



**YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ OPTİK UYDU GÖRÜNTÜSÜNDEN
YARARLANARAK TİCARET GEMİLERİNİN
AYRIMI, TANINMASI VE BULUNMASI**

Doktora Tezi

Zeki YAŞAR

Eskişehir 2021

**YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ OPTİK UYDU GÖRÜNTÜSÜNDEN
YARARLANARAK TİCARET GEMİLERİNİN
AYRIMI, TANINMASI VE BULUNMASI**

Zeki YAŞAR

Doktora Tezi

Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Galip Berkan ECEVİTOĞLU

Eskişehir

Eskişehir Teknik Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Eylül 2021

ÖZET
YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ OPTİK UYDU GÖRÜNTÜSÜNDEN
YARARLANARAK TİCARET GEMİLERİNİN
AYRIMI, TANINMASI VE BULUNMASI

Zeki YAŞAR

Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı
Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Eylül 2021
Danışman: Prof. Dr. Galip Berkan ECEVİTOĞLU

Uzaktan algılama teknolojileri gelişmeye devam ettikçe birçok farklı bilim dalının bu konuya olan ilgisi her geçen gün daha da artmaktadır. Denizcilik alanında da bu gelişmelerin ışığında yapılan çalışmalar çoğalmaktadır. Gemilerin uydu görüntüleri üzerinden tespit edilmesine yönelik çalışmalar özellikle aktif radar uyduların sürece katılması ile hız kazanmıştır. Bu çalışmada ise optik uydu görüntüleri üzerinden gemi tespiti ve denizcilik alanının ilgi alanına giren gemi kimliğinin tespit edilmesi üzerine eğitimsiz uzaktan algılama ve görüntü işleme yöntemleriyle gemi ve gemiye ait tanımlayıcı özelliklere ulaşılmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara bakıldığında gemiye ait en, boy, mevki, zaman, rota, pruva hattı, seyir durumu bilgilerine ulaşılabildiği ve anlamlı bir şekilde belirlendiği gözlemlenmiştir. Bunların dışında kalan tür ve hız tespiti için ise çalışmalara devam edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Gemi tür tespitinde geometrik, hız tespitinde ise istatistiksel yaklaşımlar önerilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Uzaktan algılama, Gemi tespit etme, Optik uydu görüntüsü, Görüntü işleme, Matlab.

ABSTRACT

DISCRIMINATION, RECOGNITION AND PRESENCE OF TRADE SHIPS BY USING THE HIGH-RESOLUTION OPTICAL SATELLITE IMAGE

Zeki YAŞAR

Department of Remote Sensing and Geographic Information Systems
Eskişehir Technical University, Institute of Graduate Programs, September 2021
Supervisor: Prof. Dr. Galip Berkan ECEVİTOĞLU

As remote sensing technologies continue to develop, the interest of many different disciplines in this subject is increasing day by day. Studies conducted in the light of these developments in the field of maritime are increasing. Studies on detecting ships through satellite images gained momentum especially with the participation of active radar satellites in the process. In this study, it has been tried to reach the descriptive features of the ship and the ship with untrained remote sensing and image processing methods on the detection of the ship via optical satellite images and the identification of the ship that is in the field of interest of the maritime area. When the results obtained are examined, it has been observed that the ship's width, length, position, time, route, bow line, cruise status information can be accessed and determined in a meaningful way. It was concluded that studies should be continued for the determination of species and speed other than these. Geometric approaches are recommended for ship type detection and statistical approaches are recommended for speed detection.

Keywords: Remote sensing, Ship detection, Optical satellite imagery, Image processing, Matlab.

TEŞEKKÜR

Doktora uzun ve meşakkatli bir yol. Doktora dersleri ve çalışmaları süresince zorlu dönemler oldu. Bütün dileğim insanlığa ve mesleğime faydalı, özgün bir çalışma yapmak ve katkı sağlamak. Sonuçta, bütünüyle bu süreci yaşamaya değdi.

Doktora çalışmaları süresince her zaman ustalığıyla, akademik ve mesleki saha tecrübeleriyle desteğini esirgemeyen ve bana olan inancını belirten çok kıymetli, saygıdeğer danışmanım Prof. Dr. Galip Berkan ECEVİTOĞLU'na saygılarımı, teşekkürlerimi sunarım.

Doktora tez izleme çalışmaları esnasında bana olan destekleri ve akademik bakışlarıyla her zaman katkı sağlayan Doç. Dr. Uğur AVDAN'a ve Doç. Dr. Tansu FİLİK'e saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Tez savunmasında jüri üyesi olarak görev alan kıymetli akademisyen Doç. Dr. Murat UYSAL, Dr. Öğr. Üyesi Resul ÇÖMERT ve Dr. Öğr. Üyesi Erdem BİLGİLİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Bu süreçte benimle aynı dönemleri birlikte yaşayan eşim Müge'ye ve sevgili kızım Aurora'ya anlayışlı tutumları ve destekleri için çok teşekkür ederim.

Zeki YAŞAR

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Eskişehir Teknik Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Zeki YAŞAR

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
BAŞLIK SAYFASI.....	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLOLAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. TİCARET GEMİLERİ.....	10
2.1. Ticaret Gemilerinin Sınıflandırılması	12
2.2. Gemi tanımlayıcı AIS bilgileri	16
3. GEMİ TANIMLAYICI VE AYIRICI YAPISAL BİLGİLER	20
4. YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ OPTİK UYDU GÖRÜNTÜLERİ	23
5. MATERYAL METHOD.....	27
6. SONUÇLAR.....	40
7. TARTIŞMA.....	62
8. ÖNERİLER	67
KAYNAKÇA	69
ÖZGEÇMİŞ	

TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 2.1. Ticaret gemilerinin sınıflandırma tablosu.....	13
Tablo 2.2. AIS cihazının yayınladığı statik bilgiler tablosu.....	16
Tablo 2.3. AIS cihazının yayınladığı dinamik bilgiler tablosu.....	17
Tablo 2.4. AIS cihazının yayınladığı seyir ve diğer bilgiler tablosu.....	18
Tablo 6.1. Gemilere ait alan, merkez, en ve boy piksel değerler tablosu.....	46
Tablo 6.2. Gemi rotaları için bulunan değerler tablosu.....	48
Tablo 6.3. Gemilerin dümen suyuna ait alan, uç noktalar tablosu.....	49
Tablo 6.4. Gemin görüntüleri üzerinde bulunan yapısal elemanların Görüntülerinin ve sayılarının tablosu.....	52
Tablo 6.5. Görüntü bilgilerinden yararlanarak elde edilen piksel odaklı veriler tablosu (Hipotez 1-Hipotez 5 aralığı).....	54
Tablo 6.6. Görüntü bilgilerinden yararlanarak elde edilen piksel odaklı veriler tablosu (Hipotez 6-Hipotez 9 aralığı).....	55
Tablo 6.7. Görüntü bilgilerinden yararlanarak elde edilen metrik, konumsal veriler tablosu (Hipotez 1-Hipotez 5 aralığı)	57
Tablo 6.8. Görüntü bilgilerinden yararlanarak elde edilen metrik, konumsal veriler tablosu (Hipotez 6-Hipotez 9 aralığı).....	58
Tablo 6.9. Gemilere ait kontrol grubu gerçek en, boy, tür, mevki bilgileri tablosu.....	59
Tablo 6.10. Gemilere ait kontrol grubu gerçek zaman, rota, hız, pruva hattı, seyir durumu bilgileri tablosu.....	60

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 4.1. Worldview-4 uydusu görüntü örnekleri, (a) Yoyogi National Gymnasium (30cm) Shibuya, Tokyo, (b) Subi Reef (30cm) Spratly adaları, Çin, (c) Oil Tankers, Sebarok adası (30cm).....	24
Şekil 4.2. Yüksek çözünürlüklü uydu üzerinden alınan optik bir gemi görüntüsü ve yakınlaştırılmış detay üzerinde pikselin X,Y konum ve RGB değerleri....	25
Şekil 4.3. RGB den Gri ölçek dönüştürülen optik görüntü üzerinde farklı piksellere ait X-Y ve RGB değerleri gösterimi.....	26
Şekil 4.4. Optik uydu gemi görüntüsüne ait histogram grafiği ve görüntü üzerindeki piksel değerlerine bağlı nesnelerin histogramlarının gösterilmesi.....	26
Şekil 5.1. Herhangi pozisyondaki geminin ağırlık merkezinin ve simetri ekseninin bulunması.....	29
Şekil 5.2. Geminin ağırlık merkezinin eksen merkezine kaydırılması.....	30
Şekil 5.3. Geminin simetri ekseninin saat yönünün tersine α açısı kadar döndürülerek Y eksenine ile çakıştırılması.....	31
Şekil 5.4. Analitik düzlemde geminin eksenleri kestiği X1, -X1,Y1 ve -Y2 noktaları...	31
Şekil 5.5. Genelyük gemisinin sancak yönünde (A) ve kuş bakışı (B) olarak görünüşü.....	32
Şekil 5.6. Dökme yük gemisinin sancak yönünde (A) ve kuş bakışı (B) olarak görünüşü.....	32
Şekil 5.7. Konteynır gemisinin sancak yönünde (A) ve kuş bakışı (B) olarak görünüşü.....	33
Şekil 5.8. Ro-Ro gemisinin sancak yönünde (A) ve kuş bakışı (B) olarak görünüşü	33
Şekil 5.9. Petrol tankeri sancak yönünde (A) ve kuş bakışı (B) olarak görünüşü.....	34
Şekil 5.10. Kimyasal tanker sancak yönünde (A) ve kuş bakışı (B) olarak görünüşü ..	34
Şekil 5.11. LNG tanker sancak yönünde (A) ve kuş bakışı (B) olarak görünüşü.....	35
Şekil 5.12. LPG tanker sancak yönünden görünüşü.....	35
Şekil 5.13. Yolcu gemisi sancak (A) ve kuş bakışı (B1-B2-B3) yönünden görünüşü ..	36
Şekil 5.14. Gemi profillerinin geometrik görüntü taslakları.....	38
Şekil 5.15. Google Earth'den alınan farklı ticaret gemisi görüntü örneklem grubu.....	39

Şekil 6.1. Gemilere ait gri ve rgb görüntülerinin histogram dağılımları.....	41
Şekil 6.2. Threshold işlemi sonrasında gemilerin görünümü.....	44
Şekil 6.3. Gemilerin merkezlerinin bulunması ve gösterimi.....	45
Şekil 6.4. Strel('disk') değerleri değiştirilmesi sonrası elde edilen gemi merkezleri.....	45
Şekil 6.5. Edge detection yöntemiyle gemi türünü belirleme sonuçları.....	51
Şekil 6.6. Örnek gemiye ait görüntünün wgs84 olarak coğrafi referans tanımlaması örneği.....	56



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AIS	: Automatic Identification System (Otomatik Gemi Tanıtım Sistemi)
B	: Breadth (Kalıp Genişlik)
BiFPN	: Bidirectional Feature Pyramid Network (Çift Yönlü Özellikli Piramit Ağı)
Bilsat	: Türkiye'nin ilk yer gözlem ve uzaktan algılama uydusu
BİLTEN	: Bilgi Teknolojileri ve Elektronik Arastırma Enstitüsü
C#	: C sharp (Programlama Dili)
CFAR	: Constant False Alarm Rate (Sabit Yanlış Alarm Oranı)
Cm	: Centimeter (Santimetre)
COG	: Course Over Ground (Yere Göre Rota)
Colreg	: Convention on The International Regulations for Preventing Collisions at Sea (Denizde Çatışmayı Önleme Tüzüğü)
CSA-MDA	: Canadian Space Agency-MacDonald, Dettwiler and Associates (Kanada Uzay Ajansı- MacDonald, Dettwiler Ortaklığı)
D	: Draught (Draft, Su Çekimi)
DAM	: Dilated Attention Module (Genişletilmiş Dikkat Modülü)
DI	: Dinamik
DLA-34	: Deep Layer Aggregation (Derin Katman Toplama)
DRDN	: Deep Residual Dense Network (Derin Artık Yoğun Ağ)
DWT	: Deadweight tonnage (Geminin Ağırlık Taşıma Kapasitesi)
DWT	: Discrete Wavelet Transform (Ayrık Dalgacık Dönüşümü)
EOSAT	: Earth Observing Satellite Company (Dünya Gözlem Uydu Şirketi)
ETA	: Estimated Time Arrival (Tahmini Varış Zamanı)
ETM	: Enhanced Thematic Mapper (Gelişmiş Tematik Haritalayıcı)
Ft	: Feet (Bir ayak boyu)
GB	: Gigabite (Gigabayt)
GF-1	: Gaofen-1 Satellite of China National Space Agency (Çin uydusu)
GHz	: Giga hertz
GPS	: Global Positioning System (Küresel Konumlama Sistemi)
GSD	: Ground Sampling Distance-Yer Örneklem Mesafesi
H	: Hipotez

HOG	: Histogram of Oriented Gradients (Yönlendirilmiş Gradyanların Histogramları)
HRSI	: High-Resolution Satellite Imagery (Yüksek Çözünürlüklü Uydu Görüntüsü)
HSV	: Hue, Saturation and Value (Ton, Doygunluk ve Değer)
H-YOLO	: HSV Differences-You Only Look Once (Ton,Doygunluk ve Değer Farkları-Sadece Bir Kez Bakarsın)
IMO	: International Maritime Organisation (Uluslararası Denizcilik Örgütü)
ImYOLOv3	: Improved You Only Look Once (Geliştirilmiş Sadece Bir Kez Bakarsın 3)
InSAR	: Interferometric Synthetic Aperture Radar (Interferometrik Sentetik Radar)
Km	: Kilometer (Kilometre)
L2CSN	: Light-Weight Local Candidate Scene Network (Hafif Yerel Aday Görüntü Ağı)
Landsat	: Land Remote-Sensing Satellite System (Yer Uzaktan Algılama Uydu Sistemi)
LBP	: Length Between Perpendiculars (Dikmeler Arası Mesafe)
LFNet	: Lightweight Fusion Networks (Hafif Füzyon Ağları)
LIDAR	: Ligth Detection and Ranging (Işık Algılama ve Uzaklık Tayini)
LNG	: Liquified Natural Gas (Sıkıştırılmış Doğal Gaz)
LOA	: Length Overall (Tam Boy)
LPG	: Liquified Petroluem Gas (Sıkıştırılmış Petrol Gazı)
Matlab	: Matrix Laboratory (Matris Laboratuvarı)
MMS	: Magnetospheric Multiscale (Manyetosferik Çoklu Ölçek)
MMSI	: Maritime Mobile Service Identity Number (Deniz Seyyar Servis Kimlik Numarası)
MS	: Multi Spectral (Çoklu Spektral)
NASA	: National Aeronautics and Space Administration (Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi)
Nm:	: Nanometer (Nanometre)
NUC	: Not Under Command (Kumanda Altında Olmama)
OBO	: Oil Bulk Ore (Petrol Dökme ve Cevher)

OSD	: Optical Ship Detector (Optik Gemi Dedektörü)
Pan	: Panchromatic (Pankromatik)
PCANet	: Principal Components Analysis Network (Temel Bileşenler Analiz Ağı)
PQFT	: Phase Spectrum Quaternary Fourier Transform (Faz Spektrumu Kuvaterner Fourier Dönüşümü)
R-CNN	: Regional-Based Convolutional Neural Network (Bölgesel Tabanlı Evrişimli Sinir Ağı)
R-DFPN	: Rotation Dense Feature Pyramid Networks (Rotasyon Yoğun Özellikli Piramit Ağları)
RGB	: Red Green Blue (Kırmızı Yeşil Mavi)
RIATM	: Restricted in Ability to Manoeuvre (Manevra Yeteneği Kısıtlı)
RoI	: Region of Interest (İlgi Bölgesi)
RoRo	: Roll on Roll off (Tekerlekli Araç Yükleyen Gemi)
ROT	: Rate of Turn (Dönüş Hızı)
SAR	: Synthetic Aperture Radar (Sentetik Açıklıklı Radar)
S-CNN	: Convolutional Neural Networks (Evrişimli Sinir Ağları)
SDGH-Net	: Ship Detection in Optical Remote Sensing Images based on Gaussian Heatmap Regression (Gauss Isı Haritası Regresyonuna Dayalı Optik Uzaktan Algılama Görüntülerinde Gemi Tespiti)
SOG	: Speed Over Ground (Yere Göre Hız)
SPP	: Spatial Pyramid Pooling (Uzaysal Piramit Havuzlama)
ST	: Statik
SVM	: Support Vector Machine (Gauss destek vektör makinesi)
SW+DSOD	: Sliding Window+Deeply Supervised Object Detector (Sürgülü Pencere+Derinlemesine Denetimli Nesne Dedektörü)
TEU	: Twenty Foot Equivalent Unit (Yirmi Ayak Boyuna Eşdeğer Birim)
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel Araştırma Kurumu
UTC	: Coordinated Universal Time (Koordinatlı Evrensel Zaman)
YOLO	: You Only Look Once (Sadece Bir Kez Bakarsın)
α	: Alfa açısı

1. GİRİŞ

Dünyanın gelişen teknolojilerle daha da küçüldüğü hissiyatının arttığı günümüzde, bilgiye ulaşmak kadar doğru şekilde elde etmek de büyük önem taşımaktadır. Tekniğin gelişmesi birçok bilim dalında var olan alışkanlıkları ve veriye ulaşabilme yöntemlerini de olumlu yönde değiştirmektedir. Sahip olunan teknolojik ve bilimsel imkanlar yeni problemlere cevap bulacaktır. Bilgi, iletişim ve uzay teknolojilerinin hızlı gelişimi daha önce olmayan imkanları ardı sıra bilimin ve insanlığın önüne koymaktadır. Gözlem ve konum belirleme amaçlı uydu teknolojileri gibi iletişim teknolojilerinin de gelişmesi, bu teknolojilerin yeryüzünden takibini, kontrolünü yaşamın bir parçası haline getirmektedir.

Uydu teknolojilerinde konum belirleme sistemleri pek çok yer uygulamasında kullanılmaktadır. Bahsedilen uygulamaların bir örneği denizyolu ulaştırması alanında küresel mevki bildirme sistemi GPS (Global Positioning System) olarak uzun yıllardır kullanılmaktadır. Konum bildirme sistemlerinin kullanılmasının yanısıra son yıllarda denizyolu taşımacılığında otomatik kimlik tanıma sistemi AIS (Automatic Identification System) de kullanılmaktadır. AIS, ticaret gemilerine bağlı anten ile aktif sinyal yayımlayarak gemi kimlik bilgilerini güvenlik ve emniyet açısından ilgili birimlere bildirmektedir.

Gözlem uydu sistemleri uzaktan algılama alanında da kullanılmaktadır. Gözlem uyduları birçok farklı alanda ekonomik, hızlı ve güvenilir bilgiler sunmaktadır. Uzaktan algılama ana bilim dalının ilgisi alanına giren birçok endüstri ve coğrafi alanlar bulunmaktadır. Özellikle gözlem uydu teknolojilerinin gelişimi ve mekânsal çözünürlük değerlerinin iyileşmesiyle birlikte; denizcilik, denizyolu taşımacılığı, ticaret gemileri faaliyetleri de uzaktan algılamanın ilgi alanına girmeye başlamıştır.

Ticaret gemilerinin, AIS cihazları üzerinden aktif radyo dalgalarıyla kimlik bilgilerini barındırabiliyor ve yayımlayabiliyor olması cihazın kullanıcılarının inisiyatifinde bulunmaktadır. Hukuken AIS cihazlarının var olması ve aktif olarak çalıştırılması zaruri olsa da gemi kimlik bilgilerini vermeme, gizleme veya yanlış vermeye müsait durumlar bulunmaktadır. Bir deniz vasıtasının AIS bilgilerini gerçek dışı bir şekilde yayınlaması veya hiç yayınlamaması özellikle deniz emniyeti ve güvenliği açısından bazı zaafların ortaya çıkmasına sebep olabileceği düşünülmektedir. Günümüzde her ne kadar mümkün görünmese de bir geminin kaybolması, uydu ve yer

istasyonları ile iletişiminin kesilmesi gibi olaylar gerçekleşebilmektedir. Özellikle büyük bir kasırga, fırtına veya tayfuna yakalanan gemilerin iletişim sistemleri hasar alabilir. Fırtına esnasında geminin hasar alması veya batma tehlikesi durumunda can güvenliği için gemi personeli gemiyi terk etmek durumunda kalabilir. Benzer durumlarda batma tehlikesi sebebiyle gemi personeli gemiyi terk etse de geminin batmadığı gibi örnek olaylar gerçekleşebilmektedir. Neticede bu şekilde terk edilen gemiler de dünya sularında doğal çevre şartlarına bağlı hareket ederek sürüklenmektedirler. İstenmeyen durumlardan biri olarak gözüксе de uluslararası deniz hukuku teamüllerine göre sahipsiz ve kontrolsüz olan bu gemilerin bulunması için artık aktif radyo sinyalleriyle bulunabilmeleri ihtimali ortadan kalkmış olmaktadır.

Deniz korsanları tarafından ele geçirilen ve kaçırılan gemilerin halen vuku bulduğunu söyleyebiliriz. Deniz korsanlarının kaçırdıkları gemilerin aktif iletişim kaynaklarını kapatmaları veya tamamen kesmeleriyle gemiye ait konum bilgileri de elde edilemez hale gelebilmektedir. Bir geminin kaybolması ve aktif sinyal yaymadan karartılmış bir şekilde yerinin tespit edilememesinin, cevap aranması gereken bir problem olduğu görülmektedir. Kaçırılan gemilerin bulunamaması ve konumlarının tespit edilememesi önemli bir problem olarak denizyolu taşımacılığı yapan firmaların karşısına çıkabilmektedir.

Uydu gözlem tekniklerinin gelişmesi, uydu görüntülerinden gemi bulma çalışmalarının yapılmasına imkan sağlamaktadır. Optik uydu görüntülerinin yanı sıra sentetik açıklıklı radar (SAR) uydu görüntüleri de kullanılmaya başlanmıştır. Bir uydu sensörünün algıladığı görüntünün çözünürlüğü “piksel boyutu” olarak veya GSD (Ground Sampling Distance-Yer Örneklem Mesafesi) olarak ifade edilmektedir. Örneğin 20 cm uzunluğunda bir GSD ölçüsü görüntüdeki bir (1) pikselin yerde 20 cm’ye karşılık geldiği anlamını taşımaktadır. 20 cm uzunluğunda bir (1) piksel, kenar uzunluğu 20 cm olan bir kareye denk geldiğinden, pikselin kapsadığı alan $20 \times 20 = 400$ cm² büyüklüğünde bir görüntüyü ifade etmektedir. Misal olarak, 2014 yılında göreve başlayan World View-3 uydusu görüntülerinin GSD değerleri Pan (Panchromatic-Pankromatik) olarak 0,3 m ve MS (Multi Spectral-Çoklu Spektral) band üzerinden 1,5 m olarak elde edilebilmektedir. Piksel değerlerinin küçülmesi sayesinde çok daha fazla görüntü detayına ulaşılabilir olması özellikle görüntü ayrımlarının daha net yapılabilmesine olanak sağlamaktadır.

Gemi belirleme çalışmalarının; kanunsuz balıkçılığın engellenmesi, petrol döküntülerinin ve deniz kirliliğinin izlenmesi gibi uygulamalar için önemli bir uygulama olduğunu belirten Corbane vd., (2010, s. 5837), yaptıkları çalışmada balıkçılık kontrol sisteminde yüksek çözünürlüklü optik uydu görüntülerini kullanarak otomatik bir gemi belirleme algoritması geliştirmişlerdir [1].

AIS gemi kimliğini tanıtıcı bilgilerinin doğruluğunu test edebilecek bir sistemin olmaması sistem verilerinin doğrulanması ihtiyacını oluşturmaktadır. Ticari veya özel bir deniz aracının AIS bilgilerini vermesi uluslararası sözleşmeler ve kodlarla sağlanmaya çalışılmaktadır ancak aktif enerji kaynağı ile çalışan bu sistemler gemiyi yöneten iradenin denetiminde olup, istendiğinde devre dışı bırakılıp güvenlik risklerinin kaynağı haline dönüşebilmektedir. Korsanlık, terör ve kaçakçılık gibi kanunsuz durumlarla karşılaşıldığında mevcut elde edilen bilgilerin teyit edilmesi, doğrulanması, yeniden tanımlanması gibi kontrol mekanizmalarının da geliştirilmesi gerekliliği öngörülmektedir.

Hızla gelişen gemi bilgi yönetimi, iletişim ve kontrol sistemleri yakın gelecekte ticaret gemilerinin insansız gemilere (Drone) dönüşeceğini ve üzerinde çalışılan “sanal gemi köprü üstü” sistemleriyle birçok geminin aynı anda kontrol edilmek ve yönetilmek istendiği, denizcilik endüstrisinde bulunan küresel firmaların yapmakta olduğu güncel teknolojik çalışmalardan gözlemlenmektedir. Drone gemilerin insanlı veya insansız bir şekilde kullanılması halinde kimlik bilgilerinin tanınması ve kullanıcısının vermiş olduğu bilgilerin doğrulanması ihtiyacı varlığını sürdüreceği değerlendirilmektedir.

Bu çalışma, uzaktan algılama ve görüntü işleme yöntemleri kullanılarak optik uydu görüntülerinin kullanılması temelinde ele alınmıştır. Optik uydu görüntüsünün tercih edilmesinin sebebi, pasif bir algılayıcıdan elde edilen yüksek çözünürlükte bir görüntü üzerinden detaylı ayrımlara ulaşabilmek, görüntü detaylarının saptanabilmesi için uygun veri setine sahip olmaktır. Ticaret gemilerinin ayrımının yapılabilmesinde yüksek çözünürlük değerlerinin önem taşıdığı değerlendirilmekte ve optik görüntü detaylarından yararlanarak gemiye ait özellikli bilgilere ulaşabilme amacı güdülmektedir. Konu çerçevesinde bilimsel yayınlar incelendiğinde birçok çalışmanın yapıldığı gözlemlenmiştir. Bunlardan birisi olan, Willhauck vd., (2005) Ikonos ve Quickbird uydu görüntüleri kullanarak liman sahası içerisinde yarı otomatik, açık denizlerde yarı veya tam otomatik ve kıyı şeridi üzerinde ise tam otomatik olarak çalışan ilk örnek çalışmayı yapmışlardır [2]. Greidanus, Lemoine, Kourti (2005) SAR

uydu görüntülerinden yararlanarak balıkçılık faaliyetlerini denetleyebilecek bir çalışma yapmışlardır [3].

Poon (2007) yapmış olduğu doktora çalışmasında yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin (high-resolution satellite imagery-HRSI) çözünürlüğünü, kalitesini ve doğruluğunu belirleyerek, topografik haritalama uygulamaları için faydalı olacağını ifade etmekte, görüntü çözünürlüğü ve kalitesini değerlendiren bağımsız bir derecelendirme sistemi standardı önerdiği çalışmada noktalar, binalar ve yüzeyler için orto görüntüler, tekli-çoklu stereo görüntüler kullanılarak test edildiği ve test sonucunda elde edilen özniteliklerin doğruluğu, küresel konumlandırma sistemi (GPS), interferometrik sentetik radar (InSAR) ve ışık algılama ve menzil (LIDAR) gibi teknolojilerle karşılaştırıldığı belirtilmektedir [4].

Yiming, Zhichao, Nan (2019, s. 276) gemilerin tespit edilmesi için kullanılan optik görüntülemeye verilerinin yetersiz olması düşüncesiyle veri artırılmasını önerdikleri çalışmalarında Hızlı Bölge Tabanlı Evrişimli Sinir Ağı (Faster R-CNN) ile simüle edilmiş görüntüler kullanarak bir deney hazırlayarak küçük örneklerde veri büyütürken daha iyi bir algılama yaptıklarını ifade etmişlerdir [5].

Mazen, Ziad, Bassam (2016, s. 21) Matlab üzerinde görüntülerin içerisinde bulunan nesnelerin analiz edilerek sayılmasında uygulanabilecek bir yöntem önermişlerdir. Önerilen metod ile sırasıyla görüntünün okunması, önce gri ve daha sonra binary ölçeğine dönüştürme, belirli bir pikselden küçük olan objelerden kurtulma, etiketleme ve görüntüde alan ve ağırlık merkezini ölçme, nesneleri çıkartma ve sayma işlemleri yapıldığı ifade edilmektedir [6].

Liqiong vd. (2020, s. 3115) Ayrık Dalgacık Dönüşümüne (Discrete Wavelet Transform-DWT) dayalı kaba-ince bir gemi algılama ve Derin Artık Yoğun Ağ (Deep Residual Dense Network-DRDN) yöntemi önerdikleri çalışmada farklı boyutlardaki gemileri tanımlamak için çok sınıflı sınıflandırma stratejisinden yararlanarak yüksek algılama doğruluğu elde edildiğini ifade etmektedir [7].

