

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DENİZ ULAŞTIRMA İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

AÇIK DENİZ İKMAL GEMİLERİNDE RİSK FAKTÖRLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

Burak VARDAR

NİSAN 2025
TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DENİZ ULAŞTIRMA İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**AÇIK DENİZ İKMAL GEMİLERİNDE RİSK FAKTÖRLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Burak VARDAR

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce
"DOKTOR (DENİZ ULAŞTIRMA İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ)"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20 / 03 / 2025

Tezin Savunma Tarihi : 07 / 04 / 2025

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Umut YILDIRIM

Trabzon 2025

ÖNSÖZ

Gemi işletmeciliği, yüksek maliyet gerektiren bir sektör olmakla birlikte, sondaj tipi gemiler ve bu gemilere hizmet eden açık deniz ikmal gemileri, sektör içerisindeki inşa ve işletme maliyeti nispeten yüksek olan gemi türleridir. Bu nedenle, işletme sırasında yaşanabilecek sorunlar büyük aksamalara, yüksek maliyetlere ve çevresel felaketlere yol açabilir. Bu kayıpları sadece ekonomik açıdan değil, aynı zamanda çevre kirliliği, insan sağlığına olumsuz etkiler, zaman ve iş gücü kaybı olarak da değerlendirmek gerekir. Bu çalışmada, açık deniz ikmal gemilerinde meydana gelen kazalar incelenmiş, insan hataları ve bu hataların kök nedenleri kategorize edilmiştir. Bu faktörlerin göreceli önemi, belirsizlikler ve uzman görüşlerinin etkisi dikkate alınarak çözüm önerileri sunulmuştur.

Çalışmam boyunca bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren, desteğini esirgemeyen değerli danışmanım Sayın Doç. Dr. Umut Yıldırım'a kıymetli yardımları ve katkılarından ötürü teşekkür ederim. Tez izleme sürecinde çalışmamın geliştirilmesi açısından akademik bilgileriyle beni yönlendiren Prof. Dr. Ersan BAŞAR ve Prof. Dr. Murat ÖZKÖK'e saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışmamı, desteklerini her zaman yanımda hissettiğim kıymetli eşim Büşra VARDAR, annem Ayşe VARDAR ve babam Özer VARDAR'a ithaf ediyorum.

Burak VARDAR

Trabzon 2025

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Açık Deniz İkmal Gemilerinde Risk Faktörlerinin Değerlendirilmesi” başlıklı bu çalışmayı başından sonuna kadar danışmanım Doç. Dr. Umut YILDIRIM sorumluluğunda tamamladığımı, örnekleri kendim topladığımı, analizleri ilgili laboratuvarlara yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 07/04/2025

Burak VARDAR

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XI
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Taşımacılık	3
1.3. Denizyolu Taşımacılığı ve Gemiler	4
1.4. Açık Deniz Sondaj Faaliyetleri	6
1.5. Açık Deniz İkmal Gemileri	7
1.5.1. OSV Gemilerinin Operasyonlarında Yaşanan Zorluklar	10
1.6. Araştırmanın Amacı	12
1.7. Risk Yönetimi.....	13
1.7.1. Risk Analiz Yöntemleri	14
1.7.2. Denizcilik Sektöründe Risk Yönetimi ve Analiz Yöntemleri.....	15
1.7.3. İnsan Faktörleri ve Kazaların İrdelenmesi	17
1.8. İnsan Faktörü Analiz ve Sınıflandırma Sistemi (HFACS).....	20
1.8.1. HFACS Yapısının İçeriği.....	23
1.8.2. HFACS’ın OSV Operasyonlarında Kullanımı.....	27
1.9. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)	30
1.9.1. AHP’nin Uygulama Alanları	31
1.9.2. AHP’nin Basamakları	31
1.9.3. AHP’nin Avantaj ve Dezavantajları	35
1.10. Bulanık Mantık.....	36
1.10.1. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (Fuzzy AHP)	37
1.10.2. Bulanık AHP’de Kullanılan Ölçekler	39

1.11. HFACS ve FAHP Yaklaşımının Entegrasyonu.....	40
1.12. Literatürdeki Çalışmalar.....	41
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	46
2.1. Çalışmanın Kapsamı.....	46
2.2. Çalışmada Kullanılan Kaynaklar ve Metotlar	46
2.3. Kaza Raporlarının Toplanması ve Veri Setinin Oluşturulması.....	46
2.4. Çalışmada İncelenen Deniz Kaza Araştırma Kurumları	49
2.5. Uzman Değerlendirme Üyeleri	50
2.6. Hiyerarşik Yapının Oluşturulması.....	50
2.7. İkili Karşılaştırmalar.....	51
3. BULGULAR VE İRDELEME	53
3.1. Genel Kaza Bulguları	53
3.1.1. Kazaların Yıllara Göre Dağılımı.....	53
3.1.2. Kazaların Gemi İnşa Yılına Göre Dağılımı	55
3.1.3. Kazaların Gemi Tonajına Göre Dağılımı.....	57
3.1.4. Kazaların Vardiya Saatlerine Göre Dağılımı	60
3.1.5. Kazaların Boyutlarına Göre Dağılımı	63
3.1.6. Kazaların Olduğu Bölgeye Göre Dağılımı.....	64
3.2. Kazaların HFACS Kategorilerinin İncelenmesi.....	67
3.2.1. Emniyetsiz Eylemler	69
3.2.2. Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler.....	71
3.2.3. Emniyetsiz Yönetim.....	73
3.2.4. Kurumsal Etkiler	76
3.2.5. Dış Faktörler	78
3.3. İkili Karşılaştırma Matrislerinin Değerlendirilmesi	79
3.3.1. Ana Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi ve Öncelik Değerleri.....	79
3.3.2. Alt Kriterlerin Öncelik Değerleri	81
4. TARTIŞMA.....	88
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	95
6. KAYNAKLAR	102
7. EKLER.....	112
ÖZGEÇMİŞ	

Doktora Tezi

ÖZET

AÇIK DENİZ İKMAL GEMİLERİNDE RİSK FAKTÖRLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Burak VARDAR

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Umut YILDIRIM
2025, 111 Sayfa, 19 Sayfa Ek

Denizcilik sektöründe emniyetin sağlanması ve kazaların önlenmesi, operasyonların sürdürülebilirliği açısından kritik bir öneme sahiptir. Özellikle açık deniz ikmal ve destek gemilerinde meydana gelen kazalar hem ekonomik kayıplara hem de çevresel tahribata yol açmanın yanı sıra insan hayatı açısından ciddi riskler barındırmaktadır. Bu doğrultuda, deniz kazalarının altında yatan sebeplerin ve risk faktörlerinin tespiti, benzer olayların önlenmesi için hayati bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada açık deniz ikmal ve destek gemilerinde meydana gelen kaza verileri incelenmiş ve risk faktörlerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Küresel Entegre Denizcilik Bilgi Sistemine (GISIS) ve ülkelerin ulusal ve uluslararası kaza veri tabanları üzerinde kayıtlı, 1990-2024 yılları arasında meydana gelmiş 43 kaza analiz edilmiştir. Kazalar genel olarak incelendiğinde; %17'si az ciddi, %25'i ciddi, %58'i çok ciddi önem derecesinde karşımıza çıkmaktadır. Kaza analizleri neticesinde kök nedenleri tespit edilmiş ve İnsan Faktörleri Analiz ve Sınıflandırma Sistemi (HFACS) çerçevesinde sınıflandırılmıştır. Çalışmada HFACS çerçevesi Bulanık Analitik Hiyerarşi Sürecine (FAHP) entegre edilmiştir. Bu entegrasyon, insan hatalarının kazalar üzerindeki rolünü analitik bir yaklaşımla değerlendirerek, HFACS modelini daha nicel bir hale getirmeyi hedeflemektedir. Çalışma ile açık deniz ikmal gemilerinde meydana gelen kazaların insan faktörüne dayalı sebepleri daha iyi anlaşılmış olup, bu süreçlerin iyileştirilmesiyle muhtemel can, mal kaybı ve çevre kirliliği olaylarının minimize edilmesi amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Açık Deniz Operasyonları, Risk Faktörleri, Deniz Kazası, İnsan Hatası, HFACS, Bulanık AHP

PhD. Thesis

SUMMARY

ASSESSMENT OF RISK FACTORS IN OFFSHORE SUPPLY VESSEL

Burak VARDAR

Karadeniz Technical University
Institute of Science and Technology
Department of Maritime Transportation and Management Engineering
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Umut YILDIRIM
2025, 111 Pages, 19 Pages Appendix

Ensuring safety and preventing accidents in the maritime sector is of critical importance for the sustainability of operations. In particular, accidents occurring in offshore supply and support vessels cause both economic losses and environmental damage, as well as posing serious risks to human life. Accordingly, determining the underlying causes and risk factors of maritime accidents emerges as a vital necessity to prevent similar incidents. In this study, accident data occurring in offshore supply and support vessels were examined and risk factors were assessed. 43 accidents recorded in the Global Integrated Maritime Information System (GISIS) and national and international accident databases of countries, occurring between 1990-2024, were analyzed. When the accidents were examined in general; 17% were seen as less serious, 25% as serious, and 58% as very serious. As a result of the accident analysis, the risk factors were identified and classified within the scope of the Human Factors Analysis and Classification System (HFACS). In the study, HFACS frameworks were integrated into the Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP). In order to analyze the human factor-based causes of accidents in more depth, the HFACS framework has been integrated with the Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP). This integration aims to make the HFACS model more quantitative by evaluating the role of human errors on accidents with an analytical approach. The study aims to better understand the human factor-based causes of accidents occurring on offshore supply vessels and to minimize possible loss of life, property and environmental pollution incidents by improving these processes.

Key Words: Offshore Operations, Risk Factors, Marine Accident, Human Factors

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. HFACS deniz kazaları çerçevesi	22
Şekil 2. AHP hiyerarşik yapısı	34
Şekil 3. Kazaların boyutlarına göre dağılımı	48
Şekil 4. Kazaların yıllara göre dağılımı	49
Şekil 5. FAHP üst ve alt kriterleri	51
Şekil 6. Açık deniz ikmal gemisi kazalarının yıllara göre dağılımı	54
Şekil 7. Açık deniz ikmal gemisi kazalarının gemi inşa yılına göre dağılımı	57
Şekil 8. Açık deniz ikmal gemisi kazalarının gemi tonajına göre dağılımı	60
Şekil 9. Açık deniz ikmal gemisi kazalarının vardiya saatlerine göre dağılımı	62
Şekil 10. Açık deniz ikmal gemisi kazalarının kaza boyutuna göre dağılımı	64
Şekil 11. Açık deniz ikmal gemisi kazalarının kazanın olduğu bölgeye göre dağılımı	66
Şekil 12. OSV kazalarında HFACS ana kategorilerinin frekansları ve yüzde oranları	69

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Açık deniz ikmal gemilerinin türleri.....	8
Tablo 2. Tesadüfilik göstergesi	33
Tablo 3. Kriterleri kıyaslamada kullanılan önem ölçeği.....	35
Tablo 4. Bulanık AHP önem ölçeği	39
Tablo 5. Dilsel (Sözel) ifade ölçeği	40
Tablo 6. Çalışmanın örnek kaza veri tabanı.....	47
Tablo 7. İncelenen kaza soruşturma kuruluşları	49
Tablo 8. Açık deniz ikmal gemisi kazalarının yıllara göre dağılımı.....	53
Tablo 9. Açık deniz ikmal gemisi kazalarının gemi inşa yılına göre dağılımı	55
Tablo 10. Açık deniz ikmal gemisi kazalarının gemi tonajına göre dağılımı	58
Tablo 11. Açık deniz ikmal gemisi kazalarının vardiya saatlerine göre dağılımı.....	61
Tablo 12. Açık deniz ikmal gemisi kazalarının kaza boyutuna göre dağılımı.....	63
Tablo 13. Açık deniz ikmal gemisi kazalarının kazanın olduğu bölgeye göre dağılımı.....	64
Tablo 14. OSV kazalarında HFACS kategorilerinin frekansları ve dağılımları	67
Tablo 15. Ana kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi	79
Tablo 16. Ana kriterlerin öncelik değerleri.....	81
Tablo 17. Dış Faktörler alt kriterlerinin öncelik değerleri	81
Tablo 18. Kurumsal Etkiler alt kriterlerinin öncelik değerleri.....	82
Tablo 19. Emniyetsiz Yönetim alt kriterlerinin öncelik değerleri	83
Tablo 20. Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler alt kriterlerinin öncelik değerleri	85
Tablo 21. Emniyetsiz Eylemler alt kriterlerinin öncelik değerleri.....	86

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AHP	: Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process)
AHTS	: Çapa Elleçleme Römorkör Gemileri (Anchor Handling Tug Supply Vessels)
AIBN	: Kaza Araştırma Kurulu (Accident Investigation Board Norway)
ARAIB	: Aviation and Railway Accident Investigation Board
ATHEANA	: İnsan Olay Analizi için Bir Teknik (A Technique for Human Event Analysis)
ATSB	: Avustralya Ulusal Kaza ve Kaza Araştırması Kurulu (Australian Transport Safety Bureau)
BEA	: Deniz Olaylarını Soruşturma Kurulu (Bureau d'Enquêtes Et d'Analyses Pour La Sécurité De L'aviation Civile)
BN	: Bayes Ağları (Bayesian Networks)
BRM	: Köprüüstü Kaynak Yönetimi (Bridge Resource Management)
BP	: British Petroleum
CREAM	: Bilişsel Güvenilirlik ve Hata Analizi Yöntemi (Cognitive Reliability and Error Analysis Method)
COLREG	: Denizde Çatışmaları Önleme Uluslararası Kuralları (International Regulations for Preventing Collisions at Sea)
DSB	: Dutch Safety Board
DWT	: Detveyt Tonaj (Deadweight Tonnage)
DP	: Dinamik Konumlandırma (Dynamic Position)
ECDIS	: Elektronik Harita Gösterim ve Bilgi Sistemi (Electronic Chart Display & Information System)
FAHP	: Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (Fuzzy Analytic Hierarchy Process)
FMEA	: Hata Türü ve Etkileri Analizi (Failure Mode and Effects Analysis)
GISIS	: Küresel Bütünleşik Denizcilik Bilgi Sistemi (Global Integrated Shipping Information System)
GPS	: Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System)
GSYH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
GT	: Gros Ton
HAZOP	: Tehlike ve Çalışılabilirlik Analizi (Hazard and Operability Analysis)
HEART	: İnsan Hatalarını Değerlendirme ve Azaltma Tekniği (Human Error Assessment and Reduction Technique)
HFACS	: İnsan Faktörleri Analiz ve Sınıflandırma Sistemi (Human Factors Analysis and Classification System)

ITSA	: Uluslararası Taşımacılık Güvenliği Birliği (International Transportation Safety Association)
JHA	: Görev Tehlike Analizi (Job Hazard Analysis)
JST	: Transportation Safety Board
IMO	: Uluslararası Denizcilik Örgütü (International Maritime Organization)
JTSV	: Japonya Ulaştırma Emniyeti Kurulu (Japan Transport Safety Board)
LNG	: Sıvılaştırılmış Doğal Gaz (Liquefied Natural Gas)
LPG	: Sıvılaştırılmış Petrol Gazı (Liquefied Petroleum Gas)
MAIB	: Deniz Kazaları Araştırma Bölümü (Marine Accident Investigation Branch)
MCIB	: Deniz Kazaları Araştırma Heyeti (Marine Casualties Investigative Body)
MSA	: Maritime Safety Administration of People's Republic of China
NTSB	: Ulusal Taşımacılık Emniyet Kurulu (National Transportation Safety Board)
OSV	: Açık Deniz İkmal Gemisi (Offshore Supply Vessel)
PSV	: Platform Destek Gemisi (Platform Support Vessel)
ROV	: Uzaktan Kumandalı Denizaltı Araçları (Remote Operating Vehicle)
SLIM	: Başarı Olabilirlik Endeksi Yöntemi (Success Likelihood Index Method)
SIA	: Safety Investigation Authority
TAIC	: Transport Accident Investigation Commission
TSB	: Kanada Taşımacılık Emniyeti Komisyonu (Transportation Safety Board of Canada)
THERP	: İnsan Hata Oranı Tahmini Tekniği (Technique for Human Error Rate Prediction)
UNCTAD	: Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı (United Nations Conference on Trade and Development)
UUV	: İnsansız Deniz Araçları (Unmanned Underwater Vehicle)
VTs	: Gemi Trafik Hizmetleri (Vessel Traffic Services)

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Deniz taşımacılığı, küresel ticaretin temel yapı taşlarından biridir. Dünya ticaretinin yaklaşık %80'inin deniz yoluyla gerçekleştiği göz önünde bulundurulduğunda, bu taşımacılık türünün önemi daha iyi anlaşılmaktadır (UNCTAD, 2023). Deniz taşımacılığı, diğer ulaşım türleriyle karşılaştırıldığında düşük maliyetli, yüksek taşıma kapasitesine sahip, emniyetli ve çevreye duyarlı bir seçenek sunmaktadır. Özellikle uzun mesafeli ve büyük hacimli yüklerin taşınmasında, denizcilik sektörünün sağladığı avantajlar ön plana çıkmaktadır (Stopford, 2009).

Dünya deniz filosu, küresel deniz taşımacılığının başarısında kritik bir rol oynar. Son yıllarda dünya deniz filosu, taşıma kapasitesi, gemi sayısı ve teknolojik donanım açısından önemli bir gelişim göstermiştir. Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) ve Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı (UNCTAD) verilerine göre, dünya genelinde taşınan yük miktarı her yıl artmakta ve bu artış, filo büyüklüğünü ve taşıma kapasitesini artırmayı zorunlu kılmaktadır. 2023 yılında dünya deniz ticareti hacmi yaklaşık 12,3 milyar ton olarak kaydedilmiştir (Clarkson Research, 2023). Bu büyüklük, deniz taşımacılığının küresel ticaretteki kritik rolünü vurgularken, aynı zamanda dünya filosunun bu talepleri karşılayacak şekilde geliştiğine işaret etmektedir.

Dünya deniz filosunun büyümesiyle birlikte, gemilerin teknolojik açıdan modernleşmesi ve daha büyük, verimli gemilerin inşa edilmesi de dikkat çekmektedir. Özellikle konteyner gemileri, dökme yük gemileri ve tanker filoları, ticaret hacminin artmasına paralel olarak sürekli gelişmektedir (Stopford, 2009). 2024 yılı itibarıyla 100 gt (gros ton) ve üzeri 109.000 gemiden oluşmakta olan dünya deniz filosunun toplam taşıma kapasitesi yaklaşık 2,35 milyar dwt (deadweight ton) olarak kaydedilmiştir. Bu gelişmeler, denizcilik sektöründeki rekabeti de yoğunlaştırmış ve taşıma maliyetlerini daha verimli hale getirmiştir (UNCTAD, 2024). Bu gelişim sürecinin önemli bir parçası olan açık deniz ikmal gemileri (Offshore Supply Vessels - OSV), açık deniz petrol ve gaz endüstrisinin yanı sıra yenilenebilir enerji projelerinde de kritik bir rol oynamaktadır. Bu gemiler, açık deniz platformlarına personel, ekipman ve gerekli malzemelerin taşınmasını sağlayarak operasyonların verimli ve güvenli bir şekilde yürütülmesine katkıda bulunur. Taşıdıkları

kritik görev ve karmaşık operasyonel koşulları nedeniyle, diğer deniz taşıtlarına kıyasla daha yüksek kaza riskine maruz kalmaktadır (Chauvin vd., 2013). 2023 yılı itibarıyla dünya genelinde yaklaşık 4.160 OSV'nin aktif olarak çalıştığı bilinmektedir. Bu gemiler, enerji sektörüne ek olarak rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir enerji projelerinde de stratejik bir rol oynamakta ve lojistik süreçlerin etkinliğine katkı sağlamaktadır. OSV filosunun yaklaşık %25'ini 20 yıldan daha eski gemiler oluşturmaktadır. Buna ek olarak, özellikle ileri düzey teknik özelliklere sahip gemiler, daha fazla talep görmekte ve yüksek operasyonel verimlilik oranlarına ulaşmaktadır (S&P Global, 2023).

Deniz taşımacılığı her ne kadar pek çok avantaj sunuyor olsa da çeşitli riskleri de beraberinde getirmektedir. Filodaki bu büyüme, deniz kazalarının sayısında ve potansiyel etkilerinde artışa yol açmaktadır. Deniz kazaları, ekonomik kayıplar, çevresel zararlar ve insan hayatını tehdit eden durumlar yaratabilmektedir. Bu nedenle, denizcilik sektöründeki emniyet tedbirleri, kazaların önlenmesi ve kaza incelemeleri büyük bir önem taşımaktadır (Barnett & Pekcan, 2017).

OSV kazaları genellikle ciddi maddi kayıplara, çevresel zararlara ve insan hayatının tehlikeye girmesine yol açmaktadır. Örneğin, OSV'ler zorlu hava koşullarında ve yüksek dalga etkisi altında faaliyet gösterirken denge sorunları, yük kaymaları, yangınlar ve çarpışma riskleriyle karşılaşabilmektedir. Bunun sonucunda meydana gelen kazalar, açık deniz operasyonlarını olumsuz etkileyerek hem ekonomik hem de çevresel açıdan büyük kayıplara neden olmaktadır. Uluslararası denizcilik sektöründe OSV kazalarının sayısının giderek artması, bu gemilerde yaşanan kazaların detaylı bir şekilde incelenmesi ve analiz edilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır (UNCTAD, 2022).

Bu çalışmanın temel amacı, OSV ile ilişkili kazaların nedenlerini kapsamlı bir şekilde analiz ederek, denizcilik sektöründe emniyet kültürünün geliştirilmesine ve kazaların önlenmesine yönelik stratejiler ortaya koymaktır. Bu doğrultuda, OSV kazalarının oluşum süreçleri ve kök nedenleri incelenmiş; insan faktörlerinin bu kazalardaki rolü detaylandırılarak kaza inceleme süreçlerine sistematik yaklaşımlar kazandırılması hedeflenmiştir. Çalışmada, İnsan Faktörleri Analizi ve Sınıflandırma Sistemi (HFACS) ile Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (FAHP) olmak üzere iki temel yöntem kullanılmıştır. HFACS, insan hatalarını sınıflandırmak ve kazaların ardında yatan sistematik nedenleri ortaya koymak amacıyla geliştirilmiş bir çerçeve sunmakta olup (Wiegmann & Shappell, 2017), OSV kazalarındaki insan hatasıyla ilişkili unsurları ayrıntılı biçimde analiz etmeyi amaçlamaktadır. Öte yandan, FAHP yöntemi ise, kazaların değerlendirilmesi sürecinde

karmaşık faktörler ve bu faktörler arasındaki ilişkilerin bulanık mantık yaklaşımıyla analiz edilmesine imkân tanımaktadır (Saaty, 1990). Bu çalışma, HFACS ve FAHP yöntemlerinin birlikte kullanımıyla OSV kazalarının kök nedenlerini belirlemeyi ve bu doğrultuda daha etkili emniyet stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

1.2. Taşımacılık

Taşımacılık sektörü, küresel ekonomide kilit bir rol oynamakta olup, gayri safi yurt içi hasıla (GSYH) içindeki payı ülkelere bağlı olarak genellikle %5 ile %10 arasında değişmektedir (UNCTAD, 2023). Bu oran, ülkelerin ekonomik gelişmişlik seviyeleri, coğrafi konumları, endüstriyel yapı ve lojistik altyapılarının etkinliği gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak farklılık göstermektedir (Hung Lau ve Zhang, 2006). Taşımacılık, üretim ve tüketim arasındaki bağlantıyı sağlayarak, hammadde, yarı mamul ve nihai ürünlerin küresel pazarlara etkin bir şekilde ulaştırılmasını mümkün kılmaktadır. Bu nedenle, taşımacılık altyapısının etkili bir şekilde kurulması ve işletilmesi, ülkelerin ekonomik büyümesi, rekabet gücü ve ticari kapasiteleri açısından hayati önem taşır (Button, 2010).

Gelişmiş ülkelerde taşımacılık sektörü, güçlü entegrasyon ve verimli operasyonlar sayesinde GSYH'ya daha belirgin bir katkı sağlamaktadır (ITF, 2023). Bu ülkelerde, karayolu, demiryolu, denizyolu ve havayolu taşımacılığı arasındaki entegrasyon, lojistik süreçlerin verimliliğini artırmakta ve ürünlerin küresel pazarlara ulaşımını kolaylaştırmaktadır. Almanya, Japonya ve ABD gibi ülkeler, karmaşık lojistik ağları ve gelişmiş teknolojik altyapıları sayesinde, uluslararası ticarete lider konumdadır (ITF, 2023). Gelişmekte olan ülkelerde ise taşımacılık sektörünün payı giderek artmaktadır; bu ülkeler, altyapı yatırımları ve küresel ticaretin etkisiyle taşımacılık sektörünü büyütmede ve ekonomilerine önemli bir ivme kazandırmaktadır (Beysenbaev & Dus, 2020; UNESCAP, 2021). Küresel ticaretin ve özellikle e-ticaret faaliyetlerinin hızla artması, taşımacılık sektörünün ekonomik önemini daha da pekiştirmiştir. E-ticaretin dünya genelinde hızla yaygınlaşması, hızlı ve etkili dağıtım ağlarına olan talebi artırmış ve taşımacılığın lojistik zinciri içerisindeki kritik rolünü daha belirgin hale getirmiştir (Mohdhar & Shaalan, 2021). Bu gelişme, sadece şehir içi taşımacılığı değil, aynı zamanda deniz taşımacılığı, hava taşımacılığı ve intermodal taşımacılığın önemini de yükseltmiştir (UNCTAD, 2022). Deniz taşımacılığı, özellikle büyük hacimli ve uzun mesafeli ticarete maliyet etkin bir yöntem

olması nedeniyle, taşımacılık sektörünün bel kemiği olarak kabul edilmektedir (Stopford, 2009).

Taşımacılık sektörünün büyümesi, aynı zamanda enerji tüketimi, altyapı gelişimi ve çevresel sürdürülebilirlik gibi konulara da önemli etkilerde bulunmaktadır. Taşımacılığın enerji yoğun bir sektör olması, fosil yakıt tüketimini artırarak karbon emisyonlarına katkıda bulunmakta ve çevresel sorunları derinleştirmektedir (Ryley & Chapman, 2007). Bu nedenle, sektörün sürdürülebilirlik açısından dikkatle yönetilmesi, yeşil lojistik uygulamalarının yaygınlaştırılması ve enerji verimliliğinin artırılması, gelecekteki taşımacılık politikalarının merkezinde yer alacaktır (McKinnon, 2018). Sektörün geleceği, aynı zamanda dijitalleşme, altyapı yatırımları ve uluslararası ticaret politikalarına bağlı olarak şekillenecektir.

1.3. Denizyolu Taşımacılığı ve Gemiler

Denizyolu taşımacılığı, küresel ticaretin en kritik bileşenlerinden biridir (UNCTAD, 2021). Dünya taşımacılığının büyük bir kısmının denizyolu ile yapılmasının başlıca sebeplerinden biri, denizyolu taşımacılığının büyük ve ağır yükleri uzun mesafelerde ekonomik ve verimli bir şekilde taşıma kapasitesine sahip olmasıdır (Korinek & Sourdin, 2011). Günümüzde ham petrol, doğal gaz, kömür, tahıl, kimyasal maddeler, sanayi ürünleri ve konteyner ticareti gibi geniş bir ürün yelpazesi, denizyolu taşımacılığı sayesinde dünya pazarlarına ulaşmaktadır (Stopford, 2009).

Ülkeler arasındaki ticari ilişkilerin ve ekonomik entegrasyonun artmasında, denizyolu taşımacılığı önemli bir rol oynamaktadır. Konteyner taşımacılığının gelişimi ve liman altyapılarının modernizasyonu, küresel ticaret ağlarının genişlemesine ve tedarik zincirlerinin daha verimli hale gelmesine olanak sağlamıştır (Rodrigue, 2020). Özellikle, Çin, Japonya, Almanya, Güney Kore ve ABD gibi ülkeler, deniz ticaretindeki paylarını artırarak küresel pazarda önemli ticaret merkezleri haline gelmiştir.

Gelişmekte olan ülkeler açısından bakıldığında, denizyolu taşımacılığı, ekonomik büyümenin ve kalkınmanın anahtarı olarak görülmektedir. Bu ülkeler, denizyolu taşımacılığı sayesinde, tarım ürünleri, doğal kaynaklar ve sanayi ürünlerini uluslararası pazarlara ulaştırarak ekonomilerini çeşitlendirmektedir (UNESCAP, 2021). Örneğin, Afrika, Güneydoğu Asya ve Latin Amerika'daki birçok gelişmekte olan ülke, deniz taşımacılığı

sayesinde ticaret hacimlerini genişletmekte ve küresel pazara daha güçlü bir şekilde entegre olmaktadır (Beysenbaev & Dus, 2020).

2020 yılında, denizyolu taşımacılığı ile taşınan yüklerin toplam değeri yaklaşık 14 trilyon ABD doları olarak hesaplanmıştır (UNCTAD, 2021). Bu değer, denizyolu taşımacılığının küresel ticaret ve ekonomi üzerindeki kritik rolünü ortaya koymaktadır. Özellikle konteyner taşımacılığı, ticaretin ve tedarik zincirlerinin sürekliliğini sağlamada kilit bir pozisyona sahiptir. Ancak, denizyolu taşımacılığı birçok zorlukla da karşı karşıyadır. Küresel ticaretin artan talepleri ve lojistik sektöründeki dinamik değişiklikler, deniz taşımacılığı endüstrisinin daha verimli, sürdürülebilir ve esnek hale gelmesini zorunlu kılmaktadır (McKinnon, 2018).

Denizyolu taşımacılığının çevresel etkileri, son yıllarda artan bir endişe kaynağı olmuştur. Gemilerin fosil yakıt kullanımı, özellikle sera gazı emisyonları, hava kirliliği ve deniz kirliliği gibi çevresel sorunlara yol açmaktadır. Uluslararası denizcilik örgütleri, gemi yakıtlarında sülfür emisyonlarını azaltmak ve gemi taşımacılığını daha sürdürülebilir hale getirmek için yeni düzenlemeler getirmektedir (IMO, 2010). Bu doğrultuda, yeşil lojistik uygulamalarının yaygınlaştırılması, alternatif yakıtların ve teknolojilerin kullanılması, sektörün geleceği açısından önemli adımlar olarak görülmektedir.

Clarkson Research verilerine göre, son yirmi yılda dünya denizcilik filosu önemli bir büyüme göstermiştir. 2000'li yılların başlarında dünya filosunun toplam taşıma kapasitesi yaklaşık 600 milyon DWT iken, küresel ticaretin hızla genişlemesi ve Asya ekonomilerinin yükselmesiyle bu kapasite istikrarlı bir şekilde artmıştır (Clarkson Research, 2023). 2010 yılı itibarıyla dünya deniz filosunun kapasitesi 1 milyar DWT'yi aşmış ve 2020'li yıllarda 2 milyar DWT seviyesine yaklaşmıştır. Bu büyüme, konteyner gemileri, tankerler, dökme yük gemileri ve LNG/LPG taşıyıcıları gibi çeşitli gemi tiplerinin sayısındaki artıştan kaynaklanmıştır (UNCTAD, 2021).

Dünya filosunun büyümesi, küresel ekonomik dinamikler, ticaret hacmi ve denizcilik sektöründeki talep dalgalanmalarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. 2008 küresel finansal krizi ve ardından gelen ekonomik durgunluk döneminde filo büyümesinde yavaşlama gözlemlenmiştir (Hoffmann, 2012). Ancak, ticaretin yeniden canlanması ve özellikle Çin, Hindistan ve diğer Asya ülkelerinin ithalat talebindeki artış, filo kapasitesinin hızla artmasına neden olmuştur. Özellikle Çin'in demir cevheri, kömür ve ham petrol ithalatındaki yükseliş, dökme yük gemileri ve tanker segmentlerindeki büyümeyi tetiklemiştir (Clarkson Research, 2023).

Son yıllarda, çevresel sürdürülebilirlik, yakıt verimliliği ve enerji yönetimine verilen önemin artmasıyla, yeni nesil gemi inşaları da dünya filosunun gelişimine yön vermektedir. IMO'nun 2020 sülfür düzenlemeleri ve enerji verimliliği standartları, gemi sahiplerini ve işletmecilerini çevre dostu teknolojilere ve yakıt verimli gemilere yatırım yapmaya yönlendirmiştir (IMO, 2010). Bu doğrultuda, özellikle LNG yakıtlı gemiler, hibrit tahrikli gemiler ve düşük emisyonlu teknolojilere sahip gemilerin sayısında artış gözlenmiştir. (McKinnon, 2018).

Dünya filosunun geleceği, küresel ticaret politikaları, enerji talebi, teknolojik yenilikler ve çevresel düzenlemeler gibi çeşitli faktörlerden etkilenecektir. Lojistik ağların dijitalleşmesi, akıllı liman uygulamaları ve otonom gemi teknolojileri, filo yönetiminde verimliliği artıracak unsurlar arasında yer almaktadır (Rodrigue, 2020). Bununla birlikte, iklim değişikliği ile mücadele çabaları ve sürdürülebilirlik hedefleri, denizcilik sektörünün gelecekteki yatırım ve operasyon stratejilerini yeniden şekillendirecektir (UNCTAD, 2022).

Küresel ticaretin ve sanayileşmenin önemli bir ayağını dünya enerji talebi oluşturmaktadır. Enerji, sanayi, ulaştırma, ısınma ve elektrik üretimi gibi temel faaliyetlerin sürdürülebilirliği için kritik bir öneme sahiptir. Küresel enerji talebindeki artış, özellikle gelişmekte olan ekonomilerde hızla büyümektedir (Liu, 2023). Fosil yakıtlar, petrol, doğalgaz ve kömür gibi kaynaklar, enerji talebinin karşılanmasında hala ön planda olsalar da, yenilenebilir enerji kaynakları ve denizaltı kaynakları da giderek daha fazla dikkat çekmektedir (BP, 2023).

1.4. Açık Deniz Sondaj Faaliyetleri

Denizler, tarih boyunca uygarlıklar arasındaki ticaretin ve iletişimin sürdürülmesinde temel bir ulaşım yolu olarak hizmet etmiştir. Zaman içerisinde suyun üstünün olduğu kadar altının da dip yapısı ve zenginliklerinin önemi gün geçtikçe artmış enerjiye olan ihtiyaca paralel olarak deniz tabanında da arama faaliyetleri çeşitlendirilmiştir (Stopford, 2009). Başlangıcı 1890'lı yıllarda Amerika'nın Kaliforniya kıyılarında yapılan çalışmalara dayanan petrol ve doğalgaz faaliyetleri açık deniz ikmal çalışmalarının temelini oluşturmaktadır (Yergin, 2011).

Günümüzde, okyanus tabanında petrol ve doğalgaz arama çalışmaları artan bir ivmeyle devam etmektedir. Deniz tabanında sondaj yapma, petrol çıkarma ve çıkarılan petrolü depolama amacıyla sabit ya da yüzer platformlar kullanılmaktadır (Amaechi vd.,

2022). Petrol ve türevleri, birçok sektörde yaygın olarak kullanıldığından, bu kaynaklar ülkeler için stratejik bir enerji kaynağı niteliği taşımaktadır. Ancak, bu ürünlere yönelik hızlı tüketim artışı, karadaki rezervlerin giderek azalmasına yol açmaktadır (IEA, 2023). Bu durum, alternatif olarak okyanus tabanında gerçekleştirilen arama ve çıkarma çalışmalarına olan talebi artırmıştır. Okyanus dibinde yürütülen bu faaliyetler sırasında, ikmal işlemleri ve diğer ilgili sektörlerde çeşitli nedenlerle kazaların meydana gelme riski de bulunmaktadır (Jernelöv, 2010).

Günümüzde açık deniz ikmal faaliyetleri, petrol, gaz ve türevlerinin üretim pastası içerisindeki payını hızla artırmaktadır. BP İstatistiksel Dünya Enerji Raporuna (2020) göre dünya üzerinde 198 trilyon metreküp kanıtlanmış doğalgaz, 1,734 trilyon varil petrol rezervi bulunmaktadır. Geniş ve henüz keşfedilmemiş deniz alanlarında mevcut olduğu düşünülen yeni petrol ve doğalgaz rezervlerine yönelik artan ilgi, büyük şirketlerin ve ülkelerin bir araya gelerek konsorsiyumlar oluşturmalarına ve kesintisiz arama-üretim faaliyetlerine girişmesine yol açmaktadır (Hannigan, 2016). Teknolojik gelişmelerle desteklenen deniz sondajı faaliyetlerindeki artış, bu sektörü yalnızca bir ekonomik güç unsuru olmanın ötesine taşımış ve aynı zamanda uluslararası düzeyde rekabetin yoğun yaşandığı bir alan haline getirmiştir (Cordes vd., 2016).

Clarkson araştırma şirketi verilerine göre açık deniz ikmal sektörünün değeri 2019'da 16.1 milyar dolarken 2027'de 20.7 milyar dolara yükseleceği öngörülmektedir (Clarkson 2019). Ülkelerin enerjide dışa bağımlılığının azalması ekonomik savaşta onları bir adım daha öne geçirmektedir. Açık deniz ikmal gemileri direkt olarak bu sektöre hizmet verdiğinden hem ekonomik hem de çevreye sağlayacağı katkılar bakımından ülkemiz ve dünya denizciliğinde önemli katalizör görevindedir.

1.5. Açık Deniz İkmal Gemileri

Açık deniz ikmal gemileri; offshore petrol platformları, sabit platformlar ve yüzer platformlara taşımacılık hizmetleri veren bir deniz hizmet koludur.

Sunulan ana hizmetler arasında; sondaj çalışmaları için gerekli malzemeler, yakıt, su ve gıda ürünleri ikmali; personelin kara ile platform veya platformlar arası taşınması; platformların bir noktadan başka bir noktaya çekilmesi ve demirlerinin atılması ya da alınması, emniyet ve acil durum müdahale hizmetlerinin sunulması ile offshore inşaat projelerine destek verilmesi bulunmaktadır.

Açık deniz endüstrisinde farklı işlevleri yerine getirmek için birçok OSV türü mevcuttur. Her gemi işlevini yerine getirmek için gerekli makine ve araçlarla donatılmıştır. Bu gemilerin yapısal yönü, operasyonel taleplere uyacak şekilde amaca yönelik olarak inşa edilmiştir ve bu tür gemiler 'açık deniz ikmal gemileri' olarak adlandırılır.

Tablo 1. Açık deniz ikmal gemilerinin türleri

Platform Destek Gemisi	Platform support vessel (PSV)
Çapa Elleçleme Römorkör Gemileri	Anchor handling tug supply vessels(AHTS)
Sismik Araştırma Gemileri	Seismic Survey Vessels
Dalış Destek Gemileri	Diving Support Vessels
Uzaktan Çalışan Gemi Desteği	Remote Operating Vessels (ROV) Support
Çok Amaçlı Hizmet Gemileri	Multi-Purpose Service Vessels
Kablo ve Boru Döşeme Gemileri	Cable & Pipe Laying Vessels
Bekleme ve Kurtarma Gemileri	Standby and Rescue Vessels
Kuyu Tahrik / Uyarımı	Well stimulation
Yerinde Müdahale Gemileri	Well intervention
Vinç gemileri	Crane vessels

Platform destek gemileri, açık deniz platformlarına ekipman, yakıt, su, gıda ve diğer malzemeleri taşımak için kullanılan gemilerdir. Uzun, geniş güverteleri ve özel depolama alanları sayesinde çeşitli türde yüklerin taşınmasına olanak sağlarlar (Clarksons Research, 2023). Bu gemiler, açık deniz operasyonlarının lojistik desteğinin temelini oluşturur.

Çapa Elleçleme Römorkör Gemileri, petrol ve doğalgaz platformlarını deniz yatağına sabitlemek için kullanılan çapa sistemlerini taşıyan ve konumlandıran gemilerdir. AHTS gemileri, güçlü çeki vinçleri ve manevra kabiliyetleri sayesinde platformları yerlerine çekip sabitlerken, aynı zamanda römorkör görevlerini de yerine getirebilirler.

Sismik araştırma gemileri, deniz tabanının altında bulunan petrol, doğalgaz ve mineral kaynaklarını tespit etmek amacıyla kullanılan özel gemilerdir. Bu gemiler, su altına sismik dalgalar gönderen hava tabancaları ve bu dalgaların deniz tabanından yansımalarını kaydeden alıcılar ile donatılmıştır. Toplanan veriler, deniz altındaki kaya tabakalarının yapısını ve potansiyel rezervleri belirlemek için analiz edilir. Sismik araştırma gemileri, petrol ve doğalgaz sektörünün yanı sıra denizaltı madenciliği ve kablo döşeme faaliyetlerinde de kritik bir rol oynar (IEA, 2023).

Dalış destek gemileri, deniz altı operasyonlarında görev alan dalgıçlara destek sağlamak üzere tasarlanmıştır. Genellikle, su altı onarım, bakım ve inşaat çalışmalarında

kullanılırlar. Bu gemilerde, dalgıçların güvenli bir şekilde çalışabilmesi için özel basınç odaları ve dalış ekipmanları bulunur (Olsen, 2023).

Uzaktan çalışan gemi desteği, açık deniz operasyonlarında uzaktan kumandalı denizaltı araçları (ROV) ve insansız su altı sistemlerinin kullanımını kolaylaştırmak ve optimize etmek amacıyla sağlanan özel destek hizmetlerini kapsar. Bu destek, özellikle derin denizlerdeki karmaşık operasyonların gerçekleştirilebilmesi için kritik bir öneme sahiptir. Uzaktan çalışan gemiler, açık deniz platformlarında, boru hatlarının inşası, bakım, onarım ve inceleme faaliyetlerinde kullanılan ROV'lar ve insansız deniz araçlarının operasyonlarını destekler.

Çok Amaçlı Hizmet Gemileri, deniz altı hizmetleri için, büyük kreynler, vinçler ve yangınla mücadele ekipmanlarına, dinamik konumlandırma sistemlerine, ROV ve dalış desteği gibi başka ekipmanlara sahip ikmal gemileridir (Clarksons Research, 2023).

Kablo ve boru döşeme gemileri, deniz tabanına kablo veya boru hatlarının döşenmesi için özel olarak tasarlanmış gemilerdir. Bu gemiler, deniz altındaki enerji iletim hatları, petrol ve doğalgaz boru hatları, iletişim kabloları ve diğer altyapı projelerinde kritik bir rol oynar (Witthohn, 2022). Gelişmiş ekipmanlarla donatılmış olan bu gemiler, hassas döşeme işlemleri sırasında deniz tabanının yapısına ve çevresel koşullara uyum sağlayacak şekilde çalışır.

Bekleme ve Kurtarma Gemileri, acil durumlarda, insanları almak için açık deniz tesislerinin yakınında bekletilen ikmal gemileridir (IMO, 2010). Helikopter pisti, yangınla mücadele, kurtarma operasyonları veya petrol toplama ekipmanı ile donatılmış., yaklaşık 300 kişiye kadar çok sayıda yolcuyu barındırabilecek kapasitededirler. Cankurtaran botu ve dinamik konumlandırma yeteneklerine sahiptir gemilerdir.

Kuyu Tahrik gemileri daha verimli bir akış yolu oluşturarak petrol üretimini en üst düzeye çıkarmak için kullanılan özel gemilerdir. Büyük pompalarla donatılmışlardır.

Yerinde müdahale gemileri, açık deniz petrol ve doğalgaz kuyularına bakım, onarım, kuyu tamamlama ve üretim artırma operasyonları için kullanılan özel gemilerdir. Bu gemiler, kuyuların verimliliğini korumak ve üretim kapasitesini artırmak amacıyla kuyu içi çalışmalar gerçekleştirebilmeleri için yüksek teknoloji ekipmanlarla donatılmıştır (Clarksons Research, 2023).

1.5.1. OSV Gemilerinin Operasyonlarında Yaşanan Zorluklar

OSV gemileri, açık denizlerde enerji sektörünün kritik bir unsuru olarak faaliyet göstermektedir. Bu gemiler, açık deniz petrol ve doğal gaz platformlarına malzeme, ekipman ve personel taşımakta önemli bir rol üstlenir. Ancak bu operasyonlar, karmaşık ve zorlu denizcilik şartlarında gerçekleştirildiğinden, çeşitli teknik, çevresel ve insani zorluklarla karşı karşıyadır (Karkori, 2024; Paik, 2022). Aşağıda, OSV operasyonlarında en sık karşılaşılan zorluklar akademik bir perspektifle incelenmiştir.

- i. Zorlu Çevresel Koşullar: OSV gemileri, genellikle zorlu ve değişken deniz koşulları altında çalışmak zorundadır. Bu çevresel zorluklar, gemilerin manevra kabiliyeti, stabilitesi ve genel operasyonel emniyetini olumsuz etkileyebilir (Vinnem, 2007).

Hava Koşulları: Açık denizlerde yapılan operasyonlar, fırtınalar, güçlü rüzgarlar ve yüksek dalgalar gibi sert hava koşulları nedeniyle büyük risk taşır. Denizcilik operasyonları, kötü hava koşullarında daha karmaşık hale gelirken, mürettebatın ve geminin güvenliği tehlikeye girebilir (Vinnem, 2007). Bu bağlamda, OSV gemilerinin kötü hava koşullarına dayanıklı olacak şekilde tasarlanması ve mürettebatın bu tür şartlar altında operasyonel riskleri yönetebilmesi için eğitim alması gereklidir (Paik, 2022).

Dalga Yüksekliği ve Deniz Durumu: Yüksek dalga koşulları, OSV gemilerinin stabilitesini tehdit eder ve açık denizlerde yapılan operasyonlarda kazalara yol açabilir (Karkori, 2024). Özellikle dalgalı denizlerde yapılan yük transferi gibi hassas operasyonlar, yanlış bir manevra sonucu ciddi kazalarla sonuçlanabilir (Vinnem, 2007). Dalga hareketlerinin operasyonel kararlar üzerindeki etkisi dikkate alınmalı ve gemiler bu tür zorlayıcı koşullarda güvenli operasyonlar için donatılmalıdır.

- ii. Yüksek Riskli Operasyonlar ve Manevralar: OSV gemileri, karmaşık ve hassas operasyonlar yürütmektedir. Bu operasyonlar, geminin doğru pozisyonda tutulmasını ve mürettebatın dikkatli bir koordinasyon içinde çalışmasını gerektirir.

Dinamik Pozisyonlama Sistemleri (DP): Birçok OSV gemisi, platformlar veya diğer offshore tesisler yakınında sabit kalabilmek için dinamik pozisyonlama sistemleri kullanır (Karkori, 2024). Bu sistemler, rüzgâr, akıntı ve dalga gibi çevresel faktörleri dengeleyerek geminin istenen pozisyonda kalmasını sağlar. Ancak, DP sistemlerinde yaşanan teknik arızalar ya da insan hataları ciddi operasyonel sorunlara yol açabilir (Paik, 2022).

Yük, Personel Transferi ve Emniyeti: Açık denizde malzeme ve ekipman transferi, OSV operasyonlarının temel unsurlarından biridir (Vinnem, 2007). Bu tür transferler, çevresel koşullar nedeniyle son derece risklidir. Dalga hareketleri, rüzgâr ve geminin manevra kabiliyetindeki kısıtlamalar, yük transferinin güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesini zorlaştırabilir. Bu durum, mürettebatın uzun süre platformda kalmasına ve motivasyon kaybına neden olabilir. Yanlış yükleme veya yanlış hesaplamalar, kazaların ve ekipman kayıplarının en yaygın nedenlerinden biridir (Karkori, 2024).

- iii. **Gemi Tasarımı ve Operasyonel Kısıtlamalar:** OSV gemilerinin tasarımı, denizde gerçekleştirilen operasyonların güvenliği ve etkinliği açısından kritik bir rol oynar. Ancak gemi tasarımındaki sınırlamalar, bazı operasyonel zorluklara neden olabilir (Karkori, 2024).

Manevra Kabiliyeti: OSV gemileri, büyük ve ağır yapıları nedeniyle dar alanlarda veya platformlara yakın bölgelerde manevra yapmakta zorlanabilir. Özellikle dinamik pozisyonlama gerektiren operasyonlarda, geminin çevresel faktörler karşısında manevra yeteneğinin sınırlı olması riskleri artırmaktadır (Karkori, 2024).

Yük Kapasitesi ve Stabilité: OSV gemilerinin yük taşıma kapasitesi sınırlıdır ve bu sınırlı kapasite, büyük ya da ağır yüklerin transferinde operasyonel kısıtlamalara neden olabilir (Paik, 2022). Ayrıca, yük dengesinin doğru sağlanamaması, geminin stabilitesini etkileyebilir ve operasyonel emniyet açısından ciddi riskler oluşturabilir.

- iv. **Mürettebat Eğitimi ve Yorgunluk:** OSV operasyonları, teknik bilgi ve beceri gerektiren görevlerdir. Ancak uzun çalışma saatleri ve yorgunluk, mürettebatın performansını olumsuz etkileyebilir ve operasyonel hatalara yol açabilir (Paik, 2022).

