

**T.C. KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
DENİZCİLİK İŞLETMELERİ YÖNETİMİ ANA BİLİM DALI
DENİZCİLİK İŞLETMELERİ YÖNETİMİ BİLİM DALI**

**DENİZ YOLU TANKER TAŞIMACILIĞINDA İKİ AŞAMALI
RİSK ANALİZİ UYGULAMASI**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Mücahit DEMİRCİ

KOCAELİ 2025

**T.C. KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
DENİZCİLİK İŞLETMELERİ YÖNETİMİ ANA BİLİM DALI
DENİZCİLİK İŞLETMELERİ YÖNETİMİ BİLİM DALI**

**DENİZ YOLU TANKER TAŞIMACILIĞINDA İKİ AŞAMALI
RİSK ANALİZİ UYGULAMASI**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Mücahit DEMİRCİ

Dr. Öğr. Üyesi Ozan Hikmet ARICAN

KOCAELİ 2025

**T.C. KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
DENİZCİLİK İŞLETMELERİ YÖNETİMİ ANABİLİM DALI
DENİZCİLİK İŞLETMELERİ YÖNETİMİ BİLİM DALI**

**DENİZ YOLU TANKER TAŞIMACILIĞINDA İKİ AŞAMALI
RİSK ANALİZİ UYGULAMASI**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Tezi Hazırlayan: Mücahit DEMİRCİ

Tezin Kabul Edildiği Enstitü Yönetim Kurulu Karar ve No: 30 /05 /2025 - 22

Jüri Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Ozan Hikmet ARICAN

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Gönül Kaya ÖZBAĞ

Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Volkan EFECAN

KOCAELİ 2025

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimi sürecinde geliştirmiş olduğum “Deniz Yolu Tanker Taşımacılığında İki Aşamalı Risk Analizi Uygulaması” adlı tezin denizcilik sektörü ve literatürüne yeni bir soluk getirmesini temenni eder bu kapsamda yapılacak yeni çalışmalara referans olmasını dilerim.

Bu süreç boyunca hem sektör deneyimlerini hem de akademik bilgi ve becerileri ile bana daima destek veren saygıdeğer danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Kaptan Ozan Hikmet Arıcan’a teşekkür eder saygılarımı sunarım.

Desteklerini her daim hissettiğim saygıdeğer ailemin tüm üyelerine teşekkür eder saygılarımı sunarım.

Mücahit DEMİRCİ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET.....	V
ABSTRACT	VI
KISALTMALAR LİSTESİ.....	VII
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	IX
TABLolar LİSTESİ.....	X
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1 DENİZ YOLU TAŞIMACILIĞI	11
1.2. GEMİ TÜRLERİ	13
1.2.1. Konteyner Gemileri.....	14
1.2.2. Ro – Ro Gemileri	15
1.2.3. Dökme Yük Gemileri.....	16
1.2.3.1. Kuru Dökme Yük Gemileri	18
1.2.3.2. Kombine Taşıyıcılar	19
1.2.3.3. Tanker Gemileri	19
1.3. RİSK KAVRAMI VE ANALİZ SÜRECİ.....	26
1.4. RİSK ANALİZ YÖNTEMLERİ.....	28

İKİNCİ BÖLÜM

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1. DENİZCİLİK SEKTÖRÜNDE YAPILMIŞ RİSK ANALİZİ ÇALIŞMALARI.....	37
2.2. FMEA VE FAHP YÖNTEMLERİ KULLANILARAK GERÇEKLEŞTİRİLMİŞ RİSK ANALİZİ ÇALIŞMALARI	43

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. YÖNTEM

3.1. HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ (FMEA)	46
3.1.1. FMEA Yönteminin Tarihçesi	47
3.1.2. FMEA Türleri	48
3.1.3. Risk Öncelik Sayısının (RÖS) Bulunması	51
3.1.4. Gerekli Düzeltici Önlemlerin Alınması	52
3.1.5. Düzeltici Önlemler Alındıktan Sonra Tekrar Değerlendirme.....	53

3.2. BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ MODELİ (FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS)	53
3.2.1 Bulanık Mantık Kavramı.....	53
3.2.2. Bulanık Mantığın Avantajları	54
3.2.3. Bulanık Mantığın Dezavantajları.....	55
3.2.4. Bulanık AHP	55
3.2.5. Chang'ın Genişletilmiş Analiz Yöntemi Bağlamında Bulanık AHP Yöntemi.....	56
3.3. ANKET ÇALIŞMASI İLE VERİLERİN ELDE EDİLMESİ	59
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	
4. BULGULAR	
4.1. RİSK FAKTÖRLERİNİN BELİRLENMESİ VE HİYERARŞİK YAPILANMASI.....	63
4.2. HATA TÜRÜ VE ETKİ ANALİZİ (FMEA) KAPSAMINDA RİSK FAKTÖRLERİNİN ANALİZİ	70
4.3. RİSK OLGULARININ BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ (FAHP) SÜRECİ İLE AĞIRLIKLANDIRILMASI	76
4.4. FMEA VE FAHP SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI.....	85
4.5. RİSK YÖNETİM KILAVUZU	88
SONUÇ.....	91
KAYNAKÇA	100
EKLER.....	110
ÖZGEÇMİŞ.....	121

ÖZET

Deniz yolu taşımacılığında tanker gemileri şirket filoları açısından stratejik bir üstünlüğe sahiptirler. Tanker gemileri ham madde, yarı işlenmiş ya da işlenmiş maddeleri genellikle üretim faaliyetlerinde kullanılmak üzeri arz ve talep noktaları arasında taşıyan özel gemi tiplerinden biridir. Bu Tez çalışmasının amacı deniz yolu tanker taşımacılığında gerçekleşme ihtimali olan risklerin belirlenmesi ve bu risk faktörlerine karşı önleyici tedbirlerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bununla birlikte tanker gemilerinde yürütülen risk ve hataların giderilmesine yönelik sürecin desteklenmesi amacıyla bir kılavuz metninin oluşturulması hedeflenen amaçlardan biridir. Çalışma kapsamında iki aşamalı risk değerlendirme metodolojisi geliştirilmiştir. Çalışmanın ilk evresinde Hata Türü Etkileri Analizi (Failure Modes and Effect Analysis/FMEA) metodu uygulanmıştır. Alanında uzman kişilerin görüşleri doğrultusunda belirlenen risk faktörleri FMEA tablosu kapsamında işlenmiştir. Bu aşamada risk faktörlerinin olası etkileri, bu risklerin risk öncelik sayıları (RÖS), risklerin olası etkileri, tespit edilen risk faktörlerine karşı alınması gereken önlemler ve son olarak ikinci RÖS değerinin hesaplanması yapılmıştır. Çalışmanın ikinci evresinde Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (Fuzzy Analytic Hierarchy Process/FAHP) metodu uygulanmıştır. Bu doğrultuda risk faktörleri altı adet grup başlığı altında kategorize edilmiştir. Alanında uzman sektör temsilcilerinin görüşleri kapsamında risklerin önem dereceleri tespit edilmiştir. Böylelikle FMEA ve FAHP analizi sonuçları doğrultusunda oluşan önem sıralamaları arasındaki farklılıklar gözlemlenmiştir. FAHP analizi sonuçlarına göre ilk RÖS hesaplaması sonucunda en yüksek önem derecesine sahip risk faktörleri; kimyasal tehlikeli maddelerin IMDG Kod uygunluk kurallarına göre taşınmaması, makine arızası ve dümen donanımı arızası şeklinde gerçekleşmiştir. İkinci RÖS değerlerine göre risk düzeyi en yüksek kriterlerin sıralaması; kimyasal tehlikeli maddelerin taşınması ve uygun şekilde yönetilmemesi, kaza durumunun oluşması ve ağır hava koşullarında çalışmak şeklinde olmuştur. FAHP yönteminde ise risk önem derecesi en yüksek ilk üç grubun sıralaması; idare ve bakım, çevresel tehlikeler ve güvenlik, teknik arızalar risk grubu şeklinde sıralanmıştır.

Anahtar Kelimeler: FMEA, FAHP, Deniz Yolu Taşımacılığı, Tanker Taşımacılığı, Risk Analizi

ABSTRACT

In the field of maritime transportation, tanker vessels have a strategic position in company fleets. Tanker ships are special ship types that generally carry raw materials, semi-processed or processed materials between supply and demand points for use in production activities. The purpose of this thesis is to investigate the possible risks that may occur in maritime tanker transportation and to develop protective strategies against these risk factors. Moreover, a guideline text that will support the process of eliminating risks and errors carried out on tanker ships is to be created. During the scope of the research, a two-stage risk assessment methodology was developed. At the beginning of the study, FMEA (Failure Modes and Effect Analysis) method was applied. The risk factors determined in line with the opinions of experts in the field were processed within the scope of the FMEA table. At this stage, the possible effects of the risk factors, the risk priority numbers (RPN) of these risks, the possible effects of the risks, the measures to be taken against the identified risk factors and finally the second RPN value were calculated. In the second stage of the study, FAHP (Fuzzy Analytic Hierarchy Process) method was applied. Accordingly, risk factors were categorised under six groups of headings. The importance levels of the risks were determined within the scope of the opinions of expert sector professionals. Thus, the differences between the importance rankings formed in accordance with the results of FMEA and FAHP analyses were observed. According to the results of FAHP analysis, the risk factors with the highest degree of importance due to the first RPN calculation were; failure to transport hazardous chemicals according to IMDG Code compliance rules, machinery failure and steering equipment failure. Based on the second RPN values, the highest risk level ranking was as follows; transporting chemical hazardous materials and not managing them properly, occurrence of accidents and working under heavy weather conditions. In the FAHP method, the ranking of the first three groups with the highest risk severity is as follows: management and maintenance, environmental hazards and safety, technical failures risk group.

Keywords: FMEA, Fuzzy AHP, Maritime Transportation, Tanker Transport, Risk Analysis

KISALTMALAR LİSTESİ

AHP	: Analytic Hierarchy Process (Analitik Hiyerarşi Süreci)
CONRO RO-RO Gemisi)	: Container Roll-On/Roll-Off (Kombine Konteyner ve
CREA Analizi)	: Clinical Risk and Error Analysis (Klinik Risk ve Hata
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri
DTO	: Deniz Ticaret Odası
DWT	: Deadweight Tonnage
DMRA Risk Değerlendirme Yöntemi)	: Decision Matrix Risk Assessment Method (Karar Matrisi
ETA	: Event Tree Analysis (Olay Ağacı Analizi)
FMEA Analizi)	: Failure Modes Effects Analysis (Hata Türü ve Etkileri
FSA Değerlendirmesi)	: Formal Safety Assessment (Resmi Güvenlik
FTA	: Fault Tree Analysis (Hata ağacı risk analiz yöntemi)
GT	: Gross Tonnage (Gross Tonaj)
HAZOP analizi)	: Hazard and Operability Study (Tehlike ve işletilebilirlik
HEAT Teknikleri)	: Human Error Analysis Techniques (İnsan Hatası Analiz
IBC Code	: International Code for the Construction and Equipment of Ships carrying Dangerous. Chemicals in Bulk (Dökme Halde Tehlikeli Kimyasal Madde Taşıyan Gemilerin İnşa ve Donanımı için Uluslararası Kod)
IGC	: The International Code of the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk (Dökme Halde Sıvılaştırılmış Gaz Taşıyan Gemilerin İnşa ve Donanımı için Uluslararası Kod)
IMDG	: International Maritime Dangerous Goods Code (Uluslararası Deniz yolu Tehlikeli Yükler Kodu)
IMO	: International Maritime Organization (Uluslararası Denizcilik Örgütü)
ISM	: International Safety Management (Uluslararası Emniyetli Gemi Yönetimi)
LNG	: Liquefied Natural Gas (Sıvılaştırılmış Doğal Gaz)
LPG	: Liquefied Petroleum Gas (Sıvılaştırılmış Petrol Gazı)

NASA	: National Aeronautics and Space Administration (Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi)
OB	: Ore and Bulk (Cevher ve Dökme)
OBO	: Oil Bulk and Ore (Petrol Dökme ve Cevher)
OO	: Oil and Ore (Petrol ve Cevher)
PEA Yaklaşım)	: Predictive Epistemic Approach (Öngörücü Epistemik
PRAT	: Proportional Risk Assessment Analysis (Oransal Risk
QADS	: Quantitative Assessment of Domino Scenarios (Domino
Senaryolarının Kantitatif Değerlendirmesi)	
QRA Değerlendirmesi)	: Quantitative Risk Assessment (Nicel Risk
RBM	: Risk-Based Maintenance (Risk Tabanlı Bakım)
ROPAX	: Roll-on/Roll-off Passenger (Roll-on / Roll off Yolcu)
RO-RO	: Roll-on/Roll-off (Tekerlekli Araç Taşımacılığı Gemisi)
RÖS	: Risk Öncelik Sayısı
SOLAS Sözleşmesi)	: Safety of Life at Sea (Denizde Can Güvenliği Uluslararası
UAB	: Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı
ULCC Tankeri)	: Ultra Large Crude Carrier (Ultra Büyük Ham Petrol
UN	: United Nations (Birleşmiş Milletler)
VLCC Tankeri)	: Very Large Crude Carrier (Çok Büyük Ham Petrol
WRA	: Weighted Risk Analysis (Ağırlıklı risk analizi)

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Taşıma Türleri Bakımından Dünya Yük Taşımacılığı / Milyon Ton	2
Şekil 2: Dünya deniz ticaret filosunun gelişimi	4
Şekil 3: Deniz yolu ile Taşınan Yüklerin Tanker Gemi Tipi Bakımından Dağılımları	4
Şekil 4: Gemi tipleri	14
Şekil 5: John Bowes	17
Şekil 6: John Bowes İçin Demir Gemi Raporu.....	17
Şekil 7: Tanker gemilerinin sınıflandırılması.....	20
Şekil 8: Petrol tankeri bölümleri	21
Şekil 9: Yükleme boşaltma istasyonları	23
Şekil 10: Yaş dağılımları.....	23
Şekil 11: DWT bakımından.....	24
Şekil 12: LNG ve LPG Gaz tankerlerinin yaş ortalaması.....	25
Şekil 13: Risk Yönetim süreci	27
Şekil 14: Risk Analiz Yöntemleri.....	29
Şekil 15: Metodolojik plan.....	45
Şekil 16: FMEA yönteminin uygulama süreci.....	49
Şekil 17: Risk Öncelik Sayısı.....	52
Şekil 18: Klasik Mantık ve Bulanık Mantık kavramları farkı	54
Şekil 19: D kesişim noktası.....	58
Şekil 20: Problemin hiyerarşik yapısı	65
Şekil 21: Eski ve yeni RÖS puanları arasındaki ilişki	75
Şekil 22: FMEA ve FAHP sonuçlarına göre kriterlerin sıralanması	87
Şekil 23: Risk Yönetim Kılavuzu	89

TABLÖLAR LİSTESİ

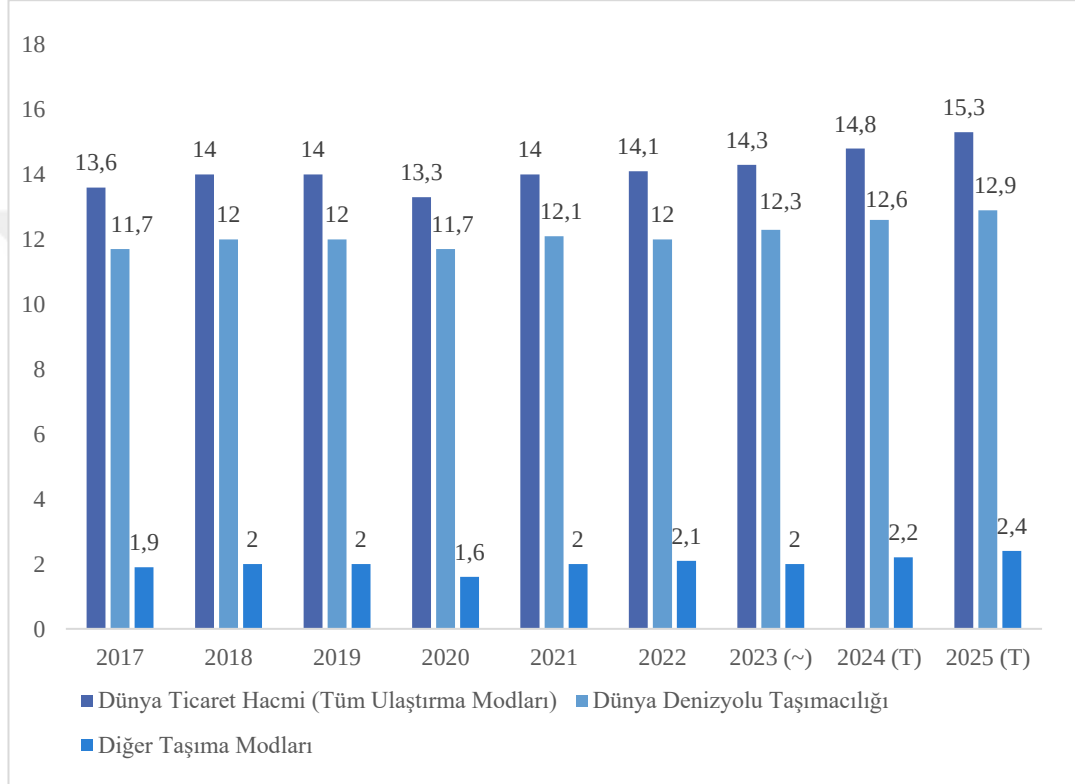
Tablo 1: Kapasitelerine göre dökme yük gemileri	5
Tablo 2: Düzenli ve düzensiz deniz taşımacılığı	11
Tablo 2: Düzenli ve düzensiz deniz taşımacılığı	12
Tablo 3: Konteyner gemi tipleri	15
Tablo 4: Gemi tipleri ve kapasiteleri	18
Tablo 5: Tanker tipleri	25
Tablo 6: Risk analiz yöntemlerinin değerlendirilmesi	35
Tablo 6: Risk analiz yöntemlerinin değerlendirilmesi	36
Tablo 7: Şiddet ölçeği	50
Tablo 8: Olasılık dereceleri	51
Tablo 9: Saptanabilirlik etkeni	51
Tablo 10: Bulanık AHP için üçgensel bulanık ölçek	59
Tablo 11: Katılımcı bilgileri	61
Tablo 12: Uzmanlar tarafından belirtilen kriter sayıları	63
Tablo 13: Risk faktörlerinin hiyerarşik yapılanması	64
Tablo 14: FMEA analizi tablosu	70
Tablo 14: FMEA analizi tablosu	71
Tablo 14: FMEA analizi tablosu	72
Tablo 15: Risk faktörlerinin RÖS puanlarına göre önem sıralanması	73
Tablo 16: Risk faktörlerinin yeni RÖS puanlarına göre önem düzeylerinin belirlenmesi	74
Tablo 17: Risk faktörlerinin önlem gereklilikleri	76
Tablo 18: Ana kriterlerin ikili karşılaştırılması	77
Tablo 19: Ana kriterlerin ağırlık ve yüzdesel değerleri	77
Tablo 20: C1 ana kriterine bağlı alt kriterlerin birbirleri ile karşılaştırılması .	77
Tablo 21: Alt kriterlerinin ağırlık ve yüzdesel değerleri	78
Tablo 22: C2 ana kriterine bağlı alt kriterlerin birbirleri ile karşılaştırılması .	78
Tablo 23: Alt kriterlerinin ağırlık ve yüzdesel değerleri	78
Tablo 24: C3 ana kriterine bağlı alt kriterlerin birbirleri ile karşılaştırılması .	79
Tablo 25: Alt kriterlerin ağırlık ve yüzdelik değerleri	79
Tablo 26: C4 ana kriterine bağlı alt kriterlerin birbirleri ile karşılaştırılması .	80
Tablo 27: C4 ana kriterine bağlı olan alt kriterlerin önem ağırlıkları	80
Tablo 28: Karşılaştırma tablosu	80
Tablo 29: Normalize edilmiş kriter ağırlıkları	81
Tablo 30: C6 ana kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırma matrisi	81
Tablo 31: Normalize edilmiş kriter ağırlıkları	81
Tablo 32: Ana ve alt kriter ağırlıkları	82
Tablo 32: Ana ve alt kriter ağırlıkları	83
Tablo 33: Genelleştirilmiş kriter ağırlıkları	83
Tablo 33: Genelleştirilmiş kriter ağırlıkları	84
Tablo 34: FMEA ve FAHP sonuçlarının karşılaştırılması	85
Tablo 34: FMEA ve FAHP sonuçlarının karşılaştırılması	86

GİRİŞ

Küreselleşmenin artması, Dünya'nın yaklaşık %71'inin okyanuslarla kaplı olması, denizlerin ve iç suyollarının uluslararası ilişkileri denizcilik faaliyetleri kapsamında geliştirmesine zemin hazırlamıştır. (Yazır ve Yay, 2022: s. 473). Denizcilik endüstrisi, dünya ticareti ve ekonomisi için kritik önem arz eden deniz yolları aracılığı ile mal, ürün ve yolcu taşımacılığı faaliyetlerini kapsamaktadır. Küresel anlamda taşınan yükün hacimsel olarak %80'inden fazlası deniz yolu taşımacılığı ile iki nokta arasında taşınmaktadır. Diğer bir ifade ile dünya mal ticareti hacmi yıllık olarak ortalama 16 trilyon dolar büyüklüğünde bir değere sahiptir. Dolayısıyla deniz yolu taşımacılığı ile yıllık 14 trilyon dolar civarında değere sahip ürünleri arz ve talep noktaları arasında taşınmaktadır. Bu durum neticesinde denizcilik sektörü gerek bölgesel gerekse de küresel bağlamda tedarik zincirlerinin oluşmasında ana etkindir. Dolayısıyla deniz yolu taşımacılığı dünya çapında önde gelen taşımacılık türünü ifade etmektedir. Etkin ve verimli bir dünya ticaretinin oluşturulup sağlıklı bir şekilde işlemesi için varlığı elzemdir (Liu vd., 2024; Demirci ve Arıcan, 2024: s. 16-18; Oğuz, 2024: s. 87).

Ülkeler, ekonomik büyümelerini sürdürmek için işlenmiş, yarı işlenmiş ve bitmiş ürünlere ihtiyaç duymaktadırlar. Küreselleşme eğiliminin bir sonucu olarak, çeşitli özellikteki ürünler arz ve talep noktaları arasında hızlı ve kolay bir şekilde taşınmaktadır. Denizcilik endüstrisi, dünya ticaretinin gelişimini desteklemenin yanında müşterilerini küresel sisteme bağlayan önemli sektörlerin başında gelmektedir (Zampeta ve Chondrokoukis, 2022: s. 2). Deniz yolu taşımacılığı yapısı itibarı ile ölçek ekonomisinin olumlu etkilerini müşterilerine sunmaktadır. Dolayısıyla diğer taşıma türleri ile mukayese edildiğinde bilhassa da büyük miktardaki ürünlerin düşük maliyetle taşınması, gönderici veya alıcı olan kişi kurum ya da kuruluşları deniz yolu taşımacılığına sevk etmektedir. Temel anlamda dört ulaştırma türünden bahsetmek mümkündür. Bunlar: deniz yolu, hava yolu, kara yolu ve demir yolu taşımacılık türleridir. Bu ulaştırma türleri içerisinde deniz yolu taşımacılığı tedarik zincirinde belirleyici faktördür (Özbağ vd., 2023: s. 21-23; Aydın ve Atak, 2020: s. 25; Tarı ve İnce, 2019: s. 4). Bu durum Şekil 1'de dünya ticaret hacmi, dünya deniz yolu taşımacılığı ve diğer taşıma çeşitlerine ilişkin yıllar bazında değerler Milyon Ton

cinsinden ifade edilmiştir. Şekil kapsamında 2023 yılına ait veriler yaklaşık değeri belirtirken, 2024 ve 2025 yıllarındaki sayısal değer etiketleri tahmin edilen beklentileri ifade etmektedir. Şekilde belirtilen değerler incelendiğinde deniz yolu taşımacılığının dünya ticaret hacmi içerisindeki oranı %84 ile %86 arasında yıllara göre değiştiği anlaşılmaktadır. Diğer taşıma türlerinin (kara, hava ve demiryolu) dünya ticareti kapsamında sahip olduğu yük büyüklükleri ise %13 ile %15 arasında seyretmektedir.

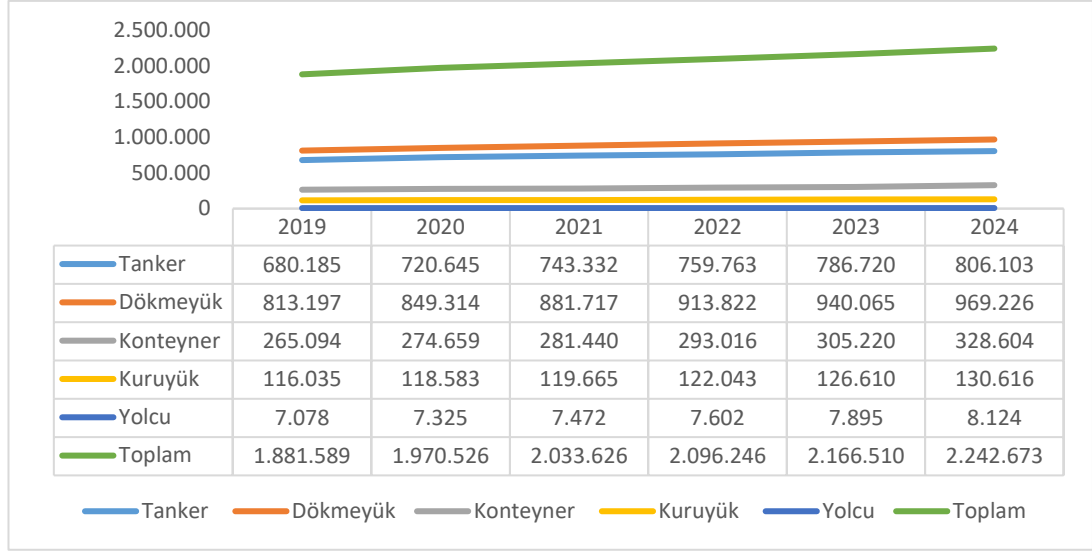


Şekil 1. Taşıma Türleri Bakımından Dünya Yük Taşımacılığı / Milyon Ton (Deniz Ticaret Odası (DTO), 2024)

Denizcilik endüstrisinde ulaştırma faaliyetleri; taşınması yapılan yükün ulaşacağı konuma göre, iç taşımacılık (kabotaj), dış taşımacılık, transit taşımacılık, iki ya da daha fazla ülkenin limanları arasında yapılan taşımacılık, uluslararası taşımacılık gibi çeşitli türlerde sınıflandırılmıştır. Genel itibari ile deniz yolu taşımacılığı değerlendirildiğinde tarifeli deniz yolu taşımacılığı (Liner Shipping) ve tarifesiz deniz yolu taşımacılığı (Tramp Shipping) şeklinde iki ana taşımacılık piyasası kapsamında gerçekleşmektedir. Tarifeli deniz yolu taşımacılığında ürünler genel itibari ile parça (heterojen) ya da birimler halinde taşınmaktadır. Bu taşıma türünde yalnızca geminin bir bölümü gönderici ya da alıcıya tahsis edilmekte olup ilgili geminin tamamen

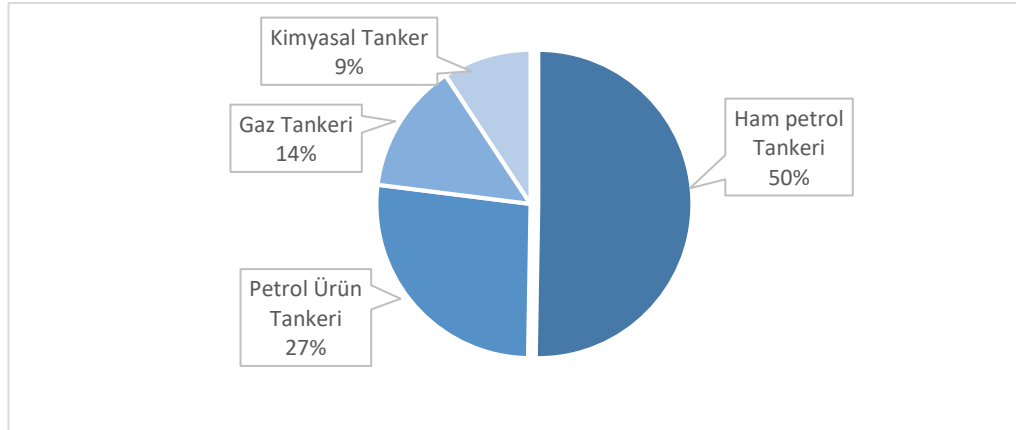
kiralanması prensip olarak mümkün değildir. Geminin bulunduğu platformdan ayrılması için geminin tamamen dolmuş olması şartı aranmamaktadır. Bununla birlikte tarifeli deniz yolu taşımacılığında gemi ve yük hareketleri önceden planlanmış olup belirli bir düzen kapsamında süreç işlemektedir. Tarifersiz deniz yolu taşımacılığında ise yük kapsamında geminin bir bölümü ya da tamamı kiralanabilir. Geminin sevk ve idaresi, kiralama bedeli gibi sevkiyata ilişkin tüm hususlar kiracı ve kiralayan arasında gerçekleştirilecek pazarlık neticesinde belirlenmektedir. Bu tür taşımacılık faaliyetlerinde rekabet üstünlüğü söz konusudur, önceden hazırlanmış bir plandan ziyade gemi işleteni kendi planını süreç içerisinde oluşturur. Bu bağlamda düzensiz deniz yolu taşımacılığında düzenli ve sabit bir rota yoktur, yük durumuna göre gemi kiralama işlemleri gerçekleştirilir. Düzensiz deniz yolu taşımacılığında fiyatlandırmalar Londra merkezli “Baltic Exchange” değerlemeleri dikkate alınarak hesaplanmaktadır (Baştuğ ve Deveci, 2013: s. 80; Canbaz ve Yorulmaz, 2023: s. 16-18).

Dünya deniz ticaret filosu 2024 yılı itibari ile 300 Gross Tonnage (GT) ve üzeri toplam 61.811 adet olmakla birlikte toplam DWT (Deadweight Tonnage) değeri 2.24 Milyar seviyesine ulaşmıştır. 2024 yılında tanker gemisi DWT değeri 806.103 olmuştur. Bu bağlamda 2019-2024 yılları arasında dünya deniz ticaret filosunun yıllar bazındaki değişimi Şekil 2’de ifade edilmiştir. Buna göre tüm gemi tiplerinde 2019-2024 yılları arasında DWT bakımından sürekli bir artış gözlemlenebilmektedir.



Şekil 2. Dünya deniz ticaret filosunun gelişimi (DTO, 2024)

2023 yılında dünyada deniz yolu ile taşınan yük miktarı 12. Milyar ton olmuştur (United Nations (UN), 2024). 2022 yılına göre yaklaşık %2,6'lık bir büyümeye yaşanmıştır. 2023 yılında gerçekleşen taşıma değerinin yaklaşık %32,81'ü tanker gemileri aracılığıyla taşınmıştır. 2022 yılında deniz yolu ile taşınan yük miktarında tanker gemilerinin payı %32,67 olmuştur. 2023 yılında taşınan yükün tanker gemi türlerine göre dağılımları Şekil 3'te verilmiştir. Buna göre en fazla taşıma petrol ve petrol ürünlerini taşıyan tanker gemileri (%77) ile gerçekleştirildiği anlaşılmaktadır.



Şekil 3. Deniz yolu ile Taşınan Yüklerin Tanker Gemi Tipi Bakımından Dağılımları (DTO, 2024)

Dökme yük grubu olarak nitelendirilen ürün grupları, genellikle işlenmemiş halde bulunan üretim süreçlerinde ana bileşen olarak kullanılan maddelerdir. Bu ürün grupları kuru dökme yük ve tanker gemileri ile taşınmaktadır. Deniz yolu taşımacılığı

hizmeti sunan işletmeler için stratejik gemi türü olan tanker tipindeki gemiler sıvı halde bulunan ürünleri taşımak için geliştirilmiş gemilerdir. Bu gemi tipleri genellikle petrol ve petrokimya ürünlerini taşımaktadırlar (Arıcan ve Kara, 2023). Bu ürün grubunda meydana gelen teknik ilerlemeler sonucu kullanım alanları günden güne çeşitlenmektedir. Dolayısıyla bu ürün gurubuna uygun gemi tipinde sayı, tonaj ve çeşitlerinde artış yaşanmaktadır. Tanker taşımacılığında kullanılan gemiler tonaj ve tür bakımından rotalara göre çeşitlilik göstermektedir. VLCC türündeki gemilerle uzak mesafelere sıvı halde bulunan yükler taşınmaktadır. Orta mesafeli olarak nitelendirilen (ABD- Batı Afrika) rotalar için Suezmax tipindeki tanker gemileri uygundur. Bölgesel taşımacılık için Aframax tipi gemiler tercih edilmektedir. Panama kanalı ve çevresinde Panamax tipindeki tankerler kullanımı söz konusudur. Handymax sınıfı gemiler ise kısa mesafeli rotalarda tercih edilen türdür (Tarı ve İnce, 2019: s. 10). Bu gemilere ait bilgiler Tablo 1’de verilmiştir. Tabloda gemi isimleri, kapasiteleri ve türleri gösterilmiştir. Ayrıca kuru dökme yüklere uygun gemi tiplerine ait isim ve kapasite bilgileri de verilmiştir.

Tablo 1. Kapasitelerine Göre Dökme Yük Gemileri (Tarı ve İnce, 2019)

Tanker Gemileri		Dökme Yük Gemileri	
İsim	Kapasite	İsim	Kapasite
VLCC	180.000 DWT - 320.000 DWT	Capsize	150.000 DWT - 200.000 DWT
Suezmax	120.000 DWT - 200.000 DWT	Panamax	50.000 DWT - 79.999 DWT
Aframax	80.000 DWT - 199.999 DWT	Handymax	10.000 DWT - 50.000 DWT
Panamax	50.000 DWT - 79.999 DWT	Handy	< 10.000 DWT
Handymax	10.000 DWT - 50.000 DWT		

Denizcilik sektörü iş sahası sebebi ile ciddi riskleri barındırır. Bu riskler birçok etken çerçevesinde şekillenmekte olup farklı bölgeler ve gemi türleri arasında değişiklik gösterir. Tanker gemilerinde meydana gelebilecek hatalar, büyük miktarlarda yük kaçağına ve bunun sonucu olarak çevre için risk potansiyeli oluşturur. Dolayısıyla, risk değerlendirmesi deniz yolu taşımacılığında önemli konulardan biridir, özellikle tehlikeli sıvı yükleri taşıyan tanker gemileri için (Akyüz, 2017: s. 102; Sur ve Kim: s. 129, 2020; Vanem vd., 2008; Sezer vd., 2023: s. 341). Risk kavramının tanımlamak gerekirse bir sürecin veya faaliyetin önceden planlandığı gibi

sonuçlanmasını engelleyen, beklenmeyen bir durumun gerçekleşmesidir. Risk olgusu beklentilerin dışında gelişen olayların sonucunda bir takım tehlike durumlarının gerçekleşmesine, yük kayıpların yaşanmasına ve istenmeyen durumların oluşmasına zemin hazırlayan bir faktördür (Özdem, 2024: s. 487).

Bir deniz platformu 1988 yılında Kuzey Denizi açıklarında infilak etmiştir. Bu olayın ardından 167 kişi hayatını kaybetmiştir. Piper Alpha olarak adlandırılan bu faciadan sonra IMO (International Maritime Organization), FSA (Formal Safety Assessment) sürecini geliştirmiştir. FSA süreci; insan hayatı, deniz çevresi, mülkün korunması ve deniz güvenliğini sağlamayı amaçlayan yapılandırılmış sistematik bir risk analiz sürecidir. FSA süreci beş aşamada uygulanmaktadır. İlk aşamada olası tehditler belirlenir. Bu aşamada tehditler tanımlanır ve tüm senaryolar listelenir. İkinci aşamada listelenen riskli durumlar incelenir. Burada risklerin hasar derecesi ve gerçekleşme olasılıkları belirlenir. Üçüncü aşamaya gelindiğinde belirlenen risklerin kontrol etmek için önleyici tedbirler geliştirilir. Sürecin dördüncü aşamasına gelindiğinde geliştirilen önleyici tedbirlerin maliyet fayda değerlendirmesi yapılır. Sürecin son aşamasında ise hangi önleyici tedbirin uygulamaya geçeceği belirlenir. FSA sisteminin amacı şeffaf bir karar alma sürecini kolaylaştırmaktır. Ayrıca, ciddi bir kaza meydana gelmeden önce olası tehlikelerin dikkate alınmasını sağlayarak önleyici bir tutumun gelişmesini sağlar (IMO, 2018).