Gang vd. (2020, s. 4192) google earth görüntülerinden yararlanarak ilgi bölgesi (Region of Interest-RoI) önceden seçilmiş ağa dayalı yaklaşımla şüpheli alanlar görüntüden ayırt edilerek, gemi ile arka plan arasındaki renk tonu, doygunluk ve değer (HSV) farklılıkları kullanılıp gemiler etkili bir şekilde eşleştirilerek çalışmada H-YOLO ağının YOLO (You Only Look Once) ağına nazaran daha yüksek tanıma ve doğruluğa sahip olduğunu belirtmektedir [8].

Tian vd. (2020, s. 339) yapmış oldukları çalışmada kıyıdaki gemilerin tespiti için çok ölçekli füzyon ağı (Multi-Scale Feature Fusion Network), rotasyon bölgesi öneri ağı (rotation region proposal network) ve bağlamsal havuzlama (contextual pooling) yöntemleri, google earth'den elde edilen uydu liman görüntüleri üzerinde kullanıldığında etkili bir sonuç verdiğini belirtmektedir [9].

Wang vd. (2018, s. 47) optik uydu görüntülerinin incelenmesinde düşük zıtlık, deniz yüzeyinde bulunan karmaşık durumlar, bulut ve resif gibi etkenler sebebiyle gemilerin tespitinde zorluklar ile karşılaşıldığını belirtmekte ve bunları aşabilmek için anormallik tespitine dayalı kaba-ince gemi tespit stratejileri ve uzaysal piramit havuzlama pcanet (SPP-PCANet) önermektedir. Yapılan çalışmada GF-1 ve GF-2 uydu görüntüleri kullanılarak karmaşık deniz arka planı durumunda yüksek performans elde edildiği belirtilmektedir [10].

Xue vd. (2018, s. 132)'nin yaptıkları çalışmada, gemi tespitinde google earth'den alınan uydu görüntüleri üzerinde Rotasyon Yoğun Özellikli Piramit Ağları (R-DFPN) adlı bir çerçeve, okyanus ve liman dâhil olmak üzere farklı görüntülerde gemilerin tespiti için yapılan çalışmalarda iyi bir performans elde edildiği belirtilmektedir [11].

Wei vd. (2021)'nin yapmış oldukları çalışmada sentetik açıklıklı radar (SAR) görüntülerinden yararlanarak ön eğitim tekniği ile bir optik-SAR eşleşmesi önerilmekte ve sonuçta OSD ön eğitim tabanlı SAR gemi detektörünün deniz alanında daha iyi olduğunun gözlemlendiği belirtilmektedir [12].

Jacobsen'e (tarihsiz) göre, yüksek çözünürlüklü optik uyduların stereoskopik görüş yönünü değiştirebileceği için elde edilecek görüntü miktarının azalabileceğini, SAR görüntülerinin aynı GSD'ye sahip optik görüntülerle aynı olmadığını ve haritalamada SAR uydularının yaygınlaştığını, ayrıca yüksek çözünürlüklü optik uyduları kullanan ülke sayısının da artarak yaygınlaştığını ifade etmektedir [13].

Liqiong, Wenxuan, Dexiang (2021, s. 660) algılamanın doğruluğu ile hızı arasında dengeyi en iyi şekilde sağlamak için, dikkat mekanizmasına dayalı geliştirilmiş bir YOLOv3 (Improved-ImYOLOv3) önermektedir. Bu öneriye göre önce YOLOv3 benimsenmesinin ardından performansını artırmak ve geminin ayırt edici özelliklerini ortaya çıkarmak için genişletilmiş dikkat modülünün (Dilated Attention Module-DAM) tasarlanarak kullanıldığını ve yapılan deneylerin ImYOLOv3'ün etkinliğini ve sağlamlığını doğruladığının tespit edildiğini belirtmektedir [14].

Tadeusz, Katarzyna (2018, s. 105) yaptıkları çalışmada okyanus rotasını tahmin edebilmek için geminin hız özelliklerinin kullanılması gerektiği temelinde basitleştirilmiş algoritmalar ile birkaç temel gemi parametresi kullanılarak gerçek hava koşullarında geminin hızının tahmin edilmeye çalışıldığını ve modelin çalışması için pervane ve sevk motoruna ait daha ayrıntılı geometrik verilerin gerektiğini belirtmiştir [15].

Kyung-Ae vd. (2018, s. 660) Kore yarımadası çevresindeki kıyı bölgelerinde gemilerin izlenmesi için optik, hiperspektral ve mikrodalga uydu görüntülerine spektral eşleştirme algoritmaları uygulayarak spektrumlar ile yerinde ölçümler arasındaki benzerlikleri araştırdıkları çalışmada, Sentinel-1B kapsamı içinde doğrulama sonuçlarının gerçek zamanlı konum verileriyle uyum gösterdiğini belirtmektedirler. Yapılan bu çalışmada SAR (Synthetic Aperture Radar) görüntülerinde geri saçılma katsayılarını ayırabilmek için Sabit Yanlış Alarm Oranı (Constant False Alarm Rate-CFAR) kullanılmıştır [16].

Moreira, Vettor, Soares (2021, s. 119) yapmış oldukları çalışmada okyanusta seyreden bir geminin hızı ve yakıt tüketimini tahmin etmek için Levenberg-Marquardt geri yayılım şeması kullandıklarını, eğitilerek yapay sinir ağı hesaplama modeli uyguladıklarını ve gemi motorunun dakikadaki devir ve tork durumu bilgileri olmadan yalnız deniz durumu bilgisi ile çok iyi doğruluk değerlerine ulaşıldığını belirtmektedir [17].

Zhang vd. (2020, s. 1196) yapmış oldukları çalışmada deforme olabilen evrişim katmanlarına sahip bir DLA-34 ağının, hassasiyeti artırmak için YOLOv3'ün çıkarım kısmı ile birleştirilmiş Çift Yönlü Özellikli Piramit Ağının (Bidirectional Feature Pyramid Network-BiFPN) kullanılarak yan yana gemilerin geri çağırma oranını keskin bir şekilde artırdığını ve yanlış alarmların sayısını önemli oranda azalttığını ifade etmektedir [18].

Zhang vd. (2019, s. 631) gemi tespit etme çalışmalarında SAR ve Optik uydu görüntüleri üzerinde çalışmakta olmasına rağmen, SAR görüntülerine dayalı klasik gemi tespit yöntemlerinin iç nehirlerde ve açık deniz alanlarında yüksek oranda yanlış alarm oranına neden olabilirken, optik görüntülere dayalı klasik algılama yöntemlerinin ise küçük ve toplama gemilerinde iyi performans göstermediği ifade edilmektedir. Yapılan çalışmada, derin ağlar fikrinin benimsendiği ve yüksek çözünürlüklü uzaktan algılama görüntülerinden gemileri tespit etmek için hızlı, bölgesel tabanlı evrişimli sinir

ağı (Regional-Based Convolutional Neural Network-R-CNN) yönteminin kullanıldığını belirtmektedir [19].

Zhang vd. (2016) yapmış oldukları çalışmada gemileri otomatik ve sağlam şekilde tespit etmek için, gemi modelinden yararlanılarak geliştirilmiş belirginlik tespit yöntemiyle beslenen (convolutional neural networks S-CNN) adı verilen evrişimli sinir ağlarına (Convolutional Neural Networks-CNN) dayalı bir yöntemi kullanarak verimli sonuçlar elde edildiğini belirtmektedir [20].

Liu vd. (2017) yapmış oldukları çalışmada SAR uydu görüntüleriyle yapılmış olan gemi tespit etme çalışmalarının gerçek dünyanın ihtiyaçlarını karşılayamadıkları gerekçesiyle optik uydu görüntülerinden yararlanarak yapılan çalışmaların daha umut verici olduğunu değerlendirmişlerdir. Çalışma kapsamında gemi sınıflandırıcısı olarak derin evrişimli sinir ağını (Convolutional Neural Networks-CNN) kullanan yeni bir gemi algılama ve sınıflandırma yaklaşımı önermektedirler [21].

Bi vd. (2019, s. 2271) evrişimli sinir ağlarına (Convolutional Neural Networks-CNN) dayalı son teknoloji algılama yöntemleri belirli avantajlara sahip olmasına rağmen büyük boyutlu uydu görüntüleri, karmaşık sahne yapısı ve yanlış alarm girişimi zorlukları ve kıyıdaki gemileri iyi bir şekilde çözemediklerini ifade ettikleri çalışmalarında, gemi dışındaki alanlarda yanlış alarmı azaltmak için hafif bir yerel aday sahne ağı (Light-Weight Local Candidate Scene Network-L2CSN) geliştirerek gemileri çıkarmaya çalıştıklarını belirtmiştir. Google earth ve GaoFen-2 görüntüleri kullanılarak sürgülü pencere (Sliding Window SW+DSOD) yöntemi ile %82,33 ortalama kesinlik elde edildiği ifade edilmektedir [22].

Dong vd. (2019, s. 1529) çalışmalarında önerdikleri algoritma ile küçük bir aday kümesi üretilerek hedef tanımlamada, yönlendirilmiş gradyanlar (Histogram of Oriented Gradients-HOG) hücrelerin histogramını ve Fourier tabanını birleştiren bir rotasyon invariant tanımlayıcısı aranarak gemi ve gemi olmayanların ayırt edilmeye çalışıldığını ifade etmektedir. İlgili çalışmada geminin ana yönünün de tahmin edilebileceği ve yapılan deneylerin yöntemin etkin olduğunu gösterdiği ifade edilmektedir [23].

Xie, Li, Wei (2020, s. 792) gölge, sis ve bulut sebebi ile gemi tespitlerinin zorlaştığı optik görüntüler üzerinde farklı malzemelerin aynı spektral dalga boyu aralığında yansıma eğrilerinin benzersiz olduğunu spektral yansıma tabanlı gemi

algılama yöntemi ile gösterdiğini ifade ederek hafif füzyon ağlarını (Lightweight Fusion Networks-LFNet) önerdiğini belirtmektedir [24].

Wang vd. (2021, s. 499) R-CNN, YOLO (You Only Look Once) gemilerin tespitinde kullanılan yöntemlerin öğrenme ve aktarma hızları iyi olmasına rağmen, uzaysal genelleyebilir olmaktan yoksun olduğunu değerlendirerek gauss ısı haritası regresyonuna dayanan evrişimli bir sinir ağı olan SDGH-Net'i önerdiklerini belirtmişlerdir. Çalışmada, SDGH Net'in regresyon kullanan kodlayıcının gemi alanı özellik haritasını çıkarmaya çalışan bir ağ olduğu ifade edilmektedir [25].

Dong, Liu, Xu (2018, s. 400) yapılan çalışmada, ön eleme ve ayırmadan oluşan iki yaklaşımın olduğu çalışmanın ön eleme aşamasında yeni bir görsel belirginlik oluşturulmuş, ayırım aşamasında ise geminin şekil ve doku özelliklerinin çıkarıldığı belirtilmektedir. Çalışmanın son safhasında ise gemileri doğrulamak için eğitilebilir Gauss destek vektör makinesi (Support Vector Machine-SVM) sınıflandırıcısının kullanıldığı ifade edilmektedir [26].

Xu vd. (2017, s. 985) tespit verimini, doğruluğunu ve hızını iyileştirmek amacıyla kabadan inceye doğru bir yöntem sunmakta oldukları çalışmada, görüntünün kenar ve doku özellik bilgilerini karakterize eden çok ölçekli ve çok yönlü dalgacık ayrıştırması yapan küresel belirginlik modeli oluşturulduğu ifade edilmektedir. Çalışmada, optik görüntülerin deneysel sonuçlarının, karşılaştırılan modellerden daha iyi performans gösterdiği belirtilmektedir [27].

Ma vd. (2019, s. 2173) optik uzaktan algılama görüntülerinde rastgele yönelmiş olan gemilerin doğru bir şekilde tespit edilebilmesi için, gemi merkezinin bulunması ve yön tahminine dayalı olarak iki aşamalı CNN tabanlı bir gemi algılama yöntemini önerdiklerini belirtmekte, nihai gemi konumu için sınıflandırma ve regresyon yapıldığını ifade etmekte ve diğer nesne algılama yöntemleriyle karşılaştırıldığında, uygulanan yöntemin birden fazla gemiyi daha doğru bir şekilde algılayabileceği belirtilmektedir [28].

Nie vd. (2020, s. 152) yapmış oldukları çalışmada pankromatik görüntülerden gemi tespitinde iki önemli zorluk bulunduğu, bunların ilki hızlı tespit, ikincisi ise yanlış alarmların olduğu, bu sorunların üstesinden gelmek için ilgi alanlarının Fourier dönüşümleriyle görsel belirginlik saptama yöntemi uygulandığında Faz Spektrumu Dörtlü Fourier Dönüşümü (Phase Spectrum Quaternary Fourier Transform-PQFT) yönteminden daha iyi sonuç vereceği belirtilmektedir. Çalışmada ayrıca en iyi

belirginlik haritasını sentezlemek için değişik ölçeklerde Gauss filtrelemesinin yapıldığı ve SVM eğitimi ile yanlış alarmlar ortadan kaldırılarak hızlı ve doğru sonuç elde edildiğı ifade edilmektedir [29].

Yue Wu vd., (2020, s. 246) yapmış oldukları çalışmada, optik görüntü üzerinde gemi algılama için küçük gemilerin tespit edilmesinin güçlüğü sorununu çözmek adına eğim ve gradyan bilgilerini birlikte kullanarak deniz ile karanın ayırt edilebilmesi için bir algortima geliştirmişler ve önerdikleri yöntem ile küçük ve yoğun görüntüler üzerinde daha iyi sonuç elde edildiğini belirtmişlerdir [30].



2. TİCARET GEMİLERİ

Ticaret gemileri, insanlık tarihinde özellikle ticaretin denizyolu ile yapılmaya başlandığından itibaren yük ve insan taşımacılığında kullanılan deniz araçlarıdır. Gelişen tekniklerle ahşaptan çeliğe uzanan yapı malzemesi özellikle sanayi devrimi ile değişmeye devam etmiştir. On dokuzuncu yüzyılın başlarından itibaren önce perçinli, ardından kaynak teknolojisi inşa edilen ticaret gemileri ilk yıllarda blok halinde, son yıllarda ise parçalar halinde üretilmeye devam etmektedir. Ticaret gemileri, gemi inşa standartlarına göre, ulusal ve uluslararası gemi sınıflandırma örgütleri tarafından belirlenen kalite standartları gözetilerek inşa edilmekte ve denize indirilmektedir. On dokuzuncu yüzyılın sonlarında birçok gemi makineleri teknolojisinin gelişmesiyle ve artan uluslararası ticaretin etkisiyle gemi tonajlarında, yük taşıma kapasitelerinde talebe bağlı bir artış gözlenmiştir. Son kırk yıl içerisinde de geçmiş yıllara göre kıyaslanamayacak derecede gemi tonajları büyümüştür. Son dönemde mevcut gemi tonajları 500.000 DWT üzerine çıkmaya başlamıştır. Sayıları az da olsa bahsi geçen büyük tonajlı gemiler, boyutları sebebiyle de her limana yanaşamamakta, yükleme boşaltma işlemlerini belirli, büyük rıhtım boyuna sahip olan limanlarda yapabilmektedirler.

Ticaret gemileri genel bir kabul olmamakla beraber, zamanına uygun olarak var olan ihtiyaca göre inşa edilmeye çalışılmıştır. Örneğin 1990'lı yıllarda genel yük taşıyan gemilerin ambarlarında hem tekerlekli araçlar hem de balyalı veya paletli gıda yüklerini taşıdığı gözlemlenirken, günümüzde böyle bir taşımacılığın terk edilerek yüklerin farklılık göstermesi sebebiyle gemilerin yük cinsine bağlı olarak özelleştiği gözlemlenmektedir. Bazı ticaret gemileri yaşlanmış olmasına rağmen geri dönüşüme gitmediği ve tercihen denizyolu hatlarında halen kullanıldığı belirtilebilir. Gelişen gemi inşa ve liman yük elleçleme araçları sebebiyle dünya deniz ticaret filosunun yenilendiği, işletmecilik açısından da gemi tiplerinin değiştiği ifade edilmelidir. Örneğin genel yük gemilerinde kreyn, bumba vb. yük elleçleme için kullanılan güverte üzerindeki donanımlar artık ihtiyaç olmadığı gerekçesiyle gemi inşa planlamasına girmemektedir. Çünkü inşa edilen gemilerin çalıştırılacağı denizyolu hattındaki limanlar artık yükleme ve boşaltma işlemlerini sahip oldukları liman yükleme araçlarıyla yapmaktadırlar. Netice olarak bu ve benzer imkan, kabiliyet ve teknik gelişmeler gemilerin inşa planlamalarını da etkilemekte ve şekillendirmektedir.

Gemi inşa bir mühendislik tasarımı olduğundan ve gemi, insan yapısı bir deniz vasıtası olduğundan görünüşü değişen bir nesnedir. Özellikle güverte ve borda boyaları farklı tercihlerde olabileceği için ve sürekli ticaret gemisinin bakım ihtiyaçları olduğundan dolayı farklı boyalarla boyanma ihtimali yüksektir. Ticaret gemilerinin yapısal gelişimi ve evrimi çok hızlı bir şekilde yol almakta olmasına rağmen, gemi hidrodinamiği ve tekne yapısının gemi inşa ve gemi stabilizesi açısından kabul edilmiş olan standartlarının korunduğunu ifade edebiliriz. Bu korunma, gemilerin özellikle blok görüntülerinin geometrik olarak fazla değişmediğini göstermektedir. Ticaret gemilerinin yapısı ve dengesi ile ilgili olan yüzme teorisi yaklaşımı, bütün su üstü gemileri ve tekneleri için benzerlik göstermektedir. Bu teorik yapısal gemi dengesi benzerliklerine rağmen ticaret gemileri taşıdıkları yükün standartlarına göre sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırma yapılırken sadece taşınan tek bir yükün değil, birkaç yükü de taşıyabilme kabiliyeti gemi sınıflarında farklılaşmaya sebep olabilmektedir. Gemiyle taşınan unsur ticari yük, kimyasal olarak katı, sıvı ve gaz halindeki maddeler olabileceği gibi, canlı hayvan ve insan da olabilir. Genel bakış açısıyla ticaret gemileri genel ve özel yük taşıyan, konteyner, ro-ro (roll on-roll off), dökme yük, petrol ve kıyasal tankerler, gaz tankerleri, diğer tankerler ve yolcu gemileri olarak sınıflara ayrılabiliriz. Günümüzde ticaret gemileri taşıdığı yüke göre özel inşa edilmekte ve ihtisaslaşmaktadır. Tüketim alışkanlıklarına bağlı olarak ticarete konu olan bütün maddeler ticaret gemilerinin taşıdığı yüke örnek olabilmektedir. Özel ihtisaslı yükler bazı gemi tiplerinin artık inşa edilmemesine sebep olmakta ve bu gemilerin kullanımdan kalkmasına sebep olmaktadır. Nihai olarak günümüz ticaret gemilerinin boyutlarının büyüdüğü, tonajlarının arttığı, üretim maliyetlerinin yükseldiği ve yüke göre ihtisaslaşarak inşa edildiği belirtilmelidir.

2.1. Ticaret Gemilerinin Sınıflandırılması

Genel Yük Gemileri sırasıyla soğutuculu yük gemisi, güverte yükü taşıyan gemiler, paletli yük gemisi, genel yük gemisinden oluşmaktadır. Soğutuculu yük gemileri sıcaklıktan etkilenen ve bozulması kolay olan sebze, meyve, et vb. gıda yüklerini taşıyan gemiler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bünyelerinde derin soğutma yapan kapalı muhafaza yerleri bulunmakta ve deniz seferi boyunca yükü bozmadan taşımak durumundadır. Güverte yükü taşıyan gemiler bazen kereste, tomruk vb orman ürünlerinin hacimsel olarak yer kaplaması ve geminin taşıma kapasitesini tam olarak dolduramaması sebebiyle güverte üzerine yk almak suretiyle kullanılmakla birlikte bazen yat, tekne, bot, kreyn, boru, vinç ve tekerlekli araçları da güverte üzerinde taşıyabilmektedir. Paletli yük taşıyan gemiler paketlenmiş olan yüklerin paletli olarak gemilerin ambarlarının içerisine deniz bağı vurularak taşınması suretiyle kullanılmaktadır. Genel yük gemisi sınıfı olarak tanımlanan gemiler birçok farklı paketlenmiş haldeki yükü ambarları içerisinde karışık bir şekilde taşıyabilmektedir. Birbirine hasar vermeyecek yüklerin tercih edilerek aynı ambara yklendiğı gemiler olarak da ifade edilebilir.

Özel Yük Gemileri sırasıyla taş, kaya, nükleer madde, ağır yük, bar ve canlı hayvan taşıyan gemiler olarak görev yapmaktadır. Taş ve kaya gibi yükleri taşıyan gemiler güverte üzerinden ambarlarına yükleme ve taşımacılık yapılan, liman veya kıyı inşası yapılan yerlerde ambar altından açılarak deniz dolgusu gibi işlemlerde kullanılan ticaret gemileridir. Nükleer madde taşımacılığı özellikle nükleer enerji kullanarak veya içerisinde nükleer teknolojiyle çalışan cihazların ömrünün tükenmesi gibi durumlarda nükleer atık haline gelmesi sebebiyle nükleer geri dönüşüm yapan tesislere ve ülkelere taşımacılık hizmeti veren deniz vasıtalarıdır. Bar ana makinesi olmayan yük aktarması yapılan yüzer tekneler olarak kullanıldıkları gibi makine gücü ile sarf malzeme ihtiyacı olarak yakıt, su ve yağı gibi yükleri taşıyan veya gemilerin atık sıvılarını veya katılarını alan özel amaçlı gemilerdir. Canlı hayvan taşıyan gemileri ticarete konu olabilecek her nevi canlı hayvanı özelliklerine göre hazırlanmış kafesler içerisinde taşıyan gemilerdir. Özellikle canlı hayvan ticaretinin yapıldığı ülkelerin ve hayvanat bahçelerinin bünyesinde bulunan birçok hayvanın taşınması ihtiyaçlarını karşılamaktadır.

Tablo 2.1. Ticaret gemilerinin sınıflandırma tablosu.

Sıra	Ticari Gemilerin Genel Adı	Kapsadığı Gemiler
1	Genel Yük Gemileri <i>General Cargo Ships</i>	Soğutuculu Yük Gemisi <i>Refrigerated Cargo Ship</i> Yolcu/Yük Gemisi <i>Passenger/General Cargo Ship</i> Güverte Yüğü Gemisi <i>Deck Cargo Ship</i> Paletli Yük Gemisi <i>Palletized Cargo Ship</i> Genel Yük Gemisi <i>General Cargo Ship</i>
2	Özel Yük Gemileri <i>Specialized Cargo Ships</i>	Taş Taşıyıcı <i>Stone Carrier</i> Tomruk Gemisi <i>Log-Tipping Ship</i> Nükleer Taşıyıcı <i>Nuclear Fuel Carrier</i> Ağır Yük Taşıyıcı <i>Heavy Load Carrier</i> Barç Taşıyıcı <i>Barge Carrier</i> Hayvan Taşıyıcı <i>Livestock Carrier</i>
3	Konteynır Gemileri <i>Container Ships</i>	Konteynır Gemisi <i>Container Ship</i> Yolcu/Konteynır Gemisi <i>Passenger/Container Ship</i>
4	Ro-Ro Yük Gemileri <i>Ro-Ro Cargo Ships</i>	Ro-Ro Yük Gemisi <i>Ro-Ro Cargo Ship</i> Araç Taşıyıcı <i>Vehicles Carrier</i> Konteynır Ro-Ro Yük Gemisi <i>Container Ro-Ro Cargo Ship</i>
5	Dökme Yük Gemileri <i>Bulk Carriers</i>	Cevher/Petrol Taşıyıcı <i>Ore/Oil Carrier</i> Dökme Taşıyıcı <i>Bulk Carrier</i> Toz Taşıyıcı <i>Powder Carrier</i> Dökme/Petrol Taşıyıcı <i>Bulk/Oil Carrier</i> Çakıl Taşı Taşıyıcı <i>Aggregates Carrier</i> Kendi Kendine Tahliye Olan Dökme Taşıyıcı <i>Self-Discharging Bulk Carrier</i> Çimento Taşıyıcı <i>Cement Carrier</i> Talaş Taşıyıcı <i>Wood Chips Carrier</i> Rafine Şeker Taşıyıcı <i>Refined Sugar Carrier</i> Alüminyum Taşıyıcı <i>Alumina Carrier</i> Kireç Taşıyıcı <i>Limestone Carrier</i> Cevher Taşıyıcı <i>Ore Carrier</i>
6	Petrol ve Kimyasal Tankerler <i>Oil and Chemical Tankers</i>	Kimyasal Tanker <i>Chemical Tanker</i> Kimyasal/Petrol Tankeri <i>Chemical/Oil Products Tanker</i> Ham Petrol Tankeri <i>Crude Oil Tanker</i> Petrol Ürünleri Tankeri <i>Oil Products Tanker</i>
7	Gaz Tankerleri <i>Gas Tankers</i>	Sıvılaştırılmış Petrol Gazı Tankeri <i>LPG Tanker</i> Sıvılaştırılmış Doğal Gazı Tankeri <i>LNG Tanker</i>
8	Diğer Tankerler <i>Other Tankers</i>	Şarap Tankeri <i>Wine Tanker</i> Bitki Yağı Tankeri <i>Vegetable Oil Tanker</i> Su Tankeri <i>Water Tanker</i> Meyve Suyu Tankeri <i>Fruit Juice Tanker</i> Melas Tankeri <i>Molasses Tanker</i> Petrol Çamuru Tankeri <i>Oil-Sludge Tanker</i> Yemeklik Yağ Tankeri <i>Edible Oil Tanker</i> Bitumen Tankeri <i>Bitumen Tanker</i>
9	Yolcu gemileri <i>Passenger Ships</i>	Yolcu/Ro-Ro Yük Gemisi <i>Passenger/Ro-Ro Cargo Ship</i> Yolcu (Kruvaziyer) Gemisi <i>Passenger (Cruise) Ship</i> Yolcu Gemisi <i>Passenger Ship</i>

Konteynır Gemileri temel olarak son yıllardaki gelişmelere bağılı olarak konteyner ve yolcu/konteyner gemisi olarak sınıflandırılabilir. Konteynır taşımacılığı özellikle parça yüklerin taşınmasında önemli bir ihtiyacı karşılamakla birlikte tehlikeli yük taşımacılığının da bir kısmını karşılayarak hem katı hem sıvı yüklerin konteyner standartlarında taşınmasına katkı sağlamaktadır. Konteynır gemileri birbirinden farklı birçok yükü yüklük adı verilen 20'lik (20 feet-ayak) ve 40'lık (40 feet-ayak) boylarında çelik yapılar içerisinde taşımaktadır. Bu yüklükler hem ambar içerisine hem de güverte üzerine 6 kat üst üste gelecek şekillerde istifleyebilmektedir. Terminolojik olarak 20'lik bir konteyner 1 TEU (twenty-foot equivalent unit)'ya denk gelmekte ve ayrıca konteyner gemilerinin taşıma kapasitesi TEU cinsinden ifade edilmektedir.

Roro Yük Gemileri temel olarak roro, araç taşıyıcı, konteyner roro yük gemilerinden oluşmaktadır. Roro gemileri kamyon, tır, otobüs, minibüs, tekerlekli iş makineleri, traktör gibi tekerlekli, paletli araçların ve yüklerin taşınabildiği baş ve kış rampalarıyla yükleme boşaltma yapabilen yüksek hava çekimi olan hacimli deniz vasıtalarıdır. Konteynır roro gemileri ise konteyner taşımacılığının ortaya çıktığı ilk yıllarda hâlihazırda olan roro gemilerinin açık güvertelerine konteyner yükleme yapabilmesi için düzenek oluşturulmuş olan gemilerdir. Alt hangarlara ve güvertelere roro yükleri yüklenebilirken en üst güverteye sadece konteyner yükleme yapılabilir. Bu sebeplerle aslında teknolojik olarak sadece konteyner gemisi olarak inşa edilmemişlerdir. Konteynır roro gemilerinin bir geçiş dönemi gemisi olduğunu ifade edebileceğimiz gibi hale bazı limanlarda her iki yükü de taşıyabildikleri için tercih edilebilmektedirler. Özellikle maliyetler açısından gelecek yıllarda üretilmesi ve kullanılmasının mümkün olmayacağı öngörülebilir.

Dökme Yük Gemiler cevher/petrol, dökme, toz, dökme/petrol, çakıl taşı, kendi kendine tahliye olan dökme, çimento, talaş, rafine şeker, alüminyum, kireç ve cevher taşıyan gemilerden oluşmaktadır. Cevher/Petrol gemileri demir, bakır vb. madenleri cevher olarak taşımalarının yanı sıra ham petrol taşıyan gemilerdir. Dökme yük gemileri buğday, arpa, mısır gibi tahılların taşınmasında kullanılmaktadır. Bunların yanı sıra dökme yük gemileriyle özel olarak tek bir yük de taşınabilmektedir. Özel olarak toz, çakıl taşı, çimento, talaş, şeker, kireç gibi yükleri de taşıyabilmektedir. Hem petrol, hem de dökme yük taşıyan cevher gemileri (Oil Bulk Ore-OBO) de bu dökme yük olarak kullanılmaktadır. Günümüzde yüke göre ihtisaslaşma benimsendiğinden dolayı OBO gemilerinin gemi inşa olarak siparişleri alınmamaktadır. Zaman içerisinde özellikle

deniz çevresinin emniyeti, petrol ile denizlerin kirlenmesiyle mücadele edebilmek için dökme yük gemileri ve petrol tankerleri ayrı tipte ticaret gemileri olarak inşa edilmektedir.