Uzun Çalışma Saatleri ve Yorgunluk: Denizcilik operasyonlarında mürettebatın uzun süreler boyunca çalışması, fiziksel ve zihinsel yorgunluğa neden olur. Yorgunluk, dikkat eksikliğine ve operasyonel hatalara yol açarak kaza riskini artırır. Akademik araştırmalar, yorgunluğun denizcilik kazalarının en önemli nedenlerinden biri olduğunu ortaya koymaktadır (Karkori, 2024).

Eğitim Eksiklikleri: OSV operasyonları, karmaşık teknolojilerin kullanılmasını gerektirir (Karkori, 2024). Dinamik pozisyonlama sistemleri, ileri navigasyon ekipmanları ve yük transfer ekipmanlarının doğru şekilde kullanılabilmesi için mürettebatın yeterli teknik eğitimi alması şarttır (Paik, 2022). Ancak, eğitim eksiklikleri, operasyonların güvenliğini tehlikeye atabilir ve teknik hatalarla sonuçlanabilir.

- v. Teknik Arızalar ve Bakım Zorlukları: OSV gemilerinde kullanılan teknolojik sistemler, yoğun operasyonel yük altında sık sık arızalanabilir (Paik, 2022). Teknik arızalar, operasyonel süreçleri aksatır ve bakım eksikliği bu arızaların sıklaşmasına yol açar (Vinnem, 2007).

Sistem Arızaları: Dinamik pozisyonlama sistemleri ve vinç sistemleri gibi kritik sistemlerde meydana gelen teknik arızalar, operasyonları ciddi şekilde aksatabilir (Karkori, 2024). Özellikle DP sistemlerindeki bir arıza, geminin istenen pozisyonda kalamamasına ve operasyonel risklerin artmasına neden olabilir (Paik, 2022).

Düzenli Bakım Zorlukları: OSV gemilerinde düzenli bakım yapılmaması, teknik arızaların artmasına ve operasyonel güvenliğin azalmasına yol açar. Ancak, denizde uzun süre operasyon yapan OSV gemilerinde gerekli bakım işlemlerinin zamanında yapılması zor olabilir.

- vi. Yasal ve Düzenleyici Zorluklar: OSV operasyonları, uluslararası ve yerel denizcilik düzenlemelerine uyum sağlamak zorundadır (Paik, 2022). Ancak, bu düzenlemelere uyum sağlamada yaşanan zorluklar, operasyonel süreçleri karmaşık hale getirebilir (Vinnem, 2007).

Uluslararası Denizcilik Standartlarına Uyum: OSV gemileri, farklı ülkelerin karasularında faaliyet gösterir ve bu ülkelerin düzenlemelerine uyum sağlamak zorundadır. Ancak, her ülkenin farklı düzenlemelere sahip olması, gemi sahipleri ve mürettebat için zorluk yaratabilir (Vinnem, 2007).

Sertifikasyon ve Denetimler: OSV gemileri, sık sık denetimlerden ve sertifikasyon süreçlerinden geçer. Bu süreçler, operasyonel kesintilere yol açabilir ve gemi sahipleri için maliyetli olabilir (Karkori, 2024; Paik, 2022). Ayrıca, denetim süreçlerinin karmaşıklığı, OSV operasyonlarının verimliliğini olumsuz etkileyebilir ve uluslararası düzenlemelere uyum sağlamak zaman alabilir.

1.6. Araştırmanın Amacı

Bu çalışma ile Küresel Entegre Denizcilik Bilgi Sistemi (GISIS) ve ulusal ve uluslararası kaza veri tabanlarında yer alan 1990-2024 yılları arasında gerçekleşen 43 açık deniz ikmal gemisi kazası analiz edilmiştir. Gerçekleştirilen kaza analizleri sonucunda, mevcut riskler tespit edilmiş ve kazaların kök nedenleri ortaya çıkarılmıştır. Tespit edilen bu riskler, İnsan Faktörleri Analizi ve Sınıflandırma Sistemi çerçevesinde sınıflandırılarak

kazaların oluşum süreci detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu faktörlerin göreceli önemini belirlemek amacıyla, belirsizlik ve uzman görüşlerinin etkisi dikkate alınarak Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi kullanılmış ve HFACS çerçevesindeki kriterlerin önem dereceleri belirlenmeye çalışılmıştır.

1.7. Risk Yönetimi

Risk yönetimi ve analiz yöntemleri, işletmelerin, organizasyonların ve projelerin karşılaşılabileceği potansiyel riskleri tanımlamak, değerlendirmek ve yönetmek amacıyla kullanılan disiplinler arası yaklaşımları içerir. Bu yöntemler, risklerin etkilerini minimize ederek organizasyonların stratejik hedeflerine ulaşmasına katkı sağlar (Kaplan ve Garrick, 1981). Risk yönetimi genel olarak dört temel aşamada gerçekleştirilir: riskin tanımlanması, riskin değerlendirilmesi (analizi), riskin kontrolü ve riskin izlenmesi (Aven, 2016).

Riskin Tanımlanması: Bu aşama, mevcut ve gelecekte karşılaşılabilecek potansiyel risklerin sistematik bir şekilde belirlenmesini içerir. Riskler, finansal, operasyonel, yasal, piyasa, stratejik veya çevresel faktörlerden kaynaklanabilir. Organizasyonun iç ve dış çevresindeki faktörler dikkate alınarak kapsamlı bir risk envanteri oluşturulur (Hillson, 2003).

Riskin Değerlendirilmesi (Analizi): Bu aşama, tanımlanan risklerin olasılık ve etkilerinin detaylı bir şekilde incelenmesini içerir. Risklerin iş hedefleri üzerindeki potansiyel etkilerini anlamak ve önceliklendirme yapmak amacıyla niteliksel ve niceliksel analiz yöntemleri kullanılır (Kerzner, 2017).

Riskin Kontrolü (Yanıt Verme): Risk analizinden elde edilen bulgular doğrultusunda, risklere verilecek yanıtların belirlenmesi sürecidir. Organizasyonlar, risklerden kaçınma, riskin etkilerini azaltma, riski transfer etme veya riski kabul etme gibi stratejiler arasından seçim yapar (PMI, 2000).

Riskin İzlenmesi ve Gözden Geçirilmesi: Risk yönetimi sürecinin son aşaması, uygulanan risk yanıtlarının etkinliğinin izlenmesi ve gerektiğinde stratejilerin gözden geçirilmesidir. Bu aşama, dinamik bir risk yönetimi sürecinin sürdürülmesine olanak tanır (Hopkin, 2018).

1.7.1. Risk Analiz Yöntemleri

Risk analizinde kullanılan yöntemler, risklerin tanımlanması, değerlendirilmesi ve yönetilmesi süreçlerinde önemli bir rol oynar. Genel olarak, risk analiz yöntemleri nitel ve nicel olmak üzere iki ana kategoriye ayrılır.

i. Nitel Risk Analizi: Bu yaklaşım, risklerin olasılık ve etkilerinin niteliksel olarak değerlendirilmesini ve önceliklendirilmesini içerir. Riskler genellikle "düşük", "orta" ve "yüksek" gibi kategorilere ayrılarak sınıflandırılır. Bu yöntem, karar vericilere risklerin ciddiyeti ve aciliyeti konusunda rehberlik eder (Hillson & Hulett, 2004).

ii. Nicel Risk Analizi: Risklerin sayısal yöntemlerle değerlendirilmesi esasına dayanır. Riskin olasılığı ve etkisi sayısal olarak ölçülerek toplam risk seviyesi hesaplanır. Bu kapsamda sıkça kullanılan bazı nicel analiz yöntemleri şunlardır:

Beklenen Parasal Değer (EMV) Analizi: Riskin olasılığı ile finansal etkisinin çarpılması sonucunda beklenen değer hesaplanmasını içerir. Bu yöntem, finansal risklerin potansiyel etkisini ölçmek için kullanılır (Merna & Al-Thani, 2008).

Monte Carlo Simülasyonu: Rastgele değişkenler kullanılarak riskin modellenmesi yoluyla olası sonuçların olasılık dağılımlarını belirler. Bu yöntem, belirsizliklerin ve değişkenlerin etkisini daha iyi anlamaya yardımcı olur (Vose, 2008).

Duyarlılık Analizi: Risk faktörlerindeki değişimlerin proje sonuçları üzerindeki etkilerini inceler ve hangi faktörlerin en büyük risk kaynağı olduğunu belirler. Bu yöntem, karar vericilere hangi değişkenlerin kritik olduğunu görme imkânı sağlar (Akyol & Ağırkaya, 2022).

Hata Türü ve Etkileri Analizi (Failure Mode and Effects Analysis - FMEA): Bir sistem, ürün veya süreçte meydana gelebilecek olası hata türlerini ve bu hataların olası etkilerini analiz eder. Hata türleri, olasılık, ciddiyet ve tespit edilebilirlik kriterleri açısından puanlanarak önceliklendirilir (Stamatis, 2003).

Karar Ağacı Analizi: Farklı risk senaryolarını görselleştirmeye olanak tanıyan analitik bir yaklaşımdır. Bu yöntem, olası sonuçları ve bu sonuçlara bağlı kararları bir ağaç yapısında göstererek karar vericilere süreç boyunca rehberlik eder (Klevorick, 1969).

Risk Matrisi: Risklerin olasılık ve etkilerini değerlendirmek için kullanılan basit ve görsel bir araçtır. Riskler, olasılık (düşük, orta, yüksek) ve etki (düşük, orta, yüksek)

kategorilerine göre bir matris üzerinde sınıflandırılarak, risk seviyeleri belirlenir (Anthony Cox, 2008).

Senaryo Analizi: Organizasyonların karşılaşılabileceği potansiyel durumları ve bu durumların sonuçlarını analiz eder. Olumlu ve olumsuz senaryolar oluşturarak, bu senaryoların organizasyon üzerindeki etkileri ve uygun yanıt stratejileri değerlendirilir (Rigby & Bilodeau, 2007).

SWOT Analizi: Bir organizasyonun güçlü ve zayıf yönleri ile fırsatlar ve tehditleri çerçevesinde riskleri değerlendiren stratejik bir analiz yöntemidir. Özellikle stratejik risklerin belirlenmesi ve yönetilmesi sürecinde kullanılır (Dyson, 2004).

Risk yönetimi ve analiz yöntemlerinin seçimi, organizasyonun faaliyet alanı, büyüklüğü, risk iştahı, stratejik hedefleri ve çevresel faktörler gibi değişkenlere bağlı olarak farklılık göstermektedir. Etkili bir risk yönetimi, organizasyonların belirsizliklerle başa çıkmalarına ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmalarına katkı sağlamaktadır (ISO, 2018).

1.7.2. Denizcilik Sektöründe Risk Yönetimi ve Analiz Yöntemleri

Deniz taşımacılığı ve operasyonları, çevresel koşullar, teknik arızalar, insan faktörü ve operasyonel karmaşıklıklar nedeniyle yüksek risklerle karşı karşıyadır (Hänninen vd., 2014). Risk yönetimi, bu sektörde emniyet, verimlilik ve sürdürülebilirlik için hayati öneme sahiptir. Gemi kazaları, çevre kirliliği, ekonomik kayıplar ve mürettebatın güvenliği gibi birçok riski kapsayan denizcilik sektöründe, risk yönetimi sistematik, proaktif ve sürekli bir süreç olarak ele alınmalıdır (Stamatis, 2003; Mullai, 2006).

Denizcilik sektöründe risk yönetimi, sektörün doğası gereği oldukça kritik bir konudur. Denizcilik faaliyetleri, gemi operasyonlarından liman yönetimine, taşımacılıktan ticari faaliyetlere kadar geniş bir yelpazeyi kapsar ve bu faaliyetler birçok belirsizlik ve risk unsuru barındırır (Stopford, 2009). Risk yönetimi bu sektörde, gemi, yük, mürettebat, çevre ve ticari çıkarlar üzerindeki olası olumsuz etkileri azaltmak, emniyetli ve verimli operasyonlar gerçekleştirmek amacıyla uygulanır (Manuel, 2017). Risklerin belirlenmesi, değerlendirilmesi ve kontrol edilmesini içeren kapsamlı bir süreci ifade eder. Risk yönetimi, gemi operasyonları sırasında karşılaşılan ani risklerin yanı sıra uzun vadeli planlamada ortaya çıkabilecek olası tehlikeleri içerir (Blaikie vd., 2014).

Risk yönetimi, özellikle denizcilik sektörü gibi yüksek tehlikeler barındıran operasyonel alanlarda, emniyet ve operasyonel verimliliğin sürdürülebilir şekilde

sağlanması açısından hayati bir öneme sahiptir. (Mullai, 2006). OSV operasyonlarında risk yönetimi, mürettebat emniyeti, teknik sistemlerin sağlamlığı, çevresel koşulların getirdiği zorluklar ve operasyonel süreklilik gibi unsurları içeren kapsamlı bir süreçtir. Bu kapsamda risk yönetimi, potansiyel tehlikelerin belirlenmesi, değerlendirilmesi ve kontrol altına alınmasını sağlamak amacıyla sistematik ve proaktif bir yaklaşım içerir. Bu yaklaşımda kullanılan çeşitli risk analiz yöntemleri, risklerin doğru şekilde belirlenmesi ve etkilerinin minimize edilmesinde oldukça önemlidir (Stamatis, 2003; Talley, 2012).

Risk analizi, potansiyel tehlikeleri ve bu tehlikelerin etkilerini belirlemeye yönelik sistematik bir yöntemdir. OSV operasyonları için kullanılmış başlıca risk analiz yöntemleri şunlardır:

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA): Hata Türü ve Etkileri Analizi (Failure Mode and Effects Analysis), olası arıza ve etkilerinin sistematik olarak belirlenmesini sağlar. Arızaların oluşma olasılığı ve etkisi analiz edilerek, bunları önlemeye yönelik stratejiler geliştirilir (Stamatis, 2003). OSV operasyonlarında FMEA, özellikle teknik ekipmanların arızalarının değerlendirilmesinde kullanılır. Örneğin, dinamik pozisyonlama sistemleri veya yük transfer ekipmanlarındaki olası arızalar analiz edilerek önleyici bakım programları oluşturulabilir (Baxter & Ringuest, 2006). FMEA, arızaların erken tespiti ile proaktif bir yaklaşım geliştirilmesine ve mürettebatın karşılaşabileceği risklere karşı eğitilmesine yardımcı olur (Dhillon, 2007).

Tehlike ve Çalışılabilirlik Analizi (HAZOP): Tehlike ve Çalışılabilirlik Analizi (Hazard and Operability Analysis), sistemdeki potansiyel tehlikeleri ve bunların operasyonlar üzerindeki olası etkilerini belirlemek için kullanılır. HAZOP, sistemin normal çalışma koşullarından sapmalarını inceleyerek bu sapmaların yaratabileceği tehlikeleri değerlendirir (Crawley & Tyler, 2015). OSV operasyonlarında HAZOP, özellikle yük transferi, bakım ve onarım faaliyetleri gibi süreçlerin emniyet analizinde kullanılır. Örneğin, kötü hava koşullarında yapılacak yük transferinin yol açabileceği riskler HAZOP ile analiz edilebilir. HAZOP, operasyonel süreçlerde meydana gelebilecek sapmaları belirleyerek, bu sapmalara karşı alınması gereken önlemlerin tespit edilmesini sağlar (Kletz, 2018).

Görev Tehlike Analizi (JHA): Görev Tehlike Analizi (Job Hazard Analysis), belirli bir görevin adım adım incelenerek bu süreçte ortaya çıkabilecek tehlikelerin tanımlanması ve bunların kontrol edilmesi için önlemlerin belirlenmesi yöntemidir (Manuele, 2014). OSV operasyonlarında JHA, özellikle mürettebatın yüksek riskli operasyonel görevlerinde, örneğin yükleme/boşaltma işlemleri, bakım ve onarım faaliyetlerinde kullanılır. JHA,

mürettebatın karşılaşılabileceği tehlikeleri belirlemeye ve emniyet tedbirlerinin geliştirilmesine yardımcı olur. Bu, operasyonel prosedürlerde iyileştirmelerin yapılması için önemli bir çerçeve sunar (Geller, 2016).

Olursa Ne Olur Analizi (What-If Analysis): Olursa Ne Olur Analizi, olası tehlikeli durumları belirlemek ve bunların etkilerini tahmin etmek amacıyla kullanılan bir senaryo analiz yöntemidir. Bu analizde "Eğer şu olay gerçekleşirse ne olur?" sorusunun yanıtı aranarak olası riskler değerlendirilir (Pherson & Heuer, 2019). OSV operasyonlarında, kötü hava koşullarında yük transferi veya mürettebatın acil tahliyesi gibi durumların etkisi bu analiz ile değerlendirilebilir. Bu yöntem, beklenmeyen olaylara karşı hazırlıklı olmayı ve mevcut prosedürlerde iyileştirmeler yapmayı mümkün kılar (Rizzi, 2018).

1.7.3. İnsan Faktörleri ve Kazaların İrdelenmesi

Denizcilik sektöründeki kazaların büyük bir kısmı, doğrudan veya dolaylı olarak insan faktörlerinden kaynaklanmaktadır. Bu faktörler, gemi mürettebatının karar alma süreçlerinden, ekipman kullanımına kadar geniş bir yelpazede etkili olabilir. Denizcilik sektöründeki operasyonların karmaşıklığı ve dinamik yapısı, insan faktörlerinin önemini artırmakta ve bu unsurların deniz kazalarının temel nedenlerinin incelenmesinde kritik bir rol oynamasını sağlamaktadır (Grech vd., 2019). Bu kapsamda, insan faktörlerinin detaylı bir şekilde irdelenmesi, kazaların önlenmesi ve denizcilik operasyonlarının emniyetinin artırılması için hayati önem taşımaktadır (Reason, 1990; Hetherington vd., 2006).

İnsan faktöründen kaynaklı eksiklikleri şu şekilde sıralayabiliriz;

Eğitim ve Deneyim Eksikliği: Mürettebatın bilgi eksikliği, yetersiz eğitimi ve denizcilik deneyiminin sınırlı olması, operasyonel hatalara ve yanlış müdahalelere yol açabilmektedir. IMO tarafından belirlenen standartlar kapsamında, mürettebatın düzenli eğitim alması ve çeşitli risk senaryolarına karşı hazırlıklı olması gerekmektedir (IMO, 2019). Ancak, eğitim programlarının kalitesi, süresi ve mürettebatın bu eğitimlere erişimi, denizcilik operasyonlarının güvenliğinde belirleyici faktörlerdir (Lu vd., 2016). Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, eğitim ve deneyim eksikliği, denizcilik kazalarının önemli nedenlerinden biri olarak öne çıkmaktadır (Batalden & Sydnese, 2014).

İletişim ve Ekip Çalışması: Gemi mürettebatı arasında etkin iletişim ve koordinasyon, denizcilik operasyonlarının başarısı ve güvenliği için zorunludur. Uluslararası sularda görev yapan gemilerde, mürettebatın farklı kültürel geçmişlere sahip olması, dil bariyerleri ve

yanlış anlaşılmalara gibi sorunlar, iletişim eksikliğine ve koordinasyon problemlerine yol açabilir (Hetherington vd., 2006). Bu tür problemler, özellikle acil durumlarda hızlı ve doğru kararların alınmasını zorlaştırabilir (Schager, 2008). İletişim eksikliğinden kaynaklanan kazalar, mürettebatın ekip çalışması konusundaki eksikliklerini ve iletişimin denizcilik operasyonları üzerindeki kritik etkisini ortaya koymaktadır (Grech vd., 2019).

Yorgunluk ve Stres: Denizcilik sektörü, uzun çalışma saatleri, zorlu deniz koşulları, kısıtlı dinlenme imkanları ve gemide kapalı bir ortamda yaşam gibi zorluklarla doludur. Bu durum, mürettebatın yorgunluk ve stres gibi psikolojik sorunlarla karşılaşmasına neden olur. Yorgunluk, mürettebatın dikkat seviyesini düşürmekte ve hata yapma olasılığını artırmaktadır (Smith vd., 2006). Deniz kazalarının önemli bir kısmı, mürettebatın yorgunluk nedeniyle dikkat eksikliği yaşaması sonucu meydana gelmektedir (Barnett vd., 2006). IMO, denizcilikte yorgunluğun azaltılmasına yönelik düzenlemeler getirerek, mürettebatın çalışma saatlerinin kontrol altına alınmasını ve dinlenme sürelerinin etkin bir şekilde uygulanmasını hedeflemektedir (UNFPA, 2023).

Hatalı Karar Verme: Denizcilikte, özellikle gemi kaptanları ve mürettebat, ani ve kritik durumlarda karar vermek zorundadır. Hatalı kararlar, genellikle bilgi eksikliği, deneyimsizlik, aşırı güven ve risk değerlendirmede başarısızlık gibi faktörlerden kaynaklanır (Reason, 1990). Karar verme sürecinde meydana gelen hatalar, özellikle kötü hava koşullarında, yoğun deniz trafiğinde veya acil durumlarda ciddi kazalara neden olabilir. Bu nedenle, mürettebatın karar verme süreçlerinin güçlendirilmesi, düzenli eğitimlerle desteklenmesi ve kritik durumlarda doğru müdahale becerisinin geliştirilmesi, kazaların önlenmesinde önemli bir rol oynar (Lu vd., 2016).

Teknoloji Kullanımı ve Otonom Sistemler: Modern denizcilik operasyonlarında kullanılan ileri navigasyon ve kontrol sistemleri, gemilerin operasyonel güvenliğini artırmayı hedefler. Ancak, teknolojik sistemlerin hatalı kullanımı ya da bu sistemlere aşırı güven, yeni risklerin ortaya çıkmasına neden olabilir (Barnett vd., 2006). İnsan ve teknoloji etkileşimi, özellikle deniz kazalarının incelenmesinde önemli bir faktör olarak ele alınmalıdır. Mürettebatın bu sistemleri etkin bir şekilde kullanabilmesi, yalnızca teknolojik altyapının yeterliliğine değil, aynı zamanda mürettebatın bu teknolojilere yönelik bilgi ve becerisine de bağlıdır (Grech vd., 2019).

Denizcilik kazalarının detaylı bir şekilde incelenmesi, insan faktörlerinin ve operasyonel eksikliklerin anlaşılması açısından kritik bir süreçtir. Kaza incelemeleri,

kazaların nedenlerinin belirlenmesi ve gelecekte benzer olayların önlenmesi için önemli bilgiler sunar (Baysari vd., 2008).

Kaza Soruşturması: Kaza soruşturmaları, kazanın meydana geldiği koşulların ve olayların derinlemesine incelenmesini içerir. Bu süreçte, kaza öncesindeki gemi operasyonları, mürettebatın davranışları, ekipmanların durumu, çevresel faktörler ve iletişim süreçleri analiz edilir. Kaza soruşturmalarının amacı, sadece kazanın nedenlerini tespit etmek değil, aynı zamanda gelecekte benzer kazaların önlenmesi için dersler çıkarmaktır (Håvold, 2010).

Hata Analizi: İnsan faktörlerinin kazalarda oynadığı rolü anlamak için, mürettebatın karar alma süreçleri, bilgi eksikliği, deneyim seviyesi, yorgunluk durumu ve iletişim problemleri gibi unsurlar detaylı olarak analiz edilir (Reason, 1990). Bu analizde, Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) ve İnsan Hata Analizi gibi yöntemler, insan hatalarının ve bunların olası sonuçlarının anlaşılmasına yardımcı olur (Schager, 2008).

Kök Neden Analizi: Kaza incelemesinde kök nedenlerin belirlenmesi, yüzeysel incelemenin ötesine geçerek, kazaya yol açan temel faktörlerin tespit edilmesini içerir. Bu analiz, insan hatalarının yanı sıra, gemi tasarımındaki eksiklikler, bakım prosedürlerindeki yetersizlikler, işletme politikaları ve denizcilik sektöründeki düzenlemelerin yetersizliği gibi faktörleri de kapsar (Baysari vd., 2008). Kök nedenlerin tespit edilmesi, gelecekte benzer kazaların önlenmesi için alınacak önlemlerin geliştirilmesinde kritik bir rol oynar (Batalden & Sydnese, 2014).

Öğrenme ve Önleyici Tedbirler: Kazaların incelenmesinden elde edilen bulgular, denizcilik operasyonlarının emniyetinin artırılması ve kazaların önlenmesi için kullanılmalıdır (Manuel, 2017). Bu kapsamda, mürettebatın eğitim programları, emniyetli yönetim uygulamaları ve operasyonel prosedürler, kaza incelemelerinin sonuçlarına göre revize edilmelidir (Lu vd., 2016). Ayrıca, uluslararası denizcilik standartlarının bu bulgular ışığında güncellenmesi, sektörde risklerin daha etkin bir şekilde yönetilmesine katkı sağlar (Grech vd., 2019).

İnsan faktörleri, denizcilik sektöründe risk yönetimi uygulamalarında kritik bir rol oynamaktadır. Etkili bir risk yönetimi, insan hatalarını azaltmaya yönelik stratejileri içermelidir. Bu kapsamda, mürettebatın eğitimi, iletişim becerilerinin geliştirilmesi, stres ve yorgunluğun yönetimi, teknolojik sistemlerin doğru kullanılması ve emniyet kültürünün oluşturulması, kazaların önlenmesine yönelik önemli adımlardır (Lu vd., 2016). İnsan

faktörlerine dayalı risklerin anlaşılması ve yönetimi, denizcilik sektörünün sürdürülebilirliği ve güvenli operasyonları açısından elzemdir (Manuel, 2017).

Kazaların kök nedenlerinin ve insan faktörlerinin detaylı bir şekilde irdelenmesi, denizcilik sektöründe risk azaltma stratejilerinin ve emniyetli yönetim uygulamalarının geliştirilmesi için gerekli olan temel bilgi kaynağını oluşturur. Bu nedenle, insan hatalarının minimize edilmesi ve sektörde emniyet kültürünün yerleştirilmesi, denizcilik operasyonlarının başarısı ve güvenliği için esastır.

Son yıllarda, araştırmacılar insan hatası analizi yöntemlerini nükleer enerji, denizcilik, hava taşımacılığı, madencilik ve kimya gibi çeşitli sektörlerde uygulamaktadır. Denizcilik mesleği, içerdiği riskler ve tehlikeler nedeniyle diğer meslek gruplarına kıyasla daha yüksek kaza riski taşımaktadır. Özellikle denizde meydana gelen kazalarda, insan faktörünün etkisi oldukça yüksek olmaktadır.

İnsan hatası analizi yöntemlerinden HEART (Human Error Assessment and Reduction Technique), basit ve anlaşılır olmasına rağmen analistin yorumuna bağlı kaldığından daha öznel kabul edilir (Williams, 1986). THERP (Technique for Human Error Rate Prediction), olay ağaçları ile hataların sistem üzerindeki etkilerini analiz eden en yaygın yöntemlerden biridir; ancak, performans şekillendirici faktörlerin (PSF) ve senaryo etkilerinin modellenmesi konusunda sınırlamalara sahiptir (Swain, 1983). SLIM (Success Likelihood Index Method), uzman görüşüne dayalı olarak insan hatası olasılığını tahmin eder ve esnekliği nedeniyle çeşitli endüstrilerde yaygın şekilde kullanılır (Gertman & Blackman, 1993). ATHEANA (A Technique for Human Event Analysis), özellikle nükleer endüstri için geliştirilmiş olup, insan hatalarının temel nedenlerini belirlemeye odaklanır (Cooper vd., 1996). CREAM (Cognitive Reliability and Error Analysis Method), insan hatasının bilişsel kökenlerine odaklanarak performans şekillendirici faktörleri analiz eder ve karmaşık ortamlarda etkili sonuçlar sunar (Hollnagel, 1998). BN (Bayesian Networks), olasılıksal analiz ve istatistiksel modellemeyle faktörler arasındaki ilişkileri değerlendirerek belirsizlikleri ve karmaşık sistemleri analiz eder (Fenton & Neil, 2007).

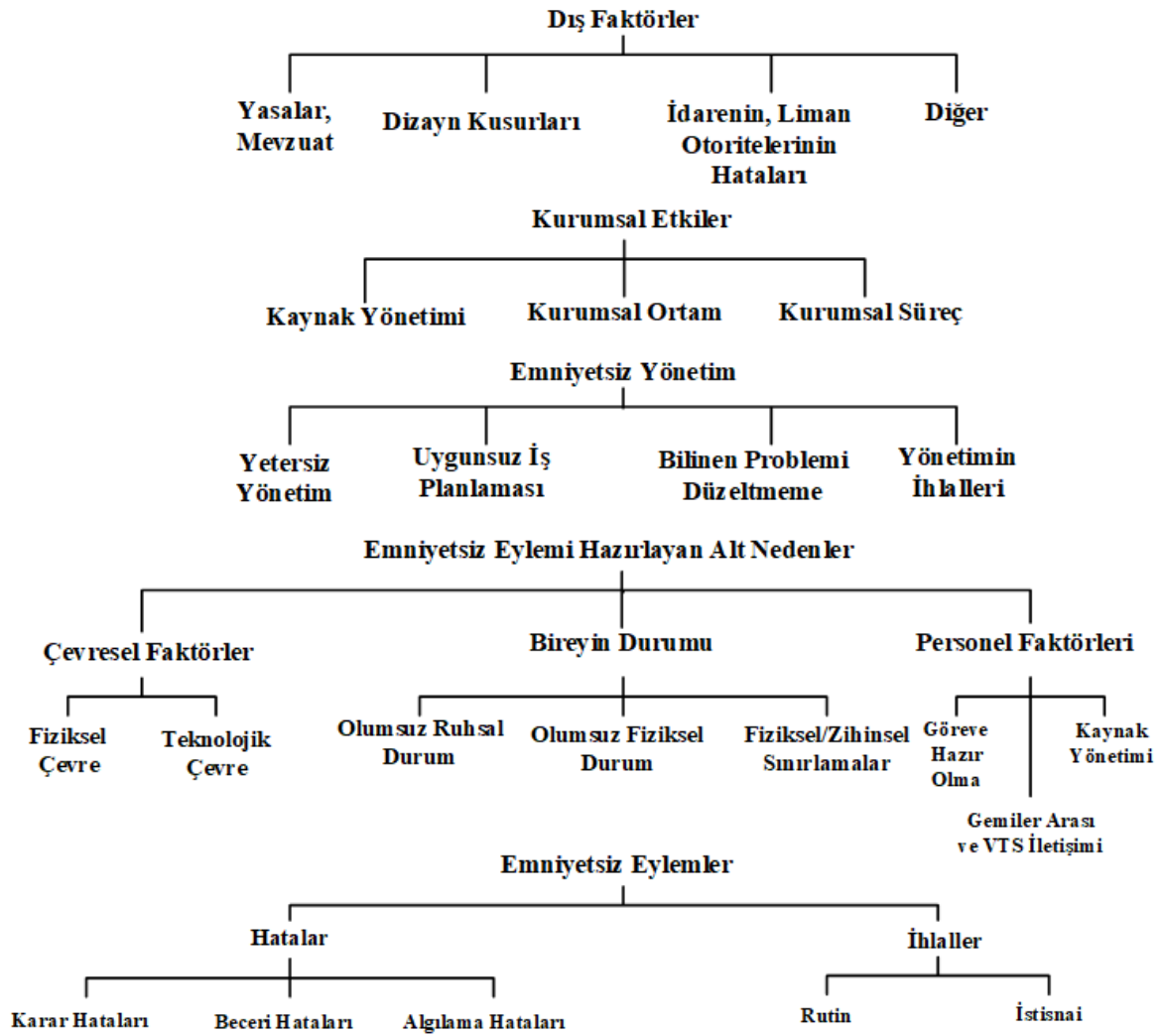
1.8. İnsan Faktörü Analiz ve Sınıflandırma Sistemi (HFACS)

Çalışmanın bu bölümünde HFACS metodolojisi incelenmiştir. HFACS'ın kaza analizi kapsamında kullanımı, sağlayacağı avantajlar ve dezavantajlar sunulmuştur.

İnsan Faktörleri Analizi ve Sınıflandırma Sistemi (HFACS), Reason'ın İsviçre Peyniri Modeli ile kazalarda insan faktörünü ele alan sistem yaklaşımı temel alınarak geliştirilmiştir (Reason, 1990; Wiegmann ve Shappell, 1997). HFACS yapısı, İsviçre Peyniri Modeli'nde tanımlanan ana seviyelere ek olarak, bu seviyelerin alt başlıklarını da içerecek şekilde detaylandırılmıştır. Bu sayede, insan hatalarının sistematik biçimde sınıflandırılması mümkün hâle gelmiştir. Shappell ve Wiegmann tarafından geliştirilen bu yöntem, özellikle havacılık kazalarında insan faktörlerinin belirlenmesi ve doğru şekilde sınıflandırılması amacıyla oluşturulmuştur (Wiegmann ve Shappell, 1997; Olsen, 2011; Zhan vd., 2017).

HFACS, hiyerarşik bir yapıya sahip olup, özgün çerçevesi dört temel seviyeden oluşmaktadır: Emniyetsiz Eylemler, Emniyetsiz Eylemleri Hazırlayan Alt Nedenler, Emniyetsiz Yönetim ve Kurumsal Etkiler (Shappell, 2001). Bu doğrultuda, mevcut çalışmada da deniz kazalarına ilişkin literatürde yer alan önceki araştırmalarda olduğu gibi (Hinrichs vd., 2011; Chauvin vd., 2013; Chen vd., 2013), özgün HFACS çerçevesinin belirli bölümleri denizcilik sektörüne uyarlanarak revize edilmiştir. HFACS'ın ana kategorilerine dış faktörlerin eklenmesi ilk olarak Reinach ve Viale (2006) tarafından demiryolu endüstrisindeki kazalara yönelik olarak gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada ise söz konusu kategori; yasalar ve mevzuatla ilgili eksiklikler, idare veya liman otoritelerinin hataları, tasarım kusurları ve diğer sistem kaynaklı hataları içerecek şekilde genişletilmiştir. Ayrıca, personel faktörleri kategorisinde yapılan düzenlemelerle gemiler arası ve gemi trafik hizmetleri (VTS) ile iletişim, köprüüstü kaynak yönetimi ve göreve hazır olma gibi alt başlıklar tanımlanmıştır. Reinach ve Viale (2006), Chauvin vd. (2013) ve Chen vd. (2013) tarafından geliştirilen yaklaşımlar temel alınarak deniz kazalarına özgü olarak uyarlanan HFACS çerçevesi (Yıldırım vd., 2019) Şekil 1'de sunulmaktadır.

HFACS, farklı sektörlerde gerçekleştirilen çok sayıda çalışmada kullanılarak, güvenilir ve uygulanabilir bir insan faktörü analiz sistemi olduğunu ortaya koymuştur (Shappell ve Wiegmann, 1997; Reinach ve Viale, 2006; Tvaryanas ve Thompson, 2008; Olsen ve Shorrock, 2010; Chen ve Chou, 2012; Chen vd., 2013). HFACS'ı diğer kaza nedensellik modellerinden ayıran en belirgin özelliklerden biri, kaza oluşumuna yol açan karmaşık sistemlerde yönetimsel ve organizasyonel faktörlerin etkisini açıklıkla ortaya koyabilmesidir (Zhan vd., 2017).



Şekil 1. HFACS deniz kazaları çerçevesi (Yıldırım vd., 2019)

HFACS yapısının en önemli avantajlarından biri, kazalarda insan hatasına ilişkin faktörleri doğrudan odaklanarak tespit etmeye ve bu faktörler arasındaki ilişkileri sistematik biçimde ortaya koymaya olanak tanımasıdır (Chen ve Chou, 2012; Chauvin vd., 2013; Akhtar ve Utne, 2014). Literatürde yer alan kaza analiz modellerinin büyük bir kısmında, kaza nedenleri arasındaki ilişkilerin kurulması ve modeldeki sayısal verilerin belirlenmesi çoğunlukla uzman görüşlerine dayanmaktadır (Arslan ve Turan, 2009). Ancak aynı veriler, farklı araştırmacılar tarafından farklı uzman gruplarıyla analiz edildiğinde, farklı sonuçların ortaya çıkması mümkündür. Bu nedenle, analiz sürecinde yer alan uzmanların incelemeye konu olan kazalar hakkında alan bilgisine sahip olmaları, özellikle geçmiş verilere erişimin sınırlı olduğu durumlarda, kaza araştırmalarının doğruluğu açısından kritik bir önem taşımaktadır (Akhtar ve Utne, 2014; Zhan vd., 2017; Yıldırım vd., 2017). HFACS'ın kaza

nedenleri ve nedensel faktörlerinin sınıflandırılmasında uzman görüşüne gerek duymaması da sağladığı önemli bir avantajdır. Böylelikle sadece HFACS yapısı kullanılarak kazaların ve olayların kalitatif olarak değerlendirilmesi mümkün olmaktadır.

1.8.1. HFACS Yapısının İçeriği

HFACS, insan hatalarını beş ana kategori altında sınıflandırarak kazaların altında yatan sebepleri analiz etmeyi amaçlar. Operasyonel hatalardan yönetsel eksikliklere kadar geniş bir yelpazede risk faktörlerini değerlendirerek, emniyet iyileştirmeleri için kapsamlı bir yaklaşım sunmaktadır (Wiegmann & Shappell, 1997).

i) Dış faktörler: Dış faktörler; yasalar ve mevzuat boşlukları, idare veya liman otoritelerinin hataları, dizayn kusurları ve diğer olmak üzere dört alt kategoriye ayrılmaktadır. Yasalar ve mevzuattaki boşluklar, denizcilik endüstrisi ile ilgili otoriteler açısından yol gösterici nitelik taşıyan mevcut düzenlemelerdeki eksiklikleri ifade etmektedir (Reinach & Viale, 2006; Chen vd., 2013). Uluslararası Emniyetli Yönetim (ISM) Kodu ve Denizde Çatışmayı Önleme Kuralları gibi uluslararası düzenlemeler, denizcilik sektöründe güvenliği artırmaya yönelik önemli kılavuzlar olarak değerlendirilmektedir (Chauvin vd., 2013). İdarenin veya liman otoritelerinin hataları, yetkili otoritelerin mevcut mevzuat ve kuralları uygulamada yetersiz kalması veya bu görevlerini yerine getirirken ihmalde bulunması durumlarını kapsamaktadır (Chen vd., 2013). Bu tür eksiklikler, denetim ve kontrol mekanizmalarının etkin bir şekilde işletilmemesi sonucu ortaya çıkmakta olup, deniz kazalarının önlenmesinde kritik bir zafiyet oluşturmaktadır. Dizayn kusurları, köprüüstü ekipleri veya gemi trafik hizmetleri tarafından kullanılan ekipman, malzeme ya da gemi tasarımındaki ergonomik ve operasyonel hataları kapsamaktadır. Bu tür tasarım eksiklikleri, gemi operasyonlarının verimliliğini azaltmakta ve kullanıcı hatalarına zemin hazırlayarak deniz kazalarına katkıda bulunmaktadır. Ekipmanların işlevselliğinde yaşanan sorunlar, operasyonel süreçlerde güvenlik açıkları yaratmakta ve etkin müdahaleyi zorlaştırmaktadır. Diğer kategorisi, kaza raporlarında belirtilen ancak yukarıda sıralanan kategorilere tam olarak uymayan dış faktörleri içermektedir. Örneğin, tersanelerde gerçekleştirilen hatalı montaj işlemleri veya belirli bir bölgede römorkör bulunmaması gibi unsurlar bu kategori kapsamında değerlendirilmektedir.

ii) Emniyetsiz eylemler: Emniyetsiz eylemler birey veya operatör (zabit, kaptan veya kılavuz kaptan) tarafından yapılan ve doğrudan kazaya neden olan eylemlerdir. Emniyetsiz eylemler hatalar ve ihlaller şeklinde ikiye ayrılır.

Hatalar, kasıtsız olarak gerçekleştirilen eylemler olarak tanımlanmaktadır (Maternová vd., 2023). Bu hatalar; beceri, karar ve algı temelli olmak üzere üç alt başlık altında sınıflandırılmaktadır. Beceri hataları, bireyin bilgi ve deneyim eksikliğine bağlı olarak bilinçsiz biçimde gerçekleştirdiği hataları kapsamaktadır. Bu tür hatalarda bilinç düzeyi oldukça düşük ya da tamamen yoktur. Örneğin, dar bir kanalda seyir hâlindeyken gemide bulunan ECDIS cihazının rotadan sapma özelliğinin kullanılmaması veya uygun şekilde ayarlanmaması, beceri hatası kapsamında değerlendirilebilecek bir kaza faktörüdür. Karar hataları, bir amaca ulaşmak üzere bilinçli olarak yapılan seçimlerin ve atılan adımların hatalı olması sonucunda ortaya çıkan yanlışlardır (Ergai vd., 2016). Uygun olmayan rota seçimi ya da manevra sırasında zamanında müdahalede bulunulmaması gibi emniyetsiz eylemler, karar hatası kapsamında değerlendirilmektedir. Algı hataları ise görsel, işitsel, bilişsel ya da dikkat temelli sorunlara bağlı olarak yanlış algılama sonucunda meydana gelen hatalardır. Bu tür hatalar genellikle çevresel koşulların kısıtlı olduğu, duyuşal girdilerin azaldığı ya da bozulduğu ortamlarda ortaya çıkmaktadır. Buradaki hata, azalmış girdinin kullanılması değil, alınan girdinin yanlış şekilde yorumlanmasıdır. Algı hatalarına en iyi örneklerden biri, çatma ya da çatışma kazalarında, gemi personelinin diğer gemiyi hiç fark etmemesi ya da çok geç fark etmesidir (Shappell & Wiegmann, 2000).

İhlaller; kural ve yönetmeliklerin kasıtlı olarak göz ardı edildiği davranışlardır (Maternová vd., 2023). İhlaller kural / prosedür ve suistimal bazlı olmak üzere iki alt başlığa ayrılmıştır. Kural ihlalleri, IMO bayrak devletler veya yetkili makamlarca yayınlanan yasal düzenlemelerin kasıtlı ihmali veya uygulanmaması ile ilgili faktörlerdir. Ticari bir geminin trafik ayırım düzeninin yanlış yönünde seyretmesi buna bir örnek olarak verilebilir (Chauvin vd., 2013). Suistimaller ise bilerek ve isteyerek gerçekleştirilen kasıtlı ihlaller olup, pozisyon, güç veya otoritenin uygunsuz kullanımı şeklinde tanımlanabilir. Kaza araştırmalarını engellemek amacıyla VDR kayıtlarının silinmesi suistimal bazlı ihlallere örnek teşkil etmektedir

iii) Emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler: Emniyetsiz eylemleri hazırlayan alt nedenler, üç ana kategori altında sınıflandırılmaktadır. Bu nedenler; çevresel faktörler (fiziksel çevre, teknolojik çevre), bireyin durumu (olumsuz ruhsal durum, olumsuz fiziksel durum, fiziksel veya zihinsel kısıtlamalar) ve personel faktörleri (gemiler arası ve VTS

iletişimi, kaynak yönetimi ve göreve hazır olma) olarak ele alınmaktadır. Fiziksel çevre, vibrasyon, sıcaklık, meteorolojik koşullar, görüş mesafesi, kanal veya bankın hidrodinamik etkileri, akıntı, rüzgâr ve deniz durumu gibi çevresel etmenleri kapsamaktadır.

Teknolojik çevre ise kontrol listeleri, otomasyon, köprüüstü tasarımı, köprüüstü cihazlarının durumu veya bu cihazların kullanımındaki hatalar ile ilişkilidir. Bireyin ruhsal durumu, performansı olumsuz etkileyen zihinsel faktörleri içermektedir. Bunlar arasında durumsal farkındalık kaybı, zihinsel yorgunluk, dikkat eksikliği, günlük ritim döngüsündeki bozukluklar, kayıtsızlık ve hatalı güdülenme yer almaktadır. Olumsuz fiziksel durum ise performansı doğrudan etkileyen fizyolojik, farmakolojik ve tıbbi anormallikleri içermektedir. Fiziksel ve zihinsel sınırlamalar; bireylerin emniyetli bir şekilde görevlerini yerine getirmesi için gerekli bilgi, beceri veya zaman eksikliklerini ifade etmektedir (Patterson ve Shappel, 2010; Chauvin vd., 2013). Gemiler arası ve VTS iletişimi, gemiler arasında veya gemiler ile VTS arasındaki iletişim hatalarının kazalara neden olabileceğini ortaya koymaktadır. Kaza raporları, iki geminin iletişim kurarak niyetlerini belirtmesine ve mutabakata varmasına rağmen, yine de çatışmaların gerçekleşebildiğini göstermektedir. Perrow (1999) tarafından yapılan çalışmalarda, gemiler arasındaki koordinasyon eksikliğinin en önemli kaza nedenlerinden biri olduğu belirtilmiştir. Koordinasyon eksikliği, çatışma kazalarındaki yetersiz iletişimin bir sonucu olup, gemiler arası iletişimin önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, yoğun gemi trafiğinin olduğu ve kaza riskinin yüksek bulunduğu bölgelerde faaliyet gösteren VTS'ler, trafik kontrol ve koordinasyon görevlerini yerine getirmektedir. Ancak, VTS tarafından sağlanan iletişimdeki eksiklikler kaza raporlarında önemli bir neden olarak belirlenmiştir. Köprüüstü kaynak yönetimi, geminin seferini emniyetli bir şekilde tamamlayabilmesi için mevcut tüm insan, materyal ve teknik kaynakların en verimli biçimde yönetilmesi ve kullanılmasını kapsamaktadır. Köprüüstü ekibinin değişen koşullara karşı önceden hazırlıklı olmasını sağlamak ve doğru tepkiler vermesini desteklemek, deniz kazalarını önleme açısından kritik bir unsurdur. Köprüüstü kaynakları; sefer planı, haritalar, elektronik cihazlar, yayınlar, dahili ve harici haberleşme ekipmanları ile kaptan, kılavuz kaptan, vardiya zabiti, dümenci ve gözcü gibi personeli içermektedir. Ayrıca, köprüüstü kaynak yönetimi, ekip içi iletişim, koordinasyon ve takım çalışmasını da kapsamaktadır. Göreve hazır olma faktörü, bireylerin görevlerini emniyetle yerine getirebilecek fiziksel ve zihinsel uygunluğa sahip olmalarını gerektirmektedir. Bu bağlamda, görev sırasında bireyin fiziksel veya zihinsel olarak hazır olmamasına neden olan hatalar, bu kategori altında değerlendirilmiştir. Örnek olarak, yetersiz uyku, dinlenme

sürelerinde aşırı fiziksel efor sarf etme ve ilaç kullanımı gibi etkenler gösterilebilir (Patterson, 2009; Chauvin vd., 2013).

iv) Emniyetsiz yönetim: Yetersiz yönetim, uygunsuz iş planlaması, bilinen problemlerin düzeltilmemesi ve yönetim ihlalleri olmak üzere dört alt kategoriye ayrılmaktadır. Yetersiz yönetim, yöneticilerin rolünün, organizasyonun başarısını sağlamak için rehberlik, eğitim fırsatları, liderlik, motivasyon sağlamak ve örnek alınabilecek uygun bir rol modeli oluşturmak olduğu prensibine dayanmaktadır. Ancak, yönetimin her kademesinde bu gerekliliklerin her zaman yerine getirilmediği görülmektedir. Yönetim eksiklikleri, çalışanların performansını ve emniyet standartlarını doğrudan etkileyerek operasyonel riskleri artırabilmektedir. Uygunsuz iş planlaması, rutin operasyonlarda kabul edilemez bir durum olup, yalnızca acil durumlar söz konusu olduğunda istisnai olarak değerlendirilebilir. İş planlaması, vardiya süresi, personel sayısı/donatımı ve operasyonel süreçlerin yönetimi gibi unsurları içermektedir. Yönetimin, çalışanları kabul edilemez risk seviyelerinde çalıştırması, emniyet standartlarına aykırıdır. Örneğin, yönetimin onayıyla çalışanlara ekstra vardiyalar eklenmesi, köprüüstünde gözcü görevlendirilmemesi veya gözcü ve vardiya zabıtlarının kendi görevleri dışında başka işlerle meşgul edilmesi gibi durumlar, operasyonel emniyeti tehlikeye atabilmektedir. Bilinen problemlerin düzeltilmemesi, bireysel yetersizlikler, donanım eksiklikleri, eğitim yetersizlikleri veya yöneticiler tarafından bilinen diğer operasyonel eksiklikler gibi kabul edilemez durumların tespit edilmesine rağmen, bunların giderilmesi için gerekli önlemlerin alınmaması durumunu ifade etmektedir. Düzeltici önlemler genellikle otoriteye bırakılmakta olup, otorite figürleri veya denetim mekanizmaları mevcut olmadığında, bu tür eksikliklerin daha belirgin hale geldiği gözlemlenmektedir. Yönetim ihlalleri, mevcut kuralların, yönetmeliklerin, talimatların veya standart operasyon prosedürlerinin yöneticiler tarafından kasıtlı olarak ihlal edilmesi durumunu kapsamaktadır. Bu tür ihlaller nadiren görülmekle birlikte, etkileri organizasyonun geneline yayılarak ciddi emniyet zafiyetlerine yol açabilmektedir.

v) Kurumsal etkiler: Üst yönetim tarafından alınan kararların doğrudan veya dolaylı olarak denetim süreçlerini, operasyonel gereklilikleri ve operatörlerin faaliyetlerini etkileyerek kazalara sebebiyet verebilecek faktörleri kapsayan seviyedir. Bu faktörler kaynak yönetimi, kurumsal ortam ve kurumsal süreç olmak üzere üç alt kategoriye ayrılmaktadır (Wiegmann & Shappell, 1997). Kaynak yönetimi, organizasyonun sahip olduğu kaynakların yönetimi, tahsisi ve bakım süreçlerini kapsamaktadır. Bu bağlamda, insan kaynağı yönetimi kritik bir unsur olarak değerlendirilmekte olup, operatör desteği,

bakım ve idari personelin yönetimi gibi süreçleri içermektedir. Özellikle insan kaynağına yönelik stratejik kararlar, operasyonların emniyeti açısından önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, personel seçimi, eğitimi ve atama süreçleri, operasyonel güvenliği doğrudan etkileyen temel faktörler arasında yer almaktadır. Kurumsal ortam, gemi personelinin performansını etkileyen organizasyonel yapı, politika ve kurumsal kültürdeki eksiklikler ile uygunsuzlukların değerlendirildiği bir alt kategoridir. Yönetim politikalarının çalışanların güvenliği üzerindeki etkilerinin analiz edilmesi ve kurumsal sistemde mevcut olabilecek eksikliklerin belirlenmesi bu kategori kapsamında ele alınmaktadır. Kurumsal süreç, bir kurumun resmi işleyiş yapısını ifade etmekte olup, yönetsel eksiklikleri, emniyetle ilgili yasal düzenlemelerdeki yetersizlikleri ve iş süreçlerinde emniyet açısından risk teşkil edebilecek unsurları içermektedir. Özellikle çalışma ve dinlenme saatlerinin düzenlenmesi, çalışan motivasyonu ve organizasyon içi denetim mekanizmaları bu kategori kapsamında değerlendirilmekte olup, emniyet yönetimi açısından kritik bir yere sahiptir. Ayrıca, risk analizi ve risk yönetimi gibi değerlendirme süreçlerinin etkinliği de bu bağlamda incelenmektedir (Wiegmann & Shappell, 1997).