Tehlikeli yüklerin gemilerle denizlerde taşınmasına olanak sağlayan International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG) IMO tarafından 1965 yılında yayımlanmıştır. Böylelikle tehlikeli ürünlerin deniz yolu taşımacılığı ile taşınma süreçleri standardize edilmiştir. Bununla birlikte deniz kirliliğinin önlenmesine yönelik hükümler de IMDG kod kapsamında düzenlenmiştir (Tatar ve Özer, 2018). IMDG kod çerçevesinde can, mal ve çevre güvenliğini tehdit edecek risk unsurlarına karşı bir dizi düzenlemeler getirilmiştir. Bu düzenlemeler neticesinde tehlikeli maddelerin tüm uçtan uca elleçleme faaliyetleri kod bağlamında gerçekleştirilmektedir. IMDG kod kapsamında ürünlerin tehlike düzeylerine göre sınıflandırılmaları, paketlenmeleri, işaretlenmeleri ve etiketlenmeleri gibi pek çok işlem tanımlanmıştır.

Deniz yolu taşımacılığında aşamalı olarak gerçekleştirilmesi gereken pek çok operasyonel süreç vardır. Bu süreçlerin yürütülmesi sırasında sistemsel ya da insan hatalarından kaynaklı olarak istenmeyen durumların gerçekleşme olasılığı vardır. (Menteş ve Helvacıoğlu, 2015: s. 34-36). Bu bağlamda tez çalışmasının amacı: Deniz yolu tanker taşımacılığında meydana gelebilecek risklerin belirlenmesi ve bu doğrultuda önleyici tedbirlerin ileri sürülmesidir. Bununla birlikte risk olgularının önem düzeylerinin tespit edilmesi çalışma kapsamında hedeflenmiştir. Tez çalışması sonucunda tanker taşımacılığında karşılaşılabilecek riskler, bu risklerin gerçekleşmesini önleyecek iyileştirici adımlar ve hangi risk unsurlarının daha önemli olduğu vurgulanacaktır. Böylelikle tanker gemi filosu işleten denizcilik işletmeleri için denizde can ve mal güvenliğinin tesis edilmesine yönelik destekleyici bir kılavuzun geliştirilmesi esas itibarı ile hedeflenmiştir.

Bu tez çalışmasının amaçları dâhilinde işlenecek veri setinin nicel araştırma metotlarından biri olan anket yöntemi kullanılarak elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda tanker gemilerinde çalışmış bu süreç içerisinde yer almış uzman sektör temsilcilerinin görüşleri elde edilmiştir. Elde edilen veriler iki aşamalı olacak şekilde analiz yöntemleri ile işlenmiştir. FMEA (Hata Türü ve Etkileri Analizi) ve Bulanık Mantık entegreli AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci) yöntemleri kullanılmıştır. FMEA analizi çıktıları ile risk unsurları, risk unsurlarının beklenen etkileri, RÖS (Risk Öncelik Sayısı) puanı, tespit edilen risk unsurlarının giderilmesine yönelik alınması gereken tedbirler ve alınan bu tedbirler sonucunda yeni RÖS puanlarının hesaplanması amaçlanmıştır. RÖS puanı FMEA analizi kapsamında iki defa hesaplanmaktadır. İkinci RÖS puanı risk faktörlerinin, belirtilen önleyici tedbirlerin uygulanmasından sonra kabul edilebilir seviyede olup olmadıklarını gösteren bir göstergedir. RÖS değerleri ayrıca risk unsurlarının önem düzeylerine göre sıralanmasına da olanak sağlamaktadır. Risk faktörlerinin önem düzeylerinin optimum seviyede belirlenmesi için FAHP yöntemi kullanılmıştır. Tez çalışması sonucunda oluşturulan kılavuzda, risk gruplarının sıralaması FAHP analizinin çıktılarına göre biçimlendirilmiştir. Kılavuzun diğer bölümleri FMEA analizinin bulguları esas alınarak geliştirilmiştir.

Aşağıdaki belirtilen ifadelerin çözümlenmesi sonucunda ulaşılan bulgu ve yargılarla tez çalışması amaçlarına ulaşılacaktır.

- Tanker gemilerinin çalışmasını durdurabilecek hata ve riskler nelerdir?
- Belirlenen hata ve risk unsurlarının önlenmesi noktasında önleyici faaliyetler nelerdir?
- Tanker gemisi filosuna sahip olan işletmeler için hangi risk unsurları yüksek derecede öneme sahiptir?
- Önerilen önleyici faaliyetler neticesinde risk öncelik değerlerinde dikkate değer bir iyileşme yaşandı mı?
- Uygulanan iki yöntem neticesinde risk faktörlerindeki önem değerlerinde farklılık gözlemlenebilir mi?

Dünya ticaretinin büyük bir kısmı deniz yolu taşımacılığı ile gerçekleştirilmektedir. Bunun temel nedeni büyük miktardaki ürünleri düşük maliyetle ilgili noktalara ulaştırmasıdır. Bu ulaştırma operasyonları kapsamında gerek yük özellikleri gerekse de seyrin yapılacağı bölgelerin coğrafi ve politik şartları risk faktörlerinin şiddetini belirleyen önemli etkenlerdir. Özellikle tanker taşımacılığında büyük miktarlarda tehlike hassasiyeti yüksek yüklerin taşınması tanker gemilerini kritik bir noktaya taşımaktadır.

DWT bakımında tanker gemileri 2024 yılında yaklaşık %36'lık bir değerle dünya deniz ticaret filosu içerisinde en fazla paya sahip olan ikinci gemi türüdür. Bununla birlikte 2023 yılında Türkiye limanlarında elleçlenen ithalat, ihracat, kabotaj ve transit yüklerin kargo cinsleri bakımından dağılımı değerlendirildiğinde en fazla elleçleme %32 ile sıvı dökme yük cinsinde gerçekleşmiştir (DTO, 2024). Bu bakımdan tespit edilen riskler, risk analiz yöntemlerinden biri olan FMEA ve çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHP yöntemi ile analiz edilmiştir. Analiz yöntemleri uygulanırken FMEA klasik mantık yaklaşımı ile AHP yöntemi ise bulanık mantık yaklaşımı entegre edilerek analiz süreci işletilmiştir. Bu sayede sektör temsilcilerinin görüşleri optimum düzeyde işlenmiş ve analiz edilmiştir. Analiz sürecinde tasnif edilen risk faktörlerinin gerçekleşme ihtimalini minimum düzeye indirgeyecek önleyici faaliyetler önerilmiştir. Bu özellikler göz önünde bulundurulduğunda tez çalışmasına benzer bir çalışma literatür taramasında bulunamamıştır. Ek olarak çalışma, deniz yolu tanker taşımacılığında meydana gelebilecek risklerin belirlenmesi

ve bunlara karşı önleyici faaliyetleri ifade etmesinden dolayı önemlidir. Çalışma bulguları neticesinde oluşturulan kılavuz, tanker gemilerinde riskle mücadele sürecini desteklemektedir. Bu bakımından da çalışmanın bulguları oldukça önemlidir.

Risk faktörlerinin tespit edilmesi için hazırlanan anketin ana amacı deniz yolu tanker taşımacılığındaki risk faktörlerinin belirlenmesi, ölçülmesi ve derecelendirilmesi için nitelikli veri dizinine ulaşılmasını sağlamaktır. Bu bakımdan anket esas itibari ile üç bölümden oluşmuştur. Birinci bölümde deniz yolu tanker taşımacılığında karşılaşılan risklerin katılımcılar tarafından sıralanması istenmiştir. İkinci bölümde FMEA yöntemine uygun olacak şekilde verilerin değerlendirilmesi istenmiştir. Anketin son bölümünde ise FAHP metodunun uygun kriterlerin değerlendirilmesi istenmiştir. Anket toplamda 10 kişinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar deniz yolu tanker taşımacılığında uzmanlaşmış kişilerden oluşmaktadır. Anket kapsamında elde edilen veriler FMEA ve FAHP yöntemleri ile derlenmiş anlamlı hale getirilmiştir. Anketinin cevaplanma süreci elektronik posta sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Anket dosyası sektör temsilcileri tarafından gönüllülük esasına dayanılarak doldurulmuştur. Elde edilen veriler FMEA tablosuna işlenerek anlamlandırılmıştır. FAHP yönteminin uygulaması ise Microsoft Excel programı kapsamında işlem aşamaları tanımlanarak uygulanmıştır.

Bu tez çalışmasının giriş bölümünde çalışmanın amaçları, önemi ve kapsamı belirtilmiştir. Çalışma amaçlarına uygun genel anlamda bir perspektif çizilmiştir. Bu süreç şekil ve tablolarla desteklenerek geliştirilmiştir.

Çalışmanın birinci bölümünde deniz yolu taşımacılığı, gemi türleri, risk kavramının tanımı ve risk analiz yöntemleri hakkında genel anlamda tanımlamalar verilerek çalışmanın kavramsal çerçevesi ifade edilmiştir.

İkinci bölümde tez çalışması bağlamında literatür araştırması yapılmıştır. Bu bölümde denizcilik sektöründe yapılmış risk analizi çalışmaları ve tez çalışmasında kullanılan yöntemlerin kullanıldığı risk analizi çalışmaları değerlendirilmiştir. Bu çalışmaların yapılma motivasyonları, yöntemleri ve bulguları incelenmiştir.

Üçüncü bölümde çalışmanın işleyişini ifade eden süreç bir diyagram aracılığı ile sunulmuştur. Daha sonrasında çalışma sürecinde uygulanan risk analiz yöntemlerinden biri olan FMEA ve çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan FAHP yöntemi detaylıca açıklanmıştır. Bu bölümde ayrıca verilerin elde edilme süreci de açıklanmıştır.

Dördüncü bölümde anket çalışması neticesinde elde edilen risk faktörleri belirtilmiştir. Risk faktörleri altı adet ana grup başlığı altında hiyerarşik olarak düzenlenmiş ve açıklanmıştır. Ardından elde edilen veriler FMEA ve FAHP yöntemleri kapsamında değerlendirilerek sonuçlara ulaşılmıştır. Nihai noktada tanker gemi filosuna sahip olan işletmeler için tanker gemilerinde risk yönetim kılavuzu oluşturulmuş ve sunulmuştur.

Tez çalışmasının sonuç bölümünde çalışmanın genel bulgularına değinilmiştir. Çalışma sürecinde elde edilen bulguların önceki çalışmalarla olan ilgisi belirtilmiş ve önceki bilgileri nasıl geliştirdiği açıklanmıştır. Bunlara ek olarak çalışma kapsamında elde edilen bulguların potansiyel etkilerine ek olarak bulguların nasıl kullanılması gerektiği tartışılmıştır. Son olarak çalışmanın kısıtlarına değinilmiş ve gelecekte yapılması planlanan çalışmalar için öneriler geliştirilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Tez çalışmasının bu bölümünde deniz yolu taşımacılığı, gemi türleri, risk kavramı ve analiz süreci ile birlikte risk analiz yöntemleri açıklanacaktır. Deniz yolu taşımacılığı alt başlığında düzenli ve düzensiz deniz yolu taşımacılık kavramı açıklanmıştır. Gemi türleri başlığında gemi çeşitleri belirtilmiştir ve deniz yolu taşımacılığı kapsamında ticari amaçlar doğrultusunda kullanılan gemi türleri tanımlanmıştır. Risk kavramı ve risk analiz süreci alt bölüm başlığında risk kavramı tanımlanmıştır. Buna ek olarak risk yönetim süreci ifade edilmiştir. Son olarak risk analiz yöntemleri sınıflandırılmış ve açıklanmıştır.

1.1 DENİZ YOLU TAŞIMACILIĞI

Deniz yolu taşımacılığı küresel çapta ticari faaliyetlerin sürdürülebilmesi için kritik öneme sahiptir. Yaklaşık olarak küresel anlamda ticari malların %80'i deniz yolu ulaştırma türü ile arz ve talep noktaları arasında taşınmaktadır. Bu durumun oluşmasındaki önemli etkenlerden biri de filolardaki gemi sayısı son otuz yılda ciddi bir artışın yaşanmasıdır. Deniz yolu ile gerçekleştirilen taşımacılık faaliyetleri; hava yolu taşımacılığına yirmi, karayolu taşımacılığına yedi, demiryolu taşımacılığında ise yaklaşık üç buçuk kat daha ucuzdur (Xu vd., 2023 1- 2; Ceyhun, 2023: s. 62). Ülkelerin deniz yolu taşımacılığını tercih etmelerine neden olan önemli iki faktör aşağıda sıralanmıştır.

- Kıtalararası taşımacılık faaliyetlerinin gerçekleştirilmesinde ucuz, büyük miktarda ürün taşıma kapasitesi ve güvenilir olması.
- Taşımacılık faaliyeti kapsamında mesafe / kullanılan enerji oranının düşük olması, diğer taşımacılık türlerine göre avantaj sağlamaktadır.

Deniz yolu taşımacılığı düzenli ve düzensiz hat taşımacılığı olmak üzere iki farklı türde gerçekleştirilmektedir. Düzenli hat taşımacılığında önceden ilan edilmiş noktalar arasında genel yükler taşınır. Bununla birlikte genel yükler sabit fiyatlar doğrultusunda belirlenen limanlar arasında taşınmaktadır. Bu piyasa kapsamında taşınan yükler genelde birimlere ayrılarak son kullanıcıya ulaştırılan bitmiş ya da yarı bitmiş

ürünlerdir. Dolayısıyla düzenli hat deniz taşımacılığında çok sayıda taşıtanın varlığı söz konusudur. Bu taşımacılık anlayışına uygun gemiler, birim haline getirilmiş ürünleri taşıyabilen ve buna ek olarak tekerlekli yük ya da araçların taşınmasına uygun olarak geliştirilmiş gemilerdir. Düzensiz deniz yolu taşımacılığında sabit bir rota planı bulunmamasıyla birlikte navlun oranları mevsimsel koşullar ve piyasa dinamiklerine göre değişkenlik göstermektedir. Bu taşımacılık türüne konu olan yükler hammadde niteliği taşıyan geminin ambarlarını dolduracak miktarda olan dökme yüklerdir. Düzensiz hat taşımacılığında kullanılan gemiler dökme yük gruplarına uygun geliştirilmiş tek seferde büyük miktarlardaki yükü bir noktadan diğerine taşıyabilme kapasitesine sahip gemiler kullanılmaktadır (Denktaş Şakar, 2013: s.37). Düzenli ve düzensiz hat taşımacılık faaliyetleri arasında var olan belirgin farklar aşağıda Tablo 2’de ifade edilmiştir.

Tablo 2. Düzenli ve düzensiz deniz taşımacılığı (Denktaş Şakar, 2013)

Düzenli Hat Deniz Taşımacılığı	Düzensiz Hat Deniz Taşımacılığı
<u>Yük Tipi</u>	
Son tüketiciye ulaştırılmak üzere taşınan, bitmiş ya da yarı bitmiş ürünlerdir (televizyon, mobilya vb.)	Bir dökme yük gemisinin ambarlarını doldurabilecek ölçüde bulunan hammadde niteliği taşıyan dökme yüklerdir. (kömü, çelik, buğday, petrol ürünleri vb.)
<u>Gemi Tipleri</u>	
Çoğunlukla birimlere ayrılmış ürünleri taşıyabilen, operasyon süreçleri hızlı olan gemi tipleri bu tür piyasalarda kullanılmaktadır.	Katı ve sıvı dökme halde bulunan yükleri taşımak amacıyla geliştirilmiş gemilerdir. Bu gemiler büyük miktardaki ürünleri tek bir seferde ilgili noktalar arasında taşıma kapasitesine sahiptirler.
<u>Navlun Oranları</u>	
Sabit bir tarife kapsamında navlun oranları belirlenir. Fiyatlarda daha az değişiklikler gözlemlenir.	Navlun oranları mevsimsel şartlar ve piyasa koşulları bağlamında değişiklik göstermektedirler. Bu türden taşımacılık faaliyetlerinin geliştiği piyasalarda gemi türü, boyutu ve kira sözleşmeleri navlun fiyatlarının belirlenmesinde ana unsurlardandır.

Tablo 2. (devam) Düzenli ve düzensiz deniz taşımacılığı (Denktaş Şakar, 2013)

Düzenli Hat Deniz Taşımacılığı	Düzensiz Hat Deniz Taşımacılığı
---------------------------------------	--

Sefer Programları

Gemilerin uğrak yapacakları liman ve bölgelerin önceden tanımlandığı ve bu bölgelere düzenli olarak seferlerin gerçekleştirildiği taşımacılık türüdür.

Kalkış ve varış noktaları arasında düzensiz sefer programları söz konusu olduğu taşımacılık türüdür.

İşletmelerin Yönetim Yapısı

İlgili gemide birden çok taşıtanın ürünü bulunmasından dolayı büyük ve karmaşık organizasyon yapılarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu piyasada taşımacılık faaliyetlerini gerçekleştiren işletmelerin organizasyon yapıları küçük ve basittir. Pazarlama bölümleri yoktur.

İş Ortaklıkları

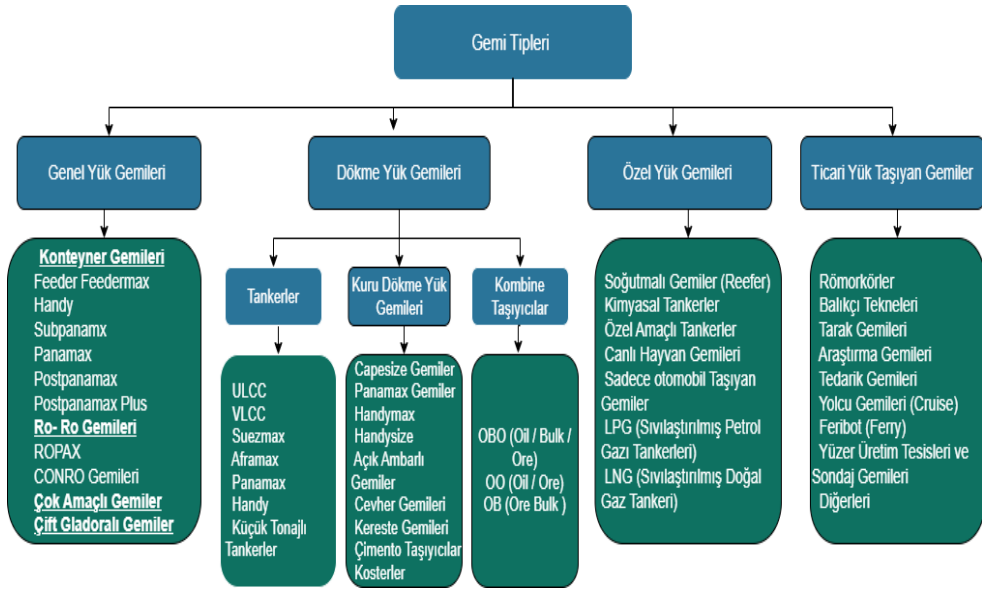
İki veya daha fazla gemi işleticisinin ilgili limanlar ya da rotalar üzerinde fiyat anlaşmaları (konferans) ve stratejik ortaklık (alliance) anlaşmaları yoluyla iş birlikleri gerçekleştirirler.

Denizcilik havuzu (shipping pool), gemi işleticilerine ait gelirlerin bir noktada toplandığı ve tekrar buradan işletmelere dağıtıldığı yapıdır. Gemi sahiplerinin oluşturduğu ve ana bir merkez çerçevesinde yönetilen ortaklıklar bulunmaktadır.

1.2. GEMİ TÜRLERİ

Deniz yolu taşımacılığında gemileri dört ana grup başlığı altında değerlendirmek mümkündür. Gemiler; genel yük gemileri, dökme yük gemileri, özel yük gemileri ve ticari yük taşımayan gemiler olmak kaydıyla dört grup başlığı altında sıralanır. Genel yük gemileri olarak nitelendirilen gemiler; konteyner gemileri, Ro – Ro gemileri, çok amaçlı gemiler ve çift gladoralı gemi tipleridir. Dökme yük gemileri grubu içerisinde ise kendi içerisinde üç alt gruba ayrılmaktadır. Bunlar: tanker gemileri, kuru dökme yük gemileri ve kombine yük taşıyan gemiler şeklindedir. Tanker tipindeki gemiler: ULCC, VLCC, Suezmax, Aframax, Panamax, Handy ve küçük tonajlı gemiler olmak üzere sıralanmışlardır. Kuru dökme yük gemileri alt grup başlığı altında sıralanan gemi tipleri ise Cpasize gemiler, Panamax gemiler, Handymax, Handysize, Açık ambarlı gemiler, Cevher gemileri, Kereste gemileri, Çimento taşıyıcılar ve Kosterler şeklinde sıralanmışlardır. Kombine taşıyıcılar olarak nitelendirilen üçüncü gruba ait gemiler:

OBO petrol – dökme ve cevher taşıyan gemiler (oil / bulk / ore), OO petrol ve cevher (oil / ore) taşıyan gemiler ve son olarak OB cevher ve dökme (ore / bulk) yük taşıyan gemiler şeklide sıralanmıştır. Özel yük gemileri ana grubunda bulunan gemiler: Soğutmalı gemiler, Kimyasal tankerler, Özel amaçlı tankerler, canlı hayvan gemileri, sadece otomobil taşıyan gemiler, LPG (sıvılaştırılmış petrol gazı tankerleri) ve LNG (sıvılaştırılmış doğal gaz tankeri) taşıyan gemiler olmak üzeri sıralanmışlardır. Ticari yük taşımayan gemiler grubunda ise römorkörler, balıkçı gemileri, tarak gemileri, araştırma gemileri, tedarik gemileri, yolcu gemileri (cruise), feribot, yüzer üretim sistemleri ve sondaj gemileri olmak üzeri sıralanmışlardır. Bu durum Şekil 4'te ifade edilmiş ve bazı gemi türleri açıklanmıştır.



Şekil 4. Gemi tipleri (Denктаş Şakar, 2013)

1.2.1. Konteyner Gemileri

Konteynerin geliştirilmesi ve deniz yolu taşımacılığında kullanılmaya başlanması ile birlikte konteyner gemi türleri şekillenmeye başlamıştır. Türünün ilk örnekleri dökme yük gemileri ya da tanker gemilerinden dönüştürülmüş gemilerden oluşmaktadır. Standart boyutlarda bulunan konteynerlerin içine yerleştirilen uygun yükler konteyner gemileri ile ilgili noktalara ulaştırılmıştır. Teknolojik gelişmelerin gemi inşa sanayisine yansıyan etkileri modern konteyner gemilerinin üretilmesine zemin hazırlamıştır. Konteyner gemileri yalnızca farklı tip ve ebatlarda bulunan konteynerleri taşımak için geliştirilmiş ticari gemilerdir (Denктаş Şakar, 2013: s. 41).

Bazı konteyner tipleri Tablo 3’te ifade edilmiştir. Tabloya göre konteyner gemileri TEU değerlerine göre sınıflandırılmıştır.

Tablo 3. Konteyner gemi tipleri (Denktaş Şakar, 2013)

Konteyner Gemi Tipleri	TEU
İlk konteyner gemileri (1956 ve sonrası)	-
Feeder	100- 500 TEU
Feedermax	500 – 1000 TEU
Hücreli (cellular) konteyner gemileri (1970 ve sonrası): Handy	1000- 2500 TEU
Panamax (1980 ve sonrası)	3000- 3400 TEU
Panamax Max (1985 ve sonrası)	3400 – 4500 TEU
Post Panamax (1988 ve sonrası)	4000- 5000 TEU
Post Panamax Plus (2000 ve sonrası)	6000 – 8000 TEU
New Panamax (2014 ve sonrası)	12500 TEU
Post New Panamax (2006 ve sonrası)	15000 TEU
Triple E tipi Gemiler (2013 ve sonrası)	18000 TEU

Tablo 3’te 11 adet konteyner gemi tipinin TEU bazında kapasite değerleri yer almaktadır. Tablo kapsamında İlk konteyner gemileri Feeder, Feedermax, Hücreli (cellular) konteyner gemileri: Handy, Panamax, Panamax Max, Post Panamax, Post Panamax Plus, New Panamax, Post New Panamax ve Triple E tipi gemilerdir. Triple E gemileri yeni nesil konteyner gemilerini ifade etmektedir.

1.2.2. Ro-Ro Gemileri

Roll / on Roll / of olarak nitelendirilen bu gemi tiplerinde yükler, ambar kapakları yerine bir rampa vasıtası ile tekerlekli araçlardan faydalanılarak yüklerin yüklenip boşaltılmasıdır. Bu özelliği ile bu tarzdaki gemiler diğer gemi türlerinden ayrılmaktadır. Ro – Ro gemilerinin en büyük özelliklerinden biri bulunduğu liman

içerisinde herhangi bir elleçleme ekipmanına ihtiyaç duymadan yükleme boşaltma işlemlerini yerine getirmesidir. Bununla birlikte bu tarzdaki gemilerin limanda kalış süreleri kısadır. Ro – Ro gemileri çoklu (multimodal) taşımacılığın önemli bir bileşeni olarak değerlendirilmektedir. Ro – Ro gemilerinin alt türü olma niteliğini taşıyan gemi tiplerinden biri de ROPAX (Roll-on/Roll-off Passenger) türü gemilerdir. Bu tipteki gemiler Ro – Ro gemilerine kıyasla daha hızlı olmakla birlikte taşıma kapasiteleri bakımında Ro – Ro gemilerinden azdır. Bu gemilerle çoğunlukla yolcu, araba ve kamyonet taşımacılığı faaliyetleri yürütülür. Konteyner ve Ro – Ro gemilerinin bir birleşimi olarak geliştirilen CONRO gemileri, eş zamanlı olarak hem konteyner hem de lastikli araçların taşınmasını sağlayan çok amaçlı gemilerdir (Denktaş Şakar, 2013: s.39).

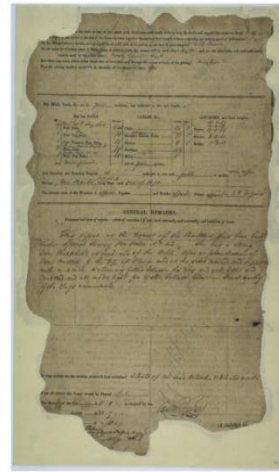
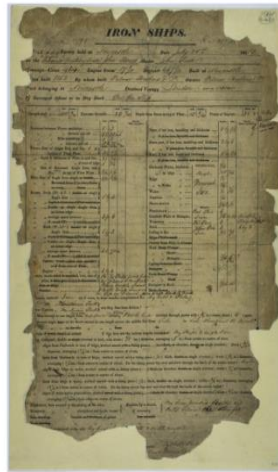
1.2.3. Dökme Yük Gemileri

Dökme yük gemileri ürünlerin birim hâline getirilmeden taşındığı gemi tipleridir. Yükler bu gemilere dökme biçimde homojen olarak yüklenir ve bir noktadan diğerine sevki bu gemi tipleri ile gerçekleştirilir (Denktaş Şakar, 2013: s. 39-41). 1974 SOLAS Sözleşmesinin Bölüm IX, Kural 1.6’da tanımlanan ve 1997 SOLAS Konferansının 6 sayılı kararında ifade edildiği üzere Dökme yük gemileri: *“Tek güverteli, ambarlarında güvertenin hemen altında üst yan tankları (top-side tank) ve alt yan tankları (hopper-side tank) bulunan ve esas olarak dökme kuru yük taşımak için yapılmış olan bir gemiyi”* tanımlamaktadır (IMO, ty) Dökme yük gemileri taşıma giderlerini optimum seviyeye düşürmek için 1950’li yıllarda deniz ulaştırmasında kullanılmaya başlanmıştır (Denktaş Şakar, 2013: s. 39-41). İlk dökme yük gemilerinden biri olan ‘John Bowes’ 1852 yılında Tyne’den aldığı kömür yükünü Londra’ya taşımıştır. Gemi uzun yıllar boyunca kullanılmış ve el değiştirmiştir. Gemi Biskay Körfezi açıklarında bir fırtınaya yakalanarak 1933 yılında Ribadesella kıyılarında batmıştır (Lloyd’s Register, ty). Şekil 5’te John Bowes Gemisine ait resim sunulmuştur.



Şekil 5. John Bowes (Loyd's Register, ty)

John Bowes 1852'de Thyn Nehrinde inşa edilmiştir. Gemi Charles Mark Palmer tarafından geliştirilmiş ve inşası Jarrow tersanesinde yapılmıştır. Buharlı tahrik sisteminin yanında yelken donanımına da gemi bünyesinde yer verilmiştir (Loyd's Register, ty). Şekil 6'da ise John Bowes gemisi için düzenlenen dönemin gemi raporu bulunmaktadır.



Şekil 6. John Bowes için Demir Gemi Raporu (Loyd's Register,ty)

Dökme yük tipindeki gemiler türleri bakımından tanker gemileri, kuru dökme yük gemileri ve kombine yük taşıyıcıları olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Kuru dökme yük gemileri, kuru halde bulunan yükler için uygun taşıma ortamı sunan gemi tipleridir. Bunlara; Capesize, Panamax, Açık ambarlı gemiler ve kereste gemileri

örnek olarak verilebilir. Kombine taşıyıcı gemilerse hem kuru hem de sıvı halde bulunan dökme yüklerin taşınması için geliştirilen gemilerdir. Bu gemi tipleri; O/O (Oil/Ore Carrier), OBO (Oil –Bulk – Ore) yük taşıyıcılarıdır. Bu türden yapılan taşımacılıklarda gidiş dönüş süresinde geminin boş kalmasını engellemek gerek kuru gerekse de sıvı dökme yük pazarlarında yaşanan değişimlerden yararlanmak amacıyla yapılmaktadır (Denktaş Şakar, 2013). Dökme yük veya kuru yük şeklinde ifade edilen yüklerin haricindeki sıvı ve gaz halinde bulunan yük veya maddelerin taşınması için geliştirilmiş gemiler tanker sınıfında yer almaktadır (Arıcan, 2023: s.197).

1.2.3.1. Kuru Dökme Yük Gemileri

Bu gemi tipleri üretim süreçlerinde kullanılan işlenmemiş ve yarı işlenmiş (çimento, fosfat, kömür vb.) yüklere ek olarak endüstriyel tarım ürünleri gibi (pirinç, buğday, soya gibi) dökme halde bulunan yüklerin taşınmasında kullanılan gemilerdir. Bu tipteki ürünler herhangi bir paketlemeye ihtiyaç duymadan gemi ambarlarında taşınan yüklerdir (Karakadılar, 2022: s. 636). Kuru dökme yük gemileri sıvı halde olmayan yüklerin taşınması için farklı boyut ve tonajlarda üretilmiştir. Bu bağlamda kuru dökme yük taşıyan gemilere ait kapasite bilgileri Tablo 4’te verilmiştir. Buna göre tablo kapsamında gemi tipleri ve kapasiteleri ifade edilmiştir.

Tablo 4. Gemi tipleri ve kapasiteleri

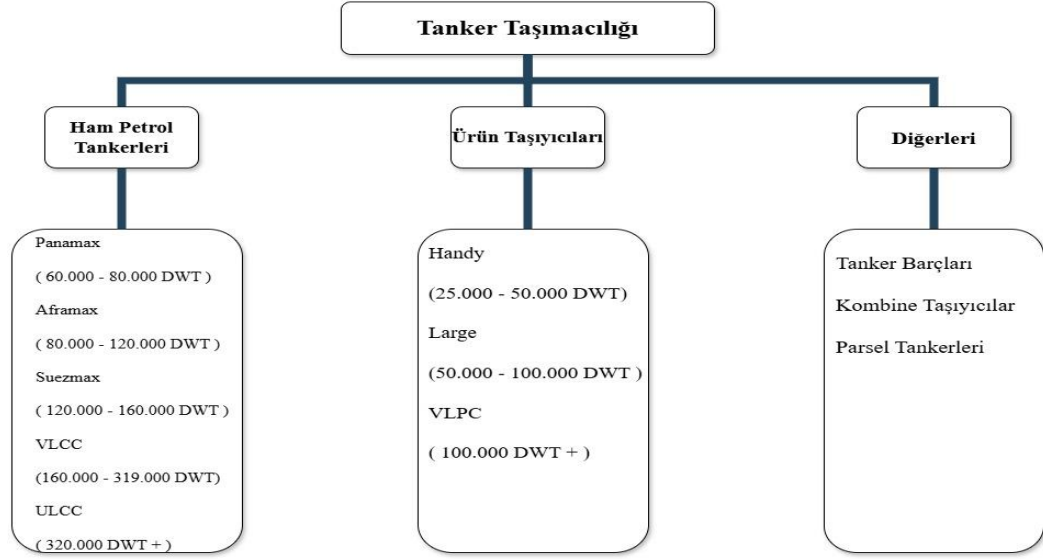
Gemi Tipi	Kapasite (DWT)
Capesize	125.000 – 220.000
Post-Panamax	60.000 – 125.000
Panamax	60.000 – 80.000
Supramax	50.000 – 60.000
Handymax	40.000 – 50.000
Handysize	20.000 – 40.000
Kosterler	300 – 3.000

1.2.3.2. Kombine Taşıyıcılar

Bu türden gemiler hem kuru hem de sıvı dökme yüklerin aynı anda taşınmasını sağlamak için üretilmiştirler. Bu gemiler farklı tiplerde olacak şekilde ayrı ayrı tasarlanmışlardır. Bu gemiler OBO (petrol, dökme yük ve cevher – oil / bulk / ore), OO (petrol ve cevher – oil / ore) OB (cevher ve dökme yük – ore / bulk) ve son olarak PROBOS (ürün, petrol, dökme yük cevher – products / oil / bulk / ore) şeklinde dört farklı tipte geliştirilmiştir. Kombine taşıyıcılar seyir sürecinde eş zamanlı olarak cevher, dökme ve petrol ürünlerinin taşınması gerçekleştirmektedirler. Bu gemiler genellikle 70.000- 150.000 DWT'lik taşıma kapasitelerine sahiptirler. İnşa maliyetlerinin yüksek olması ve seyir esnasında denge problemlerinin sıklıkla yaşanması kombine yük taşıyan gemilerin taşımacılık faaliyetleri kapsamında kullanılmasını zorlaştırmıştır. Bu tipteki gemiler ile hem kuru dökme yük piyasalarında hem de sıvı halde bulunan dökme yüklerin bulunduğu piyasalarda yaşanan dalgalanmalardan etkin bir şekilde yararlanmak amacıyla 1960 – 1970 yılları arasında sıklıkla tercih edilmiştirler.

1.2.3.3. Tanker Gemileri

Tanker gemileri sıvı halde bulunan yüklerin deniz yolu ile taşınmasını sağlayan gemi tipleridir (Denktaş Şakar, 2013: s. 41). Tanker gemileri, küresel deniz taşımacılığının önemli elemanlarından biridir. Kendilerine özgü tasarımları sayesinde büyük miktardaki ürünlerin yükleme ve boşaltma istasyonları arasında seyrini sağlarlar. Tanker gemileri ile taşınan ürünler küresel ya da bölgesel sanayinin sürekliliğinin sağlanması açısından önemlidir. Bu gemiler türleri bakımından değişiklik göstermektedirler. Gemilerin kullanım amaçları ve boyutlarındaki farklılıklar tanker gemileri için sınıflandırma gereksinimini oluşturmuştur. En yaygın kullanım, amaçları bakımından sınıflandırılan tanker gemileridir (Arıcan ve Kara, 2022: s. 211). Tanker taşımacılığı kapsamında gemilerin sınıflandırılması aşağıdaki Şekil 7’de gösterilmiştir.

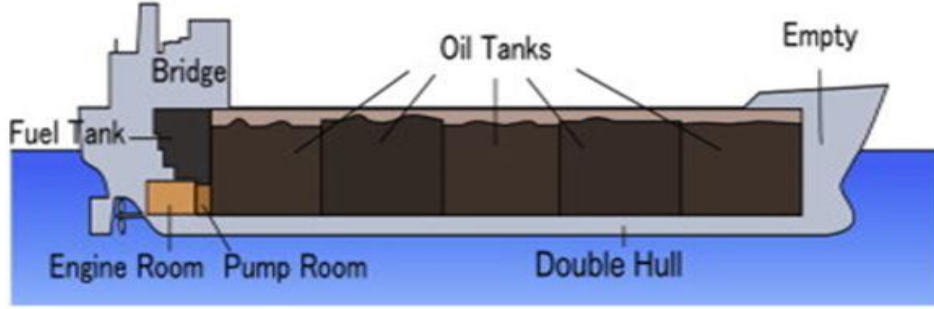


Şekil 7. Tanker gemilerinin sınıflandırılması (Kumar, 2004)

Petrol / Akaryakıt Tankeri: sıvı hâlde bulunan petrol ve petrol ürünlerinin taşınması amacıyla geliştirilmiş ticari gemilerdir (Denizcilik genel Müdürlüğü, 2023: s.7). Akaryakıt tankerleri, ham petrolü dökme olarak taşıyabilen gemi türlerinin bir örneğidir. Genellikle kütlesi 200.000-320.000 DWT ton ve 320.000 DWT tondan fazla olan petrol tankerleri sıklıkla kullanılır. Gemilerin içindeki farklı kargo tankları, farklı ham petrol türlerinin ayrı ayrı taşınmasına olanak tanır (Okubo ve Kuwahara, 2020: s. 1-24).

