



İstanbul Boğazı'ndaki Deniz Kazalarının Seyir Emniyeti Perspektifinde İncelenmesi: İSTANBULMAKS Gemi Tipi Önerisi

Gizem KODAK¹, Gökhan KARA², Murat YILDIZ², Aydın ŞALCI³

Cite this article as:

Kodak, G., Kara, G., Yıldız, M., Şalçı, A. (2022). İstanbul Boğazı'nda deniz kazalarının seyir emniyeti perspektifinde incelenmesi: İSTANBULMAKS gemi tipi önerisi. *Aquatic Research*, 5(1), 63-88. <https://doi.org/10.3153/AR22007>

¹ GİRNE ÜNİVERSİTESİ, DENİZCİLİK FAKÜLTESİ,
DENİZ ULAŞTIRMA İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ
BÖLÜMÜ, GİRNE, KKTC

² İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ – CERRAHPAŞA,
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ, DENİZ ULAŞTIRMA
İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ,
İSTANBUL, TÜRKİYE

³ ALTINBAŞ ÜNİVERSİTESİ, MÜHENDİSLİK VE
DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ, MAKİNE
MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ, İSTANBUL, TÜRKİYE

ORCID IDs of the author(s):

G.K. 0000-0002-1845-7901

G.K. 0000-0001-5796-8707

M.Y. 0000-0001-7022-0760

A.Ş. 0000-0002-2040-7591

Submitted: 04.08.2021

Revision requested: 08.10.2021

Last revision received: 09.10.2021

Accepted: 31.10.2021

Published online: 30.12.2021

Correspondence:

Gizem KODAK

E-mail: gizem.kodak@kyrenia.edu.tr



Available online at

<http://aquatres.scientificwebjournals.com>

ÖZ

Bu çalışmada, İstanbul Boğazı'nda 10 yıllık periyotta meydana gelen deniz kazaları gemi kökenli risk faktörleri açısından ele alınmış ve elde edilen veriler, R – Studio program dili kullanılarak frekans analizine tabi tutulmuştur. Bu kapsamda T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Ana Arama Kurtarma Koordinasyon Merkezi'nden temin edilen kaza verileri, MMSI numaraları üzerinden Türk Loydu veri tabanından gemi bilgileri ile eşleştirilmiştir. Böylelikle, çalışma kapsamında kullanılacak gemi kökenli risk faktörleri belirlenmiş ve 10 farklı kriter analizlere dahil edilmiştir. Bunlar, gemi boyu, gemi genişliği, gemi su çekimi, gemi yaşı, gemi deadweight tonajı, manevra yarıçapı, dönme noktası, L/B oranı, B/T oranı ve pervane sayısıdır. Verinin mekânsal olarak filtrelenmesi ve gemi kökenli kaza nedenlerinin sınıflandırılmasıyla veri seti oluşturma süreci tamamlanmış ve değişkenler Büyük Sayılar Yasası perspektifinde frekans analizine tabi tutulmuştur. Elde edilen sonuçlarla, İstanbul Boğazı'ndan en emniyetli şekilde geçiş yapabilecek optimum karakteristikler belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İstanbulmaks, Büyük sayılar yasası, Seyir emniyeti, Frekans analizi, Olasılık, İstanbul Boğazı

ABSTRACT

Investigation of maritime accidents in the strait of Istanbul in the perspective of navigational safety: İSTANBULMAX ship type recommendation

In this study, maritime accidents that occurred in the Strait of Istanbul over a 10-year period were evaluated in terms of ship-based risk factors. The frequency analysis was performed using the R - Studio program language. In this context, the accident data obtained from the Ministry of Transport and Infrastructure Main Search and Rescue Coordination Center were matched with the ship information accessed from Türk Loydu database. Thus, ship origin risk factors to be used within the scope of the study were determined and 10 different criteria were included in the analysis. These are ship length, ship breadth, ship draught, ship age, ship DWT, turning point, turning radius, L/B ratio, B/T ratio and number of propellers. The process of creating a data set was completed by spatially filtering the data and classifying of the ship-based causes accidents. The variables were examined with frequency analysis in the perspective of the Law of Large Numbers. With the results obtained, optimum characteristics based on ship origin risk factors have been revealed for each ship type that will pass through the Strait.

Keywords: Istanbulmax, Law of large numbers, Safety navigation, Frequency analysis, Probability, Strait of Istanbul

Giriş

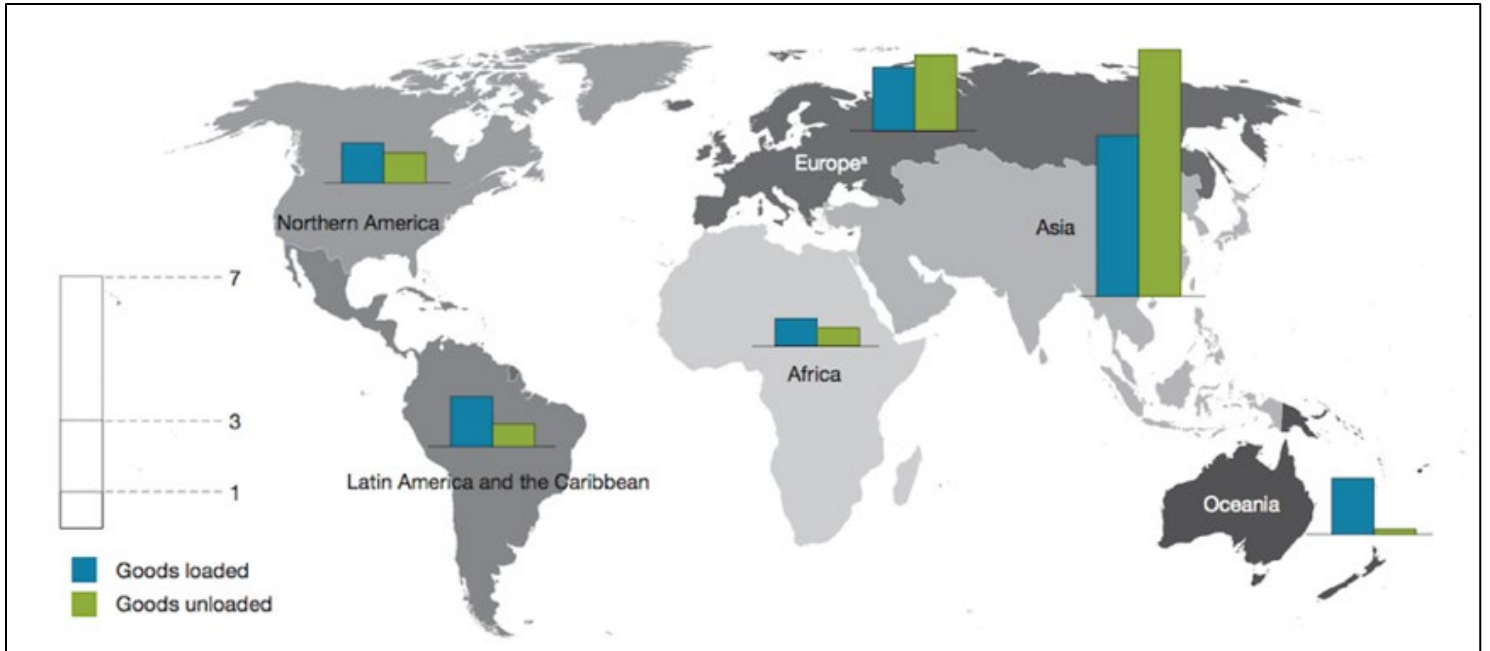
Her türlü taşıma işlemlerinde ölçek ekonomisine en uygunu, birim maliyeti düşük olan kitle taşımalarıdır. 1960'lı yıllardan bu yana yaygın gelişme gösteren kitle taşımacılığı, büyük hacimli, petrol, kömür, tahıl gibi kitle tipi yüklerin taşınmasını ifade etmektedir (Bozkurt ve diğ., 2018). Kitle taşımacılığı içinde ise birim taşıma maliyeti en düşük olanı denizyoludur. Uluslararası Deniz Ticaret Odası verilerine göre, günümüzde dünya ticaretinin %90'ı deniz yoluyla yapılmaktadır (ICS, 2020). Küresel ticarete en iyi entegre olan nakliye ağlarını ise Çin, Singapur ve Kore Cumhuriyeti oluşturmaktadır. Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı (United Nations Conference on Trade and Development – UNCTAD) 2020 istatistikleri ve Clarksons araştırmaları, Asya ekonomilerinin uluslararası deniz ticaretine en çok katkı sağlayan bölge olduğunu göstermektedir. 2019 yılı itibariyle dünya ölçeğinde yüklenen ve tahliye edilen yük tonajları, aşağıda Şekil 1'de verilmiştir (UNCTAD, 2020).

Farklı kıta ve ekonomiler arasında işleyen deniz ticareti, bu merkezler arasında faaliyet gösteren gemiler için zaman içe-

risinde çeşitli ticaret rotaları oluşturmuştur ve bu rotalar çoğunlukla dar kanal ve su yolları vasıtasıyla birbirine bağlanmaktadır.

Rodrigue (2017) tarihli çalışmasında, uluslararası deniz ticaretinin ana güzergahlarını, büyük ekonomiler arasında köprü görevi gören birincil rotalar ve daha küçük pazarlar arasındaki bağlantıları oluşturan ikincil rotalar olarak ikiye ayırmıştır. Yapılan bu sınıflama doğrultusunda, deniz ticaretinin ana rotaları üzerinde bulunan ve deniz ticaret ağının kesişim noktalarını oluşturan birincil su yolları Malakka Boğazı, Bab-el-Mandeb, Hürmüz Boğazı, Süveyş Kanalı, İstanbul Boğazı, Cebelitarık Boğazı ve Panama Kanalı olarak belirlenmiştir.

Tarihsel veriler, deniz kazalarının genellikle dar ve işlek su yollarında meydana geldiğini göstermektedir (Butt ve diğ., 2012). Dolayısıyla, risklerin en yüksek olduğu alanlar da yine dar su yolları ve kanallardır. Bu bölgelerdeki gemi geçişleri her ne kadar kılavuzluk hizmetleri ile desteklense de fiziki kısıtlar dolayısıyla, açık denizdeki seyir şartları ile aynı koşullar oluşmamaktadır. Dar kanallar ve su yolları, deniz ticaretinin ana bağlantı noktalarını oluşturduğundan bu alanlardaki yoğun trafik de kaza riskini arttırmaktadır.



Şekil 1. 2019 yılı itibariyle dünya ölçeğinde yüklenen ve tahliye edilen yük tonajları - Milyar Ton. (UNCTAD, 2020)

Figure 1. Tonnage loaded and unloaded, 2019 (Billions of tons)

Küresel ticaret döngüsünün işleminde gemilerin, ana ticaret rotaları üzerinde bulunan su yollarından emniyetle geçişi önem arz etmektedir. Öyle ki deniz ticaretinde faaliyet gösteren gemiler hem maliyet avantajı hem de ulaşımın daha kısa yoldan gerçekleştirilmesi amacıyla zaman içerisinde geçiş yapacakları su yollarının fiziki şartları baz alınarak boyutlandırılmaya başlanmış ve bu durum denizcilik sektöründe yerleşmiş bazı tanımları meydana getirmiştir. Panama ve Süveyş kanallarından geçiş yapmaya uygun en büyük boyutlu gemileri ifade eden Panamax ve Suezmax gemiler ile Malakka Boğazı'ndan geçiş yapabilecek azami boyutlara haiz olan Malaccamax gemiler bu ihtiyacın ürünü olarak ortaya çıkmışlardır.

Uluslararası deniz trafiği açısından bakıldığında, gemi geçiş sayısı bakımından dünyanın en işlek su yolu olan Malakka Boğazı'ndan günde yaklaşık 200 geminin geçiş yaptığı görülmektedir. Yılda ortalama 70.000 gemiye denk gelen bu sayı; kuzeydoğu Asya'ya taşınan petrol taşımacılığının %80'ini oluşturmaktadır (Xiaobo ve Meng, 2012; Gilmartin, 2008). Akdeniz ile Atlas Okyanusu'nu birbirine bağlayan Cebelitarık Boğazı'ndan geçiş yapan gemi sayısı yılda ortalama 7.000 civarında olup, bu sayı 2017 yılında 8.262 gemi ile en yüksek seviyeyi görmüştür (MSFD, 2020). Akdeniz ve Kızıldeniz'i birbirine bağlayan Süveyş Kanalı'ndan geçiş yapan gemi sayısı yılda yaklaşık 18.000 iken, Atlas ve Büyük Okyanusu birbirine bağlayan Panama Kanalı'nda bu sayı yaklaşık 14.000'dir (Rodrigue, 2017). Karadeniz ülkelerini Dünya'nın diğer ülkelere bağlayan tek su yolu olan İstanbul Boğazı ise Panama Kanalı'ndan 4, Süveyş Kanalı'ndan 3 kat daha yoğun uluslararası deniz trafiğine sahiptir (DNV, 2013). Buna ek olarak bölgede, günde 2 milyon insanın taşındığı 2500 adet yerel deniz trafik hareketi mevcuttur (Başaraner ve diğ., 2011; İstanbul Liman Başkanlığı Yerel Deniz Trafik Rehberi, 2011).

Yoğun deniz trafiğinin yanında sahip olduğu akıntı sistemi ve kıvrımlı jeomorfolojisi, İstanbul Boğazı'ndan geçiş yapan gemiler için risk oluşturmaktadır. Bölgede yakın geçmişte birçok deniz kazası meydana gelmiş ve bu kazalardan bazıları dünya ölçeğinde endişe yaratan çevre felaketleri ile sonuçlanmıştır. Sadece 1979 yılında meydana gelen Independenta kazasında 95.000 ton (ITOPF, 2020); 1994 senesinde yaşanan Nassia kazasında ise 33.000 ton ham petrol denize dökülmüştür (EEA, 2020). Günümüzde, gelişen gemi inşa teknolojisi ile Boğaz'dan geçiş yapan gemilerin boyutları ve tehlikeli yük taşıma kapasiteleri, söz konusu kazaların meydana geldiği yıllara göre büyük ölçüde artmıştır. Bu durum, olası bir

kazada meydana gelebilecek felaketin boyutlarını da arttırmaktadır.

İstanbul Boğazı, UNESCO Dünya kültür mirası listesinde yer alan İstanbul şehrinin ortasından geçmekte olup, bölgedeki kaza riski geçiş yapan gemilerin yanında 15.52 milyon nüfusa sahip olan İstanbul şehri de tehdit etmektedir. Rodrigue (2017) tarihli çalışmasında dünya deniz ticaret ağının birincil rotaları üzerinde bulunan su yollarına ilişkin kapasite, kısıt ve tehlikelerini incelemiş ve İstanbul Boğazı için en büyük tehdidin kısıtlı seyir şartları dolayısıyla ortaya çıkan deniz kazası riski olduğunu belirtmiştir. Yakın tarihte çevre felaketi ve can kayıplarıyla sonuçlanan birçok deniz kazası bu argümanı desteklemiş ve Boğaz'daki seyir emniyetini arttırmak için bölgeden en emniyetli şekilde geçiş yapabilecek gemi karakteristiklerinin belirlenmesini gündeme getirmiştir. Bu ihtiyaç, emsal su yolları temelinde İstanbulmaks tanımını yeşertmeye başlamış ve Boğaz'daki kaza riskinin azaltılması için bir çözüm önerisi olarak, Panamax, Suezmax gemiler gibi İstanbul Boğazı için de benzer bir tanım yapılması fikri doğmuştur (Oğuzülgen, 2006). 2016 yılında gerçekleştirilen 80. Yılında Montreux Türk Boğazları Sempozyumu'nda İstanbul Boğazı'nın fiziksel özellikleri ve geçmiş kazaların profili doğrultusunda "İstanbulmaks" gemi tipinin tanımlanması bir öneri olarak sunulmuştur (BAU, 2016). Son olarak İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından yayınlanan "Kanal İstanbul Çok Disiplinli Bilimsel Değerlendirme" isimli çalışmada İstanbul Boğazı'nda deniz trafiğinin daha emniyetli hale getirilmesi için İstanbulmaks tipi gemi modelinin yasal tanımının yapılması ve 2030 yılından itibaren uygulamaya konması bir öneri olarak sunulmuştur (Aşkın vd., 2020: 79). Burada kritik ayırım, Panamax, Suezmax tanımlarından farklı olarak İstanbulmaks tanımının Boğaz'dan geçiş yapacak en büyük gemi boyutlarını değil; Boğaz'dan en emniyetli şekilde geçiş yapabilecek gemi karakteristiklerini içermesidir. Böylelikle, söz konusu kriterlere haiz gemi geçişlerinin özendirilmesi, farklı risk seviyelerinde bulunan gemiler için ilave tedbirler uygulanması ve yeni önlemler geliştirilmesi mümkün olacak ve bölgedeki seyir emniyeti seviyesi artırılabilir. Bu çalışma kapsamında fiziksel özellikleri ve bölgedeki kaza profili dahilinde İstanbul Boğazı'ndan en emniyetli şekilde geçiş yapabilecek gemi karakteristikleri araştırılmış ve İstanbulmaks tanımı içerisinde yer alabilecek gemi karakteristiklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu doğrultuda öncelikle literatür taraması gerçekleştirilmiş ve İstanbul Boğazı'nda seyir emniyetini arttırmaya yönelik çalışmalar incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, aşağıda verilmiştir.