1.8.2. HFACS'ın OSV Operasyonlarında Kullanımı

İnsan Faktörleri Analiz ve Sınıflandırma Sistemi (HFACS), insan hatalarını analiz ederek kazaların kök nedenlerini belirlemeye yönelik kapsamlı bir modeldir (Wiegmann & Shappell, 2017). OSV operasyonları gibi karmaşık ve yüksek riskli denizcilik faaliyetlerinde insan faktörleri kritik bir rol oynamaktadır (Grech vd., 2019). OSV operasyonlarında HFACS'ın uygulanması, emniyeti artırmak, hataları önlemek ve emniyet kültürünü güçlendirmek için oldukça etkili bir araçtır. Bu kapsamda, HFACS'ın OSV operasyonlarına sağlayacağı katkılar aşağıda ele alınmıştır. OSV operasyonlarında meydana gelen kazalar genellikle karmaşık neden-sonuç ilişkilerine dayanır (Barnett vd., 2006). HFACS, kazaların kök nedenlerini dört ana seviyede ele alarak derinlemesine bir analiz sunar. Bu analiz, kazaların sadece yüzeydeki hatalarla değil, daha derin nedenlerle açıklanmasına olanak tanır.

Detaylı İnsan Hatası Analizi: HFACS, insan hatalarını dört farklı düzeyde (düzensiz davranışlar, ön şartlar, denetim hataları, organizasyonel etkenler) sınıflandırarak, her bir hatanın ardındaki temel nedenleri daha açık bir şekilde görmeyi sağlar (Wiegmann & Shappell, 2017). OSV operasyonlarında bu analiz, yüzeyde görülen hataların ötesinde,

hataların oluşmasına neden olan organizasyonel ve operasyonel etkenleri incelemeye olanak tanır.

Önleyici Stratejilerin Geliştirilmesi: HFACS, kazaların kökenine inerek benzer hataların gelecekte nasıl önlenebileceği konusunda rehberlik eder (Reason, 2000). Örneğin, bir OSV kazasının yüzeyde teknik bir hatadan kaynaklandığı düşünülse bile, HFACS kullanılarak bu hatanın yönetsel ihmaller, eksik eğitim veya yetersiz denetim gibi daha derin nedenlerden kaynaklandığı ortaya çıkarılabilir. Bu analiz, önleyici stratejilerin kapsamlı ve etkili bir şekilde geliştirilmesine katkı sağlar. Emniyet kültürü, bir organizasyonun kaza önleme konusundaki tutumlarını, davranışlarını ve önceliklerini belirler (Cooper, 2000). HFACS, OSV operasyonlarında emniyet kültürünün analiz edilmesine ve geliştirilmesine yönelik önemli katkılar sağlar.

Organizasyonel Faktörlerin Analizi: HFACS, kazaların kök nedenlerini analiz ederken organizasyonel faktörlerin rolünü vurgular. Emniyet kültürünün zayıf olduğu bir organizasyonda, mürettebatın risk alma eğilimi artabilir ve emniyet protokollerine uymama davranışları görülebilir (Barnett vd., 2006). HFACS, bu tür organizasyonel eksiklikleri belirleyerek, emniyet kültürünün geliştirilmesi gereken alanları açığa çıkarır.

Sürdürülebilir Emniyet İyileştirmeleri: Emniyet kültürü, sadece bireylerin davranışlarıyla değil, organizasyonel yapıların ve liderliğin güvenliğe verdiği önemle de şekillenir (Cooper, 2000). HFACS, bu unsurları analiz ederek, OSV operasyonlarında sürdürülebilir emniyet iyileştirmeleri için bir temel sunar. Üst düzey yönetimin emniyet politikalarına yaklaşımı, HFACS modeliyle incelenerek, yönetimin güvenliği nasıl önceliklendirmesi gerektiği konusunda öneriler geliştirilebilir. Yüksek riskli denizcilik operasyonları olan OSV operasyonlarında, mürettebatın yeterli eğitim alması ve denetim süreçlerinin etkin bir şekilde uygulanması kazaların önlenmesinde kritik bir rol oynar (Grech vd., 2019). HFACS, eğitim ve denetim süreçlerindeki eksiklikleri tespit ederek bu alanlarda iyileştirme yapılmasına katkıda bulunur.

Yetersiz Eğitim ve Bilgi Eksikliği: HFACS, OSV kazalarının arkasında yatan insan hatalarını sınıflandırırken mürettebatın eğitimsiz veya yetersiz bilgi sahibi olmasını dikkate alır (Karkori, 2024). Eğitim eksiklikleri, hatalı karar alma, durumsal farkındalığın zayıflığı ve yanlış risk değerlendirmesi gibi sorunlara yol açabilir. HFACS, bu tür hataların önlenmesi için eğitim süreçlerinin nasıl geliştirilebileceğini belirler.

Denetim ve Gözetim Eksiklikleri: HFACS, kazaların ön koşulları arasında denetim eksikliklerini de ele alır (Wiegmann & Shappell, 2017). OSV operasyonlarında yetersiz

denetim, mürettebatın emniyet protokollerine uymamasına veya riskli kararlar almasına yol açabilir. HFACS, bu eksiklikleri belirleyerek, OSV operasyonlarındaki denetim ve gözetim mekanizmalarının nasıl daha etkin hale getirilebileceğine dair rehberlik eder. OSV operasyonları, insan ve teknoloji arasındaki etkileşimin oldukça kritik olduğu faaliyetlerdir. HFACS, bu etkileşimi inceleyerek insan hatalarının teknik hatalarla nasıl kesiştiğini ve kazalara yol açtığını analiz eder.

Teknoloji ve Ekipman Kullanımı: HFACS, OSV operasyonlarında meydana gelen kazaları analiz ederken insan faktörlerinin yanı sıra ekipman sorunlarını da dikkate alır (Dhillon, 2007). Örneğin, bir mürettebat üyesinin hatalı bir şekilde donanımı kullanması veya donanımın yanlış çalışması sonucu kazalar meydana gelebilir. HFACS, bu tür olayları inceleyerek, teknolojinin etkin kullanımının nasıl artırılabilir ve insan-makine etkileşiminin nasıl optimize edilebileceğini analiz eder.

İnsan Hatasının Teknolojik Boyutları: HFACS, insan hatalarının teknik sorunlarla nasıl bağlantılı olduğunu inceleyerek daha geniş bir perspektif sunar. Örneğin, bir mürettebat üyesinin radar sistemlerini yanlış yorumlaması veya bir ekipman arızasını zamanında fark edememesi sonucu kazalar meydana gelebilir (Barnett vd., 2006). HFACS, bu tür olayların arkasındaki insan ve teknik faktörlerin kesişimini analiz ederek, bu kesişimin nasıl iyileştirilebileceğine yönelik öneriler sunar. OSV operasyonları sırasında mürettebat üyeleri ve yönetim arasında etkin iletişim ve koordinasyon hayati önem taşır (Grech vd., 2019). HFACS, iletişim sorunlarını ve bu sorunların kazalara nasıl yol açtığını analiz eder.

İletişim Bozuklukları: OSV kazalarının önemli bir kısmı, mürettebat arasında veya mürettebat ile yönetim arasında yaşanan iletişim bozukluklarından kaynaklanabilir (Bakr , 2023). HFACS, bu tür bozuklukların nedenlerini inceleyerek daha iyi iletişim stratejilerinin nasıl uygulanabileceğine dair çözümler sunar. Örneğin, bir kazaya neden olan iletişim hatası, yanlış bir emir verilmesinden veya kritik bilgilerin zamanında paylaşılmamasından kaynaklanabilir.

Koordinasyon Eksiklikleri: HFACS ayrıca, mürettebat üyeleri arasındaki koordinasyon eksikliklerini analiz ederek operasyonel verimliliği artırmak için stratejiler geliştirir. OSV operasyonları, farklı görevlerin aynı anda yürütülmesini gerektirir ve bu görevlerin uyumlu bir şekilde gerçekleştirilmesi kritik öneme sahiptir (Grech vd., 2019). HFACS, mürettebatın görev koordinasyonundaki hataları analiz ederek, bu eksikliklerin nasıl giderilebileceğini belirler.

1.9. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)

Bireysel ve iş yaşamında kararların hangi zamanda ve nasıl alındığı, verilen kararın kendisi kadar önemlidir. Tercihlerin belirlenmesinde birçok faktör rol oynamakta ve bu süreçte kararın hızlı verilmesi zararlı olabileceği gibi, gecikmesi de olumsuz sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle, pişmanlık yaşamamak ve zarar görmemek için sistematik ve kapsamlı bir yaklaşım benimsenmelidir (Özdağoğlu & Özdağoğlu, 2007). Karar verme süreci, yaşam kalitesini artırmak ve hayattaki hedeflere ulaşmak için kritik bir öneme sahiptir (Saaty, 1990). Analitik ve sistematik bir karar verme yaklaşımı, iyi bir kararın matematiksel temellere dayanmasını, mevcut verileri ve olası alternatifleri dikkate almasını ve bunları düzenli bir şekilde ele almasını gerektirir. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), çok amaçlı karar verme yöntemleri arasında geniş bir uygulama alanına sahip olan bir tekniktir. Bu yöntemin en büyük avantajlarından biri, çok sayıda kriterin kolaylıkla yönetilmesini sağlamasıdır (Kuo vd., 2002). Thomas L. Saaty tarafından 1977 yılında geliştirilen AHP, karmaşık, çok paydaşlı, çok kriterli ve çok aşamalı problemleri hiyerarşik bir çerçevede ele alır (Saaty, 1990). AHP'nin diğer yöntemlerden ayrılan bir yönü, karar vericilerin kişisel değerlendirmelerini doğrudan göz önünde bulundurabilmesidir. Bu yöntem hem nesnel hem de öznel ölçütlerin karar verme sürecine dâhil edilmesine olanak tanır (Vaidya ve Kumar, 2006). Ayrıca, AHP, grup katılımını da teşvik ederek karar verme veya problem çözme süreçlerine katkı sağlar. Bu yöntem, diğer bireylerin kabul ettiği görüş, yargı ve gerçeklerin, sorunun doğru bir yansıması olarak değerlendirilmesine dayanır. Grup katılımı, kararın geçerliliği için önemlidir; ancak grup büyüklüğünün artması uygulamada zorluklar yaratabilir. AHP, bireylerin bilimsel veya sezgisel bilgilerini modelle birleştirerek ortak bir çözüm elde etmelerini sağlar ve bu bilgiler mantıksal bir süreç içinde değerlendirilir. Hiyerarşik yapı oluşturmak, insanın deneyimlerini, gözlemlerini, varlıkları ve bilgiyi sınıflandırmak için kullandığı en etkili yöntemlerden biridir; bu hiyerarşik sınıflandırma insan düşüncesinin köklerine kadar uzanır (Saaty ve Vargas, 2007). AHP, her düzeyde belirlenen bir ölçüte göre unsurların ikili karşılaştırmalarını gerçekleştiren bir matris aracılığıyla ağırlıkların belirlenmesine dayanır. Bu ağırlıklandırma, daha geniş bir özvektör problemini çözerek normalize edilmiş ağırlık vektörü ile sonuçlanır. Elde edilen göreceli ağırlıklar, kaynakların dağıtımında önceliklerin belirlenmesine yardımcı olur (Saaty, 1990).

1.9.1. AHP'nin Uygulama Alanları

AHP, 1970'li yıllardan bu yana hem bireysel hem de kurumsal düzeyde karar verme süreçlerinde kullanılan çok amaçlı bir araç olması nedeniyle geniş bir uygulama yelpazesine sahiptir. Bu yöntem, işletme ve yönetim, finans ve yatırım, pazarlama ve ürün yönetimi, tedarik zinciri ve lojistik, insan kaynakları yönetimi, enerji ve çevre yönetimi, sağlık sektörü, ulaşım ve altyapı, eğitim sektörü ve araştırma ve geliştirme (AR-GE) gibi çeşitli alanlarda etkin bir şekilde uygulanmaktadır.

AHP, karar verme sürecinin karmaşıklığını azaltarak çoklu kriterleri sistematik bir şekilde ele alır; bu nedenle yukarıda belirtilen pek çok alanda başarıyla kullanılmaktadır.

1.9.2. AHP'nin Basamakları

Analitik Hiyerarşi Süreci, karar problemlerini amaç, kriterler, olası alt kriterler ve alternatiflerden oluşan hiyerarşik bir yapı içerisinde modelleyerek en uygun kararın sistematik biçimde seçilmesini sağlayan bir yöntemdir (Vaidya & Kumar, 2006).

AHP, aşağıdaki temel adımlardan oluşmaktadır (Saaty, 1990):

1. Aşama: Karar problemine ilişkin bir hiyerarşik yapı oluşturulur. Hiyerarşinin en üst seviyesinde kararın ana amacı yer alırken, alt seviyelerde bu amaca ulaşmayı sağlayacak kriterler ve en alt düzeyde ise karar alternatifleri sıralanır.

2. Aşama: Hiyerarşik yapının her seviyesindeki kriterler, bir üst seviyedeki kriter üzerindeki göreceli önemlerine göre ikili karşılaştırmalara tabi tutulur. Bu karşılaştırmalar neticesinde kriterlerin öncelikleri ve her kriter için alternatiflerin tercih dereceleri belirlenir.

3. Aşama: Kriterlerin öncelikleri ve tercih derecelerinin sentezi yoluyla, karar alternatiflerinin sıralanmasına yönelik olarak ana amaca ilişkin göreceli ağırlıklar hesaplanır.

4. Aşama: Tutarlılık oranı belirlenir. Eğer hesaplanan oran kabul edilebilir düzeyde ise karar süreci tamamlanır; aksi hâlde, ikili karşılaştırmalar yeniden gözden geçirilir ve değerlendirme süreci tekrarlanır. Seçeneklerin ağırlıkları elde edilerek değerlendirilir.

Ele alınacak n tane kriter varsa, ikili karşılaştırma yapılacağından n elemanın ikili kombinasyonu kadar karşılaştırma yapılması gerekecektir. Bu, şu formülle hesaplanabilir:

$$C(n,2) = \frac{n!}{(n-2)!2!}, (n \geq 2) \quad yani; \quad \frac{n \cdot (n-1)}{2} \quad (1)$$

formülü elde edilir.

İkili karşılaştırma matrisinde $A_1, A_2, \dots, A_n$ kriterler olsun.

$A = (a_{ij})$ $ij = 1, 2, \dots, n$, $n \times n$ boyutunda bir matriste kriterlerin önem dereceleri $A_1, A_2, \dots, A_n$ olarak tanımlansın. Matrisin elemanları olan a_{ij} aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır (Saaty ve Özdemir, 2003).

1- Eğer $a_{ij} = k$ ise $a_{ji} = \frac{1}{k}$ olmalıdır. ($k \neq 0$)

2- Eğer A_i ile A_j eşit öneme sahip ise, $a_{ij} = 1$ ve $a_{ji} = 1$ olmalı ve hepsi $a_{ii} = 1$ olarak alınmalıdır.

Bu özellikleri sağlayan A matrisi aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{12}} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{a_{n1}} & \frac{1}{a_{n2}} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

şeklinde olur.

Burada $a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$ olarak tanımlandığında, bu ifade A_i kriterinin A_j kriterine göre önemini göstermektedir. Başka bir ifadeyle, $a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$ bağıntısından 1. Kriter ile 2. kriterin karşılaştırıldığı anlaşılmaktadır.

Buna doğrultuda, ikili karşılaştırma matrisi,

$$A = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix} \quad (3)$$

şeklinde ifade edilir (Saaty ve Özdemir, 2003).

Tutarlılık, ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen değerlerin, yani önceliklerin, birbirleriyle olan mantıksal ve matematiksel ilişkisini ifade eder. İkili karşılaştırma

matrisinden elde edilen görelî önem vektörünün ardından, bu değerlerin tutarlılığını değerlendirmek amacıyla tutarlılık oranı hesaplanmaktadır. Bunun için, elde edilen görelî önem vektörü ile ikili karşılaştırma matrisi çarpılarak yeni bir vektör oluşturulur. Bu vektörün ilk elemanı, dört metottan biriyle elde edilen görelî önem vektörünün ilk elemanına, ikinci elemanı ikinciye ve n'inci elemanı n.'ye bölünerek üçüncü bir vektör elde edilir. Bu üçüncü vektörün elemanları toplanıp, eleman sayısına bölündüğünde en büyük öz değer (λ_{max}) için yaklaşık bir değer elde edilir. λ_{max} değeri n değerine ne kadar yakınsa, bulunan sonuçlar da o kadar tutarlı kabul edilir.

λ_{max} değeri belirlendikten sonra tutarlılık oranını hesaplamak için, tutarlılık göstergesi tesadüfilik göstergesine bölünür. Elde edilen oran 0,10'dan küçükse, yapılan işlemlerin tutarlı olduğu kabul edilir.

$$\text{Tutarlılık Göstergesi} = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}, \quad \text{Tutarlılık Oranı} = \frac{\text{Tutarlılık Göstergesi}}{\text{Tesadüfilik Göstergesi}} \quad (4)$$

Tutarlılık göstergesi ve tutarlılık oranı, yukarıda belirtilen formüller kullanılarak hesaplanır. Tesadüfilik göstergesi ise 10 boyutlu matrisler için belirlenen değerlerdir (Saaty ve Tran, 2007).

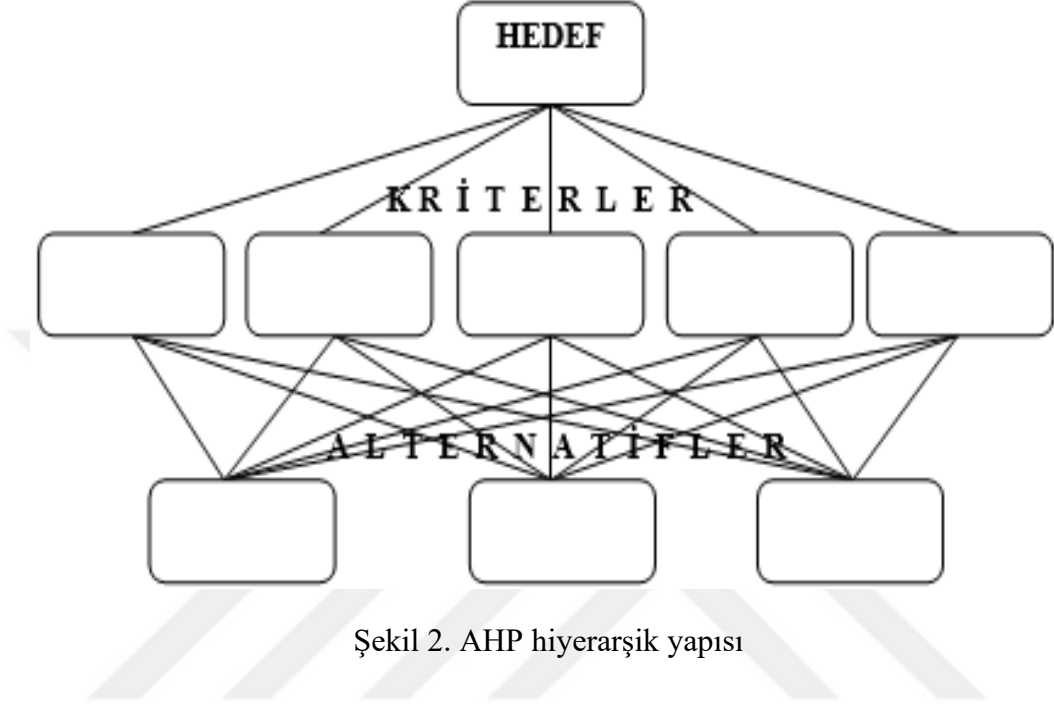
Tablo 2. Tesadüfilik göstergesi

Matris Boyutu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tesadüfilik Göstergesi	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Eğer tutarlılık oranı 0,10'dan büyükse, ikili karşılaştırma değerleri yeniden gözden geçirilir ve hesaplamalar tekrarlanır. Bu süreç, karşılaştırmaların tutarlı sonuçlar vermesi sağlanana kadar sürdürülür.

Hiyerarşik Yapı: Karar verme sürecinin en önemli alt aşamalarından biri, kararı etkileyen tüm parametrelerin belirlenmesi ve bu parametrelerin hiyerarşik bir düzen içerisinde yapılandırılmasıdır. AHP'nin ilk aşaması olan hiyerarşik yapı oluşturulurken, genel hedeften başlayarak kriterlere, ardından alt kriterlere ve nihayetinde alternatiflere kadar uzanan bir yapı geliştirilir (Saaty, 2008; Kırdaglı, 2010).

Karar verme problemindeki karmaşıklığa bağlı olarak, amaca hizmet eden kriterler hiyerarşiye dâhil edilebilir. Hiyerarşik yapının oluşturulması, karar probleminin analitik bir bakış açısıyla ele alınmasını sağlar (Opricovic ve Tzeng, 2003; Vaidya ve Kumar, 2006).



Şekil 2. AHP hiyerarşik yapısı

İkili Karşılaştırmalar: AHP'nin ikinci temel aşamasını oluşturmaktadır. Bu işlem, iki kriterin birbirleriyle karşılaştırılmasını ifade eder ve büyük ölçüde karar vericinin öznel yargılarına dayanmaktadır. İkili karşılaştırmalar yoluyla, karar kriterlerinin göreceli önem ağırlıkları ile alternatiflerin her bir kriter açısından taşıdığı önem düzeyi belirlenir. (Saaty, 1982; Bhowmik vd., 2020).

Değerlendirme Ölçeği: Hiyerarşinin bir düzeyinde yer alan kriterlerin birbirlerine göreceli önemleri, ikili karşılaştırmalar yoluyla belirli bir ölçek üzerinde puanlandırılarak matrise yansıtılır. AHP'de kullanılan nominal ölçek, karar vericinin deneyim ve bilgisini sezgisel biçimde karara dahil etmesine olanak tanır. Karar verici, iki kriter arasındaki tercihini belirtirken "Eşit Önemde", "Biraz Daha Fazla Önemli", "Oldukça Önemli", "Çok Önemli" ve "Son Derecede Önemli" gibi sözel ifadeler kullanır; bu ifadeler sırasıyla sayısal olarak 1, 3, 5, 7 ve 9 değerlerine karşılık gelir (Saaty, 1982). Önceliklendirme sürecinde, beş temel puana denk gelmeyen ve uzmanlık gerektiren ikili karşılaştırmalarda, iki ardışık önem derecesi arasında kalan 2, 4, 6 ve 8 gibi ara değerler de kullanılabilir. Eğer ikili karşılaştırma sırasında satırdaki faaliyet, sütundaki faaliyetten daha az tercih ediliyorsa, yani sütundaki

faaliyet satırdakinden daha önemliyse, bu sayıların tersleri olan 1/3, 1/5, 1/7 ve 1/9 matriste yer alır.

Tablo 3. Kriterleri kıyaslamada kullanılan önem ölçeği (Saaty vd., 2001)

Önem Derecesi	Tanımlar	Açıklamalar
1	Eşit önemde	Her iki kriterde eşit düzeyde öneme sahiptir
3	Biraz daha önemli (Az üstünlük)	Tecrübe ve yargıya göre, bir kriter diğer kriterle göre biraz daha fazla önemli olduğunda
5	Oldukça önemli (Fazla üstünlük)	Tecrübe ve yargıya göre, bir kriter diğer kriterden fazla önemli olduğunda.
7	Çok önemli (Çok üstünlük)	Tecrübe ve yargıya göre, bir kriter diğer kriterden daha fazla önemli olduğunda
9	Son derece önemli (Kesin üstünlük)	Tecrübe ve yargıya göre, bir kriter diğer kriterden kesin önemli olduğunda
2, 4, 6, 8	Ara değerler (Uzlaşma değerleri)	1,3,5,7 ve 9 da yer alan yargılar arasında uzlaşma gerektiğinde kullanılacak değerler.

Sentez: Karşılaştırılan her kriterin önceliğinin (görelî öneminin) hesaplanmasına sentezleme denir (Saaty, 1982; Günden & Miran, 2008). İkili karşılaştırmalar matrisinin oluşturulmasının ardından, matristeki elemanların ağırlıkları elde edilmelidir. Her sütundaki elemanlar, o sütunun toplamına bölünerek normalize edilir. Elde edilen değerlerin satır toplamaları alınır ve bu toplam, satırdaki eleman sayısına bölünerek her kriter için öncelik vektörleri hesaplanır (Kuruüzüm & Atsan, 2001; Yoon & Hwang, 1995).

Sonuçların Değerlendirmesi: Alternatiflerin her bir kriter doğrultusunda değerlendirilmesi ve kriterlerin görelî ağırlıklarının belirlenmesini takiben, en yüksek öncelik değerine sahip alternatif seçilerek en uygun karar ortaya konur (Saaty, 1982).

1.9.3. AHP'nin Avantaj ve Dezavantajları

AHP, çeşitli alanlarda yaygın şekilde kullanılan bir yöntem olup, belirgin avantajlar ve dezavantajlar içermektedir.

Avantajları: karar vericilerin hem nitel hem de nicel bilgileri karar verme sürecine dahil edebilme olanağı en önemli özelliklerden biridir. Bu yöntem, bilginin, deneyimlerin, bireylerin düşüncelerinin ve sezgilerinin mantıklı ve sistematik bir şekilde bir araya getirildiği bir tekniktir. AHP, karar vericilerin karar probleminin tanımı ve unsurları konusundaki anlayışlarını derinleştirmektedir. Ayrıca, bireylere ve gruplara düşüncelerini

şekillendirme, varsayımlarda bulunma ve bu varsayımlardan istenen sonuçları çıkarma esnekliği sunar (Triantaphyllou, 2013).

Karar vericiler açısından, açık yargılardan ziyade karşılaştırmalı yargılara ulaşmanın daha kolay olması nedeniyle, AHP'nin sade yapısı ve ikili karşılaştırma yaklaşımı önemli avantajlar arasında kabul edilmektedir (Bozdağ vd., 2003). AHP, ikili karşılaştırma süreci esnasında birden fazla karar vericinin yargılarını değerlendirme olanağı sağlamaktadır. Farklı uzmanların yargılarının tek bir modelde bütünleştirilmesi büyük önem arz etmektedir. Grup üyelerinin tamamı tüm kriterler için yargıda bulunduğunda, bu yargıların uzlaşmaya varacak biçimde birleştirilmesi gerekmektedir. AHP, geçerli bir veri formatı ve mantıksal bir yargı sentezi aracı sunarak bireysel yargıların sonuçlarının hesaplamalar yoluyla kolayca takip edilmesine ve gerektiğinde hızlıca gözden geçirilip düzeltilmesine olanak tanımaktadır. AHP, grup karar verme süreci için uygun bir yaklaşım sunar ve grup kararlarında sentezleme mekanizması olarak birçok fayda sağlar. Grup kararlarında kullanıldığında, bireysel ve ortak değerler süreçte dâhil edilebilir. Bu yöntem, alternatiflerden ziyade amaçlar üzerine tartışmalara olanak tanıyarak kararın yapılandırılmasına yardımcı olur. Kararla ilgili tüm mevcut bilgilerin ele alınmasına ve organizasyonun belirlenen amaçlarına ulaşacak en uygun alternatif tercihi konusunda fikir birliğine varılıncaya kadar tartışmanın sürdürülmesine imkân verir (Dyer & Forman, 1992).

Dezavantajları: AHP'nin uygulanmasında dikkat edilmesi gereken önemli hususlardan biri, sıra değiştirme olgusudur. Bu durum, mevcut bir karar alternatifinin modele eklenmesi ya da çıkarılması hâlinde, diğer alternatiflerin sıralamasının değişmesiyle ortaya çıkmaktadır. Sıra değiştirme olgusunun geçerliliği ve yöntem üzerindeki etkileri, literatürde hâlen tartışma konusu olmaya devam etmektedir. Bunun yanı sıra, AHP yönteminin modelleme süreci özünde sübjektif değerlendirmelere dayanmaktadır. Bu sübjektiflik, yöntemin bir kısıtı olarak değerlendirilmektedir ve AHP'nin mutlak doğrulukta kararlar sunamayacağı anlamına gelmektedir.

Bir karar hiyerarşisinde kademe sayısının artması, ikili karşılaştırma sayısının da eşzamanlı olarak artmasına neden olmaktadır. Bu durum, AHP modelinin oluşturulması sürecinde daha fazla zaman ve emek gereksinimini beraberinde getirmektedir. Expert Choice ve benzeri yazılım programları bu süreci kolaylaştırma amacı taşısa da, AHP'nin daha az biçimsel yöntemlere kıyasla daha fazla zaman ve çaba gerektirdiği yönünde görüşler literatürde dile getirilmektedir (Kuruüzüm & Atsan, 2001).

1.10. Bulanık Mantık

Bulanıklık, bilimsel literatürde belirsizlik kavramı çerçevesinde tanımlanmakta olup, bu tür belirsizliklerin ifade edilmesine olanak sağlamak amacıyla bulanık mantık geliştirilmiştir. Klasik mantıkta bir durum ya doğru ya da yanlıştır; ancak bulanık mantıkta doğru ile yanlış arasında birçok durum bulunmaktadır (Göksu & Güngör, 2008).

Bulanık mantık kavramı, ilk kez 1965 yılında Lotfi Zadeh tarafından yayımlanan çalışmalarla bilim dünyasında tanınır hâle gelmiştir (Zadeh, 1965). Azerbaycan kökenli araştırmacı Lotfi Zadeh'in ortaya koyduğu bu kavramlar, başlangıçta Batı akademik çevrelerinde şüpheyle karşılanmış ve çeşitli eleştirilere maruz kalmıştır. Ancak 1970'li yıllardan itibaren, özellikle Doğu ülkelerinde ve Japonya'da bulanık mantık ve bulanık sistem yaklaşımlarına giderek artan bir ilgi gösterilmiş ve bu alan önemli bir gelişim sürecine girmiştir. Bu kavramların teknolojik cihazların yapım ve işleyişinde kullanımı, günümüzde dünya genelinde yaygın hale gelmiştir. Batıdaki gecikmenin temel nedeni, Batı kültürünün ikili mantık, yani Aristo mantığı üzerine kurulmuş olmasıdır; bu mantık, olaylara evet-hayır, beyaz-siyah, kurak-sulak, artı-eksi gibi ikili bir perspektiften yaklaşmaktadır. Bu iki değer arasında başka seçeneklere kesin bir şekilde yer verilmezdi. Batı toplumlarında “fuzzy” (bulanık) terimi çoğunlukla belirsizlik ve güvensizlik çağrışımı yaparken, Doğu kültürlerinde belirsizlik kavramı içinde dahi estetik veya anlam arayışı ön planda tutulmuştur (Zhu vd., 1999).

Bulanık mantığın temelini, bulanık kümeler oluşturmaktadır. Günlük yaşamda sıkça kullanılan bazı kavramlar kümeler biçiminde ele alındığında, örneğin “uzun boylu” ifadesi, bireyden bireye farklılık göstermektedir. Bu bağlamda, bulanık mantığın en önemli avantajlarından biri, insana özgü kavramların modellenmesine olanak tanınması ve belirsiz durumların sayısal hâle getirilerek matematiksel olarak ifade edilebilmesidir. Gelişmiş toplumlarda sistemlerin modellenmesi, modelin karmaşıklık düzeyi azaldıkça daha kolay hâle gelmektedir; ancak bu durum, söz konusu modelin gerçek dünyayı temsil etme yetkinliğini azaltmaktadır. Zadeh'e göre, karmaşıklık ile belirsizlik arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır; daha karmaşık modeller, gerçekliği yansıtırma oranını artırmaktadır (Yager, 1981). Bulanık mantığın başlıca avantajları arasında; günlük yaşamda karşılaşılan karmaşık tanımlamaların sade ve anlaşılır bir biçimde ifade edilebilmesi, bireysel deneyimlerin ve beklentilerin modele dâhil edilebilmesi ve çok sayıda karmaşık kuralla ihtiyaç duyulan durumların basit kurallar aracılığıyla açıklanabilmesi yer almaktadır.

Bununla birlikte, üyelik fonksiyonlarının seçiminin öznel nitelik taşıması, yöntemlerin büyük ölçüde kişisel deneyimlere dayanması ve kararlılık analizlerinin sınırlı bir şekilde uygulanabilmesi gibi bazı dezavantajları da mevcuttur (Arslan & Gürel, 2008).

1.10.1. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (Fuzzy AHP)

Fuzzy AHP yöntemi, bulanık mantık temelli ilişkiler ile ikili karşılaştırma yaklaşımının birleştirilmesi sonucunda geliştirilmiştir. Bulanık dilsel yaklaşım, karar vericilerin iyimser veya kötümser tutumlarını dikkate alabildiği için geleneksel AHP tekniğine alternatif olarak önerilmektedir. İkili karşılaştırmalarda rastgele değerlerin seçilmesini gerektiren deterministik AHP yeterli olmayabilir ve belirsizlik, ikili karşılaştırma değerlerinin bazılarında veya tamamında kabul edilmek zorunda kalabilir. Fuzzy AHP tekniğinde, tüm alternatiflerin öznel ve nesnel kriterler doğrultusunda değerlendirilmesini sağlamak amacıyla, genellikle bulanık sayılarla ifade edilen sözel değerlendirme ifadeleri kullanılmaktadır. Bu yöntem, belirli olmayan nicel kriter değerlerinin değerlendirilmesindeki belirsizliği de bulanık sayılar aracılığıyla ifade edebilme olanağı sunmaktadır (Kuo vd., 2006). Fuzzy AHP yöntemi, klasik AHP’de olduğu gibi, yerel önceliklerin belirlenmesi yoluyla tercih oranlarının bütünleştirilmesini ve bu sayede küresel önceliklerin hesaplanmasını temel almaktadır (Leung & Cao, 2000). Bu süreçte, bulanık aritmetik yöntemlerinden yararlanılarak, her bir kriter için elde edilen skorların birleştirilmesi amacıyla çeşitli ağırlık vektörleri hesaplanmaktadır (Kahraman et al., 2003). Birçok karar verme ve problem çözme durumu, kantitatif olarak anlaşılamayacak kadar karmaşıktır. Pek çok araştırmacı, bulanıklık ve belirsizliğin birçok karar verme probleminin temel özellikleri olduğunu vurgulamıştır (Özdağoğlu & Özdağoğlu, 2007).

Fuzzy AHP yönteminin en önemli avantajlarından biri, çok kriterli karar verme süreçlerinde sağladığı esneklik ve kolaylıktır. Karar vericiler açısından deterministik tercihlerde bulunmak çoğu zaman güçlük arz ettiğinden, bunun yerine algıya dayalı yargı aralıklarının kullanılması daha uygulanabilir bir yaklaşım sunmaktadır. Ayrıca, klasik AHP yönteminde tercihlerin zorunlu olarak karar vericinin algısal yargılarına dayanması gerektiğinden, bulanık mantık temelli yaklaşımlar bu süreçte daha gerçekçi ve isabetli sonuçlar elde edilmesine olanak tanımaktadır (Kuo et al., 2006). Bulanık ikili karşılaştırmalar, karar vericilerin belirsizliğe dayalı yargılarını daha rasyonel ve sistematik biçimde ifade edebilmelerine imkân sağlamaktadır. Yaklaşık bilgi ve belirsizliklerin dikkate

alındığı durumlarda karar vermeyi destekleyen bulanık küme teorisi, belirsiz değerlendirmelerin dilsel değişkenler aracılığıyla bulanık sayılara dönüştürülmesi sürecinde etkin şekilde kullanılmaktadır (Chen & Hwang, 1992). Nitel tercihlerin hesaplanmasının güçlüğü nedeniyle, AHP problemiindeki ikili karşılaştırma değerlerinin bir kısmı veya tamamı belirsizlik derecesiyle ifade edilebilir. Bu durum, belirsiz bir ikili karşılaştırma ortamında bir öncelik vektörünün oluşturulmasına Fuzzy AHP problemi denir.

1.10.2. Bulanık AHP’de Kullanılan Ölçekler

Bulanık AHP’de kullanılan yöntemlere bağlı olarak ölçek çeşitleri farklılık göstermektedir. En yaygın olarak kullanılan ölçek türü, bulanık üçgensel sayılardan (Triangular Fuzzy Numbers) oluşan ölçektir (Başlıgil, 2005; Kuo vd., 2006).

Tablo 4. Bulanık AHP önem ölçeği (Prakash, 2003)

Açıklama	Önem Derecesi	Önem Derecesi Eşleniği
Eşit önemde	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
Biraz daha önemli	(1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2/1)
Oldukça önemli	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
Çok önemli	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)
Son derece önemli	(7/2, 4, 9/2)	(2/9, 1/4, 2/7)

Tablo 5’te sunulan üçgensel bulanık sayılar, Saaty’nin 1-9 önem ölçeği (Tablo 4) temel alınarak Prakash tarafından geliştirilmiştir.

Dilsel (sözel) değerlendirme, karşılaştırma matrisinin boyutunun önemli ölçüde arttığı ve karar vericinin ikili karşılaştırma yapmasının zorlaştığı durumlarda tercih edilmektedir. Literatürde, genellikle en fazla 15x15 boyutunda bir karşılaştırma matrisi önerilmektedir. Alternatif sayısının fazla olduğu bu tür durumlarda dilsel değerlendirmeye ihtiyaç duyulmaktadır. Dilsel değerlendirme sonucunda alternatiflerin toplam ağırlığı hesaplanmakta ve ardından normalizasyon işlemi ile her alternatifin göreceli önem derecesi belirlenmektedir (Göksu ve Güngör, 2008).

Tablo 5. Dilsel (Sözel) ifade ölçeği (Çanlı & Kandakoğlu, 2007)

Dilsel (Sözel) İfade	Önem Derecesi	Önem Derecesi Eşleniği
Çok Zayıf	1	0
Zayıf	2	0,25
Orta	3	0,50
İyi	4	0,75
Çok İyi	5	1

1.11. HFACS ve FAHP Yaklaşımının Entegrasyonu

Kazaların ve olayların insan hatası perspektifinden derinlemesine analiz edilmesi, emniyetli yönetim açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, HFACS (İnsan Faktörleri Analiz ve Sınıflandırma Sistemi) ve FAHP (Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci) yaklaşımlarının entegrasyonu, insan hatalarının sistematik bir şekilde sınıflandırılması ve bu hataların belirsizlikler çerçevesinde değerlendirilmesi için kapsamlı bir analitik çerçeve sunmaktadır (Saaty, 1982; Wiegmann & Shappell, 2017). Bu entegrasyon, kazaların kökenine inmek ve insan hatalarının nedenlerini daha iyi anlamak için çok boyutlu bir yaklaşım sağlar.

Kazaların HFACS ile Analizi: Çalışmanın ilk aşamasında, kaza veya olaylar HFACS modeli temelinde detaylı bir şekilde analiz edilir. Bu analiz, emniyetsiz eylemler, emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler, emniyetsiz yönetim ve kurumsal etkiler olmak üzere dört temel seviyede insan hatalarını tanımlar ve sınıflandırır (Reason, 1990). Denizcilik alanında yapılan çalışmalarda HFACS'ın ana kategorilerine dış faktörlerin eklenmesi sayesinde kazaların temelinde yatan insan faktörlerini organize bir yaklaşımla ele alır (Chauvin vd., 2013).

FAHP ile Önceliklendirme ve Ağırlıklandırma: HFACS modeli ile belirlenen hata kategorilerinin etkilerinin daha kesin bir şekilde değerlendirilmesi için FAHP yöntemi kullanılır. FAHP, karar verme süreçlerinde belirsizlikleri ve öznellikleri dikkate alarak her bir hata kategorisine önem dereceleri ve ağırlıklar atar (Saaty, 1982). Bu aşamada FAHP'nin bulanık mantık yaklaşımı, her bir hata kategorisinin kazaya olan etkisinin belirsizlik çerçevesinde ele alınmasına olanak tanır. Böylece, her hata kategorisinin önemi, kesin olmayan veriler ışığında daha esnek ve gerçekçi bir şekilde belirlenir (Kahraman vd., 2003).

Sonuçların Birleşik Değerlendirilmesi: FAHP'nin sağladığı ağırlıklandırmalar ve HFACS'ın detaylı sınıflandırmaları bir araya getirilir. Bu aşamada, FAHP tarafından elde edilen önem dereceleri, HFACS modelinin sınıflandırdığı hata kategorileri ile entegre

edilerek kazaya katkıda bulunan faktörlerin hangi oranda etkili olduğu belirlenir. Bu birleşik değerlendirme, kazaların kökenindeki ana insan hatalarının belirlenmesini ve analiz edilmesini sağlar.

HFACS ve FAHP entegrasyonunun en büyük avantajı, insan hatalarının hem sistematik olarak sınıflandırılmasını hem de bu hataların belirsizlikler çerçevesinde değerlendirilmesini sağlamasıdır (Saaty, 1982; Wiegmann & Shappell, 2017). HFACS modeli, kazaların nedenlerinin kökenine inerek insan hatalarını çok boyutlu bir şekilde ele alırken, FAHP yöntemi bu hataların önceliklendirilmesi ve ağırlıklandırılmasında kullanılan belirsizlikleri yönetecek bir çerçeve sunar (Kahraman vd., 2003). Bu entegrasyonun sağladığı başlıca avantajlar şunlardır:

- **Kapsamlı Analiz:** Entegrasyon, kazaların insan faktörlerine dayalı nedenlerini daha kapsamlı bir şekilde analiz etmeye olanak tanır. Böylece, kaza nedenleri arasında en kritik faktörler ve onların etkileri net bir şekilde ortaya konulabilir (Reason, 1990).
- **Doğru Karar Alma:** Emniyetli yönetim süreçlerinde, kazaların kökenindeki insan hatalarının belirlenmesi ve önceliklendirilmesi, karar vericilerin daha doğru ve isabetli müdahalelerde bulunmasına yardımcı olur.
- **Stratejik Önleme:** Entegrasyon, insan kaynaklı hataların neden olduğu olayların önlenmesine yönelik stratejilerin geliştirilmesi ve uygulanmasında önemli bir araç olarak işlev görür. İnsan hatalarının sistematik olarak ele alınması, bu hataların sistematik olarak önlenmesine yönelik güçlü bir analitik çerçeve sunar.

Sonuç olarak, HFACS ve FAHP'nin entegrasyonu, insan faktörlerine dayalı hataların kazalara olan etkilerinin daha derinlemesine anlaşılmasını sağlar. Bu entegrasyon, emniyetli yönetim süreçlerinde daha kapsamlı değerlendirmeler yapılmasına ve önleyici stratejilerin geliştirilmesine katkıda bulunur.

1.12. Literatürdeki Çalışmalar

Denizcilik literatüründe, deniz emniyeti en çok araştırılan konulardan biri olmuştur. Deniz taşımacılığının temel bileşenleri arasında yer alan insan faktörü, yasal düzenlemeler, teknolojik gelişmeler ve metodolojik yaklaşımlar, deniz taşımacılığında kabul edilebilir bir emniyet seviyesinin sağlanmasında kritik öneme sahiptir. Bu bileşenlerin tümünün birbiriyle uyumlu, yeterli ve tutarlı bir şekilde entegre edilmesi gerekmektedir.

Sürdürülebilir, düşük maliyetli ve çevre dostu bir ulaşım sistemine ulaşmak için deniz emniyetinin ve güvenliğinin artırılması elzemdir. Denizcilik alanında yeni kurallar ve kodlar tahsis edilmesine rağmen, deniz taşımacılığında emniyet istenen seviyeye henüz ulaşamamıştır (Taşkolu, 2022). Ayrıca, deniz kazalarına ait istatistikler, mevcut kaza sayısının kabul edilebilir düzeyin oldukça üzerinde olduğunu göstermektedir. Bu sebeple, araştırmacılar deniz emniyetini ve güvenliğini artırabilecek çeşitli faktörler üzerine yoğun çalışmalar yapmışlardır. Hibrit yöntem olarak literatürde bir elin parmakları kadar çalışma yer olsa da birçok sektör ve problemin çözümünde uygulanabilecek metodlar arasında yer alan HFACS ve Bulanık AHP ile ilgili literatürde ayrı ayrı birçok çalışma yapılmıştır. Bu bölümde her iki metodunda kullanıldığı hibrit çalışmalar ve bunun yanında farklı sektörlerde yaşanmış insan hatası odaklı sorunlar üzerine yapılan araştırmalara kapsamlı bir şekilde değinilmiştir.

Celik ve Cebi (2009), denizcilik kazalarındaki insan hatalarının analizinde HFACS ile birlikte FAHP yöntemini kullanarak kapsamlı bir değerlendirme yapmaktadır. Bulanık AHP, uzmanların görüşlerinden elde edilen verilerdeki belirsizlikleri dikkate alarak, kriterlerin göreceli önemini daha hassas bir şekilde belirlemeyi mümkün kılar. Denizcilik kazalarındaki insan hatalarının çeşitliliği ve karmaşıklığı düşünüldüğünde, FAHP yöntemi bu hataların değerlendirilmesinde önemli bir avantaj sağlar. Bu çalışmada, FAHP yöntemi HFACS modeline entegre edilmiştir. Bu yaklaşım sayesinde, denizcilik kazalarına katkıda bulunan farklı insan hatası kategorilerinin göreceli önemi ve bu kategoriler arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Analizde, uzmanların görüşleri doğrultusunda, her bir HFACS katmanındaki insan hatası faktörleri bulanık mantık kullanılarak derecelendirilmiş ve bu faktörlerin kazalara olan katkıları ağırlıklı olarak hesaplanmıştır. Araştırmanın bulguları, organizasyonel süreçler, yetersiz denetim ve personelin eğitim eksikliği gibi faktörlerin, kazaların kök nedenleri arasında önemli bir yer tuttuğunu göstermektedir. FAHP yönteminin kullanılması, bu faktörlerin etkilerinin daha hassas bir şekilde ölçülmesine ve emniyetli yönetim stratejilerinin geliştirilmesine olanak tanımıştır. Bu yaklaşım, denizcilik sektöründe kazaların önlenmesi için insan faktörleri odaklı bir risk yönetimi çerçevesi oluşturulmasına katkıda bulunur ve FAHP'nin, karmaşık insan hatası analizlerinde etkili bir yöntem olduğunu ortaya koyar (Celik ve Cebi, 2009).

