trafiğini arttırmaktadır. İzmir Körfezi'nde bulunan Alsancak Limanı bölgedeki özellikle konteyner gemi trafiğinde artışa neden olurken Çandarlı Körfezi'nde bulunan APM Terminal, PETKİM, Etki LNG Terminali, Ege Gaz gibi terminaller de bu bölgede yoğun konteyner ve tanker trafiği oluşmasına neden olmaktadır.

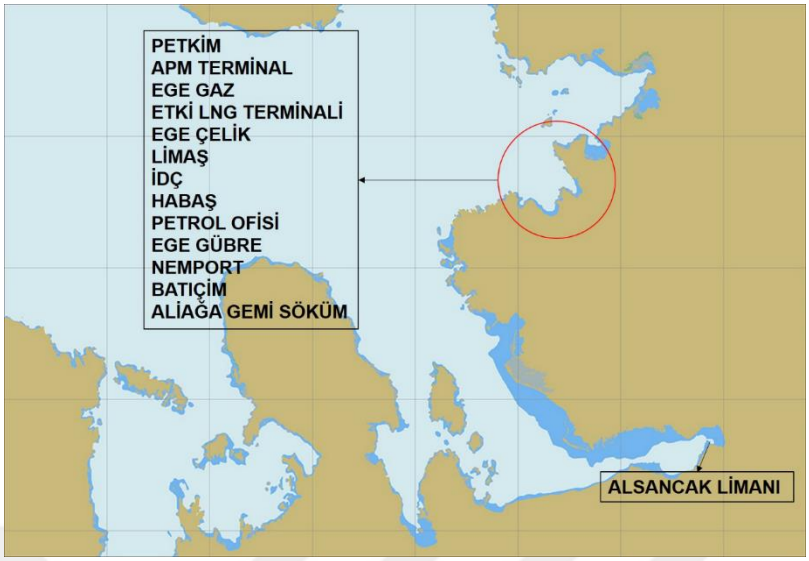
Deniz Ticareti Genel Müdürlüğü tarafından sağlanan liman başkanlıkları bazında limanlara uğrayan gemi sayısı verilerine göre, 2016 yılında Türkiye'de bulunan limanlara toplam 71.220 gemi uğramıştır. Bu gemilerden 4.959 tanesi Aliağa Liman Başkanlığına, 2.182 tanesi de İzmir Liman Başkanlığına bağlı liman/limanlara uğramıştır (URL18). Kuzey Ege'de bulunan ve gemilerin uğrak yaptığı yoğun limanlardan bazıları bir sonraki bölümde belirtilmiştir.

Bu tez çalışması, 38,3° N – 39,0° N enlemleri ile 026,0° E – 027,3° E boylamları arasında kalan bölgede gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın gerçekleştirildiği Kuzey Ege Denizi'nde bulunan limanlar ise şu şekildedir:

Kuzey Ege Denizi'nde İzmir Körfezi'nde TCDD (Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları)'na ait Alsancak Limanı bulunurken Çandarlı Körfezi'nde de birçok gemi tipinde elleçleme yapılabilen özel limanlar bulunmaktadır. Kuzey Ege Denizi'nde bulunan limanlar Şekil 16'daki gibidir.

Şekil 16: Kuzey Ege Denizi Limanları



Bu limanlardan bazıları;

PETKİM - APM Terminali: Sıvı ve kuru yük elleçlemesi yapılan Petkim limanı ile APM Terminal arasında yapılan anlaşma sonucunda bu bölgeye konteyner terminali yapılması kararlaştırılmıştır. Başlangıç olarak 1.500.000 TEU kapasiteye sahip olacak limanın nihai kapasitesi 4.000.000 TEU olacaktır (URL19).

İlk fazı tamamlanan APM terminalinin ikinci fazının tamamlanmasıyla birlikte 1.300.000 TEU kapasiteye ulaşacak ve Ege Bölgesi'ndeki en büyük konteyner limanı olacaktır. 16.000 TEU gemilere hizmet verebilecek olan bu limana, tüm fonksiyonların çalıştığının test edilmesi amacıyla 6.620 TEU kapasiteli 300 metre uzunluğunda gemi yanaştırılmıştır. Geminin, bölgeye gelen bu büyüklükte ilk gemi özelliği bulunmaktadır (URL10). Şekil 17'de PETKİM – APM Terminali görülmektedir.

Şekil 17: PETKİM – APM Terminal



Kaynak: (URL11)

Ege Gaz Terminali: Bölgede bulunan bir diğer önemli terminal de Ege Gaz terminalidir. LNG gemilerine hizmet veren bu terminal 17 metre su derinliğine sahiptir ve Q-max LNG tankerleri için uygundur. Yıllık 6 milyar m^3 kapasiteye sahip olan bu terminalin birden fazla kaynaktan beslenebilme, açık denizden kolayca ulaşılabilme, emniyetli bir şekilde manevra yapabilme gibi birtakım özellikleri bulunmaktadır (URL12).

Etki LNG Terminali: Ege bölgesinde bulunan bir diğer LNG limanı da Etki LNG Terminalidir. Bu terminalde yüzer LNG terminali (FSRU - Floating Storage Regasification Unit) bulunmaktadır. Bu yüzer LNG terminali ile boğazlarda yaşanan tanker trafiği arttırılmadan doğalgazın ülkeye girişi mümkün olmaktadır. Terminalde bağlı ve sabit duran yüzer terminale yanaşan LNG gemileri, bu terminale yük transferi gerçekleştirmektedir. Bu yüzer LNG terminali yükü gazlaştırarak ulusal doğalgaz iletim sistemine gönderebilmektedir (URL13).

Ege Gaz ve Etki LNG limanlarının bulunduğu bölge deniz trafik emniyeti açısından oldukça önemlidir. Emniyet konusunda üst düzey önlemlerin alındığı bu terminallerin tasarımında, yaklaşım kanallarında uluslararası gereklilikler yerine getirilmekte ve bölge deniz trafiği uluslararası kurallar dahilinde düzenlenmektedir.

Diğer Limanlar: Çandarlı Körfezi'nde bulunan diğer limanlardan bazılarının özellikleri ise genel olarak şu şekildedir;

NEMPORT limanının 450.000 TEU/yıl konteyner, 500.000 ton/yıl genel yük elleçleme kapasitesi bulunmaktadır (IMEAK-DTO 2016:200).

İzmir Demir Çelik limanı ise genel kargo ve dökme kuru yük gemilerine hizmet vermektedir. Yıllık yük elleçleme kapasitesinin 7.000.000 ton olduğu bu limana maksimum 13 metre draftlı 80.000 DWT'luk gemiler yanaşabilmektedir (URL14).

Ege Çelik limanı ise yıllık 7.500.000 ton yük elleçleme kapasitesine sahiptir. Ege Çelik limanının gemi kabul kapasitesi ise yıllık 1.500 gemidir (URL15).

3.2. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Bu bölümde öncelikle çalışmanın amacı, kapsamı belirtildikten sonra uygulamanın geliştirilme aşamasıyla ilgili bilgiler verilecektir.

3.2.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı Kuzey Ege Denizi Deniz Trafiğinin OTS verileri ile incelenmesi ve analiz edilmesidir. Çalışmada öncelikle gemi hareketleri harita

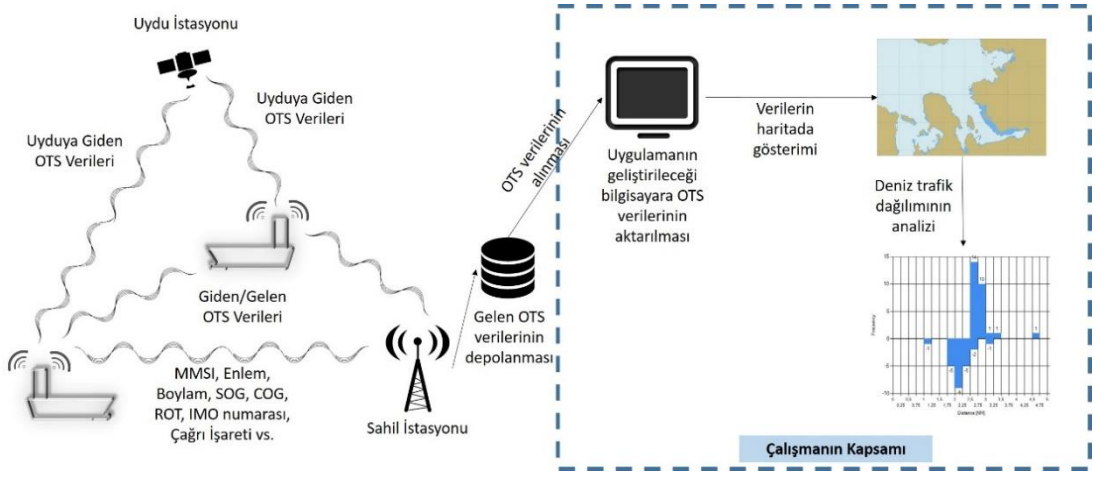
üzerinde gösterilecek daha sonra kesişim algoritması ve mesafe hesabı kullanılarak seçilen hattaki deniz trafik dağılımları ortaya çıkarılacaktır.

3.2.2. Araştırmanın Kapsamı

Araştırmanın gerçekleştirilmesi için OTS verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu veriler T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Deniz ve İçsular Düzenleme Genel Müdürlüğünün izni ile Seyir Yardımcıları İzleme Sistemi (SOTAS)'nden elde edilmiştir. OTS verilerinin kullanım izinleri Ek-1 ve Ek-2'de verilmiştir. OTS verileri, 38° 58' N ve 38° 18' N enlemleri ile 026° 21' E ve 027° 12' E boylamları arasında kalan alanı kapsamaktadır. Alınan 7 günlük OTS verileri 2014 yılı Eylül ayına aittir. Toplam 2.382.469 satır, 2.382.469*18=42.884.442 adet veri bulunmaktadır.

Kuzey Ege Denizi Deniz Trafiğinin analizi için C# programlama dili ile Visual Studio Community 2017 ve SQL Server 2016 kullanılarak masaüstü uygulaması geliştirilmiştir. Kuzey Ege Denizi'ne ait 7 günlük OTS verileri MSSQL Server 2016 veri tabanına eklenmiş ve daha sonra veri tabanından ilgili verileri çekilerek haritalandırma ve analizler gerçekleştirmiştir. Uygulama 2 aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada OTS verileri kullanılarak Kuzey Ege Denizi'ndeki deniz trafiği haritalandırılmıştır. Çalışmanın kapsama alanı Şekil 18'deki gibidir. OTS verileri Şekil 18'deki gibi gemilerden gönderilerek diğer gemiler, sahil istasyonları ve uydular tarafından alınmaktadır. Sahil istasyonları tarafından alınan veriler veri tabanlarında saklanmakta ve gerektiği zaman kullanılabilmektedir. Çalışmanın kapsamı, Seyir Yardımcıları İzleme Sistemi'nden OTS verilerinin alınmasıyla başlamaktadır. Daha sonra masaüstü uygulaması geliştirilmiştir.

Şekil 18. Çalışmanın Kapsamı

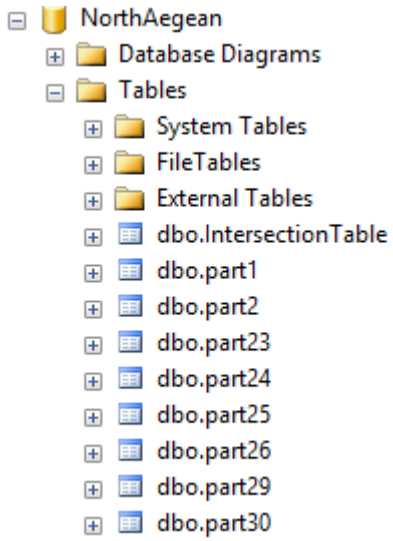


Haritalandırılma işlemi gemi tipine göre gerçekleştirilmektedir. Uygulamanın ikinci aşamasında ise seçilen bir hattaki deniz trafik yoğunluğu analiz edilmiştir. Öncelikle gemilerin, seçilen iki noktanın birleşimi ile oluşan doğrunun neresinden geçtiği hesaplanmıştır. Daha sonra bu veriler kullanılarak seçilen noktalara uzaklığı ile sürati arasındaki ilişki, seçilen noktalara uzaklığı ile geminin draftı arasındaki ilişki, seçilen noktalara uzaklığı ile geçen gemi sayısının dağılımı arasındaki ilişki analiz edilmiştir.

3.2.3. Masaüstü Uygulamasının Geliştirilmesi

Uygulama geliştirilmeden önce, 2016-2017 Güz Öğretim Yılında, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Ulaştırma Yüksek Lisans programında bulunan Trafik-I dersi misafir öğrenci olarak alınmıştır. Masaüstü uygulamasının geliştirilmesi için ise kullanılacak programlama dili olan C# ve veri tabanı sorgulama dili olan SQL kursları alınmıştır. Eğitim planlaması yapılırken Dokuz Eylül Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği'nde bulunan öğretim üyelerinden de destek alınmıştır. Gerekli donanım sağlandıktan sonra uygulama geliştirilmeye başlanmıştır. Masaüstü uygulamasının geliştirilmesi için C# programlama dili ile Visual Studio Community 2017 kullanılmıştır. OTS verileri ile hızlı ve güvenli bir şekilde işlem yapmak için veriler MSSQL Server 2016 veri tabanına Şekil 19'daki gibi tablolar halinde eklenmiştir. Kullanılan verinin fazla olması nedeniyle günlere ait veriler ayrı tablolarda tutulmuş, daha sonra bu tablolar SQL sorguları ile birbiriyle ilişkilendirilmiştir.

Şekil 19. Veri Tabanı Tablolar



OTS verileri, veri tipine göre Şekil 20'deki gibi veri tabanına eklenmiştir. Veriler Şekil 20'deki gibi eklenirken OTS verisine göre veri tabanında veri tipi seçilmiştir. Örneğin enlem, boylam değerleri ondalıklı olduğu için "float" tipinde seçilirken, gemilerden gelen MMSI, IMO numarası, Seyir Durumu gibi bilgiler tamsayı olduğu için "int" seçilmiştir. Raporlama zamanı tarih ve saat olarak kullanılmayacağı için "nvarchar(50)" olarak veri tabanında tutulmuştur.

Şekil 20. OTS Verilerinin Veri Tabanına İşleniş Türü

Column Name	Data Type
MMSI	int
Lon	float
Lat	float
ReportDate	nvarchar(50)
SOG	float
COG	float
HDG	float
ROT	float
IMO	int
CallSign	nvarchar(50)
ShipandCargo	int
Draught	float
Type	int
NavigationalStatus	int
DimA	float
DimB	float
DimC	float
DimD	float

Veri tabanındaki tablolarda tutulan OTS verileri Şekil 21'deki gibidir. Her satırda gemiye ait 18 sütun bilgi bulunmaktadır. Bazı veriler eksik alındığı için veri tabanında "null" olarak bulunmaktadır. Benzer şekilde bazı veriler yanlış ya da eksik belirtildiği için veri tabanında 0 olarak görülmektedir. Özellikle Draft, Seyir Durumu, DimA, DimB, DimC, DimD gibi bilgilerde eksiklikler bulunabilmektedir.

Şekil 21. OTS Verilerinin Veri Tabanında Gösterim Şekli

MMSI	Lon	Lat	ReportDate	SOG	COG	HDG	ROT
123456789	27,17159081	37,95780945	21.09.2014 19:39	8,699999809	276	277	0

IMO	CallSign	ShipandCargo	Draught	Type	NavigationalStatus	DimA	DimB	DimC	DimD
123456789	TC	30	7	0	0	45	55	6	6

Veri tabanında bulunan veriler gemi tipine göre seçileceği için gemi tipine göre saklı yordamlar oluşturulmuştur. Bu sayede verilere daha hızlı erişim sağlanarak uygulamanın daha hızlı çalışması amaçlanmaktadır. Kesişim noktalarının hesabında ise çeşitli kısıtlamalar yapılacağı için de görünümler oluşturulmuştur. Örneğin iki nokta seçildikten sonra veri tabanında yeni bir tablo oluşturulacaktır. Bu tablodaki enlem, boylam değerleri, kullanıcı tarafından seçilen enlem, boylam değerlerinin arasında olacaktır. Bu sayede kesişim hesabının daha hızlı yapılması amaçlanmaktadır.