Atasoy (2008), İstanbul Boğazı'ndaki yerel trafik yoğunluğunu incelemiş ve elde ettiği sonuçlarla seyir emniyetinin sıkıntıya düşmesine neden olabilecek kör noktaların belirlenerek gerekli önlemlerin alınması için çalışmalar yapılması gerektiğine dikkat çekmiştir.

Özbaş (2010), gemi geçiş trafiğinin risk analizini yapmış ve gemi takip mesafelerinin azaltılarak daha fazla gemi geçişi sağlamanın İstanbul Boğazı'nda kaza riskini arttıran ana faktörlerden biri olduğunu tespit etmiştir.

Keçeci (2010), gemi boyu faktörünün güvenli seyir etkisini araştırmış ve gemi boyunun İstanbul Boğazı'ndaki kazalar üzerindeki etkisini AHP metodu kullanarak incelemiştir. Çalışma sonuçları, 151 – 200 m gemi boyu aralığından sonra gemiyi etkileyen tehlike etkenlerinin seyir emniyeti üzerinde belirgin bir etki yarattığını göstermiştir.

Başaraner ve diğ. (2011), Boğaz'dan uğraksız geçiş yapan gemilerin kullandığı rotaların iyileştirilmesi için batimetrik modele dayalı mekânsal analizlerle daha hassas rotalar belirlemişlerdir.

Özlem (2011), İstanbul Boğazı'ndaki gemi trafik akışına yönelik bir simülasyon modeli kurmuştur.

Küçükosmanoğlu (2012), Boğaz'daki deniz kazalarını tahmin edebilmek için yapay bir sinir ağı modeli geliştirmiştir. Çalışma sonuçları, özellikle 58.000 GRT den büyük gemilerin kılavuz kaptan almadığı durumların kaza riskini arttırdığını göstermiştir.

Det Norske Veritas tarafından hazırlanan raporda İstanbul Boğazı'nda seyir emniyetini tehdit eden risk faktörlerine dikkat çekilmiş, bu faktörlerin kaza türü bazında değişkenlik gösterdiği saptanmış ve kazaları önleyebilmek için ilave tedbirler alınması ihtiyacı ortaya konmuştur (DNV, 2013).

Candanoğlu (2013), İstanbul Boğazı'ndan uğraksız geçiş yapan gemilerin bekleme süresini en aza indirmeye yönelik bir model geliştirmiştir.

Arslan (2014), yaptığı çalışmada İstanbul ve Çanakkale Boğazları'ndan geçiş yapan gemi sayısını, yıllara ve gemilerin gros tonilatolarına göre trend analizi ile incelemiştir. Çalışma sonuçları, geçen gemi sayılarında azalma tespit edilmesine karşın gemi gros tonajlarının arttığını göstermiştir.

Charlier ve diğ. (2015), uluslararası deniz ticaretinin bağlantı noktalarını oluşturan su yollarını küresel ölçekte incelemiş ve İstanbul Boğazı'nda seyir emniyetine etki eden risk faktörleri hakkında bilgi vermişlerdir.

Rodrigue (2017), deniz ticaret ağı üzerinde bulunan rotaları incelemiş ve bu rotaların kesişim noktalarını oluşturan boğaz ve kanalları araştırmıştır. Yapılan sınıflama doğrultusunda İstanbul Boğazı, deniz ticaret ağının birincil rotalarından biri olarak tanımlanmıştır.

Altan (2017), İstanbul Boğazı'nda otomatik takip sistemi temelli deniz trafiği modellemesi yapmış ve çatışma türündeki kazaları incelemiştir. Çalışma, geometrik çatışma olasılığını alansal dağılım olarak ortaya koymuş ve en yüksek çatışma olasılığı olan bölgeyi Sarıyer ve Umurbey arasında bulurken, en yüksek kaza olasılığı olan noktayı, Kandilli ve Rumelihisarı arasında tespit etmiştir.

Özlem (2018), İstanbul Boğazı'nda çarpışma ve karaya oturma olasılıklarını matematiksel modeller yardımıyla incelemiş ve bu kazaların yaygın olarak kuruyük gemileri tarafından gerçekleştirildiği sonucuna ulaşmıştır. Model sonuçları karaya oturma ve çarpışma tipi kazaların özellikle geceleri artış eğiliminde olduğunu ve karaya oturma türü kazaların trafik yoğunluğu ile paralel olarak artış gösterdiğini ortaya koymuştur.

Taşan (2019), gemilerin İstanbul Boğazı'ndan geçiş sürelerini etkileyen faktörleri araştırmıştır.

Özdemir (2019), 2003 – 2013 yılları arasında bölgede meydana gelen kazaları mekânsal yoğunluk analizi ile incelemiş ve kazaların bekleme bölgelerinde yoğunlaştığı ve İstanbul Boğazı'nda çatma-çatışma ve karaya oturma oranlarının geceleyin iki kat daha fazla olduğu sonucuna ulaşmıştır.

İstikbal (2020), İstanbul Boğazı'nda gerçekleşen büyük deniz kazalarını sol seyir düzeninin kaldırılması perspektifinde incelemiştir.

Kodak ve Acarer (2021), İstanbul Boğazı'ndaki deniz trafik düzenlemelerinin kaza oranına etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonuçları, geçiş yapan gemi sayısının kazalar üzerinde % 51 oranında açıklayıcı gücü olduğunu, yapılan düzenlemelerin kazaları önlemede büyük ölçüde başarılı olduğunu ve özellikle 2010 yılı sonrasında kaza sayılarında istikrarlı bir düşüş olduğunu ortaya koymuştur.

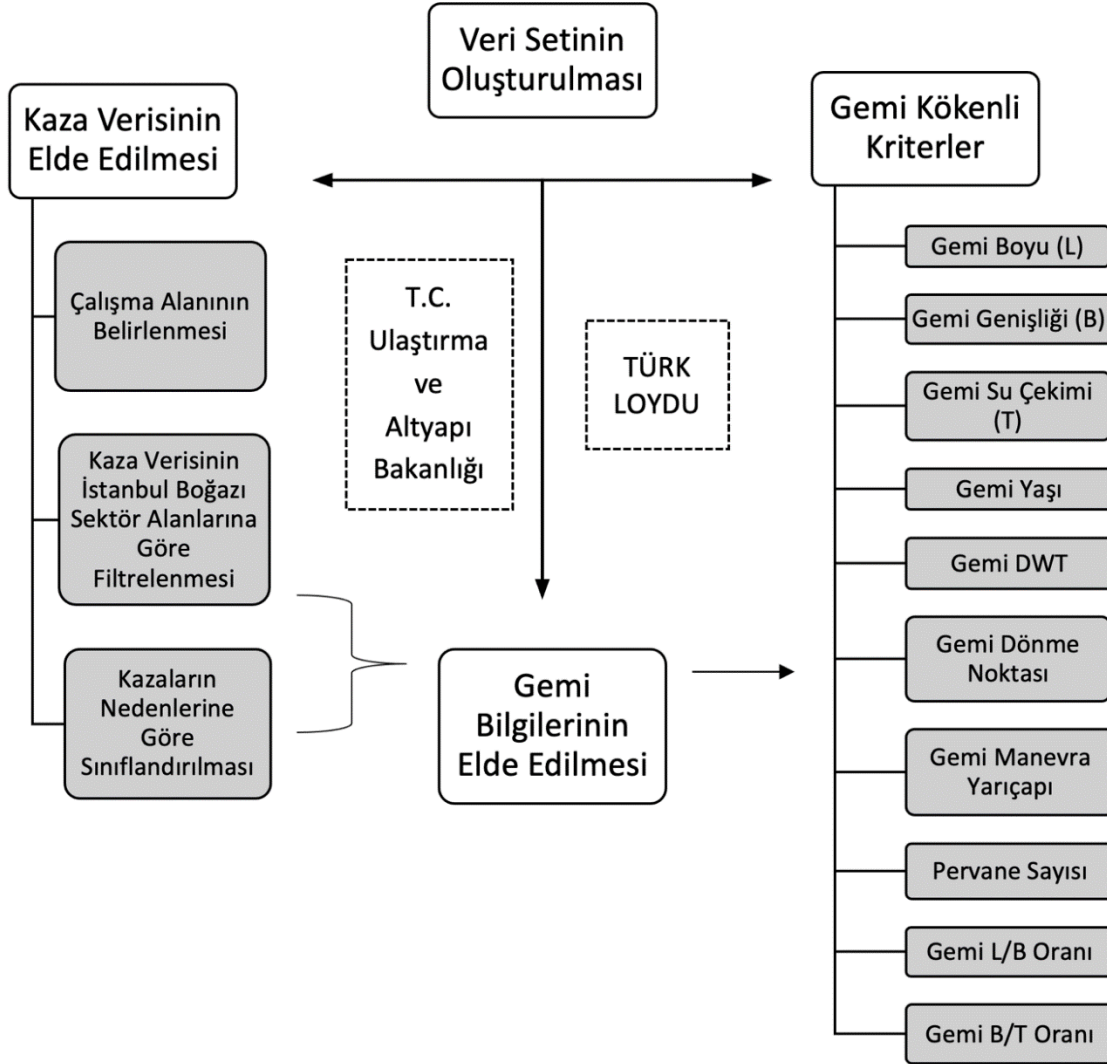
Bu çalışma ise gemi kaynaklı faktörlere bağlı olarak, İstanbul Boğazı'ndan en emniyetli şekilde geçiş yapabilecek gemi kriterlerini belirleyerek literatüre katkıda bulunmayı hedeflemiştir. Böylelikle, söz konusu kriterlere haiz gemi geçişlerinin özendirilmesi, farklı risk seviyelerinde bulunan gemiler

için ilave tedbirler uygulanması ve seyir emniyetinin artırılması için yeni önlemler geliştirilmesi mümkün olacaktır.

Materyal ve Metot

Çalışma kapsamında kullanılacak materyal, T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Ana Arama Kurtarma Koordinasyon Merkezi'nden 2006 ile 2015 yılları arasında İstanbul Boğazı'nda gerçekleşen deniz kaza kayıtlarının alınması, kazaların VTS sektör sınırlarına göre filtrelenmesi, elde edilen verilerin kaza nedenlerine göre ayrıştırılması ve kazaya karışan

gemilerin MMSI (Maritime Mobile Service Identity -Deniz Seyyar Servis Tanıtım Numarası) numaralarının tespit edilmesi ile oluşturulmuştur. Elde edilen MMSI numaraları üzerinden, Türk Loydu iş birliği ile gemilerin boy, genişlik, su çekimi, yaş, deadweight tonaj, dönme noktası, pervane sayısı, manevra yarıçapı ve gemi boyut oranı bilgilerine erişilmiştir. Veri setinin oluşturulma süreci aşağıda, Şekil 2' deki diyagramda gösterilmiştir.



Şekil 2. Veri setinin oluşturulması ve gemi kökenli kriterlerin belirlenmesi.

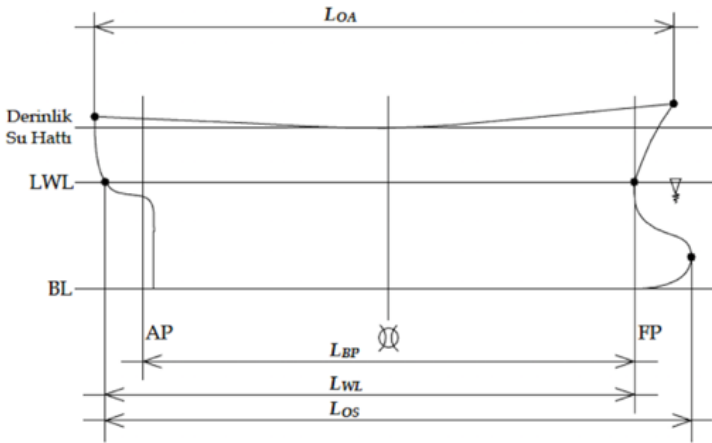
Figure 2. Creation of data set and determination of ship-origin criteria

Gemi Kökenli Kriterler

Elde edilen veri içeriği doğrultusunda, İstanbul Boğazı'nda deniz kazalarına sebep olabilecek gemi kökenli risk faktörleri; gemi boyu, gemi genişliği, gemi su çekimi, gemi yaşı, gemi tonajı (DWT), gemi dönme noktası, gemi dönme yarıçapı, gemi boyut oranları ve pervane sayısı olarak belirlenmiştir.

Gemi Boyu

Gemi geometrisinde bir gemi için dört farklı boy tanımlamak mümkündür. Bunlar; Dikmeler Arası Boy (L_{BP}), Su Hattı Boyu (L_{WL}), Tam Boy (L_{OA}) ve Su Altı Tam Boy (L_{OS})'dur. Çalışma kapsamında, geminin dikmeler arasındaki boyu (L_{BP}) kullanılmış olup söz konusu tanımlar, Şekil 3 üzerinde açıklanmıştır.



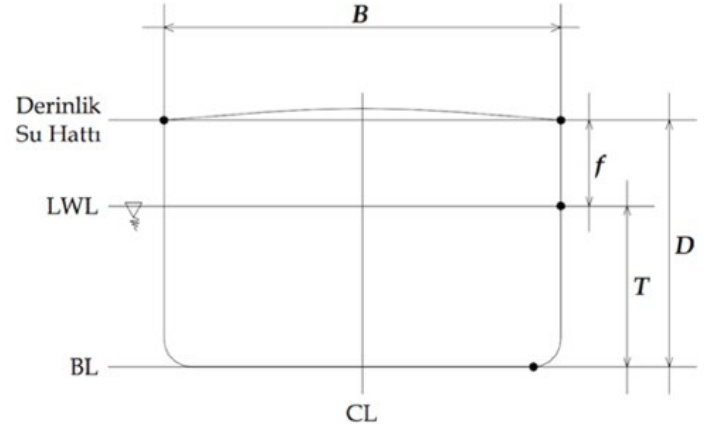
Dikmelerarası Boy (L_{BP}): Kıç dikme (AP) ile baş dikme (FP) arasındaki yatay mesafe olarak tanımlanmaktadır Gemi Genişliği (B)

Şekil 3. LBP, LWL, LOA ve LOS boy tanımlarının şekil üzerinde gösterimi (Odabaşı, 2011)

Figure 3. Illustrate of LBP, LWL, LOA and LOS definitions

Şekil 4'de D ile gösterilen gemi derinliği geminin enine orta kesitinde temel hattı ile ana güvertenin borda noktasındaki düşey mesafe olarak tanımlanmaktadır. (f), geminin

enine orta kesitinde yüklü su hattı ile ana güvertenin bordadaki noktası arasında kanal düşey mesafe olarak tanımlanan fribordu ifade etmektedir.



Şekil 4. Gemi genişlik, su çekimi, derinlik ve fribord tanımları

Figure 4. Definitions of the ship breadth, depth and freeboard

Gemi Su Çekimi (T)

Gemi su çekimi (T) en basit tanımıyla orta kesitte omurga hi-zasından su hattına kadar olan düşey uzunluktur. Bir başka ifadeyle geminin enine orta kesitinde temel hattı ile yüklü su hattı arasındaki düşey mesafe olarak tanımlanmaktadır. Su çekimi Şekil 4'de T harfi ile temsil edilmektedir.

Gemi Yaşı

Gemi yapım yılından deniz kazasının gerçekleştiği tarihe kadar geçen süreyi ifade etmektedir. Geminin kaza sırasındaki yaşı olarak çalışmaya dahil edilmiştir.

Gemi Boyut Oranları

L/B: Gemi boyunun gemi genişliğine oranını ifade etmektedir. Gemi türüne bağlı olarak farklılık gösteren bu oran, yolcu gemileri için 6 ile 8, yük gemileri için 3 ile 5 arasında değişmektedir. L/B oranının büyük olması hız için avantaj yaratır-ken, manevra kabiliyeti açısından dezavantaj oluşturmaktadır.