Akyuz ve Çelik (2014), denizcilik sektöründe meydana gelen kazalardaki insan hatalarının analiz edilmesi ve kazaların önlenmesi için HFACS ve bilişsel haritalama tekniklerini entegre eden bir model sunmuşlardır. Bu makale, HFACS'ı bilişsel haritalama

tekniki ile birleştirerek daha kapsamlı bir analiz yöntemi geliştirmeyi amaçlamıştır. Bilişsel haritalama tekniği ile, kazalara etki eden insan hataları ve bu hataların ardındaki faktörler arasındaki karmaşık ilişkilerin görselleştirilmesi amaçlanmıştır. Bilişsel haritalama tekniği ile mürettebat yorgunluğu, iletişim eksikliği, çevresel koşullar ve organizasyonel eksiklikler gibi birçok faktörün kazalara nasıl katkıda bulunduğu, bu faktörlerin birbirleriyle nasıl etkileşime girdiği ortaya konmaya çalışılmıştır. Makaledeki bu entegre yaklaşım, denizcilik kazalarının ardındaki karmaşık insan faktörlerini, sadece yüzeydeki hatalarla değil, daha derin organizasyonel ve operasyonel nedenlerle de ele almış, HFACS'ın sistematik analizi, bilişsel haritaların sağladığı çok boyutlu görselleştirme ile birleştiğinde, kazaların kökenine inme ve proaktif önleyici stratejiler geliştirme konusunda önemli avantajlar sağlamıştır (Akyuz ve Çelik 2014).

Liu ve arkadaşları (2018), Çin'deki büyük kömür madeni kazalarının kökenindeki insan hatalarını analiz etmek için HFACS-CM (HFACS - Kömür Madencililiği) modelini ve AHP yöntemini kullanmışlardır. Araştırma, 2000-2016 yılları arasında Çin'de meydana gelen 362 büyük kömür madeni kazasının istatistiksel verilerine dayanmaktadır. Bu kazaların analizi, insan hatalarının sistematik bir şekilde dört ana seviyede (örgütsel etkiler, güvenlik denetimi eksiklikleri, bireysel hatalar ve çevresel faktörler) sınıflandırılmasını ve bu kategorilere göreceli önem dereceleri atanmasını amaçlamıştır. Araştırmada, AHP yöntemi kullanılarak, bu kategoriler arasında önceliklendirme yapılmış ve kazaların %60'ından fazlasının, örgütsel düzeydeki hatalar ve emniyetli denetim eksikliklerinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Örgütsel faktörlerin kazaların %35'ini, bireysel hataların ise %25'ini oluşturduğu belirlenmiştir. Buna ek olarak, emniyetli denetim eksikliklerinin kazalara katkısı %20, çevresel faktörlerin ise %10 olarak saptanmıştır. Makalenin bulguları, kömür madencililiği sektöründe, kazaların azaltılması için, insan faktörlerini ve özellikle örgütsel politikaları hedef alan emniyetli stratejilerin geliştirilmesinin önemli olduğunu vurgulanmıştır (Liu vd. 2018).

Hsieh ve arkadaşları (2018), Tayvan'daki acil servislerde insan hatası faktörlerini belirlemek amacıyla HFACS, Bulanık TOPSIS ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemlerinin entegrasyonunu kullanmıştır. Araştırmanın ana hedefi, acil servislerdeki insan hatalarını etkileyen faktörleri sistematik bir şekilde sınıflandırmak ve bu faktörlerin önem derecelerini analiz etmektir. Öncelikle, HFACS modeli ile acil servislerde ortaya çıkan insan hatası faktörleri, dört ana seviyede sınıflandırılmıştır. Daha sonra, insan hatası faktörlerinin göreceli önemini belirlemek için AHP kullanılmış ve bu faktörlerin önceliklendirilmesi

gerçekleştirilmiştir. Bu aşamayı takiben, bulanık TOPSIS yöntemiyle belirsizliklerin ve özelliğin dikkate alındığı kapsamlı bir değerlendirme yapılmıştır. Araştırmanın bulguları, acil servislerde en önemli insan hatası faktörlerinin örgütsel düzeyde olduğunu ve özellikle eğitim eksikliği, iş yükü fazlalığı ve yetersiz emniyet denetimlerinin, hata oranını önemli ölçüde artırdığını göstermiştir (Hsieh vd. 2018).

Havle ve Kılıç (2019), transatlantik uçuşlarda meydana gelen ciddi navigasyon hatalarının (GNE) kök nedenlerini belirlemek ve analiz etmek amacıyla hibrit bir yöntem önermiştir. Çalışmada, HFACS ile FAHP yaklaşımları birleştirilerek, insan faktörlerinin ve operasyonel eksikliklerin ciddi seyir hatalarının üzerindeki etkileri kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Bu araştırmada, HFACS modeli GNE'lerin analizine uygulanırken, bulanık AHP yöntemi uzmanların görüşlerini kullanarak bu faktörlerin göreceli önem derecelerini belirlemede kullanılmıştır. Bu sayede, belirsizlik ve öznel değerlendirmelerin etkisinin en aza indirildiği daha nesnel bir analiz gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın bulguları, transatlantik uçuşlarda meydana gelen navigasyon hatalarının büyük ölçüde insan faktörlerinden, özellikle eğitim eksikliklerinden ve operasyonel prosedürlerin yetersizliğinden kaynaklandığını göstermektedir. Bu hibrit yaklaşım, havacılık otoriteleri ve hava yolu şirketleri için kritik öneme sahip faktörlerin önceliklendirilmesini ve etkili risk azaltma stratejilerinin geliştirilmesini mümkün kılmaktadır (Havle ve Kılıç, 2019).

Yıldırım, Başar ve Uğurlu (2019), 1991–2014 yılları arasında gerçekleşen 68 çatışma ve 189 karaya oturma olmak üzere toplam 257 deniz kazasını HFACS-Deniz Kazaları çerçevesinde incelemiş ve insan hatalarına dayalı 449 çatışma ve 861 karaya oturma nedeni belirlemiştir. Analizler sonucunda, çatışma kazalarında en sık rastlanan alt kategori %75,4 ile karar hataları, %58,7 ile kaynak yönetimi eksiklikleri ve %44,4 ile kural ihlalleri olurken; karaya oturma kazalarında ise %74,1 ile kaynak yönetimi, %73 ile karar hataları ve %56,1 ile kural ihlalleri öne çıkmıştır. Ayrıca, çatışma kazalarında en yaygın üst kategori %43,2 ile emniyetsiz eylemler iken, karaya oturma kazalarında %42,6 ile bu eylemleri hazırlayan alt nedenler belirleyici olmuştur. Köprüüstü ekip yapısına göre yapılan ki-kare ve basit uyum analizleri, özellikle personelin vardiyada tek olduğu durumlarda karar hataları ve kural ihlallerinin anlamlı şekilde arttığını göstermiş, deniz kazalarının önlenmesinde insan faktörlerine yönelik yapısal ve operasyonel iyileştirmelerin gerekliliğini ortaya koymuşlardır (Yıldırım vd.,2019).

Karthick ve arkadaşları (2020), nükleer santral kontrol odalarında meydana gelen insan hatalarını etkileyen kritik faktörleri belirlemek amacıyla, HFACS ile FAHP

yöntemlerini entegre eden bir yaklaşım önermiştir. Nükleer santrallerdeki kontrol odası operasyonları, karmaşık ve yüksek risk içeren süreçleri barındırdığından, bu operasyonlarda insan hatalarının kök nedenlerinin tespiti ve analizi büyük önem taşımaktadır. Çalışma, HFACS ve FAHP yaklaşımlarını birleştirerek, nükleer santral kontrol odasındaki insan hatalarını etkileyen faktörleri derinlemesine analiz etmiştir. HFACS modeli, nükleer santral kontrol odasında meydana gelen hataların farklı seviyelerini analiz etmek amacıyla kullanılmıştır. Bu şekilde, kontrol odasındaki insan hatalarına katkıda bulunan çeşitli faktörlerin hiyerarşik bir yapı içinde ele alınması sağlanmıştır. FAHP yöntemi ile HFACS modelindeki her bir hata kategorisinin ve alt faktörlerin nükleer santral kontrol odasındaki insan hatası olasılığı üzerindeki etkisi hesaplanmıştır. Bu entegre yaklaşım, uzmanların bilgi ve tecrübelerinin belirsizliklerini dikkate alarak, hataların oluşumuna en çok katkıda bulunan faktörleri tanımlamıştır. Araştırmanın bulguları, nükleer santral kontrol odalarında insan hatalarının büyük ölçüde organizasyonel süreçlerden, özellikle yetersiz eğitim, denetim eksikliği ve operasyonel prosedürlerdeki yetersizliklerden kaynaklandığını göstermektedir. Bunun yanı sıra, üst yönetim kararlarının ve organizasyonel kültürün, bu hataların ortaya çıkmasında önemli bir rol oynadığı belirlenmiştir. FAHP yöntemi, bu faktörlerin göreceli ağırlıklarını belirlemiş ve nükleer santral operasyonlarında insan hatalarının azaltılmasına yönelik stratejilerin oluşturulmasına katkıda bulunmuştur. Sonuç olarak, bu çalışma, nükleer santral kontrol odasındaki insan hatalarını analiz etmede HFACS ve FAHP yaklaşımlarının etkili bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir. Makale, nükleer santral sektöründe emniyet ve risk yönetimi stratejilerinin geliştirilmesinde insan hatası analizinin önemine vurgu yaparak, önerilen hibrit yöntemin kritik operasyonlarda insan kaynaklı risklerin önlenmesi için pratik ve sistematik bir araç sunduğunu ortaya koymaktadır (Karthick vd. 2020).

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Çalışmanın Kapsamı

Bu çalışmada, 1990–2024 yılları arasındaki 34 yıllık dönemde, dünya denizlerinde açık deniz ikmal operasyonları sırasında meydana gelen kazalar incelenmiş; deniz ticaretinde giderek artan bir öneme sahip olan açık deniz ikmal gemisi sektörüne odaklanılmıştır. Araştırma kapsamında, ulusal ve uluslararası kaza veri tabanlarında kayıtlı 1000’in üzerinde deniz kazası verisi taranmıştır. Bu veri tabanlarında yer alan kaza raporları derlenerek çalışmaya özgü bir kaza veri tabanı oluşturulmuş; söz konusu raporlar, kaza analizinde yaygın olarak kullanılan ve uygulanabilirliği literatürde kanıtlanmış yöntemler aracılığıyla nitel ve nicel olarak analiz edilmiştir.

2.2. Çalışmada Kullanılan Kaynaklar ve Metotlar

2.3. Kaza Raporlarının Toplanması ve Veri Setinin Oluşturulması

Çalışmanın ilk adımında her tipte açık deniz ikmal gemilerinde meydana gelmiş kazalara ait bilgiler ve resmi kaza raporları; Dünya Denizcilik Örgütü’nün (IMO), Küresel Entegre Denizcilik Bilgi Sistemi (GISIS) kaza veri tabanından taranmıştır.

GISIS veri tabanında 1990-2024 yılları arasındaki 34 yıllık dönemde dünya genelinde meydana gelen toplam 99 açık deniz ikmal gemisi kazası tespit edilmiştir. Ancak, bu kazalardan yalnızca 43’üne ait resmi kaza raporlarına ulaşılabilmektedir. Çalışmanın amaç ve kapsamına uygun olarak belirlenen bu 43 kaza, GISIS veri tabanından tespit edilerek ilgili kazayı raporlayan ülke otoritelerinin resmi internet sayfalarından temin edilen resmi kaza raporları ile desteklenmiştir. Elde edilen kaza verileri, Microsoft Excel kullanılarak derlenmiş olup (Ek Tablo 1), bu veri tabanı çalışmanın sonraki aşamaları için temel bir kaynak niteliği taşımaktadır.

Tablo 6. Çalışmanın örnek kaza veri tabanı

No	Gemi Adları	GT	İnşa Yılı	Kaza Boyutu	Tarih	Saat	Yer	Enlem	Boylam
1	SKAWLINK III	78.5	2003	Çok ciddi	29.09.2016	01:05	Skaw Açıkları, Kattegat, Danimarka.	57° 41.1' N	010° 41.1' E
2	COASTLINK 8	63	2012	Çok ciddi	26.08.2017	23:03	Raffles Lighthouse	01° 09.80' N	103° 42.70' E
3	HAI YANG SHI YOU 699	2264	1999	Çok ciddi	25.07.2012	17:00	Po Toi Island, Hong Kong	22° 06.62' N	114° 16.28' E
4	MAERSK CHAMPION	2887	1986	Ciddi	09.01.2012	12:00	Rio De Janeiro	22° 09.8' S	040° 09.4' W
5	GSP PERSEU	1289	1994	Ciddi	29.09.2014	20:30	Köstence, Romanya	GSP Tersanesi	
6	PETRA FRONTIER	1706	2008	Az ciddi	28.09.2009	05:40	Darwin, NT, Açık Deniz	11° 46' S	129° 06' E
7	SEVEN POLARIS	16455	1979	Çok ciddi	01.12.2013	11:30	Santos Basın, Brezilya	25° 48' S	043° 15' W
8	FAIRPLAY 33	1374	2011	Çok ciddi	02.04.2020	20:20	Randaberg, Norveç	59° 01.25' N	005° 37.02' E
9	CREST RADIANT 1	764	2008	Çok ciddi	26.02.2021	01:30	Sir Bu Nuayr Adası, BAE	25° 09.48' N	054° 16.06' E
10	STRILMOY	3331	2005	Çok ciddi	04.11.2005	05:48	Kuzey Denizi, UK	59° 16.2' N	000° 52' E

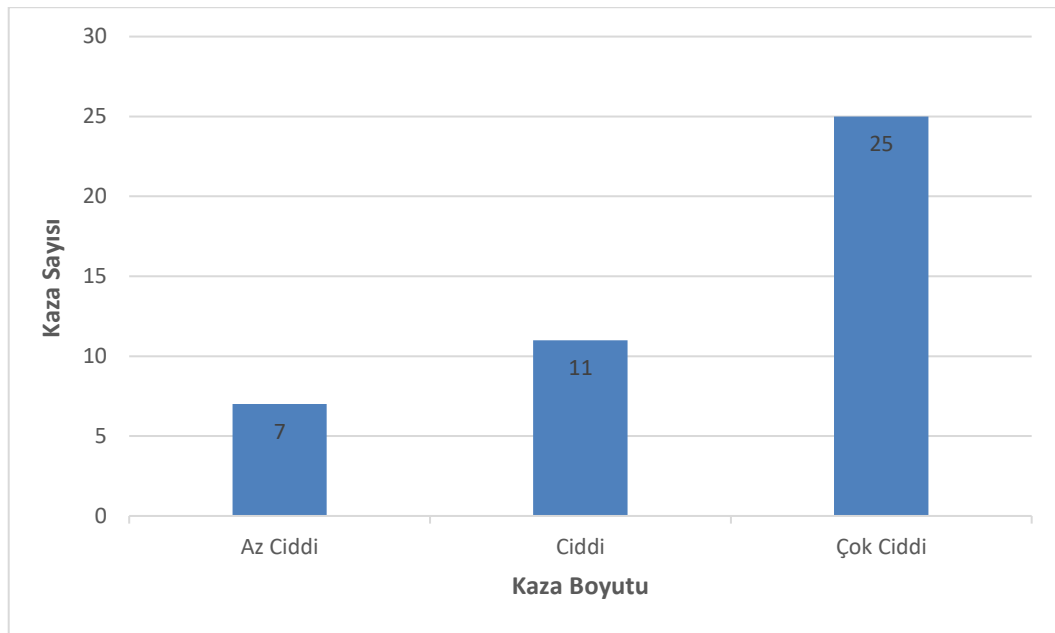
Tablo 6’da şimdiye kadar GISIS’ den elde edilmiş 43 kazanın, 10 tanesi örnek olarak gösterilmektedir. Tablonun tamamı Ek 1.’de verilmiştir.

Uluslararası denizcilik örgütü, deniz kazalarının analiz edilmesi ve raporlanması sürecinde kaza boyutunu belirli kategorilere ayırarak sınıflandırmaktadır. Kaza Soruşturma Kodu (Casualty Investigation Code (MSC.255-84)) kapsamında kazalar, etkileri ve sonuçları doğrultusunda üç temel gruba ayrılmaktadır (IMO, 2008):

- i. Çok Ciddi Deniz Kazası: Bu kategori, geminin tamamen kaybı, can kaybı veya ciddi çevresel kirliliğe yol açan olayları kapsamaktadır. Bu tür kazalar, denizcilik güvenliği açısından en yüksek seviyede risk teşkil etmekte olup detaylı incelemeye tabi tutulmaktadır.
- ii. Ciddi Deniz Kazası: Gemi yapısında önemli yapısal hasarların meydana geldiği, ciddi yaralanmalara yol açan veya belirli düzeyde çevresel kirliliğe sebebiyet veren kazalar bu kategoride değerlendirilmektedir. Bu tür olaylar, denizcilik sektöründe emniyet standartlarının iyileştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir.
- iii. Az Ciddi Deniz Kazası: Hafif yaralanmaların meydana geldiği, gemide küçük çaplı hasarların olduğu veya sınırlı çevresel etkileri bulunan kazalar bu grupta yer almaktadır. Bu tür olaylar genellikle daha düşük seviyede risk taşısa da operasyonel emniyet tedbirlerinin gözden geçirilmesi açısından önem arz etmektedir.

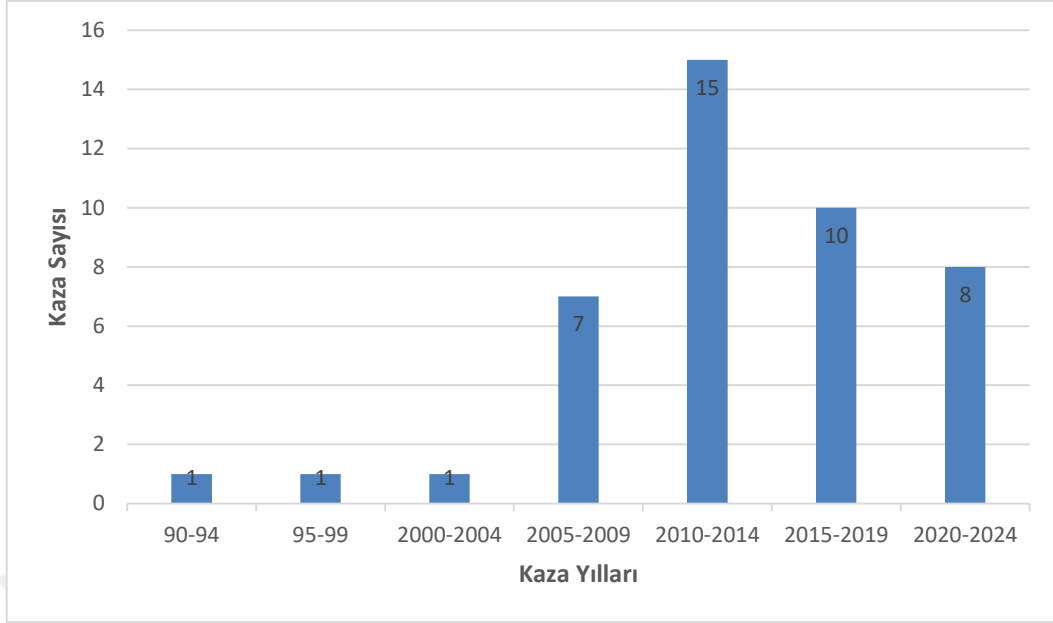
Bu sınıflandırma, kazaların etkilerini sistematik bir şekilde analiz etmeyi, uluslararası denizcilik emniyeti politikalarının geliştirilmesine katkıda bulunmayı ve önleyici tedbirlerin uygulanmasını sağlamayı amaçlamaktadır.

İncelenen 43 kazanın, 25 tanesi (%58) çok ciddi, 11 tanesi (%25) ciddi ve 7 tanesi az ciddi (%17) olarak kayıtlara geçmiştir. Çok ciddi ve ciddi kazalar toplam verinin %83'ünü oluşturmaktadır. Bu durum açık deniz ikmal gemilerinde meydana gelen kazaların önem derecesini ortaya koymakta, emniyet ve sürdürülebilirliği açısından ağır sonuçlar doğurduğunu kanıtlamaktadır.



Şekil 3. Kazaların boyutlarına göre dağılımı

Veri tabanındaki 43 kazanın yıllara göre dağılımı incelendiğinde, sırasıyla 2010-2014 arası ve 2015-2019 arası yıllarda meydana gelen kazalar tüm verilerin yaklaşık %58'ini oluşturmakta, artan teknolojiye rağmen kaza ve sonuçlarındaki risklerin de artış gösterdiği görülmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Kazaların yıllara göre dağılımı

2.4. Çalışmada İncelenen Deniz Kaza Araştırma Kurumları

Çalışmada GISIS veri tabanı incelemesi tamamlanmış ve ardından Uluslararası Taşımacılık Emniyeti Birliği (ITSA) üyesi 16 farklı ülkenin yerel veri tabanı taranmış, çalışmanın veri seti tamamlanmıştır. (Tablo 7). Toplamda GISIS dâhil, 18 adet ulusal ve uluslararası veri tabanı incelenmiş 1990-2024 yılları arasında meydana gelmiş tüm kazalara eksiksiz şekilde ulaşılmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın veri tabanı olarak kullanılan kurum ve kuruluşlar aşağıda listelenmiştir:

Tablo 7. İncelenen kaza soruşturma kuruluşları

Ülke / Kurum	Kuruluşun Adı	Kısaltması
IMO	Global Integrated Shipping Information System	GISIS
Avustralya	Avustralya Ulusal Kaza ve Kaza Araştırması Kurulu Australian Transport Safety Bureau	ATSB
Kanada	Kanada Taşımacılık Emniyeti Komisyonu Transportation Safety Board of Canada	TSB
Fransa	Deniz Olaylarını Soruşturma Kurulu Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile	BEA
İtalya	Deniz Kazaları Araştırma Heyeti Marine Casualties Investigative Body	MCIB
Finlandiya	Safety Investigation Authority	SIA

Tablo 7'nin devamı

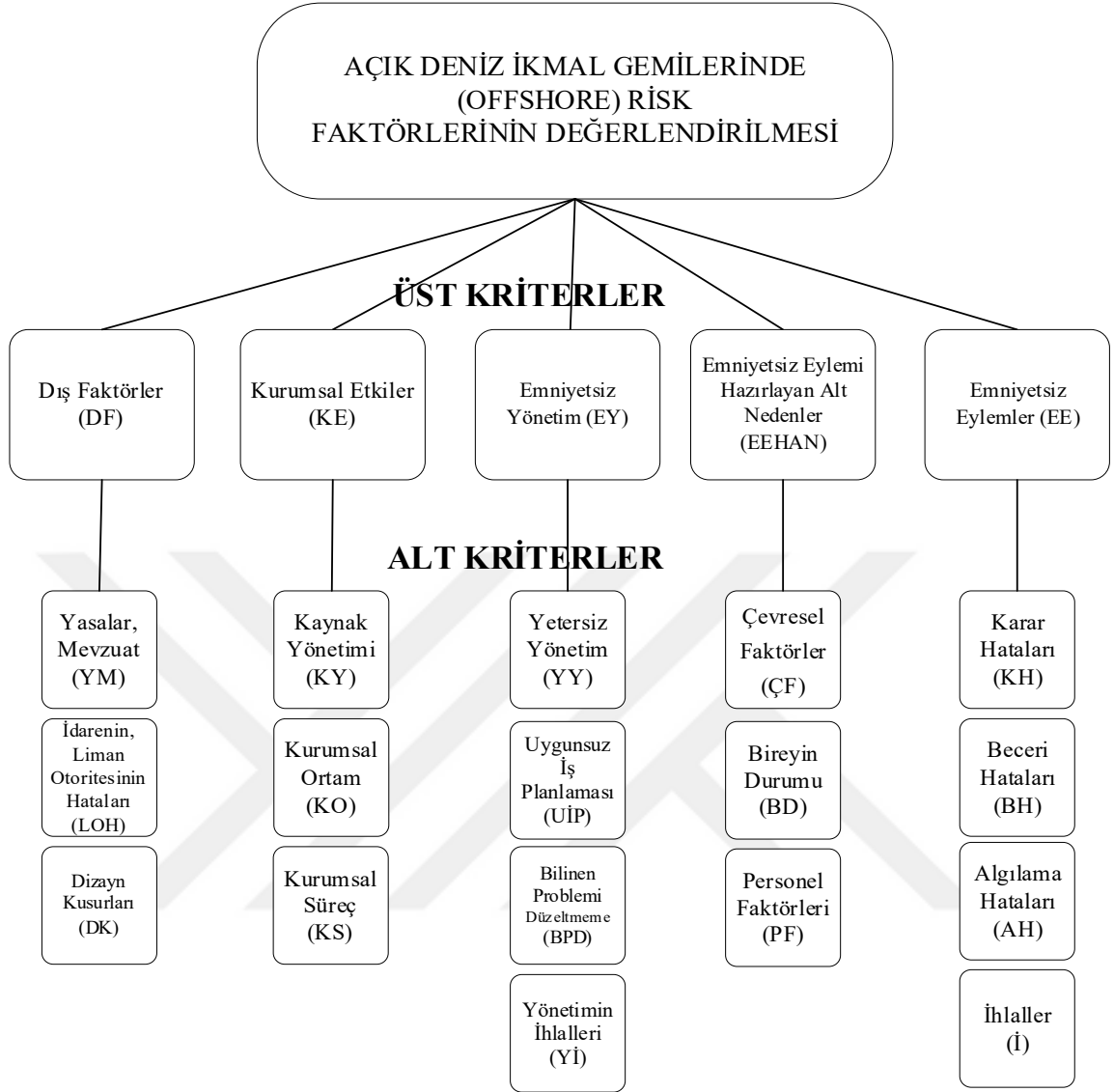
Ülke / Kurum	Kuruluşun Adı	Kısaltması
Japonya	Japonya Ulaştırma Emniyeti Kurulu Japan Transport Safety Board	JTSB
Kore	Aviation and Railway Accident Investigation Board	ARAIB
Hollanda	Dutch Safety Board	DSB
Yeni Zelanda	Transport Accident Investigation Commission	TAIC
Norveç	Kaza Araştırma Kurulu Accident Investigation Board Norway	AIBN
Arjantin	Transportation Safety Board	JST
Singapur	Transport Safety Investigation Bureau of Singapore	AAIB
İsveç	Swedish Accident Investigation Authority	SAIA
Çin	Marine Department – Hong Kong	MARDEP
Çin	Maritime Safety Administration of People's Republic of China	MSA
Birleşik Krallık	Board of Transport Accident Investigators	BTAI
	Deniz Kazaları Araştırma Bölümü Marine Accident Investigation Branch	MAIB
ABD	Ulusal Taşımacılık Emniyet Kurulu National Transportation Safety Board	NTSB

2.5. Uzman Değerlendirme Üyeleri

Çalışmada açık deniz ikmal gemilerindeki kazaların kök nedenlerini insan faktörleri analiz ve sınıflandırma sistemi ile incelerken belirsiz ve göreceli değerlerin ortaya konmasında uzman görüşlerinden faydalanılmıştır. Bu uzmanlar ticari gemi tecrübelerinin yanında açık deniz ikmal gemisi tecrübesi olan beş kaptandan oluşmaktadır. Bu kişiler tabloda A, B, C, D ve E harfleriyle belirtilmiştir.

2.6. Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

Bulanık mantık yaklaşımının en kritik aşamalarından biri, hiyerarşik yapının oluşturulmasıdır. Bu çalışmada, ana ve alt kriterlerin belirlenmesi sürecinde, başlangıçta oluşturulan HFACS çerçevesi ile uyumlu bir yapı oluşturulması amaçlanmıştır. Hiyerarşik yapının oluşturulmasında uzman görüşleri, literatür taraması ve kaza raporlarından elde edilen verilerden yararlanılmıştır. Bu yöntem sayesinde, HFACS kullanılarak yapılan analizlerde ortaya çıkabilecek belirsizlik ve muğlaklıkların, uzman değerlendirmeleriyle giderilmesi ve daha güvenilir sonuçlar elde edilmesi hedeflenmiştir. Fuzzy AHP çatısı için tanımlanan tüm ana kriter ve alt kriterler kısaltmalarıyla birlikte Şekil 5.'te verilmiştir.



Şekil 5. FAHP üst ve alt kriterleri

2.7. İkili Karşılaştırmalar

Hedeflenen analizde 5 ana kriter ve bu kriterlerin altında ayrı ayrı alt kriterler yer almaktadır.

Beş ana kriter; Dış Faktörler (DF), Kurumsal Etkiler (KE), Emniyetsiz Yönetim (EY), Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler (EEHAN) ve Emniyetsiz Eylemler (EE) ‘den oluşmaktadır.

Toplamda 15 alt kriter belirlenmiş olup bunlar; Yasalar ve Mevzuat (YM), İdarenin ve Liman Otoritesinin Hataları (LOH), Dizayn Kusurları (DK), Kaynak Yönetimi (KY), Kurumsal Ortam (KO), Kurumsal Süreç (KS), Yetersiz Yönetim (YY), Uygunsuz İş

Planlaması (UİP), Bilinen Problemi Düzeltmeme (BPD), Yönetimin İhlalleri (Yİ), Çevresel Faktörler (ÇF), Bireyin Durumu (BD), Personel Faktörleri (PF), Hatalar (H) ve İhlaller (İ) şeklinde sıralanmaktadır.

Çalışma kapsamında, öncelikli olarak beş ana kriter arasında ikili karşılaştırmalar gerçekleştirilmiş ve her birinin diğerlerine göre önem düzeyi belirlenmiştir. Ana kriterler altında yer alan alt kriterler yalnızca kendi başlıkları altındaki diğer alt kriterlerle karşılaştırılmış ve önem seviyeleri analiz edilmiştir. Bu yöntem aracılığıyla, her bir kriterin karar süreçlerindeki ağırlığı ve etkisi bilimsel bir yaklaşımla ortaya konmuştur.



3. BULGULAR VE İRDELEME

3.1. Genel Kaza Bulguları

3.1.1. Kazaların Yıllara Göre Dağılımı

Açık deniz ikmal gemisi (OSV) kazaları, denizcilik sektöründeki risklerin, operasyon yoğunluğunun ve emniyet tedbirlerinin zaman içindeki değişimlerini değerlendirme açısından önemli bir gösterge sunmaktadır. OSV'ler, açık deniz petrol platformlarına, sondaj sahalarına ve diğer offshore tesislere malzeme, ekipman ve personel taşıyan kritik araçlardır. Bu bağlamda, OSV kazalarının dağılımı, sektördeki teknolojik gelişmeler, emniyet tedbirleri ve operasyonel risklerle yakından ilişkili olduğunu söyleyebiliriz.

Tablo 8. Açık deniz ikmal gemisi kazalarının yıllara göre dağılımı

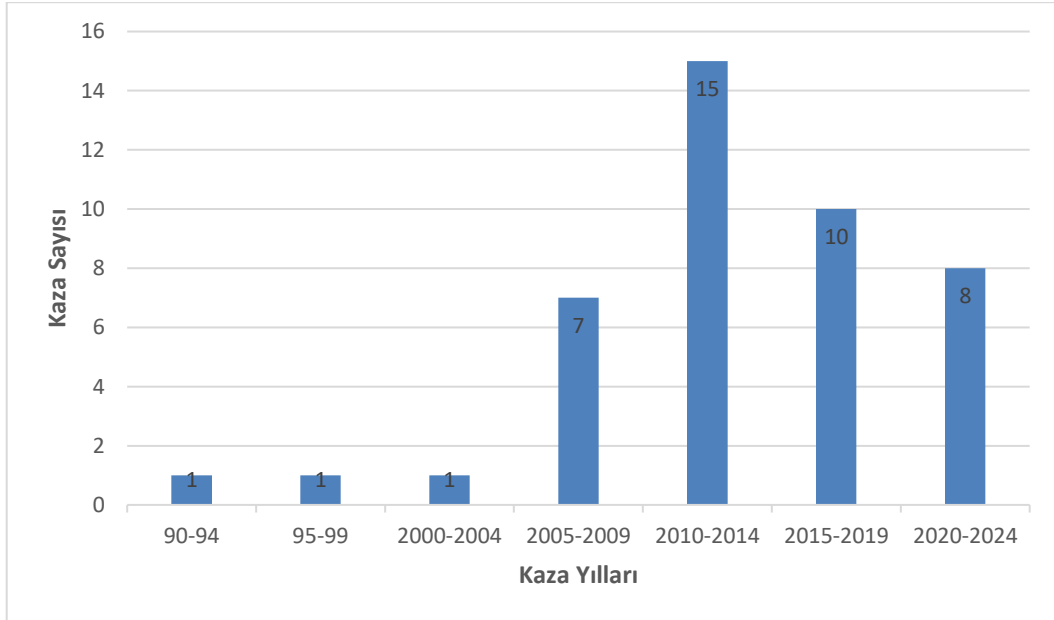
Yıllar	Adet	%	Yıllar	Adet	%
1991	1	2,32	2013	5	11,62
1998	1	2,32	2014	2	4,65
2004	1	2,32	2015	3	6,97
2005	1	2,32	2016	3	6,97
2007	3	6,97	2017	3	6,97
2008	2	4,65	2018	2	4,65
2009	1	2,32	2020	2	4,65
2010	2	4,65	2021	3	6,97
2011	2	4,65	2022	1	2,32
2012	3	6,97	2023	2	4,65
			Toplam	43	100,0

Grafikte 1990-1994 ve 1995-1999 dönemlerinde OSV kazalarının sabit ve düşük seviyede olduğu görülmektedir. Bu yıllarda offshore operasyonlarının sınırlı ve daha az karmaşık olduğu söylenebilir. Offshore petrol endüstrisinin henüz yoğunlaşmamış olması, kaza risklerini düşük seviyede tuttuğu söylenebilir. Aynı zamanda, bu dönemde uluslararası emniyet standartlarının tam anlamıyla uygulamaya konmamış olması kazaların raporlanmasında eksikliklere yol açtığı görülmektedir. 2000-2004 döneminde görülen 1 kaza, offshore endüstrisinin henüz genişleme aşamasında olması nedeniyle operasyonel faaliyetlerin görece düşük seviyede seyretmesi etken olarak değerlendirilebilir.

2005-2009 yılları (7 kaza) kaza sayısında önemli bir artış yaşanmıştır. Küresel enerji talebinin hızla arttığı, dolayısıyla offshore operasyonların yoğunlaştığı bir dönemdir. Özellikle derin deniz operasyonlarının artması ve daha zorlu çevresel koşullarla karşılaşılması, OSV operasyonlarının karmaşıklığını artırmış ve kaza riskini yükseltmiştir. Bu yıllarda OSV'ler daha uzun mesafeli ve zorlu operasyonlar gerçekleştirmiştir, bu da kaza frekansını yükselten faktörlerden biri olarak değerlendirilebilir.

2010-2014 döneminde OSV kazalarında zirveye ulaşılmıştır (15 kaza). Offshore enerji endüstrisinin en yoğun olduğu bu dönemde, OSV'ler derin denizlerde ve yüksek riskli bölgelerde daha karmaşık operasyonlar gerçekleştirmiştir. Bu süreçte yaşanan kazalar, operasyonel yoğunluk, insan hataları ve teknolojik altyapıların yetersizliği ile ilişkilendirilebilir.

2015-2019 ve 2020-2023 dönemlerinde kaza sayılarında hafif bir azalma (10 kaza-8 kaza) görülse de oranlar hala yüksek seviyelerde kalmıştır. Bu durum, sektördeki emniyet tedbirlerine rağmen operasyonel risklerin kontrol altına alınmasında tam anlamıyla başarı sağlanamadığını göstermektedir. Teknolojik gelişmeler ve daha sıkı emniyet standartları, kaza sayısını azaltmaya yardımcı olmuş, ancak bu dönemde operasyonların yoğunluğu ve karmaşıklığı ciddi kazaların önlenmesini zorlaştırmıştır.



Şekil 6. Açık deniz ikmal gemisi kazalarının yıllara göre dağılımı

Grafikteki veriler, açık deniz ikmal gemisi kazalarının zaman içinde nasıl değiştiğini ve sektördeki operasyonel yüklerin, emniyet tedbirlerinin ve teknolojik gelişmelerin bu kazaları etkilediğini göstermektedir. 2010-2019 yılları arasında yaşanan yüksek kaza oranları, açık deniz ikmal operasyonlarının risklerinin etkin bir şekilde yönetilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. OSV kazalarını azaltmak için emniyet tedbirlerinin sürekli olarak güncellenmesi ve operasyonel risklerin daha etkin bir şekilde yönetilmesi gerektiği söylenebilir.

3.1.2. Kazaların Gemi İnşa Yılına Göre Dağılımı

Açık deniz ikmal gemisi (OSV) kazalarının inşa yılına göre analiz edilmesi, gemilerin yaşına bağlı olarak performanslarını ve kazaların olasılığını anlamak açısından önemli bir çerçeve sunmaktadır. Aşağıda, inşa yılı sütununa göre yapılan analiz yer almaktadır:

Tablo 9. Açık deniz ikmal gemisi kazalarının gemi inşa yılına göre dağılımı

İnşa Yılı	Adet	%	İnşa Yılı	Adet	%
1970-1980	5	11,62	2001-2010	14	32,55
1981-1990	7	16,28	2011-2020	12	27,90
1991-2000	4	9,30	2021-2024	1	2,32
			Toplam	43	100,00

Yaşlı Gemiler ve Kaza Riski: 1970'ler ve 1980'lerde inşa edilen gemilerde kazalar ciddi sonuçlar doğurmuş, bu da gemi yaşı ile kazaların şiddeti arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir. Örneğin 1978 yapımı Balder gemisi 2013 yılında çok ciddi bir kazaya karışmış ve bu kaza sonucunda önemli yapısal hasarlar meydana gelmiştir. Yaşlı gemilerin teknoloji açısından daha eski sistemlerle donatılmış olması, kazaya sebebiyet veren faktörlerden biri olarak düşünülebilir.

1974 yapımı American Constitution ve 1982 yapımı Seacor Laredo gemilerinin her ikisi de ciddi kazalara karışmıştır. Bu gemiler, gemi yaşı ve bakım süreçlerinin kazalara olan etkisini açıkça göstermektedir. Özellikle eski gemilerde meydana gelen kazalar, daha kapsamlı bakım ve emniyet tedbirlerine ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Bu bulgular, yaşlı gemilerde meydana gelen kazaların geminin zamanla yıpranması, teknoloji açısından güncellenememesi veya eksik bakımlardan kaynaklanabileceğini

göstermektedir. Denizcilik sektöründe bu tür gemilerin sıkı bir şekilde denetlenmesi ve yenilenme süreçlerinin hızlandırılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Yeni Gemilerde Emniyet ve Kaza Oranı: 2010 ve sonrasında inşa edilen gemilerde de kazalar raporlanmıştır. Bu durum, sadece gemi yaşı ile ilgili değil, operasyonel hatalar, kötü hava koşulları ve insan faktörü gibi diğer unsurların da kazalarda etkili olduğunu göstermektedir.

2015 yapımı Lanpan 35 ve 2017 yapımı Vos Stone gibi yeni inşa edilen gemiler de ciddi kazalara karışmıştır. Bu durum, yeni teknolojilerin bile denizcilikte tüm riskleri ortadan kaldırmak için yeterli olmadığını, mürettebat eğitimi ve emniyet protokollerinin geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir.

2015 yapımı Antares ve 2021 yapımı Tamımı 6 gibi gemilerde meydana gelen kazalar, az ciddi kazalar olarak sınıflandırılmıştır. Yeni gemilerin daha az ciddi kazalara karışması, yeni teknoloji ve emniyetli sistemlerin genel olarak etkili olduğunu, ancak kazaları tamamen önlemede yetersiz kaldığını ortaya koymaktadır.

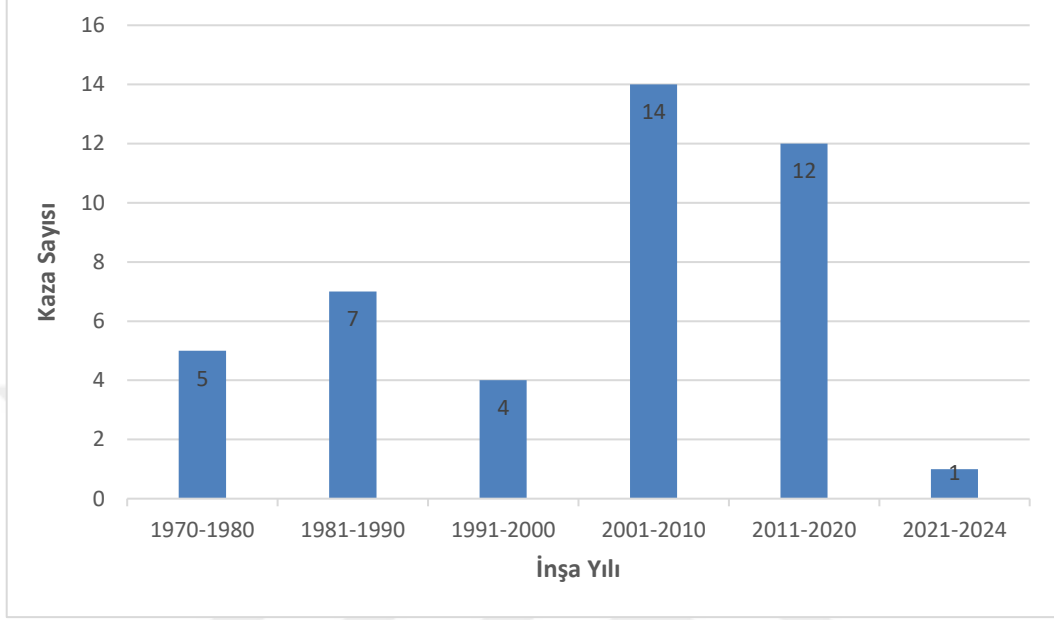
Bu bulgular, yeni gemilerdeki kazaların sıklıkla insan hatası, operasyonel süreçlerdeki hatalar veya çevresel faktörlerden kaynaklandığını göstermektedir. Teknoloji ne kadar gelişmiş olursa olsun, insan faktörü denizcilikte hala önemli bir rol oynamaktadır.

Eski ve yeni gemiler arasındaki kaza oranlarını karşılaştırırken, modernizasyonun etkisinin büyük olduğu görülmektedir. Örneğin, 1980'ler ve öncesinde inşa edilen gemilerde daha sık ve daha ciddi kazalar meydana gelirken, daha yeni gemilerde kazaların şiddeti genellikle daha düşük olmuştur.

2010 yapımı Fast Titan ve Platinum Explorer gibi gemilerdeki kazalar ciddi sonuçlar doğurmasına rağmen, daha eski gemilerdeki kazalara kıyasla daha fazla kurtarma ve hasar kontrolü sağlanmıştır. Bu, modern gemi emniyet sistemlerinin daha etkili olduğunu göstermektedir. Bu noktada, gemilerin modernizasyonu ve sürekli teknolojik iyileştirme, özellikle daha yaşlı gemiler için, kazaları önlemede önemli bir rol oynamaktadır. Modern emniyet sistemlerinin ve teknolojilerin entegre edilmesi, eski gemilerdeki kazaların şiddetini ve sıklığını azalttığı görülmektedir.

İnşa Yılı ve Kaza Şiddeti Arasındaki İlişki: Genel olarak bakıldığında, inşa yılı daha eski olan gemilerde kazaların daha ciddi sonuçlar doğurduğu, daha yeni gemilerde ise kazaların şiddetinin nispeten daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durum, eski gemilerin zamanla yapısal yıpranmaya maruz kaldığını ve teknolojik olarak geride kaldığını

göstermektedir. Aynı zamanda, yeni gemilerin bile kazalara karşı tam anlamıyla bağışık olmadığı, denizcilik sektöründe sürekli iyileştirmeye ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.



Şekil 7. Açık deniz ikmal gemisi kazalarının gemi inşa yılına göre dağılımı

Denizcilik kazalarının inşa yılına göre dağılımı, gemi yaşının kazalarda önemli bir faktör olduğunu göstermektedir. Eski gemiler daha fazla ve daha ciddi kazalara karışırken, yeni gemilerde kazaların daha düşük şiddette olduğu görülmektedir. Bu bulgular, eski gemilerin modernizasyonu ve bakım süreçlerinin sıkılaştırılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Aynı zamanda, yeni gemilerde bile operasyonel süreçlerde dikkatli olunması ve mürettebatın sürekli eğitilmesi gerekmektedir.

3.1.3. Kazaların Gemi Tonajına Göre Dağılımı

Gemi tonajı, bir geminin büyüklüğünü, kapasitesini ve operasyonel karmaşıklığını belirleyen önemli bir gösterge olarak, kazaların frekansı ve ciddiyeti üzerinde doğrudan etkili bir değişkendir. Daha büyük tonajlı gemiler, daha geniş çaplı operasyonlar yürütmekte olup, kazaların sonuçları daha ciddi olabilirken, küçük tonajlı gemilerde manevra kabiliyeti daha yüksek olmakla birlikte, belirli operasyonel zorluklar ve insan faktörü hataları öne çıkabilir.

Tablo 10. Açık deniz ikmal gemisi kazalarının gemi tonajına göre dağılımı

Gemi Tonajı	Adet	%
0-2000	18	42
2000-10000	20	46
10000 ve üzeri	5	12
Toplam	43	100

Küçük Tonajlı İkmal Gemileri (0 - 2.000 GT): Küçük tonajlı gemiler, genellikle kıyıya yakın bölgelerde faaliyet gösteren, kısa mesafeli taşımacılık ve destek operasyonlarında kullanılan ikmal gemileridir. Bu gemilerde mürettebat sayısı az, operasyonel görevler daha basittir; ancak bu durum, insan faktöründen kaynaklanan hataların kaza olasılığını artırabileceğini göstermektedir. Küçük tonajlı gemilerin manevra kabiliyeti yüksek olmasına karşın, bu tip gemilerde kazalar genellikle liman manevraları, römorkaj faaliyetleri ve kıyı operasyonları sırasında meydana gelir.

Küçük bir tedarik gemisi olan Coastlink 8'in (63 GT) kazası, küçük tonajlı gemilerde dahi kaza riskinin ciddi sonuçlar doğurabileceğini göstermektedir. Bu kaza, gemi tonajı küçük olsa bile operasyonel risklerin mevcut olduğunu ortaya koymaktadır. Fairplay 33 (1374 GT) römorkör sınıfında yer alan bu gemi, küçük tonajlı gemilere özgü yüksek manevra kabiliyetine sahip olmasına karşın ölümle sonuçlanan çok ciddi kategoride bir kazaya uğramıştır. Römorkörlerin bu sınıfta sıklıkla kazaya karışması, operasyonların sıkışık liman alanlarında gerçekleşmesi nedeniyle insan hatası ve yorgunluğun etkilerini ortaya koymaktadır. Küçük tonajlı gemilerdeki kazalar genellikle insan hatalarına ve çevresel faktörlere bağlıdır. Bu sınıftaki gemilerde manevra kolay olsa da yorgunluk, dikkatsizlik ve çevresel koşulların zorluğu kaza riskini artırmaktadır.

Orta Tonajlı İkmal Gemileri (2.000 - 10.000 GT): Orta tonajlı ikmal gemileri genellikle daha karmaşık operasyonlar yürüten ve daha büyük yükler taşıyan, transfer eden veya hortum döşeyen ikmal gemileridir. Bu gemiler, derin deniz operasyonları ve daha uzak mesafelerde tedarik faaliyetleri gibi görevler için kullanılır. Orta tonajlı gemilerde kazalar, hem insan faktörüne hem de teknik arızalara bağlı olabilir. Tonajın artması, operasyonel karmaşıklığı ve kazaların potansiyel sonuçlarını artırmaktadır.

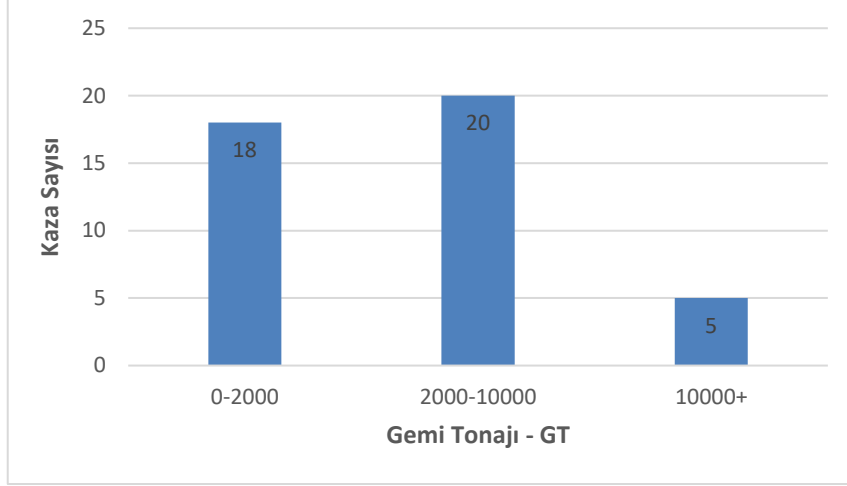
Astro Tamoio (2025 GT) gemisi, kıyıdan uzak operasyonlar için kullanılan bir tedarik gemisidir. Kazası, deniz ve çevre koşullarının zorlu olduğu bir bölgede (Guanabara Körfezi, Brezilya) gerçekleşmiştir ve orta tonajlı gemilerde çevresel risklerin nasıl bir etki yarattığını gözler önüne sermektedir.