Veri tabanında saklı yordamlar ve görünümler oluşturulurken gemi tipine göre gruplandırmalar yapılmıştır. Gemi tipleri de OTS verilerinde "Navigational Status" kolonundan anlaşılmaktadır. Gemi grupları ve seyir durumunu gösteren kodlar Tablo 8'deki gibi oluşturulmuştur. Tablo 8'e göre, tehlikeli her kategoride yük taşıyan kargo gemileri "Kargo Gemileri" adlı grupta, tehlikeli her kategoride yük taşıyan tankerler "Tankerler" adlı grupta, yolcu gemileri ise "Yolcu Gemileri" adlı grupta, yüksek süratli tekneler ise "Yüksek Süratli Tekneler" adlı grupta, yedekleme gemileri, yedek boyu 200 metreyi geçen ya da yedek eni 25 metreyi geçen gemiler ile römorkörler de "Römorkör / Yedekleme" adlı grupta, tarama ya da sualtı faaliyetlerinde bulunan gemiler, dalış faaliyetlerinde bulunan gemiler, askeri operasyonlarda bulunan gemiler, yelkenliler, pilot botları, arama kurtarma gemileri, liman botları, kirlilik önleyici ekipman ya da olanakları bulunan gemiler, kolluk kuvvet gemileri, yerel tekneler, sağlıkla ilgili tekneler ve silahlı kuvvetlere dahil olmayan devlete ait gemi ve uçaklar ise "Özel Gemiler" adlı grupta, balıkçılar ise "Balıkçılar" adlı grupta, eğlence tekneleri ise "Özel Eğlence Tekneleri" adlı grupta, WIG ve diğer gemi tipleri ise "Diğer Tip Gemiler" adlı grupta, tanımlanamayan ya da ileride kullanılmak üzere rezerve edilmiş kodları kullanan gemiler ise "Tanımlanamayanlar" adlı grupta tutulmuştur.

Tablo 8. Gemi Grupları ve Seyir Durum Kodları

Gemi Grupları	Seyir Durumu Kodları
Kargo Gemileri	70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79
Tankerler	80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89
Yolcu Gemileri	60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69
Yüksek Süratli Tekneler	40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49
Römorkör / Yedekleme	31, 32, 52
Özel Gemiler	33, 34, 35, 36, 38, 39, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59
Balıkçılar	30
Özel Eğlence Tekneleri	37
Diğer Tip Gemiler	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99
Tanımlanamayanlar	0, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19
Bütün Gemi Tipleri	

Veriler veri tabanına işlendikten sonra masaüstü uygulaması geliştirilmeye başlanmıştır.

3.2.3.1. Kuzey Ege Denizi Deniz Trafik Yoğunluğunun Haritalandırılması

Uygulamanın birinci aşaması olan gemi izlerinin haritada gösterilmesi için Kuzey Ege Denizi'ni gösteren harita kullanılarak uygulama kodlanmıştır. Deniz trafiğinin haritalandırılması için kullanılan harita Şekil 22'de gösterilmiştir. İlgili harita 38,3° N – 39,0° N enlemleri ile 026,0° E – 027,3° E boylamları arasını kapsamaktadır.

Şekil 22. Kuzey Ege Denizi Haritası



Kaynak: OpenCPN Programı'ndan uyarlanmıştır.

Veri tabanında bulunan enlem, boylam bilgilerinin haritada iz olarak gösterilmesi için benek (pixel) üzerinden işlem gerçekleştirilmiştir. Okunan her satır veri haritaya 1 benek olarak işlenmiştir. Merkator projeksiyonda enlem ölçeği harita üzerinde farklı noktalarda farklı şekilde olmaktadır. Örneğin kullandığımız haritada iki nokta arasındaki mesafe, haritanın güney tarafında bulunan enlem ölçeği ile ölçüldüğünde farklı, kuzey tarafında bulunan enlem ölçeği ile ölçüldüğünde farklı değerleri göstermektedir. Ancak bu fark oldukça küçük olmaktadır. Bowditch (2002) tarafından belirtilen küçük bölge plotlama kâğıdına bakıldığında bu plotlama kağıdının 2 derece enlem, 4 derece boylam kadar geniş bir alanı kapsayabildiği görülmektedir (Bowditch, 2002:375). Bu plotlama kâğıtları da eşit enlem ölçekli, dikdörtgen şeklinde

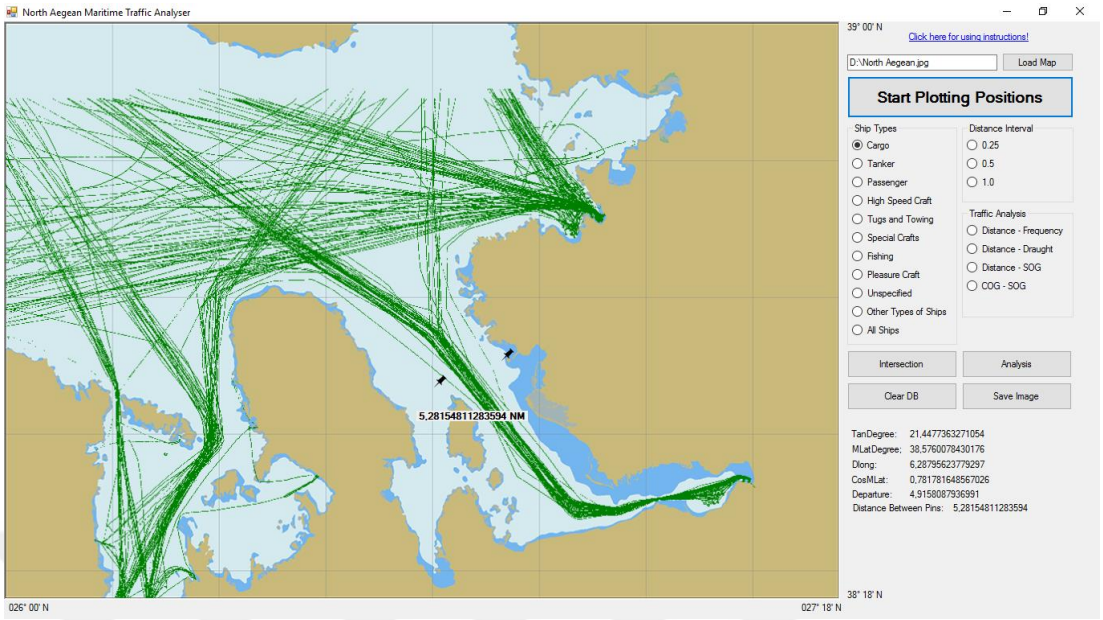
bir koordinat düzlemi meydana getirmektedir. Uygulamada da 0,7° enlem, 1,3° boylam farkı bulunmaktadır. Merkator projeksiyondan dolayı haritanın kuzeyindeki 39,0° N enlemi ile haritanın güneyindeki 38,3° N enlemindeki, 026,0° E – 027,3° E boylamları arasında 0,6 NM fark söz konusudur. Merkator projeksiyondan kaynaklanan bu enlem ölçeği farkı göz ardı edilmiştir ve harita dikdörtgen bir yüzey şeklinde kullanılmıştır. Daha sonra, gemi tipine göre farklı renk kodları ile haritada gemi izlerinin gösterilmesi sağlanmıştır. Renk kodlarının seçiminde www.marinetraffic.com sitesinde belirtilen renk kodları ile benzer renk kodları seçilmiş olup, arada birtakım farklılıklar da bulunmaktadır. Örneğin internet sitesinde "Römorkör & Özel Gemiler" camgöbeği rengi ile kodlanmış iken, geliştirilen masaüstü uygulamasında "Özel Gemiler" cam göbeği rengi ile, "Römorkör/Yedekleme" tipi gemiler ise koyu camgöbeği rengi ile kodlanmıştır. Bu farklılık, ilgili renk kodlarının, harita rengi nedeniyle net bir şekilde görünmemesi ve bazı gemi tiplerinin ayrı ayrı yerine tek bir renk kodu ile gösterilmesi nedeniyle ortaya çıkmıştır. Ancak "Kargo, Tanker, Yolcu Gemileri, Yüksek Süratli Tekneler, Özel Eğlene Tekneleri" tip gemilerin renk kodları internet sitesi ile aynı tutulmuştur. Uygulamada kullanılan renk kodları Şekil 23'te gösterilmiştir.

Şekil 23. Gemi Tipine Göre Renk Kodları



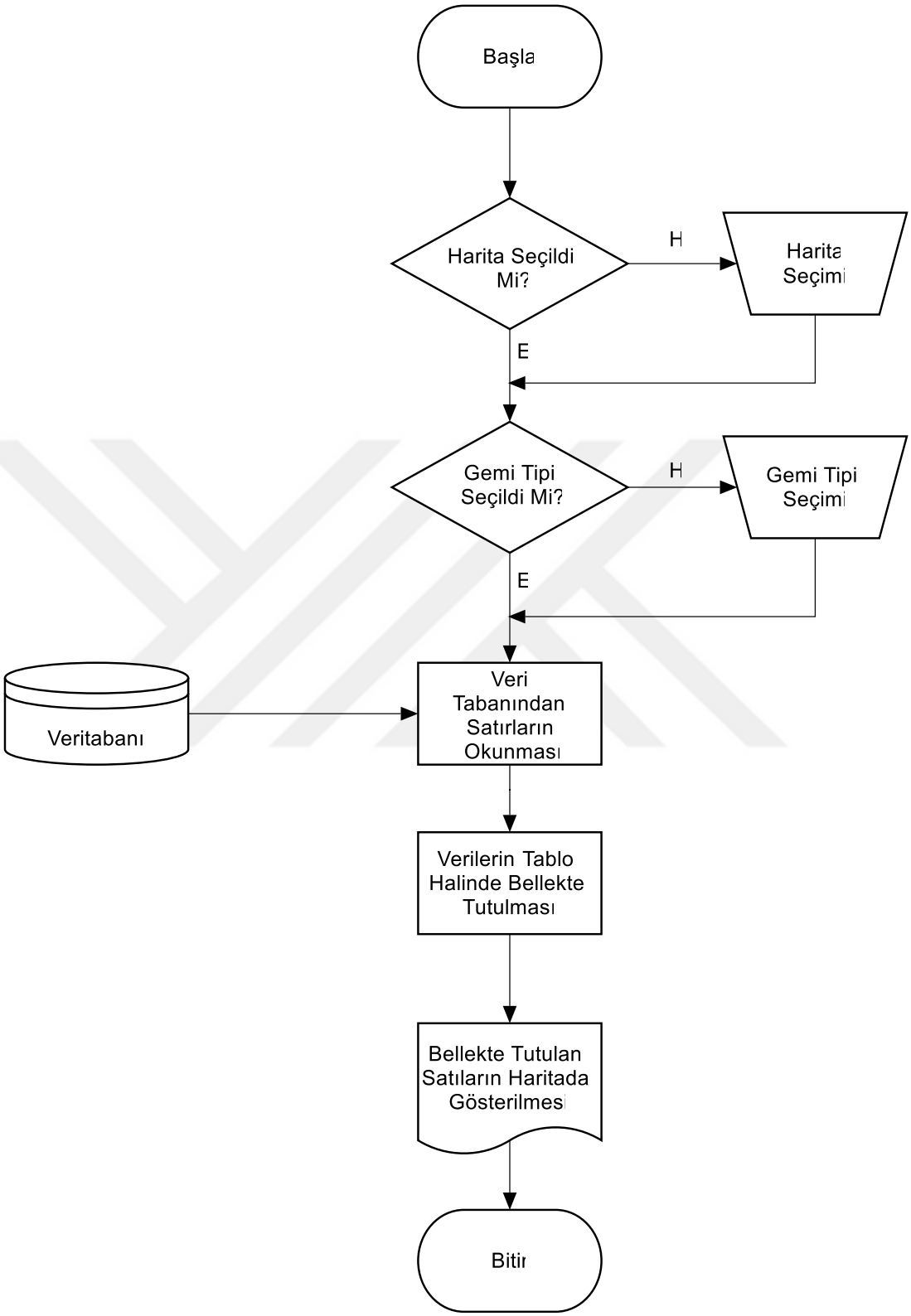
Uygulamanın arayüzü Şekil 24'teki gibidir. Sağ tarafta bulunan seçenek düğmeleri ile gemi tipi, kesişim hesabı için mesafe aralığı, yapılacak analizin türü seçilebilmektedir. Butonlar yardımıyla da kesişim hesabı, haritalandırma işlemi, analizlerin gösterilmesi gerçekleştirilmektedir. Uygulamada kullanılan butonlar, metinler İngilizce olarak geliştirilmiştir.

Şekil 24. Uygulama Arayüzü



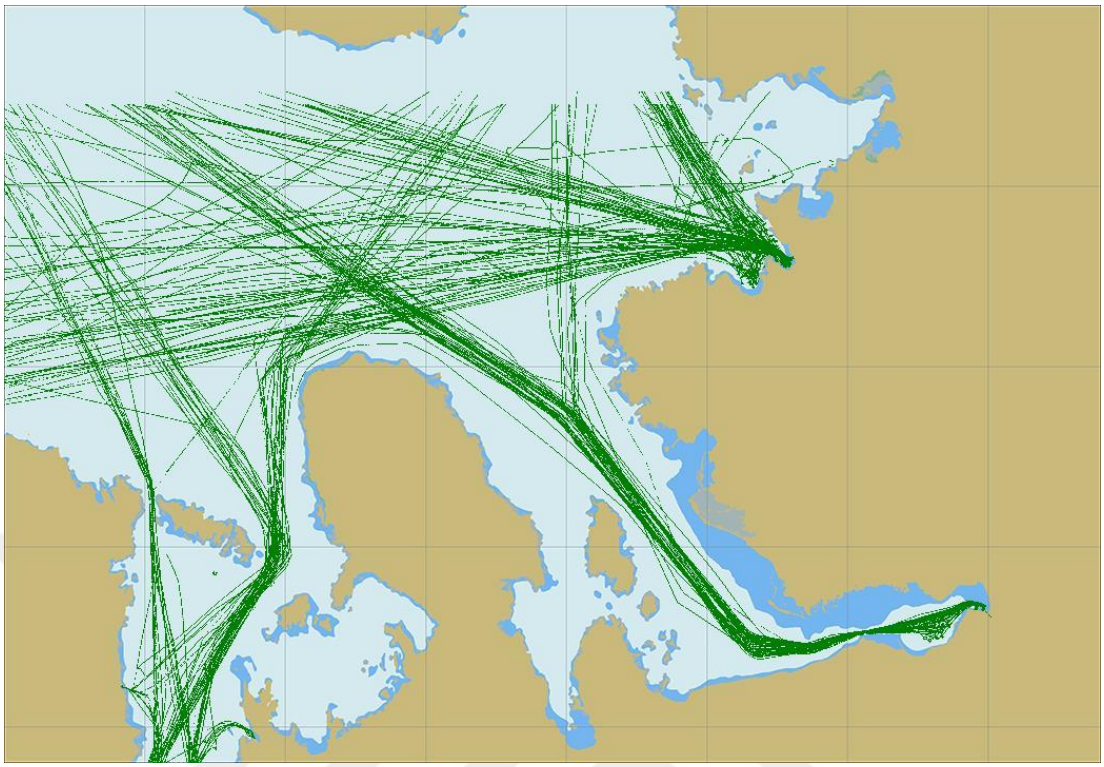
Gemi tipine göre gemilerin geçtiği noktaları işaretleyerek haritalandırma işlemi Şekil 25'te belirtilen akış diyagramında belirtilen işlemlerin uygulanması gerekmektedir. Uygulama kullanılırken öncelikle haritanın seçilmesi, ardından gemi tipi seçimi yapılması gerekmektedir. Bu işlemlerden sonra başlama butonuna basılarak, arka planda gerekli işlemlerin yapılması ve haritanın ortaya çıkarılması sağlanmaktadır.

Şekil 25. Trafiğin Haritalandırılmasında Kullanılan Akış Diyagramı



Şekil 25'te belirtilen akış diyagramında belirtilen işlemler sonucunda Şekil 26'daki gibi gemi hareketlerinin gösterildiği harita ortaya çıkmaktadır.