B/T: Gemi genişliğinin gemi su çekimine oranını ifade etmekte ve genellikle 2 ile 4.5 arasında değişmektedir (Kafalı, 1963; Sabuncu, 1985).

Gemi formundaki farklılıklar ve boyut oranları gemilerin manevra yeteneğini etkileyen kriterler olup, uzun boylu gemilerin rota tutma yeteneği, genişliği fazla olan gemilere kıyasla daha iyi olmakta, ancak bu durum dönme performansı açısından tam tersi bir etki yaratmaktadır (Sukas vd., 2017). Bu çerçevede gemi ana boyutları ve bu boyutların birbirine olan oranlarının temel manevra yeteneği üzerindeki etkileri aşağıda Tablo 1 ile açıklanmıştır.

Tablo 1. Gemi ana boyutlarının temel manevra yetenekleri üzerindeki etkileri. (TMMOB GMO Gemi Mühendisliği El Kitabı, 2011; Sukas vd., 2017)

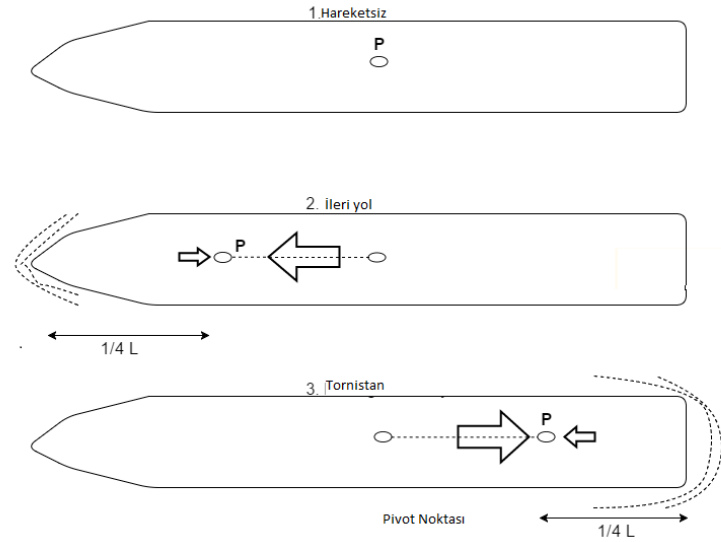
Tablo 1. Effects of ship main dimensions on basic maneuverability

Gemi Boyut ve Oranları	Rota Muhafazası	Dönme Yeteneği
Boy (L)	+	-
Genişlik (B)	-	+
Su Çekimi (T)	+	-
L/B	+	-
B/T	-	+

Tablo 1’de görüldüğü üzere manevra yeteneği açısından gemi boyu faktörü rota muhafazası ile pozitif ilişkiye sahipken, dönme yeteneği ile ters orantılıdır. Bir başka ifadeyle gemi boyu arttıkça geminin rota muhafazası artmakta ancak dönme yeteneği azalmaktadır. Genişlik açısından bakıldığında ise bu durumun tam tersi geçerli olmakta, yani geminin genişliği arttıkça rota muhafazası azalmakta ve dönme yeteneği artmaktadır. Su çekimi faktörü de rota muhafazası ve dönme yeteneği üzerinde gemi boyu ile aynı etkiye sahiptir. Gemi boyut oranları ise bu üç değişkenin sentezi olarak manevra performansını etkilemektedir. Bu noktada, gemi boyunun gemi genişliğine oranı arttıkça rota muhafazası da artmakta, buna karşılık dönme yeteneği azalmaktadır. Gemi genişliğinin gemi su çekimine olan oranı arttığında ise, rota muhafazası azalmakta ancak dönme yeteneği artmaktadır.

Gemi Dönme Noktası (P)

Hareket halindeki bir gemide dümen basıldığında dönme hareketi ile beraber savrulma hareketi meydana gelmekte ve dönme noktası baş tarafa doğru kaymaktadır. Tornistan durumunda ise dönme noktası aynı nedenden dolayı kıçta doğru yer değiştirmektedir. Bu doğrultuda, gemi üzerinde herhangi bir kuvvet yokken dönüş ekseninin gemi ağırlık merkezine yakın olarak ortada olduğu gözlemlenmektedir. İleri yol verildiğinde dönme noktası baş tarafa doğru kaymaktadır. Bu kapsamda ileri yol ile birlikte gemi dönme noktası önce gemi boyunun 1/8’i kadar mesafede oluşmakta ve ileri yoldaki hız istikrar kazandığında ise dönüş ekseninin bir miktar daha kıçta kaymasıyla baş taraftan gemi boyunun 1/4 mesafesinde istikrar sağlamaktadır. Benzer şekilde durmakta olan bir gemiye tornistan verildiğinde, dönme noktası ilk olarak kıç taraftan 1/8 gemi boyu mesafesinde oluşmakta ve geminin geriye doğru hareketi istikrar kazandıkça dönme noktası da baş tarafa doğru kayarak 1/4 gemi boyu mesafesinde istikrar kazanmaktadır. Gemi dönme noktasının gemiye kuvvet uygulanmadığı, ileri yol verildiği ve tornistan durumundaki hareketi aşağıda Şekil 5’de gösterilmiştir.



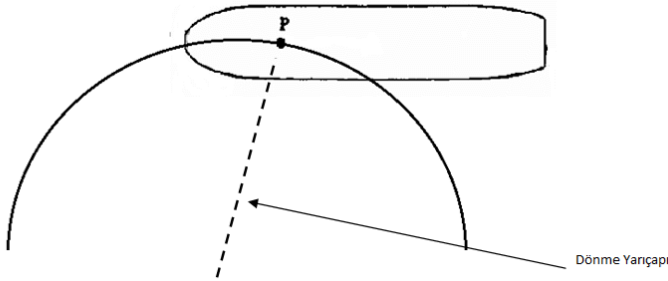
Şekil 5. Gemi dönme noktasının, hareketsiz, ileri yol ve tornistandaki hareketi (Cultofsea, 2021)

Figure 5. Illustrate of pivot point (Ship stopped, making headway, making sternway)

Literatürde Pivot Noktası olarak da bilinen ve P ile temsil edilen gemi dönme noktası, çalışma kapsamında, LBP değerinin yaklaşık yarısı kabul edilerek veri setine dahil edilmiştir.

Gemi Dönme Yarıçapı

Gemi dönme yarıçapı (manevra yarıçapı), gemi manevrasına etki eden bir diğer önemli faktördür. Sabuncu (1985) tarihli çalışmasında, dönme yarıçapını tanımlarken, dönme yarıçapının, dönme kabiliyeti ile ters, gemi rota tutma kabiliyetiyle ise doğru orantılı olduğuna işaret etmiştir. Bir başka deyişle, dönme yarıçapı ne kadar küçükse geminin dönme kabiliyeti o ölçüde yüksek olmaktadır. Dönme yarıçapının yüksek çıkması ise geminin rota tutma kabiliyetinin yüksek olduğunu göstermektedir (Sukas ve diğ., 2017).



Şekil 6. Gemi dönme yarıçapı (Cultofsea, 2021)

Figure 6. Turning Radius

Dönme yarıçapı, gemi boyuna bağlı olarak gemi tiplerine göre aşağıda verilen farklı katsayılar ile hesaplanmaktadır (Sabuncu, 1985).

- Tankerlerde gemi boyunun (L_{BP}) minimum 3.4 maksimum 7.5 katı,
- Yük gemilerinde gemi boyunun (L_{BP}) minimum 4.4 maksimum 6.1 katı,
- Yolcu gemilerinde gemi boyunun (L_{BP}) minimum 3 maksimum 5 katı,
- Römorkörlerde gemi boyunun minimum 1.5 maksimum 2.3 katı,
- Büyük harp gemilerinde gemi boyunun (L_{BP}) minimum 2.6 maksimum 4 katı,
- Destroyerlerde gemi boyunun (L_{BP}) minimum 4.3 maksimum 6 katı, (Yavaş Tip)
- Destroyerlerde gemi boyunun (L_{BP}) minimum 6 maksimum 6.7 katı, (Hızlı Tip).

Çalışma kapsamında en kötü senaryo baz alınmış ve analizlerde gemi tiplerine ilişkin maksimum katsayılar kullanılmıştır. Bu doğrultuda, gemi boyuna bağlı olarak, tankerlerde L_{BP} 'nin 7.5 katı, kuruyük ve dökme yük gemilerinde ise L_{BP} 'nin 6.1 katı olarak hesaplanmış ve veri setine dahil edilmiştir.

Pervane Sayısı

Çalışma kapsamında gemi kökenli risk faktörü değişkenlerinden bir diğeri pervane sayısı olarak belirlenmiş ve kaza yapan gemilere ilişkin pervane sayısı analizlere dahil edilmiştir.

Gemi Deadweight Tonajı

Akten ve Süygen (1985) tarihli çalışmasında gemi deadweight tonajını, bir geminin yük olarak taşıma kapasitesi olarak tanımlamışlardır. Bu tanıma göre deadweight tonaj, bir geminin yük, yolcu, personel, yakıt ve kumanya yüklü toplam ağırlığı ile (deplasman tonajı) boş ağırlığı arasındaki fark olarak hesaplanmaktadır. Milli Eğitim Bakanlığı (2016) tarafından yapılan Draft ve Sörvey Hesabı çalışmasında, deadweight ağırlığı kavramsal açıdan ele alınmış ve bir geminin yaz yükleme hattına kadar batırıldığında taşıyabileceği maksimum ağırlık olarak tanımlanmıştır. Bir başka deyişle, deadweight tonaj, geminin yüklü deplasmanından boş gemi ağırlığı çıkarıldığında bulunan ölü ağırlıktır. Geminin yük taşıma kapasitesi olarak da ifade edilen bu ölü ağırlığın içerisinde, geminin taşıdığı yük, yakıt, yağlama yağı, içme suyu, kumanya, mefruşat, balast suyu gibi ağırlıklar da bulunmaktadır.

Verinin Mekânsal Olarak Filtrelenmesi

İstanbul Boğazı'ndaki deniz trafiği, Denizde Çatışmayı Önleme Tüzüğü'ne (CDREG 72 - Convention on the International Regulations for Preventing collisions at Sea) göre düzenlenmiş ve Uluslararası Denizcilik Örgütü- IMO (International Maritime Organization) tarafından kabul edilmiş olan trafik ayırım düzeni çerçevesinde ve bu düzen içerisinde ters yönlü gemi trafiğini birbirinden ayırmak için tesis edilen trafik şeritleri dahilinde işlemektedir (Denizde Çatışmayı Önleme Tüzüğü, 2017). Boğaz'da, kuzeyden güneye doğru Sektör Türkeli, Sektör Kandilli ve Sektör Kadıköy olmak üzere üç sektörel alan bulunmakta ve deniz trafiği bu sektörler dahilinde takip edilmektedir (Türk Boğazları Seyir Rehberi, 2015). Çalışma kapsamında Sektör Türkeli kuzey sınırı ile, Sektör Kadıköy Güney sınırı arasında gerçekleşen kazalar filtrelenerek veri setine dahil edilmiştir. Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü (2020) tarafından hazırlanan Türk Boğazları Gemi Trafik Hizmetleri Kullanıcı Rehberi'nde İstanbul Boğazı sektörleri aşağıda Tablo 2'deki gibi tanımlanmıştır.

Tablo 2. İstanbul Boğazı sektör sınırları**Table 2.** Boundaries of the VTS Sectors in the Strait of Istanbul

İstanbul Boğazı GTH Sektörleri	Sınırlar	Tanımlar
Sektör Türkeli	Kuzey Sınırı	İstanbul Gemi Trafik Hizmetleri'nin kuzey sınırıdır.
	Güney Sınırı	Anadolu Kavağı Burnu (41 10.71'N / 29 05.19'E) ile Dikilitaş Feneri'ni (41 10.97'N/ 29 04.73'E) birleştiren hattır.
Sektör Kandilli	Kuzey Sınırı	Türkeli sektörünün güney sınırıdır
	Güney Sınırı	15 Temmuz Şehitler Köprüsüdür.
Sektör Kadıköy	Kuzey Sınırı	Kandilli sektörünün güney sınırıdır.
	Güney Sınırı	A: 40 52.5'N / 029 13.8'E B: 40 48.5'N / 029 09.0'E C: 40 50.3'N / 028 52.0'E D: 40 55.1'N / 028 43.4'E E: 40 58.2'N / 028 43.4'E mevkilerini birleştiren hattır.

Kazaların Nedenlerine Göre Sınıflandırılması

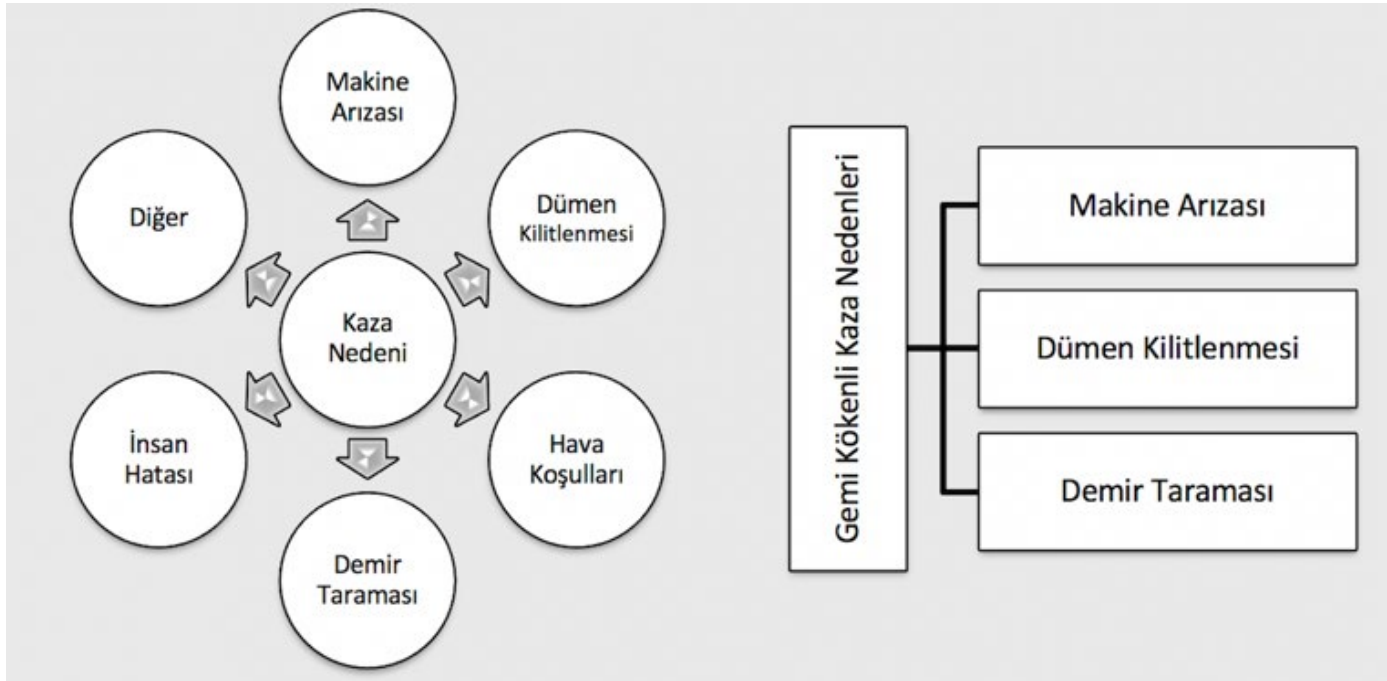
İstanbul Boğazı'nda 10 yıllık dönemde meydana gelen kaza kayıtları nedenlerine göre incelendiğinde kazaların; demir taraması, makine arızası, insan hatası, dümen kilitlenmesi, hava koşulları sebebiyle gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Söz konusu başlıklar dışında meydana gelen kazalar ise diğer nedenler olarak raporlanmıştır.

Çalışma, gemi kökenli risk faktörlerinin deniz kazaları üzerindeki etkisine odaklanmaktadır. Bu doğrultuda insan hatası ve hava koşulları ihmal edilmiş ve analizler; makine arızası, dümen kilitlenmesi ve demir taramasının sebep olduğu kazalar dahilinde gerçekleştirilmiştir. İstanbul Boğazı'nda gerçekleşen deniz kazalarının, sebeplerine ilişkin ana sınıflama ve gemi kökenli kaza nedenleri aşağıda Şekil 7'de gösterilmiştir.