Petrol Tankerleri: petrol ve türevlerini iki nokta arasında taşıyan gemileri ifade etmektedir. Bu bağlamda petrol tankerleri iki türe ayrılmaktadırlar, bunlar: ham petrol tankerleri ve ürün tankerleridir. Ham petrol tankerleri; rafinasyon işlemine tabii tutulmadan ham petrolü rafinerilere taşırken, ürün tankerleri rafine edilmiş ürünleri rafinerilerden tüketici taraflara taşınmasında kullanılırlar. Petrol endüstrisinde teknolojik anlamda yaşanan ilerlemeler tanker gemilerini pek çok açıdan dönüşmeye zorlamıştır. Başlangıçta petrolün ahşap variller içinde taşınması için tekneler ve mavnalar kullanılıyordu. Bu tip gemilerle yapılan taşımalarda varillerin ağırlığı, maliyeti ve yaşanan sızıntılar sonucunda yükte yaşanan hacim kaybı gibi çeşitli sorunların varlığı söz konusu olmuştur. Ayrıca bu türden gemilerde var olan büyük ambarlar, yapılan taşımacılık faaliyetlerinde yükün bir yandan diğer yana savrulmasına neden olmasına ek olarak geminin kolaylıkla alabora olmasının başlıca nedenidir. Yaşanan bu problemler petrol tankeri tasarımını büyük ölçekte değişmesine

yol açmıştır. Bu kapsamda gemi bünyesindeki büyük petrol ambarları bölünmüş ve yük stabilizasyonunu optimum seviyeye çekilmeye çalışılmıştır. Geminin depolama alanını daha küçük tanklara bölen bu yaklaşım yükün kontrol altında tutulmasına olanak sağlamıştır (Papavinasam, 2014: s. 90) Şekil 8’de bir tanker gemisinin yük tankları, yakıt tankı, makine dairesi, cidarları, pompa dairesi, köprüsü ve boş alanları verilmiştir.



Şekil 8. Petrol tankeri bölümleri (Papavinasam, 2014)

Kimyasal Madde Tankeri: Kimyasal tanker gemileri, Uluslararası Toplu Kimyasal Kodu'nda (IBC Code) listelenen herhangi bir sıvı ürünün toplu halde taşımak için tasarlanmış gemiler olarak tanımlanmaktadır. Bu gemilerle taşınan yüklerin cinsleri ve özellikleri değişiklik göstermektedir. Taşınan yüklerin çoğu yüksek riskli maddeler olarak sınıflandırılmaktadır. Örnek olarak, palmiye yağı, bitkisel yağlar, hayvansal yağlar, kostik soda, nafta, biyodizel ve metil alkol ile endüstriyel kimyasallar gibi risk derecesi yüksek ürünler taşımaktadır (Arıcan ve Kara, 2022: s. 209-233)

Denizcilik Genel Müdürlüğü tarafından 08.03.2023 tarihinde güncellenen ve Gemi Sicili İçin Gemi Cinsleri Tanımlama yönergesine göre kimyasal tankerler: *“Uluslararası Kimyasal Maddeler Kod’u bölüm 17’de çizelgesi verilen parlayıcı özellikteki sıvı ürünlerin herhangi birisini dökme halinde taşımaları için inşa edilmiş veya uyarlanmış ve bu amaçla kullanılan ticaret gemileridir.”* şeklinde ifade edilmiştir (Denizcilik genel Müdürlüğü, 2023: s. 7).

IBC Kod Bölüm 17’de belirtilmiş olan yüklerin dökme halde taşınması için kimyasal tanker gemileri inşa edilmektedir. Bu gemiler IBC Kod kapsamında üç türe

ayrılmaktadırlar. Tip 1 sınıfındaki gemiler yüksek düzeydeki risk unsuru taşıyan yüklerin sevki için geliştirilmiş kimyasal tanker gemileridir. Tip 2 ve 3 sınıfındaki gemiler risk düzeyleri tip 1'e göre daha az olan kimyasal yükler ile eşleşmektedir (IMO, ty).

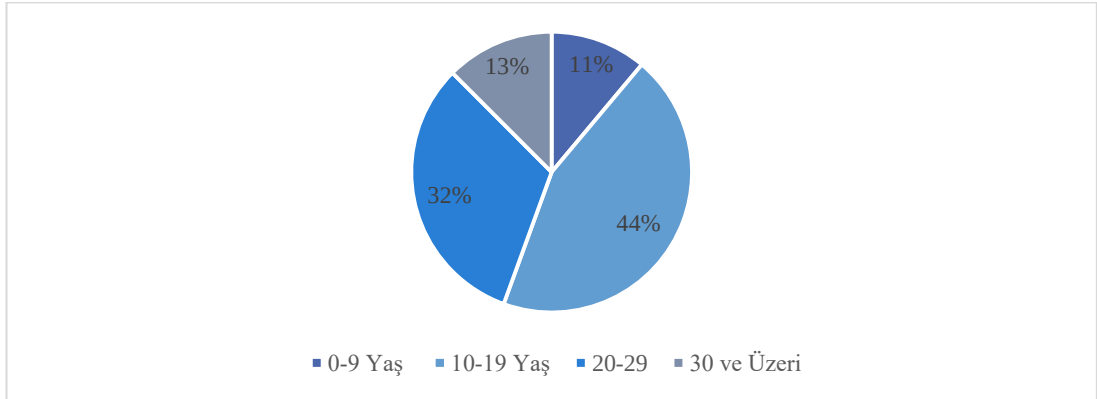
- Tip 1 gemi türü, çok ciddi seviyede bölgesel ve güvenlik tehlikelerine neden olabilecek unsurların önlenmesi için çok yüksek önleyici faaliyetlerin uygulanmasını gerektirir. IBC Kod kapsamında ifade edilen maddelerin taşınmasına olanak sağlamak üzere geliştirilmiş bir kimyasal tanker türüdür.
- Tip 2 kimyasal tanker gemi türü, ciddi seviyede deniz kirliliği tehlikesi bulunan ve kod kapsamında taşınan yüklerin gemi ambarlarının dışına kontrolsüz bir şekilde sızmasını önlemek için önemli önleyici faaliyetleri gerektiren kimyasal tankerdir.
- Tip 3 gemi tiplerinde; tanker gemisi hasarlı bir durumda olsa dahi hayatta kalma kabiliyetini arttırmak için orta düzeyde muhafaza gerektiren, yeterince ciddi çevresel ve güvenlik tehlikeleri olan yükleri taşımak üzere inşa edilmiş kimyasal tanker türlerini kapsamaktadır.

Kimyasal tanker gemileri bazı durumlarda kendi maddi değeri ya da değerini aşan kimyasal maddeleri taşımaktadırlar. Bu yüklerin tanker gemilerine yüklenmesi, boşaltılması ve transferi gemi bünyesindeki yük devreleri aracılığı ile gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla kimyasal tanker gemilerinin yük devreleri paslanmaya karşı dirençli çelik malzemelerden yapılmaktadırlar (Yıldız, 2019: s. 42-43). Şekil 9'da bir kimyasal tanker gemisinin kargo devresi ve yükleme boşaltama istasyonu ifade edilmiştir.



Şekil 9. Yükleme boşaltma istasyonları (Yıldız, 2019)

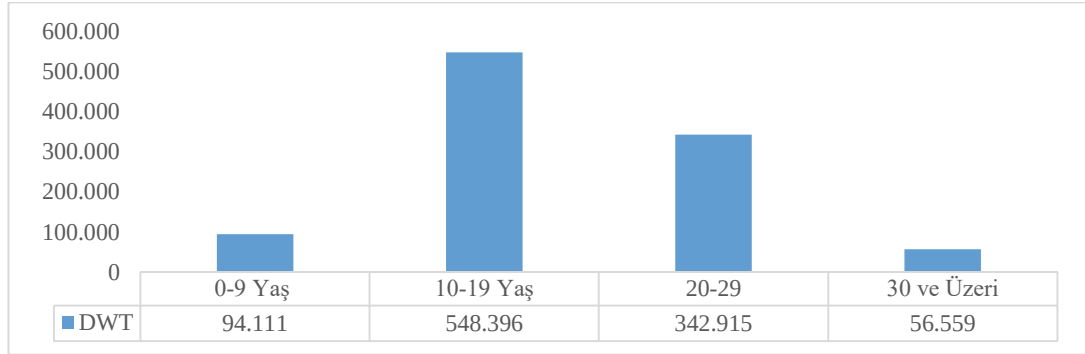
Türk deniz ticaret filosunda yer alan kimyasal tanker gemilerinin adetleri yüzdesel olarak yaş grupları kapsamında aşağıdaki pasta grafiği ile ifade edildiği gibidir. Bu grafik kapsamında %44'lük payla en fazla kimyasal tanker gemisi 10-19 yaş grubunda olduğu görülmektedir. Bu yaş grubunu sırasıyla; 20-29 yaş grubu, 30 yaş üzeri ve son olarak 0-9 yaş grubu aralığı gelmektedir. Bu durum Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 10. Yaş dağılımları (DTO,2024).

Aşağıdaki sütun grafiğinde yaş gruplarında bulunan kimyasal tanker gemilerinin DWT değerleri bakımından toplamaları görünmektedir. Buna göre; 94.111 DWT'lik sekiz tanker gemisi 0-9 yaş grubunda, 548.396 DWT'lik otuz iki gemi 10-19 yaş grubu içerisinde, 342.915 DWT'lik yirmi üç tane gemi 20-29 yaş grubunda ve 56.559

DWT'lik dokuz adet kimyasal tanker gemisi otuz yaş ve üzerinde olduğu görülmektedir. Bu durumu Şekil 11'de ifade edilmiştir.



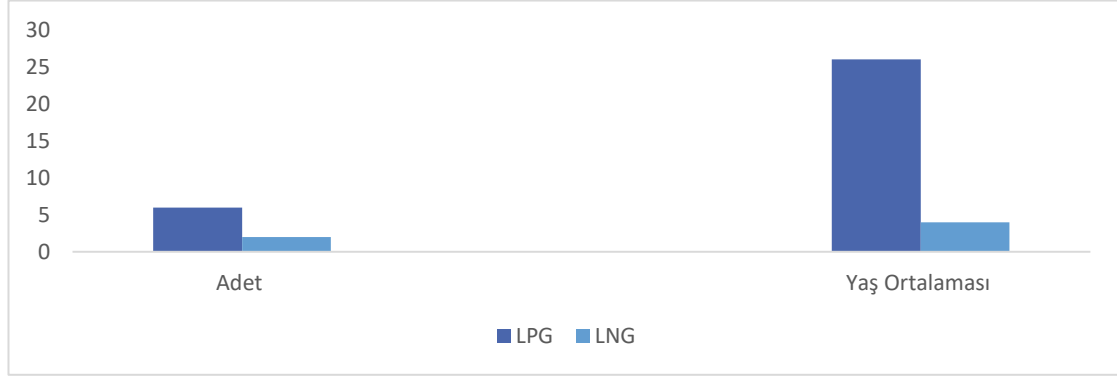
Şekil 11. DWT bakımından (DTO,2024).

Gaz Tankerleri: Uluslararası Gaz Taşıyıcısı (IGC) Kodu bölüm 19'da belirtilen parlayıcı özellikte olan sıvılaştırılmış gaz ya da diğer maddeleri dökme halde taşınması amacıyla tasarlanmış dökme yük gemisi türlerindendir (Denizcilik Genel Müdürlüğü, 2023: s.7). IGC Kod kapsamında; 500 Grostondan küçük olan gemiler ve gemi boyu fark etmeksizin, 37,8 °C sıcaklıkta 2.8 bar buhar basıncına sahip sıvılaştırılmış gazların ve Kodun 19. bölümünde listelenen diğer bazı maddelerin taşınmasında kullanılan gemilere uygulanır (IMO, ty).

Gaz tankerleri, sıvılaştırılmış gaz (LNG) ve sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) yüklerini taşımak için tasarlanmış özel yük gemileridir. LNG tipindeki yüklerin taşınması sırasından tanker gemisinin tank sıcaklığı – 163 derecede olması gerekmektedir. Bu ısı değeri ile doğal gaz normal halinden daha da düşük hacimlere inmesi sağlanır. Böylelikle bir seferde büyük hacimde yük taşınabilmektedir. LNG tipindeki yüklerin taşınması esnasında da tank sıcaklığı – 104 dereceye kadar indirilmektedir. LNG tipindeki yükler gibi LPG tipindeki yükler de yüksek basınç düşük sıcaklık ortamında saklanmaktadır. Böylelikle ölçek ekonomisi sağlanmış olup etkinlik ve verimlilik düzeyi arttırılmış olur. Ayrıca gaz tankerlerinin tank sistemleri çatlama ve burkulmaya karşı dirençli olarak tasarlanmaktadır (Denktaş Şakar, 2013: s. 40).

Türk deniz ticaret filosu incelendiğinde LNG tipindeki gaz tankerinden 2 adet olup DWT bakımından 187.228'dir. Bu iki adet geminin yaş ortalaması 4'tür. LPG

türündeki gaz tankeri sınıfına bakıldığında, Türk ticaret filosu kapsamında 6 adet bulunmaktadır ve DWT bakımından toplam 37.156'dır. LPG tankerlerinin yaş ortalaması 26 olarak tespit edilmiştir. Bu durum Şekil 12'de belirtilmiştir.



Şekil 12. LNG ve LPG Gaz tankerlerinin yaş ortalaması (DTO, 2024)

Diğer tanker tipindeki gemiler aşağıdaki Tablo 5'te ifade edilmiştir.

Tablo 5. Tanker tipleri (Denizcilik Genel Müdürlüğü, 2023)

Tanker Tipi	Tanımı
Asfalt Tankeri	Dökme halde bulunan asfalt ve asfalt ürünlerinin taşınması için geliştirilmiş gemilerdir.
Tanker Şeklindeki Barçlar	Genel itibari ile makineli, az miktarda su çeken, geniş karinalı olup sıvı haldeki dökme yüklerin sevkini sağlamak amacıyla tasarlanmış gemi türüdür.
Atık Alım Tankeri	Deniz araçlarında bulunan katı veya sıvı haldeki atıkların alınması için geliştirilmiş gemilerdir.
Bitkisel ve Hayvansal Yağ Tankeri	Dökme halde bulunan bitkisel ve hayvansal yağ ve ürünlerinin taşınması için tasarlanan tanker gemi tipidir.
Atık Toplama Tankeri	Denizler, iç deniz ve nehirlerdeki katı ya da sıvı halde bulunan atıkların alınması için tasarlanmış gemi türüdür.
Su Tankeri	Sıvı halde olacak şekilde su taşımak için geliştirilmiş tanker gemisidir.

1.3. RİSK KAVRAMI VE ANALİZ SÜRECİ

Risk, belirli bir zaman dilimi içerisinde, beklenmeyen ve istenmeyen bir durumun olma olasılığını ifade etmektedir. Risk, bir tehlike durumu ile bağıntılı olacak şekilde zararın gerçekleşme ihtimalini tanımlar. Risk faktörü olasılık ve belirsizlik olgularıyla bağıntılı bir kavramdır. Ancak her bir olgu farklı durumları ifade etmektedir. Bu kapsamda olasılık kavramı iki şekilde açıklanmaktadır. Olasılığın ilk tanımına baktığımızda bir inanç veya tahmini belirtir. İkinci tanımı değerlendirildiğinde olasılık, istatistik bilimi çerçevesinde şekillenen rastlantı veya şansla oluşan fiziki durumlardır. Belirsizlik kavramı ise gelecekte oluşabilecek durumlar hakkında herhangi bir bilgiye sahip olunamamasıdır. Gelecekte olması mümkün olayların şüphe kavramı kapsamında şekillendiği bir fikri durumdur. Risklerin ölçülmesi ve kontrol altında tutulması için belirli bir yapılandırılmış algoritma uygulanır. Uygulanan bu sürecin amacı tehlikelerin tespit edilmesinin yanında risklerin kontrolüne yönelik uygun kararların alınmasını sağlamaktır. Bu doğrultuda ortaya çıkan risk yönetimi kavramı Amerika Birleşik Devletleri'nde 1950'li yılların sonlarında ortaya çıkmış bir kavramdır. Risk yönetim sistemi ihtimallerin planlanması ve ölçülmesini ifade etmektedir. Her bir olay karşısında beklenen bir olasılığın gerçekleşme potansiyeli olduğunda “eğer olursa ne olur”, “ya olursa” gibi sorularının cevapları aranmaktadır. Risk yönetimi olgusu başlangıçta sigortacılıkla birlikte değerlendirilmiş ve birbirlerini tamamlayacak bir şekilde kullanılmışlardır. Risk yönetiminin esas olarak hedefi, organizasyonların sürdürülebilir bir kararlılık ortamının tesis etmek ve bu bağlamda ihtiyaç duyulan gerekli düzenlemelerin yapılmasını sağlamaktır. Bununla birlikte risk yönetimi kurum ya da kuruluşlardaki can ve mal güvenliğini sağlayarak kurumların kâr kabiliyetlerini korumaktır. Sonuç itibari ile risk yönetimi, firmalarda beklenmeyen kayıpların en az zararla atlatılması için ihtiyaç duyulan faktörlerin planlanması, idare edilmesi ve denetiminin sağlanması olarak ifade edilebilir. Risk yönetimi bir süreç kapsamında gelişen bir faaliyettir. Bu noktada aşağıdaki Şekil 13'te risk yönetim süreci verilmiştir. (Ceylan ve Başhelvacı, 2011: s. 25-33; Emhan, 2009: s. 212-213).



Şekil 13. Risk Yönetim süreci

Şekil 13'e göre risk yönetiminin birinci aşamasında riskin tanımlanması gerekmektedir. Bu aşamada risk düzeyinin yüksek olduğu tahmin edilen bazı faktörle ait belirsizlikler azaltılmaya çalışılır. Yani riskin teşhisi aşaması olarak açıklanabilir. İkinci aşamaya gelindiğinde; tanımlanmış olan risk, karar vericiler tarafından değerlendirilir. Risk faktörünün gerçekleşmesi sonucunda can ve mal üzerinde olası kayıpların gerçekleşme ihtimalini saptanması aşamasıdır. Bu kapsamda öncelik düzeyine göre sıralama işlemi yapılmaktadır. Bu doğrultuda çok önemli riskler, önemli riskler ve önemsiz riskler olacak şekilde risk faktörleri sınıflandırılmaktadır. İlk iki aşamanın tamamlanmasından sonra üçüncü aşamada, riskle mücadele noktasında uygulamaya alınması gereken engelleyici faaliyetler belirlenir. Dördüncü aşamada, seçilen engelleyici faaliyetler uygulanır. Uygulanabilecek her alternatif engelleyici girişim farklı farklı sonuçları beraberinde getirme ihtimali vardır. Bu durum dâhilinde riskler önem derecelerine göre yeniden yapılandırılmalıdır. Son aşamada ise uygulamaya konulan engelleyici faaliyet sonucunda istenilen faydanın ulaşıp ulaşılmadığı sorgulanmaktadır. Elde edilen faydanın çözümün etkinliğini takip edilmelidir. Elde edilen fayda ve beklenen sonuç arasında tutarlı bir denge sağlanamadığında karar alıcı otorite, yanlış alternatif çözümü seçtiği ve uyguladığı sonucuna ulaşılır (Emhan, 2009: s. 210- 2017).

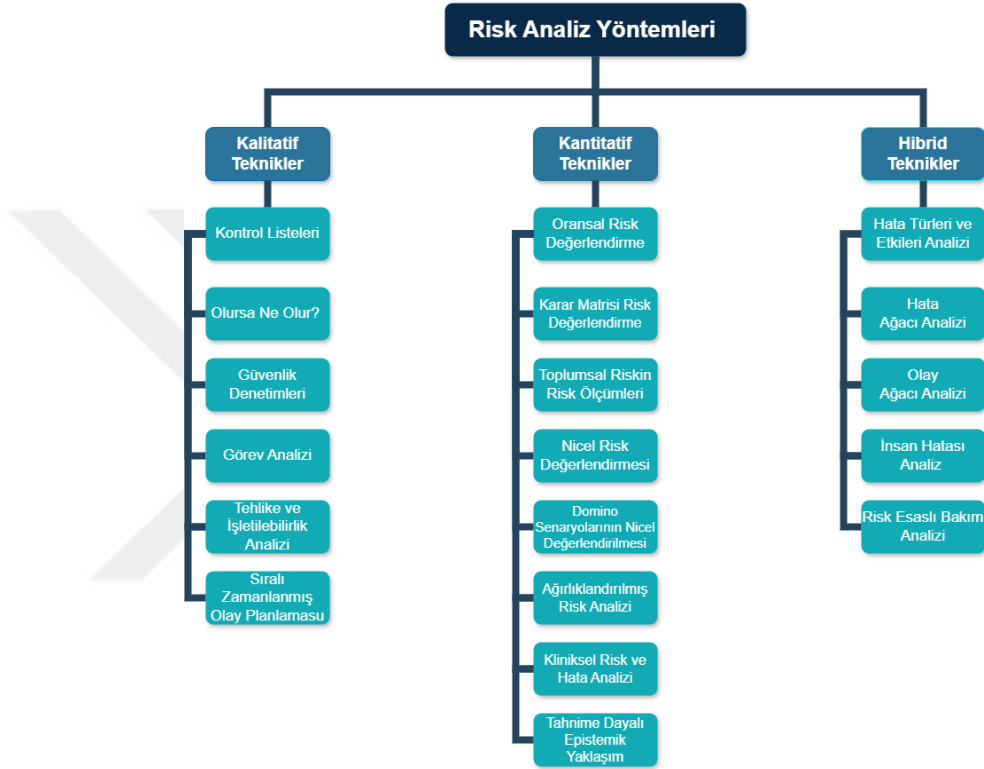
Başka bir ifade ile risk, istenmeyen durumlarla baş başa kalma olasılığı olarak belirtilebilir. Risk esas itibari ile şu anda ve gelecekteki olaylar hakkında net bir bilgiye sahip olunmamasıdır. Günümüz dünyasında risk faktörlerini ortadan kaldırmak, kaldırılamıyorsa etkilerini minimize etmek ya da etkili bir şekilde yönetmek risk yönetiminin temelini oluşturmaktadır. Bu kapsamda risk faktörlerinin analizi, risk unsurlarının doğasını anlama ve risk düzeyini tespit etme süreci olarak tanımlanmıştır. Tespit edilen risklerin önem düzeyi risk ölçekleri ile karşılaştırılması sonucu atanmaktadır (Özbilgin, 2012: s. 88; Kalkan ve Deniz, 2013: s 43-44).

Risk kavramı ve tehlike kavramı birbirlerine benzeyen ancak farklı durumları ifade eden iki farklı olgudur. Bu kapsamda 6631 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununa göre tehlike kavramı: “*iş yerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek, çalışanı veya iş yerini etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyeli*” olarak ifade edilmektedir (Bayram ve Kaya, 2022, s. 762). Buradan hareketle tehlike, canlı ya da cansız nesneler üzerinde hasar, zarar, iş kaybına, çevre veya saygınlık üzerinde negatif etkiye neden olan durumlardır. Tekrar 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununa göre risk “*Tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimali*” olarak tanımlanmaktadır (Bayram ve Kaya, 2022, s. 762).

1.4. RİSK ANALİZ YÖNTEMLERİ

Organizasyonlar faaliyetleri kapsamında oluşabilecek riskleri belirlemek ve onların olası etkilerini azaltmak için risk yönetimi bağlamında geliştirilen yöntemlerden istifade ederler. Bu kapsamda risk analizi ve değerlendirme teknikleri üç ana başlık altında toparlanmış ve ifade edilmiştir. Bunlar; Kalitatif Yöntemler, Kantitatif Yöntemler ve Karma Yöntemler şeklinde sınıflandırmaya tabii tutulmuşlardır. Kalitatif yöntemlerde, risk analiz sürecinde sayısal yaklaşımlar yerine dilsel düşünce yapısı bağlamında analiz süreci yürütülmektedir. Analizi yürüten karar verici kendi öznel deneyimleri kapsamında süreci, riskleri ve risk önem düzeylerini hesaplamaya çalışmaktadır. Hesaplanan risk durumu tanımlanırken rakamsal belirteçlere alternatif olarak; yüksek, çok yüksek ifadeler kullanılır. Bu süreç genellikle belirli bir düzen kapsamında yürütülmemektedir. Kantitatif risk analiz yöntemlerinde ise risk durumu hesaplanırken matematiksel ifadeler kullanılır. Bu türden analiz yöntemlerinde istenmeyen bir durumun oluşma olasılığı, tehlikenin etki

düzeyleri gibi göstergeler sayısal değerler ile etiketlenir. Sayısal değerler ile tanımlanmış durumlar matematiksel analizlerle değerlendirilerek risk düzeyi tanımlanır. Hibrid yöntemler de ise hem kalitatif hem de kantitatif yöntemlerin birleşik olarak kullanıldıkları risk analiz yöntemlerini temsil eder (Ceylan ve Başhelvacı, 2011: 25-33; Marhavilas vd., 2011: s 477- 479; Özkılıç, 2005). Risk analiz yöntemleri Şekil 14’te ifade edilmiştir.



Şekil 14. Risk Analiz Yöntemleri (Mahavilas vd., 2011; Yorulmaz ve Sezen, 2023)

Kalitatif risk analizi yöntemleri grubunda yer alan kontrol listeleri risk analizi metodu; firma, organizasyon, kurum ya da kuruluşlarda oluşma ihtimali olan risklerin numaralandırılarak tehlikeler belirtilir (Taşdemir, 2021: s. 60-65). Bu risk analiz yönteminin bazı özellikleri vardır ve bunlar aşağıda madde madde sıralanarak ifade edilmiştir.

- Ekipman ve insan etkenine bağlı olarak gerçekleşme ihtimali olan risk faktörlerine uygulanır.
- Bir kişi ya da küçük ölçekli bir grup tarafından uygulanabilir.

- Genellikle dokümanlar ve çalışma sahası denetimleri bağlamında gerçekleştirilir.
- Bu analiz yöntemi kapsamında uygunluk ve uygunsuzluklarına göre risk faktörleri biçimlendirilir. Uygunsuzluk grubunda yer alan risk faktörleri için düzenleyici öneriler sıralanır.

Olursa ne olur analizi, hatalara ya da sistem işleyişi noktasında yaşanabilecek performans problemlerine neden olabilecek olası bozulmaları saptamak amacıyla geliştirilmiş bir sistemdir. Analizin uygulandığı alan doğrultusunda hangi faktörlerin hatalara yol açacakları, sonuçları ile birlikte değerlendiren bir yaklaşımdır. Bu analiz yönteminde “Ne Olursa Ne Olur” sorusu kapsamında şekillenen bulgular dâhilinde bulunan risklerin olasılığı ve ciddiyeti ile ilgili bir sonuca varılır (Taşdemir, 2021: s 60-65).

Güvenlik denetimi analizi, güvenli bir çalışma ortamının tesis edilmesi için güvelik tehlikesini barındıran risk faktörleri minimize edilmesine olanak sağlar. Bu kapsamda analiz kapsamına alınan ekipman ya da sürecin; can, mal ve çevresel açıdan olumsuz etkilere neden olabilecek koşullar tanımlanır. Daha sonrasında kişi ya da bir grup denetçi belirlenen risk koşulları karşısında geliştirdiği önlem prosedürünün etkinliğini ifade eden bir rapor oluşturur. Bu rapor sonucunda risk faktörleri karşısında alınması gereken önlemler de belirtilmelidir. Bu türdün bir risk analizi yönteminin ana amacı her türlü iş için geliştirilmiş güvenlik prosedürlerin olmasını ve uygulanmasını sağlamaktır (Bujna vd., 2015: s. 193-194; Marhavilas vd., 2010: s. 479). Güvenlik denetimi analizinin üç önemli avantajı vardır. Bunlardan ilki, bir kaza, maddi hasar ya da çevresel etkilere neden olabilecek ekipman hatasını veya süreç prosedürlerini tanımlamasıdır. Diğer bir avantajı da yöntemin uygulanabilirliğinin esnek olmasıdır. Üçüncü olarak güvenlik denetimi analizinin maliyet etkin bir yöntem olmasıdır.

Görev analizi yöntemi, bir amaç doğrultusunda geliştirilen bir modelin uygulanması notasında çeşitli birimler tarafından üstlenilen faaliyetlerin incelenmesini kapsar. Görev analizi süreci üç adımda gerçekleştirilir, bunlar: İnsan girişimleri ve sistem talepleri ile ilgili bilgilerin edinilmesi, elde edilen bilgilerin bir format kapsamında ya da grafiklerle anlamlı hale getirilmesi ve sistem gereksinimleri ile

operatör kabiliyetleri arasında karşılaştırma yapılması şeklinde üçe ayrılmıştır. Görev analizinin temel amacı, sistem talepleri ile kullanıcı yeteneklerini ortak bir paydada birleştirmektir (Kontogiannis, 2003: s. 4).

Sıralı Zamanlanmış Olay Çizimi (STEP) tekniği: bir tehlikenin oluşmasına neden olan olayların kronolojik olarak değerlendirilmesine imkân tanır. Başka bir ifade ile hatanın oluşmasına neden olan olaylar bağlamında risk sürecinin yeniden yapılandırılmasını sağlar. Analiz kapsamında, olayların gelişimini yatay ve dikey ekseninde gösteren bir STEP çalışması oluşturulur. Bu çalışma sonucunda hata oluşumuna sebep olan durumların olay yapı taşları sunulur. Buna göre; olayın başlangıç tarihi, olayın gerçekleşme zamanı, olayın gerçekleşmesine sebep olan etken, olayın tanımı ve bu veriyi bildiren kaynağın ismi tanımlanır. Son olarak, olaylar belirteçler vasıtasıyla birbirleri ile ilişkilendirilir. İlişkilendirme doğrultusunda, olaylar arasında oluşum zamanına göre durumları gösteren gelen ve giden oklar bulunmalıdır. Duruma göre yaklaşan ve uzaklaşan oklar, olaylar arasındaki bağımlılıkları ve etkiyi gösterir (Marhaviyas vd., 2011: s. 479).

Tehlike ve işletilebilirlik analizi (HAZOP) bir işleyişin operasyonel açıdan ve aynı zamanda sahip olduğu tehditleri belirtmek amacıyla kullanılan bir yöntemdir. HAZOP analizinde süreç tehditlerini saptamak için yol gösterici parametrelerden yararlanılır. HAZOP analizi karar verici öncülüğünde bir beyin fırtınası şeklinde uygulanır. Farklı alanlarda uzmanlaşmış bir araştırma grubu tarafından uygulanmaktadır. HAZOP analizi dört ana etmenden oluşmaktadır. Bunlar: Yapısal ve sistemsel açıdan HAZOP yöntemine uygun bir sürecin oluşturulması, birden fazla alanda uzmanlaşmış kişilerden oluşan çok yönlü bir uygulayıcı grup, Donanımlı bir takım kaptanı ve hataların tespitiye yönelik oluşturulmuş alt bölümler ve yönlendirici kelimeler şeklinde olmuştur (Akman, 2015: s. 61).

Oransal risk değerlendirme analizi (PRAT), hatadan kaynaklanan sayısal olarak ifade edilmiş riski ölçmek amacı ile orantılı bir yöntem kullanır. Risk istenmeyen bir durumun potansiyel çıktıları, maruz kalma faktörü ve olasılık faktörü dikkate alınarak hesaplanır. Riskin nicel olarak hesaplaması: risk faktörü; olasılık, zarar ve frekansın çarpımı ($R = P \times S \times F$) ile saptanmaktadır (Marhaviyas vd., 2011: s. 480).

Karar matrisi risk değerlendirme yöntemi (DMRA), risk tahmininin yapılması amacıyla geliştirilmiş sistematik bir yöntemdir. Bu bağlamda riskler; olasılık, sonuç ve önemleri bakımından ölçülür ve sınıflandırılır. Şiddet ve olasılık değer aralığının kesişimi bir risk sıralamasını verir. Daha spesifik olarak belirtilirse: şiddet (S) ve olasılığın (P) çarpımı bir risk (R) derecesini belirtir (Marhaviyas vd., 2011: s. 480).

Toplumsal riskin risk ölçümleri tekniği, olayların tarihsel kaydına göre seyrini ifade eden bir risk analizi yöntemidir. Kolay uygulanmasının yanında genellikle hem organizasyon hem de kişi riskinin ölçümünü kapsar. Nicel verilerin grafiksel bir tarzda yorumlanmasına olanak sağlayan bir tekniktir. Buna göre toplumsal risk hakkındaki bilgiler basit diyagramlar ile gösterilir. Riskin tolere edilebilirliğini değerlendirmek için kriterleri gösterir Risk azaltma önlemlerinin hedeflenmesine katkıda bulunur (Marhaviyas, 2011: s. 481).

Nicel Risk Değerlendirmesi (QRA) aracı, toz patlaması riski bulunan endüstriyel birimlerin dış güvenliği tesis etmek için geliştirilmiş analiz yöntemidir. QRA risk analizi bağlamında olası senaryolar ve frekanslar belirtilir. Bireysel risk, hatanın meydana geldiği alanın yakınında bulunan kişi için ölümcül olma ihtimali olarak ifade edilir. Toplumsal risk gerçek çevreyi dikkate alır. Analiz uygulamasına konu olan bir tesis yapısal özelliklerine göre iki grupta değerlendirilir. Sonraki aşamada senaryolar ve bunların meydana gelme sıklıkları tespit edilir. QRA analizi dört farklı türde nesne tanımlaması yapmaktadır bunlar: korumasız kişi ya da kişi grupları, arabalar, evler ve ofis binaları. Bunların her biri farklı patlama riskleri karşısında ayrı ayrı koruma seviyelerine sahiptir. Toz patlaması süreci, havalandırma ve patlama sonucu oluşabilecek şarapnel etkisi durumları için incelenmektedir. (Marhaviyas, 2011: s. 481)

Domino senaryolarının kantitatif değerlendirmesi (QADS) risk analiz yöntemi, birincil bir olayın gerçekleşmesinin ardından gözlemlenen sonuçların daha ağır sonuçlara yol açan bir veya daha fazla ikincil olayı tetiklediği bir hata olarak değerlendirilir. Domino kaza senaryoları birincil kaza olayının etkilerinin şiddetlenmesinden kaynaklanmaktadır Bir domino olayını tanımlamak için dört unsur değerlendirilir: ilk olarak domino etkisine sebep olan ilk kaza durumudur. İkinci unursa ilk gerçekleşen kaza olayının neden olduğu şiddetin ikincil potansiyel riskler üzerindeki birincil olayı takip eden yayılma etkisidir. Üçüncü unsur; birincil olayın

yayılmasına neden olan, aynı veya farklı tesis birimlerini kapsayan olası bir ya da daha fazla ikincil kaza durumlarıdır. Son olarak ikincil senaryoların etkisi nedeniyle birincil olayın sonuçlarının artmasıdır. Domino kazalarının sayısal değerlendirmesi, birincil kaza durumu sonrasında gerçekleşebilecek ikinci olayların tüm farklı birleşimlerini de kapsayan bütün güvenilir domino modellerinin tanımlanmasını, tekrar etme sıklığı ve sonuç değerlendirmesini gerektirmektedir (Marhaviyas, 2011: s. 482).

CREA (Klinik Risk ve Hata Analizi) yöntemi, beş aşamada gerçekleşen ve tıbbi alanda kullanılması için biçimlendirilen bir nicel risk analizi yaklaşımıdır. CREA analizi, uygulayıcı sürecin doğrudan gözlemlenmesi veya klinik operatörlerle yapılan görüşmeler aracılığı ile elde edilen verilerin istatistiksel yöntemlerle anlamlandırılmasıdır (Marhaviyas, 2011: s. 483).

Öngörücü Epistemik Yaklaşım (PEA) yöntemi, bu yaklaşım tarzında, eylemlerin belirsizliklerini ölçen matematiksel modellerle süreç kapsamında gelişebilecek anormal eylemlerin tahmin edilmesine olanak tanır. Epistemik yöntemler, olağan dışı gelişen eylemlerden kaynaklanacak hasarın kabaca tahmin edilmesini sağlar. Bu analiz modeli ile beklenmeyen durumlardan kaynaklanan hasar sonucunda kayıpların azaltılması sağlanır (Marhaviyas, 2011: s. 484).

Ağırlıklı risk analizi (WRA) yöntemi kapsamında güvelik faktörünün tesis edilmesi amacıyla kullanılır. Analiz sürecinde, teknik etkenlerin haricinde, ekonomik, çevresel, politik, psikolojik ve toplumsal kabuller gibi faktörlerde önemlilik arz etmektedir (Marhaviyas, 2011: s. 485).

Hata türü ve etkileri (FMEA) analizi, sistemde oluşma ihtimali olan hata sebeplerinin saptanması ve analiz sürecinde olası hatalara atfedilen şiddet, olasılık, ve saptanabilirlik skorlarının çarpımı sonucunda elde edilen risk öncelik sayılarına göre hatalar değerlendirilir ve önceliklendirilir. FMEA analizi, hatanın gerçekleştiği her türlü alanda çözümleri ve öznel yargıları dikkate alarak değerlendirir ve analize konu olan alanın süreçlerine uygulanır (Özkılıç, 2005).

Hata ağacı risk analiz yöntemi (FTA), tümdengelim düşünce yapısına göre işleyen bir analiz yöntemidir. FTA bir organizasyonda yürütülen süreçlerde meydana

gelen kritik hataların sebeplerinin ve bu hataların engellenmesine yönelik önlemlerinin şematik olarak tanımlanmasıdır. FTA yönteminin temel amacı hataların gelişme sürecini, sistemsel veya da insan hatasından kaynaklanan kazaların oluşmasına zemin hazırlayan sebeplerin ifade edilmesidir. FTA kapsamında ana tehlike durumu incelemeye alınır. Daha sonra bu ana olay çerçevesinde alt olaylar şemalarla ifade edilir (Özkılıç, 2005).