Şekil 26. Haritada Gemi Hareketlerinin İşaretlenmiş Hali



Deniz trafiği haritalandırıldıktan sonra seçilen bölgedeki deniz trafik dağılımı analiz edilmiştir.

3.2.3.2. Kuzey Ege Denizi Deniz Trafiğinin Analiz Edilmesi

Uygulamanın ikinci aşamasında fare ile tıklanarak seçilen iki nokta üzerindeki gemi trafik dağılımları analiz edilmiştir. Bu işlem için öncelikle farenin çift tıklama ve tek tıklama fonksiyonu kullanılarak 2 nokta belirlenmiştir. Bu belirlenen iki noktanın enlem, boylam değerleri, uygulamanın birinci aşamasında yapılan işlemin tersi bir şekilde hesaplanmıştır. Birinci aşamada hangi enlem, boylam değerinin hangi beneğe denk geleceği hesaplanırken, ikinci aşamada ise fare ile tıklanan beneğin hangi enlem, boylam değerlerine karşılık geldiği hesaplanmıştır.

Farenin çift tıklama ve tek tıklama fonksiyonları kullanılarak 2 nokta belirlendikten sonra bu iki nokta arasındaki mesafe bilgisi mesafe hesabı yardımıyla bulunmuştur. Daha sonra seçilen iki nokta ile bu iki noktanın oluşturduğu doğruyu kesen gemi hareketleri hesaplanmıştır. Bu hesaplama işlemi için önceki bölümlerde anlatılan iki doğrunun kesişimi algoritması kullanılmıştır. Uygulamada kesişim işleminde kullanılan akış diyagramı Şekil 27'deki gibidir. Kesişim hesabının yapılması için öncelikle haritalandırma işleminin yapılması gerekmektedir. Daha sonra analiz

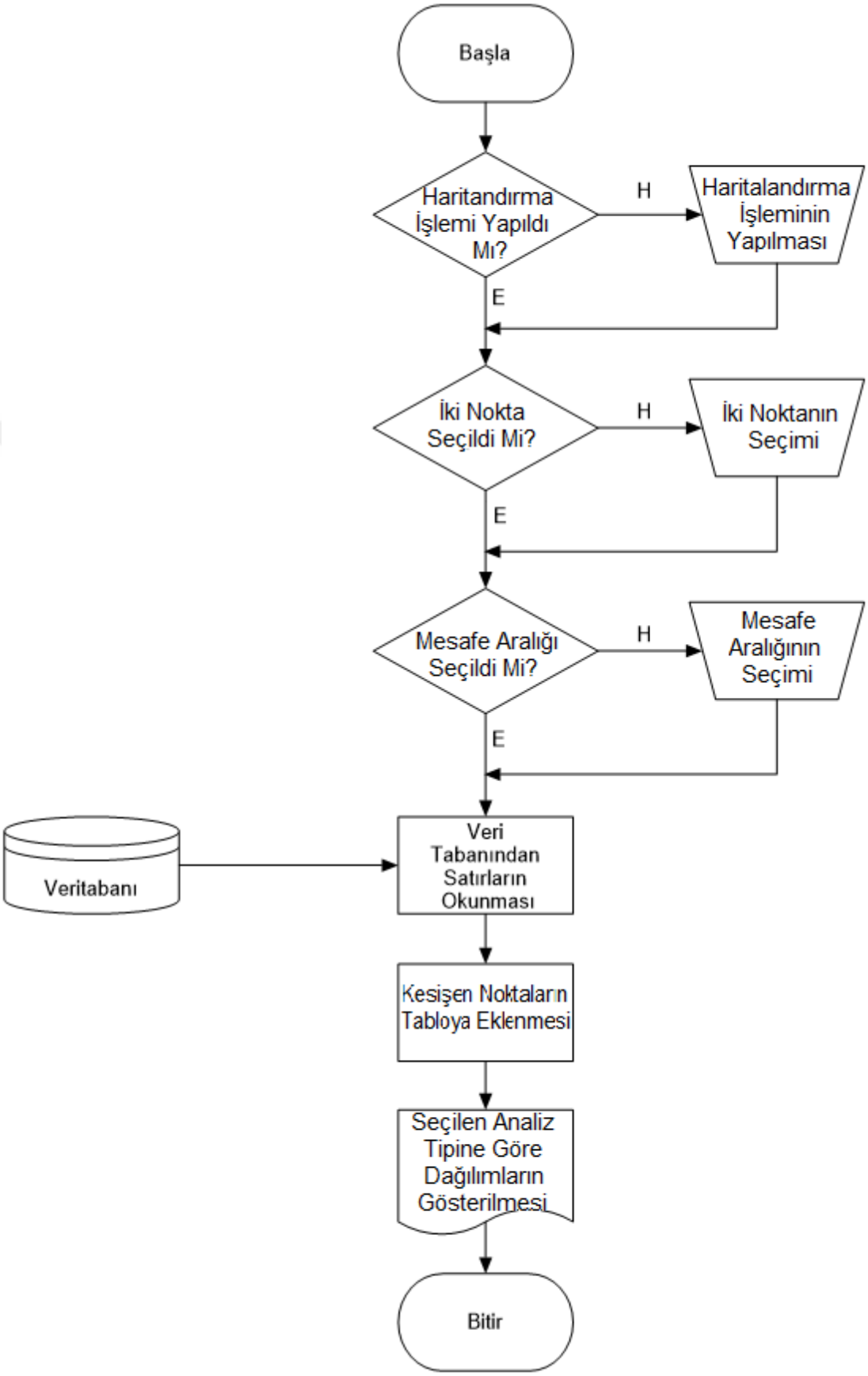
yapılacak hattın başlangıç ve bitiş noktaları seçilir. Bu işlem, farenin tek tıklama ve çift tıklama fonksiyonları kullanılarak gerçekleştirilir. İki nokta seçildikten sonra Frekans-Mesafe dağılımının grafiği için “Mesafe Aralığı”nın seçimi yapılır. Mesafe aralığı için 0.25 NM, 0.5 NM ve 1.0 NM seçenekleri bulunmaktadır. Mesafe aralığı da seçildikten sonra uygulama arka planda kesişim hesabını yapacak ve verileri veri tabanında bulunan tabloya ekleyecektir. Veri tabanında bulunan kesişim tablosunda eski veriler bulunabileceği için her kesişim hesabı öncesinde uygulama arayüzünde bulunan buton yardımıyla kesişim tablosundaki verilerin silinmesi gerekmektedir.

Bir buton tarafından tetiklenen, Şekil 27’de belirtilen kesişim hesabı işlemi ile veri tabanından satırlar ikişer ikişer okunarak fare ile seçilen iki noktanın oluşturduğu doğruyu kesip kesmediği, kesti ise hangi noktada kestiği hesaplanmaktadır. Bu kesişim hesabının doğru yapılması için çeşitli kısıtlamalar yapılmıştır. Örneğin veri tabanından sırayla okunan iki değerin MMSI değeri aynı ise kesişim hesabı yapılmıştır. Ayrıca seçilen iki noktanın oluşturduğu dikdörtgen içinde bulunan veriler ayrı bir tablo haline getirilmiş ve kesişim hesabı o tablo üzerindeki verilerle yapılmıştır. Bir döngü ile gerçekleştirilen bu işlem sonucunda kesişim olması halinde, kesişim pozisyonu(enlem, boylam), kesişim noktasının seçilen ikinci noktaya olan uzaklığı, kesişen geminin MMSI, Yere Göre Rota, Yere Göre Sürat, Draft gibi bilgileri veri tabanında bulunan “IntersectionTable” adlı kesişim tablosuna eklenmiştir. Verilerin sırayla okunması için veri tabanında bulunan veriler MMSI numarasına ve raporlama zamanına göre sıralanmıştır. Bu sayede geminin hareketi raporlama sırasına göre izlenerek seçilen doğruyu tek bir noktada kesmesi amaçlanmıştır. Raporlama zamanına göre sıralanmaması durumunda geminin farklı pozisyonlarda rapor ettiği veriler de doğruyu kesebileceği için hatalı işlem söz konusu olacaktır.

Kesişim hesabının geçerlilik ve güvenilirliği için birtakım işlemler yapılmıştır. Öncelikle, “İki Doğrunun Kesişimi” başlığı altındaki örneklerdeki gibi 4 nokta üzerinden kesişim hesabının doğru yapılıp yapılmadığı kontrol edilmiştir. Bu işlemin doğru bir şekilde yapılmasından sonra Şekil 9’daki gibi ikiden fazla veri ile seçilen iki nokta arasında kesişim hesabı yapılmıştır. Bu aşamada elde edilen sonuçların da doğru olduğu görülmüştür. Daha sonra gerçek OTS verileri ile testler yapılmış, veri tabanında o enlem, boylamdan geçen gemi sayısı, haritada görülen gemi sayısı ile analizlerde ortaya çıkan gemi sayılarının eşit olduğu görülmüştür.

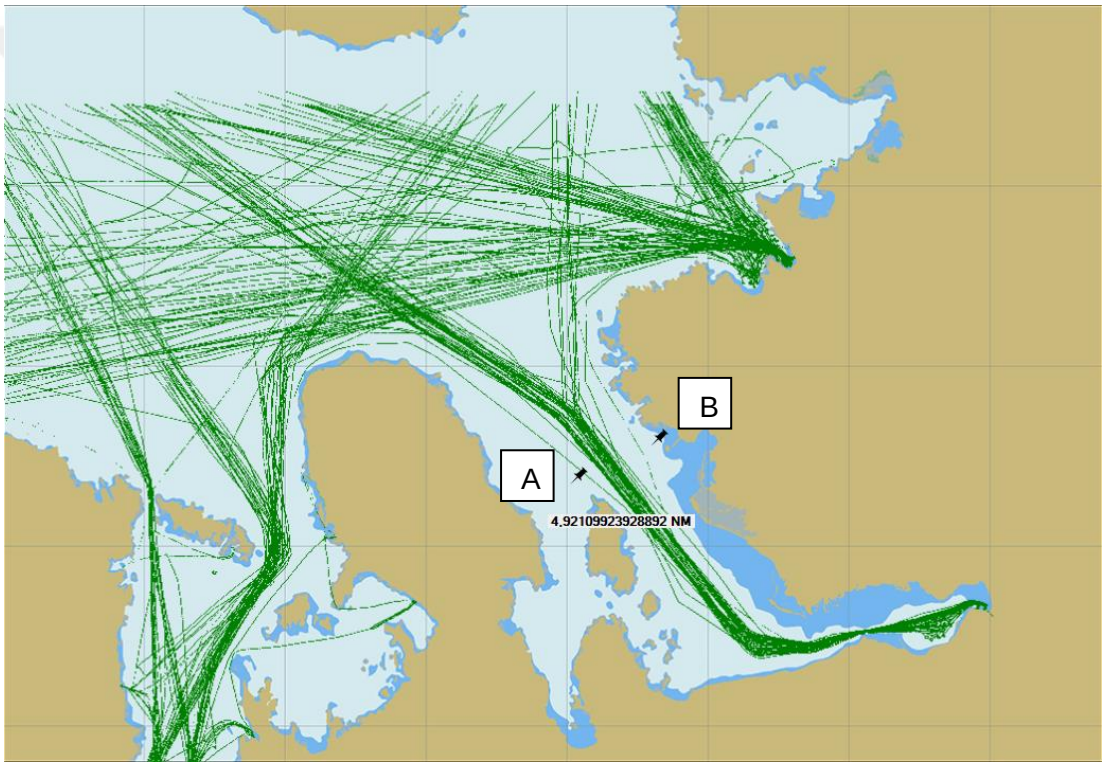
Mesafe hesabının geçerlilik ve güvenilirliği için, mesafesi bilinen hatlar seçilerek test edilmiş ve mesafe bilgisinin doğru hesaplandığı görülmüştür.

Şekil 27. Doğruların Kesişiminin Hesaplandığı Akış Diyagramı



Uygulamanın kullanımı ve sonuçlarıyla ilgili bilgi verilmesi amacıyla örnek olarak kargo gemilerinin izledikleri güzergahlar ve analiz için alınan kesit Şekil 28'deki gibidir. İki nokta seçildikten sonra uygulama arayüzünde bulunan 0.25, 0.5 ve 1.0 yazılı seçenek düğmelerinden birinin seçilmesi gerekmektedir. Bu değerler dağılımların oluşturulacağı aralıkla ilgilidir. Daha kısa aralıklarla dağılımları görmek için 0.25 NM seçilirken, seçilen iki nokta arasındaki mesafenin uzun olduğu durumlarda, aralıkların daha uzun olabileceği durumlarda 1 NM seçilebilir. Daha sonra arayüzde kesişim hesabı için bulunan butona basılarak kesişim algoritmasının çalışması ve kesişim noktalarının veri tabanına eklenmesi sağlanmaktadır.

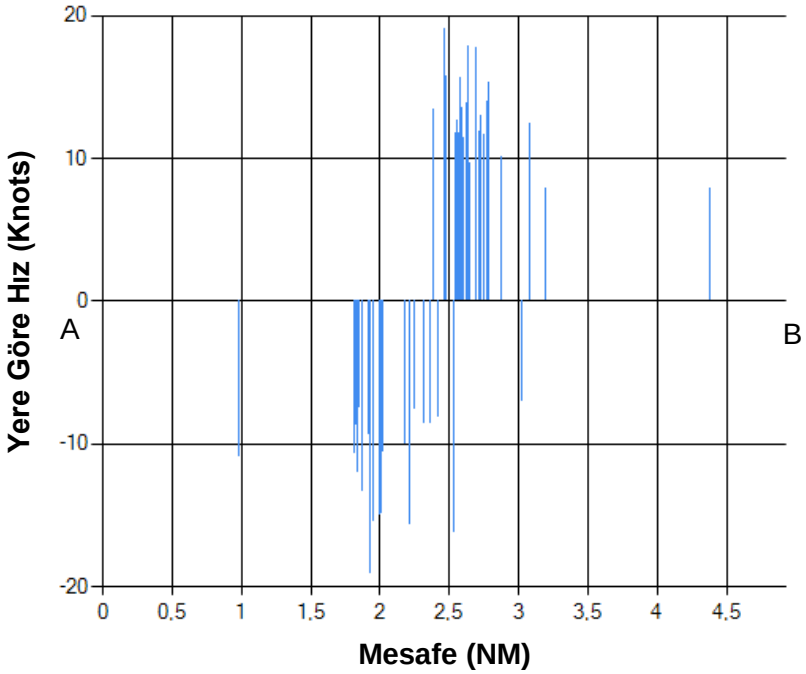
Şekil 28. Kargo Gemilerinin Güzergahları ve Analiz İçin Alınan Kesit



Kesişim noktaları veri tabanındaki tabloya eklendikten sonra bu veriler kullanılarak Yere Göre Hız (SOG) – Mesafe, Draft - Mesafe, Frekans - Mesafe, Yere Göre Hız – Yere Göre Rota (COG) dağılımları ortaya çıkarılmıştır. Örnek Yere Göre Hız – Mesafe dağılımı Şekil 29'daki gibidir. Şekil 29'da, yatay eksende bulunan 0 değeri, seçilen A noktasını, yatay eksende bulunan maksimum değer ise seçilen B noktasını göstermektedir. Bu dağılımda, gemilerin hangi noktadan kaç NM süratle geçtiği görülmektedir. Bu örnekte, Kuzey-Batı yönüne doğru giden gemilerin süratleri +, Güney-Doğu yönüne giden gemilerin süratleri – olarak gösterilmektedir. Bu sayede

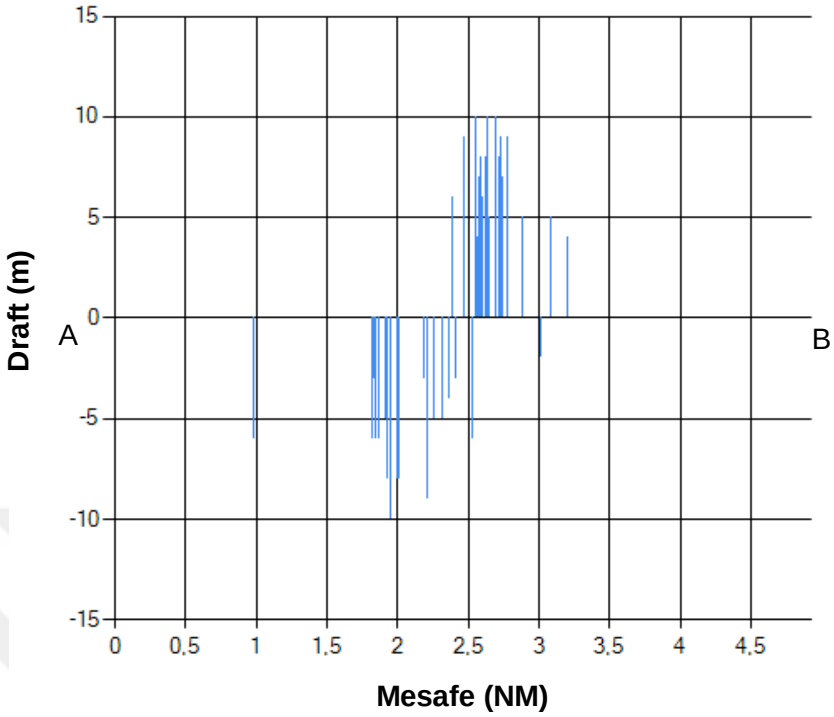
gemilerin yere göre süratleri ile kullandıkları hat ya da aynı hattı kullanan ve farklı yere göre hızlarda seyir yapan gemilerin nerelerden geçtikleri gibi bilgiler ortaya çıkmaktadır.