Gemi kökenli nedenlerden kaynaklanan kazalar, kaza öznesi olan gemi kriterleriyle birlikte incelenmiş ve araştırmada frekans yaklaşımı benimsenmiştir.

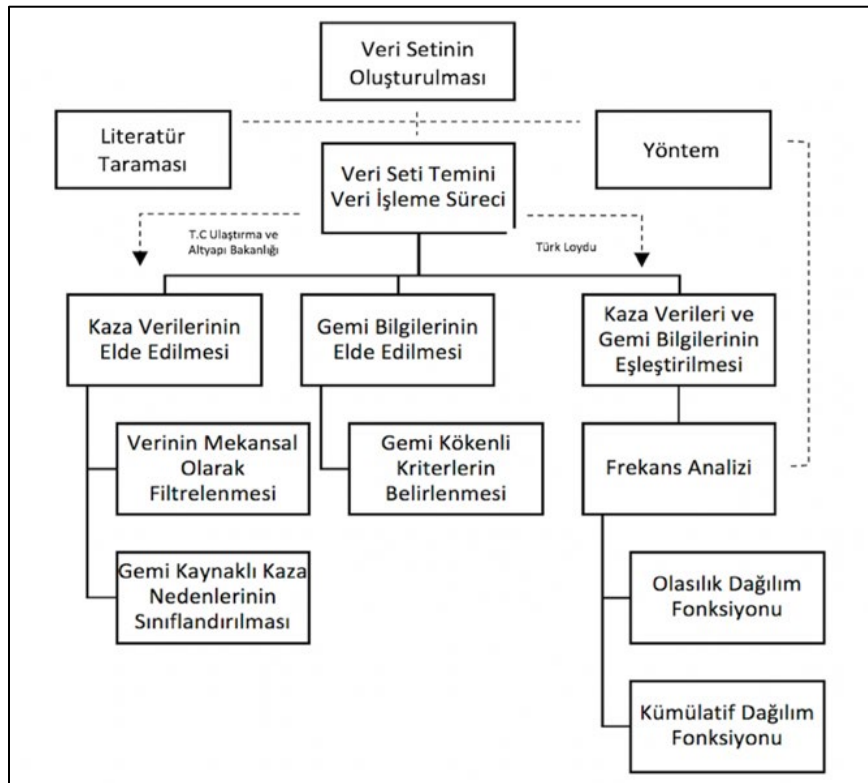
Frekans yaklaşımı "Büyük Sayılar Yasası" perspektifinde ele alınmış ve rassal değişkenin uzun vadeli kararlılığını tanımlayan bir olasılık teoremi olarak değişkenlere uygulanmıştır. Bu doğrultuda öncelikle verinin dağılım, yığılma, değişkenlik gibi temel karakteristiklerini anlaşılabilir ve değerlendirilebilir şekilde görselleştirebilmek için frekans dağılımları elde edilmiş ve bu dağılımlar üzerinden olasılık yoğunluk fonksiyonu tanımlanmıştır.

Frekans analizi, olasılık dağılım fonksiyonu ve kümülatif dağılım fonksiyonu olarak iki başlık altında yorumlanmış ve ilk olarak olasılık dağılımı fonksiyonu açıklanmıştır. İkinci aşamada kümülatif dağılım fonksiyonu tanımlanmış ve her bir gemi tipi için değişkenlere uygulanmıştır. Böylelikle, İstanbul Boğazı'nda gemi kökenli kriterlerin kaza frekansı perspektifindeki olasılığı elde edilmiş ve kümülatif dağılım sonuçları ile bu olasılıkların toplam içerisindeki payı ve uzun vadedeki kararlılığı gözlemlenmiştir. İlgili süreçler aşağıda Şekil 8, 9 ve 10'da gösterilmiştir.



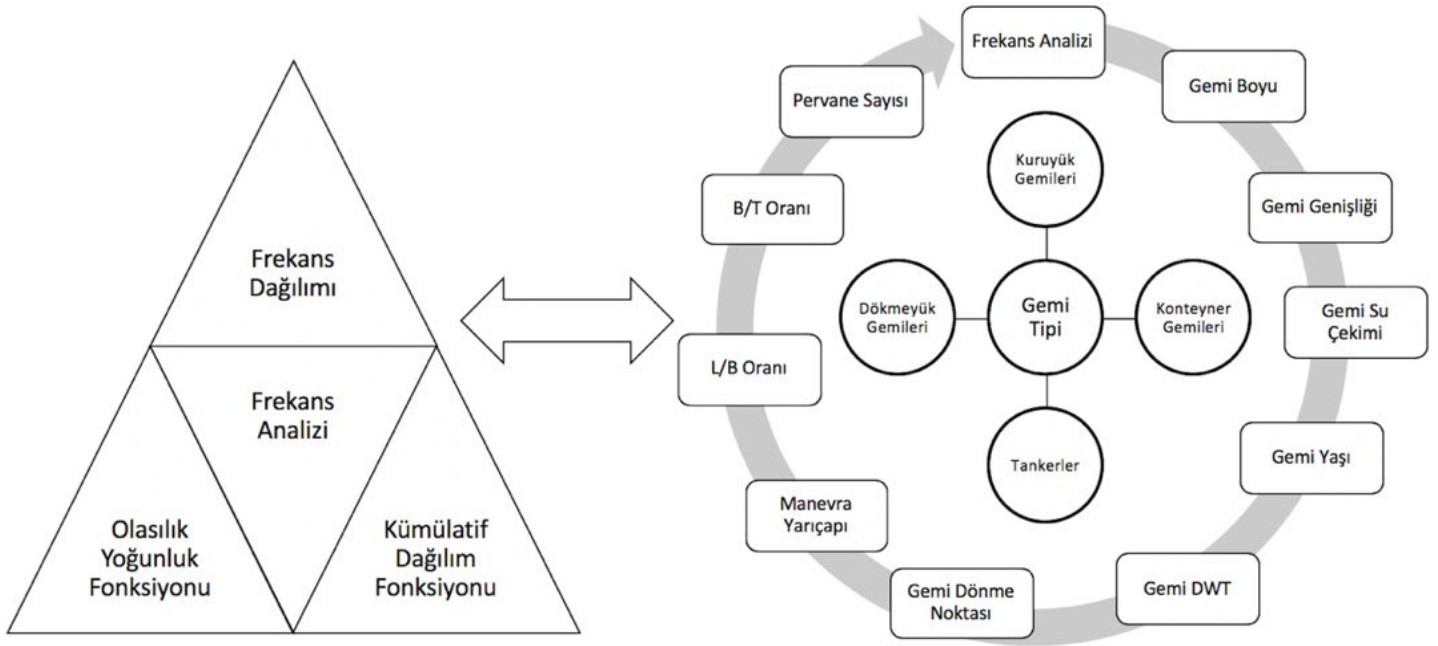
Şekil 7. Kaza nedenlerinin sınıflandırılması

Figure 7. Classification of the accidents causes



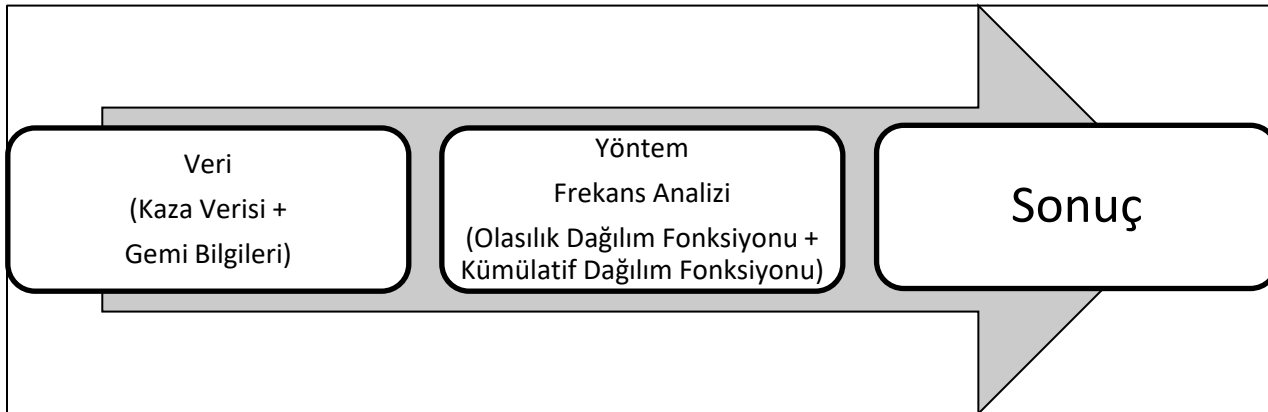
Şekil 8: Çalışmanın aşamaları

Figure 8. Main steps of the study



Şekil 9. Metot

Figure 9. Method

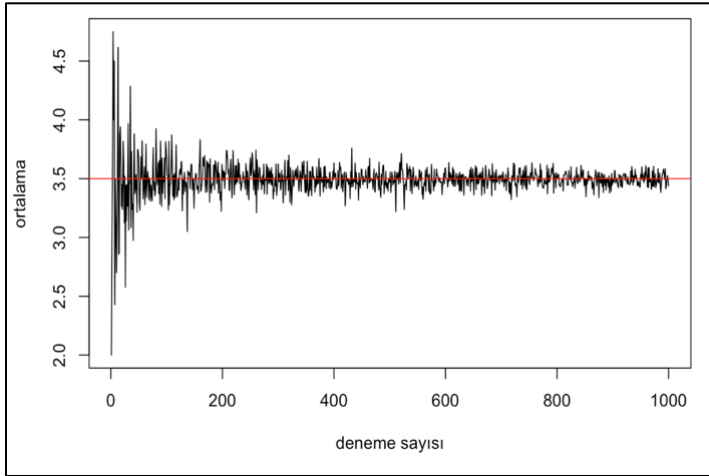


Şekil 10: Veri, yöntem ve sonuç ilişkisi

Figure 10. Data, method and result relationship

Frekans Analizi

Frekans yaklaşımının özü olan Büyük Sayılar Yasası, en sade şekilde rastgele bir değişkenin uzun vadeli kararlılığını tanımlayan bir olasılık teoremidir (Evants ve Rosenthal, 2010). Büyük Sayılar Yasası'na göre, sonlu bir beklenen değere sahip olan, birbirinden bağımsız ve eşit dağılıma sahip bir rassal değişkenler örnekleminde, bu gözlemlerin ortalaması bu beklenen değere yakınsayacak ve bu değere yakın bir seyir izleyecektir. Bu konuda verilebilecek en temel örneklerden biri, altı yüzü olan bir zarın peş peşe atılmasıdır. Binom dağılımı kurallarına göre sonucun 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 gelme olasılığı eşit olup, bu sonuçların aritmetik ortalaması 3.5'tur. Zar atılmasına dair R – Studio program dilinde elde edilen deney sonuçları, aşağıda Şekil 11'de verilmiştir.



Şekil 11. Büyük sayılar yasası zar deneyi

Figure 11. Law of Large Numbers - Dice Rolling Example

Şekil 11'de, ilk başta zar atışlarının ortalamasının bariz şekilde dalgalandığı gözlemlenmektedir. Ancak, gözlem sayısı arttıkça ortalamanın, Büyük Sayılar Yasası tarafından öngörüldüğü gibi, beklenen değer olan 3.5'in etrafında dengelendiği görülmektedir.

Frekans analizi, sırasıyla sınıf aralık sayısının seçimi, her bir sınıf aralığına düşen n_i eleman sayısının belirlenmesi ve ilgili sınıf aralığına düşen frekansın hesaplanması (f_i) süreçlerini içermekte ve matematiksel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

$$f_i = \frac{n_i}{n} \quad (3.1)$$

Hesaplanan frekansa ait f_i değerlerinin her sınıf aralığında yatay eksen üzerine aktarımıyla "frekans diyagramları" diğer

bir ifadeyle histogramlar elde edilmektedir. Histogramlar, verilerin değişkenliği, yığılma ve dağılım yapısı özelliklerini bir bakışta gösterebilmesi açısından avantaj sağlamaktadır. Eğer gözlem sayısı artırılır ve sınıf aralığı küçültülür ise histogramın sürekli bir eğriye yaklaştığı; veri sayısı teorik olarak sonsuz olduğu takdirde ise limitte bir eğriye dönüştüğü gözlenir. Bu eğri, olasılık yoğunluk fonksiyonu veya dağılım eğrisi olarak tanımlanmaktadır (Dekking ve diğ., 2015).

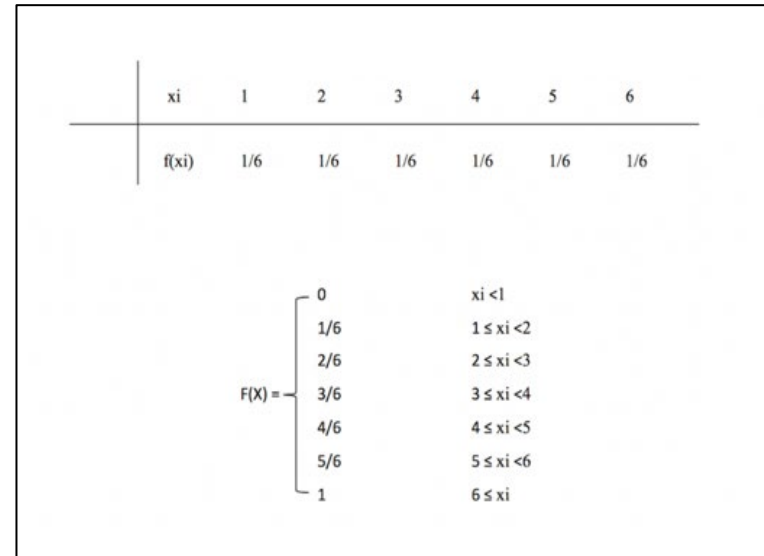
Olasılığın Dağılım Fonksiyonu

Bir olayı, bir fonksiyonun değerleriyle tanımlamak mümkün olup, bunlar rastgele değişken fonksiyonu olarak tanımlanırlar. Burada fonksiyonun değerleri, örnek uzayın her elemanını gerçel bir sayı olarak belirlemektedir. Rastgele değişken büyük harfle (X), değerleri ise küçük harfle (x) temsil edilmektedir.

Herhangi bir X rassal değişkeninin dağılım fonksiyonu $F(X)$ ile gösterilmekte ve X rassal değişkeninin x 'e eşit veya daha küçük olma olasılığını ifade etmektedir. Bu birikimli olasılık, dağılım fonksiyonu olarak tanımlanmaktadır.

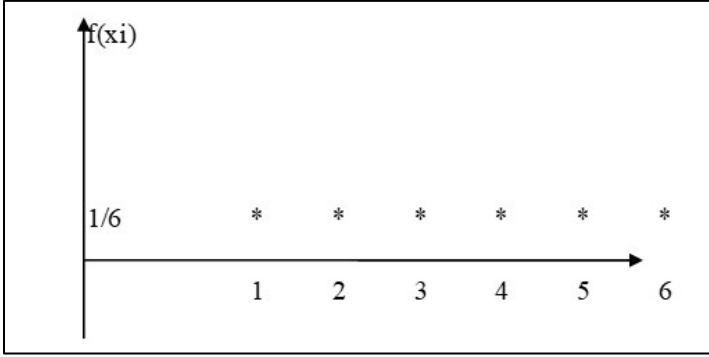
$$F(x) = P(X \leq x) = \sum_{x_i \leq x} f(x_i) \quad (3.2)$$

Olasılık dağılım fonksiyonunun incelenmesinde zar örneği üzerinden gidilecek olursa ilk aşama $f(x)$ 'in oluşturulmasıdır. Dağılım fonksiyonu, olasılık fonksiyonunun birikimli hali olduğuna göre x_i ve $f(x_i)$ aşağıdaki şekilde elde edilir.