İnsan Hatası Analiz Teknikleri (HEAT) veya İnsan Faktörü Olay Analizi (HFEA): İnsanlara ait girişimler birçok iş kolunda farklı kazaların olmasında önemli bir etkidir. İnsan faktörünün içinde olduğu faaliyette insan kaynaklı oluşabilecek hatalarının sistemsel olarak değerlendirilmesiyle daha güvenli ve verimli çalışma ortamının oluşturulması mümkündür (Marhaviyas, 2011: s. 485).

Olay Ağacı Analizi (ETA) yöntemi, karar ağaçlarını kullanan ve başlangıç olayının olası etkilerinin hem görsel hem de mantıksal modeller ile ifade edildiği bir tekniktir. Başlangıç olayını takip eden olası sonuçları belirten ve analiz eden mantık modelinin grafiksel bir temsidir. Modeller, güvence hatları olarak adlandırılan önlemlerin ve dış etkilerin kaza zincirlerinin izlediği yolu nasıl etkilediğini araştırır. Bu teknikte bir sistemde gerçekleşen ilk hata başlangıç pozisyonu ya da referans noktası olarak tanımlanır. Başlatıcı kazadan itibaren adım adım tahmin edilebilen kaza sonuçları bir diyagram bağlamında tanımlanır. Bu analiz olay ağacı olarak tanımlanır. Buna neden olan temel yargı sıralı olayların grafiksel olarak sunulmasından dolayıdır. Olay adedi arttıkça model bir ağaç gibi büyür. Bir olay ağacı, başlatıcı bir olay, olay neticesinde birbirini takip eden olaylardan ve oluşan nihai dizinin neden olduğu sonuçlardan oluşur. Olay ağacı analizinde, bir yapıdaki bütün olaylar grafiksel olarak ifade edilir ve ağaç olayların gerçekleşme sırasına göre ilgili olduğu zaman bağlamında sıralamak için oldukça etkilidir. Uygulama aşamasında ETA, sistem işleyişini iyileştirmek, yürütülen süreç kapsamında temel verilere ulaşmak ve bir yapıyı hatalardan korumak için gerekli uygulamaları belirlemek için kullanılır (Marhaviyas, 2011: s. 486).

RBM Yöntemi (Risk Tabanlı Bakım). Bu, risk kapsamında koruma için çok yönlü bir hibrit (nicel/nitel) yöntemdir ve çeşitli sistemlere ya da süreçlere uygulanabilirliği söz konusudur. RBM yöntemi kapsamında risk unsurları üç boyutta

incelenir. İlk adımda risk tanımlanır. İkinci aşamada risk değerlendirmesi yapılır ve son aşamada risk faktörlerini dikkate alan bir bakım planlaması yapılır (Marhaviyas, 2011: s. 487).

Risk analiz yöntemlerinin sayıca fazla olması hangi durumda hangi analiz türünün kullanılacağı noktasında belirsizliklere yol açabilir. Bu noktada bazı analiz yöntemlerinin Tablo 6 kapsamında değerlendirilmiştir. Tablo 6’da kriterler çeşitli faktörlere göre değerlendirilmiştir.

Tablo 6. Risk analiz yöntemlerinin değerlendirilmesi (Marhaviyas, 2011)

Kriterler	Kalitatif				Kantitatif								Hibrit Yöntemler			
	Kontrol Listesi	Olursa Ne Olur Analizi	Güvenlik denetimi	Görev Analizi	S T E P	H A Z O P	P A R T A	D M R A	Q R A	Q A D S	P A A	W R A	H E A T	F E A	E T A	R B M
Veri Toplama Tehlikeli	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓					✓	✓	
Durumların Tanımlanması		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓
Uygulama İçin Uzman Ekip	✓			✓		✓				✓	✓	✓				
Yüksek Yapılandırma Düzeyi Herhangi Bir Süreç ya da Sisteme Uygulanabilirlik	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Entegre Risk Analizi Şemalarına Dâhil Edilme Olasılığı	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓							
Sistem Tasarımı	✓	✓		✓							✓	✓	✓	✓	✓	✓
İnsan Odaklı Güvenlik Denetimleri			✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓			✓
Ekipman Odaklılık Proaktif Kullanım	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	
Reaktif Kullanım					✓		✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓
Matematiksel Altyapı							✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Grafiksel Gösterim				✓	✓			✓						✓	✓	

Tablo 6. (Devam) Risk analiz yöntemlerinin değerlendirilmesi (Marhavilas, 2011)

Kriterler	Kalitatif				Kantitatif								Hibrit Yöntemler			
	Kontrol Listesi	Olursa Ne Olur Analizi	Güvenlik denetimi	Görev Analizi	S T E P	H A Z O P	P A R T A	D M R A	Q R A D S	Q A D S	P E A	W R A	H E A T	F T A	E T A	R B M
Veri Tabanlarına Dâhil Edilme Olasılığı	✓	✓							✓	✓	✓					
Bilgisayar Otomasyonlu Araç Setlerine Dâhil Edilme Olasılığı					✓		✓	✓	✓					✓	✓	
Potansiyel Risklerin Tahmini					✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bireysel Risk Odaklılık	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓
Toplumsal Risk Odaklılık									✓	✓		✓		✓	✓	✓

İKİNCİ BÖLÜM

2. LİTERATÜR TARAMASI

Tez çalışması kapsamında yapılan literatür taraması, ulusal ve uluslararası veri tabanlarına erişilerek gerçekleştirilmiştir. Literatür taraması esnasında erişilen veri yığınına filtrelemek amacıyla kullanılan anahtar kelimeler Türkçe ve İngilizce dillerinde olacak şekilde taratılmıştır. Bu kapsamda kullanılan anahtar kelimeler: “Hata Türü Etkileri Analizi”, “Failure Mode Effects Analysis”, “FMEA”, “Bulanık AHP”, “Fuzzy Analytic Hierarchy Process”, “FAHP”, “Tanker Taşımacılığı”, “Tanker Gemileri”, “Risk Analizi”, “Denizcilikte Risk Analizi”, “Tanker Taşımacılığında Risk Analizi”, “Tanker Transportation”, “Tanker Ships”, “Risk Analysis in Tanker Transportation”, “Risk Analysis” ve “Maritime Risk Analysis” şeklinde olmuştur. Anahtar kelimelerin taratılması sonucunda ulaşılan çalışmalar hem denizcilik sektöründe yapılmış risk analizi çalışmaları hem de denizcilik sektörü haricinde yapılmış risk analizi çalışmalarıdır. Bu bağlamda tezin bu bölümü iki kısma ayrılarak gerçekleştirilmiştir. Birinci bölümde denizcilik sektöründe yapılmış risk analizi çalışmalarına değinilmiştir. Bu noktada değinilen çalışmalar hem çok kriterli karar verme (ÇKKV) teknikleri ile yapılmış çalışmalar hem de risk analiz yöntemleri ile gerçekleştirilmiş çalışmalar vurgulanmıştır. Ayrıca bu iki grup yöntemlerinin birbirleri ile entegreli olacak şekilde gerçekleştirilmiş çalışmalar da literatür taraması kapsamında değerlendirilmiştir. İkinci bölümde ise tez çalışmasında kullanılan yöntemlerle gerçekleştirilmiş çalışmalara yer verilmiştir.

2.1. DENİZCİLİK SEKTÖRÜNDE YAPILMIŞ RİSK ANALİZİ ÇALIŞMALARI

Tanker taşımacılığı kapsamında yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, Mert ve Çetinyokuş 2020 yılında yaptıkları çalışmada tehlikeli maddelerin deniz yolu ile taşınması sonucunda gerçekleşen kazaların sebeplerinin açıklanmasını hedeflenmiştir. Bu kapsamda 2001 – 2006 yılları arasında gerçekleşen kaza vakalar değerlendirilmiştir. Buna göre tehlikeli yük taşıyan gemilerde, yük yangını kazaya en fazla sebebiyet veren etken olarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında

kazalara neden olan unsurlar hata ağacı analizi ile analiz edilmiştir. Bu analiz sonucunda meydana gelen kazaların temel sebebi; insan, tehlikeli maddenin ısısındaki değişiklik sonucunda gerçekleşen kimyasal değişimler, makine ve donanım hatalarıdır (Mert ve Çetinyokuş, 2020). Arıcı ve arkadaşları, 2020 yılında STS operasyonu sırasında geminin çarpışması durumunu değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada bulanık papyon analizi yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma bulgularına göre STS operasyonu sürecinde olası risklerin azaltılması ve çevre güvenliğinin sağlanması adına deniz güvenliği uzmanları tarafından yönetilmesi sonucu çıkmıştır (Arıcı vd., 2020). Goerlandt ve Montewka'nın 2015 yılında yapmış oldukları bir çalışmada iki geminin çarpışmasında tankerlerde meydana gelebilecek petrol sızıntısı için bir vaka çalışması yapmışlardır. Bu çalışmada Bayes Ağları modelini kullanmışlardır. Bu kapsamda iki aşamalı bir risk modeli geliştirmişlerdir. Model üzerinde yapılan testler sonucunda; modelin, Finlandiya Körfezinde yaşanacak bir kaza durumunu temsil ettiği sonucuna ulaşılmıştır (Goerland ve Montewka, 2015). Liu ve arkadaşlarının 2024 yılında deniz taşımacılığı risk yönetimi için uzman güven ağına dayalı geliştirilmiş bir HTEA yöntemi çalışması yapmışlardır. Bu çalışma ile bir takım iyileştirme önerileri sunulmuştur. Çeşitli alanlarda uzmanlar tarafından bir uzman güven ağı oluşturulmuştur (Liu vd., 2024).

Zaman ve çalışmanın diğer yazarları tarafından 2020 yılında yapılan bir çalışmada, HTEA yöntemi ile Bali boğazında gerçekleşen feribot trafiğinin risk değerlendirmesini yapılmıştır. Gerçekleşen gemi trafiğinin durumunu bölgenin coğrafi özelliklerinin yanı sıra meteorolojik gelişmeler bağlamında kaza riskleri değerlendirilmiş ve bir senaryo oluşturulmuştur (Zaman vd., 2020). Yorulmaz ve Sezen'in 2023, yılında yapmış oldukları çalışmada denizcilik sektöründe uygulanan risk analizi yöntemlerini araştırmışlardır ve buna ek olarak Fine Kinney yaklaşımı ile bir uygulama gerçekleştirmişlerdir. Literatürün taranması sonucu elde edilen 10 adet risk unsuru denizcilik alanında uzman bir kişinin görüşleri dâhilinde Fine Kinney metodu uygulanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre gemi yapısında meydana gelen bozulmalar ölüm riskinin en yüksek olduğu risk olarak belirlenmiştir. Deniz haydutluğu ve çevre kirliliği risklerinin en az risk puanına sahip olduğu görülmüştür (Yorulmaz ve Sezen, 2023). Yorulmaz ve Yeğin'in 2023 yılında liman işletmelerinde tehlikeli yüklerin elleçlenmesine yönelik yapmış oldukları çalışmada Fine Kinney ve

HTEA yöntemini kullanmışlardır. Araştırma bulguları neticesinde düzeltici önlemler tespit edilip literatüre ve sektöre sunulmuştur (Yorulmaz ve Yeğin, 2023). Özay ve arkadaşlarının 2021 yılında gerçekleştirdikleri yayında İstanbul Boğazı geçiş süreçlerindeki olası güvenlik zafiyetlerine yönelik bir tanker gemisinin patlama durumunu incelemişlerdir. Çalışmanın amacı İstanbul Boğazında meydana gelebilecek tanker kazasının olası etkileri değerlendirilmesidir. Aloha yazılımı kullanılarak LNG tankerinde BLEVE senaryosu analiz edilmiştir. Buna göre yaklaşık 4.5 km'deki yapıların tahrip olacağı bununla birlikte ciddi yaralanma vakalarının olabileceği gerçekleştirilen simülasyon aracılığıyla belirlenmiştir. Buna göre patlama noktasının yaklaşık 2 km'lik kısmında 60 saniye içerisinde ölümcül radyasyon yayacağı belirlenmiştir (Özay vd.,2021). Chai ve arkadaşları 2017 yılında gemi çarpışmaları için niceliksel bir risk değerlendirme modeli geliştirmişlerdir. Bu model sonucunda gemi kazasına karışan petrol gemilerinin ciddi sonuçlara sebep olacağı görülmüştür. Buna göre petrol tankeri trafiğinin denetlenmesi ve kontrol altında tutulması gerektiği vurgulanmıştır. Bunun yanında yolcu ve Ro-Ro gemilerinin çarpışma sıklık derecelerinin az olduğu belirtilip karıştıkları bir kaza durumunda insan hayatına mal olabilecekleri vurgulanmıştır. (Chai vd., 2017). Montewka ve diğerlerinin yaptıkları bu çalışmada petrol tankerlerinin çarpışmasına yönelik risk unsurları analiz edilmiştir. Bu çalışmada MDTC tahmin yöntemi kullanılmıştır. Gemi manevraları, yöntem kapsamında değerlendirilmiştir. Bu yöntem Finlandiya Körfezi'ndeki bir kazanın petrol kirliliğine sebebiyet verecek gemilere yani petrol tankeri gemilerine atıfta bulunmaktadır (Montewka vd., 2010).

Chen ve arkadaşlarının 2015 yılında yapmış oldukları bir çalışmada Shenzhen sularında gerçekleşen gemi kazalarının risk analizini yapmışlardır. Bu kapsamda 2003- 2012 yılları arasında gerçekleşmiş kazalar çalışma kapsamına alınmıştır. Bu çalışmada Bayes Ağı ve Hata Ağacı analizi kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre Shenzhen sularındaki kaza riski uyarı öncesi değer seviyesinden daha düşüktür ve dönem boyunca sürekli bir düşüş yaşandığı gözlemlenmiştir (Chen vd.,2015). Menteş ve Helvacıoğlu tarafından 2010 yılında yapılan bir çalışmada, tanker-şamandıra bağlama sistemi için risk analizi uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamada risk analizi yöntemlerinden biri olan Hata Ağacı tekniği kullanılmıştır. Analiz, Yarımcı bölgesinde 12 farklı tanker-şamandıra bağlama sistemi için uygulanmıştır. Bu bağlama

şekilleri için risk indekslerini hesaplanmış ve değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak risk seviyelerindeki artışın %5 ile %1356 oranları arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır (Menteş ve Helvacıoğlu, 2010). Yılmaz ve Balas 2024 yılında yürüttükleri bir çalışmada, dökme türündeki gemilerinde kapalı alan risklerinin belirlemek ve analizlerini gerçekleştirerek dökme yük gemilerinde kapalı alan tehlikelerini önem düzeylerine göre sıralamak için bir çalışma yapmışlardır. Analiz sırasında HTEA yöntemi uygulanmıştır. Bu kapsamda 44 adet hata tespit edilmiş ve RÖS puanları elde edilmiştir. En yüksek RÖS değerine sahip olan hatalar; insan hataları, kapalı alanların fiziksel özellikleri ve taşınmakta olan yük özelliklerinden kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır (Yılmaz ve Balas, 2024). Büyük ve Bayer 2022, kimyevi maddeler taşıyan tanker gemilerinde meydana gelebilecek operasyonel risklerin analizlerinin gerçekleştirilmesi ve risk unsurlarına karşı önleyici tedbirlerin belirlenmesine yönelik bir çalışma yapmışlardır. Buna göre 2000 yılından başlayarak 2022 yılına kadar gerçekleşmiş yangın kaynaklı 288 deniz kazası incelemeye alınmıştır. Bu çalışma neticesinde yönetsel hatalar ve kullanıcı / operatör hataları kaza oluşumuna neden olan ana unsurlardan biridir. En az etkiye sahip olan unsur kargo operasyonları çalışma sonucunda saptanmıştır. Kaza oluşumlarının kök nedeni olarak bilgi ve deneyim eksikliği bu çalışma ile ileri sürülmüştür (Büyük ve Bayer, 2022). Yorulmaz ve Öztürk 2024 yılında tersanelerde gemi havuzlama işlemlerine ilişkin risk analizi gerçekleştirmişlerdir. Araştırma bulgularına göre en yüksek risk puanına sahip olan riskler bağlantı araçlarının personele çarpması, yangın, patlama ve yüksekten düşme olarak tespit edilmiştir (Yorulmaz ve Öztürk, 2024). Arslan ve diğ. 2017’de tanker terminallerinde yükleme boşaltma işlemleri sırasında oluşan kazaların hata ağacı metodu ile analizini yapmışlardır. Buna göre prosedürlere uyulmaması ve bilgi eksikliği en önemli faktörler olmuştur (Arslan vd., 2017). Büyük ve Yorulmaz 2022 yılında, kimyasal tankerlerinde tank operasyonları esnasındaki yangın risklerini değerlendirmişlerdir. GISIS sisteminde kayıtlı olan 2010-2020 yıllarına ait patlama ve kaza raporları değerlendirilmiştir. Hata Ağacı metodu kullanılarak GISIS verileri değerlendirilmiştir. Buna göre oluşan kazaların kök nedenleri personel ve ekipman kaynaklı olmak üzere iki grupta toplanmıştır. Hataların giderilmesi ve önlenmesine yönelik öneriler sunulmuştur (Büyük ve Yorulmaz, 2022). Yüce ve Barlas 2021’de tersane işletmelerinde uygulanan kaynak operasyonlarının denetlenmesi için

kullanılan radyografi işleminin risk değerlendirmesini gerçekleştirmişlerdir. 5x5 L tipi matris yöntemi ile gerçekleştirilen analiz; cihaz, personel ve organizasyon kaynaklı olmak üzere üç kategoride 24 adet tehlike risk analizine tabii tutulmuştur (Yüce ve Barlas, 2021). Bayram ve Kaya 2022’de Trabzon limanında belirlenen tehlikenin Fine-Kinney yöntemi ile risk analizini gerçekleştirmiştir. Buna göre; 13 tane “Tolerans Gösterilemez Risk”, 19 tane “Esaslı Risk”, 40 tane “Önemli Risk” olmak üzere toplam 72 tane risk tespit edilmiştir (Bayram ve Kaya, 2022).

Zhou ve çalışmanın diğer araştırmacıları tarafından 2019 yılında Tanker gemi seferleri esnasında kazaya yakın durumların risk seviyesini tahmin etmek için Adaptif Nöro-bulanık Çıkarım Sistemini (ANFIS) uygulamışlardır. Bu kapsamda kaza durumunu doğrudan etkileyen faktörler, dolaylı olarak etkileyen faktörler ve neredeyse kazaya yol açan temel faktörler analiz edildi. Çalışma sonucunda tanker nakliyesi sırasında güvenliği artırmak için kontrol önlemleri önerilmiştir (Zhou vd., 2019). Fan ve çalışmanın diğer yazarları 2020 yılında Deniz yolu taşımacılığında meydana gelen kazaları etkileyen faktörleri incelemek için Bayes Ağı analiz yöntemini kullanarak risk analizi çalışması yapmışlardır. Bu kapsamda 2012-2017 yılları arasında gerçekleşen kazalar incelenmiştir. Sonuç olarak incelen farklı kaza türleri arasında ortak risk etkenleri; gemi operasyon süreci, gemi türü, gemi segmenti, brüt tonajı ve gövde türü şeklinde saptanmıştır (Fan vd., 2020). Uğurlu ve diğerleri 2015 yılında yürüttükleri bu çalışmada, petrol tankerlerinde 1998-2010 yılları arasında gerçekleşen kazalara ilişkin deniz kazası bilgileri incelemeye alınmıştır. Çalışmada yer alan verilere, Küresel Entegre Nakliye Bilgi Sistemi (GISIS) veri tabanından ulaşılmıştır. GISIS veri tabanındaki kaza kayıtları kullanılarak ArcGIS 10 programıyla petrol tankerleri için deniz kazaları haritası çıkarılmıştır. Sonuç olarak petrol tanker kazaları yüksek riskli bölgelerin; Singapur Boğazı ve Öresund, Bristol Kanalı, Süveyş Kanalı, Hürmüz Boğazı, Büyük Kemer, Pire, Hull, İstanbul Boğazı ve Amsterdam olduğu görülmüştür (Uğurlu vd., 2015). Westgaard ve çalışmanın diğer yazarları tarafından 2007’ de gerçekleştirilen çalışmada bir dizi finansal risk faktörleri tanımlanmıştır. Bu faktörlerin tanker nakliye stok getirileri üzerindeki ampirik etkilerini bir OLS regresyonu kullanarak analiz etmişlerdir. Belirlenen faktörlerden dünya getirisi ve ABD döviz kurunun değer ağırlıklı bir tanker stok portföyünün getirileri ile pozitif korelasyonlu olduğu bulunmuştur. Ham petrol stokları ile ham

petrol taşımaları arasında negatif korelasyon tespit edilmiştir. Petrol fiyatındaki ve tanker filosu büyüklüğündeki değişimler tanker stok dönüşlerini açıklamada önemsizdir (Westgaard vd., 2007). Melnyk ve çalışmanın diğer yazarları risk değerlendirme sürecinin özelliklerini analiz etmişlerdir ve bu sürecin uygulanma kalitesini dünya ticaret filusunda gerçekleşen kaza oranlarıyla karşılaştırmışlardır. Sonuçları bakımından bu çalışma, denizcilik operasyonlarının risk değerlendirmesinin yapılmasına ve bilhassa da insan faktörünün belirli unsurlara gereken özeni göstermeleri durumunda çoğu kazanın önlenebileceği ifade etmektedir (Melnyk vd., 2022). Fu ve çalışmanın diğer yazarları yaptıkları çalışmada Arktik denizinde meydana gelen deniz kazalarını azaltmak ve söz konusu ulaşım sisteminin güçlendirilmesini hedeflemişlerdir. Bu kapsamda Arktik sularında faaliyet gösteren gemilerin risk değerlendirmesini yapmışlardır. Bu doğrultuda yazarlar; buz navigasyonunun kaza senaryolarını ve potansiyel risk etkileyen faktörlerini, Arktik sularında buz navigasyonu için navigasyon risklerini ve geminin deniz buzu ortamındaki seyir durumunu gözlemleyerek iyileştirici önlem dizinini oluşturmaya çalışmışlardır (Fu vd., 2023). Tomasz tarafından 2020 yılında yapılmış bir çalışmada Baltık Denizi'nin coğrafi ve hidrometeorolojik koşulları bağlamında bölgede gerçekleşen deniz ticaretini konu almıştır. Bu kapsamda yazar, Baltık Denizi'ndeki deniz kazası olma ihtimalinin minimize etmeyi amaçlamaktadır. Bununla birlikte deniz trafik mühendisliği, gemi inşası ve Baltık devletlerinin petrol sızıntısına karşı müdahale yeteneklerinin risk analizi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca yayın, deniz alanlarıyla ilgili bir kriz durumunun tanımını önermekte ve bir deniz kazası veya olayının deniz alanlarında ne zaman bir kriz durumu yaratabileceğini ortaya koymaktadır. Buna göre gemi mürettebatının yeterli düzeyde olması ve sürekli eğitim faaliyetlerinin benimsenmesi gerektiği vurgulanmıştır (Tomasz, 2020).

2.2. FMEA VE FAHP YÖNTEMLERİ KULLANILARAK GERÇEKLEŞTİRİLMİŞ RİSK ANALİZİ ÇALIŞMALARI

Hu ve çalışmanın diğer yazarları 2009 yılında Avrupa Birliği (AB) Tehlikeli Maddelerin Kısıtlanması (RoHS) yönergesi doğrultusunda yeşil bileşenlerin giriş kalite kontrol (IQC) aşamasındaki risklerini analiz etmek amacıyla FMEA kullanılmıştır. Bu çalışmada FAHP, belirlenen dört faktörün göreceli ağırlıklarını belirlemek için uygulanmıştır. Çalışma sonuçları, yeşil bileşen risk önceliği numarası (GC-RPN) 7'nin üzerindeyken yüksek riskli yeşil bileşenlerin tespit oranının en az %20'ye kadar iyileştirilebileceğini ve en yüksek riskli yeşil bileşenlerin GC-RPN içinde 9 ile 10 arasında yani %46,2 oranında artırılabilirliğini ifade etmektedir (Hu vd., 2009). Altubaishe ve çalışmanın diğer yazarları tarafından 2019 yılında risk tabanlı bir ortamda tedarikçi seçimi için AHP-PROMETHEE algoritmaları destekli hibrit bir FMEA çalışması yapılmıştır. FAHP kapsamında en iyi tedarikçinin seçimi ağırlıklı RPN değerine dayanırken, hibrit AHP PROMETHEE yönteminde en iyi tedarikçinin seçimi üstünlük puanına dayanmaktadır. Analizleri gerçekleştirebilmek için vaka çalışması yapılmıştır. Sonuç olarak: AHP-PROMETHEE algoritmalarına dayalı FMEA; FAHP yöntemine göre uygulama kolaylığı, sonuçların doğruluğu ve daha yüksek katılımı temelinde tercih edilen yöntem olmuştur (Altubaishe vd., 2019). Yarandi ve çalışmanın diğer yazarları 2023 yılında, elektrik dağıtım sektöründe çalışan birçok insanın görevlerini yerine getirirken elektrik enerjisine maruz kalmaları ve olası elektriksel hasarların belirlenmesi için risk analizi çalışması yapmışlardır. Bu çalışmada, elektrik dağıtım sektöründe FAHP dayalı yeni bir Elektrik Endüstrisi Güvenlik Risk Endeksi (EISRI) geliştirilmesi amaçlanmıştır. Elektrik dağıtım sektöründeki yaygın faaliyetler on gruba ayrılmıştır. Risk analizi kapsamında 30 uzmanın katılımıyla üç aşamada olacak şekilde bir Delphi çalışması yürütülmüştür. Her bir iş grubundaki bileşenleri ve parametreleri önem ağırlıklarının belirlenmesi için FAHP kullanılmıştır. Son aşamada ise, EISRI'nin sonuçları FMEA yöntemi ile karşılaştırmışlardır. Risk düzeyini belirlemede en etkili bileşen, 0,537 ağırlıkla kişisel bileşen (PC) oldu. Kişisel, çevresel ve örgütsel bileşenlerin her biri ve tüm model için Cronbach alfa değerleri sırasıyla 0,90, 0,85, 0,82 ve 0,86 idi ve model güvenilirliği doğrulandı. EISRI yönteminden elde edilen sonuçlar FMEA yöntemi ile

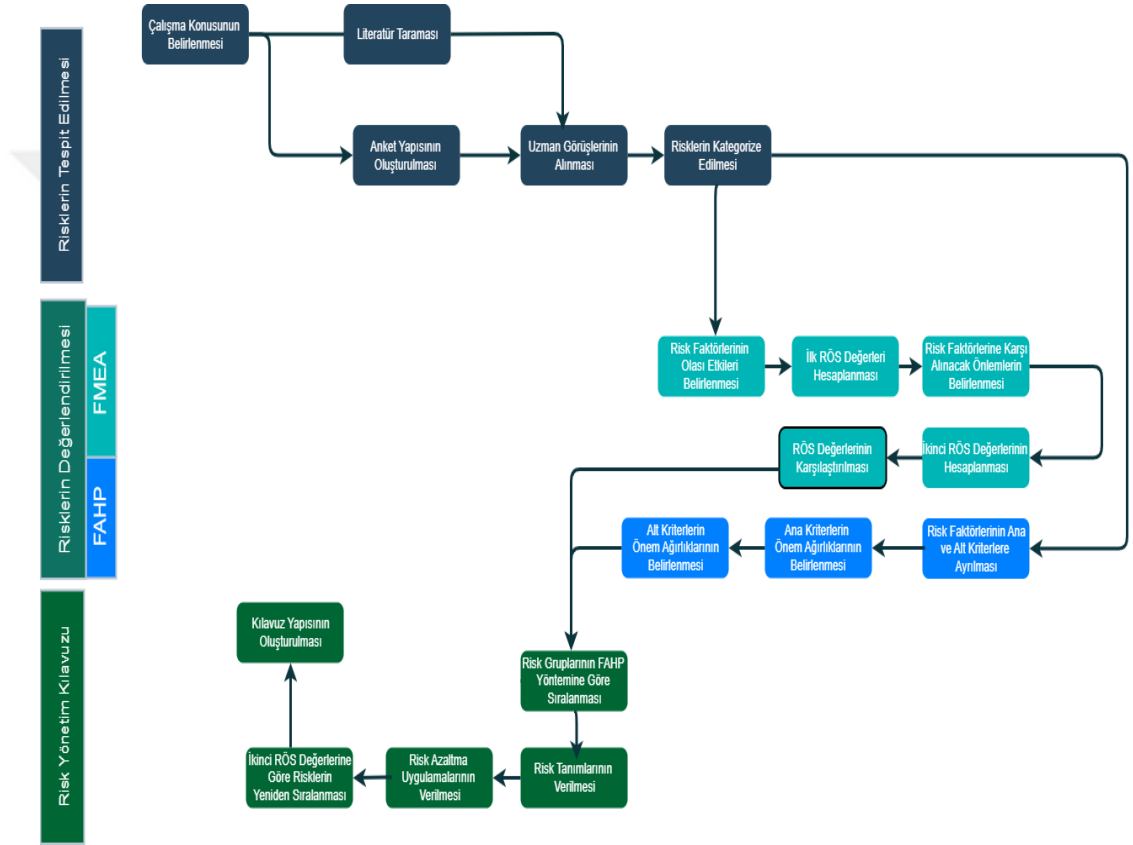
karşılaştırıldığında, her iki yöntemin sonuçları birbirine benzer olduğu gözlemlenmiştir ($p < 0,05$) (Yarandi vd., 2023).

Kılıç ve diğerleri 2023 yılında tedarik zincirinde karşılaşılabilecek risklerin incelenmesi için FMEA ve FAHP yöntemleri ile bütünlük bir analiz çalışması gerçekleştirmiştir. Bu kapsamda, tedarik zincirinde meydana gelebilecek hasarı minimize etmek amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, literatürdeki çalışmalar ve uzman görüşleri ile olası risklerin tespit edildiği bir risk değerlendirme konsepti ileri sürülmüştür. FMEA ve FAHP yöntemleri bütünlük olarak kullanılmıştır. Önerilen metodolojiyi bir firmada uygulamışlardır. Buna göre en önemli kriterler; tutarsız tahminler, döviz kuru belirsizliği ve beklenmeyen veya değişken müşteri talebi olarak tespit edilmiştir (Kılıç vd., 2023). Aryani ve diğerleri 2022 yılında yapmış oldukları makale çalışmasında tofu üretiminde entegre risk analizi için FMEA ve AHP yöntemlerini kullanarak ve düşük soya fasulyesi kalitesi ve uygun olmayan hammadde dozajı gibi temel risk faktörlerini belirlemişlerdir. FMEA yöntemi sonucunda en yüksek RPN değerine sahip hammaddeler 720 RPN değeri ile düşük soya fasulyesi kalitesi riski olmuştur. Üretim süreci için En yüksek RPN risk etkeni 320 RPN değerine uygun olmayan destekleyici hammadde dozu oluşmuştur. Bitmiş ürün risk faktörü kapsamında 36 RPN puanı ile paketlenildiğinde hasarlı tofu riskidir. AHP yöntemi kullanılarak veri işleme sonuçları, en yüksek değerlere sahip kriterin 0,600 değeriyle fayda kriteri olduğu bilinmektedir. Hammadde riskinde, yani soya fasulyesinin kalitesinin iyi olmamasında, seçilen alternatif stratejinin 0,738 değeri ile en iyi hammadde tedarikçisini kullanmak olduğu bilinmektedir. Üretim sürecinin riskinde, yani destekleyici hammaddelerin dozunun uygun olmaması durumunda, seçilen alternatif stratejinin 0,671 değeriyle bir Standart Çalışma Prosedürü (SOP) yapmak olduğu bilinmektedir (Aryani vd., 2022).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. YÖNTEM

Tez çalışmasında deniz yolu tanker taşımacılığında gerçekleşmesi durumunda can-mal ve çevre güvenliğini tehlikeye atacak risk olgularının değerlendirilmesi için FMEA ile birlikte FAHP yöntemlerinin uyguladığı bir metodoloji oluşturulmuştur. Tez çalışmasında süreç aşağıdaki Şekil 15'teki gibi gerçekleşmiştir.



Şekil 15. Metodolojik plan

Metodolojinin ilk aşamasında çalışma konusu belirlenmiştir. Bu aşamada konunun sınırlılıkları ve kapsamı belirlenmiştir. Bu doğrultuda konu: “Deniz yolu Tanker Taşımacılığında İki Aşamalı Risk Analizi Uygulaması” şeklinde belirlenmiştir. Bu aşamadan sonra konu bağlamına uygun literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Risk olgularının saptanması ve çalışma metodolojisinin sağlıklı bir şekilde uygulanması için uygun anket formu hazırlanmış ve uzman sektör temsilcileri ile paylaşılmıştır. Anket sonuçları kapsamında risk faktörleri belirlenmiştir. Elde edilen risk faktörleri altı grup başlığı altında kategorize edilmiştir.

Tespit edilen risk faktörlerinin olası etkileri anket aracılığı ile elde edilmiş FMEA tablosuna aktarılmıştır. FMEA yöntemi ile riskler; şiddet, olasılık ve tespit edilebilirlik ölçekleri dâhilinde işlenerek risklerin ilk olarak “Risk Öncelik Sayısı (RÖS)” tespit edilmiştir. Ayrıca FMEA analizi kapsamında belirlenen risk olgularının gerçekleşmesini önlemeye yönelik iyileştirici tedbirler de sektör temsilcileri tarafından belirtilmiştir. Bu düzenleyici faaliyetlerden sonra RÖS değerleri yeniden hesaplanarak süreç üzerindeki iyileşme gözlemlenmiştir. Metodoloji kapsamında uygulanan ikinci teknik FAHP yöntemi olmuştur. Bu analiz kapsamında risk faktörleri ana ve alt kriterler olacak şekilde gruplandırılmıştır. FAHP tekniği ile risk faktörleri kendi aralarında ikili karşılaştırmaları yapılmış ve risklerin önem ağırlıkları tespit edilmiştir. Bu doğrultuda ana ve alt kriterlerin önem ağırlıkları belirlenmiştir. Metodolojinin son aşmamasına gelindiğinde FMEA ve FAHP çıktıları doğrultusunda, gemilerde riskle mücadele noktasında süreci destekleyecek bir kılavuz yapısı oluşturulmuştur. Kılavuzda risk gruplarının önem düzeyi FAHP kriteri baz alınarak önem derecesi en büyük olan gruptan en düşük olan gruba, yukarıdan aşağıya olacak şekilde sıralanmıştır. Bir diğer bölümünde ise bu risk grubu içerisinde yer alan risk faktörlerinin kısaca tanımlamaları yapılmıştır. Tanımlamanın ardından risklere uygun gelen önleyici faaliyetler kılavuza entegre edilmiştir. Son kısımda ise risk faktörleri, ikinci RÖS puanlarına göre RÖS değeri en büyük olan riskten başlayarak en düşük olan risk faktörüne kadar sıralanmıştır. RÖS puanlarının gösterimi ise ısı haritası tablosu şeklinde gösterilmiştir. Bu tablo oluşturulurken üç adet RÖS puanı belirleyici parametre olarak belirtilmiştir. Bu bağlamda ilk puan; 1, ikinci puan 40 ve son puan 100 olarak sisteme Microsoft Excel sistemine tanımlanmıştır. Böylece risk unsurları üzerinde tekrar iyileştirici faaliyetlerin uygulanmasına ihtiyaç olup olmayacağı anlaşılabacaktır.

3.1. HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ (FMEA)

Bu risk analiz yöntemi gerçekleşme potansiyeli olan hata ya da risklerin önlenmesine yönelik geliştirilmiş bir yöntemdir. Bu teknikle birlikte belirlenen her risk için; şiddet, olasılık ve saptanabilirlik tahminleri gerçekleştirilmektedir. Bu analiz yönteminde bir süreç, ürün ya da sistemde olması muhtemel kusur veya hataların önceden belirlenmesine imkân tanıyan mantıksal bir metottur. FMEA tekniği;

tümevarımcı bir bakış açısı ile hataların tespit edilmesi, tespit edilen hatalar için öncelik puanları atamak ve belirlenen hataların giderilmesine yönelik tedbirlerin geliştirilmesine imkân tanımaktadır. Temel kural bir sistem dâhilinde gerçekleşmesi mümkün riskleri tespit etmek ve önleyici adımları belirlemektir (Yılmaz, 2000: s. 471-480; Özakın, 2021: s. 1206; Yorulmaz vd., 2022: s. 297- 302). FMEA yöntemi, ilgili alanda uzmanlaşmış bireylerin bir araya gelerek oluşturdukları bir ekip dâhilinde yürütülen analiz tekniğidir. Bu tür araştırmalar için kurulan ekiplerde alanında uzman, araştırma konusuna hâkim ve oluşturulması beklenen çok disiplinli yapının işleyişine uyum sağlayabilecek kişilerden oluşmaktadır (Elitaş vd., 2009: s. 64).