Şekil 29. Yere Göre Hız – Mesafe Dağılımı



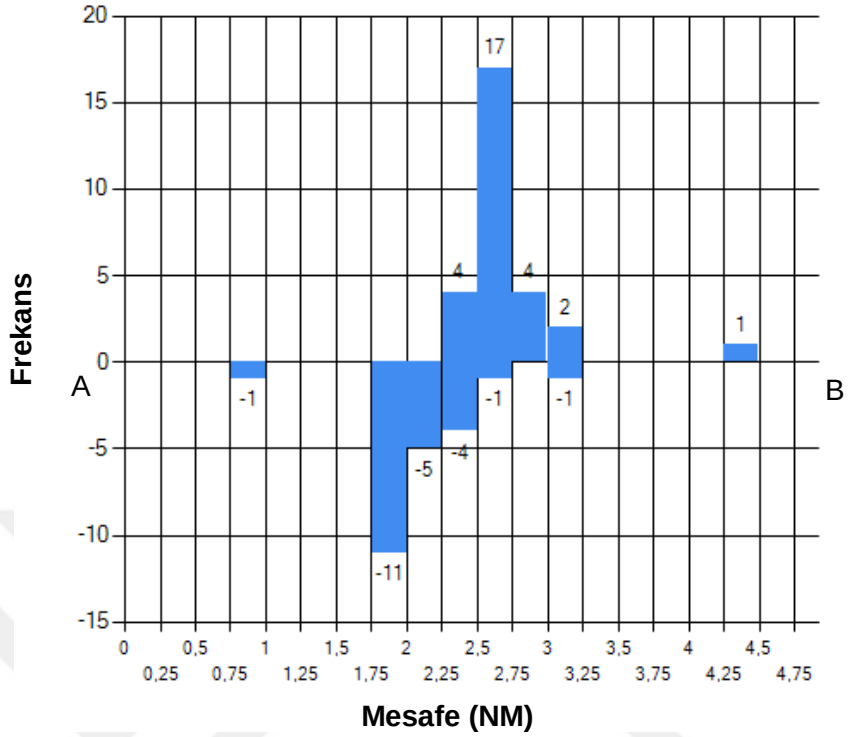
Bir diğer dağılım olan Draft – Mesafe Dağılımı Şekil 30'daki gibidir. Şekil 30'da, yatay eksende bulunan 0 değeri, seçilen A noktasını, yatay eksende bulunan maksimum değer ise seçilen B noktasını göstermektedir. Bu dağılımda, gemilerin seyir yaptıkları hat ile draftları arasında ilişki ortaya çıkarılmaktadır. Bu örnekte, Kuzey-Batı yönüne doğru giden gemilerin draftları +, Güney-Doğu yönüne giden gemilerin draftları – olarak gösterilmektedir. Bu sayede gemilerin draftları ile kullandıkları hat ya da aynı hattı kullanan ve farklı draftları bulunan gemilerin nerelerden geçtikleri gibi bilgiler ortaya çıkmaktadır. Bu veriler ile dar kanallarda, derinliğin az olduğu bölgelerde, gemilerin draftlarına göre hangi hatlarda seyir yaptıkları ortaya çıkarılarak gerekli önlemlerin alınması sağlanabilir. Örneğin derin draftlı gemiler için ayrılmış hatlarda draftı az olan gemilerin seyir yapıp yapmadıkları ortaya çıkarılabilir.

Şekil 30. Draft – Mesafe Dağılımı



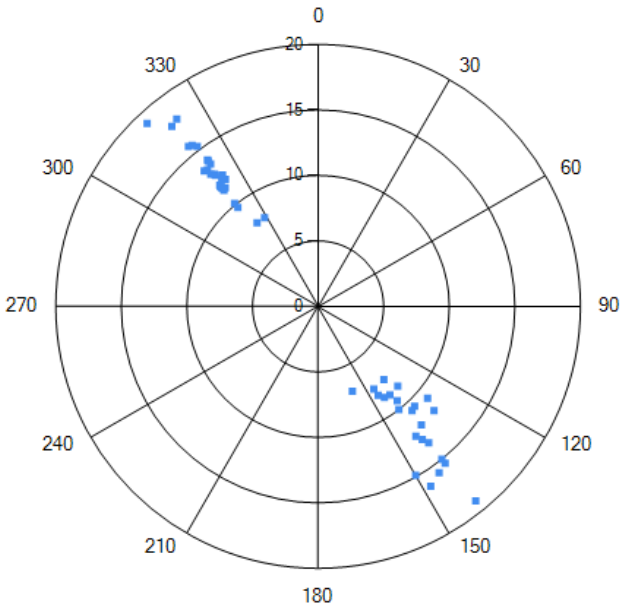
Frekans-Mesafe dağılımı Şekil 31'deki gibidir. Şekil 31'de, yatay eksende bulunan 0 değeri, seçilen A noktasını, yatay eksende bulunan maksimum değer ise seçilen B noktasını göstermektedir. Bu dağılımda, gemilerin mesafeye göre frekans dağılımı ortaya çıkarılmaktadır. Bu örnekte, Kuzey-Batı yönüne doğru giden gemilerin frekansları +, Güney-Doğu yönüne giden gemilerin frekansları – olarak gösterilmektedir. Bu sayede gemilerin kullandıkları hat ya da aynı hattı kullanan ve farklı güzergahlarda seyir yapan gemilerin nerelerden geçtikleri gibi bilgiler ortaya çıkmaktadır. Bu örnekte gördüğümüz üzere 2.5 NM ile 2.75 NM arasında toplamda 17 gemi Kuzey-Batı yönüne doğru seyir yaparken 1 gemi de Güney-Doğu yönüne doğru seyir yapmıştır. 2.25 NM ile 2.5 NM arasında ise 4 gemi Kuzey-Batı yönüne, 4 gemi ise aynı hatta Güney-Doğu yönüne doğru seyir yapmıştır.

Şekil 31. Frekans – Mesafe Dağılımı



Yere Göre Hız – Yere Göre Rota Dağılımı ise Şekil 32'deki gibidir. Şekil 32'deki Yere Göre Hız – Yere Göre Rota dağılımı ile gemilerin gittikleri rotalar ile süratleri arasındaki ilişkiler ortaya çıkmaktadır. Seçilen hattan geçen gemilerin Kuzey-Batı ve Güney-Doğu yönünde seyir yaptıkları görülmektedir.

Şekil 32. Yere Göre Hız – Yere Göre Rota Dağılımı



Yapılan çalışmada birtakım kısıtlamalar bulunmaktadır.

3.3. ARAŞTIRMANIN KISITLARI

Alınan OTS verilerinin sınırı, çalışma alanının sınırlarını belirlemektedir. OTS verilerinin alındığı sahil istasyonlarına gelen OTS verilerindeki eksiklikler de çalışmanın kısıtlarından biridir.

Uygulamanın ikinci aşamasında bir döngü yardımıyla veri tabanında bulunan veriler ile seçilen iki nokta arasında kesişim olup olmadığı hesaplanmaktadır. Veri tabanından gelen veriler MMSI numarası ve raporlama zamanına göre sınırlandırılmış, ayrıca seçilen noktaların enlem, boylam bilgileri kullanılarak bu noktaların sınırladığı yeni tablo oluşturulmaktadır. Bu sayede sadece seçilen noktalar arasında kalan bölgedeki veriler üzerinden sorgu yapılmaktadır. Ancak bir geminin bir tarihte alınan son verisi ile başka bir tarihte alınan ilk verisi bu sınırlar arasında bulunması halinde, bunun kesişimi de kesişim tablosuna eklenecektir.

3.4. BULGULAR

2014 yılı Eylül ayında alınan 7 günlük OTS verilerinde 2.382.469 satır, toplamda ise 2.382.469*18=42.884.442 adet veri bulunmaktadır.

Çalışma yapılan bölgeyle ilgili genel deniz trafik bilgileri Tablo 9'daki gibidir. Tablo 9'da görüldüğü üzere, 2.382.469 satır OTS verisi toplamda 723 gemiye aittir. Bu gemilerden 304 tanesi kargo gemisi, 83 tanesi yolcu gemisi, 57 tanesi tanker, 108 tanesi balıkçı, 29 tanesi römorkör/yedekleme, 60 tanesi özel gemi, 55 tanesi özel eğlence teknesi, 1 tanesi yüksek süratli tekne, 10 tanesi diğer tip ve 16 tanesi de tanımlanamayan gemi şeklindedir. Gemilerin ortalama tam boyu 67,78 metredir.

Tablo 9. Çalışma Yapılan Bölge Genel Deniz Trafik Bilgileri

Gemilerin sürat ortalaması	6,56 knots
Gemilerin draft ortalaması	2,87 metre
Gemilerin tam boyu ortalaması	67,78 metre
Kargo Gemileri	
Gemi sayısı	304 adet
Ortalama sürati	8,00 knots
Ortalama tam boyu	124,70 metre
Ortalama draft	5,47 metre
Yolcu Gemileri	
Gemi sayısı	83 adet
Ortalama sürati	5,18 knots
Ortalama tam boyu	60,55 metre
Ortalama draft	1,79 metre

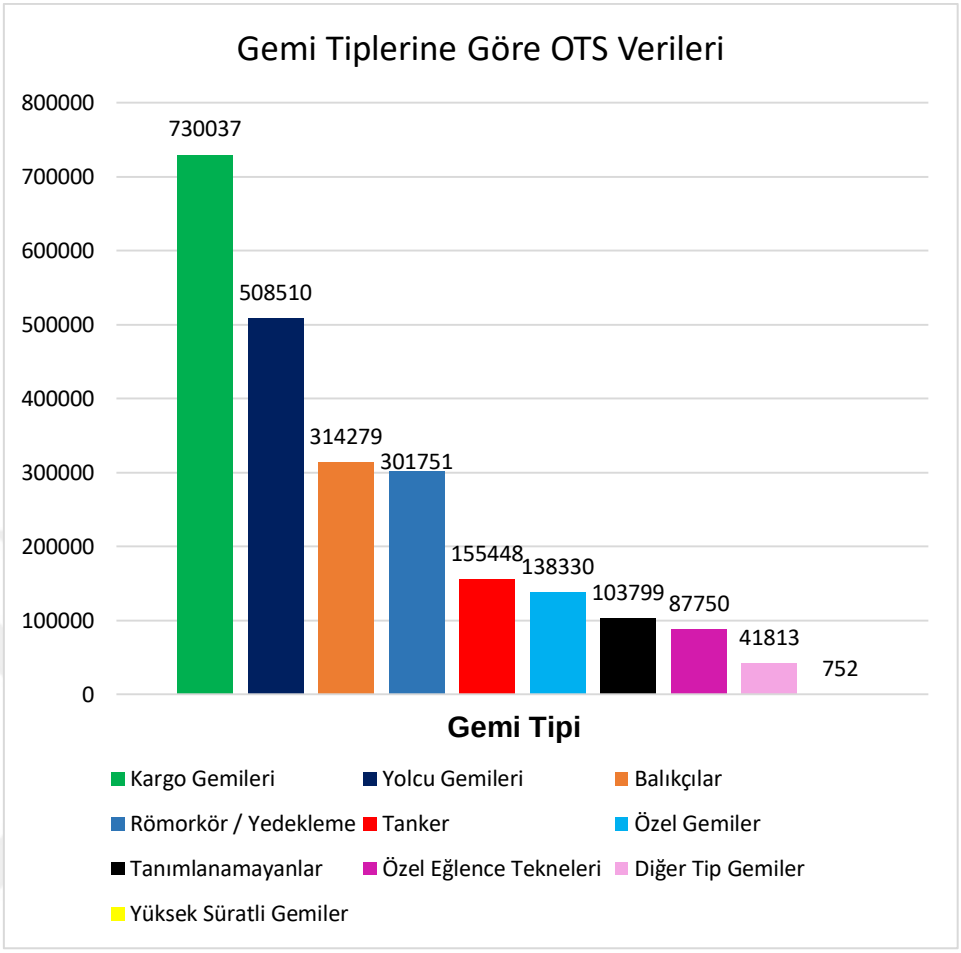
./..

Tablo 9. Çalışma Yapılan Bölge Genel Deniz Trafik Bilgileri (Devamı)

Tankerler	
Gemi sayısı	57 adet
Ortalama sürati	6,54 knots
Ortalama tam boyu	114,23 metre
Ortalama draft	5,67 metre
Balıkçı Tekneleri	
Gemi sayısı	108 adet
Ortalama sürati	3,37 knots
Ortalama tam boyu	24,66 metre
Ortalama draft	0,62 metre
Römorkör / Yedekleme Gemileri	
Gemi sayısı	29 adet
Ortalama sürati	0,66 knots
Ortalama tam boyu	22,46 metre
Ortalama draft	2,28 metre
Özel Gemiler	
Gemi sayısı	60 adet
Ortalama sürati	31,05 knots
Ortalama tam boyu	20,86 metre
Ortalama draft	0,70 metre
Özel Eğlence Tekneleri	
Gemi sayısı	55 adet
Ortalama sürati	2,29 knots
Ortalama tam boyu	20,91 metre
Ortalama draft	0,46 metre
Yüksek Süratli Gemiler (HSC)	
Gemi sayısı	1 adet
Ortalama sürati	5,01 knots
Tam boyu	70 metre
Draft	2 metre
Diğer Tip Gemiler	
Gemi sayısı	10 adet
Ortalama sürati	2,92 knots
Ortalama tam boyu	25,33 metre
Ortalama draft	0,01 metre
Tanımlanamayan Gemiler	
Gemi sayısı	16 adet
Ortalama sürati	2,44 knots
Ortalama tam boyu	14,75 metre
Ortalama draft	0,38 metre
Toplam Gemi Sayısı	**723 adet**

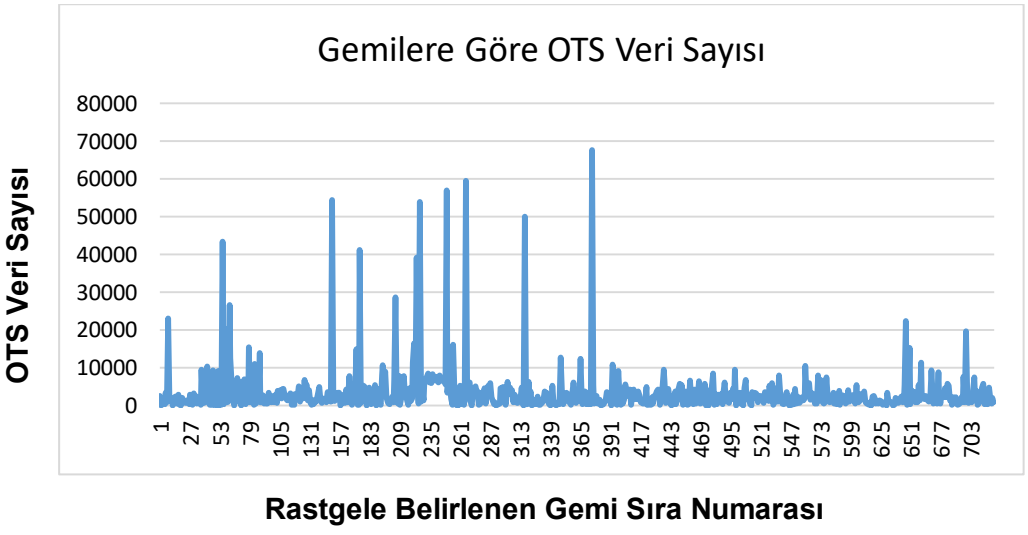
Çalışmada kullanılan verilerin gemi tiplerine göre dağılımı Şekil 33'teki gibidir. Toplamda 2.382.469 satır verinin 730.037 tanesi kargo gemilerine aittir. En az veri ise 752 adet veriyle yüksek süratli gemilere aittir.