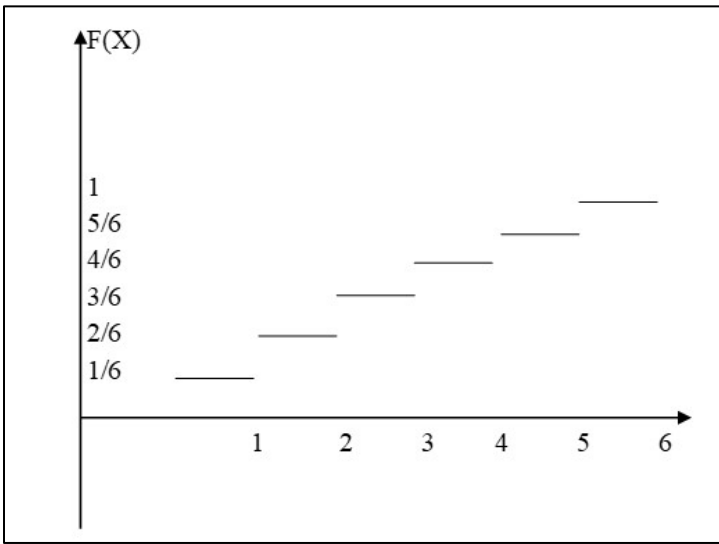
Şekil 12. Olasılık fonksiyonunun elde edilmesi. (Evants ve Rosenthal, 2010)

Figure 12. Obtaining the probability function



Şekil 13. Olasılık fonksiyonunun grafiği. (Evants ve Rosenthal, 2010)

Figure 13. Graph of probability funktion



Şekil 14. Dağılım fonksiyonunun grafiği. (Evants ve Rosenthal, 2010)

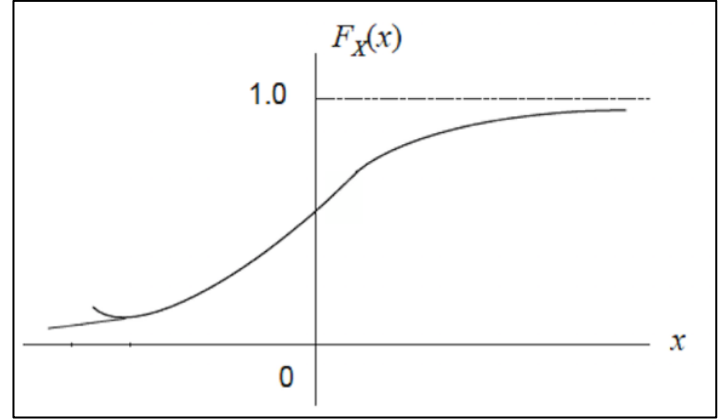
Figure 14. Plotting probability distribution

Kümülatif Dağılım Fonksiyonu

Kümülatif dağılım fonksiyonu, sürekli bir rastgele değişken olan X 'in olasılık dağılımını tümüyle tanımlayan fonksiyon olup, aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır (Dean, 2018; Tabachnick ve Fidell, 2007).

$$F_x(x) = \Pr[X \leq x] \quad (3.3)$$

Tipik bir kümülatif dağılım fonksiyonu aşağıda, Şekil 15'de verilmiştir.



Şekil 15. Kümülatif dağılım fonksiyonu

Figure 15. umulative distribution function

Bulgular ve Tartışma

Frekans analizi kapsamında elde edilen bulgular aşağıda alt başlıklar halinde incelenmiştir.

Gemi Tiplerine Göre Frekans Dağılımları

Frekans analizi kapsamında, gemi kriterlerine ilişkin sınıf aralık sayıları belirlenmiş, her bir sınıf aralığına düşen eleman sayısı tespit edilmiş ve ilgili sınıf aralığına düşen frekanslar her dört gemi tipi için hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar; aşağıda Tablo 3'de incelenmiştir.

Gemi Boyu: En yüksek frekans değerleri kuruyük ve konteyner gemileri için 100 – 150 metre, dökmeyük gemileri için 150 – 200 metre ve tankerler için 50 – 100 metre aralığında gözlemlenmiştir.

Gemi Genişliği: En yüksek frekans değerleri kuruyük gemileri için 10-15 metre, dökmeyük gemileri için 30-35 metre, tankerler için 10 – 20 metre ve konteyner gemileri için 20 – 25 metre aralığında gözlemlenmiştir.

Gemi Su Çekimi: En yüksek frekans değerleri kuruyük gemileri için 2 – 4 metre, dökmeyük gemileri için 4 – 6 metre, tankerler için 6 – 8 metre aralığında gözlemlenmiştir. Konteyner gemileri için tek bir aralıkta azami frekans değeri tanımlanmamıştır.

Gemi Yaşı: En yüksek frekans değerleri, kuruyük gemileri için 30 – 35 yaş, dökmeyük gemileri, konteyner gemileri ve tankerler için 0 – 10 yaş aralığında gözlemlenmiştir.

Tablo 3. Gemi tipleri için karşılaştırmalı frekans tablosu**Table 3.** Comparative frequency table for ship types

Gemi Kriterleri	Kuruyük Gemileri	Dökmeyük Gemileri	Tankerler	Konteyner Gemileri
Gemi Boyu	100 – 150 m	150 – 200 m	50 -100 m	100 – 150 m
Gemi Genişliği	10 – 15 m	30 – 35 m	10 – 20 m	20 – 25 m
Gemi Su Çekimi	2 – 4 m	4 – 6 m	6 – 8 m	-
Gemi Yaşı	30 – 35	0 – 10	0 – 10	0 -10
Gemi DWT	0 - 5.000	-	0 - 50.000	0 – 20.000
Manevra Yarıçapı	500 – 600 m	1.000 – 1.200 m	500 – 1.000 m	500 – 1.000 m
Dönme Noktası	150 – 200 m	80 – 100 m	20 – 40 m	60 – 80 m
L/B Oranı	6-7	6 – 6.5	5 – 6	6 – 6.5
B/T Oranı	1-2	2 – 3	-	3.5 – 4
Pervane Sayısı	1	1	1	1

Gemi Deadweight Tonajı: En yüksek frekans değerleri, kuruyük gemileri için 0 – 5.000 DWT, tankerler için 0 – 50.000 DWT ve konteyner gemileri için 0 – 20.000 DWT aralığında gözlemlenmiştir. Dökmeyük gemileri için tek bir aralıkta azami frekans değeri tanımlanmamıştır.

Manevra Yarıçapı: En yüksek frekans değerleri, kuruyük gemileri için 500 – 600 metre, dökmeyük gemileri için 1.000 – 1.200 metre, tankerler ve konteyner gemileri için 500 – 1.000 metre aralığında gözlemlenmiştir.

Dönme Noktası: En yüksek frekans değerlerinin kuruyük gemileri için 150 – 200 metre, dökmeyük gemileri için 80 – 100 metre, tankerler için 20 – 40 metre ve konteyner gemileri için 60 – 80 metre aralığında oluştuğu gözlemlenmiştir.

L/B Oranı: En yüksek frekans değerlerinin kuruyük gemileri için 6 – 7, dökmeyük ve konteyner gemileri için 6 – 6.5, tankerler için 5 – 6 aralığında oluştuğu gözlemlenmiştir.

B/T Oranı: En yüksek frekans değerleri, kuruyük gemileri için 1 – 2, dökmeyük gemileri için 2 – 3, konteyner gemileri için 3.5 – 4, aralığında gözlemlenmiştir. Tankerler için tek bir aralıkta azami frekans değeri tanımlanmamıştır.

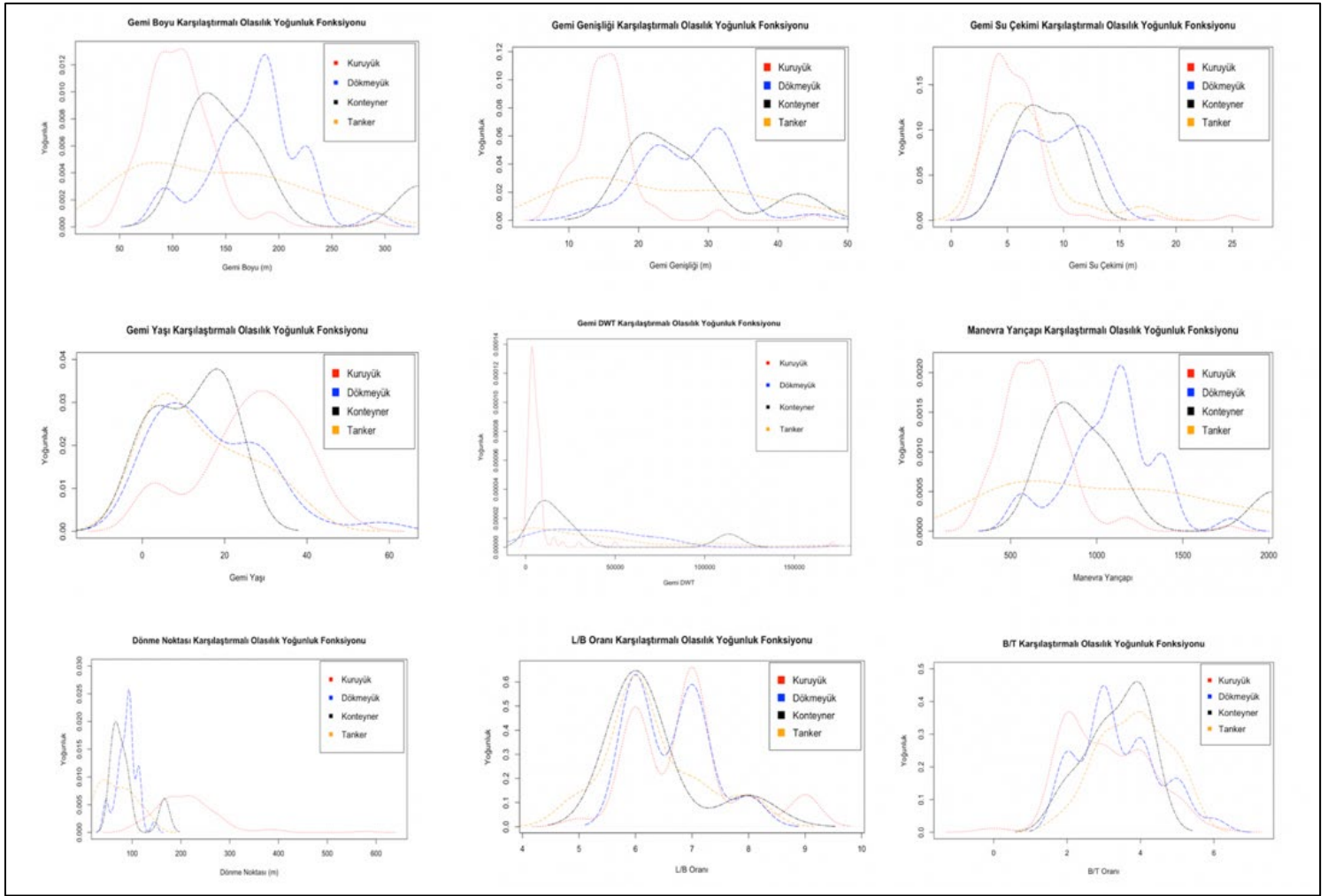
Pervane Sayısı: Elde edilen bulgular en yüksek frekans değerlerinin tüm gemi tipleri için tek pervaneli gemilerde meydana geldiğini göstermiştir. Bu durum, çift pervaneli gemilerin manevra yeteneğinde sağladığı artış dolayısıyla çok daha az frekansa sahip olduğunu, bir başka deyişle pervane sayısının kazaları önlemede etkili bir kriter olduğunu göstermektedir.

Gemi Tiplerine Göre Olasılık Yoğunluğu

Çalışma kapsamında gemi kökenli kriterler, her bir gemi tipi için olasılık yoğunluk fonksiyonu kapsamında incelenmiş ve elde edilen sonuçlar, aşağıda PDF (Probability Density Function) grafikleri ile incelenmiştir.

Gemi Boyu: Elde edilen sonuçlar, tepe noktası 0.012'ye ulaşan kuruyük ve dökmeyük gemilerinin, tankerlere kıyasla daha dengeli bir dağılım gösterdiğini, konteyner gemilerinin de 0.010'da pik yapan ve normal dağılıma oldukça yakın seyreden bir dağılım izlediğini göstermiştir. Daha basık bir dağılım eğrisine sahip olan tankerlerinse, tepe noktasına 0.004 civarında ulaştığu gözlemlenmiştir.

Gemi Genişliği: Elde edilen sonuçlar, kuruyük gemilerinin diğer gemi tiplerine kıyasla daha yüksek bir ivmeye sahip olduğunu ve 10 ile 15 metre aralığında 0.12'ye yaklaşarak tepe noktasına ulaştığını göstermektedir. Tankerlere ilişkin yoğunluk eğrisi, gemi boyu kriterine benzer olarak yatay ve stabil bir davranış sergilerken, 0.06 civarında maksimum değerine ulaşan dökmeyük ve konteyner gemileri benzer bir dağılım profili göstermişlerdir.



Şekil 16. Gemi tiplerine göre karşılaştırmalı PDF grafikleri

Figure 16. Comparative PDF graphics by ship types

Gemi Su Çekimi: Dökmeyük ve konteyner gemilerinin birbirine oldukça yakın bir dağılıma sahip olduğu gözlenmiştir. Kuruyük gemileri ve tankerler, dökmeyük ve konteyner gemilerine göre daha sağa çarpık bir dağılım göstermişlerdir. Kuruyük gemilerinin tepe noktasındaki yoğunluk değeri 0.20 civarındayken, tankerlerde ve konteyner gemilerinde bu oran 0.12 civarında gerçekleşmiştir. Dökmeyük gemilerine ait olasılık yoğunluğu eğrisinin ise 2 kez pik yaptığı ve bu noktaların 0.10 altında gerçekleştiği görülmüştür. Bir başka deyişle dört gemi tipi içerisinde yoğunluk eğrisinin azami değerine ulaştığı noktalar açısından en düşük seviye dökmeyük gemilerinde gözlemlenmiştir.

Gemi Yaşı: Elde edilen sonuçlar, dökmeyük gemileri ve tankerlerin oldukça benzer bir davranış sergilediğini; her iki gemi tipinin de 0 ile 10 yaş aralığında ve 0.03 seviyesinde azami değerine ulaştığını göstermiştir. 0.03 seviyesine kadar dökmeyük gemileri ve tankerlerle benzer eğilim gösteren konteyner gemileri ise 10 ile 20 yaş aralığında yeniden ivme kazanarak tepe noktasına ulaşmış ve sonrasında keskin bir düşüş sergilemiştir. Buna karşılık kuruyük gemileri normal dağılıma çok daha yakın bir seyir izlemiş ve maksimum değerine 30 – 35 yaş aralığında ulaşmıştır.

Gemi DWT: Elde edilen sonuçlar, kuruyük gemilerinin diğer gemi tiplerine göre oldukça farklı bir dağılım sergilediğini

göstermiştir. Dökmeyük gemileri, konteyner gemileri ve tankerler azami değerlerine 0 – 50.000 DWT aralığında ve 0.00004 seviyesi altında ulaşırken, kuruyük gemilerinin maksimum değerine 0 – 5.000 DWT aralığında ve 0.00014 civarında ulaştığı gözlemlenmiştir. Buna ek olarak, dökmeyük gemileri ve tankerlerin, x eksenı boyunca 0.0002 seviyesi altında ve birbiriyle oldukça yakın bir dağılıma sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Manevra Yarıçapı: Elde edilen sonuçlar, her dört gemi tipinin de birbirinden oldukça farklı dağılımlara sahip olduğunu göstermiştir. Kuruyük ve konteyner gemileri, diğer gemi tiplerine göre daha sağa çarpık bir dağılım sergilerken, tankerlerin genel olarak 0.0006 seviyesi altında yatay bir dağılım izlediği gözlenmiştir. Kuruyük ve dökmeyük gemileri azami değerlerine 0.0020 civarında ulaşmış, ancak dağılım olarak oldukça farklı davranış sergilemişlerdir. Normal dağılıma oldukça yakın bir dağılım gösteren dökmeyük gemileri 1.100 ile 1.200 metre aralığında tepe noktasına ulaşırken, kuruyük gemileri bu noktayı 500 ile 600 metre aralığında yakalamıştır.

Dönme Noktası: Elde edilen sonuçlar, dört gemi tipinin de birbirinden oldukça farklı dağılımlara sahip olduğunu göstermiştir. Dökmeyük gemileri, konteyner gemileri ve tankerler 0 – 100 metre aralığında azami değerlerine ulaşırken, bu gemi tiplerine nazaran normal dağılıma daha yakın bir seyir izleyen kuruyük gemileri, 150 – 250 metre aralığında maksimum değerine ulaşmıştır. Dökmeyük gemileri için en yüksek yoğunluk 0.025 seviyesinde gerçekleşirken bu oran, konteyner gemilerinde 0.020, tankerlerde 0.010 ve kuruyük gemilerinde ise 0.07 civarında gözlemlenmiştir.