Orta tonajlı gemilerde kazalar, genellikle teknik arızalar, operasyonel hatalar ve çevresel faktörler ile ilişkilidir. Bu tonajda, insan hatalarının yanı sıra geminin teknik kapasitesi ve bakımı da kaza riskini etkileyen temel faktörler arasında yer aldığı görülmektedir. Orta tonajlı ikmal gemilerinde kazaların sonuçları, özellikle çevresel etkiler açısından daha ciddi olabilmektedir.

Büyük Tonajlı İkmal Gemileri (10.000 GT ve Üzeri): Büyük tonajlı ikmal gemileri, genellikle açık deniz operasyonlarında petrol ve gaz platformlarına malzeme ve personel taşıyan veya bu platformların bakımını gerçekleştiren gemiler olarak kullanılır. Bu gemilerin karmaşıklığı ve operasyonel zorlukları, daha fazla mürettebat ve teknik ekipman gerektirir. Bu tür ikmal gemilerindeki kazaların sonuçları, çevresel felaketlere, yüksek maliyetli kayıplara ve daha büyük ölçekli zararlarla sonuçlanmıştır. Bu gemilerde emniyet standartlarının daha yüksek seviyede uygulanması ve operasyonların titizlikle denetlenmesi gerekmektedir.

Gemi tonajına göre kazaların dağılımı, tonaj arttıkça kazaların sonuçlarının daha ciddi olduğunu ve operasyonel karmaşıklıkların arttığını göstermektedir. Küçük tonajlı gemilerde kazalar, genellikle insan faktörü ve çevresel koşullar nedeniyle meydana gelirken, orta ve büyük tonajlı gemilerde teknik arızalar, sistemsel hatalar ve daha karmaşık operasyonların etkili olduğu gözlemlenmektedir. Büyük tonajlı gemilerdeki kazalar, çevresel ve ekonomik olarak daha ciddi sonuçlar doğurabilir ve bu nedenle bu tür gemilerde emniyet tedbirleri ve operasyonel standartlar daha sıkı bir şekilde uygulanmalıdır.

Küçük tonajlı gemilerde, mürettebatın yorgunluğu ve dikkat dağınıklığını minimize etmek için vardiya düzenlemeleri ve insan faktörüne dayalı risklerin azaltılmasına yönelik eğitim programları önem kazanmaktadır. Orta tonajlı gemilerde, teknik bakım ve operasyonel denetimlerin artırılması, karmaşık operasyonlarda risklerin minimize edilmesine katkı sağlayabilir. Büyük tonajlı gemilerde, yüksek teknolojiye dayalı izleme ve kontrol sistemlerinin entegrasyonu, teknik arızaların ve çevresel risklerin önlenmesi açısından hayati önem taşımaktadır.



Şekil 8. Açık deniz ikmal gemisi kazalarının gemi tonajına göre dağılımı

Açık deniz ikmal gemisi kazalarının tonaja göre analiz edilmesi, gemi büyüklüğü ve operasyonel risklerin doğrudan bir ilişki içinde olduğunu ortaya koymaktadır. Tonaj arttıkça kaza sayısı azalmasına karşın emniyet tedbirleri ve risk yönetimi stratejilerinin daha karmaşık hale gelmesi gerektiği görülmektedir. Bu doğrultuda, gemi tonajına göre farklılaştırılmış risk yönetimi ve operasyonel emniyetli uygulamaların geliştirilmesi, denizcilik sektöründeki kazaların azaltılmasında etkili bir yaklaşım olacaktır.

3.1.4. Kazaların Vardiya Saatlerine Göre Dağılımı

Denizcilikte vardiya düzeni, personelin görev ve sorumluluklarının belirlenmesinde önemli bir unsurdur ve kazaların bu vardiya düzenine göre dağılımı, gemi operasyonları üzerindeki riskleri anlamada kritik bir rol oynar. Açık deniz ikmal gemisi kazalarının 4'er saatlik vardiya dilimlerine göre analiz edilmesi, yorgunluk, dikkat kaybı ve operasyonel zorlukların kazalara etkilerini daha iyi ortaya koymaktadır. Denizcilik operasyonlarında yaygın olarak kullanılan vardiya düzeni şu şekildedir:

00:00 - 04:00, 12:00 - 16:00 (2. Zabit vardiyası)

04:00 - 08:00, 16:00 - 20:00 (1. Zabit vardiyası)

08:00 - 12:00, 20:00 - 24:00 (3. Zabit vardiyası)

Tablo 11. Açık deniz ikmal gemisi kazalarının vardiya saatlerine göre dağılımı

Vardiya Saatleri	Adet	%	Vardiya Saatleri	Adet	%
00:00-04:00	7	16,27	12:00-16:00	7	16,27
04:00-08:00	6	13,95	16:00-20:00	8	18,60
08:00-12:00	9	20,93	20:00-00:00	6	13,95
			Toplam	43	100,00

Bu dönemler mürettebatın psikolojik ve fizyolojik durumuna, yorgunluk seviyesine ve çevresel faktörlere bağlı olarak riskler taşır. Aşağıda, her bir vardiya diliminde gerçekleşen kazaların dağılımı ve değerlendirilmesi yer almaktadır.

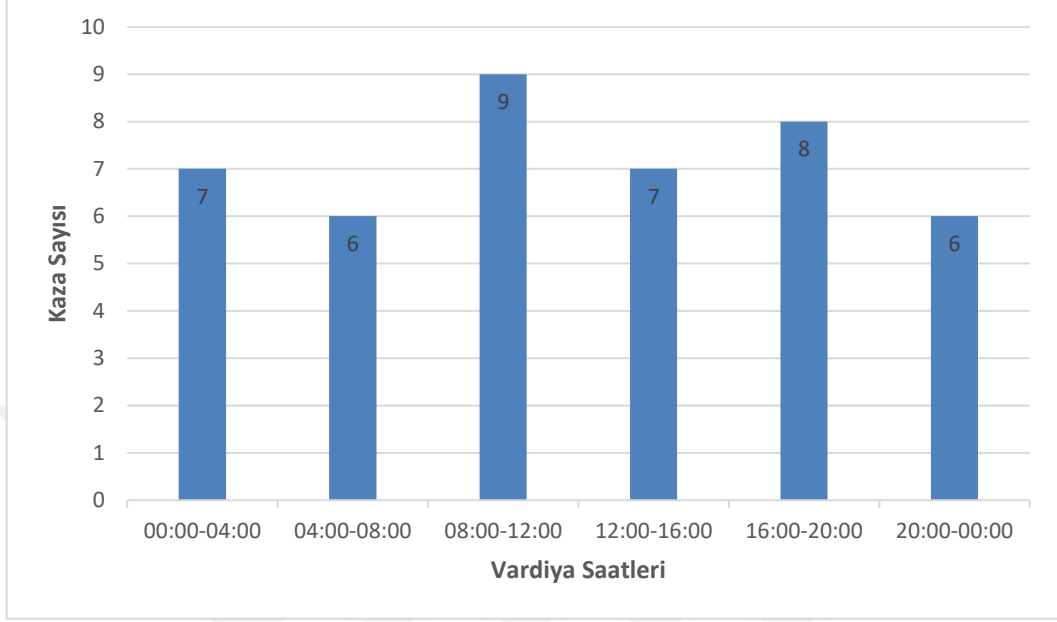
00:00 - 04:00 , 12:00 - 16:00 (2. Zabit vardiyası): Bu saat dilimi, gemi operasyonlarında en riskli dönemlerden biri olarak kabul edilir. Genellikle gece yarısından sabaha kadar olan bu zaman aralığında, insan fizyolojisi en düşük dikkat seviyesine sahip olur ve yorgunluk en üst düzeye çıkar. Sirkadiyen Ritim adı verilen biyolojik saat, bu dönemde uyku ihtiyacını artırır ve bu da mürettebatın performansında belirgin bir düşüşe neden olabilir. Bu durum, kazaların artmasına sebep olabilir. Aşağıdaki kazalar bu saat diliminde gerçekleşmiştir:

Fairplay 33 (02.04.2020, 20:20): Kaza akşam geç saatlerde meydana gelmiştir, bu durum mürettebatın güverte vardiyası sonrası yorgunluğu ile ilişkilendirilebilir. Crest Radiant 1 (26.02.2021, 01:30): Gece yarısına yakın gerçekleşen bu kaza, yorgunluk ve dikkat eksikliği risklerinin yoğun olduğu döneme işaret eder. Skawlink III / Nord Gardenia (29.09.2016, 01:05): 2. zabit 'in vardiyasına denk gelen bu kazanın, mürettebatın düşük dikkat seviyesinden kaynaklanmış olabileceği değerlendirilebilir.

Gece vardiyalarında meydana gelen kazaların sayısının yüksekliği, denizcilikte yorgunluk yönetiminin önemini vurgular. Özellikle 00:00 - 04:00 diliminde görev yapan personelin düzenli aralıklarla dinlendirilmesi ve vardiya saatlerinin optimize edilmesi gerektiği bilimsel çalışmalarda sıkça dile getirilmektedir.

04:00 - 08:00 , 16:00 - 20:00 (1. Zabit vardiyası): Bu vardiya, gece yarısı vardiyasından sonra gelen ve sabahın erken saatlerine kadar süren bir dönemdir. Gece boyunca çalışmanın getirdiği yorgunluk, bu vardiyada da devam edebilir. Ancak gün ışığına geçişle birlikte mürettebatın dikkat seviyesi kısmen artabilir. Bu dönem, özellikle gece operasyonlarının devam ettiği ve yorgunluğun hala yüksek olduğu bir zaman dilimidir. Aşağıdaki kazalar bu vardiyada meydana gelmiştir:

Coastlink 8 (26.08.2017, 23:03): Gece vardiyasına yakın bir zaman diliminde gerçekleşen bu kaza, gece operasyonlarının risklerini yansıtır.



Şekil 9. Açık deniz ikmal gemisi kazalarının vardiya saatlerine göre dağılımı

Hai Yang Shi You 699 (25.07.2012, 17:00): Bu kaza da gündüz saatlerinde meydana gelmiş olmasına rağmen, kaza raporunda da belirtildiği üzere gece vardiyasının yorgunluğunun etkileri görülmektedir.

Denizcilikte yapılan araştırmalar, sabah erken saatlerde meydana gelen kazaların insan vücudunun gece vardiyasından çıkması ve biyolojik saatin gün ışığına geçişiyle birlikte zorlandığı bir dönemde gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Bu vardiyalar mürettebatın dikkatinin arttığı dönemler olsa da yorgunluk hala belirleyici bir faktördür.

08:00 - 12:00 , 20:00 - 24:00 (3. Zabit vardiyası): Bu vardiya, gün ışığı altında gerçekleşen operasyonların yapıldığı, mürettebatın daha dinlenmiş ve dikkat seviyesinin yüksek olduğu bir dönemdir. Genellikle sabah saatlerinde ve mesai saatlerine yakın zamanlarda yapılan operasyonlar, daha kontrollü ve emniyetli olarak değerlendirilebilir. Ancak bu dönemde de teknik ya da çevresel faktörlerden kaynaklanan kazalar meydana gelebilir. Aşağıdaki kazalar bu vardiyada gerçekleşmiştir:

Seven Polaris (01.12.2013, 11:30): Gün ışığı saatlerinde meydana gelen bu kaza, operasyonel hataların ya da teknik sorunların risk faktörü olabileceğini göstermektedir. Astro Tamoio (25.09.2021, 08:35): Sabaha yakın saatlerde gerçekleşen bu kaza,

mürettebatın genellikle dikkatli olduğu bir döneme denk gelmesine rağmen çevresel ya da teknik sorunlarla açıklanabilir.

Araştırmalara göre bu saat dilimlerinde kazaların daha fazla sayıya rağmen daha düşük kaza boyutlarında gerçekleşmesi, mürettebatın dinlenmiş olmasıyla ilişkilendirilebilir.

3.1.5. Kazaların Boyutlarına Göre Dağılımı

Tabloda "Kaza Boyutu" başlığı altında kazaların ciddiyet düzeyine göre dağılımı sunulmaktadır. Bu grafikte üç farklı kategori yer almakta olup, kazaların her bir kategoriye göre yüzdesel dağılımı şu şekildedir:

Tablo 12. Açık deniz ikmal gemisi kazalarının kaza boyutuna göre dağılımı

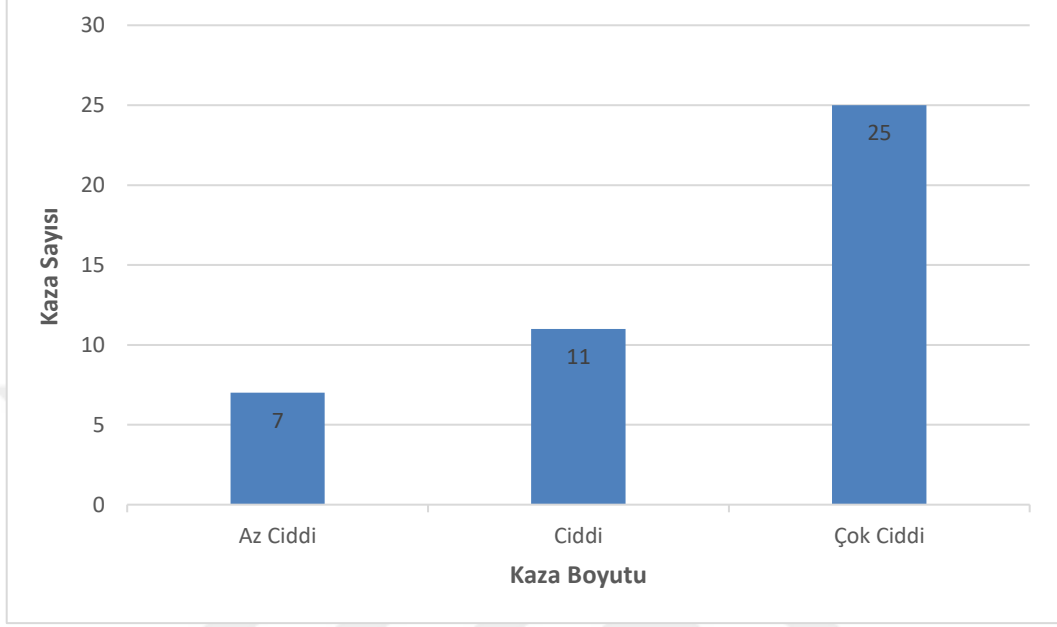
Kaza Boyutu	Adet	%
Az Ciddi	7	17
Ciddi	11	25
Çok Ciddi	25	58
Toplam	43	100,00

Çok Ciddi Kazalar (%58): Grafikte en büyük payı çok ciddi kazalar almaktadır. Açık deniz ikmal operasyonlarında bu kadar yüksek oranda ciddi kazaların meydana gelmesi, sektördeki operasyonel risklerin ne kadar büyük olduğunu göstermektedir. Çok ciddi kazalar genellikle gemi hasarları, çevresel felaketler veya ölümlü sonuçlanan kazalar gibi ağır sonuçlar doğurmaktadır. Bu durum, denizcilik endüstrisinde özellikle çok ciddi kazaların azaltılmasına yönelik daha sıkı emniyet tedbirlerinin alınmasının gerekliliğine işaret etmektedir.

Ciddi Kazalar (%25): Kazaların %25'ü ciddi olarak sınıflandırılmıştır. Ciddi kazalar, operasyonları aksatacak düzeyde maddi hasara, personel yaralanmalarına veya çevresel etkiler gibi önemli sonuçlara yol açabilir. Offshore operasyonlarında, ciddi kazaların bu denli yüksek olması, risk yönetim stratejilerinde önemli boşlukların bulunduğunu göstermektedir. Emniyet ekipmanlarının ve prosedürlerinin iyileştirilmesiyle bu tür kazaların azaltılması sağlanmalıdır.

Az Ciddi Kazalar (%17): Az ciddi kazalar, grafikte %17'lik bir dilimi oluşturmaktadır. Bu kategori, genellikle maddi hasarın düşük olduğu, personel yaralanmalarının sınırlı olduğu ya da operasyonel aksaklıkların minimum düzeyde kaldığı kazaları ifade eder. Bu tür

kazaların düşük yüzdede kalması, genellikle bu kazaların kısa vadeli etkiler yaratmasıyla ilişkilendirilebilir.



Şekil 10. Açık deniz ikmal gemisi kazalarının kaza boyutuna göre dağılımı

3.1.6. Kazaların Olduğu Bölgeye Göre Dağılımı

Kazaların coğrafi konumlara göre dağılımı, açık deniz ikmal operasyonlarında çevresel, operasyonel ve bölgesel faktörlerin kazalar üzerindeki etkisini anlamak açısından önemli bir göstergedir.

Tablo 13. Açık deniz ikmal gemisi kazalarının kazanın olduğu bölgeye göre dağılımı

Kaza Bölgesi	Adet	%	Kaza Bölgesi	Adet	%
Brezilya Açıkları ve Campos Havzası	7	16,27	Güney Çin Denizi ve Doğu Asya	7	16,27
Meksika Körfezi ve Amerika	4	9,30	Basra Körfezi ve Orta Doğu	3	6,97
Batı Afrika Havzası	4	9,30	Avrupa ve İskandinavya Kıyıları	12	27,90
Avustralya ve Hint Okyanusu	6	13,95			
			Toplam	43	100,00

Avrupa ve İskandinavya Kıyıları: Dünya çapında zorlu hava koşulları ve yoğun offshore operasyonları ile bilinen bir bölge olmakla birlikte Norveç, Birleşik Krallık ve Danimarka açıkları, offshore enerji üretiminde ve deniz taşımacılığında önemli bir bölgeyi temsil etmektedir. Bu bölgede yoğun deniz trafiği ve petrol çıkarma operasyonları, kazalara zemin hazırlayan önemli faktörlerdir.

Skawlink III (2016) ve Fairplay 33 (2020) kazaları, İskandinavya açıklarında meydana gelen kazalara örnek teşkil etmektedir. Bu kazalar, açık deniz ikmal operasyonlarının zorluğu ve kötü hava koşullarının bu bölgedeki kazaları artırdığını göstermektedir.

Strilmoy (2005) ve Bourbon Dolphin (2007) kazaları, Kuzey Denizi'nde gerçekleşen ciddi kazalara örnek teşkil etmektedir. Römorkör operasyonları sırasında manevraların zorlayıcı olması ve bölgedeki hava şartları, kaza risklerini artıran unsurlar arasında yer almaktadır. Bu durum, denizcilik operasyonlarında çevresel faktörlerin kazalar üzerindeki doğrudan etkisini göstermektedir.

Brezilya Açıkları ve Campos Havzası: Dünyanın en önemli offshore petrol üretim bölgelerinden biridir. Bölgedeki yoğun operasyonlar, teknik karmaşıklık ve yüksek deniz trafiği, kazaların sıklığını artırmaktadır. Brezilya açıklarında meydana gelen kazalar, bölgedeki operasyonların karmaşıklığının ve çevresel faktörlerin kazalara katkı sağladığını göstermektedir.

Astro Tamoio (2021) ve Malaviya Twenty Nine (2014) gibi kazalar, Brezilya'nın denizcilik operasyonlarındaki zorlukları ve riskleri vurgulamaktadır. Bu bölgedeki kazalar, operasyonel baskılar ve deniz trafiği yoğunluğu gibi faktörlerle ilişkilendirilebilir.

Güney Çin Denizi ve Doğu Asya: Küresel deniz ticaretinin en yoğun geçtiği bölgelerden biridir. Ayrıca, bölge aynı zamanda offshore enerji operasyonları açısından da stratejik bir öneme sahiptir. Bölgedeki yüksek deniz trafiği ve sık karşılaşılan tayfun gibi sert hava koşulları, kazaların başlıca nedenleri arasında yer almaktadır.

Hai Yang Shi You 699 (2012) ve Lanpan 35 (2018) kazaları, Asya kıyılarında meydana gelen ciddi kazalar arasındadır. Bu kazalar, bölgedeki yüksek trafik yoğunluğu ve zorlu hava koşullarının kaza riskini artırdığını göstermektedir. Tayfunlar ve deniz trafiği yoğunluğu, bu bölgedeki operasyonların güvenliğini önemli ölçüde etkilemektedir.

Avustralya ve Hint Okyanusu: Batı Avustralya açıkları ve Hint Okyanusu bölgeleri özellikle petrol ve doğal gaz çıkarma faaliyetleri konularında yoğunlaşmış durumdadır. Bu operasyonların karmaşıklığı ve çevresel zorluklar, kazaların temel nedenleri arasında yer almaktadır.

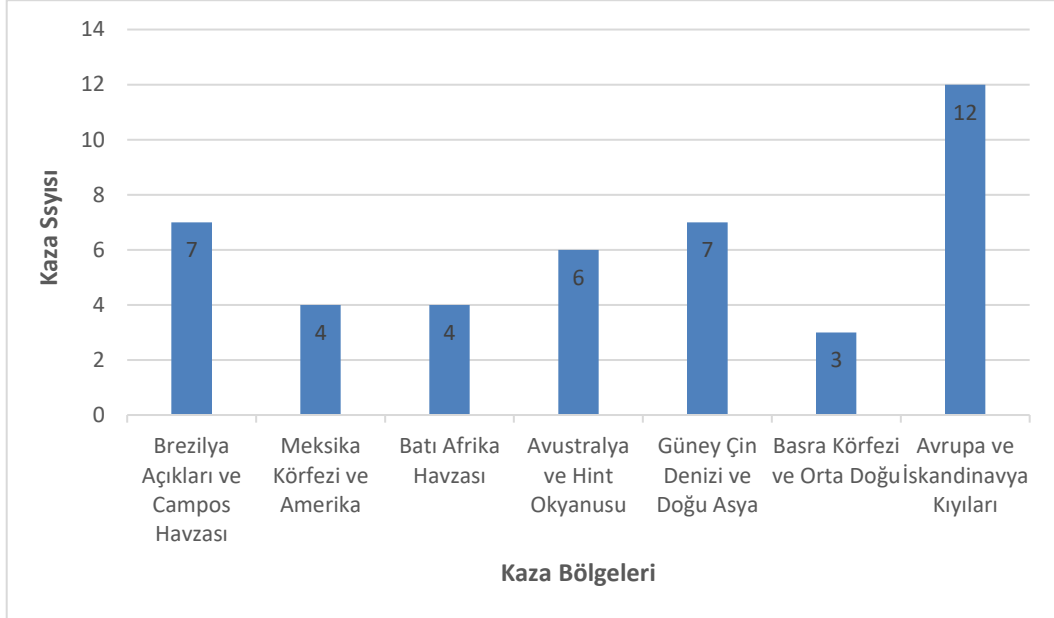
Petra Frontier (2009) ve Far Swan (2010) kazaları, Batı Avustralya açıklarında meydana gelen önemli kazalardır. Bu bölgede hava koşulları, denizcilik operasyonları üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir ve kazaların temel tetikleyicilerinden biri olarak öne çıkmaktadır.

Meksika Körfezi ve Amerika: Meksika Körfezi, dünya enerji üretiminde önemli bir role sahiptir ve hem derin deniz petrol sahaları hem de yoğun deniz trafiği ile bilinir. Meksika Körfezi'nde meydana gelen kazalar, operasyonel karmaşıklıkların yanı sıra çevresel koşulların da kazaları etkileyebileceğini göstermektedir.

Balder (2013) ve Fast Titan (2011) gibi kazalar, bu bölgede petrol çıkarma operasyonlarının ne kadar riskli olduğunu göstermektedir.

Basra Körfezi ve Orta Doğu: Basra Körfezi ve Birleşik Arap Emirlikleri çevresi, yoğun petrol ve doğal gaz operasyonlarının gerçekleştirildiği stratejik bir bölgedir. Bu bölgede meydana gelen kazalar, operasyonel karmaşıklıkların yanı sıra çevresel koşulların da kaza riskini artırdığına işaret etmektedir.

Crest Radiant 1 (2021) ve Lanpan 35 (2018) kazaları, bu bölgede meydana gelen önemli kazalar arasında yer almaktadır. Bölgedeki zorlu çevresel koşullar, özellikle rüzgâr ve dalga gibi faktörler, operasyonların güvenliğini olumsuz yönde etkilemektedir.



Şekil 11. Açık deniz ikmal gemisi kazalarının kazanın olduğu bölgeye göre dağılımı

3.2. Kazaların HFACS Kategorilerinin İncelenmesi

Çalışmanın veri tabanını oluşturan kazalar ile ilgili tüm gemilerin isimleri, özellikleri ve kaza nedenleri gibi detaylar Ek 1, Ek 2 ve Ek 3'te verilmiştir. OSV kazalarında belirlenen etken faktörlerin listesi Ek 3'te detaylı biçimde yer almaktadır. Bu ekte, toplam 305 kaza nedeninin, ilgili kaza numaraları ve gemilere göre sıralandığı bir liste bulunmaktadır. Bu bölümde, 43 farklı gemide tespit edilen etken faktörler analiz edilecektir.

HFACS kategorilerine göre kodlanmış kaza nedenlerinin sayıları Tablo 14'te sunulmuştur. Bu tablo, Ek 4'te yer alan kapsamlı verilerin özetlenmiş bir biçimini temsil etmektedir. Kategorilere ait frekanslar 43 gemide görülme sayısını ifade etmektedir. OSV kazalarında toplam 305 adet etken faktör tespit edilmiş ve ortalama neden sayısı gemi başına 7,09 olarak hesaplanmıştır. Tablo 14'teki yüzde oranlar, her bir kategoriye ait frekansların toplam gemi sayısı olan 43'e bölünmesiyle elde edilmiştir. HFACS kategorilerine ait frekanslar ve dağılımlar incelendiğinde, OSV kazalarında en belirgin alt kategorilerin karar hataları, yetersiz yönetim, ihlaller, beceri hataları, kurumsal süreç ile gemi içi, gemiler arası ve VTS iletişimi olduğu görülmüştür. En etkisiz alt kategoriler ise yasalar veya mevzuat, yönetimin ihlalleri, çevresel faktörler ve bireyin durumu olarak belirlenmiştir.

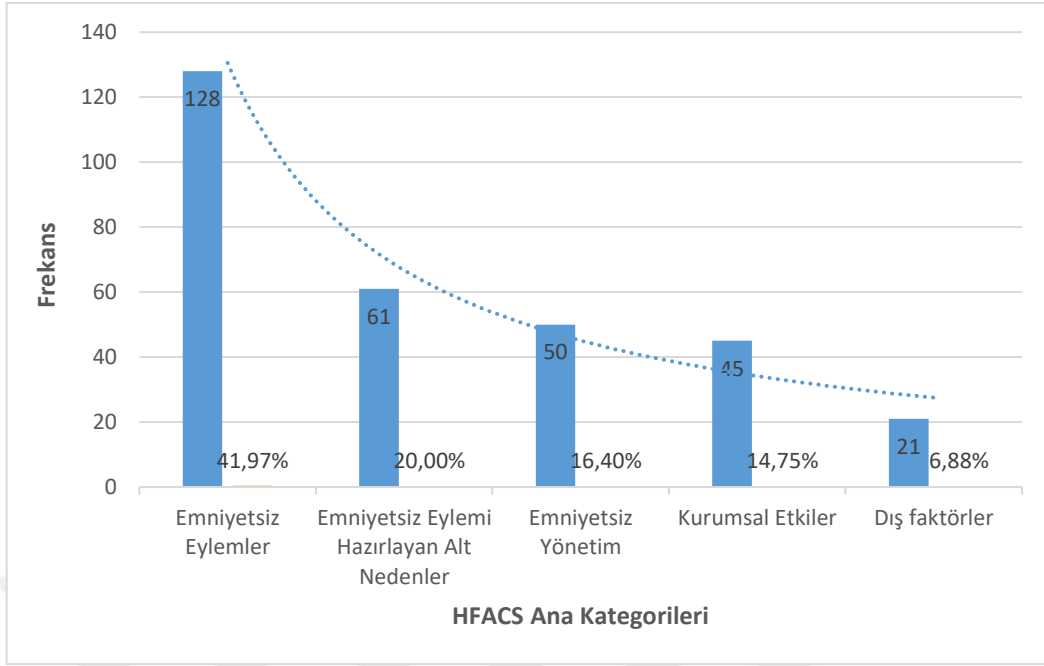
Tablo 14. OSV kazalarında HFACS kategorilerinin frekansları ve dağılımları

HFACS Kategorileri		Adet (f)	%
Dış Faktörler			
Yasalar veya mevzuat		0	0
İdarenin veya liman otoritelerinin hataları		6	13,95
Dizayn kusurları		14	32,55
Diğer		1	2,32
Kurumsal Etkiler			
Kaynak yönetimi		14	32,55
Kurumsal ortam		9	20,93
Kurumsal süreç		22	51,16
Emniyetsiz Yönetim			
Yetersiz yönetim		32	74,41
Uygunsuz iş planlaması		13	30,23
Bilinen problemi düzeltmeme		5	11,62
Yönetimin ihlalleri		0	0
Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler			
Çevresel faktörler			
Fiziksel çevre		3	6,97
Teknolojik çevre		1	2,32

Tablo 12'nin devamı

HFACS Kategorileri		Adet (f)	%
Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler			
Bireyin durumu			
Olumsuz ruhsal durum		2	4,65
Olumsuz fiziksel durum		3	6,97
Fiziksel veya zihinsel sınırlamalar		10	23,25
Personel faktörleri			
Gemi içi, Gemiler arası ve VTS İletişimi		21	48,83
Köprüüstü kaynak yönetimi		7	16,27
Göreve hazır olma		14	32,55
Emniyetsiz Eylemler			
Hatalar			
Karar hataları		66	153,48
Beceri hataları		22	51,16
Algılama hataları		16	37,20
İhlaller		24	55,81
Toplam		305	

OSV kazalarına ait HFACS ana kategorilerinin frekansları ve yüzde oranları Şekil 12'de gösterilmektedir. Kategorilerin önem sırasına göre dizilimi emniyetsiz eylemler (%41,97), emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler (%20,00), emniyetsiz yönetim (%16,40), kurumsal etkiler (%14,75) ve dış faktörler (%6,88) şeklindedir. OSV kazalarında emniyetsiz eylemler, diğer ana kategorilere oranla en yakın emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenlerden yaklaşık iki kat daha fazla öneme sahiptir. Emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenler, emniyetsiz yönetim ve kurumsal etkiler kategorileri yaklaşık olarak eşit öneme sahiptirler. Dış faktörler ise etki derecesi en zayıf ana kategori olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 12. OSV kazalarında HFACS ana kategorilerinin frekansları ve yüzde oranları

3.2.1. Emniyetsiz Eylemler

Emniyetsiz eylemler, kazaların doğrudan nedenleri olarak kabul edilir ve HFACS modelinin en temel bileşenlerinden birini oluşturur. Bu kategoride yer alan hatalar, bireylerin gerçekleştirdiği eylemler veya ihmallerden kaynaklanan riskli durumları kapsar. Açık deniz ikmal gemisi kazalarında emniyetsiz eylemler, mürettebatın yanlış kararlar alması, beceri eksiklikleri, algı hataları veya prosedürleri ihlal etmesi nedeniyle ortaya çıkar. HFACS'a göre bu kategori, iki temel başlık altında incelenmiştir: Hatalar ve İhlaller.

- i. Hatalar: Doğru niyetlerle yapılmış olmasına rağmen operasyonel süreçlerde yanlış sonuçlara yol açan eylemleri ifade eder. HFACS'a göre hatalar; karar hataları, beceri hataları ve algılama hataları şeklinde alt başlıklara ayrılır.

Karar Hataları: Bireylerin mevcut bilgiyi yanlış değerlendirmesi veya var olan kuralların dışına çıkarak yanlış kararlar alması durumunda ortaya çıkar. Bu hatalar genellikle kural ihlalleri ve yanlış stratejilerden kaynaklanır. Açık deniz ikmal operasyonlarında karar hataları sıklıkla gemi manevraları, yük dengelemesi, riskli deniz koşullarında hareket etme gibi kritik anlarda yaşanır. Karar hataları, genellikle yeterli bilgiye sahip olunmaması, tecrübe eksikliği veya acil durumlarda yapılan yanlış tercihlerin bir sonucudur. 2, 13 ve 63 numaralı kök nedenler, açık deniz ikmal gemisi kazalarında karar hatalarının kural ve prosedürlerin yanlış uygulanmasından kaynaklandığını göstermektedir. Bu tür hatalar,

kaptanın/sorumlu personelin operasyonel bir prosedürü yanlış yorumlaması veya ihmal etmesi sonucu kazalara sebep olmuştur.

Beceri Hataları: Genellikle mürettebatın yeterli teknik bilgi ve becerilere sahip olmaması veya var olan becerilerin yanlış kullanılması durumunda ortaya çıkar. Beceri hataları, denizcilik operasyonlarında geminin doğru manevra edilememesi, kritik ekipmanların doğru kullanılamaması veya karmaşık sistemlerin işletilmesinde yetersizlikle ilişkilidir. HFACS beceri hataları; dikkat dağınıklığı ve teknik yetersizliklere dayalıdır (23, 42, 45 numaralı kök nedenler). Özellikle zorlu hava koşulları altında geminin kontrolünü sağlama konusunda yetersiz olan mürettebat, beceri hatası yaparak kazaya neden olmuştur.

Algılama Hataları: Bireylerin çevresel faktörleri veya olayları doğru algılayamaması sonucu ortaya çıkar. Bu hatalar genellikle kötü hava koşulları, düşük görüş mesafesi, hatalı sensörler veya seyir hataları nedeniyle meydana gelir. OSV operasyonlarında bu tür hatalar, genellikle çevresel koşulların yeterince değerlendirilememesi veya gemi pozisyonunun yanlış algılanmasıyla sonuçlanır.

Kaza etken faktörler listesinde 73, 159 ve 166 numaralı kök nedenler, algılama hatalarının denizcilik operasyonlarında önemli bir risk faktörü olduğunu göstermektedir. Mürettebatın deniz koşullarını veya gemi çevresindeki unsurları yanlış algılaması sonucu kazalar meydana gelmiştir.

- ii. İhlaller: Bireylerin mevcut kuralları ve prosedürleri bilerek veya isteyerek çiğnediği durumlardır. İhlaller genellikle ikiye ayrılır: Rutin ihlaller ve istisnai ihlaller.

Rutin İhlaller: Operasyonel süreçlerde sürekli olarak yapılan ve adeta norm haline gelen yanlış uygulamalardır. Bu tür ihlaller genellikle emniyetli prosedürlere uymama, riskli manevraları sürekli tekrar etme veya uygun olmayan gemi kontrolleri şeklinde ortaya çıkar. OSV kazalarında rutin ihlaller, mürettebatın emniyet kültürünün zayıf olduğu durumlarda sıklıkla görülür. Etken faktörler listesinde 24, 37 ve 55 numaralı kök nedenler rutin ihlallerin sonucunda meydana gelmiştir. Örneğin, bir gemi kaptanının sürekli olarak uygun olmayan trafik bölgelerinde yüksek süratte seyir yapması veya radar kullanımı gibi kritik emniyet önlemlerini ihmal etmesi, kazaları kaçınılmaz kılmıştır.

İstisnai İhlaller: Olağandışı veya acil bir durumda yapılan bilinçli ihlallerdir. Bu ihlaller, genellikle mevcut acil duruma hızlı yanıt vermek amacıyla yapılır, ancak kuralların çiğnenmesi kazalara yol açmaktadır. OSV operasyonlarında, örneğin bir fırtına sırasında prosedürlerin dışına çıkmak veya belirli emniyet tedbirlerini göz ardı etmek istisnai ihlal

olarak değerlendirilebilir. Kaza etken faktörlerinden 36 numaralı kök neden, mürettebatın acil durumlarda kuralları ihlal etmesi nedeniyle gerçekleşmiştir. İstisnai ihlaller, bazen mürettebatın acil bir tehdit karşısında hızlı hareket etmek istemesiyle yapılır ancak bu kök nedenlerde de olduğu gibi istenmeyen sonuçlara yol açmıştır.

OSV kazalarında 128 kaza nedeni ile en fazla görülen hata türü emniyetsiz eylemlerdir. Emniyetsiz eylemler alt kategorilerinin OSV kazaları içindeki yüzde dağılımları Tablo 14'te gösterilmektedir. Karar hatalarının 43 OSV kazası içindeki görülme oranı %153,48'dir. Bu, her bir kazada birden fazla karar hatası bulunduğunu göstermektedir. Frekans dağılımlarına göre karar hatalarından sonra en önemli etken %55,81 ile ihlaller, %51,16 ile beceri hataları ve %37,20 ile algılama hatalarıdır.

3.2.2. Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler

HFACS modeline göre, kazaların kök nedenlerini anlamada en önemli unsurlardan biri, "Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler" kategorisidir. Bu kategori, bireylerin yaptığı emniyetsiz eylemlerin ardındaki faktörleri analiz eder ve kazaya yol açan insan hatalarının arkasındaki yapısal sorunları ve çevresel etkileri incelemeyi amaçlar. OSV operasyonlarında kazaların bu alt nedenlerini anlamak, denizcilik sektöründe daha güvenli operasyonlar gerçekleştirmek için önemlidir. Bu bölümde, HFACS modeline dayalı olarak çevresel faktörler, bireyin durumu ve personel faktörleri detaylı şekilde incelenecektir.

- i. Çevresel Faktörler: Bireylerin kazaya yol açan eylemlerini etkileyen dış koşulları kapsar. Bu faktörler hem fiziksel çevre koşulları hem de teknolojik altyapının eksikliklerinden kaynaklanabilmektedir. Denizcilik operasyonlarının doğrudan çevresel koşullara bağımlı olması OSV kazalarında çevresel faktörlerin etkisini ortaya koymaktadır.

Fiziksel Çevre: Fiziksel çevre koşulları, denizcilik operasyonlarında kazaların meydana gelmesinde kritik bir rol oynar. Sert hava koşulları, düşük görünürlük, deniz dalgalarının yüksekliği ve gemi manevralarını zorlaştıran diğer çevresel etmenler, mürettebatın karar alma süreçlerini ve algı yeteneklerini olumsuz etkileyebilir. Etken faktörler listesinde 16 ve 19 numaralı kök nedenler, fiziksel çevre koşullarının kazalara neden olduğu durumlara örnek teşkil etmektedir. Fırtınalı hava koşullarında OSV'nin yanlış bir manevra yapması, fiziksel çevre koşullarının kazaya doğrudan katkıda bulunduğu bir

durumu ifade eder. Bu tür çevresel faktörler, mürettebatın dikkat dağınıklığına ve algı hatalarına yol açabilir, bu da kazaların temel nedenlerinden biridir.

Teknolojik Çevre: Teknolojik çevre faktörleri, gemide kullanılan navigasyon ve iletişim sistemlerinin yetersizliği veya arızalarından kaynaklanır. Teknolojik altyapının eksikliği ya da hatalı çalışması, mürettebatın doğru kararlar almasını zorlaştırabilir ve yanlış yönlendirmelere neden olabilir. HFACS raporuna göre, 14 numaralı kök neden teknolojik çevrenin yetersizliğinin kazalara neden olduğu durumları kapsamaktadır. Navigasyon sisteminin arızalanması sonucu geminin rotasından sapması, mürettebatın durumu doğru algılayamamasına ve yanlış kararlar almasına yol açabilir. Bu tür kazalar, teknolojik sistemlerin düzenli bakım ve kontrolünün yapılmaması nedeniyle meydana gelir.

- ii. **Bireyin Durumu:** Mürettebatın fiziksel ve zihinsel sağlığına bağlı olarak değişen ve emniyetsiz eylemleri tetikleyen bir faktördür. Kaza anında mürettebatın ruhsal ya da fiziksel sağlığının bozulmuş olması, karar alma süreçlerinde hatalara yol açabilir.

Olumsuz Ruhsal Durum: Olumsuz ruhsal durumlar, mürettebatın stres altında, kaygılı veya duygusal olarak dengesiz olduğu durumları ifade eder. Ruhsal durumun bozuk olduğu zamanlarda dikkat eksikliği ve karar verme süreçlerinde zayıflıklar gözlemlenebilir. HFACS verilerinde bu durum, 155 ve 298 numaralı kök neden ile ifade edilmiştir. Bir mürettebatın kişisel sorunlar nedeniyle dikkatini işine tam olarak verememesi, yanlış kararlar almasına ve bu nedenle kazaya yol açmasına neden olabilir. Bu durum, denizcilik operasyonlarında ruhsal durum yönetiminin önemini vurgulamaktadır.

Olumsuz Fiziksel Durum: Bireyin fiziksel durumunun zayıf olduğu, yorgunluk, hastalık veya fiziksel kısıtlılıklar nedeniyle mürettebatın işini doğru bir şekilde yerine getiremediği durumlar kazaların meydana gelmesinde önemli bir faktördür. HFACS verilerinde 68 numaralı kök neden, bu duruma örnek teşkil etmektedir. Uzun kontrat sürelerinde denizde çalışmakta olan bir mürettebatın aşırı yorgunluk sebebiyle dikkat dağınıklığı yaşaması ve bu nedenle yanlış bir manevra yapması, kazanın etken faktörü olmuştur. Bu durumda, fiziksel sağlık, operasyonel süreçlerin emniyeti açısından kritik bir faktör haline gelmiştir.

- iii. **Personel Faktörleri:** Mürettebatın birbiriyle ve dış kaynaklarla olan iletişim ve iş birliği düzeyini kapsar. Kötü iletişim, yetersiz koordinasyon ve mürettebatın görevlerini tam olarak yerine getirememesi, kazalara zemin hazırlayan faktörler arasındadır.

Gemiler Arası ve VTS İletişimi: Mürettebatın gemiler arası ya da VTS ile yeterince etkili iletişim kuramaması, operasyonel hatalara ve kazalara yol açabilir. HFACS etken faktörler listesinde 1, 11, ve 48 numaralı kök nedenler, gemi içi, gemiler arası ve VTS iletişim eksikliğinin kazaların temel nedenlerinden biri olduğunu göstermektedir. İki gemi arasındaki yanlış anlaşılımlar ya da VTS ile yetersiz iletişim, yanlış yönlendirmelere ve çatışmalara neden olabilir. Bu durum, denizcilik operasyonlarında etkili ve sürekli iletişim gerekliliğinin altını çizmektedir.

Köprüüstü Kaynak Yönetimi: Köprüüstü kaynak yönetimi, gemi operasyonları sırasında mürettebatın birlikte uyumlu ve etkili bir şekilde çalışmasını ifade eder. Yetersiz köprüüstü kaynak yönetimi, gemi komutasındaki hatalar ve koordinasyon eksiklikleriyle sonuçlanabilir. HFACS etken faktörler listesinde 12, 47 ve 77 numaralı kök nedenler, köprüüstü kaynak yönetimindeki eksikliklerin kazalara nasıl katkıda bulunduğunu göstermektedir. Gemi kaptanının ve köprü ekibinin operasyon sırasında yeterli koordinasyonu sağlamaması, kritik anlarda yanlış kararlar alınmasına neden olabilir. Bu durum, mürettebatın iş birliği ve uyum içinde çalışmasının ne kadar önemli olduğunu vurgulamaktadır.

Göreve Hazır Olma: Mürettebatın göreve uygun fiziksel ve zihinsel durumda olmaması, OSV kazalarının önemli bir nedeni olarak karşımıza çıkmaktadır. HFACS etken faktörler listesinde 22, 88 ve 92 numaralı kök nedenler mürettebatın görev gereklilikleri karşısında hazırlıksız kalmak, özellikle kriz veya acil durum yönetimi gibi hayati becerilerde zafiyet göstermesi kazalarda etkili olduğunu göstermektedir.

OSV kazalarında 61 kaza nedeni ile en fazla görülen ikinci kategori emniyetsiz eylemi hazırlayan alt nedenlerdir. Şekil 12'ye göre HFACS ana kategorileri içerisinde %20'lik oranıyla ikinci sırada gelmektedir. Tablo 14 frekans dağılımlarına göre alt kategoriler incelendiğinde gemi içi, gemiler arası ve VTS iletişimi %48,83, göreve hazır olma %32,55 ve fiziksel veya zihinsel sınırlamalar %23,25 görülme sıklığına sahiptir.

3.2.3. Emniyetsiz Yönetim

Bu kategori, yönetsel süreçlerdeki eksikliklerin, yanlış kararların ve stratejik hataların kazaların meydana gelmesindeki rolünü inceler. OSV operasyonları gibi yüksek riskli denizcilik faaliyetlerinde, yönetim süreçlerindeki aksaklıklar ve ihlaller, kazalara doğrudan veya dolaylı olarak katkı sağlayabilir. Bu incelemede, HFACS modelindeki "Emniyetsiz

"Yönetim" başlığı, yetersiz yönetim, uygunsuz iş planlaması, bilinen problemlerin düzeltilmemesi ve yönetimin ihlalleri alt başlıkları çerçevesinde ele alınacaktır.

- i. **Yetersiz Yönetim:** Kazalara yol açan en kritik unsurlardan biridir. Bu alt başlık, eğitim eksiklikleri, rehberlik yetersizlikleri, teşvik eksiklikleri ve tehlike kontrol mekanizmalarının yeterince uygulanmaması gibi yönetsel zayıflıkları içerir. Yetersiz yönetim, mürettebatın operasyonel süreçlerde yetersiz donanıma sahip olmasına ve emniyet protokollerine uymamasına yol açabilir. HFACS etken faktörler listesinde 4, 40 ve 72 numaralı olaylar, OSV operasyonlarında yetersiz yönetimin kazalara nasıl katkı sağladığını göstermektedir. Eğitim eksiklikleri ve mürettebata yönelik rehberlik yetersizliği, gemi operasyonlarında kritik kararların yanlış alınmasına neden olabilir. Özellikle karmaşık ve tehlikeli açık deniz operasyonlarında, yönetimin mürettebatı doğru yönlendirememesi, operasyonel hatalar ve kazalarla sonuçlanabilir. Yetersiz yönetim, OSV operasyonlarında mürettebatın bilgi eksikliği ve operasyonel süreçleri doğru bir şekilde yönetememesi gibi sorunlara yol açabilir. Denizcilik operasyonlarında yönetimin, mürettebatın eğitime ve sürekli profesyonel gelişimine yatırım yapmaması, kazaların kaçınılmaz olmasına neden olur. Etkili bir yönetim sistemi, mürettebata düzenli eğitim fırsatları sunmalı, rehberlik etmeli ve operasyonel risklerin doğru bir şekilde yönetilmesini sağlamalıdır.
- ii. **Uygunsuz İş Planlaması:** Personel ve operasyon planlamasındaki eksikliklerden kaynaklanan kazaların alt başlığıdır. OSV operasyonlarında, mürettebatın sayısının yetersiz olması, operasyonların uygun şekilde planlanmaması veya personelin yorgunluk gibi faktörler göz önünde bulundurulmadan görevlendirilmesi, kaza riskini artırır. 25, 44, 56 ve 64 numaralı kök nedenler, uygunsuz iş planlamasının OSV kazalarına yol açtığını göstermektedir. Personelin yetersiz planlanması veya operasyonel yükün aşırı olması, mürettebatın dikkat dağınıklığı yaşamasına ve kritik anlarda yanlış kararlar almasına yol açabilir. Uygun iş planlamasının eksikliği, OSV operasyonlarında kazaların artmasına neden olur. Personel planlaması sırasında mürettebatın dinlenme sürelerine ve fiziksel/ruhsal durumlarına yeterince dikkat edilmemesi, kazaların başlıca nedenlerinden biridir. Akademik araştırmalar, denizcilik operasyonlarında uygun iş yükü planlamasının ve mürettebatın doğru şekilde dağıtılmasının, operasyonel emniyeti artırdığını göstermektedir. OSV operasyonlarında ise bu tür planlamalar

özellikle karmaşık operasyonların güvenli yürütülmesi açısından kritik bir öneme sahiptir.

- iii. **Bilinen Problemi Düzeltmeme:** Yönetimsel eksikliklerin en bariz örneklerinden biridir. OSV operasyonlarında teknik, prosedürel veya yönetsel bir sorunun varlığı bilinse bile, bu sorunun çözülmemesi veya gecikmeli olarak ele alınması kazaların meydana gelmesine yol açmaktadır. Bu kazalarda yönetimin teknik arızalar, prosedürel sorunlar veya personel eksiklikleri gibi problemleri bilmesine rağmen gerekli düzeltici önlemleri almamış olması, kazalara neden olmuştur. Bilinen problemlerin çözülmemesi, özellikle güvenlik açısından büyük riskler taşır. OSV operasyonlarında bu tür sorunlar genellikle teknik arızalar, mürettebat yetersizliği veya prosedürel hatalarla ilişkilidir. Yönetimin bu tür problemleri zamanında çözmemesi, sadece operasyonel verimliliği değil, aynı zamanda mürettebatın güvenliğini de tehlikeye atar. Proaktif bir yönetim yaklaşımı, sorunları ortaya çıkmadan önce tespit edip düzeltici önlemler almayı içerir. Bu, kazaları önlemede etkili bir yöntemdir.
- iv. **Yönetimin İhlalleri:** Yönetim seviyesinde prosedürlere ve kurallara uyulmaması durumunda ortaya çıkar. Bu ihlaller, bilerek veya ihmal sonucu meydana gelebilir ve mürettebat üzerinde doğrudan olumsuz etkilere yol açabilir. OSV operasyonlarında, yönetimin emniyetli standartlara uymaması veya ihmalde bulunması, ciddi kazalara yol açmaktadır. Bu tür ihlaller, gemi operasyonları sırasında emniyet protokollerinin göz ardı edilmesine ve mürettebatın tehlikeye atılmasına neden olabilir. Yönetimin ihlalleri, sadece bireysel düzeyde değil, kurumsal ve yönetsel seviyede de ciddi sonuçlara yol açabilir. Denizcilik operasyonlarında, özellikle OSV gemileri gibi karmaşık operasyonel süreçler gerektiren gemilerde, yönetimin emniyetli prosedürlere uymaması, kazaların temel nedenlerinden biri olabilir. Araştırmalar / makaleler, yönetimin emniyet standartlarını ihlal etmesinin, sadece operasyonel riskleri artırmadığını, aynı zamanda mürettebatın emniyet kültürüne olan inancını zayıflatıldığını göstermektedir. Bu nedenle, yöneticilerin emniyet protokollerine sıkı sıkıya uyması ve bu kültürü mürettebata aşılması gereklidir.