Şekil 33. OTS Verilerinin Gemi Tiplerine Göre Dağılımı



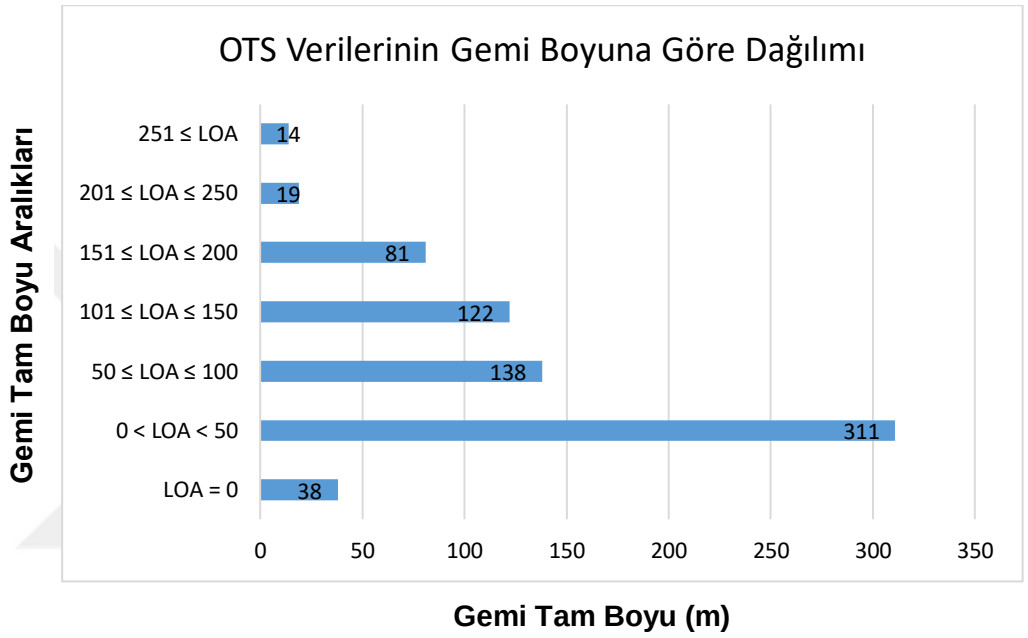
Gemilerden gelen OTS verilerinin sayısal olarak dağılımı Şekil 34'teki gibidir. Toplamda 2.382.469 satır verinin 723 gemiye göre dağılımın gösteren Şekil 34'e göre bir gemiden en fazla 67550, en az da 1 OTS verisi alınmıştır.

Şekil 34. OTS Verilerinin Gemilere Göre Dağılımı



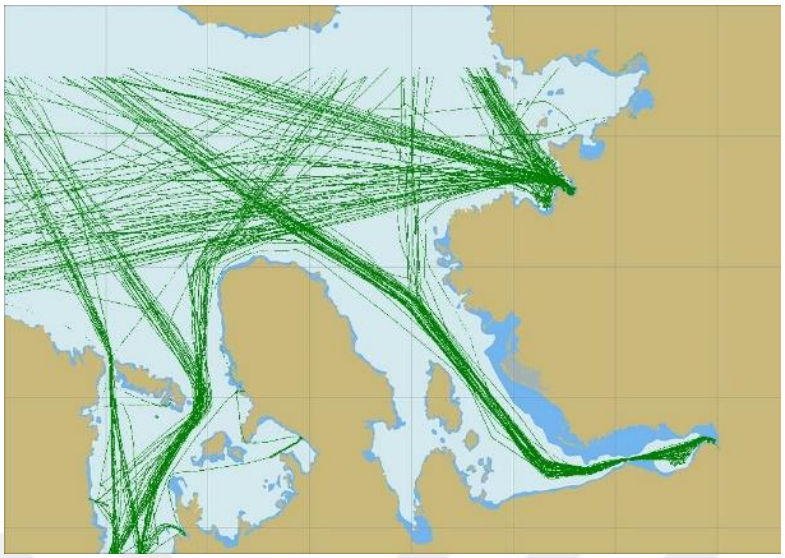
Kullanılan verilerin gemi boyuna göre dağılımı Şekil 35'teki gibidir. 723 geminin 311 tanesi 0 ile 50 metre arasındadır. Bölgede aynı zamanda 14 tane 251 metre ve üzeri gemi bulunmaktadır. 38 adet geminin OTS verisinde gemi tam boy değeri 0 olarak görülmektedir. Draft değerinin 0 olarak görülmesinin nedeni, OTS aygıtına yanlış bilginin girilmesi ya da gelen OTS verilerinde eksiklik bulunmasından kaynaklanabilir.

Şekil 35. OTS Verilerinin Gemi Boyuna Göre Dağılımı



Geliştirilen masaüstü uygulaması ile gemi tiplerine göre çıkarılan deniz trafik haritası Şekil 36'daki gibidir. Şekil 36'ya bakarak gemi tiplerine göre seyir yapılan güzergahlar hakkında bilgi sahibi olmak mümkündür. Örneğin kargo gemilerinin Alsancak Limanı'na uğrak yaptıkları görülürken, tankerlerin ise daha çok Çandarlı Körfezi'nde bulunan limanlara gittikleri görülmektedir. Şekil 36'da bulunan haritaların oluşturulma süresi, veri tabanında bulunan veri sayısına göre farklılık göstermekle birlikte, 15 saniye ile 45 saniye arasında değişiklik göstermiştir.

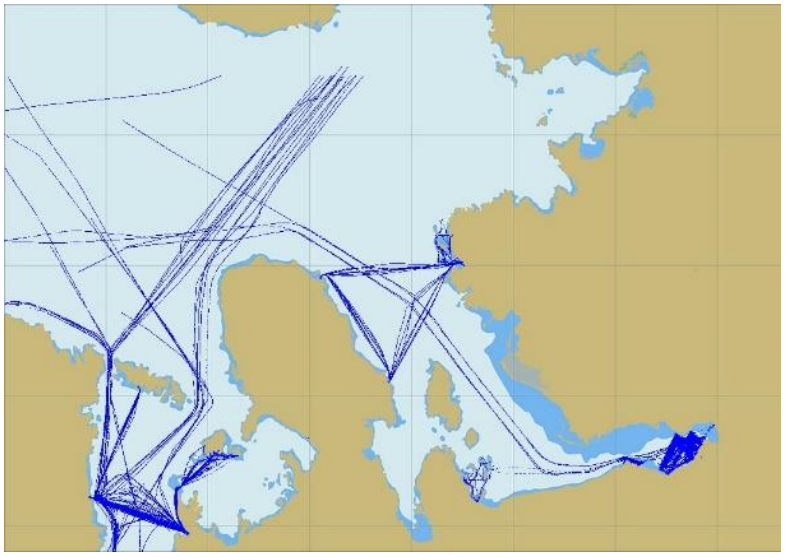
Şekil 36. Gemi Tiplerine Göre Deniz Trafik Haritası



Kargo Gemileri



Tankerler



Yolcu Gemileri

./..

Şekil 36. Gemi Tiplerine Göre Deniz Trafik Haritası (Devamı)



Yüksek Süratli Tekneler



Römorkör / Yedekleme



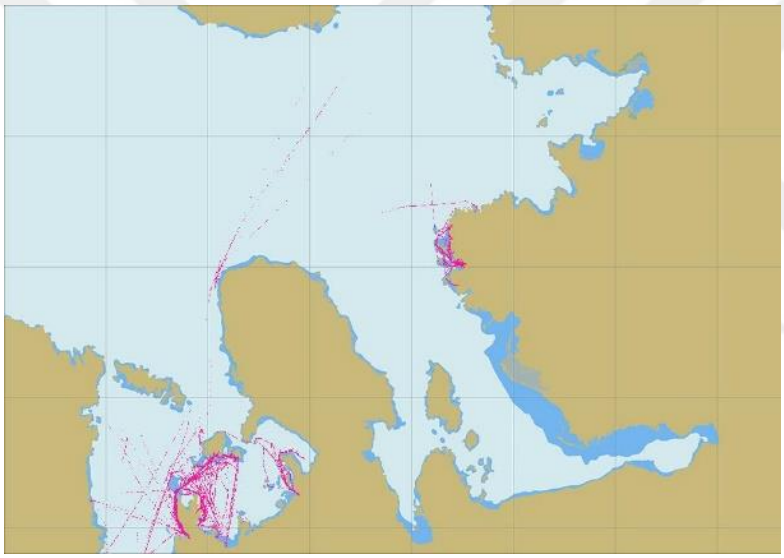
Özel Gemiler

./..

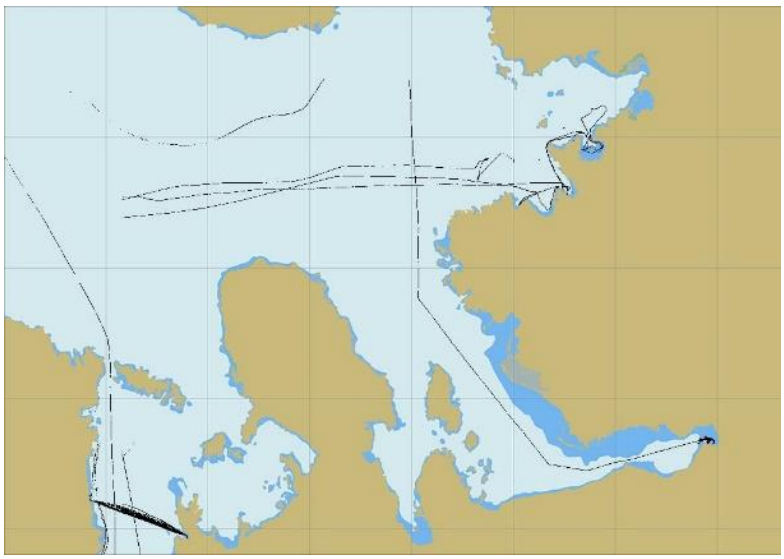
Şekil 36. Gemi Tiplerine Göre Deniz Trafik Haritası (Devamı)



Balıkçı Tekneleri



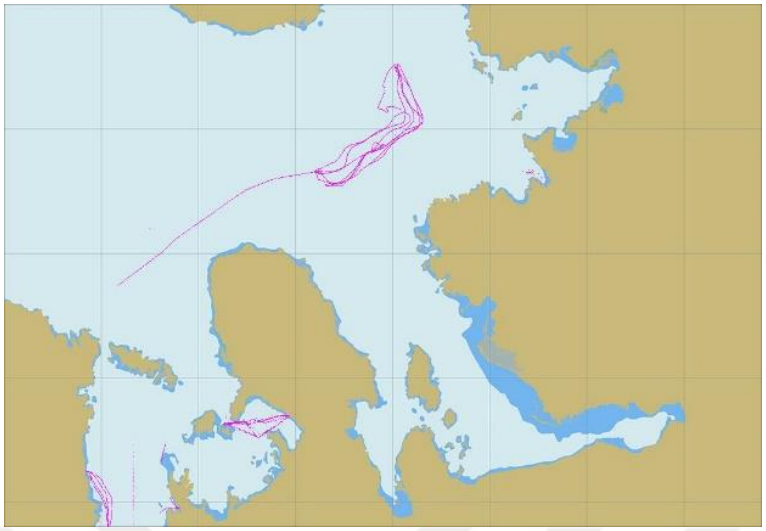
Özel Eğlence Tekneleri



Tanımlanamayanlar

./..

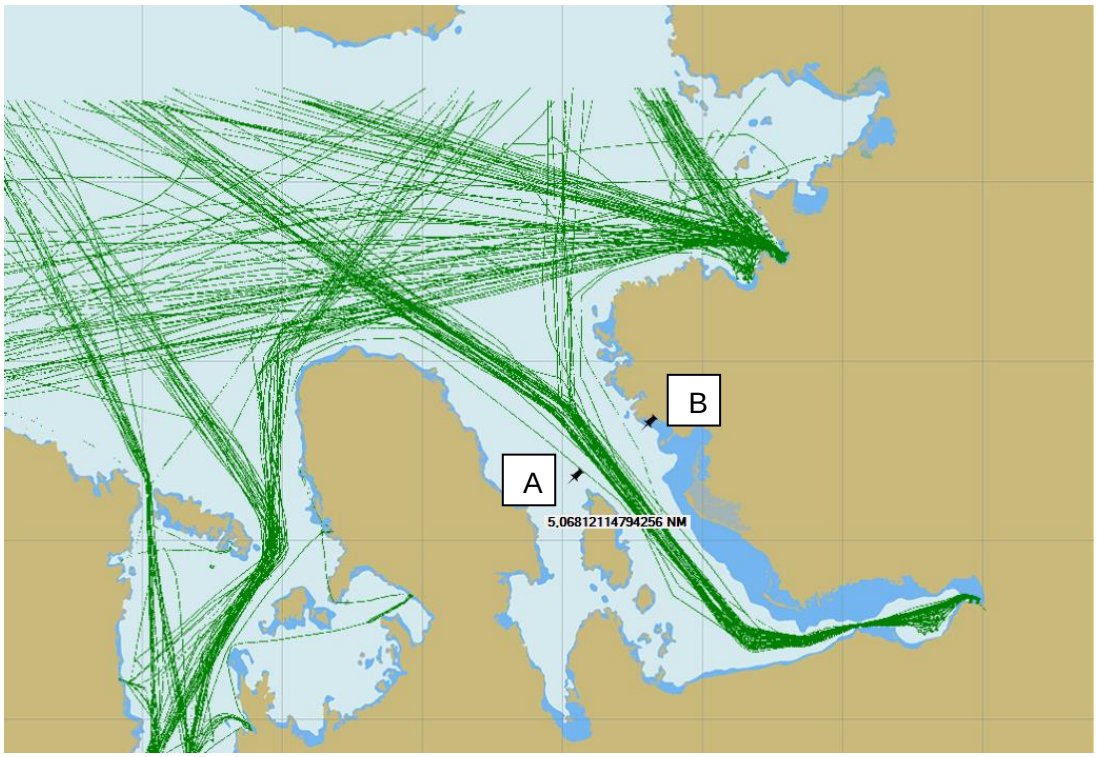
Şekil 36. Gemi Tiplerine Göre Deniz Trafik Haritası (Devamı)



Diğer Tip Gemiler

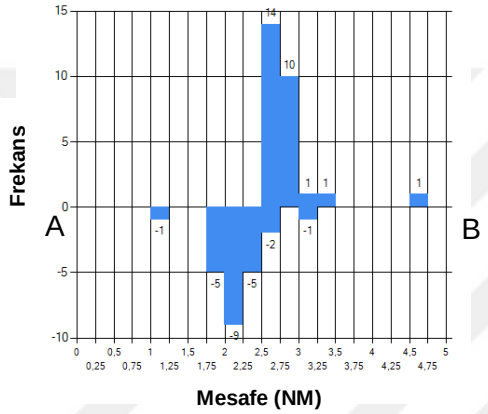
Masaüstü uygulaması ile deniz trafiğinin analizi için bir örnek yapılacaktır. Örnek olarak kargo gemileri, tankerler ve yolcu gemilerine ait veriler kullanılacaktır. Seçilen iki nokta üzerindeki kargo gemileri, yolcu gemileri ve tanker gemilerinin dağılımlarının analiz edilebilmesi için aynı noktalar kullanılmış ve aynı doğrultudan geçen gemi dağılımları analiz edilmiştir. Şekil 37'de kargo gemilerinin izledikleri güzergahlar ve seçilen iki nokta görülmektedir.