L/B Oranı: Elde edilen sonuçlar, her dört gemi tipinin de birbirinden oldukça farklı ve düzensiz bir dağılıma sahip olduğunu göstermiştir. Buna göre kuruyük ve dökmeyük gemilerinin 0.6 seviyesinde ve aynı L/B oranları için 2 kez pik yaptığı görülmüştür. Normal dağılıma yakın davranış sergileyen tankerler ve konteyner gemileri ise kuruyük ve dökmeyük gemilerine benzer olarak 0.6 seviyesinde tepe noktasına ulaşmış

ve sonrasında birbirine yakın bir ivme ile düşüş eğilimi göstermişlerdir.

B/T Oranı: Elde edilen sonuçlar, dökmeyük gemileri ve konteyner gemilerinin 0.5 civarında tepe noktasına ulaştığını göstermiştir. Tankerler ve kuruyük gemileri ise, 0.4 seviyesine yakın bir değerde azami değerlerini almışlardır

Gemi Tiplerine Göre Kümülatif Dağılımlar

Veri seti kapsamındaki deniz kazaları, dört gemi tipi için elde edilen gemi bilgileri doğrultusunda boy, genişlik, su çekimi, deadweight tonaj, yaş, manevra yarıçapı ve dönme noktası açısından incelenmiş ve elde edilen sonuçlarla Şekil 17'deki kümülatif dağılım grafikleri elde edilmiştir.

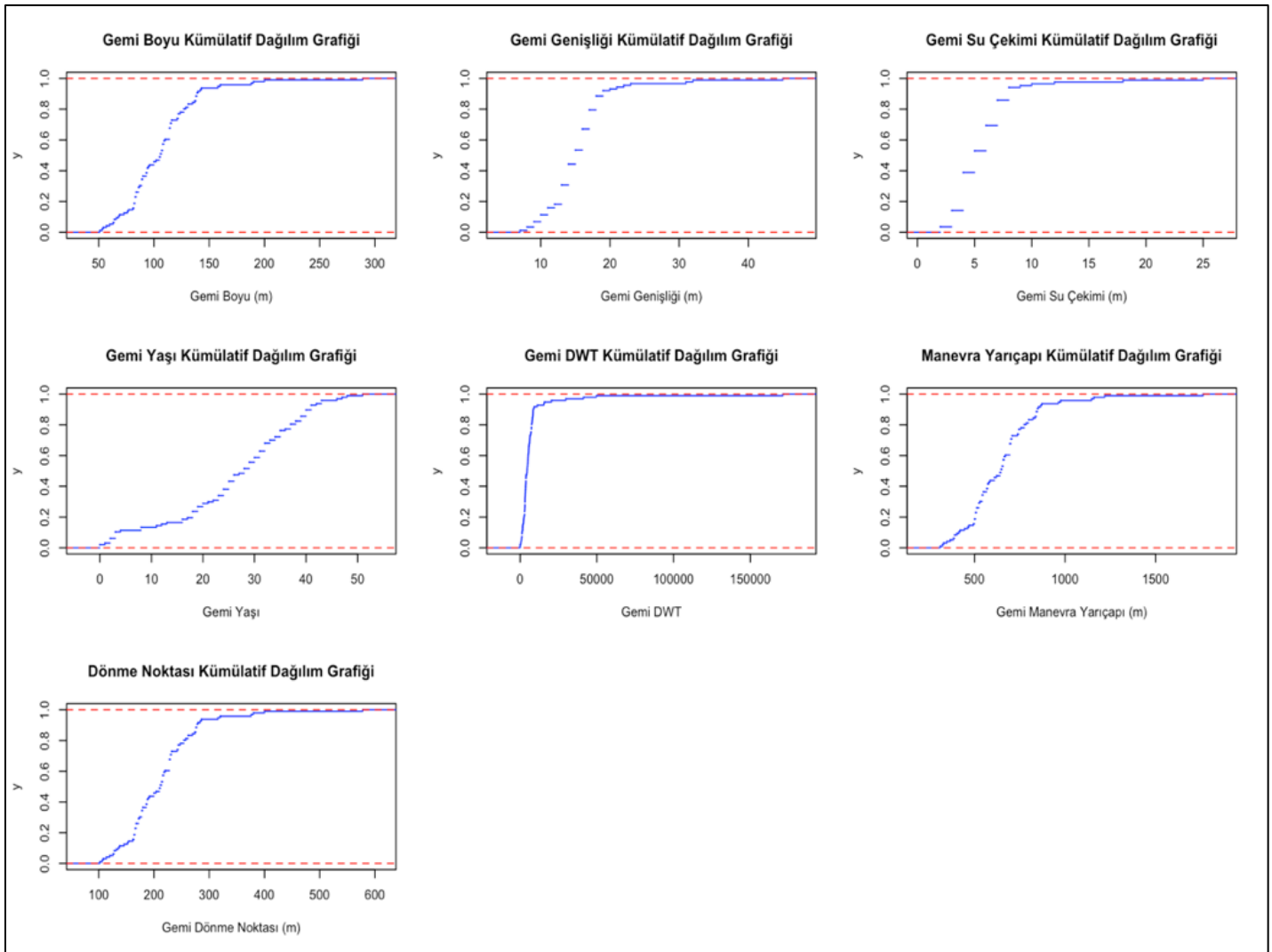
Veri seti kapsamındaki deniz kazaları, kuruyük gemileri için incelendiğinde,

Gemi Boyu: Kuruyük gemileri için gemi boyu 50 metre aralıklarla sınıflandırıldığında verinin, % 99'unun 200 metre ve altı gemilerden, %90'ının 150 metre ve altındaki gemilerden, %75'inin 120 metre ve altı gemilerden ve % 50'sinin yaklaşık 100 metre ve altındaki gemilerden oluştuğu gözlemlenmiştir.

Gemi Genişliği: Kuruyük gemileri için gemi genişliği 10 metre aralıklarla sınıflandırıldığında verinin, %99'unun 30 metre ve altı gemilerden, %90'ının 18 metre ve altındaki gemilerden, %75'inin 16 metre altı gemilerden ve %50'sinin 15 metre ve altı gemilerden oluştuğu gözlemlenmiştir.

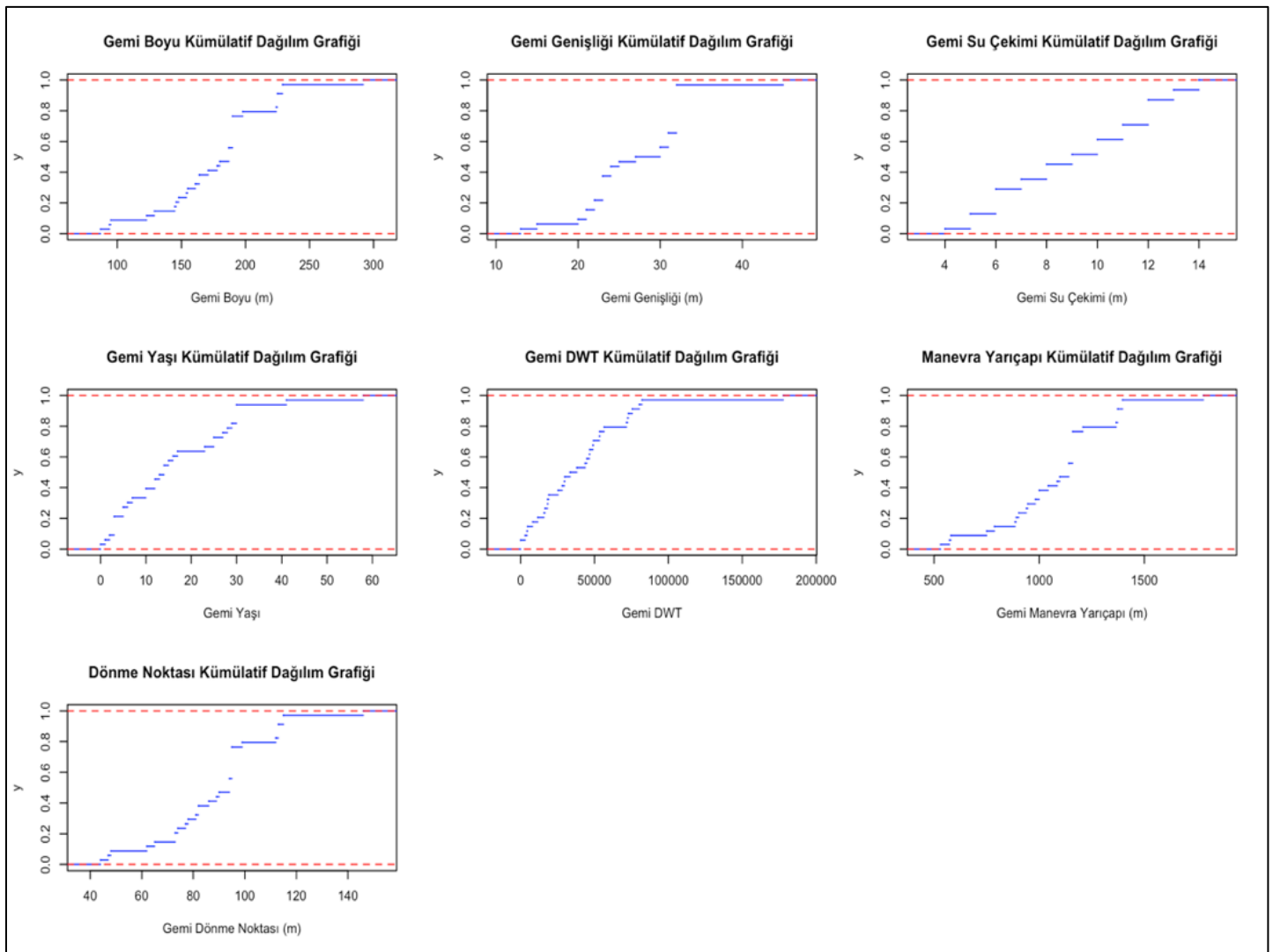
Gemi Su Çekimi: Kuruyük gemileri için gemi su çekimi 5 metre aralıklarla sınıflandırıldığında verinin, %99'unun 12 metre ve altında, %90'ının 7.5 metre ve altında, %75'inin 6.5 metre ve altında, %50'sinin 5.5 metre ve altında olduğu gözlemlenmiştir.

Gemi Yaşı: Kuruyük gemileri için gemi yaşı kriteri için 10 yıllık aralıklarla sınıflandırıldığında verinin, %99'unun 48 yaş ve altında, %90'ının 40 yaş ve altında, %75'inin 34 yaş ve altında, %50'sinin 28 yaş ve altında olduğu gözlemlenmiştir.



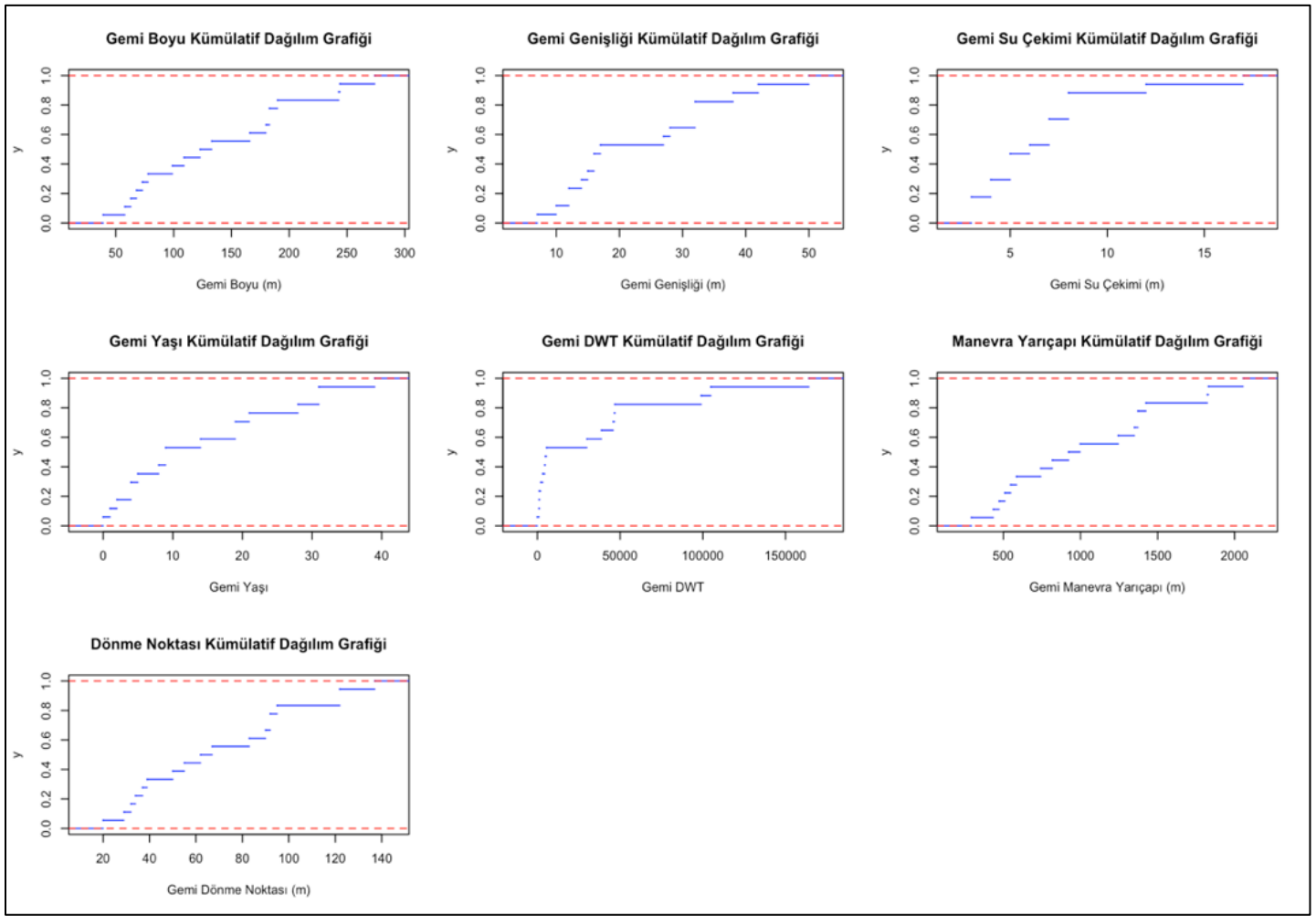
Şekil 17. Kuruyük gemileri için CDF grafikleri

Figure 17. CDF charts for dry cargo ships



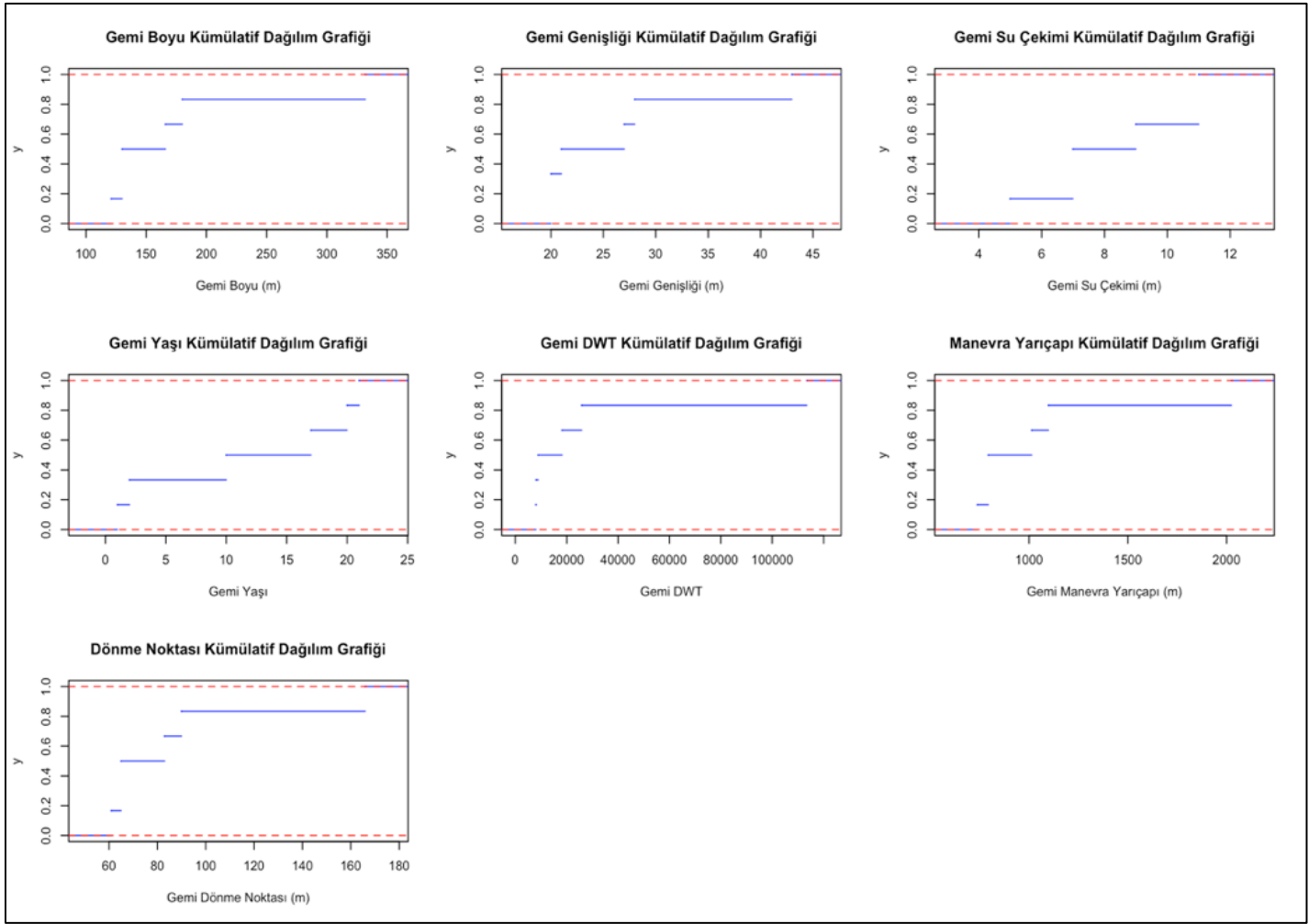
şekil 18. Dökmeyük gemileri için CDF grafikleri

Figure 18. CDF charts for bulk carriers



Şekil 19. Tankerler için CDF grafikleri

Figure 19. CDF graphics for tankers



şekil 20. Konteyner gemileri için CDF grafikleri

Figure 20. CDF charts for container ships

Gemi DWT: Kuruyük gemileri için gemi deadweight tonajı 50.000 DWT aralıklarla sınıflandırıldığında verinin, %99'unun 50.000 DWT ve altında, %90'ının 10.000 DWT ve altında, %75'inin 7.000 DWT ve altında, %50'sinin 5.000 DWT ve altında olduğu gözlemlenmiştir.