Petrol ve Kimyasal Tankerler kimyasal tanker, kimyasal/petrol tankeri, ham petrol tankeri, petrol ürünleri tankeri şeklinde sınıflandırılabilir. Kimyasal tankerler kimyasal madde kullanarak üretim yapmakta olan endüstrilerin ihtiyacı olan metanol, kostik soda, sülfürik asit, fosforik asit gibi yükleri taşımak için kullanılmaktadır. Hem petrol hem de kimyasal yük taşıyan tankerler mevcut olmasının yanı sıra sadece ham petrol taşıyan tankerler büyük tonajlarda denizyolu hatlarına çalışmaktadır. Ham petrol taşıyan tankerlerden başka ham petrolden üretilen dizel, ağır yakıt (fuel oil), benzin gibi yükleri taşıyan ürün tankerleri olarak ifade edilen tankerler de bu sınıfta yer almaktadır.

Gaz Tankerleri sıvılaştırılmış petrol gazı tankeri (liquified petrolium gas-lpg), sıvılaştırılmış doğal gazı tankeri (liquified natural gas-lng) olmak üzere iki grupta incelenebilir. LPG tankerleri gaz halinde üretilen petrolün soğutularak çok düşük sıcaklıklarda sıvılaştırılarak gaz haline getirilmesiyle elde edilen yükü taşımakta kullanılır. LNG tankerleri ise doğal gazın soğutularak çok düşük sıcaklıklarda sıvı hale getirilen yükü taşımaktadır. Her iki tankerin taşıdıkları yükün sıcaklığının yükselmesi durumunda basıncın artmasıyla patlama ve yangın gibi büyük riskler ortaya çıkabilir. Bu sebeplerle yüksek risk taşıyan ticaret gemileri sınıfında bulunurlar.

Diğer Tankerleri ise şarap, bitki yağı, su, meyve suyu, melas, petrol çamuru, yemeklik yağ, bitumen tankerleri olarak ifade edebiliriz. Genel olarak tankerler kapalı tank sistemlerinden oluşur. Tankerlerde yük, yük transfer boru devreleriyle tanklara pompa yardımıyla iletilir. Bu sebeple tankerlerde yükü transfer eden boru devreleri güverte üzerinden görülebilmektedir.

Yolcu gemileri yolcu/ro-ro, yolcu (kruvaziyer) gemisi, yolcu gemilerinden oluşmaktadır. Yolcu/ro-ro gemileri hem yolcu hem de tekerlekli araçları taşımak için üretilmiş gemilerdir. Hangarlarında araçların üst güvertelerinde de yolcuların taşınabilmesi için tasarlanmışlardır. Araçlı yolcuların seyahat ettiği limanlar arasında tercihen kullanılabilir. Kruvaziyer gemiler yolcu taşımacılığının yanı sıra bir turizm tesisi gibi tasarlandığı için belirli güzergâhlarda turistik amaçlı denizyolu seferleri düzenleyerek bir haftadan bir aya kadar veya başka süreçlerde de taşımacılık yapan yüzen otel olarak tanımlanan gemilerdir. Çok katlı hava çekimi yüksek olan kruvaziyerler turistik bölgelere mevsimsel seferler düzenleyerek hizmet görmektedirler.

Bahsi geçen yolcu gemilerinin dışında sabit ve belirli limanlar arasında sadece yolcu taşıyan gemiler de mevcuttur. Sadece yolcu taşıyan gemiler farklı tiplerde ve küçük tonajlarda karşımıza çıkabilmektedir.

2.2. Gemi Tanımlayıcı AIS Bilgileri

Ticaret gemilerinin sınıflandırılması, ayırımlarının yapılması için AIS statik-dinamik- seyir ve diğer bilgiler Uluslararası Denizcilik Örgütü'nün (International Maritime Organisation-IMO) 25 Ocak 2002 tarihli ve A22/Res.917 no'lu almış olduğu karara göre belirlenmiştir.

Tablo 2.2. AIS cihazının yayınladığı statik bilgiler tablosu.

	Yayımlanan Statik AIS Bilgileri	Açıklaması
Statik Bilgiler	<i>MMSI; Maritime mobile service identity Number</i> MMSI numarası	Kurulurken girilir. Eğer gemi sahibi değişirse bu bilginin değiştirilmesine ihtiyaç duyulur, dikkat edilmesi gerekir.
	<i>International radio call sign and name</i> Uluslararası çağrı işareti	Kurulurken girilir. Eğer gemi sahibi değişirse bu bilginin değiştirilmesine ihtiyaç duyulur, dikkat edilmesi gerekir.
	<i>(IMO) ship identification number</i> IMO numarası	Kurulurken girilir.
	<i>Dimensions (Length and Beam) of ship</i> Geminin boyutları; Boyu ve Eni	Değişirse veya kurulurken girilir.
	<i>Type of ship/cargo</i> Gemi türü ve yükü	Kurulum öncesinde seçilir.
	<i>Location of positioning system's antenna</i> Sistem anten mevkisinin yeri	Kurulurken girilir veya iki yönlü gemiler veya çoklu anten yerleştirildiğinde değiştirilebilir.

MMSI (Maritime Mobile Service Identity) numarası, dokuz (9) haneli bir sayıdır. Telefon numarasına benzer bir işlevi vardır. Bu numara geminin bağlı olduğu ülkenin ilgili makamları tarafından verilir. MMSI numarasının ilk üç (3) numarası deniz tanıtma numarasıdır ve milliyetini belirtir. Son altı (6) numarası da geminin kimliğini ifade etmektedir.

Uluslararası çağrı işareti (International radio call sign), alfanümerik olarak sayılar ve harflerden oluşan telsiz haberleşmesinde kullanılan tanıtım işaretidir. Geminin kayıtlı olduğu ülke tarafından verilir. Çağrı İşaretlerinin baş tarafında geminin milliyetini belirten alfanümerik bir önek vardır. Ön ek'den sonra iki (2) veya üç (3) karakter daha bulunmaktadır. *Geminin boyutları Boyu ve Eni*, tam boy olarak ve tam genişlik olarak metrik olarak ifade edilir. *Gemi türü ve yükü*, sınıfına göre yük, yolcu, balıkçı, romörkör vb geminin hangi tr olduğu bilgisi seçilerek sisteme girilir. Yük gemisinin hangi yükü taşıdığı ile ilgili bilgiler bu sekme ile veri olarak sisteme

kaydedilir. *Sistem anten mevkiisinin yeri*, gemi baş-kıç ve sancak-iskele hattı boyunca metrik olarak antenin konumlandırıldığı yer sisteme girilmektedir.

Tablo 2.3. AIS cihazının yayınladığı dinamik bilgiler tablosu.

Yayımlanan Dinamik AIS Bilgileri		Açıklaması
Dinamik Bilgiler	<i>Ship's position with accuracy indication and integrity status</i> Doğruluğunu gösteren gemi mevkiisi	Otomatik olarak mevki sensöründen gelen bilgilerle güncellenir. AIS'in doğruluğu 10 metreden daha iyi veya kötü olarak gösterilir.
	<i>Position Time stamp in UTC</i> UTC zamanı	Geminin AIS'e bağlı olan ana mevki sensöründen otomatik olarak güncellenir.
	<i>Course over ground (COG)</i> Yere göre rota	Geminin AIS'e bağlı olan ana mevki sensörü eğer COG'yi hesaplıyorsa otomatik olarak güncellenir. Bu bilgi var olmayabilir.
	<i>Speed over ground (SOG)</i> Yere göre hız	Geminin AIS'e bağlı olan ana mevki sensöründen otomatik olarak güncellenir. Bu bilgi var olmayabilir.
	<i>Heading</i> Pruva hattı	AIS'e bağlı pruva sensöründen alınan bilgilerle otomatik olarak güncellenir.
	<i>Navigational status</i> Seyir durumu	Seyir durum bilgisi el ile OOW tarafından girilebilir ve gerekirse değiştirilebilir. Bu bilgiler şu şekildedir; - makine gücüyle kumanda altında - demirde - kumanda altında olmayan (NUC) - manevrası kısıtlı yetenekli (RIATM) - halatla bağlı - draft sebebiyle sınırlı - karaya oturmuş - balıkçılıkla uğraşan - yelkenle seyir halinde Pratikte bu bilgiler COLREG düzenlemesiyle ilgilidir. Herhangi bir değişiklikte fenerler veya gündüz işaretleri değiştirilmesi gerekmektedir.
	<i>Rate of turn (ROT)</i> Dönüş Hızı	Gyro pusla'dan geminin ROT sensörüne gelen sinyallerle otomatik olarak güncellenir.

Doğruluğunu gösteren gemi mevkiisi, sürekli değişmekte olduğundan doğrudan mevcut GPS sisteminden alınıp güncellenerek sistemde gösterilmektedir. Mevki bilgisi gemi güvenliği ve liman güvenliği gibi hususlar için önem arz etmektedir.

UTC (Coordinated Universal Time) zamanı, koordinatlı evrensel zaman olarak sisteme kaydedilerek zaman uyumu ve planlaması gibi bilgilerin takip edilmesi sağlanmaktadır.

Yere göre rota, bir geminin izlediği yön olarak açıklanır ve 0 dereceden 360 dereceye kadar bir değer alır. Yere göre rota karadan gemiyi gözleyen bir gözlemcinin coğrafi olarak hakiki yönünü ifade etmektedir. Uydu konum takip sistemleri rota bilgilerini verirken yere göre hız olarak gösterilir. Otomatik eşgüdümlü çalıştığında bu veriler GPS'den alınmaktadır. *Yere göre hız*, bir geminin seyir esnasında hızı deniz mili

olarak ölçülen dinamik bilgilerden biridir. Geminin hızı çevresel ve dâhili şartlara bağlı olarak değişkenlik gösterir. Hız bilgisi karadan gemiye bakan bir gözün geminin hızını gerçek hız vektörü olarak görmesi sebebiyle sisteme yere göre hız olarak girilmektedir.

Pruva hattı, geminin rotası ile ilişkili olarak ifade edilir. Kuzeye, güneye, doğuya veya batıya seyretmesine bağlı olarak hakiki olarak yön bilgisini ifade eder. Pruva hattı coğrafi kuzey referans alınarak belirlenmektedir. *Seyir durumu*, geminin demir yerinde, seyir esnasında veya limanda rıhtıma bağlı olma durumlarına bağlı olarak seyir durumu bilgisi olarak sisteme girilmektedir. *Dönüş Hızı*, geminin manevrası esnasında kendi etrafında bir tam dönmesiyle oluşan veya sancak-iskele yönlerinde dümenin etkisi ile 90 derece, 180 derece, 270 derece, 360 dereceye varıncaya kadar dönme manevrası sırasında oluşan dönme hızının sisteme girişi sağlanmaktadır. GPS üzerinden geminin manevra karakteristiği dinamik olarak AIS sisteminde takip edilebilmektedir.

Tablo 2.4. AIS cihazının yayınladığı seyir ve diğer bilgiler tablosu.

	Yayımlanan Seyirle İlgili AIS Bilgileri	Açıklaması
Seyirle İlgili Bilgiler	<i>Ship's draught</i> Geminin draftı	Geminin sefere çıkmadan önceki maksimum draft değeri el ile girilir ve gerektiğinde değiştirilebilir. (örneğin balastsız durumda veya liman girişinde)
	<i>Hazardous cargo (type)</i> Tehlikeli yük türü	Tehlikeli yük, zararlı yükler, deniz kirleticiler adlarıyla miktarlarının görünmesi gerekmeksizin seferin başlangıcında tehlike oluşturan yükler el ile girilir.
	<i>Destination and ETA</i> Gidilen Liman ve Tahmini varış zamanı	Seferin başlangıcında gerekli olduğunda kullanılmak üzere el ile girilir ve muhafaza edilir.
	<i>Route plan (waypoints)</i> Rota planı, Rota ayaklar	Kaptan tarafından oluşturulan ve gerektiğinde değiştirilerek güncellenmek üzere el ile sefer öncesinde girilir.
Diğer Bilgiler	<i>Short safety-related messages</i> Emniyetle ilgili kısa mesajlar	Serbest formatta kısa metin mesajı olarak el ile girilir. Bu mesaj belirli bir adrese, bütün gemilere ve sahil istasyonlarına yayımlanır.

Geminin draftı su çekimini ifade eder ve deniz suyunun baş vasat kış hattında gemiyi kesmiş olduğu hattın suyun altında kalan omurgaya adar olan suyun derinliğini ifade eder. Geminin baş-kış hattında eğiminin (trimming) ne kadar olduğunu belirtir. Aynı zamanda geminin seyir esnasında sarf ettiği yakıt, su ve yağ gibi maddelerin gemiyi hafifletmesine bağlı olarak sürekli değişime uğramaktadır. Bu sebeple dinamik olarak değişkenlik göstermekte olan bir bilgidir.

Tehlikeli yük türü gemilerin taşımakta oldukları ticari yükler gemi tipine de bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıklar kapsamında yükler emniyet ve güvenlik açısından patlayabilir, yanabilir, tutuşabilir, paslandırıcı, zehirli, radyoaktif olabilir. Bu tür tehlike arz eden yüklerin emniyet açısından bildirilmesi istenmekte ve mümkün olduğu zamanda da sisteme kaydedilerek girilmesi beklenmektedir.

Gidilen Liman ve Tahmini varış zamanı bilgileri iki liman arasında seyir yapmakta olan bir ticaret gemisi için önemli bilgilerdir. Yükleme veya boşaltma işlemlerinin varış limanında sağlıklı işleyebilmesi için varış limanı bilgilerinin girilmesi gerekmektedir. Bu husus ayrıca liman güvenliğinin de bir parçasıdır çünkü varış limanı hangi gemilerin limanlarına gelmekte olduğunu ve hangi konumda olduğu bilgilerine takip etmektedir. Tahmini varış zamanı ise limana hangi tarih ve zamanda ulaşacağı bilgilerini ifade etmektedir.

Rota planı, Rota ayakları bilgileri her bir seyir planlamasında yeniden hazırlanan bir planlamadır. Ticaret gemileri rota planlamalarını sefer öncesinde hazırlarlar. Bu planlamada rota değişikliği yapılacak olan mevkiiler belirlenmektedir. Bu bilgiler değişkenlik gösterdiği için dinamik bir yapıya sahiptir ve her seferde farklılık gösterir. Elektronik harita kullanımı üzerinden rota bilgileri AIS ile bağlı olarak çalışabilir ve takip edilebilir.

Emniyetle ilgili kısa mesajlar diğer gemi ve çevresel istasyonlardan bizimle ilgili herhangi bir seyir emniyetini ilgilendiren husus söz konusu olduğunda sisteme girilerek uyarılarda bulunulabilmektedir. Örneğin ticaret gemisi kısıtlı seyir imkanına sahipse, su çekimi sebebiyle riskli manevra yapabileceğini bildirebilir ve seyir emniyetini sağlamak amacıyla uyarılarda bulunabilir. Çevrede bulunan diğer gemiler, bu uyarıları AIS cihazları üzerinden takip edebilir ve aykırı geçiş veya seyir riski oluşabilecek trafiklerde bu bilgilerden yararlanabilmektedir.

3. GEMİ TANIMLAYICI VE AYIRICI YAPISAL BİLGİLER

Ticaret gemilerinin inşa aşamasının öncesinde tasarım safhasında geminin boyutları, gemi tonajları, güverte donanımları ile geminin tanımlayıcı bilgileri arasında orantısal ve bağımlı ilişkiler bulunmaktadır. Bu ayırıcı bilgilerin dışında güverte boyası, egzoz salınım değerleri, egzoz sıcaklık değerleri, su üstü gemi yapısı (3 boyutlu) da ayırıcı özellikler göstermektedir. Bu bilgileri sırasıyla incelemek gerekirse şu şekilde ifade edilebilir.

Boyutlar

Blok katsayısı (Block coefficient) bir geminin su altı hacminin (deplasmanının), geminin boyutları içerisindeki uzunluk, genişlik ve derinliğinden oluşan dikdörtgen bir bloğun hacmine oranıdır.

Tam boy (Length overall-LOA) bir geminin baş tarafta ve kıç tarafta en uc noktalar arasında kalan yatay uzaklığa denilir.

Dikmeler arası boy (Length Between Perpendiculars-LBP) geminin baş bodoslamasından geçen baş dikme ile dümen şaftı üzerinden geçen kıç dikme arasındaki yatay uzaklığa denilir.

Kalıp genişlik (Moulded Breadth-B) genişlik bir geminin kalıp olarak kemere doğrultusunda sancak ve iskele bordalar arasındaki en geniş uzaklığa denilir.

Draft, su çekimi (Draught-d) bir geminin su hattını kestiği hattın altında kalan ve omurga hattına kadar olan suyun derinliğine denilir.

Su hattı boyu (Waterline Length) geminin su hattı ile kesişiminin baş ve kıç hattı üzerinden ölçülen geminin suyla kesiştiği uzunluğuna denilir.

Hava draftı (Air Draught) geminin omurgadan itibaren en yüksek anten veya direğinin uzaklığından su çekimi uzaklığının farkına denilir.

Tonajlar

Deplasman bir geminin herhangi andaki toplam ağırlığına denilir. Birimi ton olarak hesaplanır.

Deadweight bir geminin toplam ağırlık taşıma kapasitesine denilir. Birimi ton olarak hesaplanır.

Maximum Deadweight bir geminin ağırlık olarak en fazla alabileceği yük miktarına denilir. Yaz draft değerine denk gelen en yüksek taşınabilecek ağırlık tonajı ifade etmektedir.

Grosstonaj bir geminin bütün kapalı hacimlerinin ft^3 olarak değerinin 100'e bölümü ile elde edilen değere verilen addır. Hacimsel taşıma kapasitesi olarak da ifade edilebilir.

Net Tonaj bir geminin sadece navlun getiren, para kazandıran kapalı hacimlerinin ft^3 olarak değerinin 100'e bölümü ile elde edilen değerdir. Grosstonaj ile aynı şekilde hacimsel bir taşıma kapasitesini ifade etmektedir.

Güverte Donanımları

Kreyn bir geminin yükleme boşaltma ihtiyacını kendi kendine karşılayabilmesi için güverte üzerine monte edilmiş bir yük donanımdır. Sancak, iskele, baş ve kıç yönlerinden bakıldığında güverte üzerine sabit veya çalışır şekilde hareketli olarak göze çarpmaktadır. Kuş bakışı olarak gemiye bakıldığında güverte üzerinde çapraz bir şekilde seyir esnasında sabitlenmiş oldukları gözlemlenebilir.

Bumba gemilerde eski dönemlerden günümüze kadar kullanılmakta olan yükleme boşaltma ihtiyacını karşılayabilmek için güverte üzerine sabitlenmiş ve makara sistemleriyle irtibatlı olarak kullanılan yük donanımdır. Her yönden ve kuş bakışı olarak güverte üzerinde sabitlenmiş olduğu veya çalışma esnasında dar bir açıda çalışabildiği gözlemlenebilmektedir.

Ambar kapağı yükleme ve boşaltma işlemleri sırasında yükün ambar içerisine girebilmesi için açılan ve ihtiyaç olmadığında kapalı olarak tutulduğu açıklıklardır. Gemi bu açıklıklardan yükleme operasyonunu gerçekleştirir. Ambar kapakları hareketli donanımlardır ve açıldıklarında baş kıç veya sancak iskele doğrultusunda toplanır ve hareket edebilirler. Hidrolik ve mekanik sistemle çalışan sistemlerdir.

Boru devresi özellikle tankerlerde güverte üzerinde baş kıç doğrultusunda sabit olarak yerleştirilmiş yükleme boşaltma donanımlardır. Tankerler tanlara yükleme veya taktan tahliye yapmak istediklerinde bu boru devrelerini ve üzerlerindeki valf sistemlerini kullanmaktadırlar.

Valf tankerlerde boru devrelerinin birbirleri arasında veya bir tank içerisine kumanda etmek istenildiğinde açılıp kapatılarak yük akışını sağlayan yardımcı donanımlardır.

Konteyn (Yüklük) konteynır gemilerinde 20 ayak boyunda (feet) veya 40 ayak boyunda (feet) olarak tabir edilen yük taşıma ve koruma muhafaza kaplarıdır. Çelikten profil olarak üretilir ve üst üste yan yana bağlanarak ambar içerisine veya güverte üzerine yüklenmektedirler. Farklı firmalara ait farklı renklerle boyanarak kiralama veya satın alma şeklinde iş görmektedirler.

Gemi bacası ana makine dairesinde bulunan içten yanmalı makinelerin ihtiva ettiği egzoz gazlarının dışarıya atıldığı gemi açıklıklarıdır. Geminin ürettiği yanmış fosil yakıtların oluşturduğu baca gazları çevre kirliliğine ve küresel ısınmaya sebep olduğu için egzoz emisyon değerleriyle ilgili özellikle gelişmiş ülkelerde liman girişlerinde kısıtlamaların olduğu bir güncel uygulamalarla gündemde yerini almış bulunmaktadır.

Tank tankerlerin yük taşıdıkları güverte altı bölümdür. Güverte üzerinden valfler, yük boru devreleri ile irtibatlı olarak çalışmaktadır. Boru devreleri ve valf sistemleri güverte üzerinde doğrudan görülebilmeye rağmen, güverte üzerinde doğrudan tankı belirten görsel bir yapı bulunmamaktadır.

Yaşam mahalli gemi personelinin kamaralarının, ofislerinin, banyo, tuvalet, lavabo, kuzine, yemek ve sosyal salonların olduğu kapalı alanların oluşturduğu kısımdır. Çoğunlukla ticaret gemilerinde makine dairesi ve gemi köprü üstü gibi kısımlar yaşam mahalli yapısının içerisinde bulunmaktadır.

Diğer Belirteçler

Güverte donanımlarının dışında ticaret gemilerinin optik uydu görüntüleri üzerinden gözlemlendiğinde geminin bazı fiziksel özellikleri ve bazı salınımlar olarak değerlendirilebilir. Görüntü işleme yöntemleri uygulanmak istendiğinde ayırıcı olabilecek özellikler güverte boyası, su üstü gemi yapısı, egzoz emisyonu ve egzoz sıcaklığıdır. Güverte boyası uydu görüntüleri incelendiğinde boyanın rengine bağlı olarak optik değerlerin farklılaşmasına rağmen bir veri kaynağı sağladığı görülmektedir. Geminin uydu görüntüleri incelendiğinde kuş bakışına yakın görsellerin teknenin yatay olarak iki boyutlu görüntüsünün bir kesiti olarak dikkat çekmektedir. Egzoz emisyonu ve egzoz sıcaklığı dış ortama salındığından dolayı incelenebilecek veri kaynağı olarak görüntü işlemede dikkate alınabilecek unsurlardır. Ancak egzoz emisyon ve sıcaklığının sağlayacağı veri kaynağının ana makine ve yardımcı makinelerle ilgili ilişkili olduğu göz ardı edilmemelidir.

4. YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ OPTİK UYDU GÖRÜNTÜLERİ

Uzaktan algılama çalışmalarında kullanılmak üzere faydalanılan algılayıcılar optik ve radar olarak temelde ikiye ayrılmaktadırlar. Optik algılayıcılar güneşten gelen ışınların yeryüzüne çarparak geri yansması sonucu elde yeryüzünün görüntülerini elde ederler. Bu şekilde optik algılayıcının kendisi pasif olarak tanımlanır çünkü doğrudan bir enerji üretmemektedirler. Radar sistemleri ise ihtiyaç duydukları görüntüleri elde edebilmek için aktif enerji üreterek yeryüzüne göndermekte ve geri yansıyan enerjisi ölçerek algılama yapmaktadır. Elektromanyetik spektrumda mikrodalga bandında çalışan radar algılayıcılar haritacılıkta, sivil ve askeri alanlarda en az kullanılan radar uydur görüntüleridir. Karşılaştırıldığında optik algılayıcılara karşılık dışarıdan bir enerji kaynağına ihtiyaç duymadan kendi enerji kaynaklarını kullanarak kesintisiz algılama yapabilmektedirler.

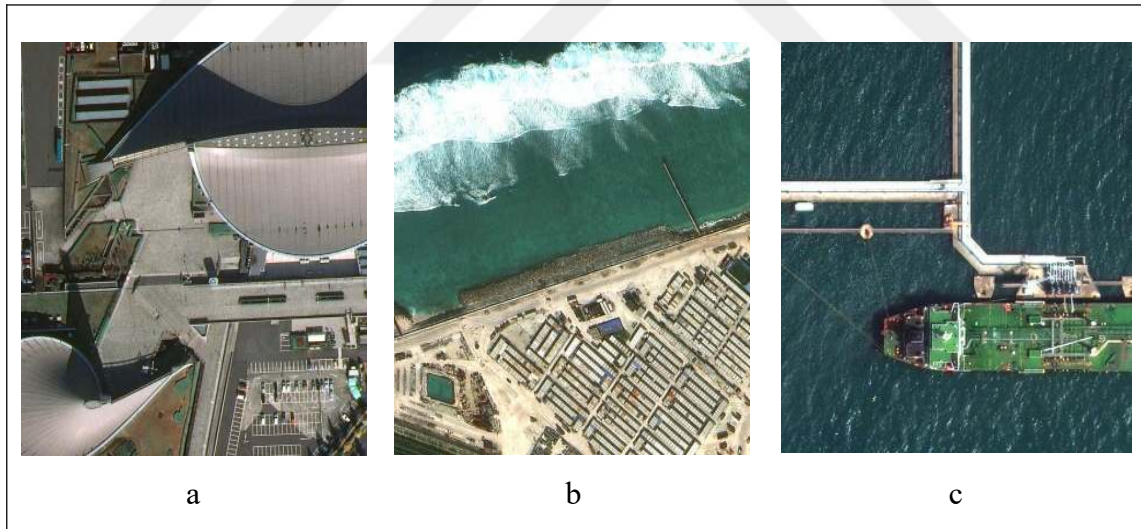
Optik algılayıcılar uyduların üzerine tarama yapmak, algılamak amacıyla yerleştirilerek yeryüzünün bir bölgesini görüntüleyebilmek için elektromanyetik spektrumda optik dalga boyu aralığında bulunan bant üzerinden görüntü almaktadırlar. Optik algılayıcılar farklı konumsal, radyometrik ve zamansal çözünürlüklere sahip olabilmektedirler. Zaman içerisinde çözünürlük değerlerinin çok daha yüksek değerlere ulaştığı gözlenmektedir. Optik algılayıcılar düşük, orta ve yüksek çözünürlük sınıflarına ayrılabilir. Çözünürlük değerleri yükseldikçe daha detaylı görüntüler elde edilebilmektedir. Özellikle sınıflandırma çalışmaları yapılmak istendiğinde yüksek çözünürlük değerlerine sahip olan uydur görüntüleri tercih edilmektedir.

Mustafa Erdoğan ve ark. (2004) yapmış oldukları çalışmada uzaktan algılama uydularından Landsat-1 uydusu NASA-EOSAT tarafından 1972 yılında çalışmaya başladığını, MMS algılayıcısı ile 80 metrelik konumsal, 8 bit radyometrik çözünürlüğe sahip olarak 1978 yılına kadar hizmet vermiş bir uzaktan algılama uydusu olduğunu belirtmektedir. Landsat-7 uydusu, NASA tarafından 1999 yılında çalışmaya başlamış, Pankromatik algılayıcı ile 15 metre ve ETM algılayıcılarıyla 30 ve 60 metre konumsal çözünürlüğe sahip her bir algılayıcıda 8bit radyometrik çözünürlüğe sahip olan bir uzaktan algılama uydusudur. Bilsat-1 uydusu Tübitak-Bilten tarafından 2003 yılında Pankromatik algılayıcı ile 12 metre konumsal, 8bit radyometrik çözünürlükte Multispektral algılayıcı ile 26 metre konumsal, 8bit radyometrik çözünürlükte görüntü algılamaktadır. Radarsat-2 uydusu, CSA-MDA tarafından, 2003 yılında hizmete

başlayarak SAR algılayıcısı ile 3-100 metre konumsal çözünürlüğe sahip olarak görev yapmaktadır [31].

Zaman içerisinde çok daha yüksek çözünürlüğe sahip uydular yörüngelerine fırlatılmaya devam etmişlerdir. Örnek olarak Quickbird-2 uydusu, Digital Globe tarafından 2001 yılında görevine başlamış, Pankromatik algılayıcı ile 0,61-0,73 metre ve Multi spektral algılayıcı ile 2,5-2,9 metre konumsal çözünürlük ve 11 bitradyometrik çözünürlük değerlerine ulaşılmıştır. Bu gelişme ile konumsal çözünürlükte 1 metrenin altına inilmiş olduğu görülmektedir.