Şekil 37. Kargo Gemilerinin İzledikleri Güzergah ve Seçilen İki Nokta



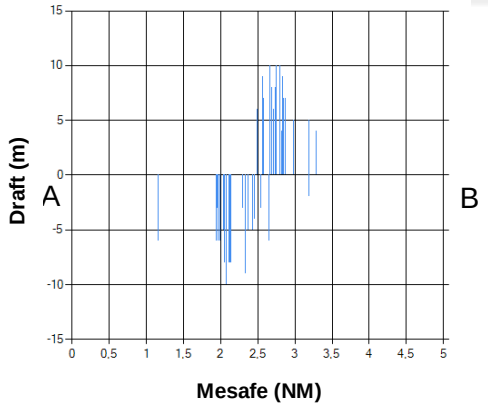
Seçilen iki noktadan geçen kargo gemilerinin dağılımları Şekil 38'deki gibidir. Şekil 38'de, yatay eksende bulunan 0 değeri, seçilen A noktasını, yatay eksende bulunan maksimum değer ise seçilen B noktasını göstermektedir. Şekil 38'e bakarak kargo gemilerinin genellikle belirli hatları takip ederek seyir yaptıkları görülmektedir. Frekans dağılımına baktığımızda, Kuzey-Batı yönünde ilerleyen gemilere karşıdan gelerek Güney-Doğu yönünde seyir yapan 3 gemi olduğu görülmektedir. Uygulamada kesişim hesabının yapılma süresi, veri tabanında bulunan veri sayısına göre farklılık göstermekle birlikte, 15 saniye ile 30 saniye arasında değişiklik göstermiştir.

Şekil 38. Kargo Gemilerinin Analizi



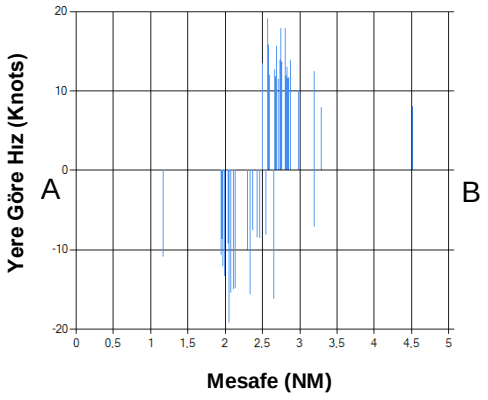
Frekans – Mesafe Dağılımı

Kargo gemilerinin seçilen hattın hangi bölümünü kullandığı görülmektedir.



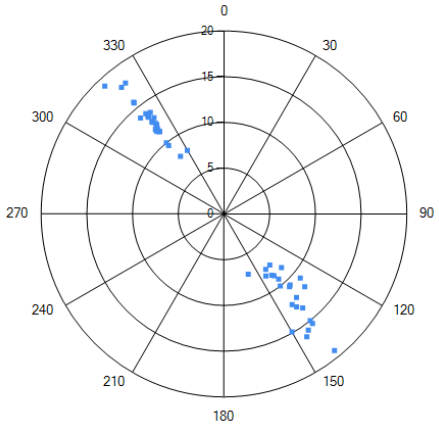
Draft – Mesafe Dağılımı

Kargo gemilerinin draftlarına göre seçilen hattın hangi bölümünü kullandığı görülmektedir.



Yere Göre Hız – Mesafe Dağılımı

Kargo gemilerinin yere göre hızlarına göre seçilen hattın hangi bölümünü kullandığı görülmektedir.

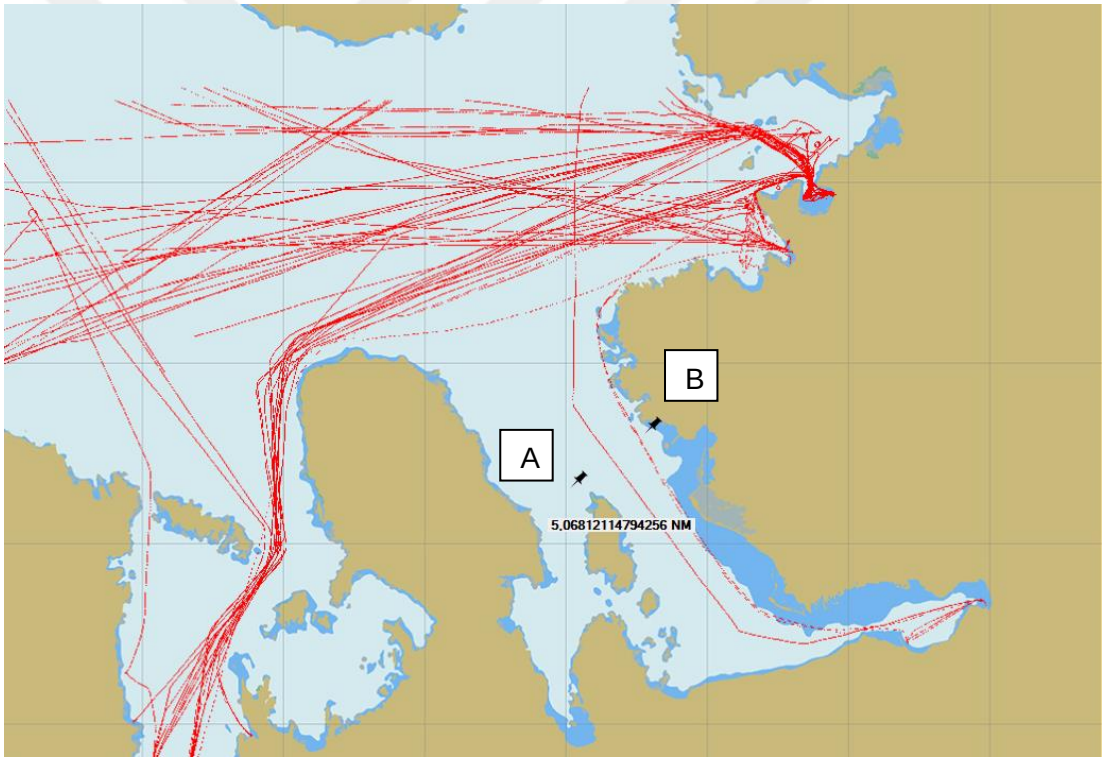


Yere Göre Hız – Yere Göre Rota Dağılımı

Hattan geçen kargo gemilerinin hangi hızda, hangi rotaya gittiği görülmektedir.

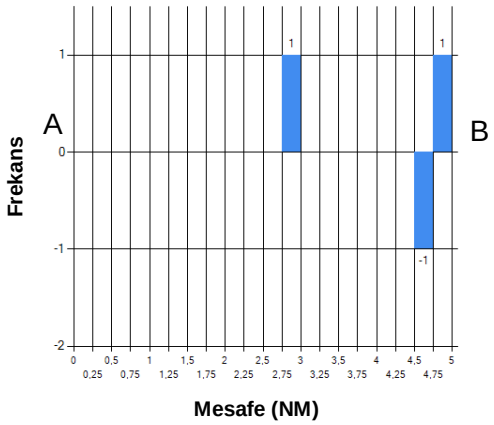
Şekil 39'da tanker gemilerinin izledikleri güzergahlar ve seçilen iki nokta görülmektedir.

Şekil 39. Tanker Gemilerinin İzledikleri Güzergah ve Seçilen İki Nokta



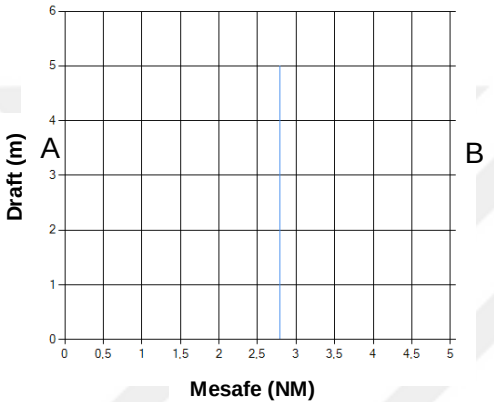
Şekil 40'ta, yatay eksende bulunan 0 değeri, seçilen A noktasını, yatay eksende bulunan maksimum değer ise seçilen B noktasını göstermektedir. Şekil 40'a baktığımızda gemilerin bu hattı pek tercih etmediği görülmektedir. Ayrıca Frekans-Mesafe dağılımında 3 gemi görülürken Draft-Mesafe dağılımında ise 1 gemiye ait bilgi görülmektedir. Bu durum, 2 gemiden gelen OTS verilerindeki eksik draft bilgisinden kaynaklanmaktadır.

Şekil 40. Tanker Gemilerinin Analizi



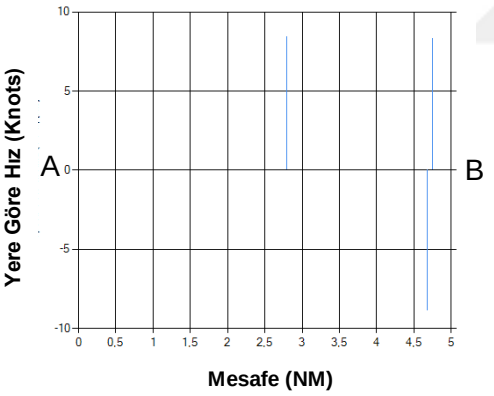
Frekans – Mesafe Dağılımı

Şekil 39'da görüldüğü gibi seçilen hattan geçen 3 gemi bulunmaktadır. 2 gemi Kuzey-Batı yönüne, 1 gemi ise Güney-Doğu yönüne doğru seyir yapmaktadır.



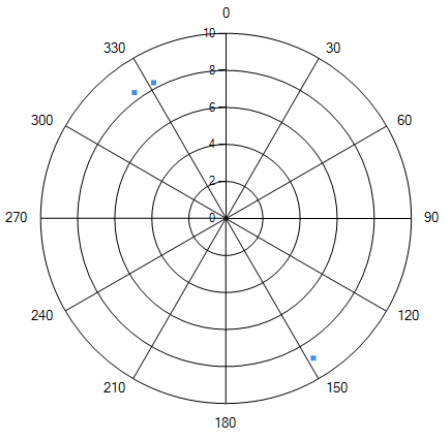
Draft – Mesafe Dağılımı

Yandaki grafikte 1 gemiye ait draft bilgisi görülmektedir. Gelen diğer 2 gemiye ait OTS verilerindeki draft bilgilerinde eksiklik/yanlışlık bulunduğu anlaşılmaktadır.



Yere Göre Hız – Mesafe Dağılımı

Yere göre hız bilgisi, sensörlerden geldiği için hata oranı, el ile girilen draft bilgisine göre daha düşüktür. Bu örnekte de Draft – Mesafe dağılımında 1 gemi görülürken hıza göre dağılımda ise 3 gemi de grafikte görülmektedir.

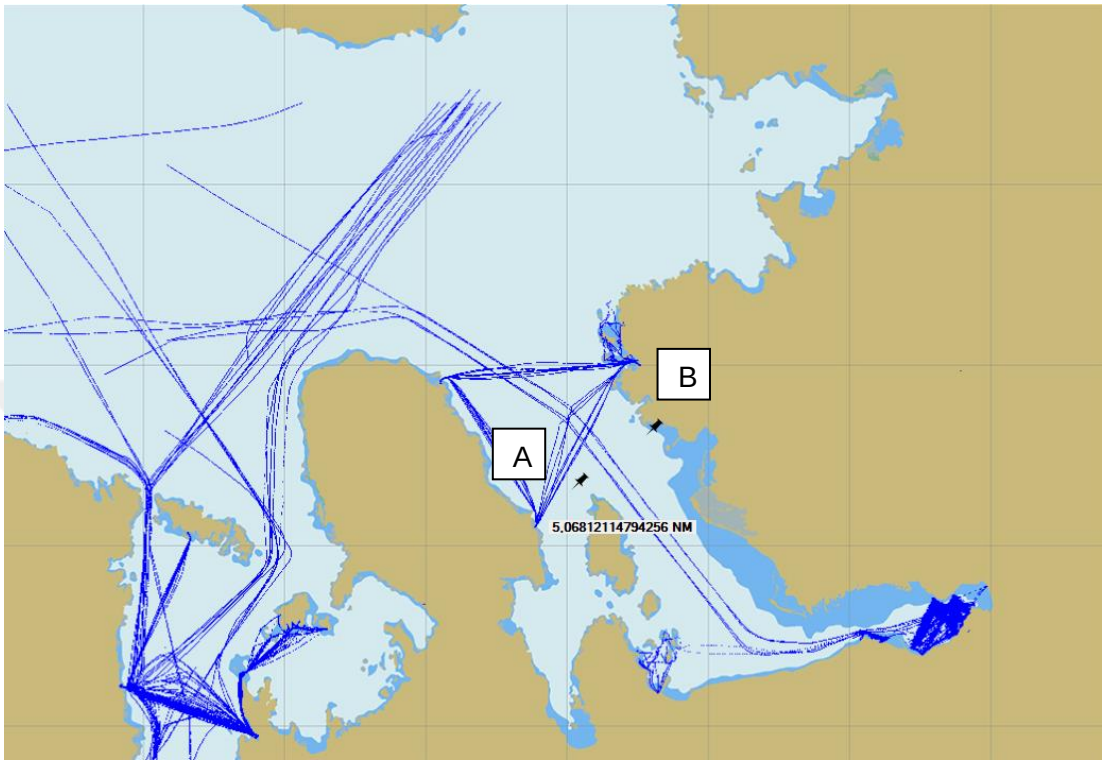


Yere Göre Hız – Yere Göre Rota Dağılımı

Hattan geçen tanker gemilerden Kuzey-Batı yönüne gidenler yaklaşık 8 knots süratle seyir yaparken Güney-Doğu yönüne giden gemi yaklaşık 9 knots süratle seyir yapmaktadır.

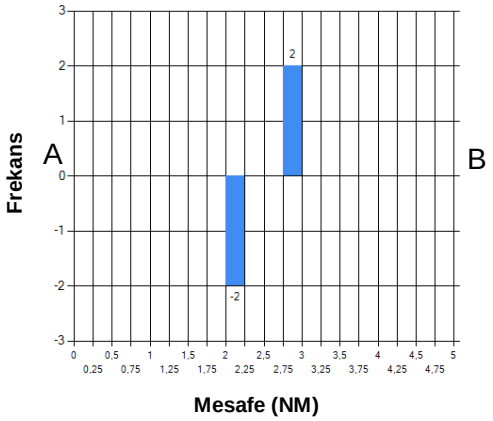
Şekil 41’de yolcu gemilerinin izledikleri güzergahlar ve seçilen iki nokta görülmektedir.

Şekil 41. Yolcu Gemilerinin İzledikleri Güzergah ve Seçilen İki Nokta



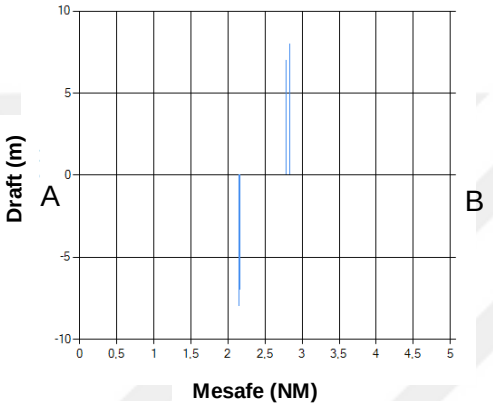
Şekil 42’de, yatay eksende bulunan 0 değeri, seçilen A noktasını, yatay eksende bulunan maksimum değer ise seçilen B noktasını göstermektedir. Bu bölgeden geçmiş olan 4 yolcu gemisinin de belirli bir güzergahı takip ederek seyir yaptıkları görülmektedir.