Manevra Yarıçapı: Kuruyük gemileri için manevra yarıçapı 500 metre aralıklar dahilinde sınıflandırıldığında verinin, %99'unun 1.250 metre ve altında, %90'ının 800 metre ve altında, %75'inin 700 metre ve altında, %50'sinin 650 metre ve altında olduğu gözlemlenmiştir.

Dönme Noktası: Kuruyük gemileri için gemi dönme noktası 100 metre aralıklar dahilinde sınıflandırıldığında verinin, %99'unun 400 metre ve altında, %90'ının 280 metre ve altında, %75'inin 220 metre ve altında, %50'sinin 205 metre ve altında olduğu gözlemlenmiştir.

Veri seti kapsamındaki deniz kazaları, dökmeyük gemileri için incelendiğinde,

Gemi Boyu: Dökmeyük gemileri için gemi boyu 50 metre aralıklarla sınıflandırıldığında verinin, %99'unun 300 metre ve altı gemilerden, %90'ının 230 metre ve altındaki gemilerden, %75'inin 190 metre ve altı gemilerden ve %50'sinin yaklaşık 180 metre ve altındaki gemilerden oluştuğu gözlemlenmiştir.

Gemi Genişliği: Dökmeyük gemileri için gemi genişliği 10 metre aralıklarla sınıflandırıldığında verinin, %99'unun 40 metre ve altı gemilerden, %90'ının 32 metre ve altındaki gemilerden, %75'inin 31 metre altı gemilerden ve %50'sinin 29 metre ve altı gemilerden oluştuğu gözlemlenmiştir.

Gemi Su Çekimi: Dökmeyük gemileri için gemi su çekimi 2 metre aralıklarla sınıflandırıldığında verinin, %99'unun 14 metre ve altında, %90'nın 12.5 metre ve altında, %75'inin 11.5 metre ve altında, %50'sinin 9.5 metre ve altında olduğu gözlemlenmiştir.

Gemi Yaşı: Dökmeyük gemileri için gemi yaşı kriteri, 10 yıllık aralıklarla sınıflandırıldığında verinin, %99'unun 40 yaş ve altında, %90'nın 35 yaş ve altında, %75'inin 26 yaş ve altında, %50'sinin 13 yaş ve altında olduğu gözlemlenmiştir.

Gemi DWT: Dökmeyük gemileri için gemi deadweight tonajı 50.000 DWT aralıklarla sınıflandırıldığında verinin, %99'unun 80.000 DWT ve altında, %90'nın 70.000 DWT ve altında, %75'inin 50.000 DWT ve altında, %50'sinin 35.000 DWT ve altında olduğu gözlemlenmiştir.

Manevra Yarıçapı: Dökmeyük gemileri için manevra yarıçapı 500 metre aralıklar dahilinde sınıflandırıldığında verinin, %99'unun 1.500 metre ve altında, %90'nın 1.350 metre ve altında, %75'inin 1.300 metre ve altında, %50'sinin 1.200 metre ve altında olduğu gözlemlenmiştir.

Dönme Noktası: Dökmeyük gemileri için gemi dönme noktası 20 metre aralıklar dahilinde sınıflandırıldığında verinin, %99'unun 120 metre ve altında, %90'nın 115 metre ve altında, %75'inin 95 metre ve altında, %50'sinin 90 metre ve altında olduğu gözlemlenmiştir.

Veri seti kapsamındaki deniz kazaları, tankerler için incelendiğinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Gemi Boyu: Tankerler için gemi boyu 50 metre aralıklarla sınıflandırıldığında verinin, %99'unun 280 metre ve altı gemilerden, %90'nın 240 metre ve altındaki gemilerden, %75'inin 180 metre ve altı gemilerden ve %50'sinin yaklaşık 130 metre ve altındaki gemilerden oluştuğu gözlemlenmiştir.

Gemi Genişliği: Tankerler için gemi genişliği 10 metre aralıklarla sınıflandırıldığında verinin, %99'unun 50 metre ve altı gemilerden, %90'nın 40 metre ve altındaki gemilerden, %75'inin 30 metre altı gemilerden ve %50'sinin 20 metre ve altı gemilerden oluştuğu gözlemlenmiştir.

Gemi Su Çekimi: Tankerler için gemi su çekimi 5 metre aralıklarla sınıflandırıldığında verinin, %99'unun 15 metre ve altında, %90'nın 10 metre ve altında, %75'inin 7.5 metre ve altında, %50'sinin 6 metre ve altında olduğu gözlemlenmiştir.

Gemi Yaşı: Tankerler için gemi yaşı kriteri için 10 yıllık aralıklarla sınıflandırıldığında verinin, %99'unun 40 yaş ve altında, %90'nın 30 yaş ve altında, %75'inin 20 yaş ve altında, %50'sinin 10 yaş ve altında olduğu gözlemlenmiştir.

Gemi DWT: Tankerler için gemi deadweight tonajı 50.000 DWT aralıklarla sınıflandırıldığında verinin, %99'unun 150.000 DWT ve altında, %90'nın 100.000 DWT ve altında, %75'inin 50.000 DWT ve altında, %50'sinin 20.000 DWT ve altında olduğu gözlemlenmiştir.

Manevra Yarıçapı: Tankerler için manevra yarıçapı 500 metre aralıklar dahilinde sınıflandırıldığında verinin, %99'unun 2.000 metre ve altında, %90'nın 1.800 metre ve altında, %75'inin 1.400 metre ve altında, %50'sinin 900 metre ve altında olduğu gözlemlenmiştir.

Dönme Noktası: Tankerler için gemi dönme noktası 20 metre aralıklar dahilinde sınıflandırıldığında verinin, %99'unun 140 metre ve altında, %90'nın 110 metre ve altında, %75'inin 90 metre ve altında, %50'sinin 65 metre ve altında olduğu gözlemlenmiştir.

Veri seti kapsamındaki deniz kazaları, konteyner gemileri için incelendiğinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Gemi Boyu: Konteyner gemileri için gemi boyu 50 metre aralıklarla sınıflandırıldığında verinin, %99'unun 330 metre ve altı gemilerden, %90'nın 180 metre ve altındaki gemilerden, %75'inin 170 metre ve altı gemilerden ve %50'sinin 150 metre ve altındaki gemilerden oluştuğu gözlemlenmiştir.

Gemi Genişliği: Konteyner gemileri için gemi genişliği 5 metre aralıklarla sınıflandırıldığında verinin, %99'unun 42 metre ve altı gemilerden, %90'nın 27.5 metre ve altındaki gemilerden, %75'inin 27 metre altı gemilerden ve %50'sinin 21 metre ve altı gemilerden oluştuğu gözlemlenmiştir.

Gemi Su Çekimi: Konteyner gemileri için gemi su çekimi 2 metre aralıklarla sınıflandırıldığında verinin, %99'unun 12 metre ve altında, %90'nın 11 metre ve altında, %75'inin 9 metre ve altında, %50'sinin 7 metre ve altında olduğu gözlemlenmiştir.

Gemi Yaşı: Konteyner gemileri için gemi yaşı kriteri, 5 yıllık periyotlarla sınıflandırıldığında verinin, %99'unun 21 yaş ve altında, %90'nın 20 yaş ve altında, %75'inin 17 yaş ve altında, %50'sinin 10 yaş ve altında olduğu gözlemlenmiştir.

Gemi DWT: Konteyner gemileri için gemi deadweight tonajı 50.000 DWT aralıklarla sınıflandırıldığında verinin, %99'unun 100.000 DWT ve altında, %90'nın yaklaşık

30.000 DWT ve altında, %75'inin 20.000 DWT ve altında, %50'sinin 10.000 DWT ve altında olduğu gözlemlenmiştir.

Manevra Yarıçapı: Konteyner gemileri için manevra yarıçapı 500 metre aralıklar dahilinde sınıflandırıldığında verinin, %99'unun 2.000 metre ve altında, %90'ının 1.200 metre ve altında, %75'inin 1.000 metre ve altında, %50'sinin 500 metre ve altında olduğu gözlemlenmiştir.

Dönme Noktası: Konteyner gemileri için gemi dönme noktası 20 metre aralıklar dahilinde sınıflandırıldığında verinin, %99'unun 180 metre ve altında, %90'ının 90 metre ve altında, %75'inin 85 metre ve altında, %50'sinin 70 metre ve altında olduğu gözlemlenmiştir.

Sonuç

Uluslararası Deniz Ticaret Odası verilerine göre bugün, Dünya ticaretinin %90'ı deniz yolu taşımacılığı ile gerçekleştirilmektedir. Bu durum, kıtaları birbirine bağlayan açık deniz ve okyanuslarda, karayolu havayolu ve demiryoluna göre çok daha büyük bir trafik yoğunluğu yaratmaktadır. Artan trafik hacminin en doğal sonuçlarından biri ise kaza riskidir. Tarihsel veriler, deniz kazalarının genel olarak dar kanal ve işlek boğazlarda meydana geldiğini göstermektedir. Açık denize göre çok daha sınırlı seyir şartlarına sahip olan bu su yolları, buldukları coğrafyanın fiziksel kısıtları dolayısıyla gemilerin manevra sahasını daraltarak kaza riskini arttırmaktadır. Seyir emniyeti açısından açık denize göre çok daha yüksek kaza riski taşıyan dar kanal ve boğazlar, aynı zamanda deniz ticaret ağının ana bağlantılarını oluşturan kesişim noktalarıdır. Artan deniz ticaretiyle birlikte bu su yollarındaki trafik hacmi de her geçen gün artmaktadır. Üstelik bu trafiğin büyük bir bölümünü, gelişen gemi inşa teknolojisi ile yakın geçmişe kıyasla tek seferde çok daha fazla tehlikeli yük taşıma kapasitesine sahip gemiler oluşturmaktadır. Bu durum, olası bir kazada meydana gelebilecek sonuçları da daha dramatik boyutlara taşımaktadır.

Yakın tarihte dünya ölçeğinde endişeye sebep olan birçok deniz kazası, dar kanal ve boğazlarda gerçekleşmiş ve bu durum seyir emniyetinin artırılmasına yönelik çalışmaların önemini ortaya çıkarmıştır. Literatürde yer alan Panamax, Suezmax ve Malaccamax gemi tanımları, dar kanal ve boğazlardan emniyetli geçiş kriterlerinin, seyir emniyeti açısından ne kadar belirleyici olduğunun göstergesidir. Bu çalışmada, uluslararası deniz taşımacılığının ana güzergahları arasında yer alan İstanbul Boğazı'nda 10 yıllık dönemde meydana gelen deniz kazaları, gemi kökenli risk faktörleri açısından incelenmiş ve

Boğaz'dan geçiş yapacak bir gemi için optimum karakteristiklerin belirlenmesi yoluyla seyir emniyetine katkı sağlamak hedeflenmiştir. Böylelikle çalışma kapsamında elde edilen bulgular, İstanbul Boğazı'ndan en emniyetli şekilde geçiş yapabilecek gemiler için "İSTANBULMAKS" konseptinin geliştirilmesi konusunda da altyapı oluşturarak literatüre katkı sağlayacaktır.

Ulaşılan sonuçlar özellikle gemi boyu faktörü için 200 metre kritik değerine dikkat çekmiş ve İstanbul Boğazı'ndan geçiş yapacak gemiler için 'büyük gemi' tanımının altını çizmiştir. Gerek Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Yönetmeliği (2019) gerekse IMO tarafından yayınlanan Ships' Routing'de Boğaz'dan geçiş yapacak gemiler için 200 metre değeri vurgulanmaktadır.

Elde edilen bulgular, 200 metre üzeri tehlikeli yük taşıyan gemilere uygulanan ilave tedbirlerin de kaza önleyici etkiye sahip olduğunu göstermiştir. İstanbul Boğazı'ndan en emniyetli şekilde geçiş yapabilecek gemi karakteristiklerinden gemi boyu faktörü için referans değerini, yasal mevzuatta da altı çizildiği üzere 200 metre olduğu yargısına ulaşılmaktadır.

Gemi manevra yeteneği açısından, gemi boyu faktörünün rota muhafazası ile doğru, dönme yeteneği ile ise ters orantılı ilişkiye sahip olduğu görülmüştür. Bir başka deyişle, gemi boyu arttığında, geminin rota muhafazasının arttığı, dönme yeteneğinin ise azaldığı gözlemlenmiştir.

Genişlik faktörü açısından bakıldığında gemi genişliği arttıkça rota muhafazasının azaldığı, buna karşılık dönme yeteneğinin ise arttığı görülmüştür. Bir başka deyişle, gemi boyu faktörünün tersine gemi genişliğinin rota muhafazası ile negatif, dönme yeteneği ile pozitif ilişkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Su çekimi faktörünün, rota muhafazası ile doğru, dönme yeteneği ile ise ters orantılı ilişkiye sahip olduğu görülmüştür. Analiz sonuçları su çekimi faktörü açısından incelendiğinde kuruyük gemileri, dökmeyük gemileri ve tankerlerde en yüksek frekans değerlerinin sırasıyla 2-4, 4-6 ve 6-8 aralığında gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Konteyner gemileri içinse tek bir aralıkta azami frekans oluşumu gözlenmemiştir. Bu durum kuruyük gemileri, dökmeyük gemileri ve tankerler için su çekimi faktörünün azami frekans değeri açısından birbirinin üst sınırından başladığını göstermiştir. Buradan hareketle su çekimi faktörü açısından her dört gemi tipinin farklı risk grupları oluşturduğunu söylemek mümkündür.

Gemi boyut oranları gemi boyu, gemi genişliği ve gemi su çekimi değişkenlerinin sentezi olarak manevra performansını etkilemektedir. Bu noktada, gemi boyunun gemi genişliğine oranı arttıkça rota muhafazasının arttığı, dönme yeteneğinin ise azaldığı gözlemlenmiştir. Gemi genişliğinin gemi su çekimine olan oranı arttığında ise, rota muhafazasının azaldığı, dönme yeteneğinin ise arttığı görülmüştür. Elde edilen sonuçlar, L/B ve B/T oranlarının dört gemi tipi için farklı profile sahip olduğunu göstermiştir. L/B oranı tankerler için 5 – 6, kuruyük gemileri için 6 – 7, dökmeyük ve konteyner gemileri içinse 6 – 6.5 aralığında azami değerine ulaşmıştır. B/T oranı ise kuruyük gemileri için 1 – 2, dökmeyük gemileri için 2 – 3, konteyner gemileri içinse 3.5 – 4 aralığında tepe noktasına ulaşmıştır.