Başka bir ifade ile FMEA, ürün ya da hizmet üretimi noktasında oluşması mümkün hataların tespit edilmesinin yanında belirlenen hataların; şiddet, olasılık ve saptanabilirlik seviyelerine göre derlenmesi olarak ifade edilmektedir. FMEA, hataların bir plan çerçevesinde analiz edilmesi, iyileştirici ve koruyucu faaliyetlerle hata sonucunda oluşan kayıpların azaltılması, sistem ya da süreç güvenliğinin artırılması noktasında önemli bir risk analiz yöntemidir. FMEA tekniği hataların nedenlerini tanımlama ve hataların olumsuz etkilerinin yok etme ya da en aza indirme noktasında oldukça güçlü bir analiz türüdür (Toraman ve Gökkaya, 2023: s.27-35).

3.1.1. FMEA Yönteminin Tarihçesi

FMEA tekniği, ABD ordusu için uçuş kontrol sisteminin oluşturulması amacıyla ilk kez 1949 yılında uygulanmıştır. Bu amaç doğrultusunda 1949 yılında “*Hata Türleri, Etkileri ve Kritiği Analiz Etmek İçin Prosedürler*” adlı kitap yayımlanmıştır (Elitaş vd., 2009: s. 64- 67). Akabinde, 1960-1965 yıllarını kapsayan beş yıllık süreçte NASA (National Aeronautics and Space Administration) tarafından sistem ve ekipman hatalarının tahmin edilmesi için uygulamaya konulmuştur (Özfırat, 2014: s. 756). NASA, Apollo projesi kapsamında sistem emniyeti ve kalite standartlarının geliştirilmesi için uygulanmıştır. 1965 yılı itibari ile FMEA tekniği ABD silahlı kuvvetlerinde askeri standart olarak tanınmıştır. 1970 – 1975 yılları arasında ABD havacılık sektöründe FMEA analizi “SMC 800-31” kodu ile uygulanmıştır. FMEA tekniği 1980 yılı itibari ile yaygınlaşmış ve artık kullanım alanları artmaya başlamıştır. Bu yöntem; ilk olarak askeri anlamda üretilen ürün ve hizmetlerindeki kaliteyi arttırmak için kullanılmaya başlanmıştır. 1980 yılına kadar geçen süreçte Ford,

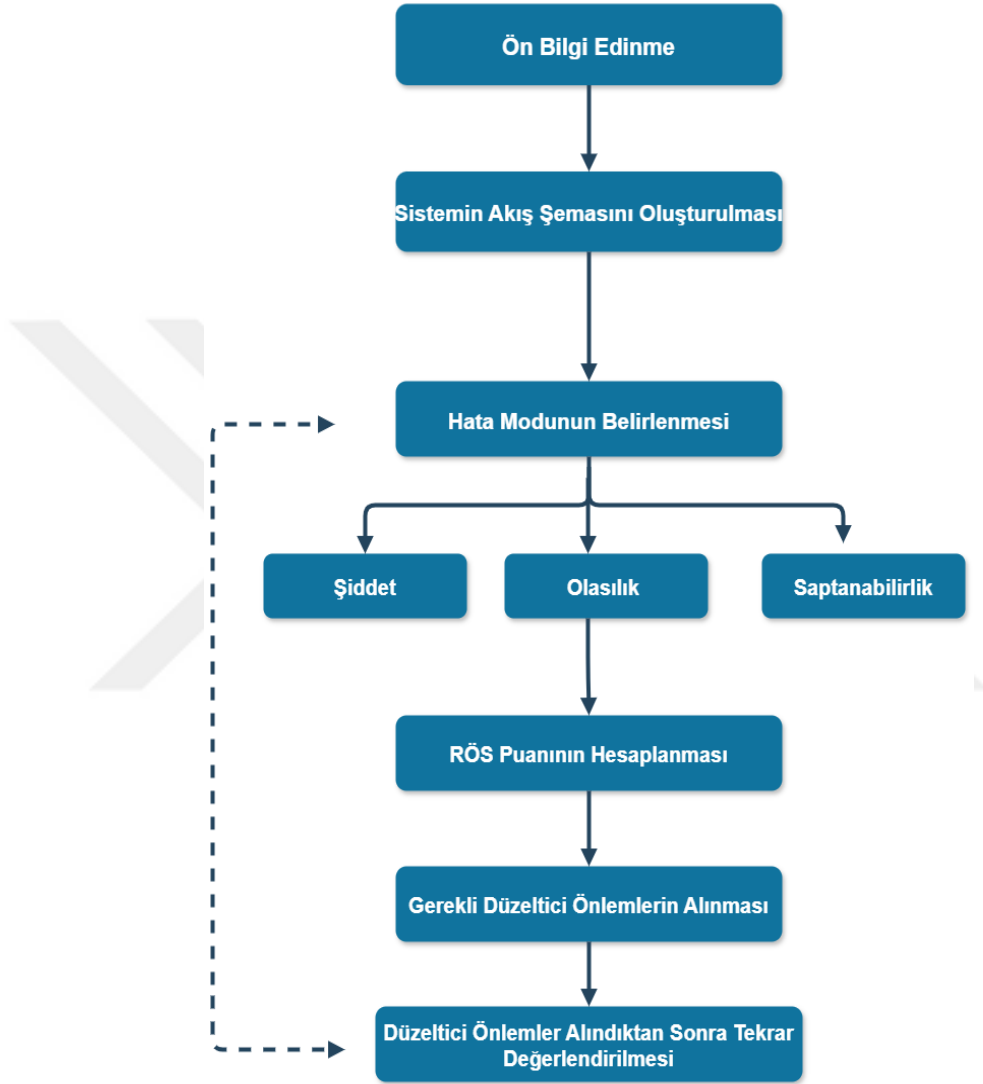
Renault ve Citroen gibi markalar tarafından kullanılmıştır. 1990'lı yıllara gelindiğinde FMEA yöntemi sağlık sektöründe de kullanılmaya başlanmıştır. İlaçların dağıtım sürecinde oluşabilecek hataların tespiti ve onların önlenmesine yönelik FMEA çalışmaları yürütülmüştür. Günümüzde FMEA uygulamaları oldukça geniş bir yelpazede uygulanmaktadır. Otomotiv sektöründen kimya sektörüne ve bilişim endüstrisinden kimya endüstrisine kadar pek çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır (Toraman ve Gökkaya, 2023: 27- 35).

3.1.2. FMEA Türleri

FMEA yöntemi dört türde olacak şekilde kendi içinde sınıflara ayrılmıştır. Bunlar; Tasarım FMEA, sistem FMEA, süreç FMEA ve hizmet FMEA şeklinde dört farklı türe ayrılmıştır.

- **Tasarım FMEA:** ürün ya da hizmetin üretim esnasında veya öncesinde yürütülen FMEA çalışmasını ifade etmektedir. Bu türde yapılan bir FMEA uygulamasında belirlenen hatalar tasarım sürecinde yaşanan eksiklik ya da kusurlardan meydana gelmektedir. Bu süreçte tespit edilen hata türlerinin giderilmesine yönelik iyileştirici faaliyetler belirtilmektedir (Akgün, 2017: s. 3; Toraman ve Gökkaya, 2023: s. 27-35).
- **Süreç / Proses FMEA:** Bir ana süreç ve buna bağlı olarak gelişen alt süreçlerin FMEA analizi kapsamında değerlendirilmesidir. Prosesin işleyiş akışını bozan hata türlerinin belirlenmesi ve bu hataların giderilmesine yönelik prosedür tanımlanmaktadır (Elitaş vd., 2009; Toraman ve Gökkaya, 2023: s 27-35).
- **Sistem FMEA:** Tüm ekipmanların ve modellemelerin tamamlanmasından sonra tanımlanan hataların giderilmesini sağlamak ya da sistemi etkinliğini optimum düzeye ulaştırmak amacıyla gerçekleştirilen bir FMEA sürecidir. Bu noktada sistem ve sistemi oluşturan bileşenler analiz kapsamında değerlendirilir (Akgün, 2017: s. 3).
- **Hizmet FMEA:** Bir ürün ya da hizmetin müşteriye ulaşmadan önce değerlendirilmeye alındığı bir FMEA türüdür. Burada müşteriye sunulan hizmette sıfır hataya yaklaşmak hedeflenmiştir (Toraman ve Gökkaya, 2023: s. 27-35).

Yürütülen bu tez çalışmasında deniz yolu tanker taşımacılığında karşılaşılabilecek muhtemel risk olguları, FMEA analizi ile işlenmiştir. Dolayısıyla bir süreç değerlendirme kapsamına alındığından dolayı bu çalışma Süreç FMEA türü kapsamında gelişmiştir. Şekil 16’da FMEA yönteminin uygulama süreci verilmiştir.



Şekil 16. FMEA yönteminin uygulama süreci (Ervural, 2023)

- **Hata Türünün Belirlenmesi:** Hata türü kavramı kurulan sistemin işlevsel özelliklerini gerektiği gibi uygulayamaması durumudur. Bir diğer ifade ile bir sistem ya da bu sistemi oluşturan bileşenlerin kullanım ömrü şeklinde tanımlanması mümkündür. Hata türü tespit edilirken sistemin her bir parçası için derinlemesine inceleme yapılır. Bu süreçte gerçekleşme ihtimali olan hatalar da göz önünde bulundurulmalıdır. Olası hatalar bu şekilde tespit

edilmektedir. FMEA uygulamaları hata türlerini etkin bir şekilde belirleyebilir. FMEA mantığı ile hatalara sebep olan etkenler tespit edildikten sonra hata etkileri belirlenir (Ervural, 2023: s. 468).

- **Hata Etkisinin Belirlenmesi:** Bir hata türünün etkisi hem parça üzerinde hem de sistem genelinde gözlemlenebilir. Kullanıcı memnuniyet derecesi, hata türlerinin etkisini tespit etmek için oldukça önemlidir. FMEA yönteminin uygulanması esnasında yapılan analizlerde tespit edilen hataların önceliğini açıklayan üç bileşen: şiddet, olasılık ve saptanabilirlik ölçütleridir (Ervural, 2023: s. 468).
- **Hata Şiddeti:** Hata şiddeti, gerçekleşmiş ya da gerçekleşme ihtimali olan hata türünün bir sonucu olarak tanımlanmaktadır. Şiddet, bir hatanın etki seviyesini ifade eder (Ervural, 2023: s. 468). FMEA tekniğinde risk şiddeti ölçülürken oluşturulmuş bir ölçek kullanılır. Buna göre risk etkileri 1 ile 10 arasında puanlandırılır. 1 en düşük risk etkisini ifade ederken 10 en yüksek risk tesirini ifade etmektedir (Yılmaz, 2000: 143). Tablo 7’de şiddet ölçeği verilmiştir.

Tablo 7. Şiddet ölçeği (Yılmaz, 2000)

Derece	Kriter
10	Hata, çok büyük sorunlara, sistemin işlevsizleşmesine ve yasal uyumsuzluklara yol açar.
8 – 9	Hata, yüksek seviyede memnuniyetsizliğe sebep olur ve sistemin işlevselliğini etkiler.
6 – 7	Hata, müşteri memnuniyetsizliği ile sistem verimliliğini düşmesine neden olur. Onarım gerekir.
3 – 5	Ürün performansı veya süreç üzerinde küçük şiddette etki. Hata müşteri tarafından fark edilir ve ürün kullanımında bazı rahatsızlıklar yaşanır.
1 – 2	Ürün performansı veya süreç üzerinde önemsiz etki. Hata müşteriler tarafından fark edilmez.

- **Hata Olasılığı:** Bir parça ya da sistemde tespit edilen hata, bir başka türde hataların oluşmasına zemin hazırlar. Hatanın ortaya çıkabilme durumunu anlatır (Ervural, 2023: s. 469). FMEA tekniğinde olasılık durumu, riskin frekansını ifade etmektedir. Başka bir ifade ile hata ya da riskin gerçekleşmesi, ürünün ya da sistemin kullandığı süre müddetince hataların ortaya çıkma

ihtimalini belirtmektedir (Eren ve Pamuk, 2020: s. 1536). Olasılık derecelendirmesine ait değerler Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Olasılık dereceleri (Eren ve Pamuk, 2020)

Olasılık	Oran	Derece
Hemen hemen kesin	1/2’den fazla 1/3	9 – 10
Çok yüksek	1/8	7
Yüksek	1/20	8
	1/80	4
Orta	1/400	5
	1/2000	6
Düşük Çok Düşük	1/15000	2
	1/150000	3
Hemen Hemen Olanaksız	1/1500000’dan düşük	1

- **Hata Tespiti / Saptanabilirlik:** Saptanabilirlik etkeni risk veya hatanın gerçekleşmeden önce hangi ölçüde öngörülebileceği ile alakalı durumu ifade etmektedir (Özfırat, 2014: s. 757). Bu hususa ait değerler Tablo 9’da detaylandırılmıştır.

Tablo 9. Saptanabilirlik etkeni (Özfırat, 2014)

Derece	Tespit Etme
10	İmkansız
9	Çok zor
8	Zor
7	Çok az
6	Az
5	Orta
4	Ortanın üstü
3	Yüksek
2	Çok yüksek
1	Hemen hemen kesin

3.1.3. Risk Öncelik Sayısının (RÖS) Bulunması

FMEA yönteminde; şiddet, olasılık ve saptanabilirlik bileşenlerinin çarpımı ile Risk Öncelik Sayısı bulunur (RÖS). Şekil 17’de bu durum formüle edilmiştir. Olasılık bileşeni tehlikenin meydana gelme sıklığını göstermektedir. Şiddet değeri risk ya da

tehlikenin gerçekleşmesi esnasında ne ölçüde etki yaratacağını ifade etmektedir. Saptanabilirlik bileşeni ise hatanın meydana gelmeden önce ne ölçüde saptanabileceğinin değeridir (Özfırat, 2014: s. 756). Böylelikle hataların öncelik değerleri hesaplanır. Bu noktada hatalar RÖS değerlerine göre büyükten küçüğe sıralanması yapılır (Ervural, 2023: s. 469).



Şekil 17. Risk Öncelik Sayısı

RÖS değerleri açısından önemli iki kırılma noktası vardır. Bunlar aşağıda belirtilmiştir (Ervural, 2023: s. 469).

- Eğer RÖS değeri <40 ise iyileştirme yapmaya gerek duyulmamaktadır.
- Eğer RÖS değeri <40 <ise iyileştirme uygulamalarını yapılmasına gerek duyulabilir.
- Eğer RÖS değeri > 100 ise iyileştirme uygulamalarının yapılması zorunludur.

3.1.4. Gerekli Düzeltici Önlemlerin Alınması

İyileştirici önlemler, oluşabilecek bozuklukların nedenlerini minimum düzeye çekmek amacıyla ya da meydana gelme olasılığını tamamen ortadan kaldırmak için uygulanan düzeltici önlemlerdir. Düzenleyici uygulamalarla elde edilen RÖS minimum seviyeye çekilir. Bu süreçte aşağıdaki maddeler dikkate alınmalıdır (Ervural, 2023: s. 470).

- Hatanın meydana gelme olasılığını en düşük seviyeye çekebilmek için süreç optimizasyonunun yapılması.
- Şiddet değerini minimum seviyeye çekmek için ürün veya sürecin tasarım aşamasının optimizasyonunun sağlanması.
- Hata türünün saptanma olasılığını arttırılması için, ürün ya da sistemin tekrar değerlendirilmelidir.

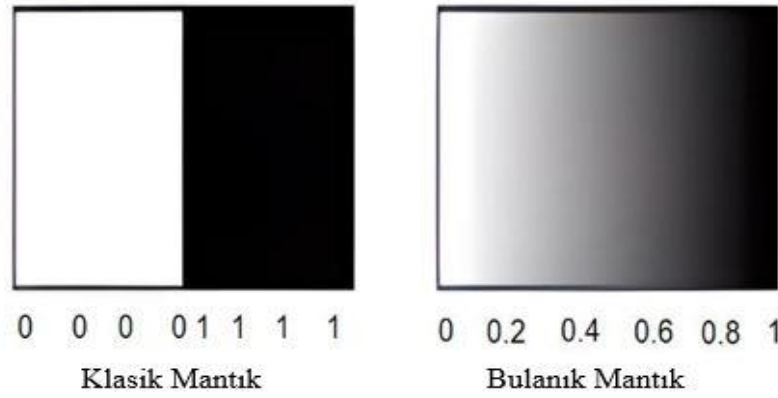
3.1.5. Düzeltici Önlemler Alındıktan Sonra Tekrar Değerlendirme

FMEA analizinin bu aşamasında, hata oluşumunun önlenmesine yönelik alınan önleyici aksiyonların süreç kapsamında sistem ve bileşenlerine sağladığı katkı ölçülmektedir. RÖS değerleri minimum seviyeye indirgenene kadar önleyici ve iyileştirici faaliyetler araştırılır. Bu aşamada iyileştirici faaliyetlerin uygulanması RÖS değerlerinin minimize eder ve yapılan iyileştirmelerle sistem sürekliliği sağlanır. Bu adım analizin en son aşamamasını ifade eder ve yapılan iyileştirmelerin sürece pozitif yönde katkı sağladığı ifade edilir. Burada amaç: Ürün ya da hizmetin kullanıcı deneyimine sunulmadan önce, potansiyel hataların tespit edilmesi ve iyileştirme faaliyetlerinin uygulanmasıdır. Ulaşılması amaçlanan diğer bir durum: Sistemin iyileştirilmesine yönelik uygulanan önleyici faaliyetlerin süreç kapsamında değişiklik yaşamadığının doğrulanmasıdır (Ervural, 2023: s. 470).

3.2. BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ MODELİ (FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS)

3.2.1 Bulanık Mantık Kavramı

Mantık kavramı, bir durumun muhakeme edilme sürecini ve muhakeme yöntemlerinin incelenmesidir. Her bir yargının olumsuzlaşması olarak ile nitelendirilen bir zıt ifadesi mantık kavramı bağlamında ifade edilmiştir. Bu mantık türünde sonuçların keskin sınırlarla birbirlerinden ayrılması gerekmektedir. Ulaşılan cevap 0 ya da 1 şeklinde olmalıdır. Bulanık Mantık kavramında ise bu durum tam tersidir. Cevap 0 ya da 1 olmayıp, bu değerler arasında herhangi bir dereceye sahip olduğu ileri süren bir mantık türüdür (Yılmaz ve Şahin, 2023: s. 100). Şekil 18’de iki mantık türü arasındaki farklılık; 0, 1 ve bu iki değer arasında kalan bazı sayısal değerler kullanılarak resmedilmiştir.



Şekil 18. Klasik Mantık ve Bulanık Mantık kavramları farkı (Yılmaz ve Şahin, 2023).

Şekil 18’deki görselde klasik mantık düşüncesi kapsamında sonuçların net bir şekilde ifade edildiği görünmektedir. Bulanık mantık yaklaşımında ise durum tam tersidir. Cevap tam olarak 0 veya 1 olamayabilir. Bulanık mantık çerçevesinde durumlar ara değerlerle tasvir edilerek daha hassas sonuçların elde edilmesinin önü açılmış olur.

Bulanık mantık düşüncesi ilk olarak L.A. Zadeh tarafından 1965 yılında ileri sürülmüştür. (Zadeh, 1965: 338- 353) Bulanık mantık, belirsizlikleri yönetme becerisi sayesinde gerçeğe yakın sonuçlar elde etme noktasında büyük avantaj sağlamaktadır. Bu yöntem belirsizlikleri anlamlandırmak için kullanılan yöntemlerden biridir (Yılmaz ve Şahin, 2023: s. 99). Bulanık küme teorisi yargıları ya da durumları sabit değerler arasında değerlendirmek yerine, onları derecelere ayrılmış aralıklar arasında incelenmesine imkân tanımaktadır. Bunun temel nedeni karar vericilerin bazı hususlarda verdikleri kararlarda net olamamalarıdır (Aktaş vd., 2020: s. 506).

3.2.2. Bulanık Mantığın Avantajları

Zadeh çalışmasında, insanların olaylar karşısındaki tutumlarının kesin yargılarla ifade edilemeyeceğini ve birçoğunun bulanık olduğunu belirtmiştir. Bulanık mantık çerçevesinde yürütülen çalışmaların sonuçları, klasik yöntemle yürütülen çalışma sonuçlarına göre daha iyi olduğu belirtilmektedir (Bahadır, 2017: s. 32; Yılmaz ve Şahin, 2023: s. 100- 102). Bulanık mantığın bazı avantajları aşağıda maddelinmiş olarak verilmiştir.

- Kapsamlı bir sayısal modele ihtiyaç duyulmamaktadır.
- Birden fazla giriş – çıkış parametreleri birlikte değerlendirilebilir.
- Bulanık mantık sisteminin oluşturulması ve işletilmesi basittir.
- Karmaşık problemlerin çözümü noktasında oldukça kullanışlıdır.
- Farklı yaklaşım türleri ya da sistemlere entegrasyonu kolaylıkla yapılmaktadır.

3.2.3. Bulanık Mantığın Dezavantajları

Bulanık mantık kullanımının bazı dezavantajları aşağıda sıralı bir biçimde verilmiştir (Bahadır, 2017: s. 33).

- Bulanık mantık uygulamasının temelini oluşturan kurallar kişinin alanda sahip olduğu yetkinlik düzeyine bağlıdır.
- Oluşturulan mantık sisteminin işlemesi için her zaman alanında uzman kişilerin bulunamaması.
- Bir problemin çözümünü bulmak için metodolojik bir yaklaşımı yoktur.
- Üyelik fonksiyonların belirlenmesine yönelik bir herhangi bir metodun olmamasıdır. En uygun fonksiyonların belirlenmesi için deneme yanılma yöntemi kullanılır ve bu da zaman kaybına yol açmaktadır.
- Bulanık mantık uygulama sürecinde kullanılan kuralların insan bilgi, beceri ve deneyimine bağlı olması.

3.2.4. Bulanık AHP

Klasik AHP yöntemi ile çözümlenen problemlerde ikili karşılaştırmalar yapılırken aralık değerleri yerine kesin sayısal değerler atanmaktadır. Bu durum ikili karşılaştırmalarda kesin değerlerin işlenmesine ve ara değerlerin yöntem kapsamında değerlendirilmemesine sebep olmaktadır. Bu eksikliğin giderilmesi için belirsizliğin ve öznelliğin olduğu durumlarda bulanık mantık kavramını probleme entegre edilmesi ve ara değerlerin karar vericiler tarafından belirlenmesini öneren Bulanık AHP yöntemi geliştirilmiştir. Bu kapsamda karar vericilerin ikili karşılaştırma sürecinde sözel olarak ifade ettikleri muğlaklık durumu ortadan kaldırılmıştır. Bu sebeplerden ötürü ÇKKV problemlerinde Klasik AHP yerine Bulanık AHP metodunun kullanılması yaygınlık göstermektedir (Ekin ve Cesur, 2023: s. 17).

Birçok yazar tarafından farklı Bulanık AHP yöntemleri geliştirilmiş ve önerilmiştir. Önerilen bu yöntemler alternatif seçimlerinde bulanık küme ve hiyerarşik yaklaşımları uygulayarak sistematik yaklaşımları ileri sürmüşlerdir. Bu kapsamda yapılan bazı ilk çalışma Van Laarhoven ve Pedrycz' e aittir. Yazarlar çalışmada, yapılan ikili karşılaştırmalarda üçgen üyelik fonksiyonlarının kullanılmasını esas almışlardır Kahraman vd., 2004: s. 171- 184; Büyüközkan vd., 2003: s. 261- 263; Van Laarhoven ve Pedrycz, 1983: 229-241). Yaklaşık iki yıl aradan sonra Buckley yeni bir bakış açısı sunarak, yöntem uygulamasında yamuk üçgen üyelik fonksiyonlarının kullanıldığı yeni bir önerme sunmuştur (Kahraman vd., 2004: s. 171- 184; Buckley 1985: s. 233- 247). 1996 yılında Chang'ın yaptığı yeni bir teorem ile Bulanık AHP yeni bir boyut kazanmıştır. Böylece ikili karşılaştırmalar esnasında sentetik mertebe değerleri için genişletilmiş bir analiz metodunu ifade etmiştir (Kahraman vd., 2004: s. 171- 184; Chang, 1996: s. 651-654).

Yukarıda da ifade edildiği gibi Bulanık AHP yöntemleri çeşitlilik göstermektedir. Bu yöntemlerin her birinin uygulama yöntemleri birbirlerinden farklıdır. Bu yöntemler arasında sıklıkla kullanılan Chang (1996)'ın Genişletilmiş Analiz metodudur. Genişletilmiş Analiz yaklaşımında işlem aşamaları sade ve anlaşılırdır. Bu yaklaşım tipinde probleme konu olan tüm bileşenlerin her biri belirlenmiş bir hedefi gerçekleştirmek için değerlendirilmektedir. Bu bileşen ya da nesnelerin belirlenen hedefi ne oranda gerçekleştirdikleri ise genişletilmiş kavramı ile eşleşmektedir. Chang'ın önerisinde problemin çözümüne ulaşma noktasında matematiksel işlem gereksinimi azdır. Saaty'nin kriterleri karşılaştırmak amacıyla geliştirdiği Klasik AHP işlem süreci ile benzer sürece sahiptir. Bu işlem sürecine ek olarak herhangi bir sürece ihtiyaç bulunmamaktadır. Sadece üçgensel bulanık sayıların işlem akışına entegre edilmesi gerekmektedir (Ekin ve Cesur, 2023: s. 13).

3.2.5. Chang'ın Genişletilmiş Analiz Yöntemi Bağlamında Bulanık AHP Yöntemi

Bu çalışmada, risk olgularının kriter ağırlıklarını tespit edebilmek için Chang'ın Genişletilmiş Analiz Yöntemi (Mertebe Analizi) tekniği uygulanmıştır. Bu yöntemin aşamaları aşağıda ifade edilmiştir (Chang, 1996: s. 651 - 654; Arıcan, 2024: s. 34 - 36; Kahraman vd., 2004: s. 171- 184).

$X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$ nesneler kümesi ve $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_n\}$ amaçlar kümesini ifade etmektedir. Chang'ın önermesine göre her bir nesne elemanı bir amacı uygulamak üzeri değerlendirmeye tabii tutulur. Analizin adında da geçen "genişletilmiş" kavramı, nesnelerin amaçları ne ölçüde gerçekleştirildiğini temsil etmektedir. Bu nedenle her bir bileşen için m tane genişletilmiş analiz sonucuna ulaşılır. Bu durum formül 1'de ifade edilmiştir.

$$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots, M_{g_i}^m, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

Tüm $M_{g_i}^j$ ($j = 1, 2, 3, \dots, m$) değerleri, üçgensel bulanık sayılardır. Chang'ın genişletilmiş analiz yöntemine dair işlem adımları aşağıda açıklanmıştır.

1. Aşama: Ölçüt i'ye kapsamında bulanık sentetik mertebenin değeri formül 2'de gösterildiği gibi tanımlanır.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (2)$$

Bu aşamada $\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j$ eşitliğini sağlamak adına m seviye analiz formülüne bulanık toplam işlemi uygulanır. Bu durum formül 3'te ifade edilmiştir.

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (3)$$

Bu aşamada $\left[\sum_{i=1}^n l_j, \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1}, M_{g_i}^j$ ($j = 1, 2, 3, \dots, m$) durumunun bulanık toplama işlemi için formül 4'te gösterilmiştir.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (4)$$

Bu formüldeki vektörün ters işlemi dördüncü formülde gerçekleştirilmiştir. Bu aşama formül 5'te gösterilmiştir.

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (5)$$

2. Aşama: $M_2 \geq M_1$ durumunun oluşma derecesi formül 6'da ifade edilmiştir.

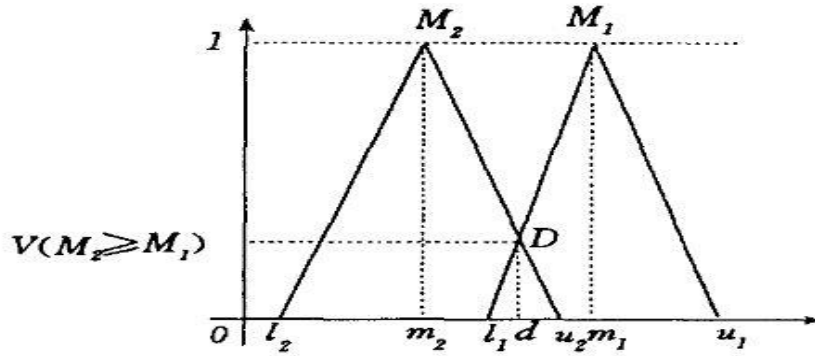
$$(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} \left[\min \left(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y) \right) \right] \quad (6)$$

Bunula birlikte formül 7 ile de tanımlanabilir.

$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2} \quad (d) \quad (7)$$

$$= \begin{cases} 1 & m_2 \geq m_1, \\ 0 & l_1 \geq u_2, \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{aski durumlarda,} \end{cases}$$

D'nin üst seviyedeki kesişim alanı y ekseninde denk geldiği noktadır. Bu durum Şekil 19'da gösterilmiştir.



Şekil 19. D kesişim noktası (Chang, 1996).

3. Aşama: Bir iç bükey bulanık sayının, k tane iç bükey bulanık sayıdan M_i ($i=1, 2, \dots, k$) büyük olma olasılık seviyesi aşağıdaki formül 8'de sunulmuştur.

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2 \text{ ve } \dots \text{ ve } (M \geq M_k))], \quad (8)$$

$$= \min V(M \geq M_i), i = 1, 2, 3, \dots, k$$

şeklinde formül 9 olduğu düşünülürse,

$$d'(A_i) = \min V (S_i \geq S_k), k = 1, 2, \dots, n; k \neq i \quad (9)$$

Bu aşamadan sonra ağırlık vektörü hesaplanmaktadır. Formül 10'da

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (10)$$

Formüldeki A_i ($i = 1, 2, \dots, n$) n sayısı kadar değer gösterir.

4. Aşama: Normalize edilmiş ağırlık vektör formülü aşağıdaki 11'de gösterilmiştir.

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (11)$$

Buradaki W bulanık olmayan bir sayıyı ifade eder.

Chang tarafından ileri sürülen genişletilmiş analiz yönteminde tutarlılık oranının hesaplanması uygun görülmemektedir. Bunun en önemli sebebi kriter ağırlıklarının bazı durumlarda sıfır olarak bulunmasıdır. Bu durum tutarlılık oranının elde edilme sürecinde ağırlık vektörünün elemanlarının herhangi birinin sıfıra bölünmesini gerektirmektedir. Bu durum matematiksel olarak tanımsız ifadelerin oluşmasına sebep olmaktadır. (Göksu ve Güngör, 2008: s. 12) literatür bu bakış açısı ile incelendiğinde genişletilmiş analiz yöntemiyle yürütülen FAHP çalışmalarında tutarlılık oranın çalışmalar kapsamında değerlendirilmediği görülmüştür.

Bu çalışmada üçgensel ifadeler Saaty'nin beş aşamalı ölçeği ile ifade edilmiştir. Tablo 10'da bu durum açıkça görünmektedir.

Tablo 10. Bulanık AHP için üçgensel bulanık ölçek (Soltani ve Marandi, 2011)

Sözel İfadeler	Bulanık Ölçekler	Ters Ölçekler
Eşit derecede önemlidir	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
Zayıf derecede önemlidir	(2, 3, 4)	(1/4, 1/3, 1/2)
Oldukça önemlidir	(4, 5, 6)	(1/6, 1/5, 1/4)
Kuvvetle önemlidir	(6, 7, 8)	(1/8, 1/7, 1/6)
Kesinlikle önemlidir	(9, 9, 9)	(1/9, 1/9, 1/9)

3.3. ANKET ÇALIŞMASI İLE VERİLERİN ELDE EDİLMESİ

Çalışma kapsamında hazırlanan anketin ana amacı deniz yolu tanker taşımacılığındaki risk faktörlerinin belirlenmesi, ölçülmesi ve derecelendirilmesi için nitelikli veri dizinine ulaşılmasını sağlamaktır. Bu doğrultuda anket demografik bilgiler hariç tutulduğunda toplam üç bölümden oluşturulmuştur. Birinci bölümde

katılımcılardan tanker taşımacılığı sürecinde yaşanabilecek risk faktörlerini belirtmeleri istenmiştir. İkinci bölümde belirtilen risk faktörleri; FMEA analizi ölçütlerine göre şiddet, olasılık ve saptanabilirlik puanları bazında değerlendirilmeleri istenmiştir. Anketin üçüncü bölümünde ise risk faktörleri kategorize edilerek ana ve alt kriterlere sınıflandırılmışlardır. Sonrasında katılımcılardan risk faktörlerinin ikili olarak karşılaştırmaları istenmiştir. Bu karşılaştırma neticesinde elde edilen bilgilerle FAHP analizi yapılmıştır. İlgili anket çalışması, Kocaeli Üniversitesi Rektörlüğü Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulunun 24 / 02 / 2025 tarih ve 2025 / 02 no'lu toplantısında alınan 25 sıra sayılı kararı ile bilimsel araştırma ve yayın etiği açısından uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir. İlgili belge Ek-1'de belirtilmiştir. Bu çerçevede anket toplamda on kişinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar deniz yolu tanker taşımacılığında uzmanlaşmış kişilerden oluşmuştur. Anket kapsamında elde edilen veriler FMEA ve FAHP yöntemleri ile derlenmiş anlamlı hale getirilmiştir. FMEA analizi kapsamında belirlenen risk faktörlerine önleyici öneriler de sunulmuştur. Her iki yöntemin çıktıları ile elde edilen anlamlı verilerin ışığında tanker gemilerinde risklerle mücadele noktasında destekleyici bir kılavuz metni ortaya çıkmıştır.

FAHP analizi sürecinde uzmanların bireysel görüşlerini birleştirerek ortak bir fikir birliğinin sağlanması noktasında sıklıkla tercih edilen yöntemler arasında geometrik ortalama operatörü de yer almaktadır (Ömürbek ve Tunca, 2013: s. 57). Bu doğrultuda karşılaştırma matrisinin oluşturulması için anket katılımcılarının ana ve alt kriterlere atadıkları sayısal değerlerin geometrik ortalaması alınarak süreç işletilmiştir. Bu yaklaşım literatürde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. FAHP algoritması Microsoft Excel programında formüle edilerek oluşturulmuştur. Oluşturulan algoritma kullanılarak uzman görüşleri değerlendirilmiştir.

FMEA analizinde ise geometrik ortalama yerine aritmetik ortalama alınarak uzmanlar arasında fikir birliği sağlanmıştır. Aritmetik ortalama yönteminin tercih edilme sebebi oransal ifadelerin bulunmamasından kaynaklanmaktadır (Ömürbek ve Tunca, 2013: s. 58). Ayrıca uzman görüşleri birbirlerine oldukça yakın değerlerde olacak şekilde risklerin; şiddet, olasılık ve saptanabilirlik puanları katılımcılar tarafından belirtilmiştir. Dolayısıyla uç değerlere rastlanılmamaktadır. Bu bağlamda

değerlerin aritmetik ortalaması alınarak FMEA tablosuna işlenmiş ve RÖS puanları bulunmuştur. FMEA analiz süreci, FMEA tablosundaki direktifler bağlamında yürütülmüştür.

Bu çalışmada hedeflenen evren: Ulusal ve uluslararası rotalar üzerinde faaliyet gösteren, ticari fayda sağlamak amacıyla kullanılan gemilerde çalışan, bu gemilerin sevk ve idaresinde etkin karar verici olarak görev yapan tüm gemi personeli bu çalışmanın evrenini oluşturmaktadır. Tez çalışmasının amaçları doğrultusunda belirlenen ana kütlenin örnekleme ise amaçsal örneklem seçim tekniğinden istifade edilerek deniz yolu taşımacılığının bir alt grubu belirlenmiştir. Buna göre örneklem, deniz yolu tanker taşımacılığında kullanılan tanker tipi gemilerde çalışan ve bu taşımacılık türünde uzmanlaşmış kişilerden oluşmaktadır. On kişilik bir ekip, Tez çalışmasında uygulanacak her iki yöntem için de ideal olan katılımcı sayısını temsil etmektedir. Bu çalışmanın örneklemini temsil eden on katılımcıya ait bilgiler Tablo 11’de açıklanmıştır. Tabloda katılımcılar; görev tanımları, mesleki deneyimleri, cinsiyetleri ve eğitim düzeylerine göre tasnif edilmiştirler.