Son yıllarda ise Worldview-1-2-3-4 seri uydularıyla konumsal çözünürlük değerleri 0,46 metreden 0,31 metreye kadar uzaktan algılama optik görüntüler elde edilebilmektedir. Worldview-4 uydusu 2016 yılında Digital Globe tarafından fırlatılmış, 617 km irtifada yörüngesinde 97 dakikalık periyotlarla görev yapmakta ve yaklaşık kullanım ömrü 10-12 yıl arasında olduğu belirtilmektedir [32]. Şekil 4.1’de worldview-4 uydusuna ait 30 cm’lik çözünürlük değerli üç farklı coğrafyaya ait görüntü örnekleri gösterilmektedir.

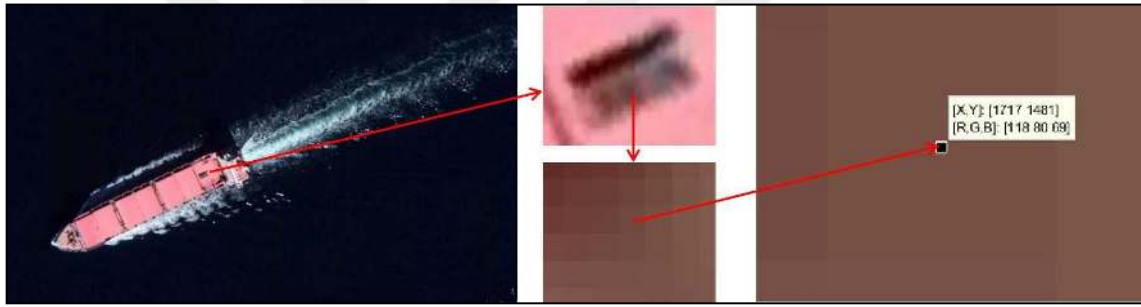


Şekil 4.1. Worldview-4 uydusu görüntü örnekleri, (a) Yoyogi National Gymnasium (30cm) Shibuya, Tokyo, (b) Subi Reef (30cm) Spratly adaları, Çin, (c) Oil Tankers, Sebarok adası (30cm) [33].

Optik uydu görüntüleme teknolojilerinde alınan son yıllardaki mesafeler özellikle detaylı veriler sağladığı için uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri bilim dallarında yapılan çalışmalarda tercih edilmelerine yol açmaktadır. Bazı çalışmalarla optik görüntüler kullanılırken bazılarında radar uydu görüntülerinin kullanıldığı

gözlemlenirken son dönemlerde her iki uydu görüntü sistemlerinin birlikte kullanılarak daha iyi sonuçlara ulaşmayı hedefledikleri dikkat çekmektedir.

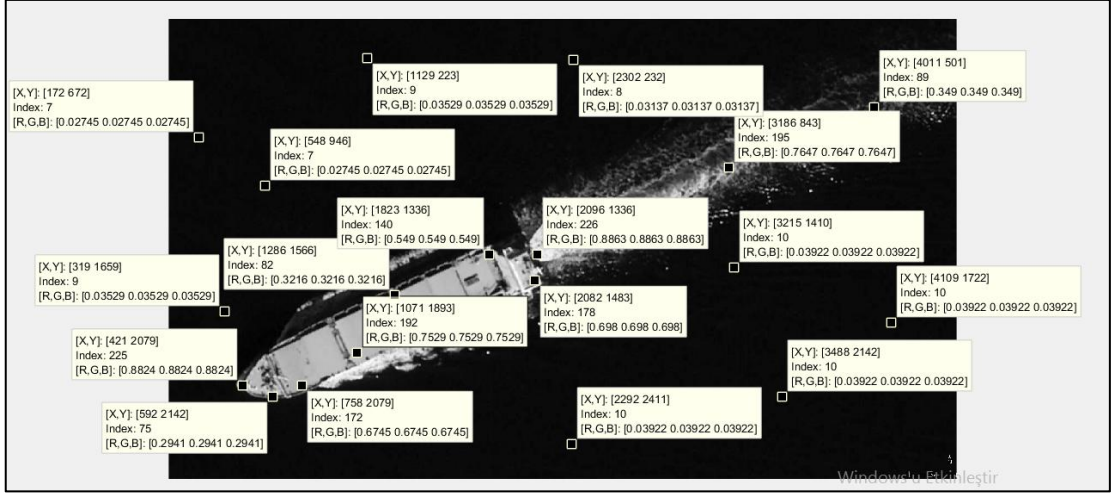
Uydu üzerinden elde edilen optik bir görüntünün RGB olarak görünümü Şekil 4.2’de gösterilmektedir. Kırmızı (R-Red), Yeşil (G-Green) ve Mavi (B-Blue) olarak sunulan dijital görüntüde RGB standart renk uzayıdır. Kırmızı, Yeşil ve Mavi olmak üzere üç farklı renk bandını ifade eden elektromanyetik spektrumdaki gözle görünür bölgeye denk gelen ışığın dalga boyu 380 ile 700 nanometre arasında bulunmaktadır. 380 nanometreye karşılık gelen dalga boyu en küçük olan mor-mavidir. 700 nanometreye karşılık gelen dalga boyu en büyük olan kırmızıdır. Büyük dalga boyundan küçüğe doğru sıralamak gerekirse kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor olarak birbirlerini takip etmektedirler. İnsan gözü elektromanyetik spektrum üzerinde görünen bölge olarak tanımlanan 380-700 nanometre dalga boyu aralığını görebilmektedir.



Şekil 4.2. Yüksek çözünürlüklü uydu üzerinden alınan optik bir gemi görüntüsü ve yakınlaştırılmış detay üzerinde pikselin X,Y konum ve RGB değerleri.

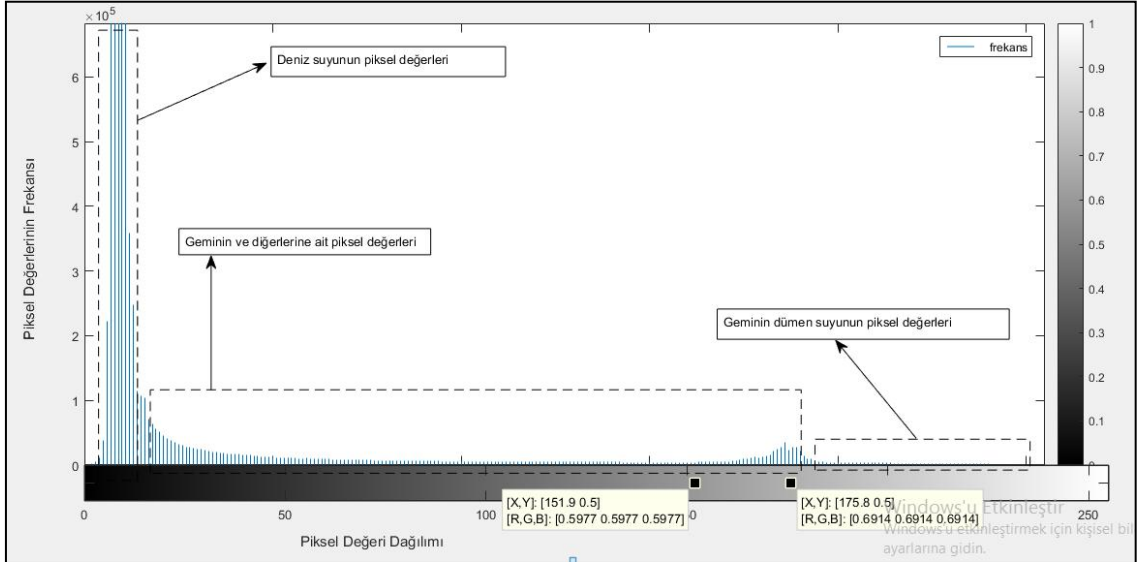
Şekil 4.3’de görünen gemi görüntüsü üzerinde gri görüntü dönüşümü ile görüntünün farklı birçok noktasından alınan örneklerle göre karşılık gelen piksel X,Y değerleri ve RGB değerleri gösterilmektedir.

Gri görüntü üzerinde bulunan piksel değerleri 0 ile 1 arasında bir değer almaktadır. RGB görüntüdeki piksel değer okumaları örneğin 118-80-69 gibi değerlere sahipken aynı görüntü gri görüntü incelendiğinde örneğin 0,03922-0,03922-0,03922 olarak her üç renk için aynı değer gösterildiği gözlenmektedir.



Şekil 4.3. RGB den Gri ölçek dönüştürülen optik görüntü üzerinde farklı piksellere ait X-Y ve RGB değerleri gösterimi.

Şekil 4.3’de deniz suyu, gemi, dümen suyu, ve dağılımda diğer değerler gösterilmeye çalışılmıştır. Görüntü üzerinde görülen indeks değerleri RGB piksel değerlerinin sırasıyla 0,31-0,59-0,1 değerleri çarpımının sonuçlarının toplanmasıyla elde edilmektedir. Şekil 4.4’de optik gemi görüntüsüne ait histogram grafiği verilmiştir. Yapılacak çalışmalarda herbir görüntünün histogram ve piksel değerleri dikkatlice incelenmesi gerektiği değerlendirilmektedir.



Şekil 4.4. Optik uydu gemi görüntüsüne ait histogram grafiği ve görüntü üzerindeki piksel değerlerine bağlı nesnelerin histogramlarının gösterilmesi.

5. MATERYAL METHOD

Çalışmalar için Google Earth'den alınan çözünürlüğü 50-60 cm aralığında olan, on dokuz (19) adet farklı tipteki ticaret gemisinin kullanılması kararlaştırılmıştır. Bu on dokuz (19) adet ticaret gemisinin tipleri sırasıyla kuru yük, tanker ve yolcu gemisi sınıflarından dökme yük, ham petrol, genel yük, konteyner, roro, lng, yolcu ve kimyasal tanker olarak seçilmesi belirlenmiştir.

Çalışmaların intel(R) Core (TM) i7 (CPU) Q720 1,6 GHz, yüklü bellek değeri 16GB Ram, 64bit işletim sistemine sahip bir bilgisayarda yapılması planlanmıştır. Bilgisayarda intel windows 8.1 pro işletim sistemi yazılımı bulunmaktadır.

Görüntülerin işlenmesi için Matlab R2015b yazılımı üzerinde görüntü işleme seti (Image processing toolbox) tercih edilmiştir. Matlab içerisinde görüntü işleme (image processing) yazılımı bulunmakta ve C## programlama dili temelli çalışmaktadır. Matris temelli olan yazılım aynı zamanda kendine ait fonksiyonları, matematiksel ve istatistiksel fonksiyonların kullanılmasının yanı sıra kullanıcının kendi oluşturacağı fonksiyon ve yazılımları da çalıştırabilecek imkan vermektedir. Ayrıca oluşturulacak bir algoritma ile de problemlerin çözülebilmesine yardımcı olabilecek imkan ve kabiliyete sahiptir. Yapılan çalışmanın amaçlarına ulaşmakta en iyi çözüm olacağı değerlendirildiğinden dolayı Matlab yazılımından faydalanmaya karar verilmiştir. Matlab görüntü işleme (image processing), analiz, görselleştirme ve algoritma geliştirme konularında kullanılmaktadır.

Coğrafi koordinatlandırma çalışmalarında QGIS yazılımı kullanılmıştır. Uydu görüntülerinin veya herhangi bir görüntünün haritalandırılması referans koordinatları görüntü üzerine işlenmesi ile elde edilebilmektedir. Görüntü işleme işlemleri için color tresholder, mapviewer, training image labeller, image acquisition, image region analyser, image segmenter, image viewer uygulamaları, color, basic display, contrast adjustment, image filtering, morphological operation, roi-based processing, object analylis, region and image properties, image type conversion, image segmentation, image transforms, code generation genel başlıkları altında bulunan operatörler ihtiyaca göre geliştirilerek kullanılmıştır.

Gemilerde bulunan AIS cihazının içerisinde toplam onsekiz (18) adet gemi ile ilgili tanıtıcı bilgi bulunmaktadır. Bu bilgi grupları Statik, Dinamik, Seyir ve Emniyetle ilgilidir. Uydu görüntüleri üzerinden AIS verilerinden gemi eni, gemi boyu, gemi türü, gemi mevkisi, mevki zamanı, yere göre rotası, yere göre göre hızı, pruva hattı, seyir

durumu bilgilerine ulaşmaya çalışılacaktır. Yapılan çalışmada doğrulanması beklenen hipotezler ve karşıt hipotezler oluşturulmuştur.

H1.Optik uydu görüntüsü kullanılarak geminin eni (ST4) bilgisine ulaşılabilir.

H0.Optik uydu görüntüsü kullanılarak geminin eni (ST4) bilgisine ulaşamaz.

H2.Optik uydu görüntüsü kullanılarak geminin boyu (ST4) bilgisine ulaşılabilir.

H0.Optik uydu görüntüsü kullanılarak geminin boyu (ST4) bilgisine ulaşamaz.

H3.Optik uydu görüntüsü kullanılarak geminin türü (ST5) bilgisine ulaşılabilir.

H0.Optik uydu görüntüsü kullanılarak geminin türü (ST5) bilgisine ulaşamaz.

H4.Optik uydu görüntüsü kullanılarak geminin mevki (DI1) bilgisine ulaşılabilir.

H0.Optik uydu görüntüsü kullanılarak geminin mevki (DI1) bilgisine ulaşamaz.

H5.Optik uydu görüntüsü kullanılarak geminin mevki zamanı (DI2) bilgisine ulaşılabilir.

H0.Optik uydu görüntüsü kullanılarak geminin mevki zamanı (DI2) bilgisine ulaşamaz.

H6.Optik uydu görüntüsü kullanılarak geminin yere göre rotası (DI3) bilgisine ulaşılabilir.

H0.Optik uydu görüntüsü kullanılarak geminin yere göre rotası (DI3) bilgisine ulaşamaz.

H7.Optik uydu görüntüsü kullanılarak geminin suya göre hız (DI4) bilgisine ulaşılabilir.

H0.Optik uydu görüntüsü kullanılarak geminin suya göre hız (DI4) bilgisine ulaşamaz.

H8.Optik uydu görüntüsü kullanılarak geminin pruva hattı (DI5) bilgisine ulaşılabilir.

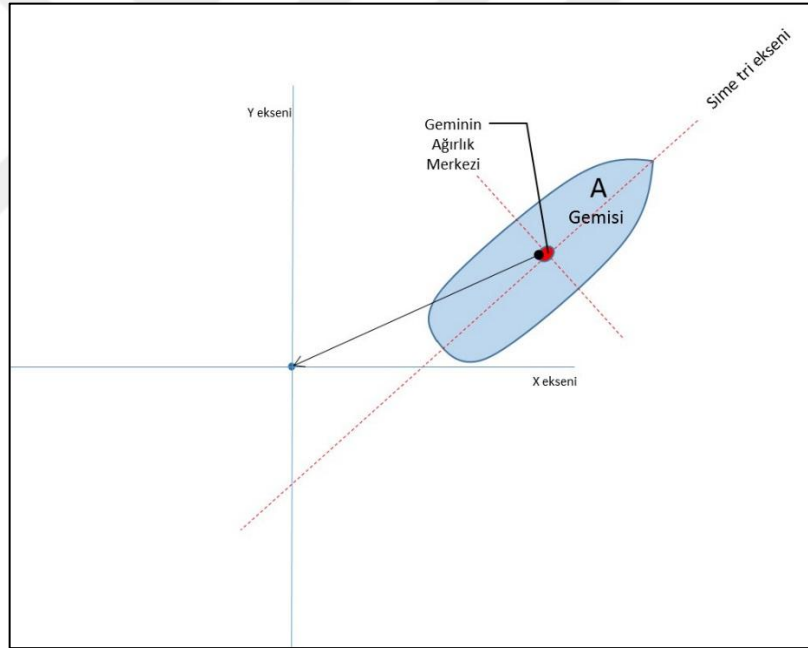
H0.Optik uydu görüntüsü kullanılarak geminin pruva hattı (DI5) bilgisine ulaşamaz.

H9.Optik uydu görüntüsü kullanılarak geminin seyir durumu (DI6) bilgisine ulaşılabilir.

H0.Optik uydu görüntüsü kullanılarak geminin seyir durumu (DI6) bilgisine ulaşamaz.

Gemi profilleri öz niteliklerinin çıkarılmasında önemli bir yardımcıdır. Gemilerin uydu görüntüleri incelenirken öz niteliklerine bakılarak bazı kararlar verilebilir.

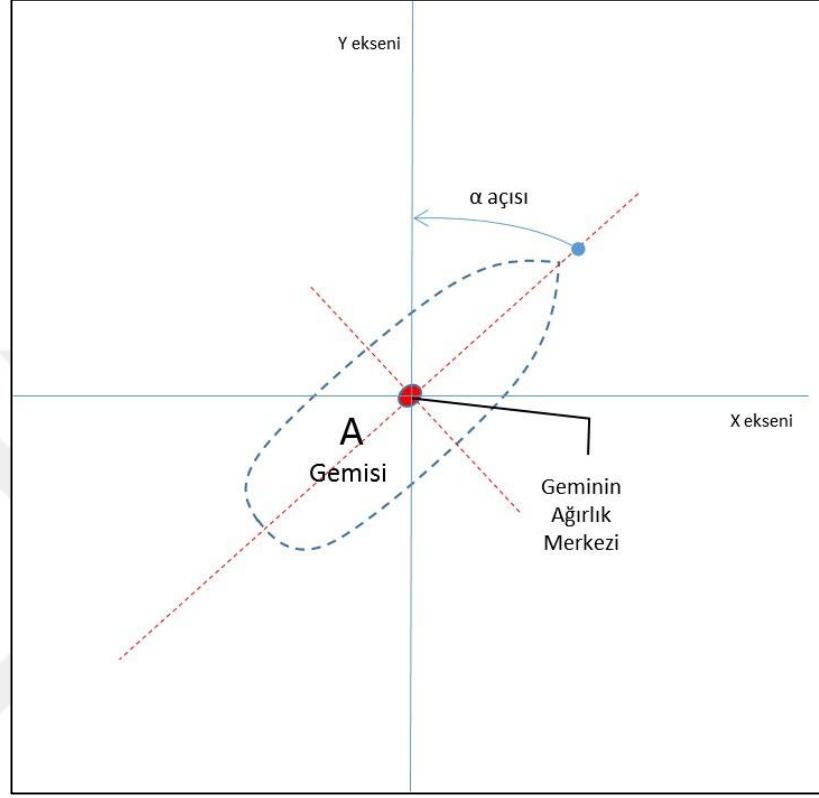
Herhangi bir optik uydu görüntüsünde bulunan geminin en ve boy bilgilerini elde edebilmek için öncelikle gemi görüntü işleme programında işlenerek kenarları tanınır. Kenarlarının tanınmasından sonra gemi görüntüsünün ağırlık merkezi bulunur. Ağırlık merkezi aynı zamanda geminin baş ve kıç istikametindeki görüntünün simetri ekseninin de üzerinden geçtiği noktadır. Simetri eksenini gemiyi iki eşit parçaya ayırmaktadır. Şekil 5.1, Şekil 5.2, Şekil 5.3, Şekil 5.4’ de gösterilen yaklaşımlar ile geminin mevkiinin (H4-H0), rotası (H6-H0), pruva hattı(H8-H0), eni (H1-H0), boyu (H2-H0) bilgilerine ulaşılması hedeflenmektedir. Şekil 5.1’de herhangi bir geminin görüntüsü, analitik düzleme göre resmedilerek ağırlık merkezi, x ve y eksenleri, simetri eksenini gösterilmektedir.



Şekil 5.1. Herhangi pozisyondaki geminin ağırlık merkezinin ve simetri ekseninin bulunması.

Seyir biliminde simetri ekseninin saatin dönüş yönüne ters yönde ölçülerek Y eksenini ile yapmış olduğu α açısı geminin o andaki rota ve pruva hattı değerlerini ifade eder. Y eksenini bu noktada gerçek kuzey yönü (000° veya 360°) olarak referans alınır. Görüntü üzerinde Y ekseninin yani Kuzey yönünün belirlenmesiyle gemiye ait rota ve pruva hattı değerlerine ulaşılabilir.

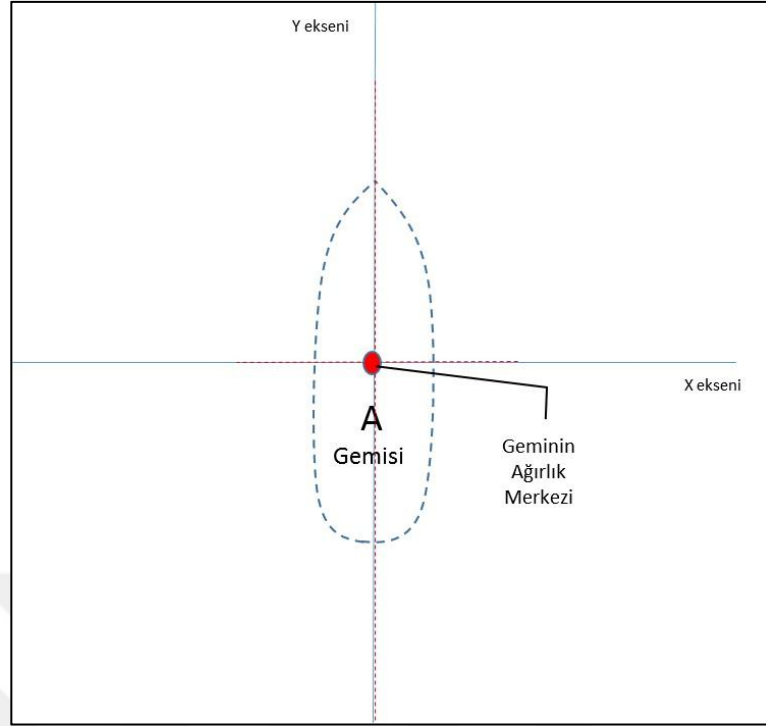
Şekil 5.2’de bir geminin analitik düzlemde ağırlık merkezi ile eksenlerin kesişim noktası üzerine simetri eksenine paralel olarak kaydırıldığı gösterilmektedir. Bu sayede gemi görüntüsünün analizi analitik düzlem üzerinde daha kolay yapılabileceği değerlendirilmektedir.



Şekil 5.2. Geminin ağırlık merkezinin eksen merkezine kaydırılması.

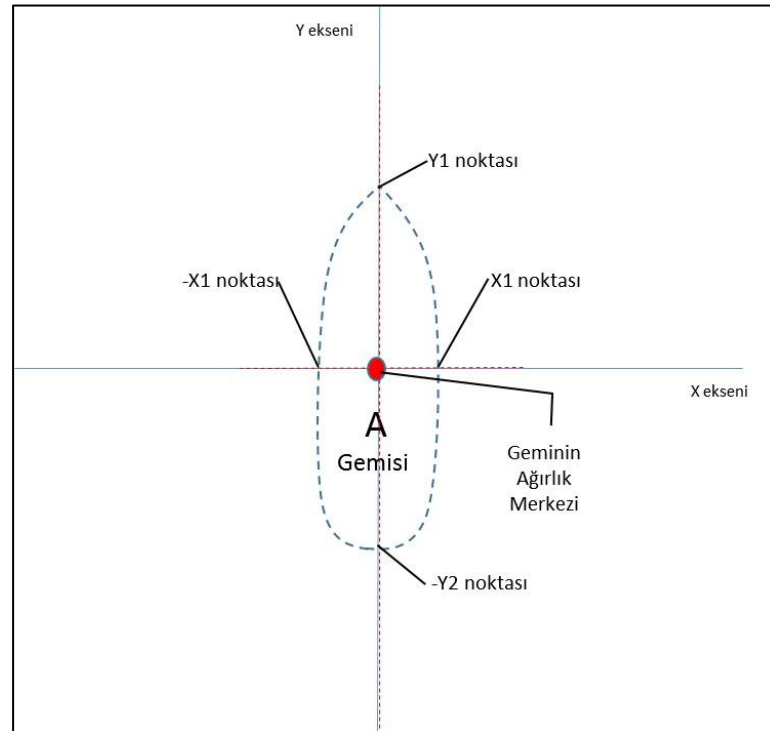
Geminin α açısı kadar saat dönüş yönüne ters yönde döndürülmesi ile gemimiz x ve y eksenli analitik düzlem üzerine ağırlık merkezi eksenlerin çakıştığı merkez üzerine gelir. Başlangıç noktamız geminin aynı zamanda ağırlık merkezidir.

Şekil 5.3’de ağırlık merkezi ile orijinin çakıştırılması ve simetri ekseninin +y eksenine ile kesişmesi için döndürüldüğü ve bu sayede x-y düzleminde gemiye ait boyutların hesaplanabileceği gösterilmektedir. Gemiye ait bazı boyutsal bilgilerin bulunmasında dijital görüntü üzerinden görüntü işleme yöntemleriyle birlikte matris hesaplamaları birlikte değerlendirilecektir.



Şekil 5.3. Geminin simetri ekseninin saat yönünün tersine α açısı kadar döndürülerek Y eksenine ile çakıştırılması.

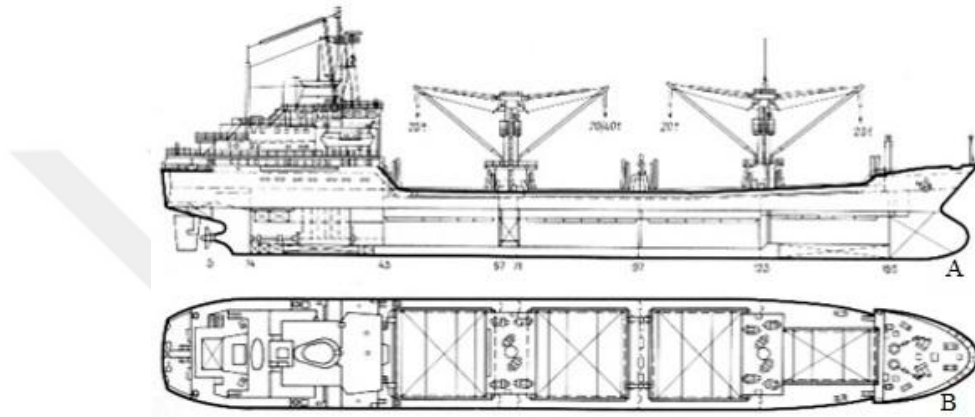
Gemi görüntüsü analitik düzlemde incelendiğinde $X1$ ve $-X1$ aralık değerindeki piksel sayımıyla geminin eni ($X1+[X2]$) değeri hesaplanabilir. Aynı şekilde $Y1$ ve $-Y2$ aralık değerindeki piksel sayımıyla geminin boyu ($Y1+[Y2]$) değeri hesaplanabilir.



Şekil 5.4. Analitik düzlemde geminin eksenleri kestiği $X1$, $-X1$, $Y1$ ve $-Y2$ noktaları.

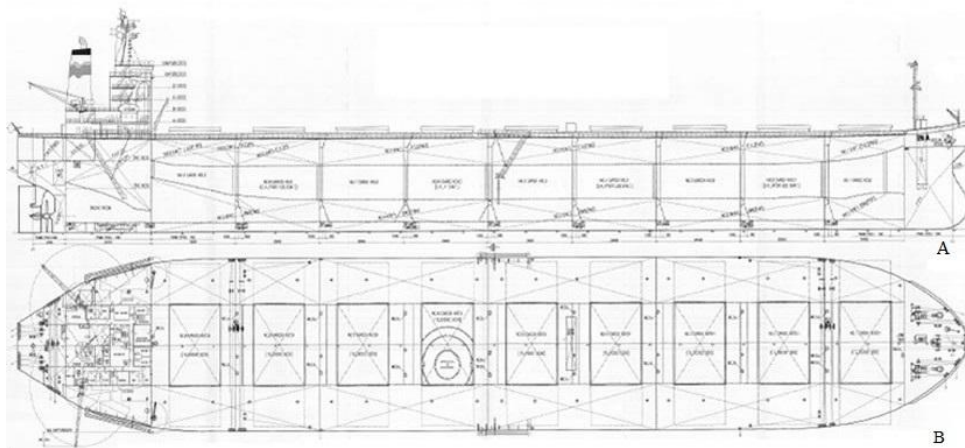
Geminin türünün belirlenebilmesinde gemi tiplerinin incelenerek birbirleri arasındaki farklılıklardan yararlanma yaklaşımı değerlendirilmiştir. Bu açıdan bakıldığında tespit edilen gemi tiplerinin profil görüntülerinin ayırt edici olabileceği dikkate alınmıştır.

Şekil 5.5’ de bir genel yük gemisinin kuş bakışı ve sancak yönünden görünüşü gösterilmektedir. Uydu görüntüsü ile kuş bakışı görüntünün benzerliği, ambarların ve güverte aksamalarının (Bumba, kreyn vb) görünüşleri dikkat çekmektedir.



Şekil 5.5. Genel yük gemisinin sancak yönünde (A) ve kuş bakışı (B) olarak görünüşü.