Dönme yarıçapı ile dönme kabiliyeti arasında ise ters orantı olduğu gözlemlenmiştir. Yani, bir geminin dönme yarıçapı ne kadar küçükse geminin dönme kabiliyeti o kadar yüksek olmaktadır. Elde edilen sonuçlar, dönme yarıçapı için frekans değerlerinin kuruyük gemileri için 500 – 600, dökmeyük gemileri için 1.000 – 1.200, tankerler ve konteyner gemileri içinse 500 – 1.000 aralığında azami değerlerine ulaştığını göstermiştir. Buradan hareketle İstanbul Boğazı'nda 10 yıllık periyotta gerçekleşen kaza frekansları incelendiğinde, dönme kabiliyeti açısından en kuvvetli gemilerin, kuruyük gemileri olduğunu ve bunu sırasıyla tankerler, konteyner gemileri ve dökmeyük gemilerinin takip ettiğini söylemek mümkündür.

Çalışma kapsamında elde edilen bulgular, 10 yıllık periyotta kazaların her dört gemi tipinde de büyük bir farkla tek pervaneli gemilerde yoğunlaştığını göstermektedir. Çift pervaneli gemiler ise oldukça düşük kaza frekansına sahiptir. Öyle ki, dökmeyük ve konteyner gemilerinde frekans değeri sadece tek pervaneli gemilerde oluşmuştur. Kuruyük gemileri ve tankerlerde ise çift pervaneli gemilerin frekans değeri mevcut olmasına karşın tek pervaneli gemilere göre oldukça düşük olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, pervane sayısının gemi manevra yeteneğini arttıran etkisi düşünüldüğünde, çift pervaneli gemilerin olası bir kaza durumunda çok daha yüksek manevra kabiliyeti ile kazadan kaçınabileceği yargısını desteklemiştir. İstanbul Boğazı'ndan en emniyetli şekilde geçiş yapabilecek geminin 200 metre altında ve çift pervaneli olmasının kaza frekansı açısından etkili olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Frekans analizi sonucunda elde edilen bulgular, gemi yaşının frekans değeri üzerinde gemi tiplerine göre önemli ölçüde de-

ğiştiğini göstermiştir. Kuruyük gemilerinde en yüksek frekans değerinin 30 – 35 yaş aralığında olduğu gözlenirken, bu değer dökmeyük gemileri, konteyner gemileri ve tankerlerde 10 yaş ve altı gemilerde oluşmaktadır. Analiz sonuçları gemi yaşı ile birlikte kuruyük gemilerinin deadweight tonajının da 5.000 DWT altı kosterlerde tepe noktasına ulaştığını göstermiştir. Bir başka deyişle, 30 – 35 yaş aralığında ve 5.000 DWT'den az kapasiteye sahip olan kosterler, kaza frekansının azami değerlerine ulaştığı gemileri oluşturmaktadır. Oysa emniyetli ve güvenli bir taşımacılık için koster tipi gemilerin yaş ortalamasının 10-15 yıl olması gerekmektedir. İMEAK Deniz Ticaret Odası bilgilerine göre, çoğunlukla Akdeniz ve Karadeniz'de hizmet veren koster filosunda, sahibi Türk armatörler olan yerli veya yabancı gemi mevcudu 2019 yılı sonu itibariyle 770 olup, kapasite olarak 3.2 milyon DWT civarındadır. Türk koster filosunun yaş ortalaması ise 27'dir. Bu yaş farkı ilerleyen dönemde rekabet gücü açısından önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Bu noktada elde edilen bulgular, Koster Yenileme Projesi'nin hayata geçirilmesinin kritik önem taşıdığını göstermektedir.

Çalışma kapsamında temin edilen kaza verileri, İstanbul Boğazı'nda 2006 – 2015 yılları arasında meydana gelen deniz kazası kayıtlarından oluşmaktadır. Analizler sırasında, verinin mekânsal olarak filtrelenmesi ve kaza nedenlerine göre sınıflandırılması aşamalarında, kaza nedeni bilgilerinin çoğunlukla kaza kayıtlarında bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu durum, elde edilen sonuçların çözünürlüğünü düşürmekte ve daha sağlıklı yorum yapabilmeyi güçleştirmektedir. İstanbul Boğazı'nda deniz kazaları üzerine yapılacak olan gelecek çalışmalarda bu durumun önlenmesi için, kaza kayıtlarının daha ayrıntılı ve sistematik olarak tutulması önerilmektedir. Böylelikle, elde edilecek yüksek çözünürlüklü veriler gelecekte bu konu üzerinde çalışacak araştırmacılar için kümeleme, lojistik regresyon ve diskriminant analizini gerçekleştirebilecek girdileri sağlayacaktır.

Etik Standart ile Uyumluluk

Çıkar çatışması: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

Etik kurul izni: Araştırma niteliği bakımından etik izin gerektirmemektedir.

Finansal destek: -

Teşekkür: -

Açıklama: -

Kaynaklar

Akten N., Süygen Y. (1985). Denizcinin Kılavuzu Gemcilik, Navigasyon, Meteoroloji, 3. Baskı, Doğan Ofset

Altan, Y.C. (2017). Analysis and Modeling of Maritime Traffic and Ship Collision in the Strait of Istanbul Based on Automatic Vessel Tracking System, Ph.D Thesis, Graduate Program in Civil Engineering Boğaziçi University, 2017.

Arslan, O. (2014). İstanbul ve Çanakkale Boğazlarından Geçiş Yapan Gemi Sayısının Trend Analizi İle Değerlendirilmesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi

Aşkın F., Oğuzülgen S., Tenker S. (2020). İstanbul Boğazı ve Kanal İstanbul'un Gemi Geçişleri Açısından Değerlendirilmesi, Kanal İstanbul Çok Disiplinli Bilimsel Değerlendirme, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Kültür A.Ş., (Eds: Orhon D., Sözen S., Görür N., İstanbul, 2020.)

Atasoy, C. (2008). İstanbul Boğazı'nda Yeel Trafik'in İncelenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Başaraner, M., Yücel, M.A., Özmen, Ç. (2011a). İstanbul Boğazı'nda transit gemilerin kullandığı seyir rotalarının coğrafi bilgi sistemi yardımıyla incelenmesi ve iyileştirilmesi. *Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi*, 104(1), 75-79. Sayı1.

Başaraner, M., Yücel, M.A., Özmen, Ç. (2011b). İstanbul Boğazı'nda Transit Gemilerin Kullandığı Rotaların Barimetrik Modele Dayalı Mekansal Analizler Yardımıyla İyileştirilmesi, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, Ekim 2011.

Bozkurt C. Pelit İ., Irmak E. (2018). Türkiye ve Dünyada Denizyolu Taşımacılığı, 3. Uluslararası Sosyal Beşeri ve Eğitim Bilimleri Kongresi, İstanbul, 17 – 18 Aralık 2018

Butt N., Johnson D., Pike K., Pryce-Roberts N., Vigar., N. (2012). 15 Years of Shipping Accidents: A review for WWF, Southampton Solent University
http://awsassets.panda.org/downloads/15_years_of_shipping_accidents_a_review_for_wwf.pdf
(Erişim Tarihi: 01.09.2020)

Candanoğlu, Z.Ö. (2013). İstanbul Boğazı'nda Uğraksız Gemi Geçiş Çizelgelemesi, Boğaziçi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi.

Charlier J., Meyer DE C., Paelinck H. (2015). Interoceanic canals and world seaborne trade: past, present and future. The Royal Academy for Overseas Sciences International Colloquium, Brussels, 7-9 June 2012, ISBN: 978-90-756-5257-4

Cultofsea, (2021): Maritime Knowledgebase, Ship Handling, Pivot Point,
<https://cultofsea.com/ship-handling/pivot-point/>
(Erişim: 02.03.2021)

Dean, S. (2018). Collaborative Statistics, OpenStax-CNX,
<http://cnx.org/content/col10522/1.40/> (Erişim: 02.03.2021)

Dekking F.M., Kraaikamp C., Lopuhaa H.P., Meester L.E. (2005). A Modern Introduction to Probability and Statistics, Understanding Why and How, Springer, Netherlands ISBN: 978-1-85233-896-1
https://doi.org/10.1007/1-84628-168-7_1

Denizde Çatışmayı Önleme Tüzüğü, (2017). Denizde Çatışmayı Önleme Tüzüğü (COLREGs), Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı Yayınları, ISBN: 978-975-499-670-5

DNV, (2013). Det Nortske Veritas, Report Escort Tug Effectiveness in the Bosphorus Strait, Chevron Products UK LTD, REPORT NO./DNV REG NO.: 2013-9178 / 1-6YRAF0, REV 1, 2013-04-25

EEA, (2020). Accidental oil spills from marine shipping. European Environmental Agency.
<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/en15-accidental-oil-spills-from/en15-accidental-oil-spills-from>
(Erişim Tarihi: 31.03.2021)

Evants M.J., Rosenthal J.S., (2010). Probability and Statistics The Science of Uncertainty, Second Edition, Toronto
<http://www.utstat.toronto.edu/mikeevans/jeffrosenthal/book.pdf>

International Chamber of Shipping, (2020). Description of the Subject - International Chamber of Shipping (ICS).

<http://en.reingex.com/Chamber-Shipping.shtml#:~:text=The%20purpose%20of%20the%20International,transporting%20all%20types%20of%20cargo>

(Erişim Tarihi: 03.11.2020)

İstanbul Liman Başkanlığı Yerel Deniz Trafiği Rehberi (2011). İstanbul Liman Başkanlığı Yerel Deniz Trafiği Rehberi.

<https://denizcilik.uab.gov.tr/uploads/pages/diger/istanbul-liman-baskanligi-yerel-deniz-trafigi-rehberi-1-5e03631ada379.doc>

(Erişim Tarihi: 26.04.2011).

İstikbal, C. (2020). Strait of Istanbul, major accidents and abolishment of left-hand side navigation. *Aquatic Research*, 3(1), 40-65.

<https://doi.org/10.3153/AR20005>

ITOPF, (2020). Oil Tanker Spill Statistics 2020, January 2021

https://www.itopf.org/fileadmin/data/Documents/Company_Lit/Oil_Spill_Stats_publication_2020.pdf

(Erişim: 01.12.2020)

Kafalı K. (1963). Gemilerin Hareket ve Manevraları, İTÜ,

Keçeci, T. (2010). Analysis of the effects of ship length factor to safe navigation in the strait of istanbul by using the ahp method. Master Thesis, Istanbul Technical University, Graduate School of Science Engineering and Technology, Istanbul, 2010.

KEGM, (2020). Directorate General of Coastal Safety, "Türk Boğazları Gemi Geçiş İstatistikleri," Republic of Turkey Ministry of Transport and Infrastructure, Maritime Statistics, http://www.kiyiemniyeti.gov.tr/resmi_istatistikler

https://atlantis.udhb.gov.tr/istatistik/gemi_gecis.aspx

(Erişim Tarihi: 20.04.2020)

Keçeci, (2011). A Study on Ship Accidents in the Anchorage Area of the Strait of Istanbul, 1st International Symposium on Naval Architecture and Maritime INT-NAM 2011, 24-25 October, Istanbul, Turkey

KEGM (2020). T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü Türk Boğazları Gemi Trafik Hizmetleri Kullanıcı Rehberi,

<https://kiyiemniyeti.gov.tr/Data/1/Files/Document/Documents/kb/OM/TM/OR/TBGTH%20Kullan%C4%B1c%C4%B1%20Rehberi.pdf>

(Erişim: 31.03.2021)

Kodak, G., Acarer, T. (2021). İstanbul Boğazı'nda deniz trafik düzenlemelerinin kaza oranına etkisinin değerlendirilmesi, *Aquatic Research*, 4(2), 181-207.

<https://doi.org/10.3153/AR21015>

Küçükosmanoğlu, A. (2012). Maritime Accidents Forecast Model for Bosphorus, Ph.D Thesis.

MEGEP, (2016). T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Denizcilik, Makine ve Dümen ile Manevra, Ankara.

http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller/Makine%20ve%20D%C3%BCmen%20ile%20Manevra.pdf (Erişim: 20.12.2020)

MSFD (2020). Gibraltar Marine Strategy Framework Directive, Updated Assessment and Good Environmental Status for British Gibraltar Territorial Waters Final Report, September 2020, HM Government of Gibraltar - Department of the Environment, Sustainability, Climate Change and Heritage.

Odabaşı, Y. (2011). İstanbul Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi, Gemi İnşaatı ve Gemi Makinaları Bölümü, 2010 – 2011 Güz Yarıyılı Ders Notları

<https://www.slideshare.net/sergiyo54/gmg-dersnotu>

(Erişim:30.03.2021)

Oğuzülgen, S. (2006). Istanbulmaks, Deniz Ticareti Dergisi, İMEAK DTO/ Mart 2006, İstanbul.

Oğuzülgen, S., Saygılı, M ,S., Kontaytekin, A,İ., Can,M. (2018). Türk Boğazları Seyir ve Çevre Emniyeti ve Yönetimi, s.11, İstanbul, ISBN: 978-605-81068-0-2

Özbaş, B. (2010). Risk Analysis Study of Maritime Traffic in the Strait of Istanbul, Ph.D Thesis, Graduate Program in Industrial Engineering, Boğaziçi University.

Özdemir, M. (2019). Türk Boğazları'nda meydana gelen gemi kazalarının konumsal analizi ve değerlendirilmesi, Karadeniz Üniversitesi, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi.

Özlem, Ş. (2011). İstanbul Boğazı Gemi Trafiğinin Simülasyonu, Boğaziçi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.

Özlem, Ş. (2018). Risk Analysis and Modeling of the Maritime Traffic in the Strait of Istanbul, Ph.D Thesis, Graduate Program in Industrial Engineering, Boğaziçi University.

Qu ve Meng, (2012). The economic importance of the straits of malacca and singapore: an extreme scenario analysis. *Transportation Research Part E Logistics and Transportation Review*, 48(1), 258–265.
<https://doi.org/10.1016/j.tre.2011.08.005>

Rodrigue J.P., (2017). The Geography of Transport Systems, The spatial organization of transportation and mobility, Chapter 5 – Transportation Modes, Maritime Transportation, Main Maritime Shipping Routes, 2017.
https://transportgeography.org/?page_id=2067
(Erişim Tarihi: 02.02.2020)

Rodrigue J.P., (2017). Big data versus Small Data: Container ort Traffic and Maritime Connectivity, Ad Hoc Expert Meeting on Measuring Shipping Connectivity and Performance: The Need for Statistics and Data, Geneva, May 15 2017.

Rodrigue, J.P. (2017). Maritime Transport, Major maritime shipping routes and strategic passages, The International Encyclopedia of Geography, Richardson wbieg0155.tex V1 - 01/25/2016, Page 2.
<https://doi.org/10.1002/9781118786352.wbieg0155>

Sabuncu, T. (1985). Gemi Manevraları ve Kontrolü, İ.T.Ü Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi Ofset Baskı Atölyesi, İstanbul.

Ships' Routeing, (2010). Ships' Routeing 2010 Edition, International Maritime Organization, London 2010, ISBN: 978-92-801-4245-7

Sukas Ö.F., Kınacı Ö.K., Bal Ş., (2017). Gemilerin Manevra Performans Tahminleri İçin Genel Bir Değerlendirme-II, GMO-SHIPMAR / Number: 210 December 2017.

Taşan, M. (2019). Türk Boğazları'ndan Gemi Geçişleri ve Geçiş Sürelerinin Analizi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Gemi Mühendisliği El Kitabı. (2011). TMMOB Gemi Mühendisleri Odası Yayınları, İstanbul.

Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Yönetmeliği, (2019). Yayımlandığı Resmî Gazetenin Tarihi: 15/08/2019 Sayısı: 30859,
<https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/21.5.1426.pdf>
(Erişim Tarihi: 03.11.2020)

Türk Boğazları Gemi Trafik Hizmetleri Kullanıcı Rehberi, (2020). Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü, İstanbul, S.15.
https://kiyiemniyeti.gov.tr/Data/1/Files/Document/Documents/9S/6R/yY/wu/TSVTS_User_Guide_21.05.20.pdf
(Erişim Tarihi: 02.03.2020)

Türk Boğazları Seyir Rehberi, (2015). Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı, 34805 Çubuklu / İstanbul, 7. Baskı, Kasım 2015, ISBN: 978-975409-730-6

UNCTAD (2020). Handbook of Statistics 2020, United Nations, Geneva
https://unctad.org/system/files/official-document/tdstat45_en.pdf (Erişim tarihi: 30.03.2021)