Tablo 11. Katılımcı bilgileri

Katılımcı	Görevi	Mesleki Deneyim	Cinsiyet	Eğitim Düzeyi
Katılımcı 1	Gemi kaptanı	15	Kadın	Lisans
Katılımcı 2	Gemi kaptanı	16	Erkek	Doktora
Katılımcı 3	Gemi kaptanı	19	Erkek	Lisans
Katılımcı 4	Gemi kaptanı	16	Erkek	Lisans
Katılımcı 5	Baş Mühendis	18	Erkek	Doktora
Katılımcı 6	Baş Mühendis	16	Erkek	Lisans
Katılımcı 7	Baş Mühendis	15	Erkek	Lisans
Katılımcı 8	Güverte Enspektörü	15	Erkek	Lisans
Katılımcı 9	Güverte Enspektörü	17	Erkek	Lisans
Katılımcı 10	Güverte Enspektörü	18	Erkek	Lisans

Tablo 11’de ifade edildiği gibi katılımcılar; Gemi Kaptanı, Baş Mühendis ve Güverte Enspektörü olmak üzeri üç meslek grubuna ayrılmışlardır. Uzman katılımcıların ortalama mesleki deneyim 16,5 yıldır. En düşük eğitim seviyesi Lisans eğitim düzeyidir. Tez çalışması için düzenlenen anket çalışması aracılığı ile görüşlerini belirten katılımcıların güçlü profilleri, risk olgularının daha isabetli bir şekilde derlenmesine olanak sağlamıştır.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. BULGULAR

Anket yöntemi ile elde edilen verilerin FMEA ve FAHP yöntemleri ile analiz edilmesi sonucunda ulaşılan bulgular bu bölümde belirtilmiştir. Bu kapsamda risk faktörleri hiyerarşik olarak sınıflandırılmış ve tanımlanmıştır. Sonrasında FMEA analizi bulguları şekil ve tablolarla ifade edilmiştir. Bu aşamadan sonra tez çalışmasının diğer yöntemi olan FAHP analizi sonuçları verilmiştir. Son olarak FMEA ve FAHP yöntemleri sonuçları bakımından birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

4.1. RİSK FAKTÖRLERİNİN BELİRLENMESİ VE HİYERARŞİK YAPILANMASI

Risk faktörlerinin tespit edilmesi için 10 kişilik uzman sektör temsilcilerinin görüşleri alınmıştır. Anket katılımcılarının görüşleri doğrultusunda 30 adet risk faktörü tespit edilmiştir. Elde edilen bazı risk faktörleri birbirleri ile olan benzerliklerinden dolayı analiz kapsamına dâhil edilmemiştir. Benzerlikleri bulunan risk faktörlerinin elenmesinin ardından 24 adet risk faktörü belirtilen yöntemler bağlamında değerlendirilmiştir. Risk faktörleri tespit edilmiş ve hiyerarşik olarak derlemeleri yapılmıştır. Risk faktörleri altı ana kriter altında toplanmış olup toplamda 24 adet risk faktörü analiz edilmiştir. Tablo 12’de uzmanlar tarafından belirtilen kriter sayıları verilmiştir. Aynı zamanda tabloda benzerlik gösteren kriter sayıları da verilmiştir.

Tablo 12. Uzmanlar tarafından belirtilen kriter sayıları

Katılımcı	Belirtilen Kriter Sayısı	Benzerlik Gösteren Kriter Sayısı
Katılımcı 1	4	-
Katılımcı 2	4	1
Katılımcı 3	3	-
Katılımcı 4	3	1
Katılımcı 5	4	2
Katılımcı 6	2	-
Katılımcı 7	2	-
Katılımcı 8	3	1
Katılımcı 9	2	1
Katılımcı 10	3	-

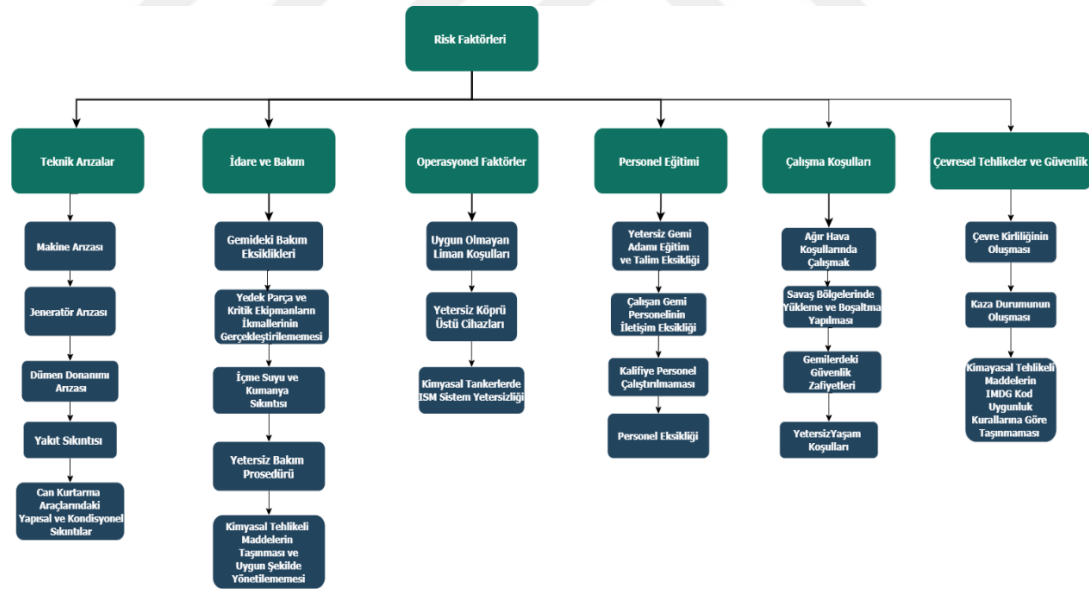
Tespit edilen risk faktörleri altı farklı grup başlığı adı altında tasnif edilmiş ve kodlamaları yapılmıştır. Kodlamaları yapılmış olan risk faktörlerinin açıklamaları bu bölüm başlığı altında yapılmıştır. Tablo 13'te ana ve alt kriter verilmiştir.

Tablo 13. Risk Faktörlerinin Hiyerarşik Yapılanması

Ana Kriterler	Teknik Arızalar (C1)	İdare Ve Bakım (C2)	Operasyonel Faktörler (C3)	Personel Eğitimi (C4)	Çalışma Koşulları (C5)	Çevresel Tehlikeler ve Güvenlik (C6)
Alt Kriterler	Makine Arızası (C ₁₁)	Gemideki Bakım Eksiklikleri (C ₂₁)	Uygun Olmayan Liman Koşulları (C ₃₁)	Yetersiz Gemi Adanı Eğitim ve Talim Eksikliği (C ₄₁)	Ağır Hava Koşullarında Çalışmak (C ₅₁)	Çevre Kirliliğinin Oluşması (C ₆₁)
	Jeneratör Arızası (C ₁₂)	Yedek Parça ve Kritik Ekipman İkmallerinin Gerçekleşmemesi (C ₂₂)	Yetersiz Köprü Üstü Cihazları (C ₃₂)	Çalışan Gemi Personeli İletişim Eksikliği (C ₄₂)	Savaş Bölgelerinde Yükleme ve Boşaltma Yapılması (C ₅₂)	Kaza Durumunun Oluşması (C ₆₂)
	Dümen Donanımı Arızası (C ₁₃)	İçme Suyu ve Kumanya Sıkıntısı (C ₂₃)	Kimyasal Tankerlerde ISM Sistem Yetersizliği (C ₃₃)	Kalifiye Personel Çalıştırılmaması (C ₄₃)	Gemilerdeki Güvenlik Zafiyetleri (C ₅₃)	Kimyasal tehlikeli maddelerin IMDG Kod uygunluk kurallarına göre taşınmaması (C ₆₃)
	Yakıt Sıkıntısı (C ₁₄)	Yetersiz Bakım Prosedürü (C ₂₄)		Personel Eksikliği (C ₄₄)	Yetersiz Yaşam Koşulları (C ₅₄)	
	Can Kurtarma Araçlarındaki Yapısal ve Kondisyonel Sıkıntılar (C ₁₅)	Kimyasal Tehlikeli Maddelerin Taşınması ve Uygun Şekilde Yönetilmemesi (C ₂₅)				

Tanker taşımacılığında uzmanlaşmış kişilerin değerlendirmelerinden yola çıkılarak elde edilen risk faktörleri 6 ana başlık altında gruplandırılmıştır. Tablo 13'te yapılan gruplandırma ile FAHP sürecinde kullanılacak ana ve alt kriterler gösterilmektedir. Buna göre; Teknik Arızalar, İdare ve Bakım, Operasyonel Faktörler, Personel Eğitimi, Çalışma Koşulları, Çevresel Tehlikeler ve Güvenlik kriterleri ana kriterleri oluşturmaktadır. Teknik arızalar ana kriteri altında; makine arızası, jeneratör arızası, dümen donanımı arızası, yakıt sıkıntısı, can kurtarma araçlarındaki yapısal ve kondisyonel sıkıntılar alt kriterleri yer almaktadır. İdare ve bakım ana kriteri altında; gemideki bakım eksiklikleri, Yedek parça ve kritik ekipmanların ikmallerinin

gerçekleşmemesi, içme suyu ve kumanya sıkıntısı, yetersiz bakım prosedürü, Kimyasal tehlikeli maddelerin taşınması ve uygun şekilde yönetilmemesi şeklinde alt kriterler sıralanmıştır. Operasyonel faktörler ana kriteri değerlendirildiğinde; uygun olmayan liman koşulları, yetersiz köprü üstü cihazları ve kimyasal tankerlerde ISM sistem yetersizliği şeklinde üç alt kriter ayrıştırılmıştır. Personel eğitimi ana kistası altında ise; yetersiz gemi adamı eğitimi ve talim eksikliği, çalışan gemi personeli iletişim eksikliği ve kalifiye personel çalıştırılmaması şeklinde dörde ayrıştırılmıştır. Çalışma koşulları ana kriteri; ağır hava koşullarında çalışmak, savaş bölgelerinde yükleme ve tahliye yapılması, gemilerdeki güvenlik zafiyetleri, yetersiz yaşam koşulları ve personel eksikliği şeklinde dört alt gruba ayrılmıştır. Son ana kriter olan Çevresel Tehlikeler ve Güvenlik kriterleri ise; çevre kirliliğinin oluşması, kaza durumunun oluşması ve Kimyasal tehlikeli maddelerin IMDG Kod uygunluk kurallarına göre taşınmaması şeklinde üç alt kistasa ayrılmıştır. Aşağıda bu belirtilen kriterlere ait açıklamalar yapılmıştır. Şekil 20’de problemin hiyerarşik yapısı verilmiştir.



Şekil 20. Problemin hiyerarşik yapısı

Her bir alt kriteri ait tanımlar aşağıda sırasıyla ifade edilmiştir.

Makine Arızası (C₁₁): Gemilerdeki makine arızası, seyir esnasında potansiyel olarak istenmeyen koşulların oluşmasına zemin hazırlayan kritik öneme sahip risk türlerinden biridir. Makine arızaları önemli operasyonel kazalara yol açmakla birlikte

can ve mal güvenliğini tehdit etmektedir. Yaygın olarak gözlemlenen makine arızaları: pompa arızaları, motor bloğuna ait arızalar, elektrik sistemi arızaları, kontrol sistemi hataları, korozyon ve aşınma arızaları olmak üzere sıralanabilir (Handani ve Uchita,2024: s. 100).

Jeneratör Arızası(C₁₂): Gemilerde yaşanması muhtemel jeneratör arızaları, seyir esnasında geminin bazı fonksiyonlarında kontrol kaybının yaşanması ve gemideki işleyişin devam etmesi için ihtiyaç duyulan enerjide kesintilerin olması durumudur. Bu türden bir hatanın oluşmasında etken unsurlar elektriksel devrelerde yaşanan kısa devreler veya arızalardan kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte mekaniksel arızalara ek olarak jeneratör sisteminin dış etkilere- yangın ve su baskını – maruz kalarak sistem dışı kalması jeneratör arızasına yol açan unsurlardır.

Dümen Donanımı Arızası (C₁₃): Dümen donanımı arızası, geminin yönlendirilmesinde kullanılan sevk ve idare birimidir. Bu sistemin çalışmaması sonucunda geminin yönünü uygun bir şekilde kontrol edilememektedir (Uğurlu, 2022: s. 916).

Yakıt Sıkıntısı (C₁₄): Gemilerin hareket ve operasyonel süreçlerinin işlemesi için başvurulacak birincil enerji kaynağıdır. Eksikliği halinde gemiler fonksiyonlarını yerine getiremezler. Yakıt sıkıntısına neden olabilecek başlıca faktörler: Rotaya uygun hesaplamaların yapılamaması ve geminin ilgili bölümlerinde yaşanan kaçaklar yakıt sıkıntısına neden olan faktörlerdir.

Can Kurtarma Araçlarındaki Yapısal ve Kondisyonel Sıkıntılar (C₁₅): Can kurtarma araçlarına ilişkin düzenlemeler SOLAS (International Convention for the Safety of Life at Sea / Uluslararası Denizde Can Güvenliği Sözleşmesi) bölüm 3'te ifade edilmiştir. Gemilerin tiplerine dahilinde; can kurtarma botları, kurtarma botları ve can yelekleri için uygunluk şartlarını belirtir. Tüm can kurtarma araçları ve bu bağlamda yapılan düzenlemeler Uluslararası Can Kurtarma Araçları (LSA) Kodu kapsamında şekillenmektedir (IMO,ty). Bu araçlarda yaşanan eksiklik insan hayatını üzerinde zafiyet oluşturur.

Gemideki Bakım Eksiklikleri (C₂₁): Denizin yıprandırıcı etkisinden dolayı zamanla yıpranan gemi donanımları, can ve mal güvenliğini tehlikeye atmaktadır. Bakım ve onarım faaliyetleri yapısal eksikliklerin giderilmesi ve ekipmanların regülasyonlara uygun şekilde tutulmasını sağlamaktadır. Bakım eksikliği durumunda kazaların gerçekleşme ihtimali artmaktadır.

Yedek Parça ve Kritik Ekipman İkmallerinin Gerçekleşmemesi (C₂₂): Gemilerde seyirin sağlanması için ve yine seyir esnasında meydana gelebilecek aksaklıkların giderilmesi için ihtiyaç duyulan yedek parça ya da kritik ekipmanların teminin planlı bir şekilde gerçekleşmelidir. Eksiklik vuku bulduğunda işleyiş sağlanamaz, can, mal ve çevre güvenliği sağlanamaz.

İçme Suyu ve Kumanya Sıkıntısı (C₂₃): Genellikle liman işletmeleri gemiler için limanda bulundukları süre kadar içme suyu ve kullanma suyu ihtiyaçları sağlanır (Karcıoğlu ve Temelli, 2016). Bunun yanında gemi işleticisinin rotaya uygun içme suyu ve kumanya hesabını optimum düzeyde gerçekleştirmeli ve gemiye sevkleri için uygun noktaları belirlemelidirler.

Yetersiz Bakım Prosedürü (C₂₄): Bakım ve denetim uygulamaları açık deniz endüstrisinde, gemide güvenliğin sağlanması ve sürdürülebilir olması, can mal ve çevre sağlığının sağlanması için yapılmaktadır (Turan vd., 2011: s. 931).

Kimyasal Tehlikeli Maddelerin Taşınması ve Uygun Şekilde Yönetilmemesi (C₂₅): Tehlikeli kimyasal maddelerin taşıma sürecini sağlıklı bir şekilde yönetmek için kapsamlı bir yaklaşım gereklidir. Bu yaklaşım, güvenilir bir ulaşım ağı oluşturmak için ulaşım işletmeleri, düzenleyici otoriteler ve acil servisler dahil olmak üzere çeşitli taraflar ile güçlü iş birliğini gerektirmektedir. Aksi takdirde yükün güvenli sevkı sağlanamaz (Zhang ve Li, 2018: s. 745).

Uygun Olmayan Liman Koşulları (C₃₁): Gemiler için uygun bir liman ortamı için bazı gereklilikler vardır. Bunlar: Açık denizin dalgalarından ve sınırlı bir gelgitten korunmak, her yönden gelen güçlü rüzgârlardan korunmak, büyük bir geminin geniş bir alanda manevra yapabilmesi için yeterli derinlik, demirleme için iyi bir tutunma zemini, denizden derin bir su çekimi girişi, tarama giderleri için minimum yıllık

masraf, orta veya küçük gelgit aralığı, orta derecede gelgit akıntıları, deniz çekilmelerinden ve dalgalanmalardan etkilenmeyecek şekilde uygun fiziksel durumda olması gibi çeşitli özelliklere sahip olmalıdır (Elliott ve Tressler, 2000: s. 206). Aksi durumda gemiler için uygun olmayan liman koşulları oluşur.

Yetersiz Köprü Üstü Cihazları (C₃₂): Köprü üstü gemilerin sevk ve idarelerinin yapıldığı bir yönetim merkezidir (Barış ve Kandilli 2021). Bu birimde bulunan cihazların eksikliği sevk ve idare sürecini tehlikeye atacaktır.

Kimyasal Tankerlerde ISM Sistem Yetersizliği (C₃₃): 1998 yılında IMO tarafından geliştirilmiş ve yürürlüğe konulmuştur. ISM (International Safety Management / Uluslararası Emniyetli Gemi Yönetimi) Kod, denizde emniyeti ve güvenliği arttırmanın yanında muhtemel deniz kirliliğini de engellemeyi amaçlamıştır (Büyük, 2023). ISM Kod gerekliliklerinin ihlali halinde çevre kirliliği ve kaza durumunun oluşma ihtimali oldukça yüksektir.

Yetersiz Gemi İnsanı Eğitim ve Talim Eksikliği (C₄₁): Donanımlı gemi insanların elde edilmesi için uygun düzeyde dil eğitimi ve mesleki anlamda gerekliliklerin karşılanması noktasında eksiklerin giderilmesi gerekmektedir. Gemi insanların çok uluslu gemi işletmelerinde çalışma kültürüne adapte olmalarını sağlayacak bir eğitim süreci gerekmektedir (Muslu, 2018: s. 1748).

Çalışan Gemi Personeli İletişim Eksikliği (C₄₂): Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) nezdinde yapılan bir çalışmada, 1999-2008 yılları arasında gerçekleşen deniz kazaları analiz edilmiştir. Bu bağlamda insan hatalarından kaynaklı kazaların yüzdesel oranı yaklaşık %85 civarlarında bulunmuştur. Bu nedenler arasında, gemi işleticileri, kaptanlar ve de gemi mürettebatı arasındaki iletişim sorunları yer almaktadır. Buna ek olarak yetersiz eğitim düzeyi ve eksik deneyim gibi faktörler kaza oluşumuna neden olan unsurlar arasında yer almıştır (Özbağ vd., 2023: s. 22).

Kalifiye Personel Çalıştırılmaması (C₄₃): Denizcilik sektöründe artan gemi insanı ihtiyacı ise nitelik bakımından gelişmeye ihtiyacı olan ve yeterli olmayan personelin istihdam edilmesinde neden olmaktadır (Muslu, 2024: s. 1748).

Personel Eksikliği (C₄₄): Denizin getirdiği özel koşullar altında çalışmak insan bedeni üzerinde yıpratıcı etkiye neden olmaktadır. Bununla birlikte ISM Kod gibi düzenlemelerin getirmiş olduğu ek iş yükü gemilerde çalışmayı güçleştirmiştir (Büyük, 2023: s. 72).

Ağır Hava Koşullarında Çalışmak (C₅₁): Etkisi hissedilen kötü hava koşulları, gemi kazalarının meydana gelmesinde önemli bir etkindir. İstanbul Boğazı'nda yapılan bir çalışma, kötü hava koşullarının gemi boyutundan bağımsız olarak kaza şiddetini artırdığını göstermiştir. Dolayısıyla istenemeyen durumların oluşmasını engellemek adına hava koşullarına uygun hareket edilmelidir (Erol vd., 2018: s. 419).

Savaş Bölgelerinde Yükleme ve Boşaltma Yapılması (C₅₂): Savaş bölgelerinde faaliyet gösteren, tarafsızlığını ilan etmiş bir bayrak devletine ait olsa dahi geminin potansiyel haklarının ihlal edilme olasılığı yüksektir (Michaelsen, 2003: s. 363).

Gemilerdeki Güvenlik Zafiyetleri (C₅₃): Gemilerdeki güvenlik zayıflıkları, Entegre Köprü Sistemleri (IBS), iletişim ağları ve navigasyon sistemlerindeki zafiyeti kapsar. Siber saldırganlar kritik gemi operasyonlarının işlevsiz hale getirebilirler.

Yetersiz Yaşam Koşulları (C₅₄): Gemi insanların yetersiz çalışma ve yaşam koşulları sebebi ile tükenmişlik hissine yüksek olduğu bir meslek grubu olarak belirtilmiştir (Akcanbaş ve Uslu, 2022: s. 35).

Çevre Kirliliğinin Oluşması (C₆₁): Çevre kirliliği hava kirliliği, toprak kirliliği ve su kirliliği şeklinde olmak üzeri temel olarak üç gruba ayrılmaktadır. Sonuç olarak çevre kirliliği insan yaşamının da içinde olduğu tüm canlı yaşam ekosistemini olumsuz yönde etkilemektedir (İbadullayeva, 2019: s. 53).

Kaza Durumunun Oluşması (C₆₂): Kazaların nedenleri üç gruba ayrılmaktadır. İnsan faktörü teknik faktörler ve hava koşulları denizde kaza oluşumunu tetikleyen başlıca unsurlardır. Bunlar can ve mal kaybının yanında çevresel açıdan da ciddi hasara sebebiyet verebilir. Başlıca deniz kazaları: Deniz operasyonları esnasında oluşabilecek gemi çarpışmaları, batma veya yangın gibi kaza türleridir (Latuheru, 2021: s. 507).

Kimyasal tehlikeli maddelerin IMDG Kod uygunluk kurallarına göre taşınmaması (C₆₃): IMDG Kod, denizcilik sektöründe tehlikeli malların taşınma sürecini düzenleyen geçerli tek kurallar sistemidir. Bu kod yüklerin paketlenmesi, istiflenmesi, ayrılması, elleçlenmesi gibi pek çok olayı ayrıntılı olarak belirtmektedir. Bununla birlikte gemi mürettebatının korunması, tehlikeli maddelerin güvenli bir şekilde taşınmasını sağlamanın yanında çevre kirliliğinin yaşanmasını engellemektedir. Tehlikeli yük taşıyan bütün gemiler bu kurallara uymalıdır. Tehlikeli maddelerin taşınması ve depolanması karmaşık süreçleri içermektedir. Bu yüzden uygulanma noktasında sıklıkla ihlaller yaşanmaktadır (Zhang vd.; 2020: s. 361).

4.2. HATA TÜRÜ VE ETKİ ANALİZİ (FMEA) KAPSAMINDA RİSK FAKTÖRLERİNİN ANALİZİ

FMEA analizi ile 24 adet risk faktörü değerlendirilmiştir. Bu risk faktörlerinin etkileri FMEA tablosu kapsamında ele alınmıştır. Ardından bu tehlike durumlarının önlenmesi adına öneri niteliğinde önleyici faaliyetler ileri sürülmüştür ve yeni RÖS değerleri bu tablo kapsamında sayısal olarak ifade edilmiştir. Tablo 14’te bu durum verilmiştir. Ayrıca önleyici öneriler kapsamında yeni RÖS değerleri önceki değerlerine göre gerilediği gözlemlenebilmektedir.

Tablo 14. FMEA analizi tablosu

No	Tehlike	Tehlikenin Etkileri	Ş	RÖS Değeri			Önerilen Faaliyetler	Yeni RÖS Değeri			
				O	S	RÖS		Ş	O	S	RÖS
1	Makine arızası	Geminin kontrol edilememesi	8,6	7	5,5	331,1	Planlı bakım faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi	4,5	2,5	3	33,75
2	Jeneratör arızası	Geminin elektrik ihtiyacının karşılanamaması	8	7,3	5,3	309,52	Planlı bakım faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi	3	3,2	3	28,8
3	Çevre kirliliğinin oluşması	Canlı yaşamının tehlikeye girmesi	8,5	4	6,8	231,2	Gemideki atık ve yükün çevreci süreçler dâhilinde yönetilmesi için güvenlik protokolünün geliştirilmesi	2,5	2	5	25
4	Personel eksikliği	Gemi verimliliğinde düşüş yaşanır	7	7,6	3	159,6	Personel istihdamı	2	3,1	3,5	21,7
5	Dümen donanım arızası	Seyir güvenliği zafiyetinin oluşması	9,5	6,5	5,2	321,1	Planlı bakım faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi	3,4	4,2	4,5	64,26
6	Yakıt sıkıntısı	Gemi fonksiyonlarını yerine getiremez	8,5	4,10	2,6	90,61	Rotaya uygun yakıt alımının gerçekleştirilmesi	3,2	2,6	2,5	20,8

Tablo 14. (Devamı) FMEA analizi tablosu

No	Tehlike	Tehlikenin Etkileri	RÖS Değeri				Önerilen Faaliyetler	Yeni RÖS Değeri			
			Ş	O	S	RÖS		Ş	O	S	RÖS
7	Kaza durumunun oluşması	Gemi ve bölge güvenliği olumsuz etkilenir	8	4,5	5,5	198	Araç gereç ve donanımların sağlıklı işlemesi için sık denetim uygulamalarının yapılması	4,4	5	3,5	77
8	Yedek parça ve kritik ekipmanların ikmallerinin gerçekleşmemesi	Gemi fonksiyonları işlevsizleşir	9,2	6	4,7	259,44	Sık kullanılan parçaların gemide stoklanması	3,2	4	3	38,4
9	İçme suyu ve kumanya sıkıntısı	Personel psikolojisi olumsuz olarak etkilenir	8,2	3,8	2	62,32	Rotaya uygun kumanya tedarik noktalarının belirlenmesi	3	2,4	2	14,4
10	Gemideki bakım eksiklikleri	Operasyonel süreçlerin risk katsayısı artar	8,7	5,4	6	281,88	Planlı bakım faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi	3,5	3,5	4	49
11	Kalifiye personel çalıştırılmaması	Operasyonel verimlilikte düşüş yaşanır	7,6	6,1	4	185,44	Kalifiye personel seçilmesi için uzmanlardan destek alınması	3	3,2	3	28,8
12	Kimyasal tehlikeli maddelerin taşınması ve uygun şekilde yönetilmemesi	Çevresel olumsuzlukların yaşanması ve insan yaşamının tehdit altına girmesi	9,5	6,5	3,5	216,125	Uluslararası kuruluşların belirlediği standartların uygulanması (IMDG Code)	4,7	4,2	4	78,96
13	Kimyasal tankerlerde ISM sistem yetersizliği ve eksikliği	Gemi güvenliği sağlanamaması ve çevre güvenliğinin tehdit altında olması	8,8	2,5	5	110	Eksikliklerin giderilmesi için önlemlerin alınması	4	3,9	3	46,8
14	Çalışan gemi personeli iletişim eksikliği	Operasyonel hataların gerçekleşmesi	6,5	5,5	4	143	İletişim odaklı iş süreçlerinin geliştirilmesi	3,3	2	3	19,8
15	Yetersiz köprü üstü cihazları	Gemi güvenliği sağlanamaz	8,2	6	4,8	236,16	Köprü üstü cihazlarının eksiksiz teminin yapılması	4,2	3,6	3	45,36
16	Yetersiz yaşam koşulları	Personel psikolojisi olumsuz olarak etkilenir	7,5	5,9	6	265,5	Yaşam koşullarının standartların altına düşmesini engelleyen önlemlerin alınması	3,5	3	3,5	36,75
17	Gemilerdeki güvenlik zafiyetleri	Gemi güvenliği sağlanamaz	8	6,1	4	195,2	Planlı bakım ve denetim faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi	4,7	2,5	3	35,25

Tablo 14. (Devamı) FMEA analizi tablosu

No	Tehlike	Tehlikenin Etkileri	RÖS Değeri				Önerilen Faaliyetler	Yeni RÖS Değeri			
			Ş	O	S	RÖS		Ş	O	S	RÖS
18	Yetersiz gemi adamı eğitimi ve talim eksikliği	Operasyonel verimlilikte düşüş yaşanır	7,3	5,7	3,2	133,152	Personel istihdamı ve eğitimi düzenli olarak ölçülmesi	3,5	3	3	31,5
19	Can kurtarma araçlarındaki yapısal ve kondisyonel sıkıntılar	Ölüm tehlikesi riskini artırır	8,5	5	4	170	Planlı bakım faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi	3	2,7	2,9	23,49
20	Uygun olmayan liman koşulları	Operasyonel gecikmeler ve maliyet artışı yaşanır	8	6	3,1	148,8	Rota kapsamındaki limanların detaylı bilgilerinin edinilmesi	3	3	2,4	21,6
21	Ağır hava koşullarında çalışmak	Personel ve gemi güvenliğinin risk altına girmesi	7	5,5	3,4	130,9	Hava tahminlerine uygun rota planlama işlemlerinin gerçekleştirilmesi	4	4,5	3,8	68,4
22	Savaş bölgelerinde yükleme tahliye olması	Personel ve gemi güvenliğinin risk altına girmesi	9,1	6	4,7	256,62	Personel ve gemi güvenliğinin önceliklendirilmesi ve bu kapsamda rota işlemlerinin yapılması	4	2,2	3	26,4
23	Yetersiz bakım prosedürü	Operasyonel verimlilikte düşüş yaşanır	8	4,5	6	216	Prosedürlerin ihtiyaçlar gözetilerek uzmanlar tarafından geliştirilmesi	3	3,1	4,2	39,06
24	Kimyasal tehlikeli maddelerin IMDG Kod uygunluk kurallarına göre taşınmaması	Yangın ve patlama durumlarına bağlı olarak kayıpların yaşanması	9,5	6,8	5,4	348,84	IMDG Kod gerekliliklerine eksiksiz uyum sağlanması	4,1	2,9	3,3	39,23

Yukarıdaki Tablo 14’te yapılan FMEA analizinde risk olgularının olası etkileri, RÖS değerleri, risk faktörlerinin giderilmesine yönelik önleyici uygulamalar ve bu uygulamalar doğrultusunda oluşan yeni RÖS değerleri ifade edilmiştir. Bu kapsamda Tablo 15’te risk faktörlerinin RÖS değerlerine göre, risk öncelik sayısı en büyük olan risk faktöründen en az olan risk faktörüne doğru olan sıralaması verilmiştir.

Tablo 15. Risk faktörlerinin RÖS puanlarına göre önem sıralanması

Risk Faktörleri	RÖS Değerleri
Kimyasal tehlikeli maddelerin IMDG Kod uygunluk kurallarına göre taşınmaması	348,84
Makine arızası	331,1
Dümen donanım arızası	321,1
Jeneratör arızası	309,52
Gemideki bakım eksiklikleri	281,88
Kimyasal tehlikeli maddelerin taşınması ve uygun şekilde yönetilmemesi	277,875
Çevre kirliliğinin oluşması	277,44
Yetersiz yaşam koşulları	265,5
Yedek parça ve kritik ekipmanların ikmallerinin gerçekleşmemesi	259,44
Savaş bölgelerinde yükleme tahliye olması	256,62
Yetersiz köprü üstü cihazları	236,16
Yetersiz bakım prosedürü	216
Kaza durumunun oluşması	198
Gemilerdeki güvenlik zafiyetleri	195,2
Kimyasal tankerlerde ISM sistem yetersizliği ve eksikliği	189,2
Kalifiye personel çalıştırılmaması	185,44
Can kurtarma araçlarındaki yapısal ve kondisyonel sıkıntılar	170
Personel eksikliği	159,6
Uygun olmayan liman koşulları	148,8
Çalışan gemi personeli iletişim eksikliği	143
Yetersiz gemi adamı eğitimi ve talim eksikliği	133,152
Ağır hava koşullarında çalışmak	130,9
Yakıt sıkıntısı	90,61
İçme suyu ve kumanya sıkıntısı	62,32

Tablo 15'te görüldüğü üzeri risk faktörlerinin RÖS değerlerine göre önem sıralaması yapılmıştır. Buna göre ilk 10 risk: Kimyasal tehlikeli maddelerin IMDG Kod uygunluk kurallarına göre taşınmaması (348,84), makine arızası (331,1), dümen donanım arızası (321,1), jeneratör arızası (309,52), gemideki bakım eksiklikleri (281,88), kimyasal tehlikeli maddelerin taşınması ve uygun şekilde yönetilmemesi (277,875), çevre kirliliğinin oluşması (277,44), yetersiz yaşam koşulları (265,5), ağır hava koşullarında çalışmak (260,288), yedek parça ve kritik ekipmanların ikmallerinin gerçekleşmemesi (259,44) şeklinde sıralanmıştır.

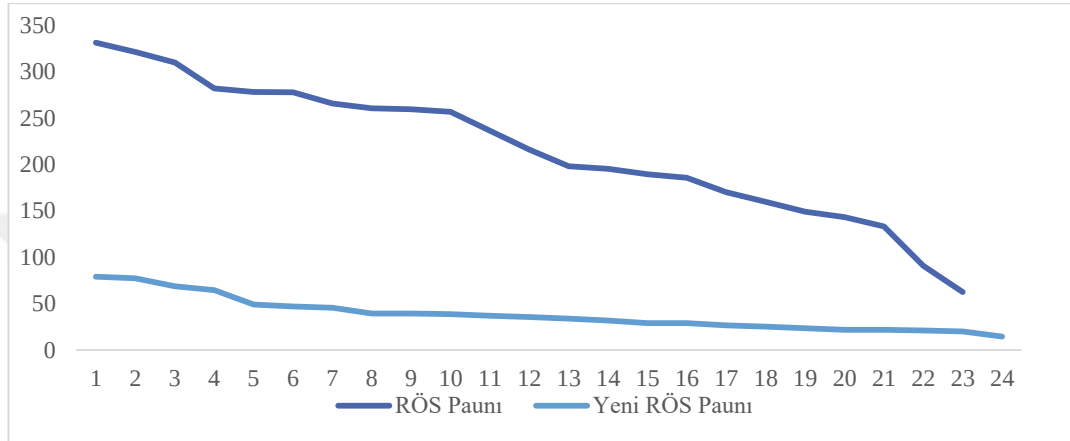
Tablo 16’da Tablo 14’te uygulanması önerilen önleyici faaliyetlerin gerçekleştirilmesi durumunda oluşacak yeni RÖS puanları bağlamında risk faktörleri önem düzeylerine göre sayısal olarak ifade edilmiştir.

Tablo 16. Risk faktörlerinin yeni RÖS puanlarına göre önem düzeylerinin belirlenmesi

Risk Faktörleri	Yeni RÖS Değerleri
Kimyasal tehlikeli maddelerin taşınması ve uygun şekilde yönetilmemesi	78,96
Kaza durumunun oluşması	77
Ağır hava koşullarında çalışmak	68,4
Dümen donanım arızası	64,26
Gemideki bakım eksiklikleri	49
Kimyasal tankerlerde ISM sistem yetersizliği ve eksikliği	46,8
Yetersiz köprü üstü cihazları	45,36
Kimyasal tehlikeli maddelerin IMDG Kod uygunluk kurallarına göre taşınmaması	39,23
Yetersiz bakım prosedürü	39,06
Yedek parça ve kritik ekipmanların ikmallerinin gerçekleşmemesi	38,4
Yetersiz yaşam koşulları	36,75
Gemilerdeki güvenlik zafiyetleri	35,25
Makine arızası	33,75
Yetersiz gemi adamı eğitimi ve talim eksikliği	31,5
Jeneratör arızası	28,8
Kalifiye personel çalıştırılmaması	28,8
Savaş bölgelerinde yükleme tahliye olması	26,4
Çevre kirliliğinin oluşması	25
Can kurtarma araçlarındaki yapısal ve kondisyonel sıkıntılar	23,49
Personel eksikliği	21,7
Uygun olmayan liman koşulları	21,6
Yakıt sıkıntısı	20,8
Çalışan gemi personeli iletişim eksikliği	19,8
İçme suyu ve kumanya sıkıntısı	14,4

Tablo 16’ya göre RÖS değerleri doğrultusunda oluşan yeni sıralama: Kimyasal tehlikeli maddelerin taşınması ve uygun şekilde yönetilmemesi (78,96), kaza durumunun oluşması (77), ağır hava koşullarında çalışmak (68,4), dümen donanım

arızası (64,26), gemideki bakım eksiklikleri (49), kimyasal tankerlerde ISM sistem yetersizliği ve eksikliği (46,8), yetersiz köprü üstü cihazları (45,36), kimyasal tehlikeli maddelerin IMDG Kod uygunluk kurallarına göre taşınmaması (39,23), yetersiz bakım prosedürü (39,06), yedek parça ve kritik ekipmanların ikmallerinin gerçekleşmemesi (38,4) şeklinde sıralama gerçekleştirilmiştir. Şekil 21’de eski ve yeni RÖS puanları arasındaki iyileşme farkı bir çizgi grafiği ile gösterilmiştir.



Şekil 21. Eski ve yeni RÖS puanları arasındaki ilişki

Bu noktada eski RÖS değerinde en yüksek değere sahip risk faktörü (331,1) olurken yeni RÖS değerinde bu durum önerilen iyileştirici uygulamalar ile (78,96)’ya gerilemiştir. Böylelikle yeni RÖS değerleri 100 bandının altında kalarak ilgili süreçte iyileştirme yapılması zorunluluğu ortadan kalkmıştır.

Tablo 16’daki durumun ısı haritası üzerindeki gösterimi Tablo 17’de verilmiştir. Bu grafik yardımı ile risk faktörleri üzerindeki iyileşme durumu gösterilmiştir. Buna göre RÖS puanının, 100’den büyük olduğu durumlarda iyileştirme uygulamalarının kesin olarak yapılması, 40 ile 100 arasında bir değer olduğunda da risklerin kabul edilebilir seviyede olduğu ve son olarak RÖS puanı 40’tan küçük olduğu durumlarda herhangi bir iyileştirme işleminin yapılmasına gerek olmadığı ifade edilmektedir. Bu durum aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir.