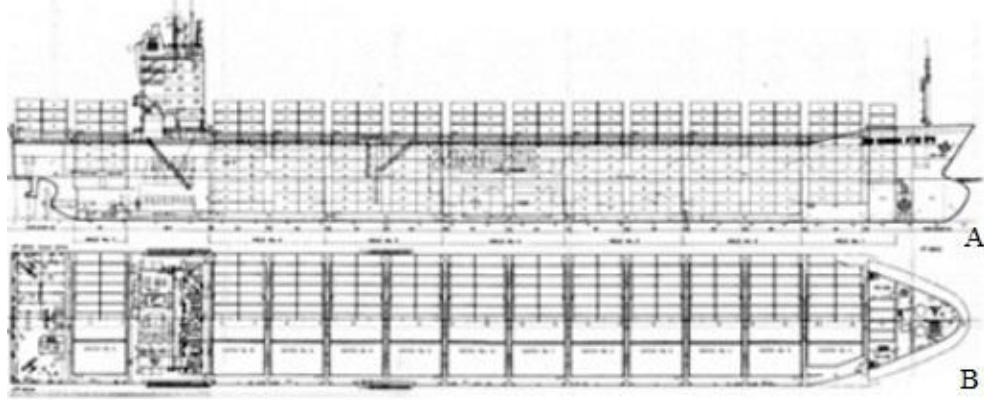
Şekil 5.6’da bir dökme yük gemisinin sancak ve kuş bakışı görünüşü gösterilmektedir. Görünüşe göre ambarların görüntüsü ve donanımsız güvertenin genel yük gemisinden az da olsa farklı görüldüğü dikkat çekmektedir.



Şekil 5.6. Dökme yük gemisinin sancak yönünde (A) ve kuş bakışı (B) olarak görünüşü.

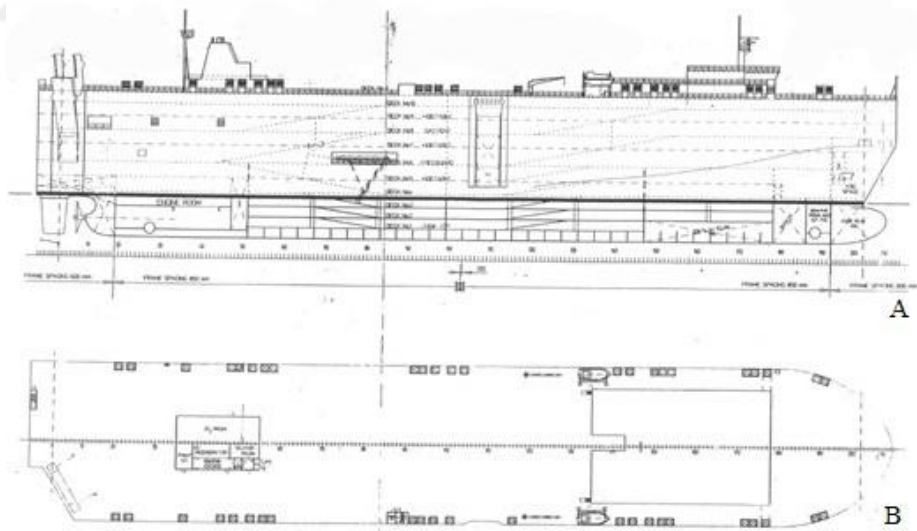
Şekil 5.7’de bir konteyner gemisinin görünüşleri gösterilmektedir. Konteyner gemilerinde ambar bulunmaktadır ancak güverte üzerine de alınan yüklükler (konteyn) sebebiyle kuş bakışı görünüşte ambarların görsel olarak ayırımı iyi bir şekilde

yapılamadığı görülmektedir. Kuş bakışı görüntüde 20 ayak boyu (feet) veya 40 ayak boyu (feet) uzunluktaki yüklüklerin görüldüğü dikkat çekmektedir.



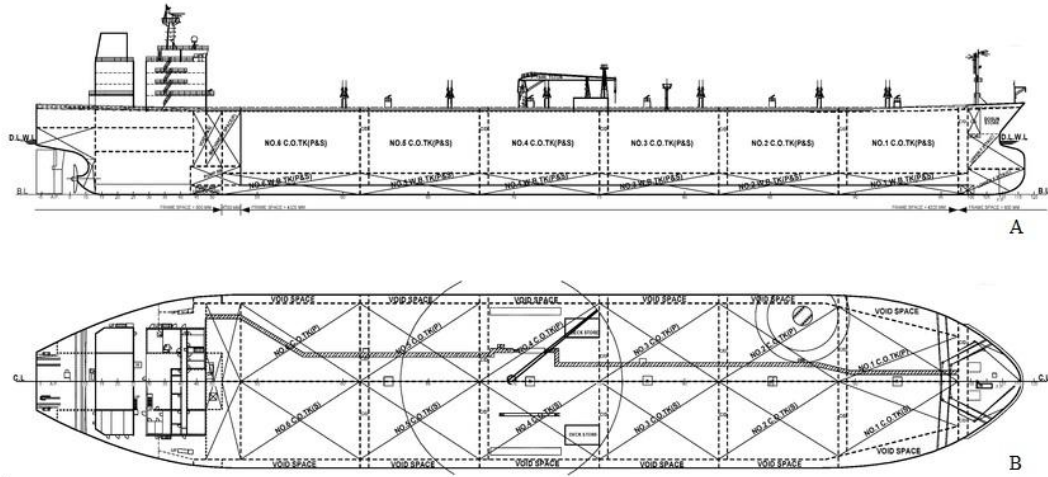
Şekil 5.7. Konteynır gemisinin sancak yönünde (A) ve kuş bakışı (B) olarak görünüşü.

Şekil 5.8’de bir ro-ro gemisine ait görünüşler resmedilmektedir. Farklı tipteki roro gemilerinin var olduğu bilinmekle beraber şekildeki kuş bakışı görüntüye göre bu tip gemilerin güverte üzerinde donanımın çok olmadığı, ambar vb. yapıların olmadığı görülmektedir.



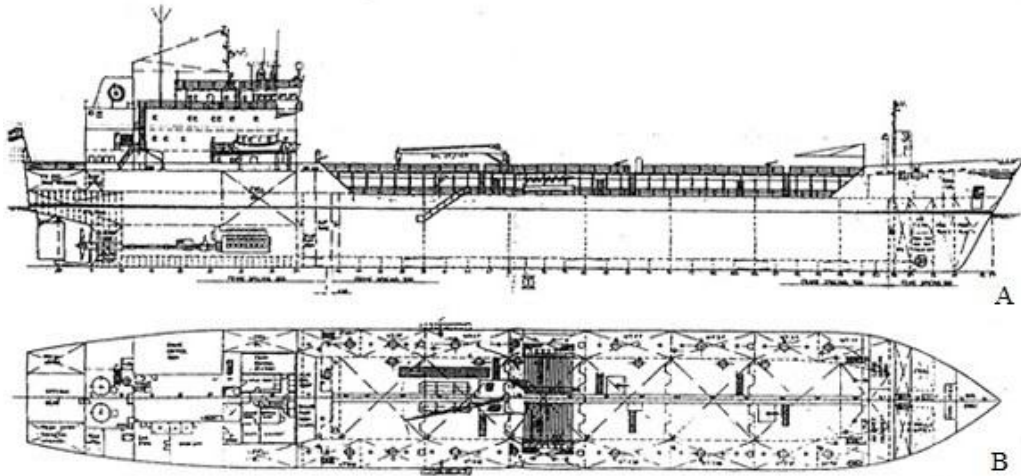
Şekil 5.8. Ro-Ro gemisinin sancak yönünde (A) ve kuş bakışı (B) olarak görünüşü.

Şekil 5.9’da bir petrol tankerinin görünüşleri resmedilmektedir. Petrol tankerlerinin ambar ağzı gibi açıklıkları bulunmamakla birlikte güverteleri üzerinde yükleme boşaltma işlemlerine aracılık eden boru devreleri bulunmaktadır. Bu sebeple kuş bakışı görünüşlerinde ana boru devreleri ve iştirak valfleri görülebileceği bir veri sunmaktadır.



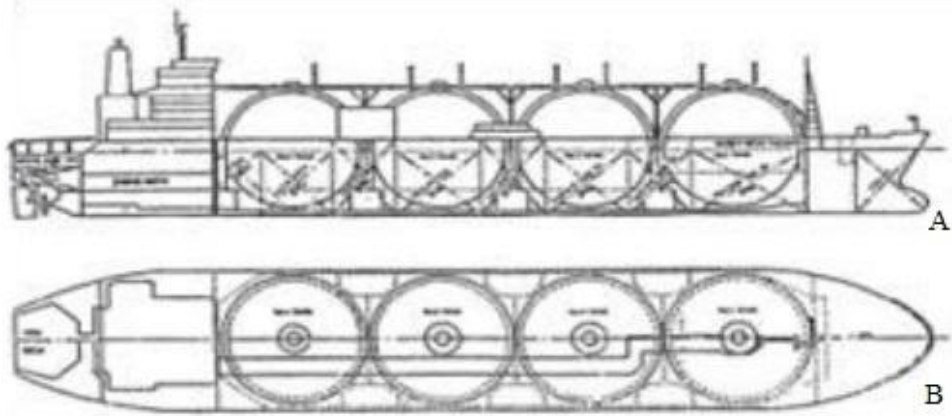
Şekil 5.9. Petrol tankeri sancak yönünde (A) ve kuş bakışı (B) olarak görünüşü.

Şekil 5.10’da bir kimyasal tankere ait görünüşler resmedilmektedir. Kimyasal tankerler petrol tankerlerine göre çok daha farklı kimyasal yükler de taşımaktadırlar. Bu sebeple daha fazla ihtisaslaşmış özel tip gemilerdir. Bu sebeple özel ve farklı yükler taşıyan kimyasal tankerler gözlenmekle birlikte yük transfer boru devreleri daha fazla gözlemlenen gemilerdir.



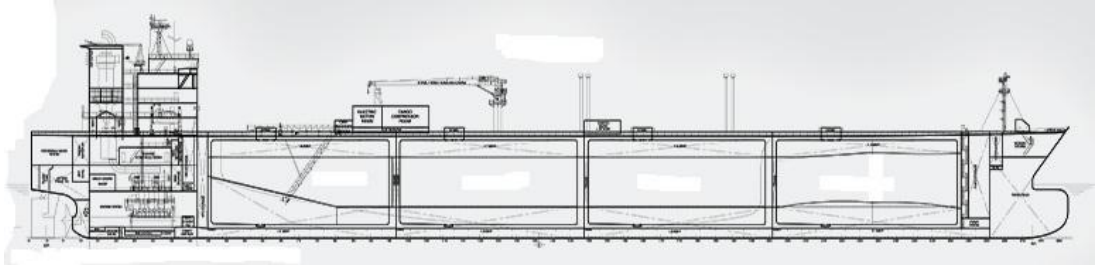
Şekil 5.10. Kimyasal tanker sancak yönünde (A) ve kuş bakışı (B) olarak görünüşü.

Şekil5.11’de bir lng tankeri gösterilmektedir. Lng tankerleri yüksek basınç ve düşük sıcaklık değerleri altında sıvılaştırılmış doğal gaz taşıyıcılarıdır. Gemi inşasında bu tip gemiler ilk etaplarda dairesel güverte altı ve üstü devamlılığı olan tanklar içerisinde yük taşımak üzere tasarlanmaktaydılar. Zamanla tank sistemleri dikdörtgen veya kenarlı tanklar olarak tasarlanabilmektedirler. Bu sebeple farklı görünüşe sahip olan lng tankerlerinde özellikle dairesel, küresel güverte aksam görünüşleri dikkat çekmektedir.



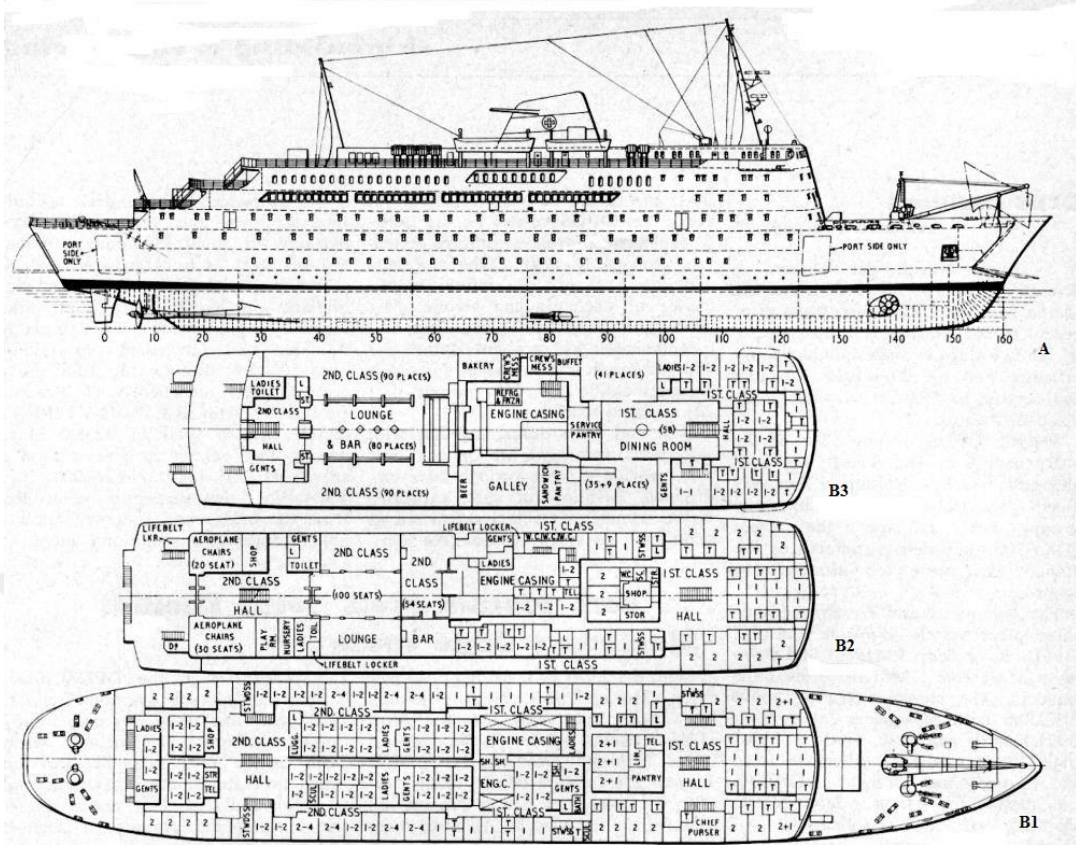
Şekil 5.11. LNG tanker sancak yönünde (A) ve kuş bakışı (B) olarak görünüşü.

Şekil 5.12’de bir lpg tankeri gösterilmektedir. Lpg tankerleri yüksek basınç ve düşük sıcaklık değerleri altında sıvılaştırılmış petrol gazı taşımaktadırlar. Lng tankerlerine nazaran farklı köşegen tanklardan oluşan bir görsele sahiptirler. Bu sebeple özellikle lng tankerlerinden tasarım açısından farklı görünüşe sahiptirler.



Şekil 5.12. LPG tanker sancak yönünden görünüşü.

Şekil 5.13’ de bir yolcu gemisine ait güvertelerini görünüşü resmedilmektedir. Yolcu gemileri birçok farklı tipte inşa edilmekle birlikte genel olarak çok güverteli ve güverteleri boylu boyunca uzanan bir tasarıma sahiptir. Kuş bakışı görüntüde katmanlı güverteler dikkat çekmektedir. Bu güverteler genel olarak gemi şekline paralel bir görünüş sergilemektedir.

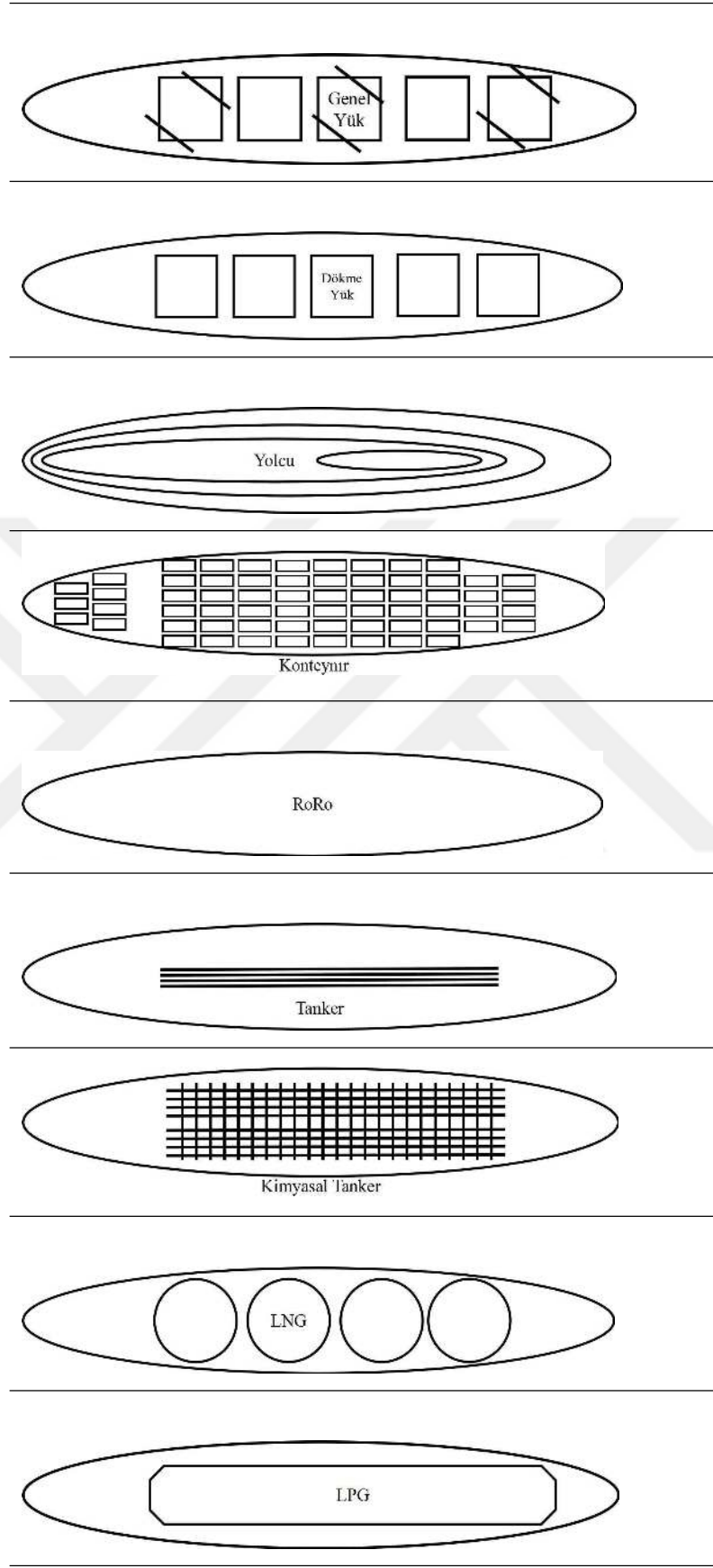


Şekil 5.13. Yolcu gemisi sancak (A) ve kuş bakışı (B1-B2-B3) yönünden görünüşü.

Gemilerin görünüşleri incelendiğinde birbirlerinden ayırt edebilmek için görünen kısımlarındaki geometrik aksamına göre bir sınıflandırma çalışması yapılarak Şekil 5.14’de belirtilen taslaklar oluşturulmuştur. Oluşturulan taslaklarda kare, üçgen, sekizgen, daire, elips, dikdörtgen, doğru, kesişen dik doğrulardan oluşan geometrik şekillerden oluşan objelerin güverte üzerinde gösterilmeye çalışılmıştır (Şekil 5.14). Gemi görünüşleri incelendiğinde güverte aksamalarına göre sadelikten karmaşıklığa doğru bir sıralama yapılmak gerekirse; roro, yolcu, dökme yük, genel yük, ham petrol, lpg, lng, kimyasal ve konteyner gemisi olarak belirlenmesi uygun olarak değerlendirilmektedir. Bu yaklaşımla güvertede bulunana obje sayısına bağlı anlamlı bir ilişki tespit edilebileceği ve bu sayede gemi tipi belirlenebileceği yaklaşımı kıymetlendirilmektedir.

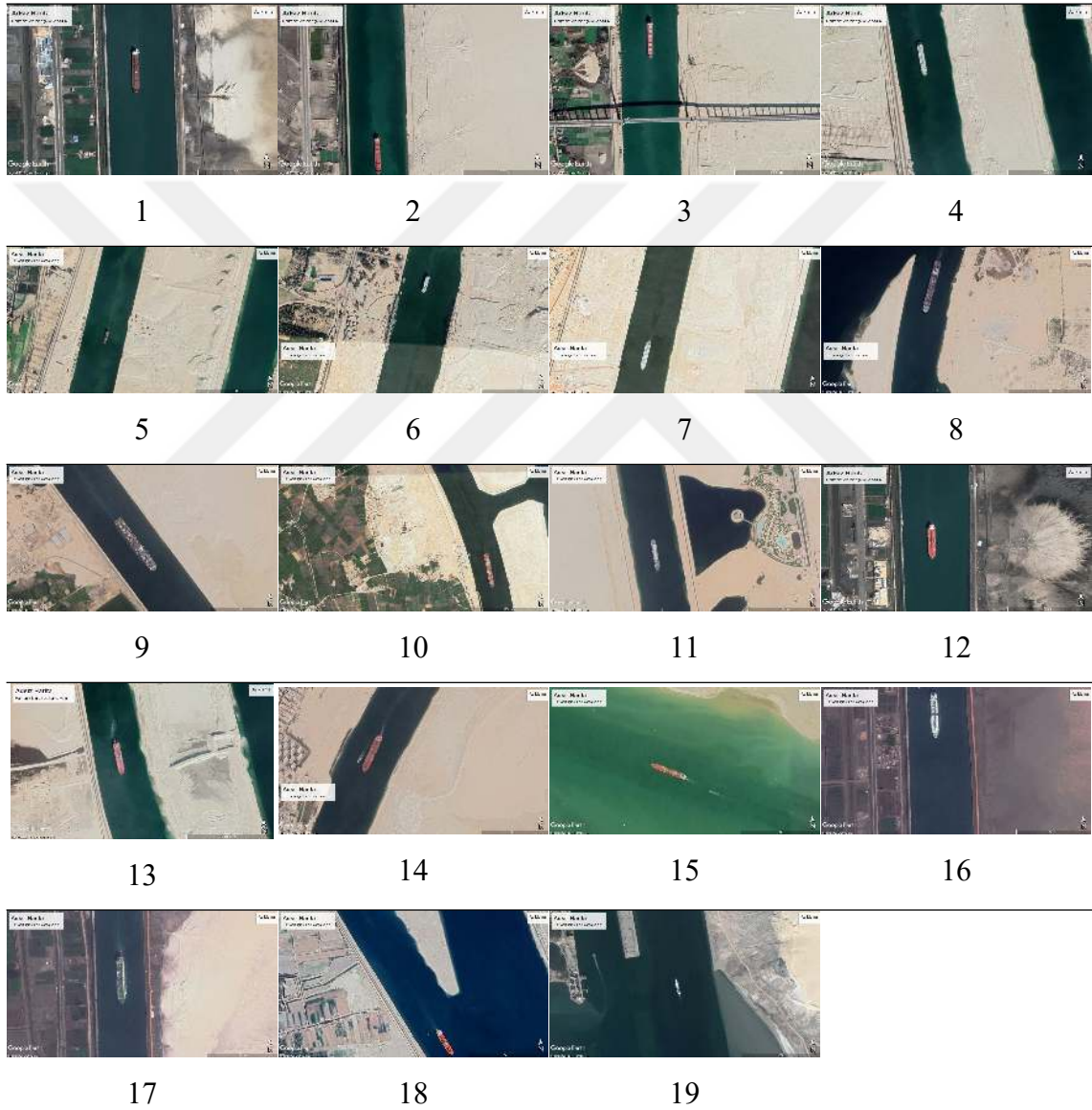
Genel yük gemisinin ambar ve yük donanımlarından oluşan görünüşü dikdörtgen ve doğru kesişişlerinin birlikte görünüşü olarak karşımıza çıkmaktadır. Dökme yük gemilerinin ise temelde ambar ve ambar ağzı gibi yapılardan ibaret olduğu kabaca değerlendirilebilir. Yolcu gemisinde bulunan güverte katmanları gemi formuna paralel ve yükseldikçe iç içe geçmiş ve küçülen gemi şekillerinin görüldüğü

değerlendirilmektedir. Konteyner gemilerinin birçok 20 ve 40 ayak boyu (feet) ölçüye sahip yüklüklerden oluştuğu ve bunların güverte boyunca konumlandığı gözlemlenmektedir. Yüzlerce veya binlerce yüklüğün bir arada olduğu gözlemlenebilmektedir. Ro-Ro gemilerinin güverte aksamalarının olmadığı, Tankerlerin ana yük boru devrelerinden ibaret olduğu ve buna bağlı boruların gözlemlendiği ifade edilerek şekil 5.14'deki taslakların oluşturulabileceği değerlendirilmektedir. Lng tankerinde dairesel bir tankın olması sebebiyle, Lpg tankerlerinin köşegenlere sahip tank yapıları dikkate alınarak güverte üzerindeki objelerin yoğunluklarının farklılıklar gösterdiği değerlendirilmesi öne çıkmaktadır. Kimyasal tankerlerin ise çoklu ve karmaşık boru devre yapılarının petrol tankerlerinden ayıran önemli bir detay olduğu değerlendirmeleriyle gemilerin görünüşlerinin farklılıkları ortaya konulmaya çalışılmaktadır.



Şekil 5.14. Gemilerin geometrik görünüş taslakları.

Google earth'den farklı tarihlerde alınmış 19 adet görüntü kullanılarak Matlab görüntü işleme araçlarındaki operatörler ve dönüştürülen operatörlerle önerilen hipotezler test edilmiştir. Operatörlerin dönüştürülmesi bir zorunluluktur çünkü standart bir veri kümesine sahip olmayan gemi piksel değerleri uygulanacak operatörlerin dönüştürülmesini veya temel operatörlerin sonuç vermemesi durumunda çözüm bulunmasını zorunlu kılmaktadır (Şekil 5.15).



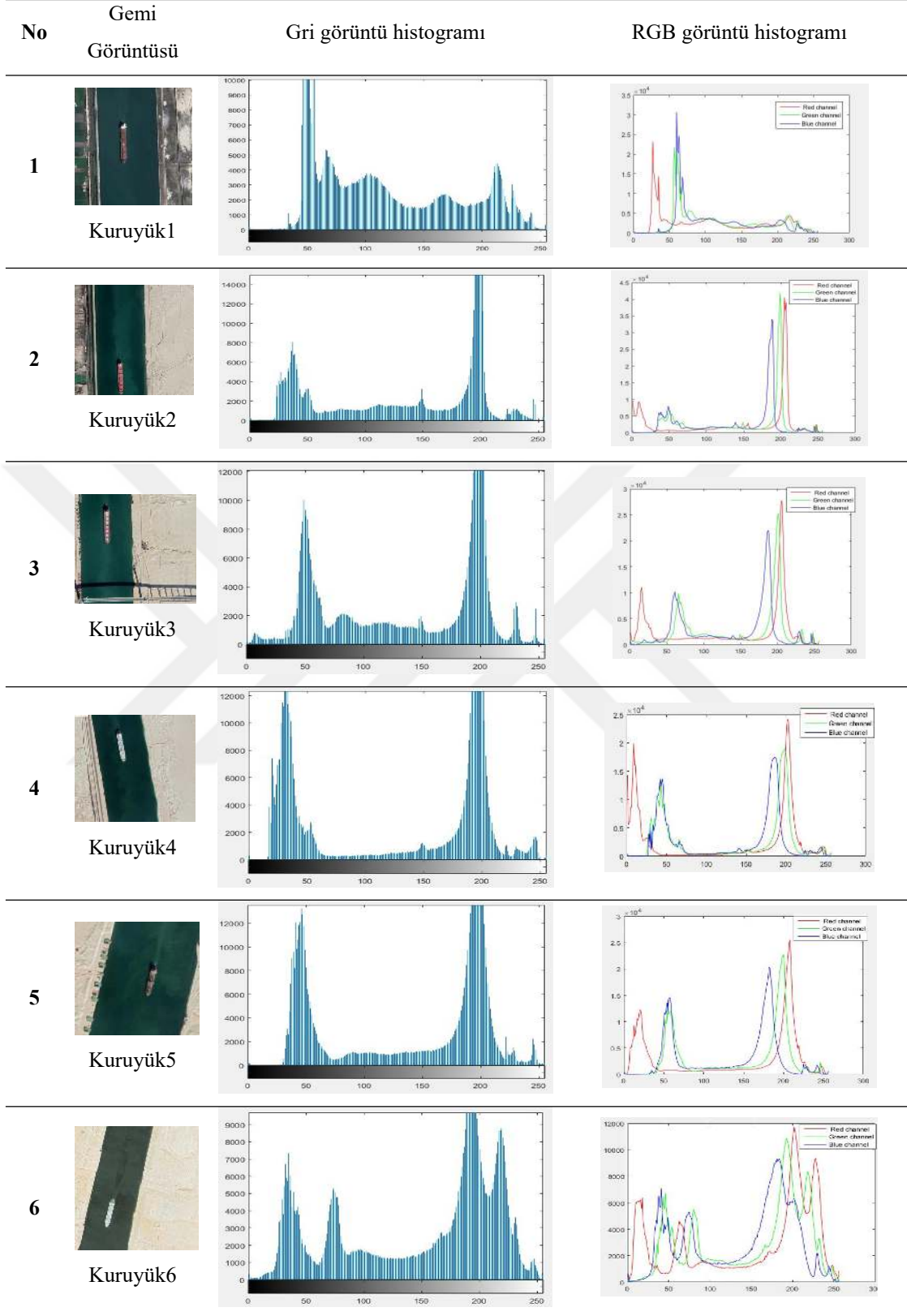
Şekil 5.15. Google Earth'den alınan farklı ticaret gemisi görüntü örneklem grubu.