Şekil 42. Yolcu Gemilerinin Analizi



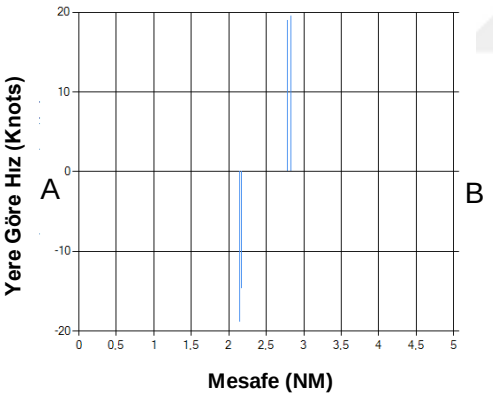
Frekans – Mesafe Dağılımı

Şekil 41'da görüldüğü gibi seçilen hattan geçen 4 gemi bulunmaktadır. 2 gemi Kuzey-Batı yönüne, 2 gemi ise Güney-Doğu yönüne doğru seyir yapmaktadır.



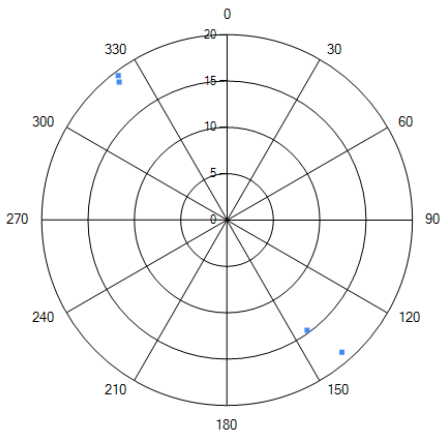
Draft – Mesafe Dağılımı

Her iki yöne giden gemilerin draftlarında farklılık olsa da hemen hemen aynı noktalardan geçerek seyir yaptığı görülmektedir.



Yere Göre Hız – Mesafe Dağılımı

Her iki yöne giden gemilerin yere göre hızları farklı olsa da hemen hemen aynı noktalardan geçerek seyir yaptığı görülmektedir.



Yere Göre Hız – Yere Göre Rota Dağılımı

Hattan geçen yolcu gemilerden Kuzey-Batı yönüne gidenler yaklaşık 20 knots süratle seyir yaparken Güney-Doğu yönüne giden gemi yaklaşık 15 ve 20 knots süratle seyir yapmaktadır.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada geliştirilen masaüstü uygulaması ile farklı gemi tipleri için gemilerin güzergahları çıkarılabilmekte ve seçilen hatlardaki gemi hareketleri incelenebilmektedir. Herhangi bir bölgede karar almadan önce gemi hareketleri incelenerek bölgedeki deniz trafiği hakkında fikir sahibi olmak mümkündür. Önceki bölümde üç gemi tipi için yapılan örnek uygulama diğer gemi tipleri için de yapılabilmektedir.

Bu analizler, trafik ayrım düzenlerinde yapılarak, hattın karşı tarafında ya da orta hatta seyir yapan gemilerin geçtikleri güzergahlar ve dağılımlar ortaya çıkarılabilir ya da trafik ayrım düzeni olmasa dahi, geçen gemilerin izledikleri güzergahlar incelenerek önlemler alınabilir. Örneğin bir hattan geçen iki yönlü gemi trafiği gidiş-geliş için çoğunlukla aynı noktaları kullanıyorsa, o bölgede gemilerin pruva-pruvaya gelme ihtimallerinin yüksek olduğu söylenebilir ve bu gibi durumların olduğu bölgelere trafik ayrım düzenlerinin getirilmesi gibi önlemler alınabilir. Çalışmada geliştirilen masaüstü uygulamasının karar vericiye bu konuda destek olacağı düşünülmektedir.

Deniz trafiğinin haritalandırılması ile ilgili çalışmalara bakıldığında, Pallota ve diğerleri (2013) tarafından yapılan çalışmada ortaya çıkarılan haritalara benzer olarak, geliştirilen masaüstü uygulamasında da gemi hareketlerini görüntülemek mümkün olmaktadır. Pallotta ve diğerleri (2013) tarafından yapılan çalışmada, gemilerin kümelendiği rotalar ayrı ayrı ortaya çıkarılırken, bu çalışmada geliştirilen uygulamada genel bir gemi hareketlerini gösteren harita ortaya çıkarılmaktadır. Masaüstü uygulamasında OTS verilerinin haritalandırılması, Willems ve diğerleri (2009) tarafından yapılan çalışmadaki gibi detaylı ya da Wu ve diğerleri (2017) tarafından yapılan çalışmadaki gibi yoğunluğa göre renk değiştiren harita vermese de farklı gemi tiplerine göre gemi hareketleri incelenmesi ve genel değerlendirmelerin yapılması ya da Natale ve diğerleri (2015) tarafından yapılan çalışmadaki gibi detaylı bilgiler vermese de, balıkçılık faaliyetlerini gösteren haritaların ortaya çıkarılması mümkündür. Daha detaylı değerlendirmeler olan bu faaliyetlerin ekonomik, çevresel etkileri gibi farklı değerlendirmelerin yapılabilmesi için masaüstü uygulamasına yeni eklentilerin yapılması gerekmektedir.

Masaüstü uygulamasından elde edilen grafikler Xiao ve diğerleri (2015) tarafından yapılan çalışmadaki gibi kullanılabilir. Xiao ve diğerleri (2015) tarafından yapılan çalışmada dar ve geniş kanalda belirli kesitler alınmış ve gemilerin bu kesitlerden geçişleri incelenmiştir. Bu çalışmada geliştirilen masaüstü uygulamasında da benzer şekilde kesitler alınarak farklı bölgelerdeki gemi hareketlerinin incelenmesi

mümkün olmaktadır. Örneğin İzmir Köfezi'nde Yenikale mevkisinde meydana gelen karaya oturma kazalarının fazla olması (Nas 2011:16) nedeniyle, bu bölgeden geçen gemilerin seyir yaptıkları güzergahlar, Yenikale Burnu'nu geçerken sığ sulara olan mesafeleri, Yenikale Burnu'nu geçtikleri sırada gemi süratleri gibi analizleri yapmak mümkündür.

Çalışmada kullanılan OTS verilerindeki eksiklikler uygulamanın kullanılmasındaki zayıf yönlerden biridir. Önceki bölümde yapılan analizlere bakıldığında, tanker gemilerinin Frekans-Mesafe dağılımlarında 3 gemi olduğu görülmektedir. Ancak aynı verilerle yapılan Draft-Mesafe dağılımında ise sadece 1 gemiye ait draft bilgisi görülmektedir. Bu durum gemilerden gelen OTS verilerinde eksik ya da hatalı veri olmasından kaynaklanmaktadır. İlgili örnekte, seçili hattan geçen gemilerden 2 tanesinin draft bilgisi 0 olarak görülmektedir. Harati-Mokhtar ve diğerleri (2007) tarafından yapılan çalışmada gemilerin rapor ettikleri gemi boyu, gemi eni, draftı gibi bilgiler ile OTS aygıtından gelen veriler incelenmiş ve arada farklar olduğu görülmüştür. Çalışmada kullanılan verilerde de hata olduğu ortaya çıkmıştır. Kullanıcı tarafından girilen draft bilgisinde bu şekilde hatalar bulunabilirken OTS aygıtının sensörler yardımıyla otomatik olarak aldığı verilerden biri olan Yere Göre Sürat verisinde ise yanlış veri gelme olasılığı daha düşüktür.

Bu çalışmanın önceki bölümlerinde deniz trafiğinin izlenmesi, haritalandırılması, analiz edilmesiyle ilgili yapılmış birçok çalışmaya yer verilmiştir. Bu çalışmaların bazılarında yeni programlar, yöntemler geliştirilirken bazılarında ise mevcut programlar kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Ülkemizde ise, deniz trafiğiyle ilgili yapılmış çalışmalar bulunmakla birlikte (Nas, 2014; Viran, 2014; Şahin 2015) deniz trafiğinin incelenmesi konusunda geliştirilmiş bir uygulama bulunmamaktadır. Bu çalışmada ortaya çıkarılan uygulama, deniz trafiğinin incelenmesi, analiz edilmesi için ilk örnek özelliği taşımaktadır. Uygulamanın şu anki aşaması OTS verileri ile deniz trafiğinin haritalandırılması ve seçilen hatlardaki deniz trafik dağılımının incelenmesinde kullanılabilmektedir. Uygulamanın, istekler ve ihtiyaçlar doğrultusunda geliştirilmesi mümkündür. Örneğin bütün gemi trafiği üzerinde, gemi tiplerine göre trafik dağılımları, gemi boyuna göre trafik dağılımları gibi farklı analiz türleri de uygulamaya eklenerek uygulamanın geliştirilmesi mümkündür. Benzer şekilde gemi tipi üzerinden de daha detaylı analizler yapılabilir. Örneğin, tankerlerin, taşıdığı tehlikeli yük gruplarına göre tercih ettikleri güzergahın görülebileceği analizleri uygulamaya eklemek mümkündür.

Bu çalışmada geliştirilen masaüstü uygulaması, deniz trafiğinin akışıyla ilgili olarak kullanıcıya bilgi vermekle birlikte bu bilgiler, bölgede alınacak kararlar için bir karar destek sistemi olarak kullanılabileceği gibi bölgede çalışacak araştırmacılar tarafından da bir uygulama aracı olarak kullanılabilir.

Geliştirilen masaüstü uygulaması belirli bir bölge haritası kullanılarak oluşturulmuştur. Gelecek çalışmalarda ise dinamik haritaların bulunduğu, dünya üzerinde istenilen bölgeyle ilgili deniz trafik analizinin gerçekleştirilebileceği uygulamalar geliştirilebilir.

KAYNAKÇA

6102 Sayılı TTK, 14.02.2011 Tarih ve 27846 Sayılı Resmi Gazete.

Algan, S. (2016). *Her Yönüyle C#.* İstanbul: Pusula Yayıncılık İletişim Yazılım İmalat San. Tic. Ltd. Şti.

Antonio, F. (1992). Faster Line Segment Intersection. *Graphics Gems III* (ss.199-202). United States of America: Academic Press, Inc.

Ball, H. (2013). *Satellite AIS for Dummies*. United States: John Wiley & Sons Canada, Ltd.

Bowditch, N. (2002). *The American Practical Navigator.* Bethesda, Maryland: National Imagery and Mapping Agency.

Briggs, J. N. (2004). *Target Detection by Marine Radar*. London: The Institution of Electrical Engineers.

Chen, D., Zhao, Y., Nelson, P., Li, Y., Wang, X. Zhou, Y., Lang, J., ve Guo, X. (2016). Estimating Ship Emissions Based on AIS Data for Port of Tianjin, China. *Atmospheric Environment.* 145:10-18.

Dzikowski, R. ve Ślączka, W. (2014). Analysis of IWRAP mk2 Application for Oil and Gas Operations in the Area of the Baltic Sea in view of Fishing Vessel Traffic. *Scientific Journals Maritime University of Szczecin* 40 (112):58–66.

Eide, M. S., Endresen, Ø., Brett, P. O., Ervik, J. L. ve Røang, K. (2007). Intelligent Ship Traffic Monitoring for Oil Spill Prevention: Risk Based Decision Support Building on AIS. *Marine Pollution Bulletin.* 54(2007):145–148.

Eriksen, T., Høye, G., Narheim, B., ve Meland, B. J. (2006). Maritime Traffic Monitoring Using a Space-Based AIS Receiver. *Acta Astronautica.* 58 (2006): 537–549.

Eucker, W. (2011). *A Geospatial Analysis of Arctic Marine Traffic*. Cambridge: University of Cambridge.

Felski, A., Jaskólski, K. ve Banyś, P. (2015). Comprehensive Assessment of Automatic Identification System (AIS) Data Application to Anti-Collision Manoeuvring. *The Journal of Navigation*. 68: 697–717.

Frawley, W. J., Piatetsky-Shapiro, G. ve Matheus, C. J. (1992). Knowledge Discovery in Databases : An Overview. *AI Magazine*. 13(3): 57-70.

Friis-Hansen, P. ve Simonsen B. C. (2002). GRACAT: Software for Grounding and Collision Risk Analysis. *Marine Structures.* 15 (2002): 383–401

Friis-Hansen, P., Hansen A. M. ve Simonsen B C. (2000). *User Manual for Gracat – Grounding and Collision Analysis Toolbox*. ISESO GRACAT User Manual

Gini, F. ve Rangaswamy M. (2008). *Knowledge Based Radar Detection, Tracking, and Classification*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.

Goerlandt, F., Hanninen, M., Stahlberg, K., Montewka, J. ve Kujala, P. (2012). Simplified Risk Analysis of Tanker Collisions in the Gulf of Finland. *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*. 6(3):381–387.

Greidanus, H., Alvarez, M., Eriksen, T. ve Gammieri, V. (2016). Completeness and Accuracy of a Wide-Area Maritime Situational Picture Based on Automatic Ship Reporting Systems. *The Journal of Navigation*. 69:156–168.

Han, W., Yang, W. ve Gao, S. (2016). Real-time Identification and Tracking of Emission from Vessels based on Automatic Identification System Data. *13th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM)*. Kunming, China. 24-26 June 2016.

Hanninen, M. ve Kujala, P. (2010). The Effects of Causation Probability on the Ship Collision Statistics in the Gulf of Finland. *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*. 4(1):79–84.

Harati-Mokhtari, A., Wall, A., Brooks, P. ve Wang, J. (2007). Automatic Identification System (AIS): Data Reliability and Human Error Implications. *The Journal of Navigation*. 60:373-389

IALA-AISM. (2003). *IALA Guidelines on the Universal Automatic Identification System (AIS)*. Volume 1, Part I – Operational Issues. Edition 1.1.

IALA-AISM. (2009). *IALA Recommendation O-134 on the IALA Risk Management Tool for Ports and Restricted Waterways.* Edition 2.

IALA-AISM. (2011). *IALA Recommendation A-126 on the Use of the Automatic Identification System (AIS) in Marine Aids to Navigation Services*. Edition 1.5.

IALA-AISM. (2013). *IALA Recommendation O - 143 on Provision of Virtual Aids to Navigation.* Edition 1.1.

IALA-AISM. (2016). *IALA Guideline 1082 an Overview of AIS*. Edition 2.0

IMEAK-DTO. (2016). *2015 Deniz Sektörü Raporu*. İstanbul.

IMO. (2003). *Convention on the International Regulations for Preventing Collisions At Sea, 1972*. Consolidated Edition. London: lnternational Maritime Organization.

IMO. (2008a). *Guidance on the Implementation of the LRIT System*. Maritime Safety Committee (MSC) Circular (MSC.1/Circ.1298).

IMO. (2008b). *Adoption of Amendments to the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, As Amended*. (Annex 2 Resolution MSC.256(84) (adopted on 16 May 2008)).

IMO. (2014). *International Convention for the Safety of Life at Sea*. Consolidated Edition 2014. United Kingdom: Polestar Wheatons

IMO. (2015a). *Revised Guidelines for the Onboard Operational Use of Shipborne Automatic Identification Systems (AIS).* (Resolution A.1106(29) Adopted on 2 December 2015 (Agenda item 10))

IMO. (2015b). *Routeing Measures and Mandatory Ship Reporting Systems.* (NCSR 3/INF.3. 24 November 2015).

ITU-R. (2014). *Technical Characteristics for an Automatic Identification System Using Time Division Multiple Access in the VHF Maritime Mobile Frequency Band*. Recommendation ITU-R M.1371-5. Geneva: Electronic Publication.

Jeong, J. S., Park, G-K. ve Kim, K-I. (2013). Maritime Traffic Characteristics in Waterway with Time Variant CPA. *Annual of Navigation*. 20:49–58.

Jiacai, P., Qingshan, J., Jinxing, H. ve Zheping, S. (2012). An AIS Data Visualization Model for Assessing Maritime Traffic Situation and Its Applications. *Procedia Engineering.* 29:365–369.

Karlsson, M., Rasmussen, F. M., Frisk, L. ve Ennemark, F. (1998). *Verification of Ship Collision Frequency Model. Ship Collision Analysis*. Netherlands: A.A. Balkemav.

Kazimierski, W. ve Stateczny, A. (2015). Radar and Automatic Identification System Track Fusion in an Electronic Chart Display and Information System. *The Journal of Navigation*. 68: 1141–1154.