OSV kazalarındaki gemiler arasında 50 hata ile en fazla görülen üçüncü hata türü emniyetsiz yönetimdir ve %16,40 orana sahiptir. Emniyetsiz yönetim alt kategorilerinin OSV kazaları içindeki yüzde dağılımı Tablo 14'te verilmiştir. Emniyetsiz yönetimin en

önemli alt kategorisi olan yetersiz yönetim 32 frekans değeri ile %74,41'lik görülme sıklığına sahiptir. Bu değeri %30,23 ile uygunsuz iş planlaması ve %11,62 ile bilinen problemi düzeltmeme gelmektedir.

3.2.4. Kurumsal Etkiler

Kurumsal etkiler, HFACS modelinde kazaların kök nedenlerini anlamada kilit bir rol oynar. Bu kategori, denizcilik operasyonlarını yönlendiren şirketlerin organizasyon yapısı, politikaları, kültürü ve süreçlerinin, kazaların meydana gelmesinde nasıl bir etkiye sahip olduğunu inceler. Açık deniz ikmal gemisi operasyonları gibi yüksek riskli ve karmaşık faaliyetlerde, kurumların yönetsel kararları, kaynak yönetimi ve operasyonel prosedürleri büyük ölçüde kazaların seyrini belirlemektedir. Kurumsal etkilerin yeterince iyi yönetilmemesi, operasyonel süreçlerde ciddi güvenlik açıklarına yol açabilir. Bu incelemede, HFACS metodunda yer alan kaynak yönetimi, kurumsal ortam ve kurumsal süreçler başlıkları analiz edilmiştir.

- i. Kaynak Yönetimi: Bir kurumun insan kaynakları, donanım ve tesisleri ne kadar etkin bir şekilde yönetebildiğini gösteren bir ölçüttür. Açık deniz ikmal gemisi operasyonlarında doğru kaynak yönetimi, operasyonel güvenliği sağlamada kritik bir rol oynar. İyi yönetilen insan kaynakları, mürettebatın yeterince eğitim almasını ve donanımlı bir şekilde görev yapmasını sağlar. Benzer şekilde, teknolojik donanım ve gemi ekipmanlarının düzenli bakımı ve güncellenmesi, teknik arızaların ve kazaların önlenmesinde hayati öneme sahiptir. HFACS etken faktörler listesine göre, 5, 29, 38 ve 53 numaralı kök nedenler, kaynak yönetimindeki eksikliklerin açık deniz ikmal gemisi operasyonlarında kazalara neden olduğunu göstermektedir. İnsan kaynakları ve gemi ekipmanlarının yetersiz yönetimi, mürettebatın yetersiz donanım ve bilgiyle çalışmasına yol açmış, bu da kazaların ortaya çıkmasına neden olmuştur.
- ii. Kurumsal Ortam: Bir şirketin yapısı, politikaları ve kültürüyle doğrudan ilişkilidir. açık deniz ikmal gemisi operasyonlarında kurumsal kültür, emniyet odaklı olmalı ve bu kültür tüm mürettebat tarafından benimsenmelidir. Kurum içindeki zayıf yönetsel yapılar veya emniyetli politikaların yetersizliği, mürettebatın emniyet prosedürlerine gereken önemi vermemesine yol açabilir. Emniyet kültürünün zayıf olduğu durumlarda, mürettebatın kazaya yol açabilecek

riskli davranışlar sergilemesi daha olasıdır. HFACS etken faktörler listesinde 8, 54 ve 71 numaralı kök nedenler, kurumsal ortamın OSV kazalarındaki etkisini vurgulamaktadır. Bu olayda, kurumun zayıf emniyet kültürü ve yönetim yapısı, operasyonel hataların yapılmasına zemin hazırlamış ve kazanın meydana gelmesine neden olmuştur.

- iii. Kurumsal Süreçler: Şirketin operasyonları yürütme şekli ve gözetim mekanizmalarını kapsar. OSV operasyonlarında, operasyonel prosedürlerin eksikliği veya yanlış uygulanması, kazalara doğrudan etki eden bir faktördür. Kurumsal süreçlerin zayıf olduğu durumlarda, operasyonel hatalar daha sık meydana gelir. Operasyonların iyi yönetilmemesi, gözetim eksiklikleri veya prosedürlerin uygun bir şekilde uygulanmaması kazalara neden olabilir. HFACS etken faktörler listesine göre 7, 15, 30 ve 43 numaralı kök nedenler, kurumsal süreçlerin zayıflığının OSV kazalarına katkıda bulunduğunu göstermektedir. Bu olaylarda, operasyonel prosedürlerin eksikliği, gözetim yetersizliği ve operasyon sırasında yapılan hatalar, kazaların temel nedenleri arasında yer almıştır.

Kurumsal etkiler, OSV operasyonlarında kazaların temel nedenlerinden biri olup, kurumların yönetsel kararlarının ve operasyonel süreçlerinin mürettebatın emniyeti üzerinde doğrudan bir etkisi vardır. Kaynak yönetimindeki eksiklikler, kurumsal ortamın zayıflığı ve kurumsal süreçlerin yetersizliği, kazaların meydana gelmesinde büyük rol oynar. Bu nedenle, denizcilik sektöründe emniyetli operasyonların sağlanması için kurumlar, emniyet kültürünü geliştirmeli, kaynaklarını etkin bir şekilde yönetmeli ve operasyonel süreçlerini sürekli olarak iyileştirmelidir. Kurumların proaktif bir yönetim anlayışını benimsemesi, sadece kazaları önlemekle kalmayıp, aynı zamanda operasyonların genel verimliliğini ve emniyet seviyesini artıracaktır. Sonuç olarak, kurumsal etkilerin doğru yönetilmesi, denizcilik sektöründe kazaların azaltılması ve operasyonel emniyetin artırılması için vazgeçilmez bir gerekliliktir.

OSV kazasına karışmış gemilerde 45 kaza nedeni ile dördüncü sırada görülen hata türü kurumsal etkilerdir. HFACS ana kategoriler içindeki payı %14,75'tir. Kurumsal etkiler alt kategorilerinin Tablo 14'teki verilerine göre kurumsal süreç 22 görülme sıklığı ile %51,16, kaynak yönetimi 14 frekans değeri ile %32,55 ve 9 frekans değeri ile kurumsal ortam %20,93 orana sahiptir.

3.2.5. Dış Faktörler

HFACS modelinin önemli bir bileşeni olarak kazaların meydana gelmesinde işletme dışındaki unsurların rolü incelenmiştir. Bu kategoride yer alan dış faktörler arasında yasalar ve mevzuatlar, liman otoritelerinin hataları, dizayn kusurları ve diğer dış etkenler yer almaktadır. Bu incelemede, HFACS modelinde yer alan dış faktörler başlığı altında OSV kazalarının bu faktörlerle ilişkisi ele alınmıştır.

- i. Yasalar ve Mevzuat: Denizcilik sektöründe COLREG (Uluslararası Denizde Çatışmayı Önleme Kuralları), ISM (Uluslararası Emniyetli Yönetim) Kodları ve diğer uluslararası denizcilik standartları, OSV operasyonlarında emniyeti sağlamak amacıyla uygulanan kurallardır. Bu yasalar ve mevzuatların eksik uygulanması ya da uygun olmayan şekilde yorumlanması kazalara yol açabilir. HFACS etken faktörler listesine göre herhangi bir kazaya ait kök neden bu başlık altında sınıflandırılmamıştır.
- ii. İdarenin veya Liman Otoritelerinin Hataları: Liman otoriteleri ve bayrak devletleri, denizcilik operasyonlarının emniyetini sağlamak ve denetlemekle sorumlu olan dış aktörlerdir. OSV operasyonlarında, bu otoritelerin yeterli denetim yapmaması ya da prosedürlere tam olarak uyum sağlamaması, gemi operasyonlarında kazalara yol açabilir. Özellikle, bayrak devleti uygulamaları ve liman otoritelerinin denetim süreçlerindeki eksiklikler, OSV gemilerinin uluslararası standartlara uygun çalışmasını engelleyebilir.

HFACS kök nedenlerinden 49, 208 ve 220 numaralı kaza etken faktörleri liman otoriteleri veya bayrak devletlerinin denetim süreçlerindeki hataların OSV kazalarına katkı sağladığını göstermektedir.

- iii. Dizayn Kusurları: Gemi tasarımı, denizcilik operasyonlarının güvenliği üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. OSV gemilerinin tasarımında yapılan hatalar, operasyonel süreçlerde kazalara neden olabilir. Özellikle geminin manevra kabiliyeti, yük dengesi, köprü üstü kontrol sistemlerinin ergonomisi gibi tasarım unsurları, geminin emniyetli bir şekilde işletilmesi için önemlidir. Bu unsurların yanlış veya eksik tasarlanması, mürettebatın performansını olumsuz etkileyebilir ve kazalara yol açabilir.

HFACS kök nedenlerinden 27, 31 ve 32 numaralı kök nedenler, gemi tasarımındaki kusurların OSV kazalarına neden olduğunu göstermektedir. Bu olaylarda, geminin yanlış

tasarımı, manevra kabiliyetindeki eksiklikler ve köprü üstü ergonomisindeki problemler kazanın temel nedenleri arasında yer almıştır.

OSV kazalarındaki gemilerde 21 kaza nedeni ile beşinci ve en son sırada görülen hata türü dış faktörlerdir. Dış faktörler alt kategorilerinin OSV kazaları içindeki yüzde dağılımı Tablo 14’te gösterilmektedir. Dış faktörler kategorisi için OSV kazalarında dizayn kusurları 14 frekans değeri ile %32,55 görülme sıklığı, idarenin ve liman otoritesinin hataları 6 frekans değeri ile %13,95 görülme sıklığı ve diğer etkenler 1 frekans değeriyle %2,31 görülme sıklığına sahiptir. Bu kategori altındaki yasalar veya mevzuat ise kaza etken faktörlerinde etkisiz olarak kaldığı görülmüştür.

3.3. İkili Karşılaştırma Matrislerinin Değerlendirilmesi

Nitel olarak değerlendirilen kriterlere ilişkin ifadeler, bulanık üçgen sayılar kullanılarak karşılaştırma matrislerine dönüştürülmüştür. Bu süreçte, tüm karşılaştırma matrisleri uzman grup tarafından alınan verilerden elde edilmiştir. İkili karşılaştırma matrisinin kriter başlıkları ana ve alt kriterlerden oluşmaktadır. İlk olarak, bu matrisler her bir uzman için ayrı ayrı hazırlanmış ve ağırlık ortalamaları belirlenmiştir. Daha sonra, beş uzman için ortak bir ağırlık hesaplaması yapabilmek için bu değerlerin geometrik ortalamaları hesaplanmıştır. FAHP uzman değerlendirme genel sonuçları Ek 4’te verilmiştir.

3.3.1. Ana Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi ve Öncelik Değerleri

Açık deniz ikmal gemilerinin risk faktörlerini analiz etmek amacıyla oluşturulan ana kriterlerin birbirlerine göre önem dereceleri, beş uzmandan alınan değerlendirmelere dayanarak Fuzzy AHP önem ölçeği ile sayısallaştırılmış ve geometrik ortalamaları hesaplanmıştır. Tablo 15’te, ana kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi sunulmaktadır.

Tablo 15. Ana kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi

	DF			KE			EY			EEHAN			EE		
DF	1,00	1,00	1,00	0,63	1,15	1,66	0,63	0,76	0,94	0,84	1,00	1,19	0,73	1,00	1,74
KE	0,60	0,87	1,61	1,00	1,00	1,00	0,55	0,70	1,01	0,56	0,76	1,06	0,54	0,70	0,98
EY	1,06	1,32	1,60	0,99	1,43	1,81	1,00	1,00	1,00	0,69	0,82	1,01	0,44	0,51	0,66
EEHAN	0,84	1,00	1,18	0,94	1,32	1,80	0,99	1,22	1,44	1,00	1,00	1,00	0,58	0,76	1,09
EE	0,57	1,00	1,38	1,02	1,43	1,85	1,51	1,94	2,30	0,92	1,32	1,73	1,00	1,00	1,00

Ana kriterlerin öncelik değerlerinin hesaplanması için yapılan sentezleme işleminin sonuçları Tablo 16’da sunulmuştur.

Beş ana kriterin (Dış Faktörler (DF), Kurumsal Etkiler (KE), Emniyetsiz Yönetim (EY), Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler (EEHAN) ve Emniyetsiz Eylemler (EE)) uzman görüşleri doğrultusunda belirlenen öncelik değerlerini içermektedir. Uzmanların kriterlere verdikleri ağırlıklar doğrultusunda yapılan sentezleme işlemi sonucunda her bir ana kriter için öncelik değerleri hesaplanmıştır.

Tablodaki uzman görüşlerinin geometrik ortalamaları incelendiğinde, Emniyetsiz Eylemler kriteri 0,27 ile en yüksek öncelik değerine sahiptir. Bu durum, uzmanların emniyetsiz eylemleri diğer faktörlere kıyasla daha kritik bir unsur olarak değerlendirdiğini göstermektedir. Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler kriteri 0,20 ile ikinci sırada yer almakta olup, bu faktörlerin emniyetsiz eylemlerin oluşumunda önemli bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Dış Faktörler ve Emniyetsiz Yönetim kriterleri ise 0,19 ile eşit öncelik değerlerine sahip olup, operasyon dışındaki etkenler ve yönetim süreçlerinin emniyet üzerindeki etkilerinin de dikkate alınması gerektiğine işaret etmektedir. Kurumsal Etkiler kriteri ise 0,15 ile diğer ana kriterlere kıyasla en düşük öncelik değerine sahip olup, uzman değerlendirmelerine göre görece daha az kritik olarak görülmektedir.

Uzman bazında öncelik değerleri incelendiğinde Dış Faktörler kriteri için en yüksek öncelik değeri 0,31 (A uzmanı), en düşük değer ise 0,12 (D uzmanı) tarafından önceliklendirilmiştir. Kurumsal Etkiler kriteri için en yüksek öncelik değeri 0,17 (C uzmanı) iken, en düşük değer 0,10 (B uzmanı) olarak belirlenmiştir. Emniyetsiz Yönetim kriteri için ise C, D ve E uzmanlarının verdiği ağırlıkların görece daha yüksek olduğu görülmektedir. EEHAN kriteri, B, D ve E uzmanları tarafından daha yüksek bir öncelikte değerlendirilmişken, Emniyetsiz Eylemler kriteri, tüm uzmanlar tarafından yüksek öncelikli olarak kabul edilmiştir.

Uzman değerlendirmeleri, Emniyetsiz Eylemler ve Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler kriterlerinin emniyet açısından en kritik faktörler olduğunu ortaya koymaktadır. Dış Faktörler ve Emniyetsiz Yönetim kriterleri orta düzeyde öncelik taşıırken, Kurumsal Etkiler kriteri diğer faktörlere kıyasla daha düşük öneme sahip olarak değerlendirilmiştir. Bu bulgular, emniyetsiz eylemleri ve bu eylemleri tetikleyen nedenleri öncelikli olarak ele almanın kritik olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 16. Ana kriterlerin öncelik değerleri

UZMANLAR KRİTERLER	Öncelik Değerleri				
	A	B	C	D	E
DF	0,31	0,20	0,14	0,12	0,15
KE	0,16	0,10	0,17	0,12	0,13
EY	0,10	0,13	0,25	0,24	0,22
EEHAN	0,13	0,28	0,20	0,23	0,22
EE	0,31	0,28	0,25	0,28	0,27
	Genel Toplam				
DF	0,19				
KE	0,15				
EY	0,19				
EEHAN	0,20				
EE	0,27				

3.3.2. Alt Kriterlerin Öncelik Değerleri

Tablo 17. Dış Faktörler alt kriterlerinin öncelik değerleri

UZMANLAR KRİTERLER	Öncelik Değerleri				
	A	B	C	D	E
YM	0,42	0,55	0,23	0,61	0,50
LOH	0,24	0,19	0,16	0,11	0,35
DK	0,34	0,27	0,61	0,28	0,16
	Genel Toplam				
YM	0,41				
LOH	0,25				
DK	0,34				

Dış Faktörler ana kriterinin alt kriterleri olan Yasalar, Mevzuat (YM), İdarenin, Liman Otoritesinin Hataları (LOH) ve Dizayn Kusurları (DK) uzmanlarla yapılan değerlendirmelerle elde edilen ikili karşılaştırma sonuçları Tablo 17’de görülmektedir.

Uzmanların yaptığı ikili karşılaştırmalar doğrultusunda Yasalar ve Mevzuat alt kriteri 0,41 ile en yüksek öncelik değerine sahiptir. Bu durum, uzmanların dış faktörler içinde yasal düzenlemelerin ve mevzuatın kritik bir rol oynadığını düşündüklerini göstermektedir. Yasal düzenlemelerin ve mevzuatın, emniyet politikalarının belirlenmesi ve uygulanması açısından en önemli etkenlerden biri olduğunu göstermektedir. Dizayn Kusurları alt kriteri, 0,34 öncelik değeri ile ikinci sırada yer almaktadır. Bu bulgu, özellikle emniyet açısından kritik yapıların ve ekipmanların tasarımında ortaya çıkabilecek kusurların, uzun vadede ciddi sonuçlara yol açabileceği değerlendirilmiştir. İdarenin ve Liman Otoritesinin Hataları alt

kriteri ise 0,25 öncelik değeri ile diğer alt kriterlere kıyasla daha düşük bir öneme sahiptir. Bu sonuç, yönetsel hataların dış faktörler içindeki etkisinin görece sınırlı olduğunu, ancak yine de dikkate alınması gereken bir faktör olarak değerlendirildiğini göstermektedir.

Uzman bazında incelendiğinde, Yasalar, Mevzuat kriterine en yüksek öncelik 0,61 ile D uzmanı tarafından verilmişken, en düşük değer 0,23 ile C uzmanına aittir. Dizayn Kusurları kriterinde en yüksek öncelik 0,61 ile C uzmanı tarafından atanırken, en düşük değer 0,16 ile E uzmanından gelmiştir. İdarenin, Liman Otoritesinin Hataları kriteri ise B ve E uzmanları tarafından görece daha yüksek ağırlıklandırılmıştır (0,19 ve 0,35). Bu farklılıklar, uzmanların bireysel değerlendirmelerinde farklı bakış açılarına sahip olduklarını ancak genel eğilimlerin benzer olduğunu göstermektedir.

Uzmanların değerlendirmelerine göre Yasalar ve Mevzuat en kritik dış faktör olarak öne çıkarken, Dizayn Kusurları da önemli bir etken olarak kabul edilmektedir. İdarenin ve Liman Otoritesinin Hataları ise nispeten daha düşük bir önceliğe sahiptir. Bu bulgular, dış faktörler kapsamında güvenliği artırmak için yasal düzenlemelerin iyileştirilmesi ve tasarım kusurlarının minimize edilmesine öncelik verilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 18. Kurumsal Etkiler alt kriterlerinin öncelik değerleri

KRİTERLER	UZMANLAR		Öncelik Değerleri				
	A	B	C	D	E		
KY	0,46	0,41	0,33	0,44	0,50		
KO	0,46	0,33	0,33	0,32	0,16		
KS	0,09	0,26	0,33	0,23	0,35		
	Genel Toplam						
KY	0,40						
KO	0,34						
KS	0,26						

Tablo 18, Kurumsal Etkiler ana kriteri altında yer alan Kaynak Yönetimi (KY), Kurumsal Ortam (KO) ve Kurumsal Süreç (KS) alt kriterlerine yönelik uzman değerlendirmeleri sonucunda elde edilen öncelik değerlerini sunmaktadır. Bu değerlere ulaşmak için her bir uzmanın verdiği ağırlıklar sentezlenmiş ve nihai öncelik değerleri hesaplanmıştır.

Tablo incelendiğinde, Kaynak Yönetimi alt kriterinin 0,40 ile en yüksek öncelik değerine sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, uzmanların Kurumsal Etkiler bağlamında kaynak yönetimine diğer alt kriterlere kıyasla daha fazla önem atfettiğini göstermektedir.

Kurumsal Ortam kriteri ise 0,34 öncelik değeri ile ikinci sırada yer almakta olup, organizasyonun iç dinamikleri ve işleyiş süreçlerinin etkinliği açısından önemli bir faktör olarak değerlendirildiği anlaşılmaktadır. Son olarak, Kurumsal Süreç kriteri 0,26 öncelik değeriyle diğer iki alt kritere göre daha düşük bir öneme sahiptir. Bu sonuç, uzmanların kurumsal süreçlerin etkisini nispeten daha sınırlı gördüklerini göstermektedir.

Uzman bazında öncelik değerlerine bakıldığında, bireysel değerlendirmelerde farklılıklar olduğu, ancak genel eğilimlerin tutarlı olduğu görülmektedir. Örneğin, KY kriteri için en yüksek öncelik değeri 0,50 ile E uzmanı tarafından atanmışken, en düşük değer 0,33 ile C uzmanına aittir. Benzer şekilde, KO kriterinde en düşük öncelik değeri 0,16 (E uzmanı), en yüksek değer ise 0,46 (A uzmanı) olarak belirlenmiştir. KS kriterinde ise uzmanların değerlendirmeleri daha dengeli olup, en yüksek değer 0,35 (E uzmanı), en düşük değer ise 0,09 (A uzmanı) olarak hesaplanmıştır.

Uzman görüşlerinin sentezlenmesiyle elde edilen nihai öncelik değerleri, Kaynak Yönetimi alt kriterinin Kurumsal Etkiler açısından en kritik faktör olduğunu, Kurumsal Ortam ve Kurumsal Süreç kriterlerinin ise görece daha az önem taşıdığını ortaya koymaktadır. Bu bulgular, kaza öncesi süreçlerde kaynak yönetimine odaklanmanın daha fazla önceliklendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 19. Emniyetsiz Yönetim alt kriterlerinin öncelik değerleri

KRİTERLER \ UZMANLAR	Öncelik Değerleri				
	A	B	C	D	E
YY	0,27	0,15	0,49	0,22	0,25
UİP	0,18	0,38	0,18	0,37	0,25
BPD	0,31	0,25	0,28	0,06	0,34
Yİ	0,24	0,22	0,05	0,35	0,16
Genel Toplam					
YY	0,27				
UİP	0,27				
BPD	0,25				
Yİ	0,22				

Emniyetsiz Yönetim ana kriterinin alt kriterleri; Yetersiz Yönetim (YY), Uygunsuz İş Planlaması (UİP), Bilinen Problemi Düzeltmememe (BPD) ve Yönetimin İhlalleri (Yİ)'nden oluşmaktadır ve uzmanlardan elde edilen öncelik değerleri ise Tablo 19'da verilmiştir.

Yetersiz Yönetim ve Uygunsuz İş Planlaması alt kriterlerinin 0,27 öncelik değeri ile en yüksek öneme sahip olduğu görülmektedir. Bu sonuç, uzmanların emniyetsiz yönetim bağlamında en kritik faktörleri yönetim eksiklikleri ve iş planlamasındaki uygunsuzluklar olarak değerlendirdiğini göstermektedir. Özellikle yönetim seviyesinde yaşanan yetersizliklerin emniyet süreçleri üzerinde doğrudan etkili olduğu ve uygun iş planlamasının eksikliğinin kazalara ve sistematik hatalara yol açabileceği anlaşılmaktadır. Bilinen Problemi Düzeltmememe alt kriteri, 0,25 öncelik değeriyle üçüncü sırada yer almakta olup, organizasyon içinde bilinen sorunların giderilmemesinin, emniyet açıklarını artıran önemli bir faktör olduğu ortaya çıkmaktadır. Yönetimin İhlalleri alt kriteri ise 0,22 ile en düşük öncelik değerine sahiptir. Bu durum, yönetim tarafından yapılan ihlallerin diğer faktörlere kıyasla daha düşük bir etkiye sahip olduğu şeklinde yorumlanabilir. Ancak yine de yönetim ihlallerinin sistematik sorunlara yol açabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Uzmanların bireysel değerlendirmeleri incelendiğinde, YY kriterine en yüksek öncelik değeri 0,49 ile C uzmanı tarafından verilmiştir, en düşük değer ise 0,15 ile B uzmanına aittir. Bu durum, bazı uzmanların yönetim yetersizliğini kritik bir unsur olarak görürken, diğerlerinin bunu görece daha az önemli bulduğunu göstermektedir. UIP kriteri, B ve D uzmanları tarafından en yüksek öncelik değeriyle (0,38 ve 0,37) önceliklendirilmiştir, bu da iş planlamasındaki hataların bazı uzmanlar tarafından kritik bir emniyetsiz yönetim unsuru olarak görüldüğünü göstermektedir. BPD kriteri açısından, en yüksek öncelik değeri 0,34 ile E uzmanı tarafından atanmışken, en düşük değer 0,06 ile D uzmanından gelmiştir. Bu farklılık, bazı uzmanların problemleri çözme eksikliğini daha büyük bir risk olarak değerlendirdiğini ortaya koymaktadır. Yİ kriteri, en yüksek değeri 0,35 ile D uzmanı tarafından alırken, en düşük değer 0,05 ile C uzmanı tarafından verilmiştir. Bu, yönetimin ihlallerine ilişkin algı farklılıklarının olduğunu göstermektedir.

Uzmanların görüşleri doğrultusunda yapılan analiz, Yetersiz Yönetim ve Uygunsuz İş Planlaması kriterlerinin en kritik faktörler olarak öne çıktığını göstermektedir. Bilinen Problemi Düzeltmememe kriteri de önemli bir unsur olarak değerlendirilmiş, ancak nispeten daha düşük bir ağırlıklandırma almıştır. Yönetimin İhlalleri alt kriteri ise diğer faktörlere kıyasla daha düşük öncelik seviyesine sahiptir.

Bu önceliklendirmeler doğrultusunda emniyetli yönetim stratejilerinin geliştirilmesinde özellikle yönetimsel yetersizliklerin giderilmesi ve iş planlamasının iyileştirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Ayrıca, bilinen problemlerin etkin bir şekilde

öz lmemesi ve yönetim ihlallerinin önlenmesi için organizasyonel düzeyde iyileştirmeler yapılmasının gerekliliği vurgulanmaktadır.

Tablo 20. Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler alt kriterlerinin öncelik değerleri

UZMANLAR KRİTERLER	�ncelik Değerleri				
	A	B	C	D	E
CF	0,16	0,33	0,46	0,23	0,33
BD	0,23	0,41	0,46	0,16	0,33
PF	0,61	0,26	0,08	0,61	0,33
	Genel Toplam				
CF	0,32				
BD	0,33				
PF	0,35				

Tablo 20’de Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler ana kriterinin alt kriterleri için yapılan ikili karşılaştırmaların geometrik ortalamasının alınmış hali yer almaktadır. Mevcut alt kriterler evresel Faktörle (CF), Bireyin Durumu (BD) ve Personel Faktörleri (PF)’dir.

Tabloya göre, Personel Faktörleri alt kriteri 0,35 öncelik değeri ile en yüksek öneme sahip kriter olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, uzmanların emniyetsiz eylemleri hazırlayan nedenler arasında personel ile ilgili faktörleri en kritik unsur olarak değerlendirdiğini göstermektedir. Personel kaynaklı hatalar, eğitim eksiklikleri, deneyim yetersizliği ve dikkat dağınlıklığı gibi faktörlerin emniyetsiz eylemleri tetiklediği düşünülmektedir. Bireyin Durumu alt kriteri, 0,33 öncelik değeri ile ikinci sırada yer almaktadır. Bu, bireyin fiziksel ve psikolojik durumunun (yorgunluk, stres, dikkat eksikliği vb.) emniyetsiz eylemlerin oluşmasında önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Çevresel Faktörler alt kriteri, 0,32 öncelik değeri ile en düşük ağırlığa sahip olmakla birlikte, diğer iki kriterle yakın bir önem derecesine sahiptir. Çalışma ortamı, ekipman durumu, ışıklandırma (gece/gündüz), gürültü, sıcaklık gibi çevresel faktörlerin emniyetsiz eylemleri etkileyen önemli bir unsur olduğunu göstermektedir.

Uzman görüşleri bireysel incelendiğinde Personel Faktörleri kriterine en yüksek öncelik 0,61 ile A ve D uzmanları tarafından verilmiştir. Buna karşılık, C uzmanı 0,08 ile bu kriteri en düşük öncelikli olarak değerlendirmiştir. Bu durum, bazı uzmanların personel kaynaklı hataları temel neden olarak görürken, diğerlerinin bu faktörü görece daha az kritik bulunduğunu göstermektedir. Bireyin Durumu kriteri, B ve C uzmanları tarafından en yüksek

öncelik değeri (0,41 ve 0,46) ile değerlendirilmiştir. Buna karşın, D uzmanı 0,16 ile bu kriteri en düşük öncelikli olarak görmektedir. Çevresel Faktörler kriteri, C uzmanı tarafından 0,46 ile en yüksek öncelikli olarak belirlenirken, A uzmanı tarafından 0,16 ile en düşük öncelikte değerlendirilmiştir.

Bu bulgulara göre Personel Faktörleri kriterinin en önemli alt neden olarak öne çıktığını, bunu Bireyin Durumu ve Çevresel Faktörler kriterlerinin takip ettiğini göstermektedir. Uzman değerlendirmelerinden hareketle, personel kaynaklı hataların ve bireyin fiziksel/psikolojik durumunun emniyetsiz eylemleri önemli ölçüde etkilediği sonucuna varılmaktadır. Bu doğrultuda, emniyetsiz eylemleri önlemek için personelin eğitimi, dikkat seviyelerinin artırılması, fiziksel ve ruhsal durumlarının izlenmesi, çalışma ortamlarının iyileştirilmesi gibi önleyici tedbirlerin alınması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Tablo 21. Emniyetsiz Eylemler alt kriterlerinin öncelik değerleri

UZMANLAR KRİTERLER	Öncelik Değerleri				
	A	B	C	D	E
KH	0,66	0,29	0,35	0,32	0,35
BH	0,11	0,19	0,14	0,20	0,11
AH	0,17	0,29	0,32	0,35	0,05
İ	0,06	0,22	0,20	0,14	0,48
	Genel Toplam				
KH	0,34				
BH	0,16				
AH	0,27				
İ	0,22				

Emniyetsiz Eylemler ana kriterine ait dört alt kriterin (Karar Hataları (KH), Beceri Hataları (BH), Algılama Hataları (AH) ve İhlaller (İ)) uzman değerlendirmeleri doğrultusunda belirlenen öncelik değerleri Tablo 21’de sunulmaktadır. Uzmanların yaptığı ikili karşılaştırmalar sonucunda, her bir alt kriterin görece önem düzeyleri hesaplanmıştır.

Karar Hataları alt kriteri 0,34 öncelik değeri ile en yüksek öneme sahip faktör olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, emniyetsiz eylemlerin temel nedenlerinden birinin yanlış karar alma süreçleri olduğunu göstermektedir. Çalışanların stres, bilgi eksikliği veya deneyimsizlik gibi faktörler nedeniyle yanlış kararlar vermesi, emniyetsiz durumların oluşmasında kritik bir rol oynamaktadır. Algılama Hataları alt kriteri, 0,27 öncelik değeri ile ikinci sırada yer almakta olup, bireylerin çevresel unsurları yanlış algılamalarının veya

tehlikeleri fark edememelerinin, emniyetsiz eylemler açısından önemli bir faktör olduğu görülmektedir. İhlaller alt kriteri, 0,22 öncelik değeri ile üçüncü sırada yer almaktadır. Bilinçli olarak emniyet kurallarının çiğnenmesi veya iş süreçlerinin atlanması şeklinde ortaya çıkan ihlaller, çalışanların zaman baskısı, alışkanlıklar veya organizasyonel kültür nedeniyle emniyet prosedürlerini ihlal edebildiğini göstermektedir. Beceri Hataları alt kriteri, 0,16 ile en düşük öncelik değerine sahiptir. Öncelik değerine göre son sırada yer alan bu değer çalışanların teknik becerilerindeki eksikliklerin emniyetsiz eylemler açısından önemli bir faktör olsa da karar hataları veya algı hataları kadar kritik bir rol oynamadığını göstermektedir.

Uzman görüşleri ayrı ayrı incelendiğinde, bireysel değerlendirmelerde bazı farklılıklar olduğu görülmektedir: Karar Hataları kriterine en yüksek öncelik değeri 0,66 ile A uzmanı tarafından verilmiştir, en düşük değer ise 0,29 ile B uzmanından gelmiştir. Bu durum, bazı uzmanların yanlış karar almayı en kritik unsur olarak değerlendirdiğini, ancak diğer uzmanların bu kriteri görece daha düşük önemde gördüğünü göstermektedir. Beceri Hataları kriteri tüm uzmanlar tarafından düşük öncelikli olarak değerlendirilmiştir. En yüksek değer 0,20 (D uzmanı) olarak görülmektedir. Algılama Hataları kriterine en yüksek öncelik 0,35 ile D uzmanı tarafından verilmiştir. E uzmanı ise 0,05 değeri ile bu kriteri en düşük öncelikli faktör olarak değerlendirmiştir. Bu fark, algı hatalarının emniyet üzerindeki etkisine dair uzmanlar arasında farklı bakış açıları olduğunu göstermektedir. İhlaller kriteri için en yüksek öncelik 0,48 ile E uzmanı tarafından verilmişken, en düşük değer 0,06 ile A uzmanına aittir. Bu durum, bazı uzmanların emniyetsiz eylemlerin temelinde bilinçli ihlallerin yer aldığını düşünmesine karşın, diğer uzmanların ihlalleri görece daha az etkili bir faktör olarak değerlendirdiğini göstermektedir.

Bu bulgular, emniyetsiz eylemleri önlemek için karar alma süreçlerinin iyileştirilmesi, çalışanların durumsal farkındalıklarının artırılması ve güvenlik ihlallerinin azaltılması için organizasyonel tedbirlerin alınması gerektiğini göstermektedir. Özellikle, karar hatalarını en aza indirecek eğitim programları, algı hatalarını azaltacak farkındalık çalışmaları ve ihlalleri önleyecek disiplin politikaları geliştirilmelidir.

4. TARTIŞMA

Çalışma kapsamında, 1990–2024 yılları arasında açık deniz ikmal gemilerinde meydana gelen kazalar ayrıntılı biçimde analiz edilmiş; bu kazalara neden olan etken faktörler, HFACS çerçevesinde sistematik olarak sınıflandırılmıştır. Ulusal ve uluslararası denizcilik kaza veri tabanlarından elde edilen bulgular, OSV operasyonlarının yapısal olarak çok katmanlı ve birbirine bağlı risk unsurlarını barındırdığını ortaya koymuştur. Elde edilen sonuçlar, söz konusu kazaların yalnızca bireysel hatalardan kaynaklanmadığını; aynı zamanda kurumsal süreçlerdeki yetersizlikler, yönetsel zafiyetler, çevresel koşullar ve teknik sistem arızaları gibi üst düzey sistemsel faktörlerin de belirleyici rol oynadığını göstermiştir.

İnsan hatası, çalışma kapsamında incelenen kazalarda en sık karşılaşılan temel nedenlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, denizcilik sektöründe insan faktörlerinin kazalar üzerindeki etkisini vurgulayan çok sayıda akademik çalışma ile örtüşmektedir (Grech vd., 2002; Rothblum vd., 2007; Schröder-Hinrichs vd. 2012; Grech vd., 2019; Sánchez-Beaskoetxea vd., 2021; Kristensen, 2023). Bunun yanı sıra, OSV operasyonlarında kullanılan teknik sistemlerdeki tasarım kusurları, bakım yetersizlikleri ve makine arızaları gibi faktörlerin de kazaların oluşumunda önemli rol oynadığı tespit edilmiştir (Hetherington vd., 2006; Akyuz, 2015). Ayrıca, OSV’lerin sıklıkla zorlu deniz koşullarında faaliyet göstermesi, çevresel etmenlerin risk düzeyini artırmasına ve operasyonel emniyetin olumsuz yönde etkilenmesine neden olmaktadır (Antão & Soares, 2008; Chauvin, 2011). Tüm bu bulgular, OSV operasyonlarına ilişkin emniyet stratejilerinin yalnızca birey odaklı yaklaşımlarla sınırlandırılmayacağını; aksine, kurumsal, teknik ve çevresel boyutları da kapsayan bütüncül ve sistem temelli bir emniyet yönetimi anlayışının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Çalışmada, OSV kazalarına etki eden faktörler, HFACS modeli temel alınarak analiz edilmiş ve faktörlerin göreceli önem düzeyleri FAHP yöntemiyle nicel olarak değerlendirilmiştir. FAHP analiz sonuçlarına göre, en yüksek öncelik ağırlığı %27 ile Emniyetsiz Eylemler (EE) kategorisine ait olup, bu bulgu doğrudan insan kaynaklı hataların OSV kazalarının oluşumundaki belirleyici rolünü ortaya koymaktadır. Bunu sırasıyla %20 ile Emniyetsiz Eylemleri Hazırlayan Alt Nedenler (EEHAN), %19 ile Dış Faktörler (DF) ve Emniyetsiz Yönetim (EY), %15 ile Kurumsal Etkiler (KE) takip etmektedir. Bu dağılım,

bireysel hataların yanı sıra sistem düzeyinde ortaya çıkan çevresel ve kurumsal eksikliklerin de önemli katkı sunduğunu göstermektedir.

Öte yandan, HFACS frekans analizine göre 43 OSV kazasında toplam 305 alt neden tespit edilmiştir. Bu nedenlerin alt kategori dağılımına göre en sık karşılaşılan faktörler sırasıyla: Karar Hataları (%153,48), Yetersiz Yönetim (%74,41), İhlaller (%55,81), Beceri Tabanlı Hatalar (%51,16), Kurumsal Süreç Eksiklikleri (%51,16) ve Gemi içi, gemiler arası ve VTS iletişimi (%48,83) olarak belirlenmiştir. Bu bulgular, OSV kazalarında bireysel düzeyde yapılan hataların büyük oranda idari zafiyetler ve kurumsal altyapı eksiklikleriyle ilişkili olduğunu göstermektedir. Böylece FAHP yöntemiyle belirlenen öncelikli kategoriler ile HFACS frekans dağılımlarında öne çıkan alt nedenler arasında anlamlı bir yapısal tutarlılık gözlemlenmiştir. Özellikle emniyetsiz eylemler ile bu eylemleri tetikleyen sistemsel eksiklikler arasındaki ilişki, kazaların çok katmanlı doğasını yansıtmaktadır.

Bu bulgular, literatürde benzer yöntemlerle gerçekleştirilen çalışmalarla paralellik göstermektedir. Örneğin, Yıldırım, Başar ve Uğurlu (2019) tarafından çatışma ve karaya oturma kazalarında yapılan HFACS tabanlı analizde, “Karar Hataları” ve “Göreve Hazır Olma” gibi bireysel düzeydeki zafiyetler ön planda tutulmuş, eğitim ve iletişim eksikliklerinin kazaların temel tetikleyicisi olduğu belirtilmiştir. Mevcut çalışmada da Emniyetsiz Eylemler ve bu eylemleri hazırlayan bireysel ön koşulların ağırlığının yüksek çıkması, benzer sonuçları destekler niteliktedir. Öte yandan, Çelik ve Çebi (2009) HFACS-AHP entegrasyonu ile gerçekleştirdikleri analizde organizasyonel ve yönetsel hataların kazalar üzerindeki etkisini vurgulamış, özellikle “Yetersiz Denetim” ve “Organizasyonel Planlama Eksiklikleri” kategorilerinin öne çıktığını ifade etmişlerdir. Bu bağlamda mevcut çalışmada %19 ile Emniyetsiz Yönetim ve %15 ile Kurumsal Etkiler kategorilerinin dikkat çekici ağırlıklara sahip olması, yönetsel düzeydeki eksikliklerin OSV kazalarında da belirleyici olduğunu göstermektedir. Ayrıca, Akyuz ve Çelik (2014) tarafından HFACS ile kavramsal haritalama yönteminin birlikte kullanıldığı çalışmada, insan faktörlerinin sistem düzeyindeki kök nedenlerle güçlü ilişkisi olduğu belirtilmiş, mürettebat yorgunluğu, iletişim eksiklikleri, çevresel koşullar ve organizasyonel zaafılar gibi birçok faktörün birbirleriyle nasıl etkileşime girdiği açıklayıcı şekilde modellemiş ancak herhangi bir sayısal ağırlıklandırma ya da öncelik sıralaması sunulmamıştır. Bu yönüyle, yapılan çalışma FAHP yöntemiyle her bir faktörün göreceli önem düzeyini nicel biçimde belirleyerek literatüre önceliklendirme temelli özgün bir katkı sunmaktadır. Bununla birlikte, çalışmanın önemli bir kısıtı da literatürle paralellik göstermektedir. OSV kazalarına ilişkin kaza raporlarına

ulaşının sınırlı olması, yalnızca resmî kaynaklardan sağlanan sınırlı sayıda olay üzerinden analiz yapılmasını zorunlu kılmıştır. Dominguez-Péry vd., (2023) ve benzeri araştırmalarda da benzer veri kısıtları dile getirilmiş; birçok ülkenin kazaları sistematik biçimde raporlamamasının bilimsel analizlerde ciddi bir engel oluşturduğu vurgulanmıştır. Mevcut çalışmada önerilen model, bu sınırlı veri ortamında dahi karar verici görüşlerine dayalı olarak güvenilir ve sistematik bir önceliklendirme sağlayarak bu eksikliği kısmen giderebilmiştir. Elde edilen bulgular, OSV kazalarının oluşumunda insan faktörlerinin çok katmanlı bir yapıda değerlendirilmesi gerektiğini ve bireysel hataların yanı sıra bu hataları doğuran çevresel ve yönetimsel nedenlerin de detaylı biçimde ele alınmasının elzem olduğunu ortaya koymaktadır. Literatürle uyumlu olarak, bu çalışmada önerilen HFACS–FAHP tabanlı yaklaşım, denizcilik sektörüne özgü insan hata modellerinin daha sistematik ve öncelikli şekilde yönetilmesine olanak tanımaktadır.

HFACS Çıktılarına Göre: HFACS sistematığının en alt düzeyini oluşturan Emniyetsiz Eylemler kategorisinde toplam 128 kök neden tespit edilmiştir. Bu grup içerisinde en yaygın faktör, 66 vakayla karar hataları olmuştur. Bu tür hatalar; operasyonel prosedürlerin yanlış yorumlanması, kritik anlarda yetersiz muhakeme yapılması ya da prosedürel ihlaller şeklinde oluşmaktadır. Bu bulgu, insan hatasının denizcilik kazalarında belirgin rol oynadığını gösteren çok sayıda çalışmayla örtüşmektedir (Schröder-Hinrichs vd., 2012; Maternová vd., 2023). Ayrıca, 22 vakada dikkat eksikliği kaynaklı beceri hataları ve 16 vakada çevresel algılamaya dair yanlış yorumlamalar saptanmıştır. Bu dağılım, kazalarda karar, beceri ve algı temelli hataların önemli rol oynadığını ortaya koyan literatürle de örtüşmektedir (Hasanspahić vd., 2021). Rutin prosedür ihlallerinin 23 kazada etkili olması, emniyet kültürünün zayıf olduğu çalışma ortamlarını işaret etmektedir. Bu durum, yüksek teknik beceri ve koordinasyon gerektiren OSV operasyonlarında bireysel davranışların sistem emniyeti üzerindeki etkisini açıkça ortaya koymaktadır (Grech vd., 2019).

Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler başlığında toplam 61 kök neden tanımlanmıştır. Bu başlık altında en dikkat çekici unsur, 21 kök neden ile iletişim eksikliklerini içeren personel faktörleridir. Özellikle gemi içi, gemiler arası ve VTS gibi kıyı tesisleriyle olan iletişim hataları, kazaların önemli bir tetikleyicisi olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, denizcilikte etkili iletişimin emniyet açısından kritik olduğunu gösteren bulgularla örtüşmektedir (Chauvin vd., 2013). Ayrıca, göreve hazırlık eksiklikleri (14 vaka) ve fiziksel/zihinsel sınırlamalar (10 vaka), bireysel performans zafiyetlerini işaret etmektedir. Bu bulgular, mürettebatın psikofizyolojik hazırlığının operasyon öncesinde

sistematiik olarak izlenmesinin hayati 6nem taşıdığını ortaya koymaktadır (Antão & Soares, 2008). Y6netimsel d6zeyde incelenen emniyetsiz y6netim başlığında 50 k6k neden tespit edilmiştir. Bunlardan 32'si doğrudan yetersiz y6netim kaynaklı olup; eğitim yetersizlikleri, g6zetim boşlukları ve rehberlik eksikliklerini kapsamaktadır. Y6netim d6zeyindeki bu eksiklikler, karar verme s6reçlerinin verimliliğini azaltarak kazalara zemin hazırlamaktadır (Chauvin vd., 2013). Ayrıca, uygun olmayan iş planlaması 13 olayda ve bilinen problemlerin d6zeltilmemesi 5 olayda tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, saha uygulamalarında etkin denetim ve s6rekli eğitim mekanizmalarının eksikliğinin kazaları doğrudan etkilediğini g6stermektedir. 6zellikle planlamaya dair yetersizliklerin sıklığı, operasyonel stratejilerin g6zden geçirilmesini zorunlu kılmaktadır. Kurumsal d6zeyde yapılan incelemelerde kurumsal etkiler ana başlığı altında 45 k6k neden belirlenmiştir. Bu başlık altında en y6ksek dağılım 22 vakayla operasyonel prosed6r ve g6zetim eksikliklerini içeren kurumsal s6re alt kategorisinde gerçekleşmiştir. Bunun yanı sıra, kaynak y6netimi eksiklikleri (14 vaka) ve kurumsal k6lt6r ya da yapı bozuklukları (9 vaka) da kazalarda etkili olmuştur. Bu bulgular, denizcilik şirketlerinde kurumsal yapı ve y6netim sistemlerinin yeterince yerleşmediğini ve bireysel hataları 6nleyici nitelikte destek sunmadığını g6stermektedir (Schr6der-Hinrichs vd., 2012). Dış fakt6rler başlığı altında toplam 21 k6k neden raporlanmıştır. Bu fakt6rler arasında en yaygın olanı, 14 vakada tespit edilen dizayn kusurlarıdır. 6zellikle gemi yapısındaki yetersizlikler, y6kleme-boşaltma gibi hassas operasyonlarda emniyet risklerini artırmaktadır. Ayrıca, 6 vakada bayrak devleti ya da liman otoritesine ilişkin uygulama hataları tespit edilmiştir. Bu durum, bazı kazaların yalnızca gemi içi değil, aynı zamanda ulusal ve uluslararası d6zenleyici yapıların etkinliğine de bağlı olduğunu g6stermektedir (ISO, 2018; Qiao vd., 2020). Genel olarak değerlendirildiğinde, HFACS temelli analizler, OSV kazalarının çok katmanlı ve sistemsel fakt6rlerden kaynaklandığını açıkça ortaya koymuştur. Kazaların yalnızca bireysel hatalardan değil; idari zafiyetler, kurumsal yapı eksiklikleri ve dışsal fakt6rlerin bileşkesinden oluştuğu g6r6lmektedir. Bu nedenle, emniyeti artırmaya y6nelik stratejilerin yalnızca birey d6zeyinde değil; kurumsal ve yapısal alanlarda da 6nleyici mekanizmalar içermesi gerekmektedir. Literat6rde 6nerildiği gibi, insan hatalarını 6nlemek için b6t6nc6l sistem emniyeti yaklaşımı benimsenmelidir (Reason, 2016).

FAHP ıktılarına G6re: OSV kazalarında risk fakt6rlerinin ağırlıklandırılmış değerlendirmesinde en y6ksek 6ncelik d6zeyi, %27 oranı ile "Emniyetsiz Eylemler (EE)" kategorisinde yoğunlaşmaktadır. Bu bulgu, kazaların çoğunun doğrudan m6rettebatın

sahadaki karar hataları, algılama bozuklukları ve prosedürel ihlaller gibi davranışsal etmenlerden kaynaklandığını göstermektedir. Alt kriter düzeyinde karar hataları (KH) %9,2 ile tüm alt faktörler arasında en yüksek önceliğe sahiptir. Bu durum, özellikle yüksek riskli operasyonel anlarda verilen hatalı kararların OSV emniyeti üzerinde belirleyici etkiler yarattığını açıkça ortaya koymaktadır. Bu bulgu, denizcilik alanında insan hatalarının operasyonel emniyet üzerindeki merkezi rolünü vurgulayan önceki araştırmalarla da örtüşmektedir (Schröder-Hinrichs vd., 2012; Chauvin vd., 2013).