6. SONUÇLAR

Gemilere ait histogram dağılımlarının farklılıklar göstermesi sonucu aşağıda gösterilen kodlamada piksel değerlerinin değiştirilmesi sonucunda elde edilen görüntü sonuçları Şekil 6.1.'de gösterilmektedir.

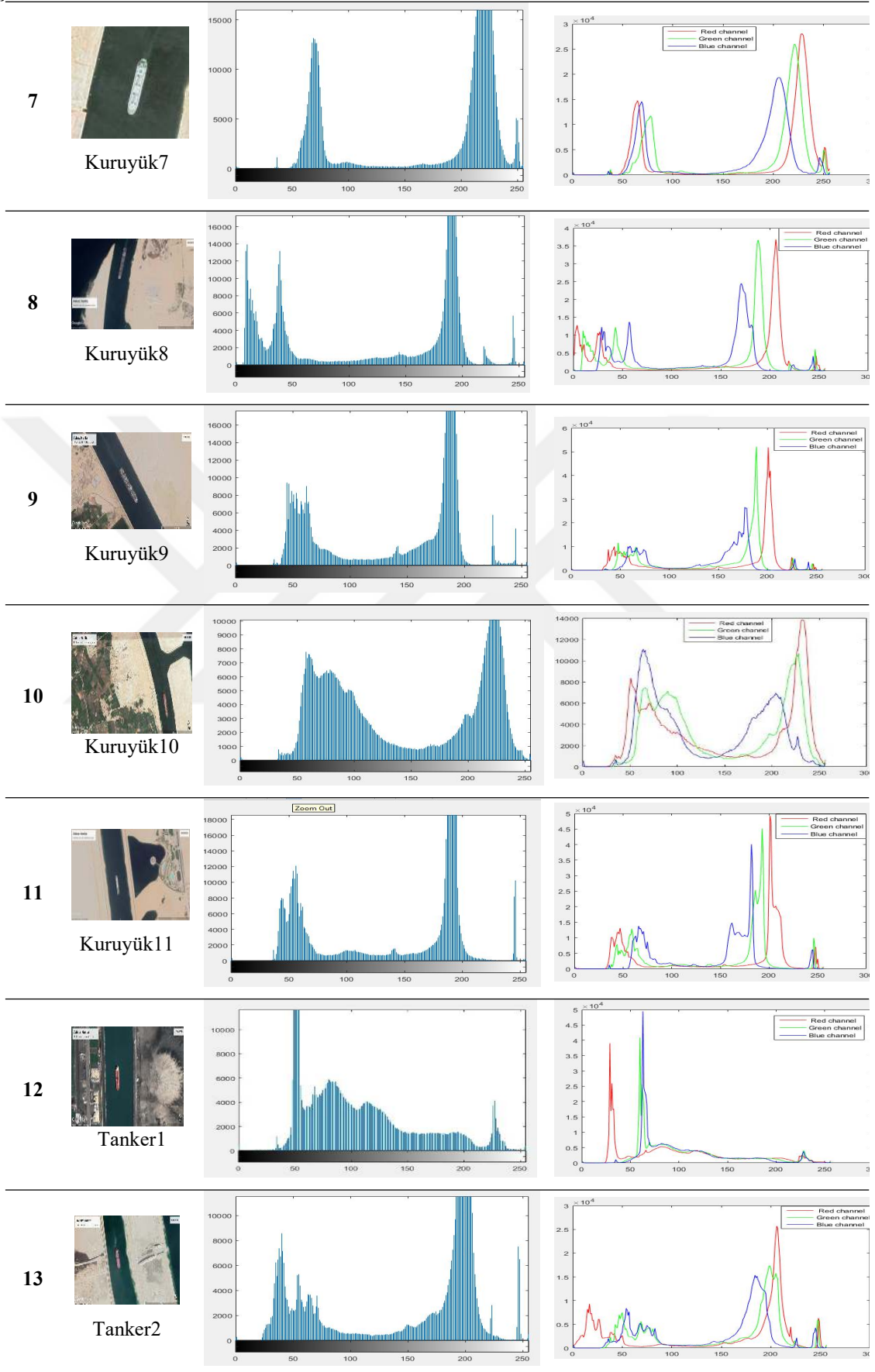
```
% görüntünün okunması
gemi = im2double(imread('görüntü')); gemi = gemi(:,:,1);
% görüntünün eşiklenmesi
image_thresholded = zeros(size(gemi));
% satır ve sütun döngüsü
for ii=1:size(gemi,1)
for jj=1:size(gemi,2) % piksel değerinin alınması
pixel= gemi (ii,jj); % yeni piksel değeri atanması
if pixel < 0.3
new_pixel = 0;
elseif pixel > 3
new_pixel = 256;
else
new_pixel = pixel;
end % program sonu ve yeni piksel değerinin eşikli görüntüde atanması
image_thresholded (ii,jj) = new_pixel;
end % program sonu
end % program sonu ve sonuçların gösterimi
figure(); subplot(1,2,1); imshow(gemi,[]); title ('orijinal görüntü');
subplot(1,2,2); imshow(image_thresholded,[]); title ('eşiklenmiş görüntü');
```

Yukarıda belirtilen işlemlerde öncelikle görüntünün okunması ve ardından sırasıyla eşiklenme, satır ve sütun döngüsü gerçekleştirilmiştir. Daha sonra piksel değerlerinin yerine yeni piksel değerlerinin atanması gerçekleştirilmiştir. Yeni piksel değerleri daha sonra eşikli görüntüde atanarak sonuçların gösterilmesi gerçekleştirilmiştir.

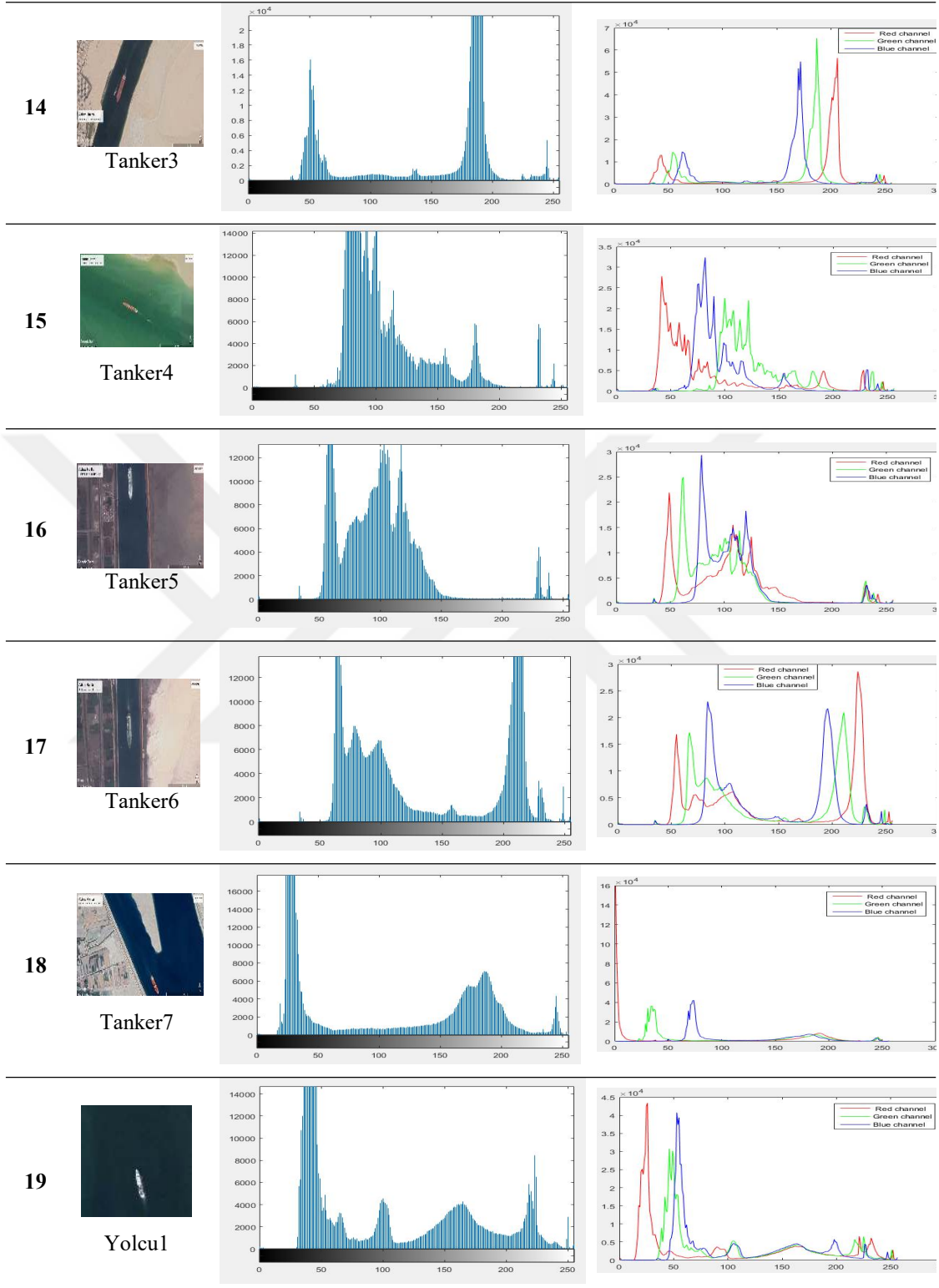


Şekil 6.1. Gemilere ait gri ve rgb görüntülerinin histogram dağılımları.

Şekil 6.1.'in devamı



Şekil 6.1.'in devamı

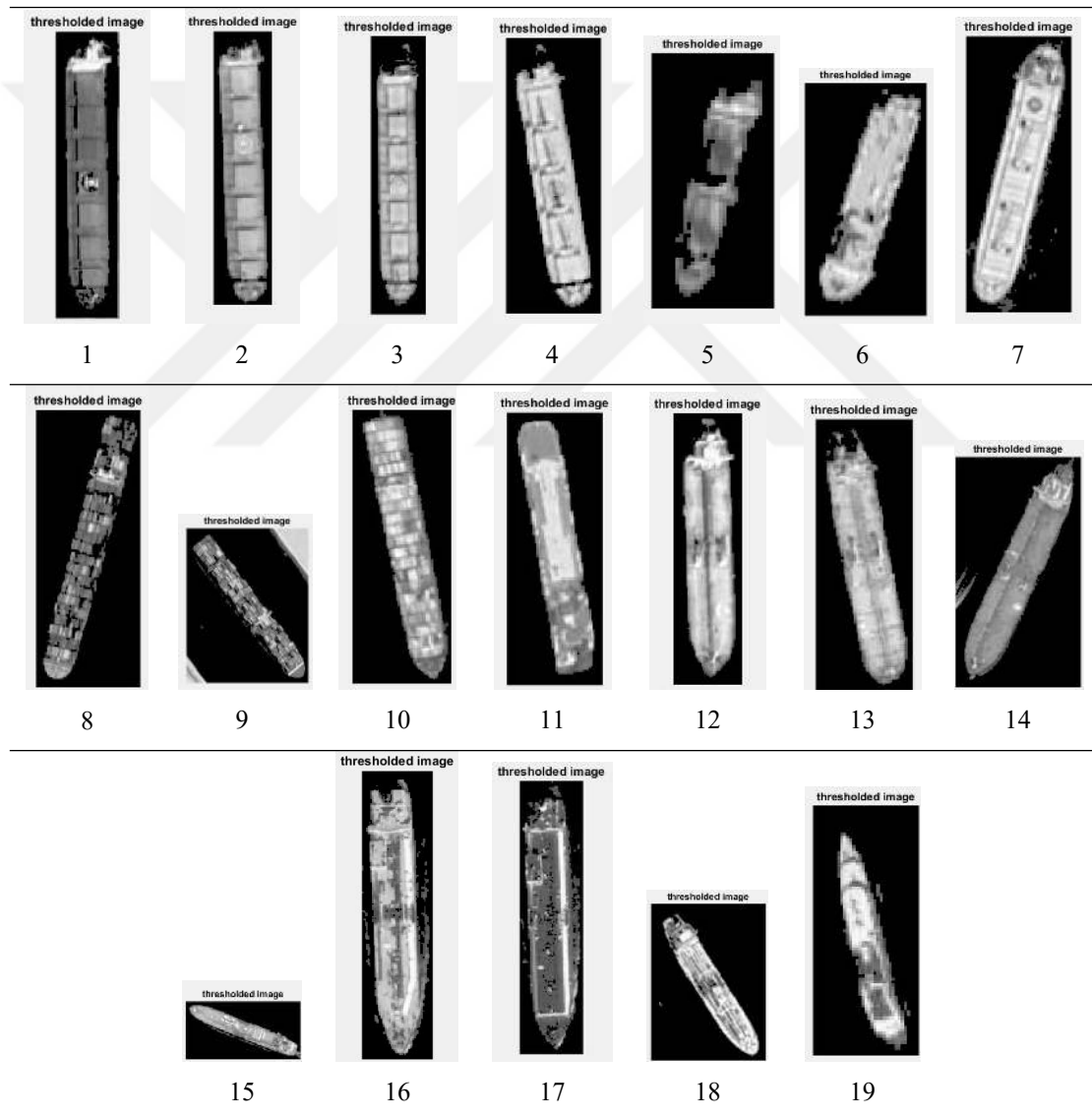


Şekil 6.1. Gemilere ait gri ve rgb görüntülerinin histogram dağılımları

Eşikleme işlemi sonrasında gemilerin mevkilerinin bulunması için ağırlık merkezlerinin bulunabilmesi gerekmektedir. Eşikli görüntünün iyileştirilesi ve ağırlık

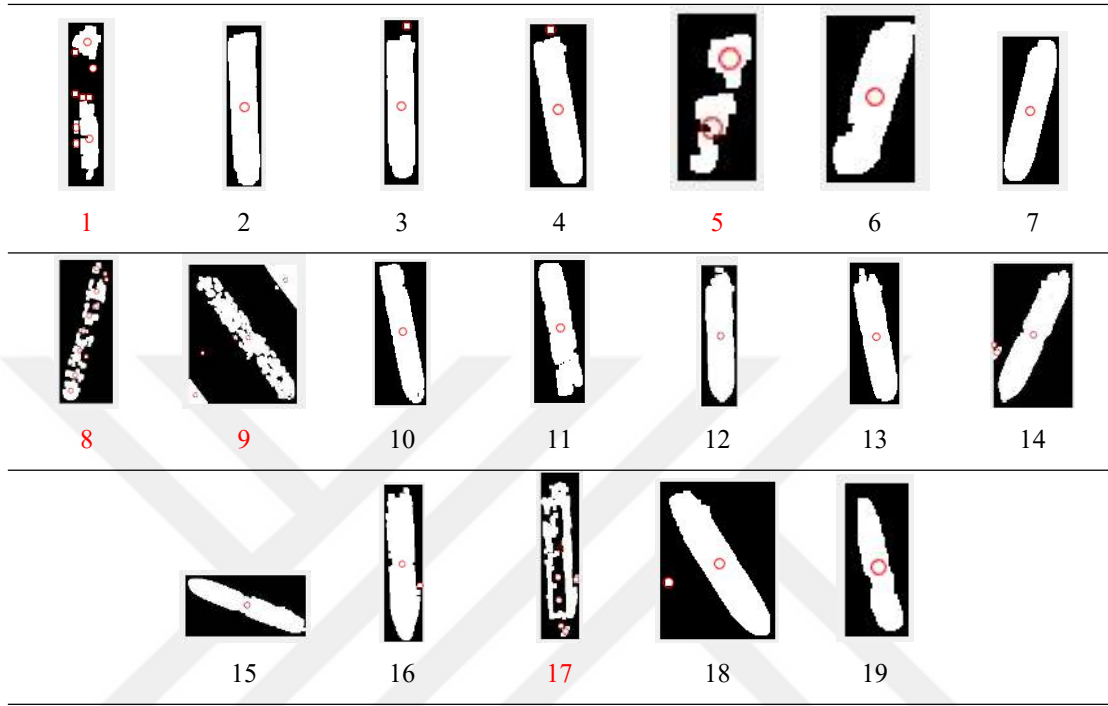
merkezinin bulunması için aşağıdaki işlemler yapılmış ve sonuçları Şekil 6.2’de gösterilmektedir.

```
a=image_thresholded; b=im2bw(a); c=imfill(b,'holes'); ss=strel('disk',3);
i=imdilate(c,ss); stat = regionprops(i,'centroid'); imshow(i);hold on;
for x = 1: numel(stat) % stat daki bileşen sayısını bulma
    plot(stat(x).Centroid(1), stat(x).Centroid(2),'ro');
end
cent_vals=stat
```



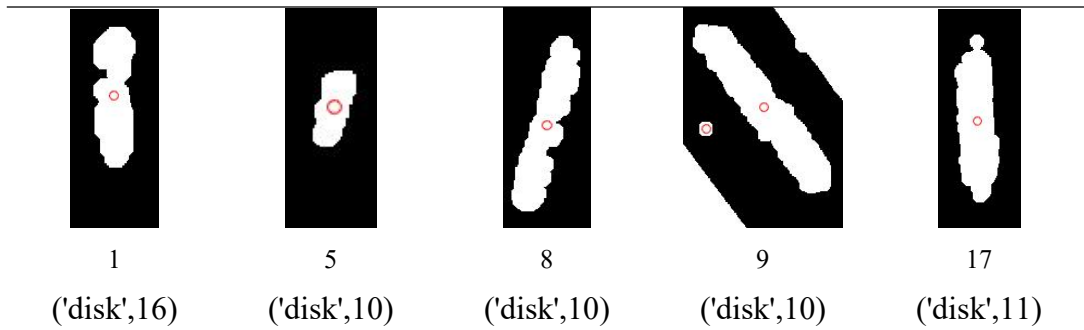
Şekil 6.2. Eşikleme işlemi sonrasında gemilerin görünümü.

Şekil 6.3.'de verilen sonuçlara göre 1, 5, 8, 9 ve 17 nolu gemilerin bütünsel tespiti diğer gemilere göre tam yapılamamıştır. Kodlamada bulunan “strel('disk',3)” operatörü olarak kullanılmıştır.



Şekil 6.3. Gemilerin merkezlerinin bulunması ve gösterimi.

Şekil 6.4.'de ise farklı iyileştirme değerlerinin sonuçları gösterilmektedir. Daha önce strel operatöründe 3 olan disk değeri, görüntülerde bütünsel bir gemi parçası elde edilmesini mümkün kılmadığından sonuçlar 1, 5, 8, 9 ve 17 nolu gemiler için disk değerleri değiştirilerek yeniden elde edilmiştir (Şekil 23).



Şekil 6.4. Strel('disk') değerleri değiştirilmesi sonrası elde edilen gemi merkezleri.

stats=regionprops ('table',i,'Centroid','MajorAxisLength','MinorAxisLength','Area'); biggestarea = max([stats.Area]) işlemleri sonrasında elde edilen gemi merkez bilgileri Tablo 6.1.'de gösterilmektedir.

Tablo 6.1. Gemilere ait alan, merkez, en ve boy piksel değerler tablosu.

Gemi No	Geminin Alanı	Ağırlık Merkezi Koordinat Değerleri		Major Axis Length	Minor Axis Length
		X	Y	Gemi Boyu	Gemi Eni
1	187181	1443,3	1894	1260,7	197,01
2	221660	1528,3	1916,4	1304,1	224,26
3	230085	1540,9	1908,4	1333,3	228,18
4	199871	1918,5	1655,2	1150,4	227,39
5	70341	1696,2	1952,3	644,5	144,96
6	80047	1268,5	1955,7	613,49	170,85
7	319482	1407,6	1988	1250,4	398,33
8	531014	1612,5	1577,3	2219,9	314,91
9	49788	414,27	343,09	552,9	117,95
10	1127225	1437,8	1334,2	2811,2	685,47
11	202668	2032,6	1063,2	1255,9	212,32
12	283851	1383,9	1918,3	1374,1	268,17
13	297481	1593,5	1854,4	1412,5	275,63
14	294113	1491,6	1788,8	1471,3	260,57
15	226037	3566,8	1364,6	1375,5	215,98
16	403124	1970,2	874,22	1635,9	324,19
17	533219	1684,6	1520,4	1823,6	378,56
18	157842	2090,4	1398,8	1039,4	198,24
19	44422	2103,3	886,08	586,72	98,9

Elipsin parametrik eşitliği aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

$$X(t)=X_c+a.\cos t-b.\sin t \quad (6.1)$$

$$Y(t)=Y_c+a.\sin t+b.\cos t \quad (6.2)$$

(X_c, Y_c) ellipsin merkezi, a ve b major ve minor eksen uzunluklarını, ϕ ise x eksenini ana eksen arasındaki açıyı ifade etmektedir. Bu noktadan yola çıkılarak gemiye ait rota değerinin okunması için x eksenini referans alınarak majör eksenin x eksenini ile yapmış olduğu açı değerleri belirlenmiştir. Geminin rotasının bulunabilmesi için yapılan çalışmalar aşağıdaki gibidir. Çalışmalar sonucunda elde edilen sonuçlar Tablo 6.2’de gösterilmektedir.

```
gemietiketleme = bwlabel(i);
% görüntünün etiketlenmesi
measurements = regionprops(gemietiketleme, 'Orientation', 'MajorAxisLength',
'Centroid');
% oryantasyon
allangles = -[measurements.Orientation];
hold on;
for k = 1 : length(measurements)
fprintf('For blob #%d, the angle = %.4f\n', k, allAngles(k));
xCenter = measurements(k).Centroid(1);
yCenter = measurements(k).Centroid(2);
% merkezleri plotlama
plot(xCenter, yCenter, 'r*', 'MarkerSize', 15, 'LineWidth', 2);
% uç noktaların bulunması
axisRadius = measurements(k).MajorAxisLength / 2;
x1 = xCenter + axisRadius * cosd(allAngles(k));
x2 = xCenter - axisRadius * cosd(allAngles(k));
y1 = yCenter + axisRadius * sind(allAngles(k));
y2 = yCenter - axisRadius * sind(allAngles(k));
fprintf('x1 = %.2f, y1 = %.2f, x2 = %.2f, y2 = %.2f\n\n', x1, y1, x2, y2);
plot([x1, x2], [y1, y2], 'r-', 'LineWidth', 2);
end % programın sonu
```

Tablo 6.2. Gemi rotaları için bulunan değerler tablosu.

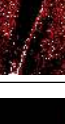
Gemi No	Okunan Açık X eksenine göre	Dönüştürülmüş Rota değeri (Derece)	Gemi No	Okunan Rota X eksenine göre	Dönüştürülmüş Rota değeri (Derece)
1	89.6617	179,6/359,6	11	88.7569	178,7/358,7
2	88.6697	178,6/358,6	12	88.7499	178,7/358,7
3	89.7899	179,7/359,7	13	79.5446	169,5/349,5
4	80.8523	170,8/350,8	14	-65.4460	204,6/024,6
5	-74.9457	195,1/015,1	15	21.3086	111,3/291,3
6	-73.0044	197/017	16	88.8563	178,8/358,8
7	-78.8639	191,2/011,2	17	89.1590	179,1/359,1
8	-75.3318	194,7/014,7	18	58.7060	148,7/328,7
9	53.3284	143,3/323,3	19	79.9417	169,9/349,9
10	86.6275	176,6/356,6			

Gemi hızının tespit edilebilmesi için belirlenen yaklaşım gemi dümen suyunun dağılımının uç noktalarının bulunması ve daha sonra uç noktaların birbirlerine olan uzaklıklarının belirlenmesi üzerinedir. Bu yaklaşımda elde edilecek uç noktaların büyük olanının geminin hızı ile ilişkisinin incelenebileceği bir ilişkinin tespit edilmesi üzerine değerlendirmeler yapılmıştır. Geminin hızının tespit edilebilmesi için uygulanan fonksiyonlar ve sonuçları aşağıda belirtildiği şekilde sonuçlanmıştır.

```
a=image_thresholded; b=im2bw(a); c=imfill(b,'holes'); imshow(c) ss=strel('disk',10);  
i=imdilate(c,ss); stat = regionprops(i,'centroid'); imshow(i);hold on;  
for x = 1: numel(stat) %stat daki bileşen sayısı  
plot(stat(x).Centroid(1),stat(x).Centroid(2),'ro');  
end % programın sonu  
cent_vals=stat; % merkez değerlerinin hesaplanması  
stats = regionprops('table',i,'Centroid','MajorAxisLength','MinorAxisLength','Area')
```

Yapılan bu işlemlerden sonra elde edilen gemilerin dümen suyuna ait alan, uç noktalara ait değerler Tablo 6.3'de gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre dümen suyunun yayılımı alan ve boyutsal olarak incelenebilir hale getirilmektedir.