Kim, D-W., Park, J-S. ve Park, Y-S. (2011). Comparison Analysis between the IWRAP and the ES Model in Ulsan Waterway. *Journal of Navigation and Port Research International Edition*. 35(4):281–287.

Kristiansen, S. (2005). *Maritime Transportation: Safety Management and Risk Analysis*. Great Britain: Elsevier Butterworth-Heinemann

Kujala, P., Hänninen, M., Arola, T. ve Ylitalo, J. (2009). Analysis of the Marine Traffic Safety in the Gulf of Finland. *Reliability Engineering and System Safety*. 94:1349–1357.

LeBlanc, P. (2013). *Microsoft SQL Server 2012*. California: O'Reilly Media, Inc.

Lei, P-R., Tsai, T-H. ve Peng, W-C. (2016). Discovering Maritime Traffic Route from AIS Network. *The 18th Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS)*

Lindstrom, T. R. (2014). *Using Automatic Identification System Technology to Improve Maritime Border Security*. California: Naval Postgraduate School.

Mazaheri, A., Goerlandt, F., Kujala, P. ve Montewka, J. (2012). A Decision Support Tool for VTS Centers to Detect Grounding Candidates. *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*. 6(3):337–343.

Mazaheri, A., Montewka, J. ve Kujala, P. (2013). Correlation between the Ship Grounding Accident and the Ship Traffic – A Case Study Based on the Statistics of the Gulf of Finland. *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation.* 7(1):119–124.

Mehta, A. L. (2016). *Analysis of Waterway Transportation in Southeast Texas Waterway Based on AIS Data*. Texas: Lamar University.

Miyake, R., Fukuto, J. ve Hasegawa, K. (2015). Procedure for Marine Traffic Simulation with AIS Data. *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*. 9(1):59–66.

MMO (2014). *Mapping UK Shipping Density and Routes Technical Annex*. A report produced for the Marine Management Organisation, pp 52. MMO Project No: 1066. ISBN: 978-1-909452-26-8

Mou, J. M., Tak, C. V. D. ve Ligteringen, H. (2010). Study on Collision Avoidance in Busy Waterways by Using AIS Data. *Ocean Engineering*. 37:483–490.

Mustaffa, M., Ahmat, N. H. ve Ahmad, S. (2015). Mapping Vessel Path of Marine Traffic Density of Port Klang , Malaysia Using Automatic Identification System (AIS) Data. *International Journal of Science and Research (IJSR).* 4(11):245–248.

Nas, S. (2011). İzmir Körfezi Deniz Ulaştirma Emniyeti ve Yenikale Geçidi Karaya Oturma Kazalarinin Analizi. *DEÜ Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 13(1):9–21.

Nas, S. (2014). Deniz Trafiğinde Çatışma Tehlikesi Olasılığının Analizi: Marmara Denizi Uygulaması. I. Ulusal Gemi Trafik Hizmetleri Kongresi. 08-09 Aralık. İstanbul.

Nas, S. (2016). D.E.Ü. Denizcilik Fakültesi Liman Modelleme Simülatörü.

Natale, F., Gibin, M., Alessandrini, A., Vespe, M. ve Paulrud, A. (2015). Mapping Fishing Effort through AIS Data. *PLOS ONE*. 10(6).

Nyman, T. (2009). *SE3.2.1 Review of Collision and Grounding Risk Analysis Methods Which Can Utilize the Historical AIS Data and Traffic Patterns in Seawaters*. SKEMA Study.

Ou, Z. ve Zhu, J. (2008). AIS Database Powered by GIS Technology for Maritime Safety and Security. *Journal of Navigation.* 61:655–665.

Pallotta, G., Vespe, M. ve Bryan, K. (2013). Traffic Knowledge Discovery from AIS Data. *Proceedings of the 16th International Conference on Information Fusion*.

PIANC. 2014. *Harbour Approach Channels Desing Guidelines.*

Prasad, M. (1991). Intersection of Line Segments. *Graphics Gems II* (ss.7-9). United States of America: Academic Press, Inc.

Qu, X., Meng, Q ve Suyi, L. (2011). Ship Collision Risk Assessment for the Singapore Strait. *Accident Analysis and Prevention*. 43:2030–2036.

Hänninen, S., Nyman, T., Rytkönen, J., Rosqvist, T., Sonninen, S., Tuominen, R., Juva, M., Jalonen, R., Palonen, A. ve Riska, K. (2002). The Implementation of the VTMIS System for the Gulf of Finland, Formal Safety Assessment Study.

Sang, L-Z., Yan, X-p., Wall, A., Wang, J. ve Mao, Z. (2016). CPA Calculation Method Based on AIS Position Prediction. *The Journal of Navigation.* 69:1409–1426.

Seta, T., Matsukura, H., Aratani, T. ve Tamura, K. (2016). An Estimation Method of Message Receiving Probability for a Satellite Automatic Identification System Using a Binomial Distribution Model. *Scientific Journals of the Maritime University of Szczecin.* 46 (118):101–107.

Shelmerdine, R. L. (2015). Teasing out the Detail: How Our Understanding of Marine AIS Data Can Better Inform Industries, Developments, and Planning. *Marine Policy.* 54:17–25.

Skauen, A. N. (2016). Quantifying the Tracking Capability of Space-Based AIS Systems. *Advances in Space Research*. 57:527–542.

Stupak, T. (2014). Influence of Automatic Identification System on Safety of Navigation at Sea. *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation.* 8(3):337–341.

Suman, S., Nagarajan, V., Sha, O. P., Khanfir, S., Kobayashi, E. Malik, A. M. B. A. (2012). Ship Collision Risk Assessment Using AIS Data. *International Journal of Innovative Research & Development.* 1(10):509–524.

Şahin, O. A. (2015*). İzmit Körfezi Deniz Trafiğinin IWRAP Model Kullanılarak İncelenmesi.* İstanbul, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Tsou, M-C. (2010). Discovering Knowledge from AIS Database for Application in VTS. *The Journal of Navigation.* 63:449–469.

UNCTAD. (2016). *Review of Maritime Transport 2016.* United Nations Publication.

URL1 - International Maritime Organization. Vessel Traffic Services. http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Navigation/Pages/VesselTrafficServices.aspx, (28.12.2016).

URL2 - Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü. https://www.kiyiemniyeti.gov.tr/Default.aspx?pid=23, (21.04.2017).

URL3 – Marine Traffic. https://www.marinetraffic.com, (22.03.2017).

URL4 - International Maritime Organization. Formal Safety Assessment. http://www.imo.org/en/OurWork/safety/safetytopics/pages/formalsafetyassessment.aspx, (09.03.2017)

URL5 – Deniz Haber. (18 Ocak 2016), İzmir Körfezi'nde Deniz Emniyeti Masaya Yatırıldı. http://www.denizhaber.com/guncel/izmir-korfezinde-deniz-emniyeti-masaya-yatirildi-h41633.html, (09.03.2017).

URL6 - IBM. 2.5 quintillion bytes of data created every day. How does CPG & Retail manage it?, https://www.ibm.com/blogs/insights-on-business/consumer-products/2-5-quintillion-bytes-of-data-created-every-day-how-does-cpg-retail-manage-it/, (25.04.2017).

URL7 – Bilgisayar Mühendisleri. Transact-SQL - T-SQL - SQL NEDİR? http://www.bilgisayarmuhendisleri.com/sayfa.aspx?s=84, (25.04.2017).

URL8 – Yazılımcılar Dünyası. (17 Ekim 2016). IDE Nedir? (Integrated Development Environment – Tümleşik Geliştirme Ortamı). http://www.yazilimcilardunyasi.com/2016/10/ide-nedir-integrated-development.html, (26.04.2017).

URL9 – Selçuk NAS, http://www.nasmaritime.com/PRESENTATIONS/SN - DEPARTURE.ppt, (02.04.2017).

URL10 - APM Terminal. APM Terminals Izmir Buxcoast gemisini misafir etti. (09 Eylül 2016). http://www.apmterminals.com/tr/operations/europe/izmir/about-us/news, (27.03.2017).

URL11 - APM Terminal. http://www.apmterminals.com/tr/operations/europe/izmir/about-us/photo-gallery, (26.03.2017).

URL12 - Ege Gaz. http://www.egegaz.com.tr/tr/terminal.aspx, (27.03.2017).

URL13 - Etki Liman. http://www.etkiliman.com.tr/tr/FSRU-/FSRU-.html, (27.03.2017).

URL14 - İzmir Demir Çelik Sanayi A.Ş. http://www.izdemir.com.tr/IdcLimanIsletmeleri.asp, (27.03.2017).

URL15 - Ege Denizcilik ve Liman Hizmetleri Ticaret A.Ş. http://www.egecelik.com.tr/tr/default.asp?pg=liman, (27.03.2017).

URL16 - MARIN. Safety (QRA) Software. http://www.marin.nl/web/Facilities-Tools/Software/Safety-QRA-Software.htm, (09.03.2017).

URL17 - Microsoft. Visual Studio IDE. https://msdn.microsoft.com/tr-tr/library/dn762121.aspx, (26.04.2017).

URL18 - Deniz Ticareti Genel Müdürlüğü İstatistik Bilgi Sistemi. https://atlantis.udhb.gov.tr/istatistik/istatistik_gemi.aspx, (22.05.2017)

URL19 - PETKİM. PETKİM KONTEYNER LİMANI İÇİN TARİHİ İMZA. (22 Şubat 2013).http://www.petkim.com.tr/basin-bulteni/157/708/PETKIM-KONTEYNER-LIMANI-ICIN-TARIHI-IMZA.aspx, (26.03.2017).

URL20 – Türk Dil Kurumu, http://www.tdk.gov.tr. (21.05.2017)

URL21 – IMEAK Deniz Ticaret Odası, http://www.denizticaretodasi.org.tr/Sayfalar/sirkulerdetay.aspx?duyuru=8728, (25.02.2017).

URL22 – MARIN, Computer Program SAMSON. http://www.marin.nl/web/file?uuid=ea1af854-d9ea-4a64-8b63-c097196c029d&owner=d2590545-3d49-46fa-8b10-f3d2e75493c0&contentid=1131, (21.04.2017).

URL23 – International Maritime Organization. Automatic Identification Systems (AIS). http://www.imo.org/en/OurWork/safety/navigation/pages/ais.aspx, (01.06.2017)

Viran, A. (2014). İstanbul Boğazı Yoğun Trafik Bölgesinin (Güney Bölgesi) Otomatik Tanımlama Sistemi Tabanlı Risk Harıtasının Çıkarılması. İstanbul, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Watagawa, M., Kobayashi, E. ve Wakabayashi, N. (2012). Monitoring of Vessel Traffic Using AIS Data and ALOS Satellite Image. *In 2012 OCEANS 2012*. *Yeosu*. IEEE.

Willems, N., Wetering, H. V. D. ve Wijk, J. J. V. (2009). Visualization of Vessel Movements. *Eurographics/ IEEE-VGTC Symposium on Visualization 2009.* 28(3):959–966.

Wu, L., Xu, Y., Wang, Q., Wang, F. ve Xu, Z. (2017). Mapping Global Shipping Density from AIS Data. *The Journal of Navigation.* 1-15.

Xiao, F., Ligteringen, H., Gulijk, C. V. ve Ale, B.(2015). Comparison Study on AIS Data of Ship Traffic Behavior. *Ocean Engineering*. 95:84–93.

Zaman, M. B., Kobayashi, E., Wakabayashi, N. ve Maimun, A. (2015). Risk of Navigation for Marine Traffic in the Malacca Strait Using AIS. *Procedia Earth and Planetary Science*. 14:33–40.

EKLER

EK 1: OTS Verileri Kullanım İzni – 1

T.C.
ULAŞTIRMA DENİZCİLİK VE HABERLEŞME BAKANLIĞI
Deniz ve İçsular Düzenleme Genel Müdürlüğü

Sayı : 19463099-130.02.03/45939 12./09/2014
Konu : OTS Veri Talebi

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİNE
(Denizcilik Fakültesi Dekanlığı)

İlgi : Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dekanlığı'nın 10/09/2014 tarihli ve 1560 sayılı yazısı.

İlgi yazıda, öğretim üyelerinden Doç. Dr. Selçuk NAS tarafından bilimsel amaçlı olarak gerçekleştirilecek olan Çandarlı Körfezi – Nemrut Körfezi ve İzmir Körfezi'nde deniz trafiği risk değerlendirmesi için aşağıda enlem / boylam sınırları verilen deniz alanlarına ilişkin bir yıllık Otomatik Tanımlama Sistemi (OTS) verisine ihtiyaç duyulduğu belirtilmekte olup, OTS verilerinin Genel Müdürlüğünüzden alınması ve verilerin bilimsel amaçlı olarak kullanılması konusunda izin talep edilmektedir.

Konuyla ilgili olarak, Genel Müdürlüğünüzce kurulumu tamamlanmış olan Seyir Yardımcıları İzleme Sistemi (SOTAS)'nden bahse konu deniz alanlarındaki gemilere ilişkin elde edilen OTS verilerinin 3. Şahıslara verilmemesi veya yayımlanmaması şartıyla Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dekanlığına verilmesi tarafımızca uygun değerlendirilmekte olup, bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Bölge	Deniz alanı
Çandarlı-Nemrut Körfezi	38° 58' K – 38° 42' K / 026° 42' D – 027° 06' D
İzmir Körfezi	38° 58' K – 38° 18' K / 026° 21' D – 027° 12' D

Cemalettin ŞEVLİ
Bakan a.
Genel Müdür V.

DAĞITIM
Gereği
KEGM

Bilgi
Dokuz Eylül Üniversitesi

GELEN EVRAK
Kayıt Tarihi: 19.09.2014
Kayıt No: 2475
Dosya No:

Hakkı Turayliç Caddesi No: 5 06338 Emek/ Çankaya / ANKARA
Telefon: (0 312) 203 10 00/3446 Faks: (0 312) 231 33 06
e-posta: onur.sari@udhb.gov.tr Elektronik Ağ: www.udhb.gov.tr
Ayrıntılı bilgi için irtibat: Onur SARI GS Uzmanı

EK 2: OTS Verileri Kullanım İzni - 2

KIYI EMNİYETİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Seyir Yardımcıları Dairesi Başkanlığı

Sayı : 19931511-205/51248 30.09.2014
Konu : SOTAS (Aıs –ATON)

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ DENİZCİLİK FAKÜLTESİNE

Öğretim üyelerinizden Doç. Dr. Selçuk NAS tarafından bilimsel amaçlı olarak gerçekleştirilecek olan Çandarlı Körfezi - Nemrut Körfezi ve İzmir Körfezi'nde deniz trafiği risk değerlendirmesi için koordinatları verilen deniz alanlarına ilişkin bir yıllık Otomatik Tanımlama Sistemi (OTS) verisine ihtiyaç duyulduğu, OTS verilerinin bilimsel amaçlı olarak kullanılması konusunda Deniz ve İçsular Düzenleme Genel Müdürlüğü'den izin talep edilmiştir.

Konuyla ilgili olarak, Deniz ve İçsular Düzenleme Genel Müdürlüğünün 12.09.2014 tarih ve 45999 sayılı yazısına istinaden, Kuruluşumuz Seyir Yardımcıları İzleme Sistemi (SOTAS)' nden bahse konu bölgelerdeki gemilere ilişkin elde edilen OTS verileri 3. Şahıslara verilmemesi veya yayımlanmaması şartıyla CD ortamında ekte sunulmuş olup, gereği hususunda bilgilerinize arz/rica ederiz.

Mehmet GENÇ
Daire Başkan Yardımcısı V.

Mustafa Celalettin UYSAL
Daire Başkanı

EK :
1 adet CD

BELGENİN ASLI
ELEKTRONİK İMZALIDIR
10.10.2014

Erdinç YARALI
Yazı İşl. S. Sef

GELEN EVRAK
Kayıt Tarihi: 20.10.2014
Kayıt No: 2788
Dosya No:

Not: 5070 sayılı elektronik imza kanununu gereği bu belge elektronik imza ile imzalanmıştır.

Meclis-i Mebusan Caddesi No :14 Kat :4 Salıpazarı
Telefon No : (212) 334 45 00 Belgegeçer No : (212) 243 22 11
e-posta : seyir@kiyiemniyeti.gov.tr internet adresi : www.kegm.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için:
Z.BAHÇECİ
Memur