Algılama hataları (AH) (%7,3) ve ihlaller (İ) (%6,2) gibi bireysel davranışsal faktörler de yüksek öncelikli risk unsurları arasında yer almakta; bu durum, bireysel performansın yalnızca teknik yeterlilikle değil, aynı zamanda çevresel farkındalık ve görev bağlılığıyla da yakından ilişkili olduğunu göstermektedir (Grech vd., 2019). FAHP çıktılarının bu yönü, HFACS temelli nitel analizlerle yüksek düzeyde tutarlılık göstermekte ve bireysel davranışların kazaların son halkasında belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır. Analize göre ikinci öncelikli kategori %20 ağırlıkla Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler (EEHAN) olarak öne çıkmaktadır. Bu başlık altında özellikle personel faktörleri (PF) %7,0 ile en yüksek alt katkıya sahipken, bireyin durumu (BD) %6,6 ve çevresel faktörler (ÇF) %6,4 ile takip etmektedir. Bu alt faktörler, denizcilik faaliyetlerinde bireyin psikofizyolojik uygunluğu, motivasyon düzeyi ve çevresel uyum kapasitesinin emniyet üzerinde doğrudan etkili olduğunu göstermektedir. Nitekim birçok çalışmada, görev öncesi hazırlığın ve psikolojik durumun, riskli karar verme süreçlerinde belirleyici olduğu ifade edilmektedir (Hetherington vd., 2006; Antão & Soares, 2008). Emniyetsiz Yönetim (EY) ve Dış Faktörler (DF) kategorileri %19'ar ağırlık ile üçüncü sırayı paylaşmaktadır. EY kapsamında yetersiz yönetim (YY) ve uygunsuz iş planlaması (UİP) alt başlıkları her biri %5,0 ile öne çıkarken; bilinen problemi düzeltmeme (BPD) ve yönetimin ihlalleri (Yİ) daha düşük öncelik değerlerine sahiptir. Bu durum, yönetsel planlama, rehberlik ve sürekli gözetim sistemlerinin yetersizliğinin saha performansını doğrudan etkilediğini göstermektedir (Celik vd., 2010; Chauvin vd., 2013;). Diğer yandan, DF kapsamında dizayn kusurları (DK) %6,4, yasal/mevzuat eksiklikleri (YM) ise %7,8 gibi yüksek değerlere sahiptir. Bu sonuçlar hem teknik tasarım süreçlerinin hem de düzenleyici otoritelerin kazaların oluşumunda dikkate alınması gereken yapısal faktörler olduğunu ortaya koymaktadır (Pilatis vd., 2024). Kurumsal Etkiler (KE) kategorisi, %15'lik toplam öncelik ağırlığı ile diğer kategorilere göre daha düşük derecelendirilmiştir. Ancak alt kriter düzeyinde kaynak yönetimi (KY) %6,0 ve kurumsal ortam (KO) %5,1 gibi değerler, organizasyonların insan kaynağı planlaması,

eğitim sistematığı ve emniyet kültürü oluşturmadaki zafiyetlerinin kazalara dolaylı fakat sistematik biçimde katkı sunduğunu göstermektedir (Schröder-Hinrichs vd., 2012).

Genel olarak değerlendirildiğinde, HFACS-FAHP entegre yaklaşımı, OSV kazalarının çok katmanlı nedenlerini hem niteliksel hem de niceliksel olarak ortaya koymakta ve tüm sistem aktörlerinin (mürettebat, yöneticiler, teknik destek birimleri, idari otoriteler) kazaların oluşumundaki rolünü bütünsel bir bakış açısıyla değerlendirmeye olanak sağlamaktadır (Wei vd., 2015). Özellikle karar hataları ve hazırlayıcı bireysel altyapı eksikliklerinin yüksek ağırlıkla öne çıkması, geleneksel kaza analiz yöntemlerinin yetersiz kaldığı noktalarda FAHP'nin çok kriterli karar verme gücünü vurgulamaktadır. Bu bağlamda, emniyet stratejilerinin yeniden tasarımı HFACS-FAHP tabanlı modellerin uygulanması, yalnızca yüzeyde görülen sonuçları değil, kök nedenleri hedef alan daha etkin ve sürdürülebilir çözümler geliştirilmesine katkı sağlayacaktır (Reason, 2016; Chauvin vd., 2013).

Çalışmanın hem nitel hem de nicel bulguları, HFACS modelinin tüm düzeylerinde kazalara neden olan faktörlerin belirli kategorilerde yoğunlaştığını ortaya koymaktadır. Tablo 14'te yer alan frekans ve yüzde dağılımları incelendiğinde, özellikle Emniyetsiz Eylemler kategorisinin alt başlıklarında yoğun bir kümelenme olduğu dikkat çekmektedir. Toplamda 305 kök nedenin analiz edildiği tabloda yalnızca karar hataları, 66 vaka ve %21,6 oranla tek başına en yaygın faktör olarak öne çıkmaktadır. Bu oran, OSV operasyonlarında insan-makine etkileşiminin ve karar alma süreçlerinin sistem emniyeti üzerindeki belirleyici rolünü vurgulamaktadır (Chauvin vd., 2013; Grech vd., 2019). Beceri hataları (22 vaka; %7,2), algılama hataları (16 vaka; %5,2) ve ihlaller (24 vaka; %7,9) ile değerlendirildiğinde, Emniyetsiz Eylemler grubu toplamda %42'lik pay ile kazaların büyük çoğunluğunun bireysel performans kaynaklı olduğunu göstermektedir. Bu durum, FAHP analizleriyle de tutarlılık arz etmekte; bireysel hataların organizasyonel düzeydeki eksikliklerle birleşerek kazaların son halkasını oluşturduğunu göstermektedir (Hetherington vd., 2006).

Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler kategorisinde öne çıkan unsur, 21 vaka ve %6,9 oranla personel faktörleridir. Bu alt başlık, özellikle gemi içi ve gemiler arası iletişim ile VTS koordinasyonundaki eksiklikleri kapsamaktadır. Denizcilik literatüründe etkili iletişim eksikliklerinin kazalara doğrudan etkisi sıkça vurgulanmaktadır (Chauvin vd., 2013). Ayrıca, göreve hazırlıksızlık (14 vaka; %4,6) ve köprüüstü kaynak yönetimi eksiklikleri (7 vaka; %2,3) gibi faktörler, bireysel yeterliliğin yanı sıra takım koordinasyonu ve liderliğin de emniyet açısından kritik olduğunu ortaya koymaktadır. Bireyin durumu başlığı altındaki fiziksel/zihinsel sınırlamalar da (10 vaka; %3,3), operasyonel uygunluk

değerlendirmelerinin yeterince yapılamadığını göstermektedir (Antão & Soares, 2008). Emniyetsiz Yönetim kategorisinde 32 vakayla (%10,5) öne çıkan yetersiz yönetim unsuru, kurum içi kontrol, rehberlik ve gözetim eksikliklerinin saha performansı üzerindeki doğrudan etkisini göstermektedir. Uygunsuz iş planlaması (13 vaka) ve bilinen problemi düzeltmeme (5 vaka) gibi alt başlıklar, yönetsel sistemlerin kazalara aktif katkı sağladığını göstermektedir. Yönetimin kasıtlı ihlalleriyle ilgili herhangi bir bulguya rastlanmaması, doğrudan ihmalin bu örnekte gözlenmediğini, ancak idari zafiyetlerin dolaylı etkiler yarattığını göstermektedir. (Celik vd., 2010). Kurumsal Etkiler kategorisinde kurumsal süreç eksiklikleri 22 vaka ve %7,2 oranla en sık karşılaşılan faktör olmuştur. Politika yetersizlikleri, belirsiz prosedürler ve zayıf emniyet kültürü bu bulguların başlıca nedenidir. Kaynak yönetimi (14 vaka; %4,6) ve kurumsal ortam (9 vaka; %3,0) gibi alt başlıklar, bireysel hataların arka planında kurumsal destek mekanizmalarının yetersizliğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, literatürde vurgulanan yapısal ve kültürel düzeydeki kurumsal sorumluluklarla örtüşmektedir (Schröder-Hinrichs vd., 2012). Dış Faktörler kategorisinde en sık karşılaşılan unsur, 14 vaka ve %4,6 oranla dizayn kusurları olmuştur. Özellikle OSV'lerde yükleme, boşaltma ve manevra süreçlerinde yapısal tasarım hatalarının ciddi emniyet riskleri yarattığı bilinmektedir. Ek olarak, idari/liman otoritesi hataları 6 vakada tespit edilmiştir. Buna karşılık mevzuat eksikliği ile ilgili herhangi bir kök nedene rastlanmamış olması, yasal çerçevenin yapısal olarak yeterli olduğunu ancak uygulama ve gözetim süreçlerinde sorunlar yaşanabileceğini göstermektedir (Reason, 2016). Tablo 14'teki frekans analizleri, HFACS temelli nitel değerlendirmeler ve FAHP tabanlı önceliklendirme çıktılarıyla büyük oranda örtüşmektedir. Sayısal bulgular, OSV kazalarının büyük ölçüde bireysel hatalardan kaynaklandığını, ancak bu hataların yönetsel, kurumsal ve çevresel sistem zafiyetleriyle desteklendiğini göstermektedir. Bu sonuç, emniyetin yalnızca bireysel sorumluluk çerçevesinde değerlendirilemeyeceğini; daha bütüncül, sistem odaklı önleyici stratejilerin gerekliliğini vurgulamaktadır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Deniz taşımacılığı, düşük maliyetli, güvenli ve çevre dostu bir taşıma yöntemi olması sebebiyle ulaşım ve taşımacılık türleri arasında öne çıkmaktadır. Ancak, sunduğu avantajlara rağmen, deniz taşımacılığı; yük, deniz çevresi, gemi yapısı ve insan hayatı açısından ciddi zararlar doğurabilecek deniz kazalarına yol açabilmektedir. Özellikle açık deniz ikmal gemilerinde meydana gelen kazalar, önemli maddi kayıpların yanı sıra insan hayatının kaybedilmesine de neden olan kritik kaza türleri arasında yer almaktadır.

Bu çalışmada HFACS yapısı ile açık deniz ikmal gemilerindeki riskler detaylandırılmış, FAHP metodu ile bu faktörlerin göreceli önemini belirsizliğin ve uzman görüşlerinin etkisi dikkate alınarak önceliklendirmeleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen önemli sonuçlar ve gelecekte oluşabilecek benzer kazaların önüne geçmek için belirlenen öneriler sunulmuştur;

Çalışmada kullanılan yöntemler ve sonucunda ortaya çıkan uygunsuzluklar, kaza soruşturmacıları tarafından yürütülecek inceleme sırasında kazanın oluşumunu anlamak için rehber olarak kullanılabilir.

Açık deniz ikmal gemilerinde meydana gelen 43 kazanın kök nedenleri incelendiğinde, belirgin bazı ortak temalar ve çıkarımlar dikkat çekmektedir. Bu kazaların kök nedenleri hem operasyonel eksikliklere hem de insan faktörlerine dayalı çeşitli sorunlara işaret etmektedir. İnceleme sonucunda elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda detaylandırılmıştır.

- Risk Değerlendirmesi Eksikliği: Kazaların önemli bir kısmı, gemi mürettebatının uygun ve kapsamlı bir risk değerlendirmesi yapmamasından kaynaklanmaktadır. Gemideki zabıtların ve mürettebatın risk değerlendirmesi konusunda eğitilmiş olmasına rağmen, bu bilgilerin operasyonlara etkin şekilde yansıtılmadığı görülmektedir. Resmi risk değerlendirme prosedürlerinin yeterince uygulanmaması hem tehlikelerin öngörülmesini engellemekte hem de gerekli önleyici tedbirlerin alınmasını zorlaştırmaktadır. Bu eksiklik, denizcilik operasyonlarının rutin ve acil durumlarda ciddi kazalarla sonuçlanmasına yol açmaktadır.
- Kişisel Koruyucu Ekipmanların Yanlış veya Eksik Kullanımı: Analiz edilen kazalar, mürettebatın kişisel koruyucu ekipman (PPE) kullanımı konusunda

yeterince bilinçli olmadığını veya bu ekipmanları hatalı kullandığını göstermektedir. Bu durum, gemilerde emniyet kültürünün tam olarak benimsenmediğini ve gemi yönetim sistemlerinin uygulanmasında eksiklikler olduğunu ortaya koymaktadır. Ekipmanların yanlış kullanımı ya da tamamen kullanılmaması, kaza anında mürettebatın yaralanmasına ya da ölümüne yol açan önemli bir faktör olarak öne çıkmaktadır.

- **Ekipman ve Sistem Bilgi Eksikliği:** Kaptan ve mürettebatın, gemide kullanılan teknolojik sistemler ve ekipmanlar hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması, kazaların başlıca kök nedenleri arasındadır. Özellikle dinamik konumlandırma (DP) sistemleri, azipod tahrik sistemleri gibi ileri teknolojilerin yanlış kullanımı, gemi manevralarında ciddi problemlere yol açmıştır. Bu durum, mürettebatın gemide kullanılan sistemler konusunda düzenli olarak eğitilmesi ve bilgi güncellemelerinin yapılması gerekliliğine işaret etmektedir.
- **Prosedürlere Uyumsuzluk:** Kazaların kök nedenlerinden biri de mürettebatın şirket prosedürlerine ve operasyonel standartlara uyum sağlamamasıdır. Acil durumlar veya tehlikeli operasyonlar sırasında sezgisel hareket etmek ya da talimatlara tam olarak uymamak, kazaların meydana gelmesinde önemli bir rol oynamıştır. Bu, gemi operasyonlarındaki disiplin eksikliğini ve prosedürlerin yeterince benimsenmediğini göstermektedir. Özellikle gemi kaptanlarının ve zabıtların, köprü üstünde ve güvertede alınması gereken emniyet tedbirlerini uygulamaması, kazaların sonuçlarını daha da ciddi hale getirmiştir.
- **İletişim Eksikliği ve Durumsal Farkındalık:** Kazalarda, köprü üstü personeli ile mürettebat arasındaki iletişim eksikliğinin, tehlikeli durumlara zamanında ve uygun müdahale yapılamamasına yol açtığı tespit edilmiştir. Mürettebatın operasyonel süreçlerde durumsal farkındalık eksikliği yaşaması, özellikle kötü hava koşullarında veya gece operasyonlarında kazalara davetiye çıkarmaktadır. Bu eksiklik, gemide görev yapan personelin çevresel koşulları sürekli olarak değerlendirme ve kritik kararlar alma becerisinin geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir.
- **Çevresel Faktörlerin Etkisi:** Deniz trafiği, diğer gemilerin parlak ışıkları ve kötü hava koşulları gibi dış faktörler, kazaların kök nedenleri arasında yer almaktadır. Özellikle açık deniz operasyonları sırasında karşılaşılan kötü hava koşulları, gemi manevralarını ve personel güvenliğini olumsuz etkilemektedir. Bunun yanı sıra,

diğer gemilerin ışıklarının mürettebatın dikkatini dağıtması ve gece görüşünü engellemesi, etkin gözcülük yapılmasını zorlaştırmıştır. Bu durum, çevresel farkındalığın ve bu tür dış etkenlere karşı alınacak önlemlerin önemini vurgulamaktadır.

- **Yetersiz Planlama ve Hazırlık:** Kazaların bir kısmı, acil durumlar veya beklenmeyen koşullar için yeterli hazırlık yapılmamasından kaynaklanmaktadır. Mürettebatın kötü hava koşullarına veya yaklaşan fırtınalara karşı zamanında gerekli önlemleri almaması, geminin ciddi tehlikelerle karşılaşmasına yol açmıştır. Ayrıca, mürettebatın operasyonlar sırasında belirli görevleri yerine getirmek için yeterli donanımına sahip olmaması, iş kazalarının ve yaralanmaların artmasına neden olmuştur.
- **Personel Yetersizliği ve Eğitim Eksikliği:** Analiz edilen kazalar, mürettebatın bazı durumlarda yeterli bilgi, deneyim ve teknik beceriye sahip olmadığını göstermektedir. Özellikle personelin işin gerektirdiği yetkinliklere sahip olmaması, kazaların kök nedenleri arasında yer almaktadır. Bu durum, personelin eğitiminin ve sertifikasyonunun operasyonel emniyet için ne kadar kritik olduğunu ortaya koymaktadır.

Açık deniz ikmal gemilerinde meydana gelen kazaların önlenmesi veya en aza indirilmesi, kapsamlı bir emniyetli yönetim sistemi, sürekli eğitim ve etkin operasyonel prosedürlerin uygulanması ile mümkündür. Bu kapsamda, kazaların azaltılmasına yönelik alınması gereken temel önlemler 10 başlık altında sunulmuştur:

i. Risk Değerlendirme Prosedürlerinin Güçlendirilmesi

- **Sistemik Risk Analizi:** Gemi operasyonlarının her aşamasında, özellikle yüksek risk taşıyan veya karmaşık işlemlerden önce kapsamlı bir risk değerlendirme yapılmalıdır. Bu değerlendirme, tüm mürettebatı kapsayarak potansiyel tehlikelerin, olasılıkların ve sonuçların analiz edilmesini içerir. Bu süreçte, risklerin minimize edilmesi için uygun kontrol önlemleri belirlenmelidir.
- **Eğitim ve Farkındalık Artırma:** Risk analizi ve yönetimi konusunda mürettebatın eğitilmesi, olası tehlikelerin öngörülmesi ve risklerin azaltılması açısından kritik öneme sahiptir. Düzenli eğitimler ve tatbikatlar, mürettebatın operasyon sırasında karşılaşılabileceği riskleri tanımasını ve bu risklere karşı uygun önlemleri almasını sağlayacaktır.

ii. Kişisel Koruyucu Ekipman (PPE) Kullanımının Yaygınlaştırılması

- PPE Kullanımı ve Eğitimleri: Mürettebatın kişisel koruyucu ekipmanların (PPE) uygun ve etkin şekilde kullanımı konusunda farkındalığını artırmak için düzenli eğitim programları düzenlenmelidir. Özellikle, gemi operasyonlarında sıkça karşılaşılan tehlikelere karşı mürettebatın, can yeleği, baret, amniyetli ayakkabıları ve uygun kıyafet gibi PPE'leri kullanması zorunlu hale getirilmelidir.
- Ekipman Standartlarının İyileştirilmesi: Kullanılan PPE'nin uluslararası standartlara uygun olup olmadığı düzenli olarak denetlenmeli ve gemide her mürettebat için yeterli miktarda uygun ekipmanın bulunması sağlanmalıdır. Ayrıca, ekipmanların bakım ve kontrol süreçlerinin düzenli olarak yapılması, olası kazaların önlenmesine katkıda bulunacaktır.

iii. Teknolojik Sistemlerin ve Ekipmanların Kullanımı için Eğitimlerin Artırılması

- Düzenli Eğitimler: Dinamik konumlandırma (DP) sistemleri ve azipod tahrik sistemleri gibi ileri teknolojilerin doğru kullanımı, gemi operasyonlarında güvenliği sağlamak açısından önemlidir. Bu nedenle, mürettebatın bu sistemlere ilişkin düzenli ve kapsamlı eğitim programlarına tabi tutulması gereklidir. Teknolojik sistemlerin manuel ve otomatik modlarına yönelik eğitimler, mürettebatın bu sistemleri güvenli ve etkin bir şekilde kullanmasını sağlayacaktır.
- Ekipman Bakım ve Denetimi: Gemi operasyonlarında kullanılan tüm ekipmanların ve sistemlerin düzenli bakım ve denetimleri yapılmalıdır. Teknik arızaların ve bu arızalardan kaynaklanan kazaların önlenmesi amacıyla, ekipmanların bakım takvimine uygun olarak kontrol edilmesi ve sertifikasyonlarının güncel tutulması gerekmektedir.

iv. Prosedürlere Uyma ve Emniyet Kültürünün Oluşturulması

- Standart Operasyon Prosedürleri (SOP) Geliştirme: Gemi operasyonlarına ilişkin süreçler için detaylı ve anlaşılır prosedürler oluşturulmalıdır. Bu prosedürler, operasyonların güvenli şekilde yürütülmesi, riskli durumların ele alınması ve acil durum müdahalelerini içermelidir. Prosedürlerin uygulanmasını sağlamak için, mürettebatın bu prosedürler konusunda düzenli olarak eğitilmesi gereklidir.

- Denetimler ve Disiplin: Prosedürlerin uygulanmasını izlemek ve olası ihlalleri tespit etmek için düzenli iç denetimler yapılmalıdır. Prosedürlere uyulmaması durumunda, mürettebatın bu hatalardan ders çıkarabilmesi için uygun önlemler alınmalıdır.
- Emniyet Kültürünün Yerleştirilmesi: Şirket yönetimi, emniyet kültürünün güçlendirilmesi için liderlik rolü üstlenmelidir. Personel emniyeti, tüm gemi operasyonlarının merkezine konulmalı ve mürettebatın her seviyesinde bu kültürün benimsenmesi sağlanmalıdır. Emniyet kültürü, mürettebatı her zaman prosedürlere uymaya, riskleri değerlendirmeye ve kişisel koruyucu ekipmanları kullanmaya teşvik etmelidir.

v. İletişim ve Koordinasyonun Geliştirilmesi

- Etkili İletişim Protokollerinin Uygulanması: Köprü üstü personeli ile güverte ve makine dairesindeki mürettebat arasında etkin iletişim ve koordinasyon, kazaların önlenmesi açısından önem taşımaktadır. Gemide acil durumlar için standart iletişim protokolleri oluşturulmalı ve bu protokoller düzenli olarak gözden geçirilmelidir.
- Durumsal Farkındalık Eğitimleri: Mürettebatın durumsal farkındalığını geliştirmek amacıyla eğitimler ve uygulamalı tatbikatlar düzenlenmelidir. Bu eğitimler, gece operasyonları, kötü hava koşulları ve yoğun deniz trafiği gibi zorlayıcı koşullarda mürettebatın çevresel faktörleri değerlendirme ve uygun önlemleri alma becerilerini geliştirmelidir.

vi. Çevresel Faktörlere Karşı Önleyici Tedbirlerin Alınması

- Hava Durumu ve Deniz Trafiği İzleme: Operasyonlardan önce ve operasyon sırasında hava durumu ve deniz trafiği koşulları yakından izlenmelidir. Özellikle kötü hava koşullarında operasyonlar planlanırken, riskler değerlendirilerek geciktirme veya alternatif planların / rotaların belirlenmesi gibi önlemler alınmalıdır.
- Gece Görüş Cihazlarının Kullanımı: Gece operasyonları sırasında, mürettebatın görüşünü artırmak ve dikkat dağınıklığını en aza indirmek için gece görüş cihazları gibi destekleyici ekipmanların kullanılması gereklidir. Bu, özellikle yoğun deniz trafiği ve karanlık koşullarda kazaların önlenmesine katkı sağlayacaktır.

vii. Acil Durum Prosedürlerinin Gözden Geçirilmesi ve Tatbikatların Düzenlenmesi

- Acil Durum Prosedürlerinin Geliştirilmesi: Gemide olası her türlü acil duruma yönelik detaylı prosedürler oluşturulmalı ve bu prosedürler düzenli olarak gözden geçirilmelidir. Prosedürler, mürettebatın acil durumlarda nasıl hareket edeceğine dair net talimatlar içermelidir.
- Talim / Tatbikatlar: Mürettebatın acil durumlara hazırlık düzeyini artırmak için düzenli tatbikatlar yapılmalıdır. Bu tatbikatlar, yangın, denize adam düşmesi, makine arızası gibi çeşitli senaryoları kapsamalı ve mürettebatın bu durumlara doğru ve hızlı şekilde yanıt verme becerilerini geliştirmelidir.

viii. Personel Seçimi ve Eğitim Programlarının Geliştirilmesi

- Yetkinlik Kriterlerinin Artırılması: Gemi mürettebatının seçiminde, bilgi, deneyim ve teknik becerilere dayalı yetkinlik kriterleri belirlenmelidir. Özellikle kritik görevlerde çalışacak personelin yeterli denizcilik deneyimine ve teknik bilgiye sahip olması, operasyonların emniyeti açısından büyük önem taşımaktadır.
- Sürekli Eğitim: Gemi mürettebatının bilgi ve becerilerini güncel tutmak için sürekli eğitim programları oluşturulmalıdır. Bu eğitimler, operasyonel prosedürler, emniyet ekipmanlarının kullanımı, yeni teknolojik sistemlerin işletilmesi ve acil durum müdahalelerini kapsamlı bir şekilde ele almalıdır.

ix. Denetim ve İzleme Sistemlerinin Kurulması

- Düzenli Denetimler: Gemi operasyonlarında uygulanan emniyet tedbirlerinin ve prosedürlerin etkinliğini değerlendirmek amacıyla düzenli denetimler yapılmalıdır. Bu denetimler, emniyet standartlarına uyulup uyulmadığını kontrol etmeli ve olası eksiklikler tespit edildiğinde gerekli düzeltici önlemleri belirlemelidir.
- Bakım ve Sertifikasyon: Gemide kullanılan tüm ekipmanların düzenli bakımı ve sertifikasyonunun sağlanması, teknik arızaların ve bu arızalardan kaynaklanabilecek kazaların önlenmesine yardımcı olacaktır.

x. Yönetim Desteği ve Emniyet Odaklı Liderlik

- Yönetimin Katılımı: Şirket yönetimi, gemi operasyonlarında emniyet tedbirlerinin uygulanması ve sürekli iyileştirme süreçlerine aktif katılım göstermelidir. Emniyet odaklı liderlik, gemi mürettebatının prosedürlere

uyumunu teşvik eder ve gemide emniyetli bir çalışma ortamının oluşturulmasına katkıda bulunur.

Bu önlemler, açık deniz ikmal gemilerinde meydana gelebilecek kazaların önlenmesine ve gemi operasyonlarının daha emniyetli bir şekilde yürütülmesine katkı sağlayacaktır. Sistematik bir yaklaşımla ele alınan bu stratejiler, denizcilik sektöründe emniyet kültürünün yerleşmesine ve operasyonel risklerin azaltılmasına yardımcı olur.

Açık deniz operasyonlarında, kazaların önlenmesi veya etkilerinin en aza indirilmesi için önerilen bu stratejilerin, sadece bireysel mürettebat düzeyinde değil, şirket ve yönetim düzeyinde de benimsenmesi önemlidir. Özellikle denizcilik şirketlerinin, bu önlemlerin uygulanmasını teşvik edecek politika ve prosedürleri geliştirerek, güvenli operasyon kültürünü tüm organizasyona entegre etmeleri gerekmektedir. Bu yaklaşım sayesinde, denizcilik sektöründe risklerin sistematik bir biçimde yönetilmesi ve emniyet odaklı hedeflerin sürdürülebilirliğinin sağlanması mümkün hale gelecektir.

Denizcilik sektöründe kazaların önlenmesi veya en aza indirilmesi, mürettebatın sürekli eğitimi, ekipmanların düzenli bakımı, etkili risk değerlendirme prosedürlerinin uygulanması, emniyet kültürünün oluşturulması ve iletişim kanallarının etkin kullanılmasıyla mümkündür. Bu önlemlerin etkin bir şekilde hayata geçirilmesi, gemi operasyonlarının emniyetini artıracak ve açık deniz ikmal gemilerinin daha sürdürülebilir biçimde çalışmasını mümkün kılacaktır. Bunun yanı sıra, bu önlemlerin düzenli olarak gözden geçirilmesi ve iyileştirilmesi, denizcilik sektöründe ortaya çıkan yeni risklerle başa çıkmak açısından büyük önem taşımaktadır.

OSV gemilerine ilişkin kazaların incelenmesinde karşılaşılan en temel kısıtlardan biri, güvenilir ve erişilebilir kaza verilerine ulaşmadaki güçlüklerdir. Özellikle birçok ülkenin kazaları raporlama konusundaki sınırlı ve kapalı tutumu, kapsamlı analizlerin gerçekleştirilmesini önemli ölçüde engellemektedir. Bu durum, hem veri setlerinin temsil gücünü azaltmakta hem de elde edilen sonuçların genellenebilirliğini sınırlamaktadır. Bu bağlamda, önerilen modelin gerçek zamanlı karar destek sistemlerine entegre edilerek emniyet yönetimi süreçlerine katkı sağlaması mümkün olabilir. Ayrıca, yalnızca resmi kaza raporlarına dayalı veri kullanımının ötesine geçilerek, gemi simülatörleri, yerinde saha gözlemleri ve yapılandırılmış uzman görüşlerine dayalı dinamik veri kaynaklarının analiz sürecine dahil edilmesi, gelecekte insan faktörlerinin çok boyutlu bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanıyacak şekilde çalışmalar yapılabilir.

6. KAYNAKLAR

- Akhtar, M. J., & Utne, I. B. (2014). Human fatigue's effect on the risk of maritime groundings—A Bayesian Network modeling approach. *Safety science*, 62, 427-440.
- Akyol, H., & Ağırkaya, M. B. (2022). Yatırımcı duyarlılığı ve sistemik risk ilişkisinin incelenmesi: Türk bankacılık sektörü örneği. *Trends in Business and Economics*, 36(4), 304-314.
- Akyuz, E. (2015). A hybrid accident analysis method to assess potential navigational contingencies: The case of ship grounding. *Safety science*, 79, 268-276.
- Akyuz, E., & Celik, M. (2014). A hybrid decision-making approach to measure effectiveness of safety management system implementations on-board ships. *Safety Science*, 68, 169-179.
- Akyuz, E., & Celik, M. (2014). Utilisation of cognitive map in modelling human error in marine accident analysis and prevention. *Safety science*, 70, 19-28.
- Amaechi, C. V., Reda, A., Butler, H. O., Ja'e, I. A., & An, C. (2022). Review on fixed and floating offshore structures. Part I: Types of platforms with some applications. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(8), 1074.
- Anthony Cox Jr, L. (2008). What's wrong with risk matrices?. *Risk Analysis: An International Journal*, 28(2), 497-512.
- Antao, P., & Soares, C. G. (2008). Causal factors in accidents of high-speed craft and conventional ocean-going vessels. *Reliability Engineering & System Safety*, 93(9), 1292-1304.
- Arslan, O., & Turan, O. (2009). Analytical investigation of marine casualties at the Strait of Istanbul with SWOT–AHP method. *Maritime Policy & Management*, 36(2), 131-145.
- Arslan, Ö., & Gürel, O. (2008). Farklı Tip Ve Boyutta Gemilerin Seçiminin Bulanık Mantık Yöntemiyle İncelenmesi. *Journal of Aeronautics and Space Technologies*, 3(4), 55-60.
- Aven, T. (2016). Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation. *European journal of operational research*, 253(1), 1-13.
- Bakr, C. K. M. A. (2023). Literature Review of Human Errors Caused OSVs-Offshore Structures Collisions.
- Barnett, M. L., & Pekcan, C. H. (2017). The human element in shipping. *Encyclopedia of maritime and offshore engineering*, 1-10.

- Barnett, M., Gatfield, D., & Pekcan, C. (2006). Non-technical skills: the vital ingredient in world maritime technology. *In Proceedings of the International Conference on world maritime technology*.
- Başılgil, H. (2005). The fuzzy analytic hierarchy process for software selection problems. *Yıldız Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, C, 3*.
- Batalden, B. M., & Sydnes, A. K. (2014). Maritime safety and the ISM code: a study of investigated casualties and incidents. *WMU Journal of Maritime Affairs, 13*, 3-25.
- Baysari, M. T., McIntosh, A. S., & Wilson, J. R. (2008). Understanding the human factors contribution to railway accidents and incidents in Australia. *Accident Analysis & Prevention, 40*(5), 1750-1757.
- Beysenbaev, R., & Dus, Y. (2020). Proposals for improving the logistics performance index. *The Asian Journal of Shipping and Logistics, 36*(1), 34-42.
- Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I., & Wisner, B. (2014). *At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters*. Routledge.
- Bozdağ, C. E., Kahraman, C., & Ruan, D. (2003). Fuzzy group decision making for selection among computer integrated manufacturing systems. *Computers in industry, 51*(1), 13-29.
- BP. (2023). British Petroleum. *Statistical Review of World Energy 2023*. Erişim: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> adresinden alınmıştır.
- Button, K. (2010). Transport Economics. Birleşik Krallık: Edward Elgar Publishing, Incorporated.
- Celik, M., & Cebi, S. (2009). Analytical HFACS for investigating human errors in shipping accidents. *Accident Analysis & Prevention, 41*(1), 66-75.
- Celik, M., Lavasani, S. M., & Wang, J. (2010). A risk-based modelling approach to enhance shipping accident investigation. *Safety Science, 48*(1), 18-27.
- Chauvin, C. (2011). Human factors and maritime safety. *The Journal of Navigation, 64*(4), 625-632.
- Chauvin, C., Lardjane, S., Morel, G., Clostermann, J. P., & Langard, B. (2013). Human and organisational factors in maritime accidents: Analysis of collisions at sea using the HFACS. *Accident Analysis & Prevention, 59*, 26-37.
- Chen, C. Y., & Huang, J. J. (2022). Deriving fuzzy weights from the consistent fuzzy analytic hierarchy process. *Mathematics, 10*(19), 3499.
- Chen, S. J., & Hwang, C. L. (1992). Fuzzy multiple attribute decision making methods. *In Fuzzy multiple attribute decision making: Methods and applications* (pp. 289-486). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

- Chen, S. T., & Chou, Y. H. (2012). Examining Human Factors for marine casualties using HFACS-maritime accidents (HFACS-MA). In *2012 12th International Conference on ITS Telecommunications* (pp. 391-396). IEEE.
- Chen, S. T., Wall, A., Davies, P., Yang, Z. L., Wang, J. ve Chou, Y. H., 2013. A Human and Organisational Factors (HOFs) analysis method for marine casualties using HFACS-Maritime Accidents (HFACS-MA), *Safety science*, 60,105-114.
- Clarksons Research. (2023, Kasım 15). *Offshore Energy Market*. Clarksons Research Services. Erişim adresi: <https://www.clarksons.com/research/offshore-energy> adresinden alınmıştır.
- Cooper, M. D. (2000). Towards a model of safety culture. *Safety science*, 36(2), 111-136.
- Cooper, S. E., Ramey-Smith, A. M., Wreathall, J., & Parry, G. W. (1996). *A technique for human error analysis (ATHEANA)* (No. NUREG/CR--6350). Nuclear Regulatory Commission.
- Cordes, E. E., Jones, D. O., Schlacher, T. A., Amon, D. J., Bernardino, A. F., Brooke, S., & Witte, U. (2016). Environmental impacts of the deep-water oil and gas industry: A review to guide management strategies. *Frontiers in Environmental Science*, 4, 58.
- Crawley, F., & Tyler, B. (2015). *HAZOP: Guide to best practice*. Elsevier.
- Çanlı, H., & Kandakoğlu, A. (2007). Hava Gücü Mukayesesi İçin Bulanık Ahp Modeli. *Journal of Aeronautics and Space Technologies*, 3(1), 71-82.
- Dhillon, B. S. (2007). *Applied reliability and quality: fundamentals, methods and procedures*. Springer Science & Business Media.
- Dominguez-Péry, C., Tassabehji, R., Corset, F., & Chreim, Z. (2023). A holistic view of maritime navigation accidents and risk indicators: Examining IMO reports from 2011 to 2021. *Journal of Shipping and Trade*, 8(1), 11.
- Dyer, R. F., & Forman, E. H. (1992). Group decision support with the analytic hierarchy process. *Decision support systems*, 8(2), 99-124.
- Dyson, R. G. (2004). Strategic development and SWOT analysis at the University of Warwick. *European journal of operational research*, 152(3), 631-640.
- Fenton, N. E., & Neil, M. D. (2007). *Managing risk in the modern world: applications of Bayesian Networks*. London Mathematical Society.
- Geller, E. S. (2016). *The psychology of safety handbook*. CRC press.
- Gertman, D. I., & Blackman, H. S. (1993). *Human reliability and safety analysis data handbook*. John Wiley & Sons.
- Göksu, D. A., & Güngör, P. D. I. (2008). Bulanik analitik hiyerarşik proses ve üniversite tercih sıralamasında uygulanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(3), 1-26.

- Grech, M. R., Horberry, T., & Smith, A. (2002). Human error in maritime operations: Analyses of accident reports using the Leximancer tool. In *Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting* (Vol. 46, No. 19, pp. 1718-1721). Sage CA: Los Angeles, CA: Sage Publications.
- Grech, M., Horberry, T., & Koester, T. (2019). *Human factors in the maritime domain*. CRC press.
- Günden, C., & Miran, B. (2008). Bulanık analitik hiyerarşi süreci kullanılarak çiftçi kararlarının analizi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 45(3), 195-206.
- Hannigan, J. (2016). *The geopolitics of deep oceans*. John Wiley & Sons.
- Hänninen, M., Banda, O. A. V., & Kujala, P. (2014). Bayesian network model of maritime safety management. *Expert Systems with Applications*, 41(17), 7837-7846.
- Hasanspahić, N., Vujičić, S., Frančić, V., & Čampara, L. (2021). The role of the human factor in marine accidents. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(3), 261.
- Havle, C. A., & Kılıç, B. (2019). A hybrid approach based on the fuzzy AHP and HFACS framework for identifying and analyzing gross navigation errors during transatlantic flights. *Journal of Air Transport Management*, 76, 21-30.
- Håvold, J. I. (2010). Safety culture and safety management aboard tankers. *Reliability Engineering & System Safety*, 95(5), 511-519.
- Hetherington, C., Flin, R., & Mearns, K. (2006). Safety in shipping: The human element. *Journal of safety research*, 37(4), 401-411.
- Hillson, D. (2003). *Effective opportunity management for projects: Exploiting positive risk*. Crc Press.
- Hillson, D. A., & Hulett, D. T. (2004). Assessing risk probability: Alternative approaches. In *Proceedings of PMI Global Congress* (pp. 1-7).
- Hoffmann, J. (2012). Corridors of the Sea: An investigation into liner shipping connectivity. *Les Corridors de Transport*. EMS.
- Hollnagel, E. (1998). *Cognitive reliability and error analysis method (CREAM)*. Elsevier.
- Hopkin, P. (2018). *Fundamentals of risk management: understanding, evaluating and implementing effective risk management*. Kogan Page Publishers.
- Hsieh, M. C., Wang, E. M. Y., Lee, W. C., Li, L. W., Hsieh, C. Y., Tsai, W., ... & Liu, T. C. (2018). Application of HFACS, fuzzy TOPSIS, and AHP for identifying important human error factors in emergency departments in Taiwan. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 67, 171-179.
- Hung Lau, K., & Zhang, J. (2006). Drivers and obstacles of outsourcing practices in China. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 36(10), 776-792.

- IEA. (2023, Kasım 20). International Energy Agency. *World Energy Outlook 2023*. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023> adresinden alınmıştır.
- IMO. (2008). *Casualty Investigation Code: Code of the International Standards and Recommended Practices for a Safety Investigation Into a Marine Casualty Or Marine Incident*. Birleşik Krallık: International Maritime Organization.
- IMO. (2008a). *Casualty Analysis Procedure*. United Kingdom, 1, 1-5.
- IMO. (2010). *ISM Code 2010: International Safety Management Code and Guidelines on Implementation of the ISM Code*. Birleşik Krallık: International Maritime Organization.
- IMO. (2019). *Guidelines on Fatigue*. Birleşik Krallık: International Maritime Organization.
- ISO. (2018). *ISO 31000:2018, Risk management - Guidelines*. Geneva: International Organization for Standardization.
- ITF. (2023). *Transport Outlook*. Fransa: OECD Publishing.
- Jernelöv, A. (2010). The threats from oil spills: now, then, and in the future. *Ambio*, 39(5), 353-366.
- Kahraman, C., Cebeci, U., & Ulukan, Z. (2003). Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP. *Logistics information management*, 16(6), 382-394.
- Kaplan, S., & Garrick, B. J. (1981). On the quantitative definition of risk. *Risk analysis*, 1(1), 11-27.
- Karkori, F. (2024). *Dynamic Positioning Systems: Class Guidance for DP Operators*. Almanya: Springer Nature Switzerland.
- Karthick, M., Robert, T. P., & Kumar, C. S. (2020). HFACS-based FAHP implementation to identify critical factors influencing human error occurrence in nuclear plant control room. *Soft Computing*, 24(21), 16577-16591.
- Kerzner, H. (2017). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. John Wiley & Sons.
- Kletz, T. A. (2018). *Hazop & Hazan: identifying and assessing process industry hazards*. CRC Press.
- Klevatorick, A. K. (1969). *Decision Analysis: Introductory Lectures on Choices Under Uncertainty*.
- Korinek, J., & Sourdin, P. (2011). To what extent are high-quality logistics services trade facilitating?.
- Kristensen, I. J. (2023). *Human factors in maritime accidents: a bibliometric review* (Master's thesis, University of South-Eastern Norway).

- Kuo, M. S., Liang, G. S., & Huang, W. C. (2006). Extensions of the multicriteria analysis with pairwise comparison under a fuzzy environment. *International Journal of Approximate Reasoning*, 43(3), 268-285.
- Kuo, R. J., Chi, S. C., & Kao, S. S. (2002). A decision support system for selecting convenience store location through integration of fuzzy AHP and artificial neural network. *Computers in industry*, 47(2), 199-214.
- Kuruüzüm, A., & Atsan, N. (2001). Nalitik Hiyerarşi Yöntemi Ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları. *Akdeniz IIBF dergisi*, 1(1), 83-105.
- Liu, D. (2023). International energy agency (IEA). In *The Palgrave Encyclopedia of Global Security Studies* (pp. 830-836). Cham: Springer International Publishing.
- Liu, R., Cheng, W., Yu, Y., & Xu, Q. (2018). Human factors analysis of major coal mine accidents in China based on the HFACS-CM model and AHP method. *International journal of industrial ergonomics*, 68, 270-279.
- Lu, C. S., Hsu, C. N., & Lee, C. H. (2016). The impact of seafarers' perceptions of national culture and leadership on safety attitude and safety behavior in dry bulk shipping. *International Journal of e-Navigation and Maritime Economy*, 4, 75-87.
- Manuel, M. E. (2011). *Maritime Risk and Organizational Learning*. Birleşik Krallık: Ashgate.
- Manuele, F. A. (2014). *Advanced safety management: Focusing on Z10 and serious injury prevention*. John Wiley & Sons.
- Maternová, A., Materna, M., Dávid, A., Török, A., & Švábová, L. (2023). Human error analysis and fatality prediction in maritime accidents. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(12), 2287.
- McKinnon, A. (2018). *Decarbonizing logistics: Distributing goods in a low carbon world*. Kogan Page Publishers.
- Merna, T., & Al-Thani, F. F. (2008). *Corporate risk management*. John Wiley & Sons.
- Mohdhar, A., & Shaalan, K. (2021). The future of e-commerce systems: 2030 and beyond. In *Recent Advances in Technology Acceptance Models and Theories* (pp. 311-330). Cham: Springer International Publishing.
- Mullai, A. (2006). *Risk management system-risk assessment frameworks and techniques*. DaGoB (Safe and Reliable Transport Chains of Dangerous Goods in the Baltic Sea Region) Project Office, Turku School of Economics, Turku, Finland.
- Olsen, N. S. (2011). Coding ATC incident data using HFACS: Inter-coder consensus. *Safety Science*, 49(10), 1365-1370.
- Olsen, N. S., & Shorrock, S. T. (2010). Evaluation of the HFACS-ADF safety classification system: inter-coder consensus and intra-coder consistency. *Accident Analysis & Prevention*, 42(2), 437-444.

- Olsen, A. A. (2023). *Merchant Ship Types*. Birleşik Krallık: CRC Press.
- Opricovic, S., & Tzeng, G. H. (2003). Defuzzification within a multicriteria decision model. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 11(05), 635-652.
- Özdağoğlu, A., & Özdağoğlu, G. (2007). Comparison of AHP and fuzzy AHP for the multi-criteria decision making processes with linguistic evaluations. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(11), 65-85.
- Paik, J. K. (2022). *Ship-Shaped Offshore Installations: Design, Construction, Operation, Healthcare and Decommissioning*. Birleşik Krallık: Cambridge University Press.
- Pherson, R. H., Heuer, R. J. (2019). *Structured Analytic Techniques for Intelligence Analysis*. Birleşik Krallık: SAGE Publications.
- Pilatis, A. N., Pagonis, D. N., Serris, M., Peppas, S., & Kaltsas, G. (2024). A statistical analysis of ship accidents (1990–2020) focusing on collision, grounding, hull failure, and resulting hull damage. *Journal of Marine Science and Engineering*, 12(1), 122.
- PMI. (2000). Project Management Institute. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*. Amerika Birleşik Devletleri: Project Management Institute.
- Prakash, T. N. (2003). Land suitability analysis for agricultural crops: a fuzzy multicriteria decision making approach. Kolkata, West Bengal: ITC.
- Qiao, W., Liu, Y., Ma, X., & Liu, Y. (2020). Human factors analysis for maritime accidents based on a dynamic fuzzy Bayesian network. *Risk analysis*, 40(5), 957-980.
- Rashid, H. S. J., Place, C. S., & Braithwaite, G. R. (2010). Helicopter maintenance error analysis: Beyond the third order of the HFACS-ME. *International journal of industrial ergonomics*, 40(6), 636-647.
- Reason, J. (1990). *Human error*. Cambridge university press.
- Reason, J. (2000). Human error: models and management. *Bmj*, 320(7237), 768-770.
- Reason, J. (2016). *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Birleşik Krallık: Taylor & Francis.
- Reinach, S., & Viale, A. (2006). Application of a human error framework to conduct train accident/incident investigations. *Accident Analysis & Prevention*, 38(2), 396-406.
- Rigby, D., & Bilodeau, B. (2007). *Management Tools and Trends 2007*.
- Rizzi, S. (2018). What-if analysis. In *Encyclopedia of database systems* (pp. 4683-4688). Springer, New York, NY.
- Rodrigue, J. P. (2020). *The geography of transport systems*. Routledge.

- Rothblum, A. M., Wheal, D., Withington, S., Shappell, S. A., Wiegmann, D. A., Boehm, W., & Chaderjian, M. (2007). Human factors in incident investigation and analysis.
- Ryley, T., & Chapman, L. (2007). Transport and climate change: A review. *Journal of Transport Geography*, 15(5), 354-367.
- S&P Global Commodity Insights. (2023). Offshore Supply Vessels fleet ages worldwide.
- Saaty, T. L. (1982). The analytic hierarchy process: A new approach to deal with fuzziness in architecture. *Architectural Science Review*, 25(3), 64-69.
- Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European journal of operational research*, 48(1), 9-26.
- Saaty, T. L. (2001). Deriving the AHP 1-9 scale from first principles. *Proceedings 6th ISAHP. Berna, Suiza*, 397-402.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1), 83-98.
- Saaty, T. L., & Ozdemir, M. S. (2003). Why the magic number seven plus or minus two. *Mathematical and computer modelling*, 38(3-4), 233-244.
- Saaty, T. L., & Tran, L. T. (2007). On the invalidity of fuzzifying numerical judgments in the Analytic Hierarchy Process. *Mathematical and Computer Modelling*, 46(7-8), 962-975.
- Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2007). Dispersion of group judgments. *Mathematical and Computer Modelling*, 46(7-8), 918-925.
- Sánchez-Beaskoetxea, J., Basterretxea-Iribar, I., Sotés, I., & Machado, M. D. L. M. M. (2021). Human error in marine accidents: Is the crew normally to blame?. *Maritime Transport Research*, 2, 100016.
- Schager, B. (2008). *Human error in the maritime industry: how to understand, detect and cope*. Marine profile Sweden.
- Schröder-Hinrichs, J. U., Hollnagel, E., & Baldauf, M. (2012). From Titanic to Costa Concordia—a century of lessons not learned. *WMU journal of maritime affairs*, 11, 151-167.
- Shappell, S. (2001). Human error analysis of commercial aviation accidents: application of the Human Factors Analysis and. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 72(11).
- Shappell, S. A., & Wiegmann, D. A. (2000). The human factors analysis and classification system--HFACS.
- Smith, A. P., Allen, P. H., & Wadsworth, E. J. K. (2006). Seafarer fatigue: The Cardiff research programme.