Tablo 6.3. *Gemilerin dümen suyuna ait alan, uç noktalar tablosu*

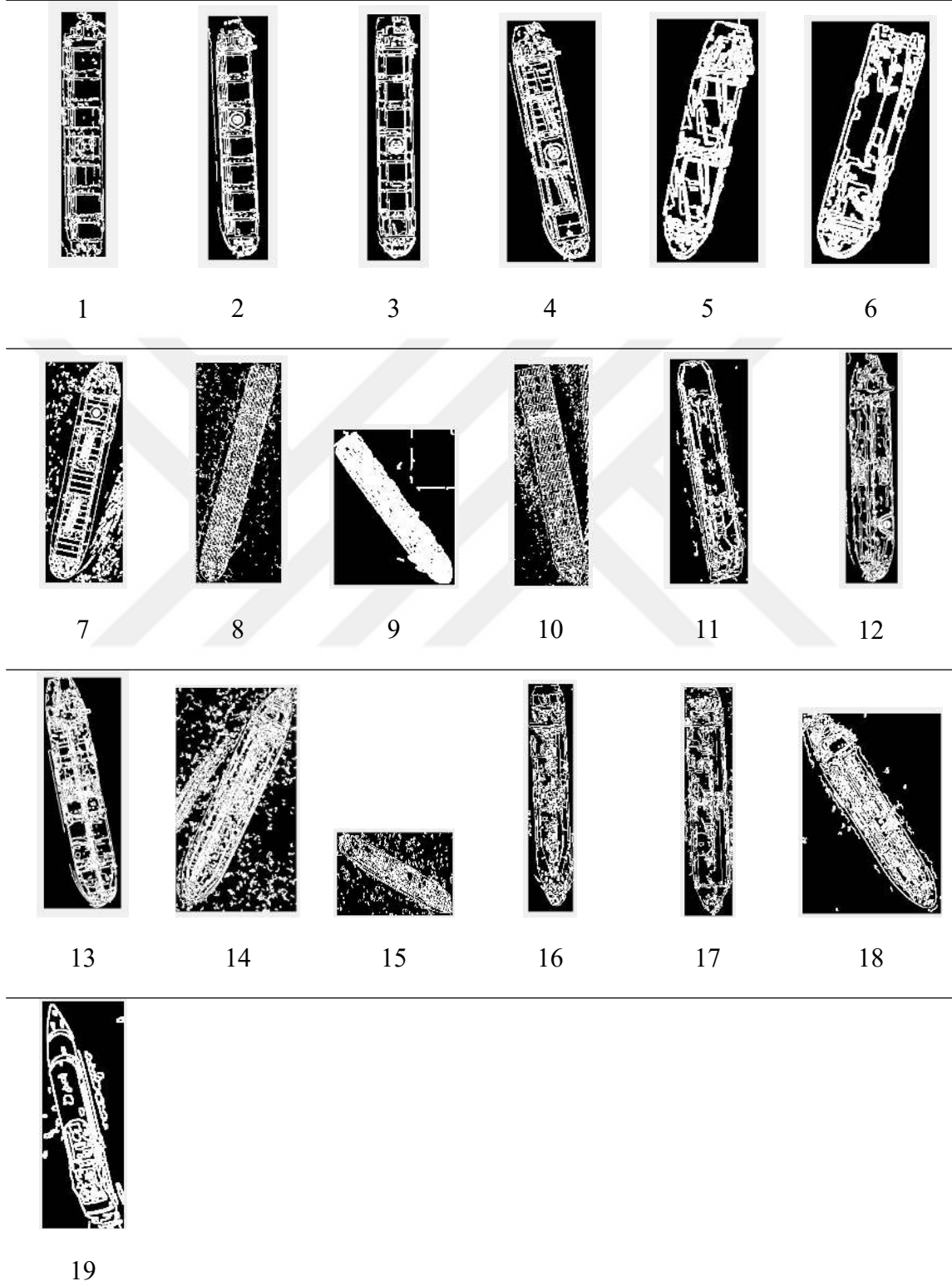
Gemi No	Gemi Dümensuyu Görüntüsü	Gemi Dümensuyu Alanları	Dümensuyunun Ağırlık Merkezi Koordinat Değerleri		Major Axis Length	Minor Axis Length
			X	Y	Dümensuyu Boyu	Dümensuyu Eni
1		1230	1571.8	2546.7	41.023	39.142
		1301	1770.2	2546.7	48.587	36.109
		1060	1797.8	2494.4	39.034	34.704
		739	1875.3	1814	32.711	29.18
2		518	1310.5	1711.9	27.161	24.433
		569	1317.9	1682.6	32.287	22.655
		2089	1335	1582.8	68.557	40.446
		748	1337.1	1398.2	32.97	28.978
		1804	1684.6	2590.9	64.13	37.386
3		675	1738.8	2589.6	32.482	26.729
		1147	1368.3	1949.9	49.672	30.331
		953	1467.3	2208.4	45.577	26.846
		5816	1597.5	2270.2	164.37	70.708
		1336	1605.5	2125.7	55.334	31.671
		321	1611	2377	20.287	20.287
		2074	1636.1	2553.9	64.815	41.799
4		523	1663.2	2602.3	35.228	19.612
		11418	1736.5	2566.1	160.8	93.239
		426	1329	2045.9	24.522	22.264
		2290	1535	2581.4	69.623	42.224
		620	1620.5	2206.6	30.273	26.18
5		465	1633.3	2237.5	25.593	23.284
		14637	1797.1	2556.6	177.14	130.59
		6311	1596	2566.3	152.95	57.486
		11555	1599.6	2379.2	226.47	73.031
6		427	1653.7	2235.1	24.498	22.373
		1411	1410.2	2524.4	48.982	37.411
7		14372	1573	2577.2	351.95	74.648
		1688 adet obje saptandı	-	-	-	-
8		31838	1359.3	2567.7	412.49	106.53
		292	1673.5	2605.1	29.481	13.15
		1761	1716.8	2198.3	67.087	36.033
		1266	1788.8	2000.3	44.884	36.078
9		612	1947	1829.1	30.022	26.136
		-	-	-	-	-
10		-	-	-	-	-
1364 obje						

Tablo 6.3.'ün devamı

11		289	8.6332	2601.6	20.046	18.854
		2816	1557.3	379.81	83.281	45.429
		1696	1583	247.17	68.219	35.748
		321	1568	304	20.287	20.287
		74043	1788.4	76.875	550.37	182.3
		5033	1643.1	244.77	135.43	68.806
		2272	1669	331.53	72.625	41.62
		2998	1720.7	218.92	80.626	55.412
		3341	1730.5	334.91	96.101	46.748
		725	2337.6	920	33.428	27.818
12		-	-	-	-	-
13		6382	1650.7	174.04	103.97	78.693
		41003	1899.8	2559.2	547.98	119.11
		4990	1211.4	1858.2	84.888	75.107
		3874	1920.1	568.37	72.299	68.423
63 obje						
14		150470	1701.6	2300.3	1005.2	36.119
		8745	1798.9	1793.5	151.92	87.438
		1088	1780.2	1703.5	42.522	32.951
		3672	1852.7	1605.3	77.751	60.901
		780	1887.1	1813.2	36.119	27.648
15		73857	1378.2	974.57	833.23	220.67
		412	1629.7	1194.9	24.764	21.378
		4023	1907.9	1145.3	120.28	47.557
16		1076	757.67	184.77	42.957	32.099
		189	1516	2605.4	20.544	12.108
		2356	1988.8	2586.9	72.705	42.251
20 obje						
17		390	1234.8	1390.2	22.976	21.787
		920	2176	1720.6	37.952	31.23
		5187	1611.1	67.081	139.39	59.413
		1327	1524	2544.4	42.58	39.951
57 obje						
18		54842	2554.4	2340.6	476.9	215.44
		446	2393.8	2297.1	24.438	23.444
		780	2409.5	2124.8	41.752	24.28
19		65782	1668.5	132.85	423.46	266.34
		1531	1695	453.49	46.358	42.164
		1369	1753.4	377.38	42.132	41.511
		1736	1817.3	19.525	51.142	44.314

Yapılan bu işlemlerden sonra gemi bünyesindeki detayların ortaya çıkarılması için sınır çizme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu işlemlerin yapılmasında “canny” yöntemi tercihen kullanılmıştır. Diğer yöntemlerle elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış ve en iyi sonuçlar “canny” ile elde edildiği görülmüştür. Güverte üzerindeki bağlantıların daha net bir şekilde görüldüğü dikkat çekmektedir. Bu işlem için yazılan kod aşağıda belirtilmekte ve sonuçları Şekil 6.5’de gösterilmektedir.

```
a = imread('görüntü'); gray = rgb2gray(a); bw = edge(gray,'Canny'); ss1=strel('disk',3);  
i1=imdilate(bw,ss1); imshow(i1)
```

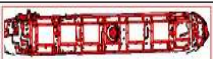


Şekil 6.5. Edge detection yöntemiyle gemi türünü belirleme sonuçları.

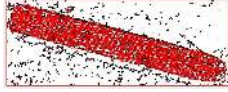
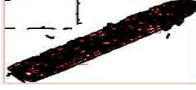
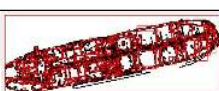
Gemi tipini belirleyebilmek için “canny” ile elde edilen görüntü üzerinde istatistiksel olarak nesne bölgesinin tespit edilmektedir. Nesnelerin sayılması gemi tipinin belirlenmesinde bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir. Yazılan kod ve elde edilen sonuçlar Tablo 6.4’de gösterilmektedir.

```
stat = regionprops(i3,'boundingbox'); % istatistiksel nesne bölgesi ve tespiti
imshow(i3); hold on; % görüntüyü gösterme ve tutma
for cnt = 1 : numel(stat) % istatistiksel nesne sayımı ve merkezleri
    bb = stat(cnt).BoundingBox; % merkezlerin çevrelenmesi
    rectangle('position',bb,'edgecolor','r','linewidth',1); % çerçeveleme
end % programın sonu
cent_vals=stat
stats = regionprops('table',i3,'Centroid','MajorAxisLength','MinorAxisLength','Area');
pikselsay = numel(i3) %piksel sayımı ve nesne özellikleriyle tablo oluşturma
```

Tablo 6.4. Gemi görüntüleri üzerinde bulunan yapısal elemanların görüntülerinin ve sayılarının tablosu.

Gemi No	Görüntü	Yapısal Eleman Sayısı
1		271
2		343
3		378
4		428
5		180
6		185
7		420

Tablo 6.4'ün devamı

8		1870
9		125
10		1025
11		457
12		554
13		903
14		1253
15		993
16		760
17		1038
18		726
19		132

Tablo 6.4'e bakıldığında güverte üzerinde nesnelerin sayılmasında 1870 ile en fazla 8 no'lu geminin öne çıktığı, 125 adet nesne ile en az 9 no'lu geminin nesne barındırdığı gözlemlenmektedir. Diğer gemilere ait güverte üzeri nesne sayılarının 125 ile 1870 arasında değiştiği görülmektedir.

Elde edilen verilere göre piksel metrik dönüşümleri sonrasında örneklem gemilerimize göre elde edilen sonuçlar gerçek verilerde doğrulanmak üzere karşılaştırılmıştır ve aşağıda belirtilen sonuçlar elde edilmiştir. Tablo 6.5’de oluşturulan hipotezlere göre gruplandırılarak elde edilen en, boy, tür, mevki ve zaman bilgileri sonuçları gösterilmektedir. Tablo 6.5’de bulunan zaman haricindeki veriler, piksel ve görüntü üzerindeki nesne sayılarına göre hazırlanmıştır.

Tablo 6.5. Görüntü bilgilerinden yararlanarak elde edilen piksel odaklı veriler tablosu (Hipotez 1-Hipotez 5 aralığı).

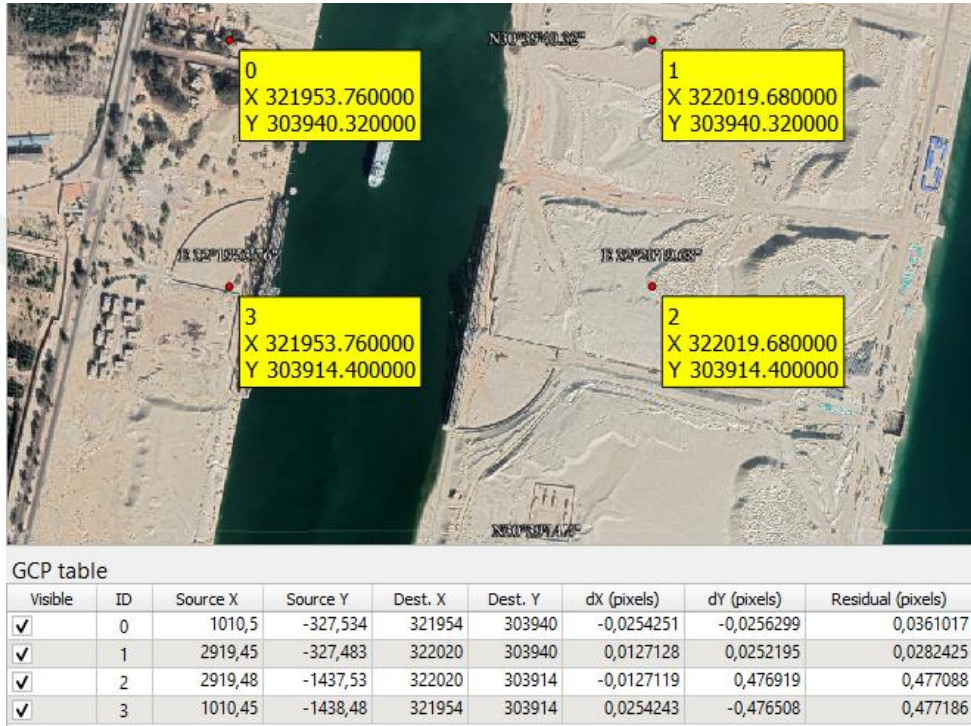
Gemi No	H1 En (Piksel Sayısı)	H2 Boy (Piksel Sayısı)	H3 Tür (Nesne Sayısı)	H4 Mevki (Piksel)		H5 Zaman
				X	Y	
1	197,01	1260,7	271	1443,3	1894	11/02/2021
2	224,26	1304,1	343	1528,3	1916,4	28/12/2019
3	228,18	1333,3	378	1540,9	1908,4	28/12/2019
4	227,39	1150,4	428	1918,5	1655,2	28/12/2019
5	144,96	644,5	180	1696,2	1952,3	28/12/2019
6	170,85	613,49	185	1268,5	1955,7	28/12/2019
7	98,33	1250,4	420	1407,6	1988	02/06/2020
8	314,91	2219,9	1870	1612,5	1577,3	05/09/2020
9	117,95	552,9	125	414,27	343,09	05/09/2020
10	685,47	2811,2	1025	1437,8	1334,2	02/06/2020
11	212,32	1255,9	457	2032,6	1063,2	05/09/2020
12	268,17	1374,1	554	1383,9	1918,3	11/02/2021
13	275,63	1412,5	903	1593,5	1854,4	28/12/2019
14	260,57	1471,3	1253	1491,6	1788,8	05/09/2020
15	215,98	1375,5	993	3566,8	1364,6	19/04/2020
16	324,19	1635,9	760	1970,2	874,22	05/02/2016
17	378,56	1823,6	1038	1684,6	1520,4	05/02/2016
18	198,24	1039,4	726	2090,4	1398,8	25/05/2016
19	98,9	586,72	132	2103,3	886,08	05.12.2018

Yapılan çalışmalar neticesinde elde edilen rota, hız, pruva hattı ve seyir hali bilgilerinden oluşan sonuçlar Tablo 6.6’da gösterilmektedir. Elde edilen sonuçlara göre hız bilgilerine ulaşmada 7, 9, 10 ve 12 no’lu gemilerde bir sonuç elde edilememiştir. Seyir hali bilgisine ulaşmada yine 7,9,10 ve 12 no’lu gemilerde seyir halinde olmadığı sonucu görülmektedir.

Tablo 6.6. Görüntü bilgilerinden yararlanarak elde edilen piksel odaklı veriler tablosu (Hipotez 6-Hipotez 9 aralığı).

Gemi No	H6 Rota (°)	H7 Hız		H8 Pruva		H9 Seyir Hali
		X uçlar	Y uçlar	NE-NW	SE-SW	
1	89,6617	1571,8 1875,3	2546,7 1814	N0,4°W	S0,4°E	Seyirde
2	88,6697	1310,5 1738,8	1398,2 2590,9	N1,4°W	S1,4°E	Seyirde
3	89,7899	1368,3 1736,5	1949,9 2602,3	N0,3°W	S0,3°E	Seyirde
4	80,8523	1329 1797,1	2045,9 2581,4	N9,2°W	S9,2°E	Seyirde
5	-74,9457	1596 1653,7	2566,3 2235,1	N15,1°E	S15,1°W	Seyirde
6	-73,0044	1410,2 1573	2524,4 2577,2	N17°E	S17°W	Seyirde
7	-78,8639	-	-	N11,2°E	S11,2°W	Seyirde değil
8	-75,3318	1359,3 1947	2605,1 1829,1	N14,7°E	S14,7°W	Seyirde
9	53,3284	-	-	N36,7°W	S36,7°E	Seyirde değil
10	86,6275	-	-	N3,4°W	S3,4°E	Seyirde değil
11	89,6617	8,6332 2337,6	2601,6 76,875	N0,4°W	S0,4°E	Seyirde
12	88,6697	-	-	N1,4°W	S1,4°E	Seyirde değil
13	89,7899	1211,4 1920,1	174,04 2559,2	N0,3°W	S0,3°E	Seyirde
14	80,8523	1701,6 1887,1	2300,3 1605,3	N9,2°W	S9,2°E	Seyirde
15	-74,9457	1378,2 1907,9	974,57 1145,3	N15,1°E	S15,1°W	Seyirde
16	-73,0044	757,67 1988,8	184,77 2605,4	N17°E	S17°W	Seyirde
17	-78,8639	1234,8 2176	67,081 2544,4	N11,2°E	S11,2°W	Seyirde
18	-75,3318	2554,4 2393,8	2340,6 2124,8	N14,7°E	S14,7°W	Seyirde
19	53,3284	1668,5 1817,3	453,49 19,525	N36,7°W	S36,7°E	Seyirde

Gemi görüntülerinin coğrafi koordinatlı hale gelmesi ve ölçeklendirilmesi için wgs 84'e göre bir koordinat referanslı görüntüye dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu işlem için görüntü üzerinden belirlenen referans koordinatlardan dört (4) tanesi belirlenerek QGIS programıyla ölçeklendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Şekil 6.6'da örneklerden birine ait olan, referans alınan dört nokta ve bunlara ait x ve y değerleri gösterilmektedir.



Şekil 6.6. Örnek gemiye ait görüntünün wgs84 olarak coğrafi referans tanımlaması.

Geminin görüntüsünün işlenmesiyle elde edilen en-boy sonuçları 10 no'lu gemi haricinde anlamlı olduğu görülmektedir. Tablo 6.7'de gemilerin mevkilerinin belirlenmesinde de anlamlı bir sonuç elde edildiği görülmektedir. Rota bilgilerinin çıkarılmasında iki farklı sonuç elde edildiği görülmektedir. Bunun sebebinin görüntü matrisindeki rota açısının x eksenine yaptığı açı ve büyük eksenin iki farklı doğrultusunun olduğu düşünülmektedir. Gemi görüntüsünün merkezi elips referans alınarak bulunduğundan dolayı rotayı ifade eden ana simetri ekseni 0'dan 360°'ye kadar olan rota hesaplamasında iki değer belirtmesine sebep olmaktadır.

Tablo 6.7. Görüntü bilgilerinden yararlanarak elde edilen metrik, konumsal veriler tablosu (Hipotez 1-Hipotez 5 aralığı).

Gemi No	H1 En (metre)	H2 Boy (metre)	H3 Tür	H4 Mevki		H5 Zaman
				N-S	W-E	
1	37,4	239,5	-	30° 55' 78.21``N	32° 18' 77.53``E	11/02/2021
2	42,6	247,8	-	30° 53' 28.11``N	32° 18' 67.59``E	28/12/2019
3	43,3	253,3	-	30° 50' 19.14``N	32° 19' 02.52``E	28/12/2019
4	43,2	218,6	-	30° 46' 66.13``N	32° 19' 00.91``E	28/12/2019
5	27,5	122,5	-	30° 40' 38.50``N	32° 19' 98.43``E	28/12/2019
6	32,4	116,6	-	30° 39' 28.02``N	32° 19' 77.63``E	28/12/2019
7	18,6	237,6	-	30° 37' 36.47``N	32° 19' 35.97``E	02/06/2020
8	59,8	421,8	-	30° 34' 49.10``N	32° 18' 19.66``E	05/09/2020
9	22,4	105,1	-	30° 31' 81.91``N	32° 19' 18.28``E	05/09/2020
10	130,2	534,1	-	30° 30' 35.55``N	32° 20' 19.09``E	02/06/2020
11	40,3	238,6	-	30° 33' 19.30``N	32° 20' 04.41``E	05/09/2020
12	50,9	261,1	-	30° 57' 73.88``N	32° 18' 60.80``E	11/02/2021
13	52,3	268,4	-	30° 45' 06.06``N	32° 19' 22.46``E	28/12/2019
14	49,5	279,6	-	30° 35' 84.30``N	32° 18' 63.46``E	05/09/2020
15	41,0	261,4	-	30° 15' 39.14``N	32° 30' 55.16``E	19/04/2020
16	61,5	310,8	-	30° 58' 38.51``N	32° 18' 57.73``E	05/02/2016
17	71,9	346,5	-	30° 56' 21.33``N	32° 18' 59.17``E	05/02/2016
18	37,6	197,5	-	30° 43' 34.47``N	32° 19' 91.72``E	25/05/2016
19	18,8	111,5	-	30° 24' 46.50``N	32° 21' 53.44``E	05.12.2018

Geminin seyir halinde olup olmadığını ifade eden sonuç dümen suyu izinin oluşup oluşmadığı ve buna bağlı olarak oluşan dümen suyunun tespitiyle ifade edilebilmektedir. Bu noktada hızın belirlenmesine yardımcı olacak olan dümen suyu izinin en ve boy dağılımları incelenmiştir ancak doğru orantılı bir anlam gözlenmemektedir. Bu sebeple hıza bağlı skaler bir sonuç elde edilememektedir. Tablo 6.8.'de elde edilen piksel sonuç değerleri metrik, konumsal birimlere dönüştürülerek uygulamada istenen değerleriyle gösterilmektedir.

Tablo 6.8. Görüntü bilgilerinden yararlanarak elde edilen metrik, konumsal veriler tablosu (Hipotez 6-Hipotez 9 aralığı).

Gemi No	H6 Rota (°)	H7 Hız	H8 Pruva		H9 Seyir Hali
			NE-NW	SE-SW	
1	179,6/359,6	-	N0,4°W	S0,4°E	Seyirde
2	178,6/358,6	-	N1,4°W	S1,4°E	Seyirde
3	179,7/359,7	-	N0,3°W	S0,3°E	Seyirde
4	170,8/350,8	-	N9,2°W	S9,2°E	Seyirde
5	195,1/015,1	-	N15,1°E	S15,1°W	Seyirde
6	197/017	-	N17°E	S17°W	Seyirde
7	191,2/011,2	-	N11,2°E	S11,2°W	Seyirde değil
8	194,7/014,7	-	N14,7°E	S14,7°W	Seyirde
9	143,3/323,3	-	N36,7°W	S36,7°E	Seyirde değil
10	176,6/356,6	-	N3,4°W	S3,4°E	Seyirde değil
11	178,7/358,7	-	N0,4°W	S0,4°E	Seyirde
12	178,7/358,7	-	N1,4°W	S1,4°E	Seyirde değil
13	169,5/349,5	-	N0,3°W	S0,3°E	Seyirde
14	204,6/024,6	-	N9,2°W	S9,2°E	Seyirde
15	111,3/291,3	-	N15,1°E	S15,1°W	Seyirde
16	178,8/358,8	-	N17°E	S17°W	Seyirde
17	179,1/359,1	-	N11,2°E	S11,2°W	Seyirde
18	148,7/328,7	-	N14,7°E	S14,7°W	Seyirde
19	169,9/349,9	-	N36,7°W	S36,7°E	Seyirde

Gemilerin seyir hızları 7,5 deniz mili/saat olduğundan, dümen suyunun izi ile seyir hızları karşılaştırıldığında doğrusal bir ilişki gözlenmemektedir. Ancak buna rağmen hız ile dümen suyunun izi arasında anlamlı bir ilişkinin olup olmadığı korelasyon analizi yapılarak incelenmiştir ve sonuç ($F=43,88704$, $p<0,05$) anlamlılık düzeyinde $p<.00001$ olarak bulunmuştur.

Pruva hattının belirlenmesi rotanın belirlenmesine bağlı bir sonuç olacağından iki farklı rota çıkarılması ve aralarında 180° açının oluşması neticesinde pruva hattının da 2 farklı sonuç vermesine sebep olmaktadır. Bu durumun iki yaklaşımlı bir sonuç içermesi neticesine ulaşılmasına sebep teşkil ettiği gözlemlenmektedir.

Tablo 6.9. Gemilere ait kontrol grubu gerçek en, boy, tür, mevki bilgileri tablosu.

Gemi No	En (m)	Boy (m)	Tür	Mevki
1	31,80	227,55	Dökme Yük	30°55'58.18"N-32°18'49.25"E
2	30,57	227,47	Dökme Yük	30°53'31.00"N 32°18'54.54"E
3	31.41	228,50	Dökme Yük	30°50'0.29"N-32°19'3.00"E
4	32,24	199,63	Genel Yük	30°46'54.73"N-32°19'0.42"E
5	19,46	100,8	Genel Yük	30°40'39.66"N-32°20'19.26"E
6	20,90	98,45	Roro	30°39'33.43"N-32°20'3.04"E
7	32,37	189,68	Genel yük	30°37'38.80"N-32°19'36.68"E
8	45,40	373,12	Konteynır	30°34'51.62"N-32°18'20.84"E
9	47,80	373.60	Konteynır	30°32'4.49"N-32°19'19.31"E
10	47,60	338,92	Konteynır	30°30'35.48"N-32°20'18.09"E
11	33,34	199,42	Roro	30°33'20.89"N-32°20'14.72"E
12	44,72	250,60	Ham Petrol	30°58'1.64"N-32°18'46.12"E
13	43	249	Ham Petrol	30°45'8.39"N 32°19'22.56"E
14	44,60	243,46	Ham petrol	30°36'4.36"N- 32°18'53.12"E
15	24	233,1	Lng	30°15'38.03"N-32°30'40.87"E
16	46,75	298,93	Lng	30°58'41.40"N-32°18'44.47"E
17	54,77	344	Lng	30°56'24.49"N- 2°18'49.17"E
18	32,37	184,21	Kimyasal	30°43'36.51"N- 2°20'14.21"E
19	12,52	97,46	Yolcu	30°24'47.18"N 32°21'46.11"E

Çalışmanın başında kurulan hipotezler değerlendirildiğinde elde edilen sonuçların birebir örtüşmediği ancak anlamlı bir şekilde değerlerin yakınsadığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre (Tablo 6.7., Tablo 6.9.) H1 geminin en uzunluğu, H4 mevki bilgisi, H5 zaman değerlerinin anlamlı bir şekilde kontrol grubu bilgilerine yakınsadığı belirlenmiştir. Örneğin, 1 no'lu geminin en uzunluğu 37,4 m olarak hesaplanmış, gerçek değerinin 31,8 m olması sebebiyle 5,6 m fazla hesaplandığı görülmektedir. Örneğin 2no'lu geminin boy uzunluğu 247,8 m olarak hesaplanmış, gerçek değerinin 227,47 m olması sebebiyle 20,3 m fazla hesaplandığı görülmektedir. Örneğin 3 no'lu geminin mevkiisi 30° 50' 19.14``N-32° 19' 02.52``E olarak hesaplanmış, gerçek değerinin 30°50' 0.29"N-32°19' 3.00"E olması sebebiyle saniye değerlerinde 18.9" bir farklılık kuzey enleminde, 0.5" bir doğu boylamında sapma görülmektedir.

Tablo 6.10. *Gemilere ait kontrol grubu gerçek zaman, rota, hız, pruva hattı, seyir durumu bilgileri tablosu.*

Gemi No	Zaman	Rota (Derece)	Hız (deniz mili/h, knts)	Pruva	Seyir Hali
1	11/02/2021	178,66	7,5knts	S1,3°E	Seyirde
2	28/12/2019	177,28	7,5knts	S2,7°E	Seyirde
3	28/12/2019	178,78	7,5knts	S1,2°E	Seyirde
4	28/12/2019	169	7,5knts	S11°E	Seyirde
5	28/12/2019	192,4	7,5knts	S12,4°W	Seyirde
6	28/12/2019	195,88	7,5knts	S15,88°W	Seyirde
7	02/06/2020	191,80	7,5knts	S11,8°W	Seyirde
8	05/09/2020	194,75	7,5knts	S14,75°W	Seyirde
9	05/09/2020	142,75	7,5knts	S37,3°E	Seyirde
10	02/06/2020	168,57	7,5knts	S11,4°E	Seyirde
11	05/09/2020	350	7,5knts	N10°W	Seyirde
12	11/02/2021	178,76	7,5knts	S1,2°E	Seyirde
13	28/12/2019	169	7,5knts	S11°E	Seyirde
14	05/09/2020	205,30	7,5knts	S15,3°E	Seyirde
15	19/04/2020	292	7,5knts	N68°W	Seyirde
16	05/02/2016	177,87	7,5knts	S2,1°E	Seyirde
17	05/02/2016	177,76	7,5knts	S2,2°E	Seyirde
18	25/05/2016	147,60	7,5knts	S32,4°E	Seyirde
19	05.12.2018	346,95	7,5knts	N13,1°W	Seyirde

Gemi mevkilerinin birbirine yakın olmasına rağmen farklı çıkmasının sebepleri iki şekilde açıklanabilir. Bu farklılığın birinci sebebinin piksel manipölasyonları, ikinci sebebinin ise gemi mevki bilgi kaynağı olan gps ile uydu hesaplamalarının referanslarının farklılığı olduğu değerlendirilmektedir. Şöyle ki gps anten konumunu referans almaktayken uydu görüntüsündeki mevkiinin referansı cismin merkezidir. Bu sebeple geminin merkezi uydu görüntüsünün orta noktasıyken gps mevkisinin gemi köprü üstünün bulunduğu yere yakın konumlandırılan gps anteninin mevkisinin farklı yerlerde olmalarıdır. Gemi türünü belirlemek için obje sayısına göre sıralama yapılmak istendiğinde doğrusal bir ilişki tespit edilememiş ve hipotez (H3) doğrulanamamıştır. Bu sebeple üç (3) no'lu hipotezin karşıt hipotezi (H0) doğrulanmış olduğu belirlenmiştir. Zamanın belirlenmesinde doğrudan görüntü zamanı UTC olarak alındığından bir görüntü işlemi gerçekleşmemiştir. Uydu uçuş tarih ve saat kayıtlarını görüntülerle birlikte kaydetmektedir.

Rota bilgilerinden örneğin 4 no'lu geminin değeri $170,8^{\circ}/350,8^{\circ}$ olarak iki farklı değer bulunmuştur. Büyük eksen uzunluğundan yararlanılarak elde edilen bu değerler geminin gerçek rotası olan 169° ile karşılaştırıldığında ilk okunan değer olan $170,8^{\circ}$ değerine $1,8^{\circ}$ bir yakınsamayla uyumlu gözüktüğü tespit edilmiştir. Diğer veri olan $350,8^{\circ}$ rota değeri doğru olmadığından yanıltıcıdır. İki seçenekli olarak %50 ihtimal ile rota değeri doğru ölçülmüştür. Bu sebeple H6'nın (6 no'lu hipotezin) doğrulanmadığını, ancak %50 olasılıkla ikili bir rota değerine ulaşıp yakınsandığı ifade edilebilir.

H7 (7no'lu hipotez) anlamlı bir sonuç elde edilemediğinden doğrulanmamıştır. Bu sebeple H0 karşıt hipotez gerçekleşmiş bulunmaktadır.