Tablo 17. Risk faktörlerinin önlem gereklilikleri

Önlem Durumu	Risk Faktörleri	RÖS Değerleri
Önleyici faaliyetler yapılabilir (kabul edilebilir seviye)	Kimyasal tehlikeli maddelerin taşınması ve uygun şekilde yönetilmemesi	78,96
	Kaza durumunun oluşması	77
	Ağır hava koşullarında çalışmak	68,4
	Dümen donanım arızası	64,26
	Gemideki bakım eksiklikleri	49
	Kimyasal tankerlerde ISM sistem yetersizliği ve eksikliği	46,8
	Yetersiz köprü üstü cihazları	45,36
Önleyici faaliyetlerin yapılmasına ihtiyaç yoktur	Kimyasal tehlikeli maddelerin IMDG Kod uygunluk kurallarına göre taşınmaması	39,23
	Yetersiz bakım prosedürü	39,06
	Yedek parça ve kritik ekipmanların ikmallerinin gerçekleşmemesi	38,4
	Yetersiz yaşam koşulları	36,75
	Gemilerdeki güvenlik zafiyetleri	35,25
	Makine arızası	33,75
	Yetersiz gemi adamı eğitimi ve talim eksikliği	31,5
	Jeneratör arızası	28,8
	Kalifiye personel çalıştırılmaması	28,8
	Savaş bölgelerinde yükleme tahliye olması	26,4
	Çevre kirliliğinin oluşması	25
	Can kurtarma araçlarındaki yapısal ve kondisyonel sıkıntılar	23,49
	Personel eksikliği	21,7
	Uygun olmayan liman koşulları	21,6
	Yakıt sıkıntısı	20,8
	Çalışan gemi personeli iletişim eksikliği	19,8
	İçme suyu ve kumanya sıkıntısı	14,4

Yukarıdaki durum değerlendirildiğinde 24 adet risk faktörünün 17 tanesine önleyici herhangi bir uygulama yapılması zorunluluğu yoktur. Geri kalan 7 adet risk faktörüne ise risk önleyici faaliyetler yapılabilir şeklindeki yargıya FMEA analizi ile ulaşılmıştır.

4.3. RİSK OLGULARININ BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ (FAHP) SÜRECİ İLE AĞIRLIKLANDIRILMASI

Uzman sektör temsilcileri ile yapılan anket çalışması neticesinde tespit edilen risk faktörleri bulanık AHP analizi ile önem düzeyleri belirlenmiştir. Uzman katılımcıların puanlamalarından yola çıkılarak Microsoft Excel programı üzerinde yazılan FAHP formülü ile analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu noktada Tablo 18’de ana kriterlerin birbirleri ile olan ikili karşılaştırma matrisi verilmiştir.

Tablo 18. Ana kriterlerin ikili karşılaştırılması

Kriterler	C1			C2			C3			C4			C5			C6		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	M	u
C1	1,00	1,00	1,00	0,55	0,80	0,94	1,15	1,75	2,49	1,25	1,60	2,45	2,75	2,85	2,90	0,65	1,03	1,20
C2	1,06	1,25	1,82	1,00	1,00	1,00	0,70	1,15	1,75	2,20	2,65	3,10	3,85	4,50	4,75	1,80	3,80	5,00
C3	0,04	0,07	0,10	0,57	0,87	1,43	1,00	1,00	1,00	0,95	1,28	1,88	1,75	1,98	2,00	0,17	0,28	0,85
C4	0,41	0,63	0,80	0,32	0,38	0,45	0,53	0,78	1,05	1,00	1,00	1,00	2,50	2,65	2,97	0,15	0,25	0,75
C5	0,34	0,35	0,36	0,21	0,22	0,26	0,50	0,51	0,57	0,34	0,38	0,40	1,00	1,00	1,00	2,50	3,55	8,85
C6	0,83	0,97	1,54	0,20	0,26	0,56	1,18	3,57	5,88	1,33	4,00	6,67	0,11	0,28	0,40	1,00	1,00	1,00

Ana kriterlerin ikili karşılaştırmaları sonucunda her bir kriterin önem ağırlığı ifade edilmiştir. Söz konusu işleme ait sonuç değerleri Tablo 19’da ifade edilmiştir.

Tablo 19. Ana kriterlerin ağırlık ve yüzdesel değerleri

Kriterler	Kriter ağırlıkları	Kriter Yüzdelik Değeri
C1	0,174612	17%
C2	0,345851	35%
C3	0,040466	4%
C4	0,032028	3%
C5	0,150635	15%
C6	0,256408	26%

Tabloya göre idare ve bakım (C2) kriteri, %35 ile önceliği en yüksek kriter olarak değerlendirilmiştir. İkinci olarak Çevresel Tehlikeler ve Güvenlik (C6) kriteri %26’lık önem düzeyi ile seçilmiştir. %17 ile üçüncü en yüksek değere Teknik Arızalar (C1) ana kriteri sahip olmuştur. Çalışma Koşulları (C5) kriteri %15 ile dördüncü sırada yer almıştır. Operasyonel Faktörler (C3) kriteri %4’lük bir değer atamasıyla sıralamada beşinci sırada yer almıştır. Son olarak %3 ile altıncı sırada Personel Eğitimi (C4) kriteri yer almıştır.

Teknik arızalar (C1) ana kriterine bağlı olan alt kriterlerin ikili olarak birbirleri ile karşılaştırıldığı matris 20’de verilmiştir.

Tablo 20. C1 ana kriterine bağlı alt kriterlerin birbirleri ile karşılaştırılması

Kriterler	C11			C12			C13			C14			C15		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	U
C11	1,00	1,00	1,00	3,90	4,50	5,50	1,53	2,03	2,42	2,00	5,50	9,00	0,20	0,33	0,55
C12	0,18	0,22	0,26	1,00	1,00	1,00	0,25	0,50	1,00	0,11	0,14	0,20	1,00	4,10	4,90
C13	0,90	0,95	0,99	1,00	2,00	4,00	1,00	1,00	1,00	5,00	7,00	9,00	4,15	5,70	6,10
C14	0,11	0,18	0,50	5,00	7,00	9,00	0,11	0,14	0,20	1,00	1,00	1,00	5,20	6,10	6,70
C15	1,82	3,00	5,00	0,20	0,24	1,00	0,16	0,18	0,24	0,15	0,16	0,19	1,00	1,00	1,00

Karşılaştırma matrisinin ardından gerçekleştirilen bir dizi iterasyonun ardından C1 ana kriterinin alt kriterlerine ait bulanık olmayan kriter ağırlıkları Tabloda 21’de ifade edilmiştir.

Tablo 21. Alt kriterlerinin ağırlık ve yüzdesel değerleri

Kriterler	Kriter ağırlıkları	Yüzdesel Değerleri
C ₁₁	0,321839	32%
C ₁₂	0,037687	4%
C ₁₃	0,321839	32%
C ₁₄	0,282452	28%
C ₁₅	0,036182	4%

Bu tabloda C1 ana kriterine bağlı olan alt kriterlerin ağırlıkları ifade edilmiştir. Bu bağlamda C₁₁ (Makine Arızası) ve C₁₃ (Dümen Donanımı Arızası) alt kriterleri birbirleri ile aynı önem düzeyinde (%32) olduğu görülmektedir. İkinci olarak en yüksek önem değerine (%28) sahip kriter C₁₄ (Yakıt Sıkıntısı) kriteri olmuştur. Üçüncü sırada %4 önem değeri ile C₁₂ (Jeneratör Arızası) kriteri olmuştur. Son olarak C₁₅ (Can Kurtarma Araçlarındaki Yapısal ve Kondisyonel Sıkıntılar) kriteri %3,6 önem düzeyi ile en düşük kriter olarak uzman anket katılımcıları tarafından değerlendirilmiştir.

C2 (İdare ve Bakım) ana kriterine bağlı olan alt kriterlerin birbirlerine göre kıyaslandığı karşılaştırma matrisi aşağıdaki Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 22. C2 ana kriterine bağlı alt kriterlerin birbirleri ile karşılaştırılması

Kriterler	C ₂₁			C ₂₂			C ₂₃			C ₂₄			C ₂₅		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	U
C ₂₁	1,00	1,00	1,00	0,11	0,14	0,20	0,33	0,45	0,60	0,14	0,20	0,33	0,15	0,17	0,60
C ₂₂	5,00	7,00	9,00	1,00	1,00	1,00	0,15	0,21	0,30	3,10	3,80	4,20	0,28	0,33	1,00
C ₂₃	0,04	0,07	0,10	3,33	4,76	6,67	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	0,21	0,33	1,00
C ₂₄	3,03	5,00	7,14	0,24	0,26	0,32	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	0,14	0,23	0,41
C ₂₅	1,67	5,88	6,67	1,00	3,00	3,57	1,00	3,00	4,76	2,44	4,35	5,26	1,00	1,00	1,00

Karşılaştırma matrisinin oluşturulmasının ardından işletilen FAHP analizi süreci neticesinde bulanık olmayan kriter ağırlıkları aşağıdaki Tablo 23’te verilmiştir.

Tablo 23. Alt kriterlerinin ağırlık ve yüzdesel değerleri

Kriterler	Kriter ağırlıkları	Yüzdesel Değerler
C ₂₁	0,224286	22%
C ₂₂	0,224286	22%
C ₂₃	0,186596	19%
C ₂₄	0,140544	14%
C ₂₅	0,224286	22%

C2 kriterinin alt kriterlerine ait ağırlık değerleri yukarıdaki tabloda verilmiştir. Bu durumda katılımcıların görüşleri kapsamında C₂₁ (Gemideki Bakım Eksiklikleri), C₂₂ (Yedek Parça ve Kritik Ekipman İkmallerinin Gerçekleşmemesi) ve C₂₅ (Kimyasal Tehlikeli Maddelerin Taşınması ve Uygun Şekilde Yönetilmemesi) kriterlerinin önem düzeyleri birbirleri ile eşit düzeyde gerçekleşmiştir. C₂₃ (İçme Suyu ve Kumanya Sıkıntısı) kriteri ikinci en önemli kriter olarak sıralamada yerini almıştır. C₂₄ (Yetersiz Bakım Prosedürü) kriteri ise önem seviyesi diğer kriterlere nazaran en az olan ölçüt olarak değerlendirilmiştir.

C3 (Operasyonel Faktörler) ana kriterinin üç alt bileşenlerine ait ikili karşılaştırma matrisi Tablo 24'te verilmiştir. Uzman katılımcılar kriterlerin önem düzeylerinin belirlenmesi noktasında kullandıkları dilsel ifadeler ve bunların sayısal olarak karşılık gelen değerlerin ortalamaları neticesinde karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 24. C3 ana kriterine bağlı alt kriterlerin birbirleri ile karşılaştırılması

Kriterler	C ₃₁			C ₃₂			C ₃₃		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u
C ₃₁	1,00	1,00	1,00	0,33	0,55	0,85	0,20	0,21	0,25
C ₃₂	1,18	1,82	3,03	1,00	1,00	1,00	0,30	0,55	0,80
C ₃₃	4,00	4,76	5,00	1,25	1,82	3,33	1,00	1,00	1,00

Karşılaştırma matrisinin oluşturulmasından sonra bulanık olmayan kriter ağırlıklarını ifade eden kriter ağırlıkları aşağıdaki Tablo 25'te verilmiştir.

Tablo 25. Alt kriterlerin ağırlık ve yüzdelik değerleri

Kriterler	Kriter ağırlıkları	Yüzdesel Değerler
C ₃₁	0,453048	45%
C ₃₂	0,093905	10%
C ₃₃	0,453048	45%

C3 kriterine bağlı üç alt kriterin önem düzeylerine göre ağırlık değerleri görülmektedir. C₃₁ (Uygun Olmayan Liman Koşulları) kriteri ve C₃₃ (Kimyasal Tankerlerde ISM Sistem Yetersizliği) kriter ağırlıkları birbirleri ile eşit önem düzeyinde yapılan analiz sonucunda ölçülmüştür. İkinci olarak C₃₂ (Yetersiz Köprü Üstü Cihazları) kriteri ölçülmüştür.

C4 (Personel Eğitimi) ana kriterine bağlı alt kriterlerinin birbirleri ile olan ikili karşılaştırmalarına ait tablo aşağıdaki Tablo 26’da ifade edilmiştir.

Tablo 26. C4 ana kriterine bağlı alt kriterlerin birbirleri ile karşılaştırılması

Kriterler	C ₄₁			C ₄₂			C ₄₃			C ₄₄		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	U
C ₄₁	1,00	1,00	1,00	3,10	3,90	5,40	1,00	1,50	3,00	1,00	2,10	4,20
C ₄₂	0,19	0,26	0,32	1,00	1,00	1,00	0,20	0,42	1,00	0,33	0,20	1,00
C ₄₃	0,90	0,95	0,99	1,00	2,40	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00
C ₄₄	0,24	0,48	1,00	1,00	5,00	3,00	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00

Alt kriterler normalize edilerek her bir kriterin önem dereceleri bulanık olmayan sayılarla ifade edilmiştir. Bu durum Tablo 27’de ifade edilmiştir.

Tablo 27. C4 ana kriterine bağlı olan alt kriterlerin önem ağırlıkları

Kriterler	Kriter ağırlıkları	Yüzdesel Değerler
C ₄₁	0,344819	34%
C ₄₂	0,062654	6%
C ₄₃	0,322415	32%
C ₄₄	0,270112	27%

C4 kriterinin alt kriterlerine ait önem dereceleri Tablo 27’de verilmiştir. Buna göre C₄₁ (Yetersiz Gemi Adamı Eğitim ve Talim Eksikliği) kriteri önem düzeyi en yüksek kriter olarak analiz sonucunda elde edilmiştir. Anket katılımcıların görüşlerine göre önem derecesi en yüksek ikinci kriter C₄₃ (Kalifiye Personel Çalıştırılmaması) kriteri olmuştur. C₄₄ (Personel Eksikliği) kriteri önem ağırlığı bakımından üçüncü en önemli alt kriter olmuştur. Son olarak C₄₂ (Çalışan Gemi Personeli İletişim Eksikliği) kriteri önem ağırlığı bakımından dördüncü en önemli kriter olmuştur.

C5 ana kriterine bağlı dört alt kriterler uzman görüşleri kapsamında değerlendirilmiştir. Bu süreçte kullanılan FAHP analizi kapsamında alt kriterlerin birbirleri ile olan karşılaştırma matrisi oluşturulmuş ve Tablo 28’de ifade edilmiştir.

Tablo 28. Karşılaştırma tablosu

Kriterler	C ₅₁			C ₅₂			C ₅₃			C ₅₄		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	U
C ₅₁	1,00	1,00	1,00	1,00	2,50	5,00	2,10	2,75	3,50	0,65	1,13	1,68
C ₅₂	0,20	0,40	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	0,33	1,00	2,50	2,85	3,33
C ₅₃	0,90	0,95	0,99	1,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	0,85	1,35	1,95
C ₅₄	0,60	0,88	1,54	0,30	0,35	0,40	0,51	0,74	1,18	1,00	1,00	1,00

Tablo 28’deki kriterlerin normalize edilmiş ve bulanık olmayan ağırlıkları tablo 29’da ifade edilmiştir.

Tablo 29. Normalize edilmiş kriter ağırlıkları

Kriterler	Kriter ağırlıkları	Yüzdesel Değerler
C ₅₁	0,339748	34%
C ₅₂	0,228943	23%
C ₅₃	0,305139	31%
C ₅₄	0,12617	13%

Tablo 29 kapsamında normalize edilmiş kriter ağırlıklarının önem değerleri bulanık olmayan sayılarla ifade edilmiştir. C₅₁ (Ağır Hava Koşullarında Çalışmak) kriteri önem derecesi diğer kriterlere kıyasla en önemli alt kriter olmuştur. Analiz sonucunda C₅₃ (Gemilerdeki Güvenlik Zafiyetleri) kriteri önem düzeyi en yüksek ikinci kriter olarak değerlendirilmiştir. C₅₂ (Savaş Bölgelerinde Yükleme ve Boşaltma Yapılması) alt kriteri önem derecesi bakımından en önemli üçüncü alt kriter olmuştur. Son olarak C₅₄ (Yetersiz Yaşam Koşulları) kriteri önem düzeyi en düşük alt kriter olarak dördüncü sırada yer almıştır.

C6 ana kriterinin alt kriteri arasında gerçekleştirilen ikili karşılaştırma matrisi Tablo 30’da sunulmuştur.

Tablo 30. C6 ana kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırma matrisi

Kriterler	C ₆₁			C ₆₂			C ₆₃		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u
C ₆₁	1,00	1,00	1,00	2,15	2,45	3,15	0,42	0,65	0,81
C ₆₂	0,32	0,41	0,47	1,00	1,00	1,00	0,33	0,57	0,95
C ₆₃	1,23	1,54	2,38	1,05	1,75	3,03	1,00	1,00	1,00

Tablo 30’da verilen alt kriterlerin birbirleri ile olan ikili karşılaştırma matrisinden yola çıkılarak bulunan kriter ağırlıkları aşağıdaki Tablo 31’ de verilmiştir.

Tablo 31. Normalize edilmiş kriter ağırlıkları

Kriterler	Kriter ağırlıkları	Yüzdesel Değerler
C ₆₁	0,461086	46%
C ₆₂	0,05296	5%
C ₆₃	0,485954	49%

Tablo 31’e göre önem derecesi en yüksek alt kriter C₆₃ (kimyasal tehlikeli maddelerin IMDG Kod uygunluk kurallarına göre taşınmaması) olmuştur. ikinci en

önemli kriter C₆₁ (çevre Kirliliğinin Oluşması) kriteri olmuştur. C₆₂ (kaza durumunun oluşması) kriteri önem derecesi en düşük alt kriter olarak analiz sonucunda elde edilmiştir.

Aşağıdaki Tablo 32’de analizi yapılan ana ve alt kriterlere ait ağırlık değerleri yer almaktadır. Bunlara ek olarak Tablo 32’de ana kriter başlığı altında yer alan alt kriterlerin ağırlıklarına göre sıra numarası bildiren sayısal ifadeler yer almaktadır.

Tablo 32. Ana ve alt kriter ağırlıkları

Ana Kriterler	Ana Kriter Ağırlıkları	Alt Kriterler	Alt Kriter Ağırlıkları	Kriterlerin Sıralanması
Teknik Arızalar (C1)	0,174612	Makine Arızası (C ₁₁)	0,321839	1
		Jeneratör Arızası (C ₁₂)	0,037687	3
		Dümen Donanımı Arızası (C ₁₃)	0,321839	1
		Yakıt Sıkıntısı (C ₁₄)	0,282452	2
		Can Kurtarma Araçlarındaki Yapısal ve Kondisyonel Sıkıntılar (C ₁₅)	0,036182	4
İdare ve Bakım (C2)	0,345851	Gemideki Bakım Eksiklikleri (C ₂₁)	0,224286	1
		Yedek Parça ve Kritik Ekipman İkmallerinin Gerçekleşmemesi (C ₂₂)	0,224286	1
		İçme Suyu ve Kumanya Sıkıntısı (C ₂₃)	0,186596	2
		Yetersiz Bakım Prosedürü (C ₂₄)	0,140544	3
		Kimyasal Tehlikeli Maddelerin Taşınması ve Uygun Şekilde Yönetilmemesi (C ₂₅)	0,224286	1
Operasyonel Faktörler (C3)	0,040466	Uygun Olmayan Liman Koşulları (C ₃₁)	0,453048	1
		Yetersiz Köprü Üstü Cihazları (C ₃₂)	0,093905	2
		Kimyasal Tankerlerde ISM Sistem Yetersizliği (C ₃₃)	0,453048	1

Tablo 32. (Devam) Ana ve alt kriter ağırlıkları

Ana Kriterler	Ana Kriter Ağırlıkları	Alt Kriterler	Alt Kriter Ağırlıkları	Kriterlerin Sıralanması
Personel Eğitimi (C4)	0,032028	Yetersiz Gemi Adamı Eğitim ve Talim Eksikliği (C ₄₁)	0,344819	1
		Çalışan Gemi Personeli İletişim Eksikliği (C ₄₂)	0,062654	4
		Kalifiye Personel Çalıştırılmaması (C ₄₃)	0,322415	2
		Personel Eksikliği (C ₄₄)	0,270112	3
Çalışma Koşulları (C5)	0,150635	Ağır Hava Koşullarında Çalışmak (C ₅₁)	0,339748	1
		Savaş Bölgelerinde Yükleme ve Boşaltma Yapılması (C ₅₂)	0,228943	3
		Gemilerdeki Güvenlik Zafiyetleri (C ₅₃)	0,305139	2
		Yetersiz Yaşam Koşulları (C ₅₄)	0,12617	4
Çevresel Tehlikeler ve Güvenlik (C6)	0,256408	Çevre Kirliliğinin Oluşması (C ₆₁)	0,461086	2
		Kaza Durumunun Oluşması (C ₆₂)	0,05296	3
		Kimyasal Tehlikeli Maddelerin IMDG Kod Uygunluk Kurallarına Göre Taşınmaması (C ₆₃)	0,485954	1

Tablo 32’de elde edilen ana kriterin ağırlıkları ile alt kriterlerin ağırlıkları çarpılarak genel kriter ağırlık değerlerine ulaşılmıştır. Böylelikle anket yöntemi ile elde edilen risk faktörlerinin birbirleri ile olan önem ağırlıkları sayısal olarak değerlendirilmiştir. Tablo 33’te genelleştirilmiş kriter ağırlıkları verilmiştir.

Tablo 33. Genelleştirilmiş kriter ağırlıkları

Ana Kriterler	Ana Kriter Ağırlıkları	Alt Kriterler	Alt Kriter Ağırlıkları	Genelleştirilmiş Kriter Ağırlıkları	Kriterlerin Sıralanması
Teknik Arızalar (C1)	0,174612	Makine Arızası (C ₁₁)	0,321839	0,056196951	5
		Jeneratör Arızası (C ₁₂)	0,037687	0,006580602	17
		Dümen Donanımı Arızası (C ₁₃)	0,321839	0,056196951	5
		Yakıt Sıkıntısı (C ₁₄)	0,282452	0,049319509	7
		Can Kurtarma Araçlarındaki Yapısal ve Kondisyonel Sıkıntılar (C ₁₅)	0,036182	0,006317811	18
İdare ve Bakım (C2)	0,345851	Gemideki Bakım Eksiklikleri (C ₂₁)	0,224286	0,077569537	3
		Yedek Parça ve Kritik Ekipman İkmallerinin Gerçekleşmemesi (C ₂₂)	0,224286	0,077569537	3
		İçme Suyu ve Kumanya Sıkıntısı (C ₂₃)	0,186596	0,064534413	4
		Yetersiz Bakım Prosedürü (C ₂₄)	0,140544	0,048607283	8
		Kimyasal Tehlikeli Maddelerin Taşınması ve Uygun Şekilde Yönetilmemesi (C ₂₅)	0,224286	0,077569537	3
Operasyonel Faktörler (C3)	0,040466	Uygun Olmayan Liman Koşulları (C ₃₁)	0,453048	0,01833304	12
		Yetersiz Köprü Üstü Cihazları (C ₃₂)	0,093905	0,00379996	19
		Kimyasal Tankerlerde ISM Sistem Yetersizliği (C ₃₃)	0,453048	0,01833304	12

Tablo 33. (Devam) Genelleştirilmiş kriter ağırlıkları

Ana Kriterler	Ana Kriter Ağırlıkları	Alt Kriterler	Alt Kriter Ağırlıkları	Genelleştirilmiş Kriter Ağırlıkları	Kriterlerin Sıralanması
Personel Eğitimi (C4)	0,032028	Yetersiz Gemi Adamı Eğitim ve Talim Eksikliği (C ₄₁)	0,344819	0,011043863	14
		Çalışan Gemi Personeli İletişim Eksikliği (C ₄₂)	0,062654	0,002006682	20
		Kalifiye Personel Çalıştırılmaması (C ₄₃)	0,322415	0,010326308	15
		Personel Eksikliği (C ₄₄)	0,270112	0,008651147	16
Çalışma Koşulları (C5)	0,150635	Ağır Hava Koşullarında Çalışmak (C ₅₁)	0,339748	0,05117794	6
		Savaş Bölgelerinde Yükleme ve Boşaltma Yapılması (C ₅₂)	0,228943	0,034486829	10
		Gemilerdeki Güvenlik Zafiyetleri (C ₅₃)	0,305139	0,045964613	9
		Yetersiz Yaşam Koşulları (C ₅₄)	0,12617	0,019005618	11
Çevresel Tehlikeler ve Güvenlik (C6)	0,256408	Çevre Kirliliğinin Oluşması (C ₆₁)	0,461086	0,118226139	2
		Kaza Durumunun Oluşması (C ₆₂)	0,05296	0,013579368	13
		Kimyasal Tehlikeli Maddelerin IMDG Kod Uygunluk Kurallarına Göre Taşınmaması (C ₆₃)	0,485954	0,124602493	1

Tablo 33'e göre deniz yolu tanker taşımacılığında gerçekleşme ihtimali olan riskler ana kriterler altında toplanmıştır. Buna göre bu kriterler arasında C2 (İdare ve Bakım) kriteri %35 ile önceliği en yüksek olan ana kriter olarak FAHP analizi kapsamında değerlendirilmiştir. Gruplara ayrılmış alt kriterlerin tamamının karşılaştırılabilmesi için her bir alt kriterin ağırlıkları genelleştirilmiş ve yukarıdaki Tablo 33'te ifade edilmiştir. Buna göre önem derecesi en yüksek beş kriter sırasıyla şu şekilde sıralanmıştır. Gemideki Bakım Eksiklikleri (C₂₁), Yedek Parça ve Kritik Ekipman İkmallerinin Gerçekleşmemesi (C₂₂) ve Kimyasal Tehlikeli Maddelerin Taşınması ve Uygun Şekilde Yönetilmemesi (C₂₅) kriterleri aynı önem değeri (0,07757) ile birinci sırada yer almıştır. İkinci sırada İçme Suyu ve Kumanya Sıkıntısı (C₂₃) aldığı (0,06453) değer ile ikici olarak sıralanmıştır. Makine Arızası (C₁₁) ve Dümen Donanımı Arızası (C₁₂) kriterleri önceliklendirme işlemi sırasında aldıkları (0,321839) değer ile üçüncü sırada yer almıştır. Dördüncü olarak, Ağır Hava

Koşullarında Çalışmak (C₅₁) kriteri aldığı değer (0,05118) ile dördüncü sırada önem düzeyi atanmıştır. Yakıt Sıkıntısı (C₁₄) analiz sonucunda elde edilen önem değeri ile (0,04932) beşinci sırada önem derecesi en yüksek kriter olarak anket katılımcıları tarafından değerlendirilmiştir.

4.4. FMEA VE FAHP SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Çalışmanın bu bölümünde deniz yolu tanker taşımacılığı kapsamında anket yöntemi ile elde edilen risk faktörlerinin FMEA ve FAHP analizi sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu bağlamda Klasik FMEA ile risk olgularının olası etkilerinin neler olacağı, bu faktörlerin RÖS değerleri, risk faktörlerinin gerçekleşmesi durumunda meydana gelecek istenmeyen hataların giderilmesine yönelik önleyici faaliyetler belirtilmiştir. Analizin bu aşamasından sonra önerilen tedbirlerin yeniden şiddet olasılık ve saptanabilirlik durumları geliştirilmiş ölçekler vasıtasıyla ölçülmüş ve yeni RÖS değerleri doğrultusunda risk faktörleri yeniden sıralanmıştır. FAHP yöntemiyle risk faktörleri altı grup başlığı altında toplanmıştır. Bu aşamadan sonra kriterler uzman anket katılımcılarının görüşleri neticesinde kriterlerin birbirleri ile olan ikili karşılaştırma matrislerine ulaşılmıştır. Bu doğrultuda kriterler bulanık mantık çerçevesinde değerlendirilerek kriter ağırlıkları bulunmuştur. Tablo 34’te FMEA ve FAHP analiz sonuçları kapsamında risk faktörlerinin önem düzeyleri belirtilmiştir.

Tablo 34. FMEA ve FAHP sonuçlarının karşılaştırılması

Kriter Kodları	FAHP Analizi		FMEA Analizi	
	Genelleştirilmiş Kriter Ağırlıkları	Sıralama	Yeni RÖS Değerleri	Sıralama
C ₁₁	0,056196951	5	33,75	13
C ₁₂	0,006580602	17	28,8	15
C ₁₃	0,056196951	5	64,26	4
C ₁₄	0,049319509	7	28,8	15

Tablo 34. (Devamı) FMEA ve FAHP sonuçlarının karşılaştırılması

Kriter Kodları	FAHP Analizi		FMEA Analizi	
	Genelleştirilmiş Kriter Ağırlıkları	Sıralama	Yeni RÖS Değerleri	Sıralama
C ₁₅	0,006317811	18	23,49	19
C ₂₁	0,077569537	3	49	5
C ₂₂	0,077569537	3	38,4	10
C ₂₃	0,064534413	4	14,4	23
C ₂₄	0,048607283	8	39,06	9
C ₂₅	0,077569537	3	78,96	1
C ₃₁	0,01833304	12	21,6	20
C ₃₂	0,00379996	19	45,36	7
C ₃₃	0,01833304	12	46,8	6
C ₄₁	0,011043863	14	31,5	14
C ₄₂	0,002006682	20	19,8	22
C ₄₃	0,010326308	15	20,8	21
C ₄₄	0,008651147	16	21,7	19
C ₅₁	0,05117794	6	68,4	3
C ₅₂	0,034486829	10	26,4	16
C ₅₃	0,045964613	9	35,25	12
C ₅₄	0,019005618	11	36,75	11
C ₆₁	0,118226139	2	25	17
C ₆₂	0,013579368	13	77	2
C ₆₃	0,124602493	1	39,23	8

Şekil 22’de FMEA ve FAHP sonuçlarına göre kriterlerin sıralamaları verilmiştir. Bu sıralamalar önem düzeyi en yüksekten en düşüğe olacak şekilde yukarıdan aşağıya doğru bir sıralama oluşturulmuştur. Bu şekilde eski ve yeni RÖS puanları ile birlikte

FMEA kapsamında kriterlerin geliştirilmiş ağırlıkları ifade edilmiştir. Oklar, değerler arasındaki ilişkiyi göstermektedir.



Şekil 22. FMEA ve FAHP sonuçlarına göre kriterlerin sıralanması

4.5. RİSK YÖNETİM KILAVUZU

Bu başlık altında deniz yolu tanker taşımacılığında faaliyet gösteren gemi işletmeleri ve tanker gemileri için riskle mücadele kılavuzu geliştirilmiştir. FAHP analiz sonuçlarına göre önem düzeyi en yüksek ana kriterden başlayarak önem düzeyi en az olan ana kritere doğru sıralama işlemi yapılmıştır. Risk kriterleri bulundukları ana kriter başlığı altında verilmiştir. Risk tanım sütununda, anket yardımıyla elde edilen risklerin kısaltılmış tanımları yer almaktadır. Risk azaltma uygulamaları sütununda, risk faktörlerine yönelik alınması gereken önlemler FMEA tablosundan alınarak kılavuza işlenmiştir. Diğer bir sütun olan risk faktörleri bölümünde riskler önleyici faaliyetlerin uygulanmasından sonra oluşacak yeni duruma ilişkin sıralamayı vermiştir. Kılavuzun son sütununda oluşan yeni duruma ilişkin RÖS puanları ısı haritası şeklinde verilmiştir. FMEA ve FAHP analizlerinin işletilmesi sonucu elde edilen bulgular dahilinde oluşturulan bu kılavuzun temel amacı deniz yolu tanker taşımacılığında çeşitli risk faktörlerine bağlı olarak gerçekleşen kazaların önlenmesine yönelik süreci desteklemektir. Bu kılavuz, spesifik olarak tanker gemisi işleten firmalar ve gemi personeli tarafından kullanılması beklenmektedir. Şekil 23’de kılavuza ilişkin detaylar yer almaktadır.

İdare Ve Bakım (C2)	Risk Tanımı	Risk azaltma uygulamaları	Risk Faktörleri	Risk Öncelik Sayısı
Gemideki Bakım Eksiklikleri (C21)	bakım faaliyetlerinin uygun zamanda yapılması	Planlı bakım faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi	Kimyasal tehlikeli maddelerin taşınması ve uygun şekilde yönetilmemesi	78,96
Yedek Parça ve Kritik Ekipman İkmallerinin Gerçekleşmemesi (C22)	kritik ekipmanların gemide bulundurulmaması	Sık kullanılan parçaların gemide stoklanması	Kaza durumunun oluşması	77
İçme Suyu ve Kumanya Sıkıntısı (C23)	gemide içme suyu ve kumanya eksikliği ya da yokluğu	Rotaya uygun kumanya tedarik noktalarının belirlenmesi	Ağır hava koşullarında çalışmak	68,4
Yetersiz Bakım Prosedürü (C24)	gemide güvenliğin sağlanamaması	Prosedürlerin ihtiyaçlar gözetenilerek uzmanlar tarafından geliştirilmesi	Dümen donanım arızası	64,26
Kimyasal Tehlikeli Maddelerin Taşınması ve Uygun Şekilde Yönetilmemesi (C25)	yükün uygun şekilde yönetilmemesi	Uluslararası kuruluşların belirlediği standartların uygulanması (IMDG Code)	Gemideki bakım eksiklikleri	49
Çevresel Tehlikeler Ve Güvenlik (C6)	Risk Tanımı	Risk azaltma uygulamaları	Kimyasal tankerlerde ISM sistem yetersizliği ve eksikliği	46,8
Çevre Kirliliğinin Oluşması (C61)	doğal çevrenin zarar görmesidir.	Gemideki atık ve yükün çevreci süreçler dâhilinde yönetilmesi için güvenlik protokolünün geliştirilmesi	Yetersiz köprü üstü cihazları	45,36
Kaza Durumunun Oluşması (C62)	gemi, yük, personel ve deniz çevresinin zarar görmesi durumudur.	Araç gereç ve donanımların sağlıklı işlenmesi için sık denetim uygulamalarının yapılması	Kimyasal tehlikeli maddelerin IMDG Kod uygunluk kurallarına göre taşınmaması	39,23
Kimyasal tehlikeli maddelerin IMDG Kod uygunluk kurallarına göre taşınmaması (C63)	gemi güvenliğinin tehdit altında olduğu durumudur.	IMDG Kod gerekliliklerine eksiksiz uyum sağlanması	Yetersiz bakım prosedürü	39,06
Teknik Arızalar (C1)	Risk Tanımı	Risk azaltma uygulamaları	Yedek parça ve kritik ekipmanların ikmallerinin gerçekleşmemesi	38,4
Makine Arızası (C11)	Gemi Makinesinin işlevini gerçekleştirememesi durumudur.	Planlı bakım faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi	Yetersiz yaşam koşulları	36,75
Jeneratör Arızası (C12)	jeneratör ünitelerinin çalışmaması	Planlı bakım faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi	Gemilerdeki güvenlik zafiyetleri	35,25
Dümen Donanımı Arızası (C13)	geminin sevk ve idare sisteminin çalışmaması	Planlı bakım faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi	Makine arızası	33,75
Yakıt Sıkıntısı (C14)	yakıt eksikliği kaynaklanan fonksiyon kaybı	Rotaya uygun yakıt alımının gerçekleştirilmesi	Yetersiz gemi adamı eğitimi ve talim eksikliği	31,5
Can Kurtarma Araçlarındaki Yapısal ve Kondisyonel Sıkıntılar (C15)	can kurtarma araçlarının etkin kullanılamaması durumu	Planlı bakım faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi	Jeneratör arızası	28,8
Çalışma Koşulları (C5)	Risk Tanımı	Risk Azaltma Uygulamaları	Kalifiye personel çalıştırılmaması	28,8
Ağır Hava Koşullarında Çalışmak (C51)	kazalara sebep olabilecek hava koşulları	Hava tahminlerine uygun rota planlama işlemlerinin gerçekleştirilmesi	Savaş bölgelerinde yükleme tahliye olması	26,4
Savaş Bölgelerinde Yükleme ve Boşaltma Yapılması (C52)	gemi güvenliğinin tehdit altında olduğu durum	Personel ve gemi güvenliğinin önceliklendirilmesi ve bu kapsamda rota işlemlerinin yapılması	Çevre kirliliğinin oluşması	25
Gemilerdeki Güvenlik Zafiyetleri (C53)	gemi güvenliğinin tehdit altında olduğu durum	Planlı bakım ve denetim faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi	Can kurtarma araçlarındaki yapısal ve kondisyonel sıkıntılar	23,49
Yetersiz Yaşam Koşulları (C54)	gemi insanların psikolojilerini olumsuz etkileyen bir durumdur	Yaşam koşullarının standartların altına düşmesini engelleyen önlemlerin alınması	Personel eksikliği	21,7
Operasyonel Faktörler (C3)	Risk Tanımı	Risk Azaltma Uygulamaları	Uygun olmayan liman koşulları	21,6
Uygun Olmayan Liman Koşulları (C31)	gemi için uygun koşulların liman otoriteleri tarafından sağlanamaması	Rota kapsamındaki limanların detaylı bilgilerinin edinilmesi	Yakıt sıkıntısı	20,8
Yetersiz Köprü Üstü Cihazları (C32)	geminin idare merkezinin tüm fonksiyonlarının kullanılamaması durumudur	Köprü üstü cihazlarının eksiksiz teminin yapılması	Çalışan gemi personeli iletişim eksikliği	19,8
Kimyasal Tankerlerde ISM Sistem Yetersizliği (C33)	ISM Kod gerekliliklerine uyulmamasıdır.	Eksikliklerin giderilmesi için önlemlerin alınması	İçme suyu ve kumanya sıkıntısı	14,4
Operasyonel Faktörler (C4)	Risk Tanımı	Risk Azaltma Uygulamaları		
Yetersiz Gemi Adamı Eğitimi ve Talim Eksikliği (C41)	liyakat eksikliği durumudur.	Personel istihdamı ve eğitimi düzenli olarak ölçülmesi		
Çalışan Gemi Personeli İletişim Eksikliği (C42)	gemi personelinin uyum eksikliği durumudur.	İletişim odaklı iş süreçlerinin geliştirilmesi		
Kalifiye Personel Çalıştırılmaması (C43)	liyakat eksikliği durumudur.	Kalifiye personel seçilmesi için uzmanlardan destek alınması		
Personel Eksikliği (C44)	operasyonel faaliyetlerin devamlılığı için gereken insan gücünün bulunmaması	Personel istihdamı		

Şekil 23. Risk Yönetim Kılavuzu

Kılavuz kapsamında risk faktörlerine yönelik uygulanması gereken önlem niteliği taşıyan faaliyetler ileri sürülmüştür. Oluşan yeni sıralamada RÖS puanları 100 seviyesine ulaşamamıştır. Dolayısıyla acilen alınması ve uygulanması gereken ek tedbir kitine gerek yoktur. İkinci RÖS puanları tespit edilen riskler kabul edilebilir seviyededirler. Kılavuz da son olarak eski RÖS değerleri ile yeni RÖS değerleri arasındaki fark, bir şekil ile ifade edilmiştir.