- Stamatis, D. H. (2003). *Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution*. Quality Press.
- Stopford, M. (2009). *Maritime Economics* Routledge. New York, USA.
- Swain, A. D. (1983). Handbook of human reliability analysis with emphasis on nuclear power plant applications. *Final report*.
- Talley, W. K. (Ed.). (2012). *The Blackwell Companion to Maritime Economics*. John Wiley & Sons.
- Taşkolu, Ö. F. (2022). *2008 Küresel Krizi Ve Covid-19 Pandemisi Krizinin Hava Kargo Taşımacılığına Etkilerinin Karşılaştırmalı Analizi*. İstanbul Gelişim Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Triantaphyllou, E. (2013). *Multi-criteria Decision Making Methods: A Comparative Study*. Hollanda: Springer US.
- Tvaryanas, A. P., & Thompson, W. T. (2008). Recurrent error pathways in HFACS data: analysis of 95 mishaps with remotely piloted aircraft. *Aviation, space, and environmental medicine*, 79(5), 525-532.
- UNCTAD. (2021). *Review of Maritime Transport 2020*. Kenya: United Nations Fund for Population Activities.
- UNCTAD. (2022) *Review of Maritime Transport 2021*. İsviçre: UN.
- UNCTAD. (2023). *Review of Maritime Transport 2023: Towards a Green and Just Transition*. N.p., United Nations Publications.
- UNCTAD. (2024, Mayıs 10). *Merchant fleet by flag of registration and by type of ship, annual (analytical)*. <https://unctadstat.unctad.org/datacentre/dataviewer/US.MerchantFleet> adresinden alınmıştır.
- UNESCAP. (2021). *Evaluation of the Regional Action Programme for Sustainable Transport Connectivity in Asia and the Pacific-Phase I (2017-2021)*. Transport Division of the United Nations Economic Commission for Asia and the Pacific
- UNFPA. (2023). *Review of Maritime Transport 2022: Navigating Stormy Waters*. İsviçre: United Nations Fund for Population Activities.
- Vaidya, O. S., & Kumar, S. (2006). Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of operational research*, 169(1), 1-29.
- Vinnem, J. (2007). *Offshore Risk Assessment: Principles, Modelling and Applications of QRA Studies*. Almanya: Springer London.
- Vose, D. (2008). *Risk analysis: a quantitative guide*. John Wiley & Sons.

- Wang, J. (2002). Offshore safety case approach and formal safety assessment of ships. *Journal of safety research*, 33(1), 81-115.
- Wang, Y., Wang, K., Wang, T., Li, X. Y., Khan, F., Yang, Z., & Wang, J. (2021). Reliabilities analysis of evacuation on offshore platforms: A dynamic Bayesian Network model. *Process Safety and Environmental Protection*, 150, 179-193.
- Wei, X. Y., Wang, Y., Yan, X. P., Wu, B., & Tian, Y. F. (2015). A human factors analysis method for marine accident evolution using hfacs-ei model. In *International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering* (Vol. 56550, p. V007T06A049). American Society of Mechanical Engineers.
- Weigmann, D. A., & Shappell, S. A. (1997). Human factors analysis of postaccident data: Applying theoretical taxonomies of human error. *The international journal of aviation psychology*, 7(1), 67-81.
- Wiegmann, D. A., & Shappell, S. A. (2017). *A human error approach to aviation accident analysis: The human factors analysis and classification system*. Routledge.
- Williams, J. C. (1986). A proposed method for assessing and reducing human error. In *Proc. 9th Advances in Reliability Technology Symp.*. Univ. of Bradford.
- Witthohn, R. (2022). *International Shipping: The Role of Sea Transport in the Global Economy*. Springer Nature.
- Yager, R. R. (1981). A procedure for ordering fuzzy subsets of the unit interval. *Information sciences*, 24(2), 143-161.
- Yergin, D. (2011). *The Prize: The Epic Quest for Oil, Money & Power*. Free Press.
- Yıldırım, U., Başar, E., & Uğurlu, Ö. (2019). Assessment of collisions and grounding accidents with human factors analysis and classification system (HFACS) and statistical methods. *Safety Science*, 119, 412-425.
- Yıldırım, U., Ugurlu, O., Basar, E. R. S. A. N., & Yuksekyildiz, E. (2017). Human factor analysis of container vessel's grounding accidents. *International Journal of Maritime Engineering*, 159(A1).
- Yoon, K. P., & Hwang, C. L. (1995). *Multiple attribute decision making: an introduction*. Sage publications.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3), 338-353.
- Zhan, Q., Zheng, W., & Zhao, B. (2017). A hybrid human and organizational analysis method for railway accidents based on HFACS-Railway Accidents (HFACS-RAs). *Safety science*, 91, 232-250.
- Zhu, K. J., Jing, Y., & Chang, D. Y. (1999). A discussion on extent analysis method and applications of fuzzy AHP. *European journal of operational research*, 116(2), 450-456.

7. EKLER

Ek Tablo 1. Çalışmanın Kaza Veri Tabanı

No	Gemi Adları	GT	İnşa Yılı	Kaza Boyutu	Kaza Tarihi	Kaza Saati	Yer	Enlem	Boylam
1	SKAWLINK III	78.5	2003	Çok ciddi	29.09.2016	01:05	Skaw Açıkları, Kattegat, Danimarka.	57° 41.10' N	010° 41.1' E
2	COASTLINK 8	63	2012	Çok ciddi	26.08.2017	23:03	Raffles Lighthouse	01° 09.80' N	103° 42.7' E
3	HAI YANG SHI YOU 699	2264	1999	Çok ciddi	25.07.2012	17:00	Po Toi Island, Hong Kong	22° 06.60' N	114° 16.30' E
4	MAERSK CHAMPION	2887	1986	Ciddi	09.01.2012	12:00	Rio De Janeiro	22° 09.80' S	040° 09.40' W
5	GSP PERSEU	1289	1994	Ciddi	29.09.2014	20:30	Köstence, Romanya	GSP Tersanesi	
6	PETRA FRONTIER	1706	2008	Az ciddi	28.09.2009	05:40	Darwin, NT, Açık Deniz	11° 46.00' S	129° 06.00' E
7	SEVEN POLARIS	16455	1979	Çok ciddi	01.12.2013	11:30	Santos Basın, Brazil	25° 48.00' S	043° 15.00' W
8	FAIRPLAY 33	1374	2011	Çok ciddi	02.04.2020	20:20	Randaberg, Norveç	59° 01.25' N	005° 37.02' E
9	CREST RADIANT 1	764	2008	Çok ciddi	26.02.2021	01:30	Sir Bu Nuayr Adası, UAE	25° 09.48' N	054° 16.06' E
10	STRILMOY	3331	2005	Çok ciddi	04.11.2005	05:48	Kuzey Denizi, UK	59° 16.20' N	000° 52' E
11	GUARDIAN 3	168	2015	Az ciddi	30.10.2022	11:35	UBIT Petrol Sahası, Açık Deniz	04° 23.00' N	008° 12' E
12	BOURBON DOLPHIN	2985	2006	Çok ciddi	12.04.2007	17:05	Kuzey Denizi, Açık Deniz	60° 59.20' N	003° 49.30' W
13	ASTRO TAMOIO	2025	2016	Çok ciddi	25.09.2021	08:35	Guanabara Körfezi, Brezilya	22° 49.41' S	043° 07.31' W

Ek Tablo 1'in devamı

14	SKANDI PASIFIC	3181	2011	Çok ciddi	14.07.2015	05:23	Pilbara, Batı Avustralya	19° 48.70' S	115° 17.70' E
15	DAENERYS TARGARYEN	2908	2013	Çok ciddi	22.02.2023	16:00	Harcourt Limanı, Demirleme Alanı	04° 02.00' N	006° 09.00' E
16	LANPAN 35	1285	2015	Çok ciddi	25.11.2018	18:46	Nasr Petrol Sahası, UAE	Nasr Petrol Sahası	
17	CREST PROVIDER	7996	2011	Çok ciddi	17.09.2013	08:00	Myanmar, Güneydoğu Asya	03° 06.00' N	100° 46.00' E
18	BALDER	75374	1978	Çok ciddi	17.10.2013	15:40	Meksika Körfezi, ABD	28° 41.20' N	089° 56' W
19	PLATINUM EXPLORER	67825	2010	Çok ciddi	25.02.2016	14:35	Labuan Demirleme Sahası, Malezya	Labuan Demirleme Sahası	
20	SCI RATNA	2039	2011	Çok ciddi	21.11.2017	19:30	Mumbai High Petrol Sahası	19° 26.29' N	071° 10.18' E
21	MÆRSK BATTLER	4363	1997	Çok ciddi	22.12.2016	23:35	Biskay Körfezi, Fransa	48° 04.21' N	006° 24.46' E
22	SKANDI SKANSEN	8222	2011	Çok ciddi	21.02.2015	16:00	Stavanger Limanı, Norveç	Stavanger Limanı	
23	FAST TITAN	449	2010	Çok ciddi	06.03.2011	01:10	Santos Körfezi, Rio de Janeiro	24° 03.01' S	042° 55.28' W
24	MALAVIYA TWENTY NINE	2152	2006	Çok ciddi	12.06.2014	10:15	Campos Havzası, Brezilya	21° 29.67' S	039° 47.70' W
25	JASCON 4	471	2004	Çok ciddi	26.05.2013	04:43	Chevron Terminali, Nijerya	Escravos Bölgesi 30 mil Açıkları	
26	E.R. ATHINA	4488	2009	Çok ciddi	10.06.2012	09:55	Aberdeen, İskoçya	Aberdeen Liman Girişinin 2 mil Kuzeyi	
27	SIRIUS 2	221	1989	Çok ciddi	23.06.2023	19:37	Warri Nehri, Tunde Smut İskeleyi	05° 31.00' N	005° 54.97' E
28	EDDA FRAM	3706	2007	Ciddi	16.09.2007	13:13	Manş Denizi, Büyük Britanya	52° 47.00' N	002° 38.00' E

Ek Tablo 1'in devamı

29	RED7 ALLIANCE	3700	1984	Ciddi	17.01.2015	09:42	Brunsbüttel, Almanya	53° 53.30' N	009° 08.49' E
30	FAR SWAN	2465	2006	Ciddi	06.10.2010	19:44	Dampier, Avustralya	Batı Avustralya, King Körfezi	
31	PETROBRAS XXXIII	13567 3	1978	Ciddi	14.07.2010	18:08	Campos Havzası, Brezilya	22° 22' S	040° 01' W
32	HIGHLAND GUIDE	1959	1999	Ciddi	13.03.2013	02:30	Johor Boğazı, Singapur	01° 12.98' N	103° 35.14' E
33	AMERICAN CONSTITUTION	951	1974	Ciddi	23.03.2007	11:00	Texas/ABD	Port Arthur R&R Tersanesi	
34	SEACOR LAREDO	1376	1982	Ciddi	12.05.2004	03:09	Macellan Boğazı, Güney Amerika	52° 25.80' S	069° 27.40' W
35	MCDERMOTT DERRICK BARGE NO.29	10400	1973	Çok ciddi	15.08.1991	00:00	Hong Kong, Shibeishan Jiao	Güney Çin Denizi	
36	MAERSK MASTER	3949	1986	Ciddi	04.02.2008	04:30	Rio de Janeiro, Brezilya	22° 29.00' S	040° 06.00' W
37	ANTARES	2638	2014	Ciddi	14.08.2017	00:51	Tuxpan, Meksika	21° 01.79' N	097° 11.40' W
38	KANO	331	1986	Az ciddi	13.02.1998	00:00	Filipin, Mindoro Adası Yakınları	13° 30.00' N	121° 00.00' E
39	MAERSK DETECTOR	5470	2006	Az ciddi	24.11.2011	15:30	White Rose Petrol Sahası, Kuzey Atlantik	46° 47.20' N	048° 02.60' W
40	VOS STONE	4965	2017	Az ciddi	10.04.2018	11:06	Alsergrund, Avusturya	54° 48.57' N	014° 10.7' E
41	CS TOPPER	1621	1983	Az ciddi	17.10.2008	15:00	Ravva Petrol Sahası, Doğu Hindistan	16° 16.30' N	082° 11.20' E
42	CB20	227	2009	Çok ciddi	07.10.2020	01:00	Port de Bouc Liman Sahası	43° 23.89' N	004° 58.99' E
43	TAMIMI 6	293	2021	Az ciddi	02.12.2021	18:20	Tanajib Limanı, Suudi Arabistan	28° 01.00' N	044° 10.00' E

Ek Tablo 2. OSV Kazaları Etken Faktörler Bilgi Tablosu

No	Gemi Adı	Kök Nedenler	
1	SKAWLINK III	1	Gemilerin k/ü ekipleri arasında personel transferi için iletişimin olmaması, iletişim eksikliği
		2	Prosedürlerin personel tarafından uygulanmaması
		3	Şirketin acil durum prosedürlerine personelin aşına olmaması
		4	Acil durumlara hazırlık için role talimlerinin düzenli yapılmamış olması.
		5	Role talimlerinin şirket tarafından takip edilmemesi
		6	Gemiye ziyarete gelen şirket personelinin acil durumlarda nasıl hareket edileceğine dair pratik eğitim almamış olması.
	NORD GARDENIA	7	Şirketin acil durum prosedürleri diğer emniyet önlemleriyle çelişmiştir.
		8	Personel transferi için acil durum prosedürünün oluşturulmamış olması.
2	COASTLINK 8	9	Şirket talimatlarının yetersizliği
		10	Gemi personelinin gerekli ekipmanları kullanmaması
		11	İki gemi arasında paralel rota planlamasında iletişim eksikliği
		12	Köprüüstü kaynaklarının etkin şekilde kullanılamaması
		13	Gemi kaptanının rotadan sapma nedenini yanlış tespit etmesi ve hatalı manevra yapması.
		14	Personelin ikmal operasyonu sırasında denize düşme riski olduğu, can yelegi veya diğer güvenlik ekipmanlarını giymemesi
		15	Şirketin, personelin güvenliğini sağlamak için emniyet ekipmanlarını zorunlu kılan prosedürünün yeterli olmaması
3	HAI YANG SHI YOU 699	16	Şiddetli fırtına yaklaşmadan önce geminin hazırlık çalışmalarının yetersiz olması
		17	Hava tahmin verilerinin güncellenmesi ve değerlendirilmesinin eksik yapılması, tayfunun etkilerinin hafife alınması
		18	Gemi personelinin sefer öncesi hazırlıklarda yetersiz kalması.
		19	Mevcut hava koşullarının görsel gözcülüğü güçleştirmesi
		20	KÜ/gemi yönetiminin yetersiz yaklaşımı, durumu hafife alması
		21	Gemi personelinin fırtına öncesi güverte ekipmanını neta etmemiş olması
		22	Gemi personelinin kriz yönetimi konusunda etkisiz olması
		23	Gemi stabilitesinin düzeltilmesine yönelik etkin müdahalenin yapılmaması
		24	Çekme/kurtarma operasyonu prosedürlerine uyulmaması.

Ek Tablo 2'nin devamı

4	MAERSK CHAMPION	25	Gemi revirinde bulunan kimyasal malzemelerin hatalı istifi.
		26	İlgili vardiya zabiti düzenli kontrollerini sağlamamış ve ısı artışını gözlemlememiş olması
		27	Acil durumlarda yangın söndürme ekipmanlarının erişilebilirliğin zayıf olması
		28	Yangınla mücadelede kullanılan ekipmanların yanlış tercihi ve yetersiz kalması
		29	Mürettebatın farklı ana diller konuşması sebebiyle iletişimde aksaklıkların yaşanması
		30	Atık kimyasal ve malzemelerin depolanmasına yönelik prosedürün bulunmaması
5	GSP PERSEU	31	Havalandırma kanalının yangın prosedürlerine uygun malzemeden yapılmamış olması
		32	Havalandırma kanalının makine dairesi girişindeki keskin dönüşlerden ötürü egzoz havası akışında engel oluşturması
		33	Havalandırma kanalının toplam uzunluğunun egzoz gazının atılmasında verimliliği düşürmesi
		34	Yetersiz risk değerlendirmesi
		35	Egzoz fanının ilgili zabıt ve personel tarafından hatalı montajından ötürü egzoz havasının etkin bir şekilde dışarı atılamaması
		36	Yangın algılama sisteminin devre dışı bırakılmış olması.
		37	Sıcak çalışma izni kapsamı dışındaki alanda çalışma yapılması
6	PETRA FRONTIER	38	Geminin kritik emniyet ekipmanları açısından denize açılmaya elverişli olmaması
		39	Mürettebatın acil durum ekipmanlarını kullanmada yetersiz olması
		40	Gemi acil durum yönetiminin yetersiz kalması
		41	Yangın alarm sisteminin geç devreye girmesi
		42	Yangına sebep olan yağ sızıntılarının önceden kontrol edilmemiş olması
		43	Gemi emniyetli yönetim sistemindeki uygunsuzluklar
		44	Geminin yangın ve gemi terk talimlerinin planlamaya göre yapılmamış olması
		45	Gemi personelinin ekipman bakım tutumundaki eksiklikler
7	SEVEN POLARIS	46	Risk değerlendirme prosedürünün yetersiz olması
		47	Yük transferi operasyonunun koordinasyonsuz yönetimi
		48	Vinç operatörü ve kaldırma ekibinin iletişim eksikliği
		49	Liman sahasının temizlenmesinde işin hızlı bitirilmesi için Liman İşletmesi tarafından baskı yapılması
		50	Gemi personelinin yük transferi öncesinde emniyetli değerlendirme yapmamış olması
		51	Ani gelişen şiddetli rüzgârın risk değerlendirmesinde dikkate alınmaması
		52	Güvertede gereksiz malzemelerin istifi nedeniyle mürettebatın çalışma alanının kısıtlanması

Ek Tablo 2'nin devamı

8	FAIRPLAY-33	53	Römorkörde mavnaya geçiş için yeterli donanım veya transfer aracının olmaması.
		54	Personel geçişinin herhangi bir donanım olmadan yapılıyor olmasının rutin bir eylem olarak görülmesi
		55	Römorkörden mavnaya geçiş yapacak personelin gerekli kişisel emniyetli donanıma sahip olmaması
		56	Operasyona hazırlık toplantısının (toolbox meeting) risk değerlendirmesi ve buna bağlı risk azaltıcı emniyet tedbirlerini içermemesi
		57	Şirketin gemi-gemi veya gemi-kıyı personel geçişleri için herhangi bir prosedürünün olmaması
		58	Şirketin, gemiyi emniyetli aktarma aracı ile donatmamış olması
		59	Hava durumu takibinin yetersiz yapılması nedeniyle mavna bağlantısının kesilmesinin gecikmesi
		60	Güverte amiri 1. zabit ile görevli personel arasındaki iletişim eksikliği
9	CREST RADIANT 1	61	Kaptanın gece emirlerinde kötü hava koşullarına istinaden herhangi bir açıklama veya not bırakmaması
		62	Kaptanın geminin kötü hava koşulları öncesinde geminin emniyetini sağlamak adına gerekli hazırlıkları yapmaması
		63	Birinci zabitin ağır havada güvertede personel görevlendirmesi
		64	Birinci zabitin ağır havada kaptana haber vermeden güvertede iş yaptırması
		65	Kötü hava koşullarında güvertede kişisel koruyucu ekipman kullanılmaması
		66	Birinci zabitin şirket emniyetli yönetim sistemine aykırı davranması
		67	Vardiya zabitinin ağır havada kaptana haber vermeden makineyi stop etmesi ve geminin ağır yalpalara düşmesi
		68	Birinci zabitin yorgun olması
10	STRILMOY	69	Gemi-gemi bağlantı prosedürlerinin yetersiz olması
		70	Gemi-gemi iletişim ve koordinasyonun yetersiz olması, emniyet tedbirlerinin koordineli bir şekilde uygulanmaması
		71	Yanaşan geminin (Harvester) operasyon esnasında makinesindeki bakım tutum eksikliği nedeniyle güç kaybı yaşaması
		72	Her iki gemi mürettebatının acil durumlara yönelik eğitim almamış olması
		73	Kısıtlı görüşe rağmen köprüüstünde gözcü görevlendirilmemesi
		74	Kaptanın gece emirlerinde kısıtlı görüş ile ilgili uyarıların bulunmaması
		75	Kısıtlı görüş için gerekli ses işaretlerinin kullanılmaması
		76	Operasyon öncesi risk değerlendirme yetersizliği
		77	Harvester gemisinin k/ü seyir ekipmanlarını yetersiz kullanması

Ek Tablo 2'nin devamı

11	GUARDIAN 3	78	Geminin teknik bakım ve arıza öncesi önlemlerinin yetersiz olmasıyla ana makine arızası yaşayıp kontrolünü kaybetmesi
		79	K/ü seyir ekipmanlarının etkin bir şekilde kullanılmaması
		80	Mürettebat arasında yaşanan iletişim eksikliği
		81	Gemi mürettebatının acil durum protokollerine uymamış olması
12	BOURBON DOLPHIN	82	Gemi ırgatının planlanan operasyonlar için yetersiz/yanlış olması
		83	Risk değerlendirmesinin yetersiz yapılmış ve acil durumlar için gerekli alternatif planlarının hazırlanmamış olması
		84	Şirket prosedürlerinde hava koşullarına dair emniyet sınırları tanımlanmamıştır
		85	Kaptanın yönetim eksiklikleri
		86	Gemi platform arasında iletişim ve koordinasyon eksikliğinin yaşanması
		87	Gemide yedekleme prosedürünün bulunmaması
		88	Yeni mürettebatın gemiye aşinalığında yetersizlik
13	ASTRO TAMOIO	89	Kaptanın emniyet protokollerini uygulamadaki eksiklikleri
		90	Gemi mürettebatının vinç halat-soket bağlantısını dikkatsizce yapması
		91	Operasyon ve bakım prosedürlerine dair yetersizlikler bulunması,
		92	Personelin eğitim ve operasyonel eksiklikleri
		93	Çelik halata ve değişime dair sertifika ve kayıtların bulunmaması
14	SKANDI PACIFIC	94	Ekipmanın periyodik bakım tutumunun yapılmaması
		95	Geminin emniyetli yönetim sistemi prosedürlerinin olumsuz hava koşullarında çalışma veya kargo güvenliğini sağlama konusunda açıkça tanımlanmış hava sınırları içermemekteydi
		96	Yetersiz/emniyetsiz kargo güvenlik düzenlemesi
		97	Yapılan operasyon hakkında kaptanın bilgilendirilmemiş olması, iletişim ve koordinasyon eksikliği
		98	Mürettebatın iş planlarını zabit kontrolü olmadan gerçekleştirmiş olması
		99	Operasyonlar durdurulduktan sonra kargoyu emniyete alma görevi ve bunu güvenli bir şekilde tamamlama seçenekleri yeterince değerlendirilmemiştir.
		100	Kaptan talimatlarına aykırı bir şekilde güverte deniz suyu alırken bu bölgede çalışmanın yapılması
		101	Kazadan önce yapılan risk değerlendirmesi ve ön hazırlık toplantısında kötü hava koşulları gibi önemli tehlikelerin göz ardı edilmesi

Ek Tablo 2'nin devamı

14	SKANDI PACIFIC	102	Kötü hava koşullarında şirketin emniyetli yönetim sisteminde belirtilen "iş durdurma" politikasının gemice uygulanmaması
		103	Hava koşullarının gemice iyi değerlendirilmemesi
		104	Kaptanın yetersiz görüş açısı ve denetim eksiklikleri, kaptanın DP konsolundan yük işlemini izleme açısının sınırlı olması
		105	Geminin kargo emniyetine ilişkin SMS prosedürleri yetersiz kalması. Olumsuz hava koşullarında kargonun emniyete alınması yöntemlerine ilişkin herhangi bir kılavuzun bulunmaması
15	DAENERYS TARGARYEN	106	Mürettebatın işe alım sürecinde kapsamlı sağlık taramalarının yapılmamış olması
		107	Gemideki sağlık ve emniyet protokollerinin yetersizliği
		108	Gemi içi iletişim zayıflığı
16	LANPAN 35	109	Ağır hava koşullarına girmeden önce gemi yönetimince uygun önlemlerin zamanında alınmaması
		110	Emniyetli yönetim sisteminde (SMS) ağır hava koşullarına yönelik net bir kontrol listesinin bulunmaması
		111	Ağır hava koşullarında gemi personelinin donanım olmadan güvertede çalışması
		112	SMS'e göre ağır havalarda güvertede can halatlarının kullanılmasını gerektirirken, gemide bu halatların/ donanımın bulunmaması
		113	Şirketin, gemideki ISM uygulamalarının takibini yeterli düzeyde yapmamış olması
		114	Güvertede çalışma ile ilgili yapılan risk değerlendirmesinin yetersizliği
		115	Operasyonel risklerin yeterince belirlenip kontrol altına alınmaması
		116	Mürettebatın eğitim eksikliği
		117	Mürettebatın risk değerlendirmesi konusundaki bilgi seviyesinin yetersizliği
		118	Gemi kaptanının, kötü hava koşullarının bilincinde olmasına rağmen mürettebatın güvertede ek kontroller yapmasına izin vermesi
17	CREST PROVIDER	119	Ağır havada mürettebatın açık güverteye izinsiz çıkması
		120	Güverte emniyet ekipmanlarının (can halatları, korkuluklar) yetersizliği
		121	Şirketin SMS prosedürlerinde güvertede çalışma ile ilgili emniyet talimat/yönergelerin bulunmaması
18	BALDER	122	Gemi operasyonları kapsamında yüksekte ve kapalı alanda çalışma prosedürlerinin eksik olması
		123	Gemi yönetimi tarafından kapalı alanlarda çalışmaya ilişkin gözetim ve denetim süreçlerinin yeterli olmaması
		124	Birinci zabitin çalışma alanındaki riskleri yeterince değerlendirmemiş olması
		125	Birinci zabitin mevcut emniyet tedbirlerinin yeterliliğini sorgulamaması
		126	Çalışma sırasında düşme önleyici emniyet kemeri ve emniyet halatlarının kullanılmaması

Ek Tablo 2'nin devamı

19	PLATINUM EXPLORER	127	Operasyon öncesi risk değerlendirmenin yapılmamış olması
		128	Geminin bakım tutum planında yer almayan bir işlemin personel inisiyatifi kullanılarak yapılması
		129	Güvertede yetersiz gözetim ve denetim
		130	Operasyon prosedürlerindeki eksiklikler ve belirsizlikler
		131	Emniyet tedbirleri alınmadan donanım üzerinde bakım tutum işlemi yapılması
		132	Bakım tutum işlemi öncesi zabıt ve kaptana rapor verilmemesi
20	SCI RATNA	133	Operasyonel prosedürlerin yetersizliği
		134	Mekanik sistem arızası
		135	Önleyici risk değerlendirmesinin gerçekleştirilmemesi
		136	Yetersiz planlama ve acil durum prosedürlerinin eksik uygulanması
		137	Makine dairesi ekibi ile köprüüstü arasındaki iletişimin gecikmeli gerçekleşmesi
21	MAERSK BATTLER	138	Yedekleme operasyonunun hatalı planlanması
		139	Yedeklenen gemiler arasında kullanılan donanım ve usturmaçaların yetersiz kalması
		140	Yedekleme halat ve bağlama donanımlarının uygun şekilde konumlandırılmaması
		141	Risk değerlendirmesinin yetersiz yapılması
		142	Operasyonel ekibin yan yana yedekleme yönteminin olası sonuçları konusunda yeterli farkındalığa sahip olmaması
		143	Hava koşullarının değerlendirilmesinin yetersiz yapılması
		144	Gemi kaptanı tarafından hava koşullarının ağırlaşmasına rağmen alternatif emniyetli bir liman veya bekleme alanı planlaması yapılmadan operasyonu sürdürme ısrarı
		145	Organizasyonel yönetim eksiklikleri ve bilgi transferi hataları
		146	Operasyon için yeni görevlendirilen ekibin, önceki planlama detaylarını tam olarak anlayamaması ve operasyonel zorlukları yeterince değerlendirememesi
		147	Operasyon planlamasında sürekliliğin sağlanamaması
		148	Acil durum yönetimi hataları ve müdahalelerin eksik kalması

Ek Tablo 2'nin devamı

22	SKANDI SKANSEN	149	Ağır zincir kaldırma tekerleğinin (gypsy) değiştirilmesi için belirlenmiş bir prosedür bulunmaması
		150	Gemi personelinin ağır yüklerin taşınması ve yerleştirilmesi konusundaki bilgi ve tecrübe eksiklikleri
		151	Emniyet prosedürleri ve işletim standartlarının yetersiz olması
		152	Risk değerlendirmesinin eksik ve yetersiz yapılması
		153	Operasyon esnasındaki denetim ve gözetim eksiklikleri
		154	Yetersiz personel eğitimi
		155	Personelin farkındalık eksikliği
		156	Yanlış ekipman kullanımı ve emniyetli olmayan çalışma yöntemi
23	FAST TITAN	157	COLREG Md. 5 (gözcülük) kuralına uyulmaması
		158	K/Ü seyir ekipmanlarının yetersiz kullanımı
		159	Personelin, gece seyri sırasında trafik izleme ve çevresel farkındalık konusundaki eksiklikleri
		160	COLREG Md. 15 (aykırı geçiş) kuralına uyulmaması
		161	Balıkçı gemilerinin olduğu bölgede emniyetsiz hızda seyir yapılması
24	MALAVIYA TWENTY NINE	162	Mürettebatın eğitim eksikliği
		163	Gemi ana güvertesinde tasarım eksiklikleri
		164	Personelin güvertede yalnız çalışmasının önlenmesine yönelik aktif bir denetim mekanizmasının bulunmaması
		165	Gemi içi iletişimin zayıf olması
25	JASCON 4	166	Hava durumu tahminlerinin dikkate alınmaması, şiddetli rüzgâr ve dalga koşullarının göz ardı edilmesi
		167	Ağırlaşan hava koşullarında operasyonun devam ettirilmesi ile gemi stabilitesinin daha fazla bozulması, manevra kabiliyetinin düşmesi
		168	Hatalı yedekleme operasyonu, yedekleme açısının uygun şekilde ayarlanamaması
		169	Acil durum müdahale eksiklikleri
		170	Personelin emniyet prosedürlerine hâkim olmaması
		171	Operasyon süresince gemiler arası iletişimin yetersiz olması
		172	Gemiler arası koordinasyonunun sağlanamaması
		173	Personelin eğitim eksikliği
		174	Yetersiz risk değerlendirmesi ve emniyetli yönetimin zayıflığı
		175	Geminin mevcut yük durumu dikkate alındığında yalpayı azaltacak önlemlerin uygulanmaması

Ek Tablo 2'nin devamı

26	E. R. ATHINA	176	Risk değerlendirmenin yapılmamış olması
		177	Uygunsuz ekipman kullanılması
		178	Çevresel şartların ve akıntının etkisinin göz ardı edilmesi
		179	İletişim eksiklikleri
		180	Hava şartlarının şiddetlenmesine rağmen personelin çalışmaya devam etmek istemesi
		181	Gemi personelinin emniyet kültürünün zayıf olması
		182	Gemi kaptanı ve zabıtların yapılan iş konusunda yeterli önem göstermemeleri
		183	Personelin farkındalıklarının zayıf olması
27	SIRIUS 2	184	Yetersiz risk değerlendirmesi ve emniyet protokollerinin eksikliği
		185	Gemi kaptanı ve köprüüstü personelinin manevra sırasında uygun prosedürleri takip etmemesi
		186	Seyir sistemlerinin etkili kullanılmaması ve dümen kontrol hataları
		187	Personelin kriz yönetimi, acil durum müdahaleleri ve gemi manevraları konularında yeterli eğitim almamış olması
		188	Çalışma saatlerine uymama ve yorgunluk
		189	Teknik ve Bakım Yetersizlikleri (Eskiye ve arızalı seyir ve kontrol sistemlerinin güncellenmemesi)
		190	Çevresel koşulların yeterince dikkate alınmaması (Warri Nehri'nin akıntı durumu, su seviyesi ve yerel hava koşullarının yeterince değerlendirilmemesi)
28	EDDA FRAM	191	İlgili personelin elektrik sistemlerinin çalışma sıcaklıklarını düzenli takip etmemesi
		192	Elektrik panosundaki sıcaklık değişimlerinin izlenmesini sağlayacak bir izleme sisteminin bulunmaması
		193	Yangın, duman ve gaz birikmesini tespit edebilecek uygun sensör sistemlerinin bulunmaması
		194	Geminin, olası risklere karşı ek önlemleri önceden planlamamış olması
		195	Kondansatör yalıtım malzemesinin yangına dayanıksız olması
29	RED7 ALLIANCE	196	Gemi Kaptanı ve zabıtların azipod pervane sistemine aşına olmamaları
		197	Emniyet ve kontrol sistemlerinin yetersizliği (Tahrik sisteminin yanlış kullanımına dair gemi personeli uyaracak bir mekanizma bulunmaması)
		198	Köprüüstü takım yönetimi ve iletişim eksiklikleri
		199	Pilotun kısa bir süreliğine de olsa köprüüstünden ayrılması ve komutayı 2.zabite bırakması
		200	Manevra sürecinde hızın azalması gerekirken, yanlış mod seçimi nedeniyle artmaya başlaması

Ek Tablo 2'nin devamı

30	FAR SWAN	201	Vardiya zabitanın K/Ü seyir ekipmanlarını yeterli şekilde kullanmaması
		202	Vardiya zabitanın etkin bir gözcülük yapamaması, çatışılan tekneyi geç fark etmesi
		203	Vardiya zabitanın çatışmadan kaçınmak için etkin bir kaçış manevrası yapmaması
		204	Çatışılan geminin COLREG Kural 24(a) (Yedekleme ve itme) kapsamında öngörülen seyir fenerlerini yakmaması
		205	Yedekleme operasyonu yapan geminin ilgili liman (Dampier) otoritesine durumu bildirmeden yedekleme operasyonu yapması
		206	Yedekleme operasyonu yapan geminin kılavuz kaptan almadan liman sahasında yedekleme yapması
		207	Yedekleme yapan geminin k/ü ekipman yetersizliği (radar ve AIS cihazlarının olmaması)
		208	Dampier liman otoritesi tarafından hazırlanan pilotaj yönergelerinin net ve açık olmaması
31	PETROBRAS XXXIII	209	Yetersiz bakım ve emniyet planlaması, kompresör üzerindeki bakım çalışmalarının ekipman çalışırken gerçekleştirilmesi
		210	Hava kontrol sistemi çeşitli arızalar göstermiş ancak gerekli önleyici bakım işlemlerinin yapılmamış olması
		211	Bakım personelinin durumsal farkındalık eksikliği
		212	Operasyon sırasında emniyet tedbirlerinin yeterince alınmaması
		213	Emniyetli yönetim sistemine uygun olmayan bakım ve tutumun yapılması
		214	Şirketin düzenli denetimler ve uygunsuzluk raporlarını takip etmemesi, mevcut sistem hatalarını zamanında gidermemesi
		215	Geminin bakım tutum süreçlerinin emniyetli ve doğru şekilde yürütülüp yürütülmediğini denetlememesi
		216	Operasyonel kontrol odası ve bakım ekibi arasında etkili bir iletişim mekanizması bulunmaması
		217	Kritik bir operasyon sırasında, ilgili tüm personelin bilgilendirilmemesi ve bakım sürecinde daha geniş bir koordinasyon sağlanmaması
		218	Olası bir yangın veya patlama riski için yeterli emniyet tedbirlerinin alınmamış olması
		219	Personelin emniyetli bakım prosedürü eğitimlerini yeterli almamış olması

Ek Tablo 2'nin devamı

32	HIGHLAND GUIDE	220	Demirleme bölgesinin aşırı yoğun olması ve gemilerin uygun bir şekilde konumlandırılmaması
		221	Çatışılan gemiler; MT NCC Najd ve MT Maran Plato'nun demirli gemilere yakın şekilde manevra yapması
		222	Highland Guide'ın seperasyon hattına oldukça yakın bir bölgede demirlemiş olması
		223	Alternatif demirleme alanları araştırılmaması ve geminin olası riskleri değerlendirmeden mevcut pozisyonda kalmaya devam etmesi
		224	Kaptan tarafından risk değerlendirmesinin yapılmaması; haritalar, su derinlikleri, gelgit akıntıları, potansiyel gemi hareket yönleri, hava değişiklikleri hakkında yeterli bilgi edinilmemesi
34	HIGHLAND GUIDE	225	Çevresel şartlar ve akıntı etkisinin göz ardı edilmesi
		226	Geminin uygun gözcülük yapmaması
		227	Geminin K/Ü seyir ekipmanlarını etkin kullanmaması (AIS, VHF) – etkisiz gemi-gemi, gemi-vts iletişimi
		228	Gemi kaptanı ve zabitan ekibinin çevredeki gemilerin hareketlerini önceden tahmin edebilecek yeterli farkındalığa sahip olmaması
		229	Çatışılan geminin telsiz çağrılarına cevap vermemesi, VHF raporlama gerekliliklerinden haberdar olmaması.
		230	Risk değerlendirmesi yapılmadan uzun süre demirde kalınması
33	AMERICAN CONSTITUTION	231	Gemi kaptanının bölgede uzun süre demirde kalmanın getirdiği tehlikeler hakkında VTS ile yeterli koordinasyonu sağlamaması
		232	Tersane kaynakçılarının gemi yönetiminden izin almadan dalgıç kamaralarının acil çıkış kapağını (escape scuttle) kesmeye başlaması
		233	Yetkisiz ve emniyetsiz yapılan kaynak çalışmaları
		234	Kaynak yapılan bölgedeki yalıtım malzemelerinin yanıcı malzemeden yapılmış olması
		235	Gemi yönetiminin kaynak işlemlerini denetlemek için yetkin bir kişiyi görevlendirmemesi
		236	Acil kaçış kapaklarının kesilmesiyle ilgili bir planın oluşturulmamış olması
		237	Tersane personeli ile gemi yönetimi arasında yeterli iletişim ve koordinasyonun sağlanmaması
		238	Gemi yönetiminin, çalışanların gemi içindeki emniyetini sağlamak adına önceden risk analizi yapmaması
		239	Acil durumlara hazırlık ve ilgili eğitimler konusunda gemi personelinin aşinalık eksikliklerinin olması

Ek Tablo 2'nin devamı

34	SEACOR LAREDO	240	Çatışma öncesinde gemiler arasında yeterli ve zamanında haberleşmenin sağlanamaması
		241	Çatışma öncesinde yükselen hava durumu etkisinin yeterince değerlendirilmemesi
		242	Macellan Boğazı'ndaki gemi trafik yönetimi sistemlerinin (VTS) kazayı önleyici rollerinin/yönlendirmelerinin yetersiz kalması
		243	Çatışılan tanker gemisinin dar su yolu için yüksek hızda seyretmesi
		244	Trafik yönetimi tarafından gemilerin hız ve mesafelerinin yeterince izlenmemesi
		245	Çatışılan geminin kılavuz kaptanı ile köprüüstü personeli arasında yeterli bilgi paylaşımı yapılmaması
		246	Gemi kaptanlarının yerel akıntılar ve rüzgâr yönünün gemi manevraları üzerindeki etkilerini dikkate almaması
35	MCDERMOTT DERRICK BARGE NO.29	247	Yetersiz hava durumu değerlendirmesi
		248	Geminin risk yönetiminde yetersiz kalması
		249	Emniyetli olmayan yedekleme operasyonunun yapılmaya ısrar edilmesi
		250	Yedekleme bağlantı halat/sistemlerinin emniyetli olmaması/kopması
		251	Geminin açık deniz tayfunlarına karşı yeterli stabiliteye sahip olmaması
		252	Şirketin acil durumlara karşı etkin planının bulunmaması
		253	Römorkörler ile barc arasındaki iletişimin kesilmesi
36	MAERSK MASTER	254	Geminin tahliye sürecini iyi yönetememesi
		255	Düzenli bakım ve denetimlerdeki eksiklik
		256	Yangın algılama ve otomatik söndürme sistemlerindeki eksiklikler
		257	Yangın dedektörleri ve söndürme sisteminin testlerinde bu hataların daha önce fark edilmemesi
		258	Pilot valfin hatalı montajı nedeniyle CO ₂ söndürme sisteminin devreye alınamaması
		259	Makine dairesinin ön kısmındaki boş alanda yanıcı malzemelerin bulunması
		260	Yangın dedektörlerinin yanlış konumlandırılması nedeniyle, köprüüstü ekibi yangının gerçek büyüklüğünü geç fark etmesi
		261	Yangın alarmı çaldığında, makine dairesindeki personel yangını anons etmek yerine kendi başına söndürme girişiminde bulunması
		262	Köprüüstü ve makine ekibi arasındaki iletişim kopukluğu

Ek Tablo 2'nin devamı

37	ANTARES	263	Seyir planlamasının yetersiz kalması, tehlikeli bölgeler, sığıklar, resifler ve girilmeyecek alanların belirtilmemesi
		264	Güncellenmemiş seyir ekipmanlarının kullanımı
		265	Kaptanın gerekli haritalar olmadan sefer gerçekleştirme riskini alması
		266	Şirket, sefer için uygun basılı deniz haritalarını gemiye tedarik etmemiş ya da güncel ECDIS haritaları için gerekli desteği sağlamaması
		267	Gemi rotasının planlanan dışında değiştirilmesi ve bu değişikliğin kaptana bildirilmemesi
		268	K/Ü ekibi seyir yardımcılarını yeterince kullanmamış olması
		269	Gece seyrinde uygun gözcülüğün yapılmaması
		270	Yetersiz köprüüstü yönetimi ve gözetim eksikliği
		271	Çevresel koşulların yetersiz değerlendirilmesi
38	KANO & LEONA I	272	Her iki geminin kaptanları arasında etkili bir iletişim ve koordinasyon sağlanamaması
		273	Seyir planlarının güncel deniz trafiği ve hava koşulları dikkate alınarak revize edilmemesi
		274	Uluslararası denizde çatışmayı önleme tüzüğü kurallarına tam uyulmaması
		275	K/Ü personeli tarafından yeterli gözcülük yapılmaması
		276	Personelin seyir emniyeti ve acil durum prosedürleri konusunda yeterli eğitime sahip olmaması
		277	Her iki gemide de seyir yardımcılarının (radar, AIS vb.) düzgün çalışmaması ve bakım eksiklikleri mevcut olması
		278	Akıntı, rüzgâr ve görüş mesafesi gibi kritik çevresel faktörler dikkate alınmadan seyir yapılması
39	MAERSK DETECTOR	279	DP sistemindeki uyarılar ve alarmların göz ardı edilmesi
		280	Hava ve deniz koşullarının yetersiz değerlendirilmesi
		281	Operasyonların durdurulmaması
		282	Yanlış pozisyonlandırma ve rota değişiklikleri
		283	Rota ve pozisyon değişikliği sırasında risk değerlendirmesi yapılmaması
		284	Yetersiz köprüüstü yönetimi ve takım çalışması eksikliği
		285	Yetersiz hava durumu takibi

Ek Tablo 2'nin devamı

40	VOS STONE	286	Dinamik konumlandırma (DP) sisteminin hatalı kullanımı ve operasyonel eksiklikler
		287	Emniyetli mesafeye çıkmadan kaptanın acil durum kontrol sistemini (Independent Joystick System - IJS, cJoy) test etmeye karar vermesi
		288	Yetersiz hava ve çevresel koşul değerlendirmesi
		289	Kötü hava koşulları ve akıntının hesaplanmadan DP sisteminin devre dışı bırakılması
		290	Köprüüstü yönetiminde iletişim eksiklikleri ve koordinasyon hataları
41	CS TOPPER	291	Olumsuz hava koşullarının (rüzgâr ve akıntılar) yeterince hesaba katılmaması
		292	Mürettebatın sert hava koşullarında gemi manevrası konusunda yeterli eğitime sahip olmaması
		293	Şirketin ticari baskısının emniyetten öncelikli görülmesi
		294	Kaptanın aşırı ticari baskı altında kararlarını tam olarak uygulayamaması
		295	Yanlış seyir ve manevra kararları (Kaptanın platforma yanaşmak için uygunsuz hava koşullarına rağmen operasyonu sürdürme kararı alması)
		296	Köprüüstü yönetimi ve iletişim eksiklikleri
42	CB20	297	Kaptanın gemiyi tanıma süresinin yetersiz olması
		298	Her iki gemi personelinin navigasyonel bilinç eksikliği ve dikkat dağınıklığı
		299	İletişim ve koordinasyon eksiklikleri
		300	Liman sahasında yüksek hız sebebiyle manevra kontrolü eksikliği
43	TAMIMI 6	301	Liman otoritesinin gemi hareketlerini takip etmemesi
		302	Aşırı yorgunluk ve mürettebatın uzun süre çalışması
		303	Geminin hava koşullarının etkisini hafife alması ve kötü hava koşullarına rağmen operasyonu sürdürmesi
		304	Deneyimsiz mürettebatın gemi yönetiminde yer alması
		305	Geminin hız ve rota değişikliklerini uygun zamanda gerçekleştirmemesi

Ek Tablo 3. OSV Kazalarının HFACS Kategorilerine Göre Kaza Etken Faktörleri Listesi

Ana Kategori	Alt Kategori		Kaza Etken Faktörlerinin (Kök Nedenler) Numaraları	Toplam
Dış Faktörler	Yasalar veya mevzuat	COLREG- ISM Kod- Uluslararası standartlar		-
	İdarenin veya liman otoritelerinin hataları	Bayrak devleti uygulamaları	49-208-220-242-244-301	6
	Dizayn kusurları		27-31-32-33-82-163-192-193-195-197-234-251-256-260	14
	Diğer	Yazılı olmayan kurallar	250	1
Kurumsal Etkiler	Kaynak yönetimi	İnsan kaynakları – Donanım - Tesis	5-29-38-53-58-78-97-106-112-120-189-207-266-292	14
	Kurumsal ortam	Kurum yapısı- Politikalar- Kültür	8-9-54-71-126-181-252-293-294	9
	Kurumsal süreç	Operasyon- Prosedürler- Gözetim	7-15-30-43-46-57-69-84-87-93-95-105-107-110-121-122-130-132-149-151-213-232	22
Emniyetsiz Yönetim	Yetersiz yönetim	Eğitim- Rehberlik- Teşvik- Gözetim- Risk veya tehlikenin kontrolü	4-6-40-41-72-85-89-98-113-118-123-129-143-145-147-153-154-164-172-174-187-217-224-235-238-248-255-257-276-284-296-304	32
	Uygunsuz iş planlaması	Personel planlaması- Operasyon planlaması	25-44-56-64-139-185-194-209-215-221-236-249-283	13
	Bilinen problemi düzeltmeme		91-94-182-214-277	5
	Yönetimin ihlalleri			
Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler	Çevresel faktörler	Fiziksel çevre	16-19-104	3
		Teknolojik çevre	14	1
	Bireyin durumu	Olumsuz ruhsal durum	155-298	2
		Olumsuz fiziksel durum	68-188-302	3
		Fiziksel veya zihinsel sınırlamalar	3-18-34-39-50-65-76-125-169-178	10

Ek Tablo 3'ün devamı

Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler	Personel faktörleri	Gemi içi, Gemiler arası ve VTS İletişimi		1-11-48-60-70-80-86-108-137-165-171-179- 216-237-240-245-253-262-272-290-299	21
		Köprüüstü kaynak yönetimi		12-47-77-79-158-198-270	7
		Göreve hazır olma		22-88-92-116-117-146-162-170-173-183- 196-219-239-297	14
Emniyetsiz Eylemler	Hatalar	Karar hataları	Kural - Prosedür	2-10-13-17-20-28-51-59-61-62-63-66-67-74- 75-81-83-99-101-103-109-114-115-125-127- 135-138-141-142-144-148-152-156-157-160- 161-167-175-176-177-184-200-203-210-218- 222-223-230-231-233-241-243-247-254-259- 265-267-273-279-280-281-287-289-295-303- 305	66
			Bilgi - Seçim		
			Problem çözme		
		Beceri hataları	Dikkat	21-23-26-35-42-45-52-90-96-133-136-140- 150-168-186-201-227-258-268-282-286-300	22
			Hafıza		
			Teknik		
	Algılama hataları		73-159-166-190-202-211-225-226-228-246- 269-271-275-278-288-291	16	
	İhlaller	Rutin (Kural/prosedür ihlali)		24-37-55-100-102-111-119-128-131-134-180- 191-199-204-205-206-212-229-261-263-264- 274-285	23
İstisnai		36	1		
			Toplam	305	

Ek Tablo 4. FAHP Uzman Değerlendirme Sonuçları

Ana Kriterler ve Öncelik Değerleri		Alt Kriterler ve Öncelik Değerleri	
Dış Faktörler (DF)	0,19	YM	0,078
		LOH	0,048
		DK	0,064
			<u>0,19</u>
Kurumsal Etkiler (KE)	0,15	KY	0,060
		KO	0,051
		KS	0,039
			<u>0,15</u>
Emniyetsiz Yönetim (EY)	0,19	YY	0,050
		UİP	0,050
		BPD	0,048
		Yİ	0,042
			<u>0,19</u>
Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan Alt Nedenler (EEHAN)	0,20	ÇF	0,064
		BD	0,066
		PF	0,070
			<u>0,20</u>
Emniyetsiz Eylemler (EE)	0,27	KH	0,092
		BH	0,043
		AH	0,073
		İ	0,062
			<u>0,27</u>
			<u>1,000</u>

ÖZGEÇMİŞ

İlköğrenimini Mimar Sinan İlköğretim Okulu, liseyi Tefkık Serdar Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2011 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri Fakóltesi Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Uluslararası gemilerde 6 yıl boyunca çalıştıktan sonra KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'ne 2017 yılında araştırma görevlisi olarak atanmış, 2019 yılında yüksek lisansını tamamlamış ve aktif olarak görevine devam etmektedir. Yazar iyi derecede İngilizce bilmektedir.