Pruva hattı (H8) rota gibi ikili bir sonuç elde edildiğinden yine %50 olasılıklı olarak iki sonuç göstermektedir. Bu durumda 7 no'lu gemi için pruva hattı değeri kontrol grubunda $S11,8^{\circ}W$, araştırma sonucunda ise $N11,2^{\circ}E-S11,2^{\circ}W$ olarak iki sonuç elde edilmiştir. Sonuca bakıldığında $S11,2^{\circ}W$ değerinin $S11,8^{\circ}W$ uyumlu bir olduğu gözlenmektedir. Pruva hattı değerleri arasında $0,6^{\circ}$ lik bir sapma olduğu belirlenmiştir.

Seyir durumu (H9) ile ilgili oluşturulan hipotezin on dokuz (19) adet geminin hepsi seyir halinde olduğu halde dört (4) adet geminin seyir halinde olduğuna dair bir tespit yapılamamıştır. Bu halde %78,8 oranlık bir doğrulukla sonuçların tespit edildiği görülmektedir. Hipotez bütün gemiler için doğrulanamamış toplam on beş (15) adet gemi için doğrulanabilmiştir.

7. TARTIŞMA

Uzaktan algılama çalışmalarında bir görüntü üzerindeki örüntüyü tanıma işlemi kısaca sınıflandırma olarak tanımlanabilir. Bir görüntü üzerinde anlamlı bir örüntü grubu bulabilmek için sınıflandırma yöntemi kullanılmaktadır. Başka bir ifadeyle sınıflandırma mekânsal, radyometrik, spektral ve zamansal olarak farklı yüzeylere ait bileşenlerin özelliklerini etiketleyip bir sınıf grubuna dönüştürme işlemidir. Sınıflandırmada yaygın olarak karşılaşılan temel problem, bir kategorinin diğerlerinden ayrışabilmesi için sınıf değerlerinin nasıl belirleneceği sorusudur. Optik görüntü üzerinde piksel değerlerinin örüntüleri, geometrik benzerlikler ve doku gibi durumlar sınıflandırmanın temel problemleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Sınıflandırma işlemlerini zorlaştıran etkin faktörler olarak genellikle topoğrafyadan, atmosferden, algılayıcıdan ve piksel değerlerinden kaynaklanabilmektedir. Yüksek çözünürlüklü optik uydu görüntüleri, nesnelerin detay özelliklerini çıkaracak şekilde alt sınıflandırma çalışmalarının gündeme gelmesine yardımcı olmaktadır. Her bir uydu görüntüsüne aynı sınıflandırma yaklaşımı ile bakmaya çalışmak çalışmaların yanıltıcı sonuçlara ulaşılmasına sebep olabilmektedir. Uzaktan algılama uydularının algılayıcılarının ve uyduların irtifalarının farklılığı görüntü çeşitliliğinin artmasına ve çözünürlüklerin farklılaşmasına sebep olabilmektedir. Farklı uydulardan elde edilen görüntüler üzerinde yapılan çalışmaların, birbirlerinden farklı sonuçlar vermesi beklenen bir durum olarak görülebilir. Son yıllarda sınıflandırma çalışmalarında standart bir yaklaşımın kabul edilmediği, farklı bakış açılarına sahip yöntemlerle uzaktan algılamaya yaklaşıldığı değerlendirilebilir. Bunun işaretleri olarak, öncelikle optik uydu görüntüleriyle çıkılan yolda daha sonra radar uydu görüntülerinin kullanılması ve elde edilen radar görüntülerinin istenen sonuçları verememesi üzerine, çalışmaların yeniden optik görüntülere yoğunlaşması ve bazen de hem radar hem optik görüntülerin birlikte kullanılmaya başlanması gösterilebilir. Bu durum, araştırma sonuçlarının istenen çözümlerle örtüşmesi gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır.

Ticaret gemileri, topoğrafyanın veya denizel alanın sabit konumlu bir parçası değildir. Uçak, otomobil, tren, helikopter vb. gibi hareket edebilen bir taşıt olan gemi, uydu görüntülerinde köprü, bina, yol, havaalanı gibi insan yapısı bir nesne olarak görülmektedir. Her taşıta veya hareketli bir birime GPS takılmak suretiyle konum bilgileri anlık takip edilebilmektedir. Ancak GPS olmadan veya kimlik bilgisi paylaşılmadan sadece optik görüntüden yararlanarak hareketli bir nesnenin tespit

edilerek sınıflandırılması önemli bir kabiliyettir. Dijital verilerin manipülasyonu gibi durumlar problemler oluşturabilir ve bu problemlerin çözümünde dijital bilginin doğrulanması veya nesnenin bağımsız bir şekilde tanımlanması gerekliliği ile karşı karşıya kalılabilmektedir. Doğal bir nesnenin topoğrafya üzerinde tespit edilmesi belirli standartlar kazanmaktadır ancak insan yapısı olan nesnelerin iki veya üç boyutlu görseller üzerinden tanımlanabilmesi için araştırma yönteminin farklılaşması gerektiği diğer mantıksal yaklaşım olabilir. Bu sebeplerle günümüz bilgi iletişim hızına bağlı olarak oluşan problemlerin çözümüne doğru yaklaşabilmek için teorik olarak yöntemlerin değerlendirilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Sınıflandırma temel olarak kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma olarak iki ana kısma ayrılmaktadır. Kontrollü sınıflandırmada parametrik ve parametrik olmayan algoritma yaklaşımı bulunmaktadır. Yapay sinir ağları, en kısa uzaklık ve paralelkenar gibi parametrik olmayan sınıflandırmada veri hakkında olasılık dağılımı kabul edilmemektedir. Ancak parametrik veya parametrik olmayan algoritmalarda piksellerin atanacağı her sınıf için *eğitim örüntüsü* kullanılarak istatistiksel hesapların yapılması gerekir. Yapay sinir ağları için bir istatistik hesap gerekmemektedir. Bir uydu görüntüsünü istenilen kategoriye ayırmak için algoritmanın eğitilmesi gerekmektedir. Kategorileri temsil edecek olan eğitim örüntüleri kullanılıp karar sınırlarına göre görüntü üzerindeki örüntüler sınıflandırılmaktadır.

Corbane vd. (2010, s. 5837) yaptıkları çalışmada SPOT 5 (Satellite Pour l'Observation de la Terre) pancromatic görüntüsü üzerinde istatistiksel yöntemleri, matematiksel morfolojiyi, sinyal işleme teknikleri temelinde dalga analizi ve Radon transformu kullanmıştır [1]. Willhauck vd. (2005), Ikonos ve Quickbird uydu görüntülerini işledikleri çalışmada piyasadaki nesne yönlü tek yazılım olan e-Cognition kullanmışlardır [2]. Greidanus, Lemoine, Kourti (2005) SAR uydu görüntülerinden yararlanarak balıkçılık faaliyetlerini denetleyebilmek için geliştirdikleri sistemin Radarsat ve Envisat gibi farklı görüntü verilerinde de çalışabileceğini belirtmişlerdir [3].

Gemilere ait en (genişlik) tespitinde küçük eksen uzunluğunun (minor axis length) tespitinden yola çıkılmıştır. Bu eksenin tespit edilmesinde görüntünün netliği, zıtlığı, deniz yüzeyi dalgalanmalarına bağlı olarak ayrıştırma yapılarırken sınır çizgisinin olduğundan fazla erozyona uğradığından boyutsal farklılıklar oluşabilmektedir.

Gemilere ait boy (uzunluk) tespitinde büyük eksen uzunluğunun (major axis length) tespitinden yola çıkılmıştır. Büyük eksenin tespit edilmesi geminin rotasının ve pruva hattının belirlenmesinde de kullanılacağından ayrıca bir öneme sahiptir. Gemi objesinin boyunun tespit edilmesi işlemlerinde özellikle geminin baş kasara ve kış kasara (yaşam mahalli) gibi kısımlarda renk ve piksel değer farklılaşması gibi durumlardan dolayı görüntü işleme sırasında kayıp hücreler olarak karşımıza çıkabilmektedir. Bunun boyut ölçmede hatalara sebep olabileceği öngörüsüyle mümkün olduğunca ana gemi hatlarının kaybedilmemesine dikkat edilmelidir.

Geminin mevkiinin tespit edilmesinde elips referans alınarak, elipsin merkezinin tespitinde elde edilen objenin merkezi olarak tespit edilmesi öngörülmüştür. Gerçi bu yaklaşım rotanın tespitinde geminin uç noktalarını doğru şekilde yönlendilebilmesinde etkisiz kalmakta ve tek bir açı değerine ulaşılmasını güçleştirerek iki farklı açının elde edilmesini sağlamaktadır.

Uydu görüntülerinin alınma zamanı UTC olarak ve tarih olarak belirlenmektedir. Doğrudan alınan bu zaman bilgisi geminin o tarihte elde edilmiş olan konumunu resmetmektedir. Bu resim doğrudan zaman bilgisini sağlamaktadır. Hukuk da zaman ve mekân kavramlarını vakalarda kullanmaktadır. Ulusal ve uluslararası denizyolu taşımacılığında bazen ticari anlaşmazlıkları çözüme kavuşturmak için veya güvenlik ihtiyaçlarına cevap vermek için kanıtlara ihtiyaç duyulmaktadır. Gemilerin uydu görüntüleri üzerinden tespit ve ayrımı olayların aydınlatılmasına yardımcı olabilecektir.

Geminin rotasının belirlenmesinde büyük eksen uzunluğu referans alınmakta olduğundan büyük eksenin +Y eksenini ile çakıştırmak suretiyle saat yönünün tersi yönünde elde edilmek istenmiş olsa da bu tam olarak elde edilememiştir. Bunun yerine iki yönlü yani -X ve +X eksenini referans alınarak bir açı hesaplanmış ve rota bilgisine ulaşılmaya çalışılmıştır. Bazı görüntülerin çıkarılmasında aynı operatörlerin farklı standart değerleri kullanılarak denendiğinden görüntü bozulması sebebiyle büyük eksen farklı bir yönelimle elde edilebilmektedir. Nihai olarak bir geminin en ve boy ile birlikte büyük ekseninin doğruya en yakın olarak çıkarılması sonraki diğer sonuçların da elde edilmesine büyük katkı sağlayacaktır. Bazı görüntülerde rotaların sapma göstermesinin temel sebebinin büyük eksen olduğu düşünülmektedir.

Geminin pruva hattı, rotanın doğruluğunun derecesine bağlı olarak NE, SE, SW, NW yönlerinde pruvanın hangi yöne yönelmiş olduğunun tespitinden ibarettir. Temel amaç gemi seyri esansında geminin coğrafi yöneliminin bulunduğu açık deniz alanında

belirlenmesi içindir. Elde edilen rota değerleri sonucunda uygun dönüşümlerle pruva hatlarının tatmin edici sonuçlar gösterdiği tespit edilmiştir.

Geminin pervanesinin dönüşü ve dümen yelpazesinin yönlendirici hareketi ile (Sancak 37°, İskele 37°) rota yönüne zıt yönde bir su izi oluşmaktadır. Bu iz su çekimi düşük olan gemilerde pervane kanatları suyun yüzeyine yakın dönme hareketi yaptığında deniz suyu üzerinde su kabarcıkları ve su köpürmesine sebep olmaktadır. Bu iz uçakların atmosferde bıraktıkları izi benzetilebilir. Geminin su içindeki ileri veya geri yol alma durumları gemi formunun da etkisiyle bu su köpürmesini belirli bir süreliğine görülmesine yardımcı olmaktadır. Belli bir süre sonra pervanenin suyun içerisinde yapmış olduğu kabarcık oluşumu suyun üzerinde kalarak seyir esnasında olan bir geminin uydu görüntüsü alındığında anlık olarak kaydedilmiş olur. Esasında bir geminin hızı pervanenin birim zamanda gemiyi ileri yönde veya geri yönde bir pervane adımı ile hesaplanarak ifade edilir. Birim zamanda bir geminin ilerleme miktarı ile pervanenin bir adımı arasında doğrusal bir ilişki vardır. Ancak anlık görüntü üzerinde geminin dâhili bilgileri makinenin ve pervanenin özelliklerinden hiçbir veri girişi olmadan, gemiden bağımsız bir şekilde pervane suyundaki morfolojik özelliklerden yararlanarak alan hesapları ve oluşan izdeki obje sayılarının kullanılarak bir çıkarım yapılabileceği yaklaşımı daha büyük bir veri seti ve istatistiksel yöntemlerle üzerinde çalışılabilecek bir husus olarak göze çarpmaktadır. Her halükârda bir geminin dümen suyunun varlığı tek başına geminin seyir halinde olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Gemi tipinin belirlenmesinde farklı gemi tiplerine göre güverte üzerindeki obje değişkenliği ilk dikkat çeken özellik olarak göze çarpmıştır. İkincil olarak geometrik güverte aksamalarının ayırımının yapılabileceği değer kazanmıştır. Ancak geometrik şekillerin özellikle sınırları çizilen gemide eğitilmiş uzaktan algılama yöntemlerinden yararlanılmayı gerektirdiği öne çıkmaktadır. Çünkü hâlihazırdaki yüksek çözünürlüklü uydu gemi görüntüleri çok nadir ortamlarda hava, deniz, pus, sis, atmosfer olayları vb faktörler etkisinde net görüntü elde edebilmektedir. Yüksek çözünürlüklü görüntülerin özellikle 50cm'nin altına indiğinde ayrıtların fark edilebildiğini gözlemliyoruz. Bir insan gözünün daha önceden gemi ve aksamalarını biliyor olduğu varsayımı ile yola çıkıldığında ayrıtların fark edildiği gözlemlenmektedir. Ancak bilmeyen bir gözün tip ve özellik tayin etmesi mümkün olmamaktadır. Çalışmanın başlangıcında yola çıkılırken eğitimsiz algılama yöntemlerinin benimsenmemesinin temel sebebi, eğitilmeden bir nesnenin özelliklerini çıkararak sınıflandırmanın denizcilik sektörüne

çok daha fazla hizmet edeceği değerlendirilirdi. Bu değerlendirmenin sebebi şöyle açıklanabilir. Ticaret gemileri inşa edildikleri tarihten en erken 2 yıl sonra, ilk defa tersaneye bakım ve tutum için girmektedir. Sonraki yıllarında ise yılda bir defa bakıma girmeye başlar. Bu bakımlar esnasında gemiler büyük tadilatlar geçirebilmektedir. Büyük tadilat ana gemi elemanlarının değişmesi, boyunun uzaması gibi durumları ifade etmektedir. Güverte aksamalarının, denizin paslandırıcı özelliği sebebi ile değişmesi sıklıkla görülen olağan bir durumdur. Paslanma ve çürüme etkisinin azaltılması için gemilerin dış, iç ve güverte üzeri aksamaları sürekli olarak bakım altında tutulur. Çürümelere karşı gemiler farklı renklere boyanabilmektedir. Bahsedildiği gibi yapısal değişikliklerin sıklıkla yapılması, pasif uydu görüntülerinin her altı (6) aylık periyotlarda birbirinden farklı görüntüler verebileceği risklerini ortaya çıkarmaktadır. Gemilerin eğitilmiş bir algılama yöntemiyle belirlenmeye çalışılması araştırmacıları yanlış sonuçlara ulaştırabilecektir. Sürekli değişen veya değişebilme ihtimali yüksek olan görüntüler sabit bir veri sağlamayacaktır. Bu gerekçelerle gelecekte gemilerin belirlenmesi ve sınıflandırılması çalışmalarında özellik çıkarımı üzerine evrileceği değerlendirilmesinde yapılabilir. Gemi tespitinde, SAR görüntülerinin kullanılmasıyla istenen sonuçların elde edilememesi gerekçeleri, sivil amaçlara hizmet etmediği eleştirileri, yeniden optik görüntülerin kullanılmasına yönelim olduğu gözlemlenmektedir.

Gemi tespit araştırmalarında, özellikle eğitilmiş algılama yöntemlerinin kullanıldığı dikkat çekmektedir. Ancak eğitilmiş algılamanın bahsedildiği üzere sakıncalarının mevcut olduğu görülmektedir. Bu sebeplerle, yapılan bu çalışmada gemi tanıma, özellik çıkarma ve sınıflandırma konularında eğitimsiz sınıflandırma yöntemleri tercih edilmektedir.

8. ÖNERİLER

Geminin en ve boy bilgilerinin tespit edilmesinde görüntü çıkarımı esnasında özellikle piksel değerlerinin kaybedilmesi ve var olan formun nispeten büyüdüğü gözlemlenmiş ve bu durum en boy değerlerinin gerçeğinden fazla okunmasında sebep olmaktadır. Bu sorunlarla karşılaşılmasını için zıtlık ve netlik artırıcı operasyonların, sınır çizme yöntemlerinin gemi tespitleri için yeniden değerlendirilmesi önerilmektedir. Özellikle piksel değeri 50 cm' den büyük olan uydu görüntülerinde erozyon artabileceği için ayrıntıların sonraki adımlarda tespit edilebilmesi için birbirine yakın olan piksellerin gemi deniz suyu sınırlarında daha hassas çizilmesi gerekmektedir. Piksel değerleri 50 cm' nin altında olan görüntülerde oluşabilecek %20'lik hata payının azaltılabileceği değerlendirilmektedir.

Geminin türünün tespit edilmesinde geometrik yaklaşımın sonuç elde etmekte etkili olacağı değerlendirilmekte, bu yöntemin sonuç vermesi için tepi tiplerinin standart bir modelinin oluşturulabileceği düşünülmektedir. Geometrik şekillerin görüntü üzerinde tespiti bazı gemilerin ayırt edilmesinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Ancak sonuç vermeyecek gemiler de ortaya çıkabilir. Konu hakkında çalışma yapmak isteyen araştırmacılar çalışmanın da yaklaşımı olan obje üzerine daha hassas yaklaşabilirler. Özellikle kesişen doğrular üzerinden bir yöntem düşünülürse bir sonuç elde edilebileceği değerlendirilmektedir. Objelerin tespiti üzerinden tür tayini yapılmak istendiğinde daha yüksek çözünürlüklü görüntülerin denenmesi gerektiği önerilmektedir. Özellikle güverte üzerindeki aksamın sınırlarının daha sürekli tespitini sağlayacak yaklaşımlar, sınır belirleme çalışmaları yapılabilir. Tür tayini yaparken diğer bir yaklaşım olarak en boy oranları denenebilir. Gemilerin inşalarında belirli en ve boy oranları mevcuttur. Bu sayede türün tespit edilmesi sağlanabilir. Bu yöntemin sonuçlarının iyi olması için en ve boy çıkarımının yüksek oranda doğruluk değerine sahip olması gerekeceği düşünülmektedir.

Rotanın tek bir değer olarak bulunabilmesinde ağırlık merkezi üzerinden uç noktaların ve buna bağlı olarak pruva ucunun rota olarak yöneltmesi düşünülebilir. Bu yaklaşımda konum geometrik değil gemi orta hattında simetrik boy düzleminde ise asimetrik olacağı değerlendirilmektedir. Seyir durumunun tam doğrulukta belirlenebilmesi için dümen suyu analizlerinin daha yüksek hassasiyetle yapılması gerektiği değerlendirilmektedir. Bu işlemin yapılabilmesi için özellikle gemi formunun sancak ve iskele yönlerinde oluşturdukları durgun sularda özellikle yanal bölgelerde

gemilerin ileri ataletlerinden kaynaklanan frekansı yüksek dalga boyu düşük dalgacıklar meydana gelmektedir. Yöntem olarak gemilerin tespit edilmesinde ve ayrıntılı analizlerinin yapılmasında yapısal değişikliklere yüksek oranda maruz kaldıkları için öncelikli olarak eğitimsiz uzaktan algılama ve sınıflandırma yaklaşımının benimsenmesi önerilmektedir. Bunların yanı sıra eğitilmiş geometrik şekillerin kullanılarak algılama yöntemleri ikincil olarak önerilmektedir. Gelecek yıllarda bu alanda daha fazla çalışmaların yapılacağı değerlendirilmektedir. Uzaktan algılama çalışmalarının gemilerin bulunmasının yanı sıra aktif takibi gibi alanlara doğru ilerlemesi çok uzak görülmemektedir.



KAYNAKÇA

- [1] Corbane C., Najman L., Pecoul E., Demagistri L. ve Petit M. (2010). A complete processing chain for ship detection using optical satellite imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 31 (22), 5837-5854.
- [2] Willhauck G., Caliz J.J., Hoffmann C., Lingenfelder I., ve Heynen M. (2005). Object oriented ship detection from vhr satellite images. *Proc. 6th Geomatic Week Conference*'de sunulan bildiri. İspanya, Katalonya Kartografi ve Jeoloji Enstitüsü.
- [3] Greidanus H., Lemoine G. ve Kourti N. (2005). Satellite ship detection for fishery control. *European Commission Joint Research Centre (JRC), NURC international symposium*'da sunulan bildiri. Lerici, İtalya.
- [4] Poon J. (2007). Spatial Information Generation From High-Resolution Satellite Imagery. *Doctor of Philosophy Thesis*. Geomatik Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Melbourne Üniversitesi.
- [5] Yan Y., Tan Z. and Su N. (2019). A Data Augmentation Strategy Based on Simulated Samples for Ship Detection in RGB Remote Sensing Images. *ISPRS Interntional Journal Geo-Information Multidisciplinary Digital Publishing Institute*, 8 (276).
- [6] Mazen A.H., Ziad A.A., Bassam M.S. (2016). A Methodology to Analyze Objects in Digital Image using Matlab. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, 5 (11), 21-28.
- [7] Chen L., Shi W., Fan C., Zou L. ve Deng D. (2020). A Novel Coarse-to-Fine Method of Ship Detection in Optical Remote Sensing Images Based on a Deep Residual Dense Network. *Remote Sensing Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*, 12 (3115).
- [8] Tang G., Liu S., Fujino I., Claramunt C., Wang Y. (2021). H-YOLO: A Single-Shot Ship Detection Approach Based on Region of Interest Preselected Network. *Remote Sensing Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*, 12 (24), 4192.
- [9] Tian T., Pan Z., Tan X. and Chu Z. (2020). Arbitrary-Oriented Inshore Ship Detection based on Multi-Scale Feature Fusion and Contextual Pooling on Rotation Region Proposals. *Remote Sensing Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*, 12 (339).
- [10] Wang N., Li B., Xu Q. ve Wang Y. (2018). Automatic Ship Detection in Optical Remote Sensing Images Based on Anomaly Detection and SPP-PCANet. *Remote Sensing Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*, 11 (47).

- [11] Yang X., Sun H., Fu K., Yang J., Sun X., Yan M. ve Guo Z. (2018) Automatic Ship Detection in Remote Sensing Images from Google Earth of Complex Scenes Based on Multiscale Rotation Dense Feature Pyramid Networks. *Remote Sensing Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*, 10 (132).
- [12] Bao W., Huang M., Zhang Y., Xu Y., Liu X. ve Xiang X. (2021). Boosting ship detection in SAR images with complementary pretraining techniques. <https://arxiv.org/pdf/2103.08251.pdf>, *arXiv:2103.08251v1*. (Erişim Tarihi: 05.05.2021).
- [13] Jacobsen K. (2005). High resolution satellite imaging systems-overview. <https://www.isprs.org/proceedings/xxxvi/1-w3/pdf/038-jacobsen.pdf>. (Erişim Tarihi: 05.05.2021).
- [14] Chen L., Shi W. ve Deng D. (2021). Improved YOLOv3 Based on Attention Mechanism for Fast and Accurate Ship Detection in Optical Remote Sensing Images. *Remote Sensing Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*, 13 (660).
- [15] Szelangiewicz T., Źelazny K. (2018). Mathematical Model For Predicting The Ship Speed In The Actual Weather Conditions On The Planned Ocean Route. *New Trends in Production Engineering Journal*, 1 (1), 105-112.
- [16] Park K.A., Park J.J., Jang J.C., Lee J.H., Oh S. ve Lee M. (2018). Multi-Spectral Ship Detection Using Optical, Hyperspectral, and Microwave SAR Remote Sensing Data in Coastal Regions. *Sustainability Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*, 13 (660).
- [17] Moreira L., Vettor R. ve Soares C.G. (2021). Neural Network Approach for Predicting Ship Speed and Fuel Consumption. *Journal of Marine Science and Engineering Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*, 9 (119).
- [18] Zhang Y., Sheng W., Jiang J., Jing N., Wang Q. ve Mao Z. (2020). Priority Branches for Ship Detection in Optical Remote Sensing Images. *Remote Sensing Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*, 12 (1196).
- [19] Zhang S., Wu R., Xu K., Wang J. ve Sun W. (2019). R-CNN-Based Ship Detection from High Resolution Remote Sensing Imagery. *Remote Sensing Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*, 11 (631).
- [20] Zhang R., Yao J., Zhang K., Feng C. ve Zhang J. (2016). S-CNN-Based Ship Detection From High-Resolution Remote Sensing Images. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42 (7), 423-430.

- [21] Liu Y., Cui H.Y., Kuang Z., Li G.Q. (2017). Ship Detection and Classification on Optical Remote Sensing Images Using Deep Learning. *ITM Web of Conferences* 'da sunulan bildiri. İtalya.
- [22] Bi F., Hou J., Chen L., Yang Z. ve Wang Y. (2019). Ship Detection for Optical Remote Sensing Images Based on Visual Attention Enhanced Network. *Sensors Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*, 19 (2271).
- [23] Dong C., Liu J., Xu F. ve Liu C. (2019). Ship Detection from Optical Remote Sensing Images Using Multi-Scale Analysis and Fourier HOG Descriptor. *Remote Sensing Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*, 11 (1529).
- [24] Xie X., Li B. ve Wei X. (2020). Ship Detection in Multispectral Satellite Images Under Complex Environment. *Remote Sensing Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*, 12 (792).
- [25] Wang Z., Zhou Y., Wang F., Wang S. ve Xu Z. (2021). SDGH-Net: Ship Detection in Optical Remote Sensing Images Based on Gaussian Heatmap Regression. *Remote Sensing Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*, 13 (499).
- [26] Dong C., Liu J. ve Xu F. (2018). Ship Detection in Optical Remote Sensing Images Based on Saliency and a Rotation-Invariant Descriptor. *Remote Sensing Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*, 10 (400).
- [27] Xu F., Liu J., Dong C. ve Wang X. (2017). Ship Detection in Optical Remote Sensing Images Based on Wavelet Transform and Multi-Level False Alarm Identification. *Remote Sensing Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*, 9 (985).
- [28] Ma J., Zhou Z., Wang B., Zong H. ve Wu F. (2019). Ship Detection in Optical Satellite Images via Directional Bounding Boxes Based on Ship Center and Orientation Prediction. *Remote Sensing Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*, 11 (2173).
- [29] Nie T., Han X., He B., Li X., Liu H. ve Bi G. (2020). Ship Detection in Panchromatic Optical Remote Sensing Images Based on Visual Saliency and Multi-Dimensional Feature Description. *Remote Sensing Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*, 12 (152).
- [30] Wu Y., Ma W., Gon M., Bai Z., Zhao W., Guo Q., Chen X. ve Miao Q. (2020). A Coarse-to-Fine Network for Ship Detection in Optical Remote Sensing Images. *Remote Sensing Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*, 12 (246).

- [31] Erdoğan M. ve Akdeniz H. (2004). Uzaktan algılama amaçlı uydu sistemlerindeki son gelişmeler. *Harita Genel Komutanlığı, Harita Dergisi*, 132.
- [32] <https://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/geoeye-2/>, (Erişim Tarihi: 05.05.2021).
- [33] <https://www.satimagingcorp.com/gallery/worldview-4/>, (Erişim Tarihi: 05.05.2021).



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Zeki YAŞAR

Yabancı Dil: İngilizce

Eğitim ve Mesleki Geçmişi:

1983-1994, İlk-Orta-Lise Tahsili, Rize Lisesi, Fen Bilimleri.

2000, Karadeniz Teknik Ü., Sürmene Deniz Bilimleri F., Güverte.

2010, Karadeniz Teknik Ü., Fen Bilimleri E., Deniz Ulaştırma İşletme Müh.

2000-2005, Kaptan, Türk Deniz Ticaret Filosu Gemileri.

2001-2002, Askerlik, Deniz Kuvvetleri K., Seyir Hidrografi ODB, TCG Çeşme.

2005-2009, Okutman, Karadeniz Teknik Ü., Deniz Ulaştırma İşletme Müh.

2009-2013, Öğretim Görevlisi, Ordu Ü., Deniz Ulaştırma İşletme.

2013-2014, Öğretim Görevlisi, Girne Amerikan Ü., Deniz Ulaştırma İşletme Müh.

2014-Halen, Öğretim Görevlisi, Piri Reis Ü., Deniz ve Liman İşletme.

Yayınları ve / veya Bilimsel / Sanatsal Faaliyetleri:

2018, Türkiye Ulusal Antartika 2.Bilim Seferi (TAE-II), Araştırmacı, Antartika.

Ödülleri:

2007, Gemi Makineleri Mühendisliği Eğitimi Bursu, JICA, Kobe-Japonya.

Mesleki Birlik/Dernek/Kuruluş Üyelikleri:

2017-Halen, Gemi Makine İşletme Mühendisleri Odası, İstanbul