SONUÇ

Tanker gemileri, sıvı halde bulunan ve çoğu zaman hammadde niteliği taşıyan ürünlerin deniz yolu ile taşınmasına imkân tanıyan ticari gemi türlerinden biridir. Bu tipteki gemiler taşıdıkları yüksek risk düzeyine sahip ürünler için özel olarak geliştirilmişlerdir. Bununla birlikte dökme halde bulunan sıvı ve sıvılaştırılabilen her türlü ürünün karakteristik özellikleri ile paralel olacak şekilde özelleştirilmiş sistemler oluşturulmuştur. Böylelikle taşınma sürecine konu olan yükün güvenlik seviyesini optimum düzeyde tutulmaya çalışılır. Gemi işletmeciliği alanında faaliyet gösteren denizcilik işletmeleri için tanker gemileri stratejik bir konumdadır. İşletmeler sahip oldukları gemilerin özellikleri ölçüsünde rakipleri ile rekabet edebilirler. Dolayısıyla tanker tipindeki gemiler deniz ulaştırması açısından oldukça kritik bir öneme sahiptir. Son yıllarda bu tipteki tanker gemileri sayısında önemli artışlar yaşanmıştır. Bu tez çalışmasının amaçları doğrultusunda bu süreçte gerçekleşme potansiyeli olan risk faktörleri tespit edilmiş ve çeşitli analiz yöntemleri kapsamında işlemiştir. Bu kapsamda elde edilen bulgular neticesinde risk faktörleri ile mücadele noktasında alınması gereken önlemler belirtilmiş olup tespit edilen risk faktörleri ve oluşturulan risk gruplarının önem düzeylerine göre sıralamaları yapılmıştır. Tüm bu işlemlerin ardından tanker gemileri ve tanker gemisi işleten firmalar için potansiyel risk faktörleri ile mücadele noktasında bir kılavuz geliştirilmiştir. Çalışma bulguları deniz yolu tanker taşımacılığı özelinde insan-çevre-ürün güvenliğinin geliştirilmesinin yanında optimum seviyeye ulaştırılması için yapıcı bir süreç önermektedir. Ayrıca çalışma bulguları, bu alanda güvenliğin artırılması için hazırlanmış hâlihazırda var olan gerek ulusal gerekse de uluslararası regülasyonlara uyma noktasında bir dizi öneriler sunması bakımından oldukça önemlidir.

Bu tez çalışması deniz yolu tanker taşımacılığı sürecinde gerçekleşme ihtimali olan risk faktörlerinin analizini konu edinmiştir. Analiz sürecinde elde edilen veriler derlenmiş ve çalışmanın bulguları oluşturulmuştur. Bu bakımdan bu çalışmanın bulguları, deniz yolu taşımacılığında gerçekleşen kazalar ve sektörünün farklı kollarında yapılan risk analizi çalışmaları ile alanı bakımından ilişkilidir. En temelinde denizcilik sektörünü içine alan bir risk analizi ya da gerçekleşen kazaların analizine yönelik farklı açılardan sektör dinamiklerinin değerlendirildiği literatürü

geliştirmektedir. Örneğin; Mert ve Çetinyokuş tarafından 2020 yılında yapılan bir çalışmada, tehlikeli maddelerin deniz yolu ile taşınması sonucunda gerçekleşen kazalara sıklıkla neden olan etken yük yangını olarak belirtilmiştir. Bu durumunda gerçekleşmesine zemin hazırlayan ana faktörlerse: inşan hataları, tehlikeli maddenin ısısındaki değişiklik sonucunda gerçekleşen kimyasal değişimler, makine ve donanım hataları şeklinde ifade etmişlerdir (Mert ve Çetinyokuş, 2020). Yürütülen tez çalışması yazarların elde ettikleri bu bilgi kapsam bakımından geliştirmiştir. Yazarlar gerçekleşen kazaların nedenlerini incelemişlerdir. Tez çalışması ise kaza durumları gerçekleşmeden önce kaza ya da hatalara neden olabilecek riskleri, olası kazaların etkileri, etki derecelerini, bu kazaların engellenmesine yönelik uygulanması gereken faaliyetlerin neler olacağı, uygulanan engelleyici uygulamalarının süreç üzerinde hangi ölçüde yarar sağladığı gibi parametreler dâhilinde önceki bilgiyi geliştirmiştir.

Bu tez çalışmasında, anket katılımcılarından elde edilen verileri ilk olarak FMEA analizi kapsamında değerlendirmelere tabii tutulmuştur. Bu aşamada elde edilen risk faktörleri, Tablo 14'deki FMEA tablosu kapsamında anlamlandırılarak RÖS değerlerine ulaşılmıştır. Bu yöntem kapsamında her bir risk faktörü için iki adet RÖS değerleri bulunmuştur. İlk RÖS değerleri sistem üzerinde gerçekleşme potansiyeli bulunan risk faktörlerinin şiddet, olasılık ve saptanabilirlik derecelerinden elde edilmiştir. İkinci RÖS değerleri ise süreç kapsamında bulunan risk faktörlerinin önleyici iyileştirici adımların uygulandıktan sonraki süreçte anket katılımcılarının yeniden atadıkları şiddet, olasılık ve saptanabilirlik dereceleri ile elde edilmiştir. Buna göre Tablo 14 ve 15'ten anlaşılabacağı gibi, ilk RÖS değerleri doğrultusunda en önemli risk faktörü olarak ilk sırada Kimyasal tehlikeli maddelerin IMDG Kod uygunluk kurallarına göre taşınmaması (C₆₃) risk faktörü yer almıştır. Bu risk faktörünün gerçekleşmemesi için alınması önerilen önleyici eylem: IMDG Kod gerekliliklerine eksiksiz uyum sağlanması olmuştur. Önleyici faaliyetlerin uygulanmasının ardından elde edilen ikinci RÖS değerine göre, oluşma ihtimali yüksek olan (RÖS skoru belirtilen 100 değerinin altındadır) yeni risk faktörü: Kimyasal tehlikeli maddelerin taşınması ve uygun şekilde yönetilmemesi (C₂₅) risk faktörü olmuştur. FAHP analizi kapsamında risk faktörleri altı ana kriter başlığı altında ayrı ayrı kümelere ayrılmıştır. FAHP süreci elde edilen veriler dâhilinde işletilerek önem düzeyi en yüksek risk grubu, bu risk grupları içerisinde yer alan alt kriterler ya da risk faktörlerinin önem

sıraları belirlenmiştir. Daha sonrasında tüm risk faktörlerinin birbirleri ile önem ağırlıklarına göre sıralamasını yapmak için her bir risk faktörü bağlı bulunduğu ana kriter ağırlıkları ile çarpılarak genel ağırlık değerlerine ulaşılmıştır. Buna göre altı ana kriter arasında önem düzeyi en yüksek: İdare ve bakım (C2) ana kriteri olmuştur. Tablo 34’te de belirtildiği gibi 24 adet risk faktörünün FAHP kapsamında değerlendirilmesiyle ulaşılan en yüksek önem düzeyine sahip kriterler: Gemideki bakım eksiklikleri (C₂₁), yedek parça ve kritik ekipman ikmallerinin gerçekleşmemesi (C₂₂) ve kimyasal tehlikeli maddelerin taşınması ve uygun şekilde yönetilmemesi (C₂₅) kriterleri aynı önem değeri ile ilk sırada yer almışlardır.

Bu çalışma literatürdeki nitelikli bilgiyi geliştirmek için deniz yolu tanker taşımacılığı sürecinde gerçekleşme ihtimali olan risklerin değerlendirilmesine indirgenmiştir. Konu ölçeğinin indirgendiği bu alanda farklılaşmak adına risklerin ölçülmesi adına iki aşamalı bir analiz metodoloji geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden biri risk analiz tekniklerinden olan FMEA yöntemidir. FMEA yöntemi Klasik Mantık çerçevesinde uygulanmıştır. İkinci metot olarak karar verme yöntemlerinden AHP analizi seçilmiştir. Anket katılımcılarının görüşlerini özellikle de önem derecelerinin atanması noktasında metodolojiye optimum seviyede aktarmak adına AHP yöntemi Bulanık Mantık çerçevesinde işletilmiştir. Bu aşamadan sonra gerek tanker gemileri gerekse de işleticileri için riskle mücadele noktasında bir kılavuz önerilmiştir. Bu özellikleri bakımından tez çalışması farklılaşmıştır. Bu tez çalışmasının ilgili literatürü geliştirmesi hedeflenmiştir.

Alanında uzman 10 katılımcının görüşlerine göre deniz yolu tanker taşımacılığı sürecinde karşılaşılabilecek mümkün risk faktörleri tespit edilmiştir. Belirlenen bu risklerin giderilmesine yönelik uygulamalar Tablo 14 kapsamında belirtilmiştir. Buna göre makine arızası ve jeneratör arızası gibi risk faktörlerinin giderilmesi noktasında gemilerde ilgili planlı bakım faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Çevre kirliliğinin oluşması riski ile mücadele için gemideki atık ve yükün çevreci süreçler dâhilinde yönetilmesi için güvenlik protokolünün geliştirilmesi ya da oluşturulması gerekmektedir. Anket çalışması kapsamında personel eksikliği risk faktörü ile karşı karşıya kalmamak adına uygun personel istihdamı seyir süreci başlamadan önce planlanması gerekmektedir. Dümen donanımı arızası riski karşısında planlanmış

bakım faaliyetleri gerçekleştirilmelidir. Seyir esnasında ilgili gemide yakıt sıkıntısı problemi ile karşılaşmamak için gemi rotasına uygun yakıt hacminin belirlenmesi gerekmektedir. Geminin ilgili anlaşma kapsamında sürece dâhil edildiği andan itibaren süreç boyunca herhangi bir kaza durumu riski ile karşılaşmaması için sürece dahil olan tüm araç gereç ve donanımların sağlıklı işlemesi için sık denetim uygulamalarının yapılması gerekmektedir. Geminin ihtiyaç duyacağı yedek parça ve kritik ekipmanların ikmallerinin sağlanamaması durumu ile karşılaşmamak adına gemi seyre çıkmadan önce sık kullanılan parçaların gemide stoklanmaları gerekmektedir. İçme suyu ve kumanya sıkıntısı riski karşısında ilgili tanker gemisinde ihtiyaçları dâhilinde rotaya uygun kumanya tedarik noktalarının belirlenmesi gerekmektedir. İlgili gemilerde bakım eksikliklerinin oluşmasını engellemek için planlı bakım faaliyetlerinin gerçekleşmesinin sağlanması gerekmektedir. Kalifiye personel çalıştırılmaması ya da bulundurulamamasına karşın alınması gereken önleyici tutum: Kalifiye personel seçilmesi için uzmanlardan destek alınmasıdır. Gemi bünyesine alınan kimyasal tehlikeli maddelerin taşınması ve uygun şekilde yönetilmemesi durumunun önlenmesi noktasında uluslararası kuruluşların belirlediği standartların eksiksiz uygulanması (IMDG Code) gerekmektedir. Tanker gemilerinde kimyasal tankerlerde ISM sistem yetersizliği ve eksikliği riskinin önlenmesi için seyir öncesinde eksikliklerin giderilmesi için önlemlerin alınması gerekmektedir. Çalışan gemi personeli iletişim eksikliği risk faktörü hususunda iş süreçlerinin etkili iletişim çerçevesinde yapılandırılmalıdır. İlgili tanker gemisinde köprü üstü cihazlarının yetersiz ya da eksik kalması noktasında önlem olarak köprü üstü cihazlarının eksiksiz teminin yapıldığından ve sorunsuz bir şekilde çalıştıklarından emin olunmalıdır. Bir işletmenin filosunda bulunan gemilerin insan yaşamının gereklilikleri hususunda yetersiz kalmaması için önlem olarak gemideki yaşam koşullarının standartların altına düşmesini engelleyen önlemlerin alınması, eksiklik varsa giderilmesi gerekmektedir. Gemilerde güvenlik zafiyetlerinin yaşanmaması adına planlı bakım ve denetim faaliyetlerinin gerçekleştirilmelidir. Anket katılımcılarının görüşlerine göre: Yetersiz gemi adamı eğitimi ve talim eksikliği risk faktörünün engellenmesine yönelik alınması gereken önlem personel istihdamı ve eğitimi düzenli olarak ölçülmesi olmuştur. Can kurtarma araç gereçlerindeki yapısal ve kondisyonel sıkıntıların giderilmesi için önerilen iyileştirici faaliyet: Planlı bakım faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi olmuştur.

Bir tanker gemisi varış konumunda uygun olmayan liman koşulları ile karşılaşma riskine karşın önlem olarak seyre çıkmadan önce rota kapsamındaki liman ya da liman sahaları hakkında detaylı bilgilerinin edinilmesi gerekmektedir. Gemi ve personelinin ilgili faaliyetlerinin ağır hava koşulları altında gerçekleşme ihtimalini riskini en aza indirmek için hava tahminlerine uygun olarak rota planlama işlemlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bir tanker gemisinin faaliyetlerini savaş bölgelerinde gerçekleştirme zorunluluğunu ortadan kaldırmak için: Personel ve gemi güvenliğinin önceliklendirilmesi ve bu kapsamda rota işlemlerinin yapılması gerekmektedir. Yetersiz bakım prosedürleri nedeniyle can mal ve çevre güvenliğinin riske edilmemesi için gemi özelliklerine uygun olarak: Bakım prosedürlerin ihtiyaçlar gözetilerek uzmanlar tarafından geliştirilmesi gerekmektedir. Yine FMEA kapsamında RÖS değerleri risklerin şiddet, olasılık ve saptanabilirlik derecelerine göre hesaplanmıştır. RÖS puanları, uzman görüşleri kapsamında ileri sürülen önleyici iyileştirici faaliyetler uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonra ölçülmek üzeri iki defa ölçülmektedir. Bu bağlamda ölçülen RÖS değerleri sonucunda risk öncelik seviyesi yüksek olan riskler bulunmuştur. Bu risklerin önem derecelerine göre sıralanışı: Makine arızası, dümen donanım arızası, jeneratör arızası, gemideki bakım eksiklikleri, kimyasal tehlikeli maddelerin taşınması ve uygun şekilde yönetilmemesi, çevre kirliliğinin oluşması, yetersiz yaşam koşulları, ağır hava koşullarında çalışmak, yedek parça ve kritik ekipmanların ikmallerinin gerçekleşmemesi, savaş bölgelerinde yükleme tahliye olması, yetersiz köprü üstü cihazları, yetersiz bakım prosedürü, kaza durumunun oluşması, gemilerdeki güvenlik zafiyetleri, kimyasal tankerlerde ISM sistem yetersizliği ve eksikliği, kalifiye personel çalıştırılmaması, can kurtarma araçlarındaki yapısal ve kondisyonel sıkıntılar, personel eksikliği, uygun olmayan liman koşulları, çalışan gemi personeli iletişim eksikliği, yetersiz gemi adamı eğitimi ve talim eksikliği, yakıt sıkıntısı, içme suyu ve kumanya sıkıntısı şeklinde sıralanmıştır. Risk faktörlerinin giderilmesi için anket katılımcıları tarafından önerilen önleyici faaliyetler sonrasında yeniden ölçülen RÖS değerlerine göre risk faktörleri belirlenmiştir. Bunlar Tablo 16'da ifade edildiği gibi: Kimyasal tehlikeli maddelerin taşınması ve uygun şekilde yönetilmemesi, kaza durumunun oluşması, ağır hava koşullarında çalışmak, dümen donanım arızası, gemideki bakım eksiklikleri, kimyasal tankerlerde ISM sistem yetersizliği ve eksikliği, yetersiz köprü üstü cihazları,

yetersiz bakım prosedürü, yedek parça ve kritik ekipmanların ikmallerinin gerçekleşmemesi, yetersiz yaşam koşulları, gemilerdeki güvenlik zafiyetleri makine arızası, yetersiz gemi adamı eğitimi ve talim eksikliği, jeneratör arızası, kalifiye personel çalıştırılmaması, savaş bölgelerinde yükleme tahliye olması, çevre kirliliğinin oluşması, can kurtarma araçlarındaki yapısal ve kondisyonel sıkıntılar, personel eksikliği, uygun olmayan liman koşulları, yakıt sıkıntısı çalışan gemi personeli iletişim eksikliği, içme suyu ve kumanya sıkıntısı şeklinde gerçekleşmiştir. Çalışmanın ikinci yöntemi olan FAHP analizi ile ana ve alt kriterlere ayrılan risk faktörlerinin önem ağırlıkları bulunmuştur. Böylelikle gruplara ayrılan risk faktörlerinin önem dereceleri bulunmuştur. Bu kapsamda önem düzeyi en yüksek ana kriter arasında İdare ve Bakım (C2) kriteri FAHP analizi sonucunda bulunmuştur. Gruplara ayrılmış alt kriterlerin, diğer ana kriterler altında yer alan alt kriterlerle karşılaştırılabilmesi için her bir alt kriterin ağırlıkları genelleştirilmiş ve Tablo 34'te ifade edilmiştir. Buna göre önem derecesi en yüksek beş kriter sırasıyla şu şekilde sıralanmıştır. Gemideki Bakım Eksiklikleri (C₂₁), Yedek Parça ve Kritik Ekipman İkmallerinin Gerçekleşmemesi (C₂₂) ve Kimyasal Tehlikeli Maddelerin Taşınması ve Uygun Şekilde Yönetilmemesi (C₂₅) kriterleri aynı önem ağırlık değeri ile birinci sırada yer almıştır. İkinci sırada İçme Suyu ve Kumanya Sıkıntısı (C₂₃) aldığı değer ile ikici olarak sıralanmıştır. Makine Arızası (C₁₁) ve Dümen Donanımı Arızası (C₁₂) kriterleri önceliklendirme işlemi sırasında aldıkları değer ile üçüncü sırada yer almıştır. Dördüncü olarak, Ağır Hava Koşullarında Çalışmak (C₅₁) kriteri aldığı değer ile dördüncü sırada önem düzeyi atanmıştır. Yakıt Sıkıntısı (C₁₄) analiz sonucunda elde edilen önem değeri ile beşinci sırada önem derecesi en yüksek kriter olarak anket katılımcıları tarafından değerlendirilmiştir.

Çalışmanın bulguları temel alınarak oluşturulan riskle mücadele kılavuzu, tanker gemilerinde risk yönetimi için yapılan çalışmalarını destekler niteliktedir. Risk faktörleri altı adet ana risk grubu başlığı altında toplanmıştır. Bu grupların sıralaması FAHP analiz sonuçları referans alınarak önem sırasına göre gruplar kılavuza işlenmiştir. Ardından gruplar içerisinde yer alan risk faktörlerinin kısaca tanımları yapılmıştır. Bu adımdan sonra da risklerin giderilmesi için sektör katılımcılarının görüşleri doğrultusunda elde edilen iyileştirici uygulamalara yer verilmiştir. Bu aşamadan sonra FMEA analizi kapsamında hesaplanan ikinci RÖS değerleri büyükten küçüğe doğru

sıralanmıştır. Bu sıralama ile risk önem düzeyi yüksek risk faktörleri vurgulanmaktadır. Bu sıralamaya göre RÖS değeri en yüksek risk: Kimyasal tehlikeli maddelerin taşınması ve uygun şekilde yönetilmemesi risk faktörüdür. Bu faktör aldığı RÖS değeri ile kabul edilebilir risk seviyesindedir. Bu riskin gerçekleşme ihtimali vardır ancak risk acil olarak önlem gerektirecek düzeyde değildir. Bu aşamada risk unsurlarının RÖS değerleri ısı haritası kullanılarak karşılık gelen risk unsurlarının tehlike düzeyini belirtmektedir. Bu durum Tablo 17’de belirtilmiştir. Yeşil renk en az RÖS değerine sahip risk unsurunu ifade ederken, kırmızı renk en yüksek RÖS değerine sahip risk unsurunu belirtmektedir. Son olarak kılavuzun en son bölümünde RÖS değerleri arasındaki ilişkiyi gösteren şekil eklenmiştir ve bu durum Şekil 23’te belirtilmiştir. Bulgular, deniz yolu tanker taşımacılığı sürecinde gerçekleşme potansiyeli bulunan risklerin yönetilmesinde oldukça fayda sağlayacaktır. Çalışma kapsamında elde edilen bulgular doğrultusunda gemi, personeli ve işleticisinin olası kazalarla karşılaşması engellenmiş olacaktır.

Tez çalışmasının sınırlılıkları değerlendirildiğinde en büyük kısıt ulaşılan katılımcıların tamamının Türk firmalarında çalışan Türk asıllı uzman kişilerden oluşmasıdır. Bu durum risk faktörlerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesinin yalnızca bir eğitim kültürünün geliştirmiş olduğu bakış açısı kapsamında yapılmasına yol açmıştır. Deneyim bakımından bu kültür her ne kadar zenginleştirilmiş olsa da görüşler genel olarak aynı noktaları işaret etmektedir. Küresel çapta bir uzman kadrosu kurmak ve özellikle FMEA süreçlerinin deneme yanılma yoluyla işletilmesi büyük miktarda maddi kaynak ihtiyacını doğurmaktadır. Maddi kaynağa ek olarak bir test sahasının olmaması bu çalışmanın kısıtlarından bir diğeridir. Tez çalışmasının bulguları ile ulaşılan bilgileri geliştirmek adına bir çalışma yapılacaksa ve yöntem ya da yöntemlerden biri FMEA analizi ise bu noktada Tasarım FMEA analizi de çalışma kapsamında uygulanmalıdır. Bu kapsamda bir deniz sahası belirlenerek varyasyonlar test edilmelidir.

Yürütülen bu tez çalışmasında esas itibari ile amaçlanan deniz yolu tanker taşımacılığında gerçekleşme potansiyeli olan risk unsurlarının belirlenmesi ve bu risk faktörleri ile etkin mücadele edilmesi için kılavuz niteliği taşıyan bir modelin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Tanker taşımacılığı risk potansiyelinin yüksek olduğu bir

alan olması nedeniyle belirlenen risk faktörleri önem düzeylerine göre bir önlem düzeni sektöre önerilmiştir. Bu süreçte risk analiz yöntemlerinden biri olan FMEA ve çok karar verme yöntemlerinden biri olan AHP yöntemi kullanılmıştır. AHP yöntemi risk kriterleri arasındaki önem düzeyini optimum düzeyde belirleyebilmesi için Bulanık Mantık sistem entegre edilerek analiz süreci işletilmiştir. Sonuç olarak bu çalışma ile elde edilen bulgular, deniz yolu tanker taşımacılığı sürecinde karşılaşılabilecek muhtemel risklerle etkin mücadele edilmesine destek olmaktadır. Bununla birlikte tüm sistemin güvenliğinin sağlanmasına katkıda bulunmaktadır. Ancak tanker taşımacılığında taşınan yükün özelliklerine ek olarak deniz çevresinin getirmiş olduğu zorlu çalışma ortamı, risk dağılımı boyutlandırmıştır. Bu bağlamda tanker taşımacılığı iş sürecinin daha da detaylandırılarak yapılacak olan çalışmalar, sıfır hataya yaklaşma konusunda oldukça fayda sağlayacaktır.

Tanker gemilerinde risk önleme kılavuzu, uzman sektör katılımcıları ve profesyonel hayatında uzak yol gemi kaptanlığı olan bir akademisyenin görüşleri baz alınarak oluşturulmuştur. Bu süreçte alınan uzman görüşleri analiz yöntemleri ile derlenmiş, sistemsel bir yapıya kavuşturulmuştur. Çalışma sonucunda elde edilen kılavuzla birlikte denizde can ve mal güvenliğinin sağlanmasına katkıda bulunulmuştur. Böylelikle sürdürülebilir ticari faaliyetler desteklenmiştir. Çalışma bulguları neticesinde oluşturulan bu kılavuzun ilgili sektörde gemi işleteni ve gemi personeli tarafından kullanılması önerilmektedir.

Çalışma, diğer çalışmalar için önemli bir temel oluşturmaktadır. Anket katılımcılarından elde edilen dağıntı verileri, çalışmanın yöntem bölümünde bahsedilen analiz teknikleri kullanılarak anlamlılık dereceleri artırılarak daha anlamlı hale dönüştürülmüştür. Çalışma bulguları sonucunda riskle etkin mücadele edilebilmesi için bir kılavuz geliştirilmiş sektör yetkilileri ve ilgili literatüre sunulmuştur. Bu çalışmanın sonuçlarından yola çıkılarak gelecek çalışmalar için öneri niteliği taşıyan yargılar aşağıda verilmiştir.

- Bu Tez çalışmasında kullanılan yöntem, farklı deniz yolu ulaştırma türleri üzerinde uygulanabilir.
- Bu çalışmada bulunan risk faktörleri özelinde özellikle de üretilmesi planlanan sistem ve donanımlar üzerinde FMEA analizi uygulanabilir.

- Liman işletmeleri özelinde risk tanımlama ve önceliklendirme çalışmaları yapılabilir.
- Sıvı halde bulunan dökme yükler için özel olarak geliştirilen tanker gemileri özelinde risk analizi gerçekleştirilebilir.
- Tanker gemilerinin yükleme veya boşaltma operasyonları üzerinde risk analizi uygulamaları gerçekleştirilebilir.



KAYNAKÇA

1. Kitaplar

- Kumar Shashi N.(2004). "Tanker Transportation." Şu kitapta: Ed. Cutler J. Cleveland. Encyclopedia of Energy, Elsevier, 1-12.
- Okubo, Masaaki ve Takuya Kuwahara (2020). "Chapter 1 – Introduction." Şu kitapta: Ed. Masaaki Okubo, Takuya Kuwahara, New Technologies for Emission Control in Marine Diesel Engines, Butterworth-Heinemann, 1-24.
- Papavinasam, Sankara (2014) "Chapter 2-Oil and Gas Industry Network." Şu kitapta: Ed. Sankara Papavinasam, Corrosion Control in the Oil and Gas Industry, Gulf Professional Publishing, 41-131.
- Şakar, Gül Denктаş (2013). "Deniz Ulaştırması: Yükler, Gemiler, Rotalar" Şu kitapta: Ed. A. Güldem Cerit, D. Ali Deveci ve Soner Esmer. Denizcilik İşletmeleri Yönetimi. İstanbul. 35-57.

2. Makaleler, Bildiriler ve Diğer Yayınlar

- Akcanbaş, M. ve Kübra Uslu (2022). "Gemi Adamlarında Stres, Tükenmişlik, Depresyon Düzeyleri ve İlişkilerinin İncelenmesi." OHS ACADEMY, 5(1): 33-49.
- Akgün, Seval (2017). "Hata Türleri ve Etkileri Analizi Metodu ve Sağlık Hizmeti Uygulamaları." Sağlık Akademisyenleri Dergisi, 4(1): 1-8.
- Akman, Abdurrahman (2015). "Kimya Sektöründe Tehlike ve İşletilebilirlik (Hazop) Analizi." Çalışma Dünyası Dergisi, 3(2) : 59-74.
- Aktaş, İ., Tayfun Menlik ve Adnan Sözen (2020). "Modelling of Risk Indicators in a Smart Grid Newtork by Fuzzy Analytic Hierarchy Process." Journal of Polytechnic, 23 (2): 505-513.
- Akyüz, Emre (2017). "Application of Fuzzy FMEA to Perform an Extensive Risk Analysis in Maritime Transportation Engineering." International Journal of Maritime Engineering, 159(A1): 99–105.
- Allen, H. H., Chia-Wei Hsu, Tsai-Chi Kuo ve Wei-Cheng Wu (2009) Risk Evaluation of Green Components to Hazardous Substance Using FMEA and FAHP, Expert Systems with Applications, 36 (3): 7142-7147
- Altubaishe, B., Ahlani Clarke, Christina McWilliams ve Salil Desai (2019)."Comparative Analysis of Risk Management Strategies for Additive Manufacturing Supply Chains." American Journal of Applied Sciences, 16(8): 273-282.
- Arıcan, Ozan Hikmet (2023). "Kimyasal Tankerlerde Zaman Süreli Kiralamaya Göre Dedveyt Tonaj Aralığının Belirlenmesi." International Journal of Management and Administration, 7(14): 195-213.

- Arıcan, Ozan Hikmet (2024). "Yat Turizm Şirketleri İçin Yelkenli Tekne Seçimi Kriterlerinin Belirlenmesi." Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi, 16(1): 22-50.
- Arıcan, O. H. ve Esmâ Gül Emecen Kara (2024). "Selection Model of Chemical Tanker Ships for Cargo Types Using Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS." Regional Studies in Marine Science: 103724.
- Arıcan, O. H. ve Esmâ Gül Emecen Kara (2022). "Determination of Chemical Tanker Selection Criteria for Shipping Companies." Mersin Üniversitesi Denizcilik ve Lojistik Araştırmaları Dergisi, 4(2): 209-233.
- Arıcı, S. S., Emre Akyuz ve Özcan Arslan (2020). "Application of Fuzzy Bow-Tie Risk Analysis to Maritime Transportation: The case of Ship Collision During the STS Operation." Ocean Engineering, 217: 107960.
- Arslan, Ö., Yusuf Zorba ve Jelenko Švetak. (2018). "Fault Tree Analysis of Tanker Accidents during Loading and Unloading Operations at the Tanker Terminals." Journal of ETA Maritime Science, 6(1): 3-16.
- Aryani, A. D., Wahyuda Wahyuda, ve Suwardi Gunawan (2022). "Analysis and Determination of Tofu Production Risk Mitigation Strategy Using FMEA and AHP Methods (Case study: UD XYZ)." Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi, 18(1): 77-85.
- Aydan, M.ve Sıdıka Kaya (2017). "Hata Türü ve Etkileri analizi (HTEA): Üniversite Hastanesinde Bir Uygulama." Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 20(4): 475-502.
- Aydın, U. ve Üstün Atak. (2020). "Yük Taşımacılığı İçin Bulanık EDAS Yöntemi ile Taşıma Modu Seçimi". Journal of Intelligent Transportation Systems and Applications, 3(1): 24-33.
- Ayhan M., Hakan Akyıldız, Murat Yetkin ve Nagihan Turkoglu (2015) A FSA Based Fuzzy DEMATEL Approach for Risk Assessment of Cargo Ships at Coasts and Open Seas of Turkey, Safety Science,79: 1-10.
- Bahadır, Elif (2017). "Bulanık Mantık Yaklaşımının Eğitim Çalışmalarında Kullanılmasının Alan Yazın Işığında Değerlendirilmesi." Uluslararası Sosyal ve Eğitim Bilimleri Dergisi 4(7): 28-42.
- Barış, S. ve İsmet Kandilli (2021). "Türkiye’de Denizcilik Eğitimi Veren Meslek Yüksekokulu ve Fakültelerde Kullanılan Köprüüstü Simülasyon Sistemlerinin Verimliliğinin İncelenmesi." International Marmara Sciences Congress: 381-520
- Başar, Ersan (2010). "Investigation Into Marine Traffic and a Risky Area in the Turkish Straits System: Canakkale strait."Transport, 25(1): 5-10
- Baştuğ, S. ve Durmuş Ali Deveci (2013). "Endüstriyel Satın Alma Davranışı: Gemi Kiralama (Çarter) Hizmetlerine Özgü Bir Endüstriyel Satın Alma Modeli Önerisi". Beykoz Akademi Dergisi, 1(2):77-102.
- Baykasoglu, A., Türkay Dereli, Nevra Yılankırkan ve Alican Yılankırkan (2003). "Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) ve Gaziantep'te Orta Ölçekli Bir Firmada

- Uygulanması." II. Makina Tasarım ve İmalat Teknolojileri Kongresi, Konya 157: 163.
- Bayram, H. ve Elif Çelenk Kaya (2022). "Fine-Kinney Metodu ile Risk Analizi: Trabzon Liman Örneği." Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 11(2): 760-783.
- Buckley, James J. (1985)."Fuzzy Hierarchical Analysis " Fuzzy Sets and Systems, 17(3): 233-247.
- Bujna, M., Maroš Korenko, Vladimír Krocko ve Taras Shchur (2015). "Safety Audit in Production Process." Motrol. Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa, 17(4):193-197
- Büyük, Nurettin (2023). "Deniz Ulaştırmasında Uluslararası Emniyetli Gemi Yönetimi ISM Doğrultusunda Personel Seçimi Bir Ahp Uygulaması." Denizcilik Araştırmaları Dergisi: Amfora, 2.3: 67-83.
- Büyük, N. ve Dinçer Bayer (2022). "Tanker Gemilerinde Kargo İşlemleri Esnasındaki Yangın Risklerinin Kök Sebeplerinin Tespiti ve Bow-Tie ile Analizi." Denizcilik Araştırmaları Dergisi: Amfora, 1(1): 1-19
- Büyük, N. ve Murat Yorulmaz. (2022). "Kimyasal Tankerlerde Tank Operasyonlarındaki Yangın Risklerinin FTA Metodu ile İncelenmesi." 3. Uluslararası Uygulamalı Mühendislik ve Doğa Bilimleri Konferansı, Konya, Türkiye, 1-12.
- Büyüközkan, G., Cengiz Kahraman ve Da Ruan (2004). "A Fuzzy Multi-Criteria Decision Approach for Software Development Strategy Selection." International Journal of General Systems, 33 (2-3): 259-280.
- Canbaz, Ö. ve Murat Yorulmaz (2023). "Deniz Taşımacılığı ve Hizmet Türleri." 5th International Conference on Applied Engineering and Natural Sciences:12-19.
- Ceylan, H. ve Volkan S. Başhelvacı (2011). "Risk Değerlendirme Tablosu Yöntemi ile Risk Analizi: Bir uygulama." International Journal of Engineering Research and Development, 3(2): 25-33.
- Chai, T., Jinxian Weng ve Xiong De-qi (2017). "Development of a Quantitative Risk Assessment Model for Ship Collisions in Fairways." Safety Science, 91: 71-83.
- Chang, Da-Yong. (1996). "Applications of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP." European Journal of Operational Research, 95 (3): 649-655.
- Chen, P., Junmin Mou, ve Yajun Li (2015). "Risk Analysis of Maritime Accidents in An Estuary: A Case Study of Shenzhen Waters." Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie, 42 (114): 54-62.
- Demir, A., Ahmet Yılmaz, Mehmet Kaya (2023). "Çok Noktadan Bağlı Tanker-Şamandıra Bağlama Sistemlerinde Hata Ağacı Tabanlı Risk Analizi". Gemi ve Deniz Teknolojisi Dergisi, 10(4): 112-130.
- Demirci, M. ve Ozan Hikmet Arıcan (2024). "Borusan Limanı'nın Çevresel Performansı ve Yeşil Liman Uygulamaları." BNEJSS,10(1): 16-27

- Demirdağ, M. ve Murat Yorulmaz (2024). "Tersanelerde Gemilerin Raspa Operasyonlarındaki Risklerin Analizi ve Yönetilmesi." Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi, 8(2): 144-176.
- Ekin, E. ve İlayda Gökçe Cesur (2023). "Genişletilmiş Analiz Yöntemine Dayalı Bulanık AHP ve TOPSIS Yöntemi ile Danışmanlık Sektöründe Sunulan Hizmetlerin Değerlendirilmesi." Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi, 15(28): 12-34.
- Elitaş, C., Mehmet Erkan ve Ali Eleren (2009). "Maliyet Muhasebesi Dersi Eğitim Sürecinin İyileştirilmesinde Hata Türü ve Etkileri Analizi Yönteminin Kullanılması." Muhasebe ve Finansman Dergisi, 41: 63-71.
- Elliott, F. E. ve Willis L. Tressler (1951):. "Environmental Characteristics of Some Major Types of Harbors." Coastal Engineering Proceedings, 2 (17): 195-207.
- Emhan, Abdurrahim (2009). "Risk Yönetim Süreci ve Risk Yönetmekte Kullanılan Teknikler." Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 23(3): 209-220.
- Eren, E. R. ve Oktay Pamuk (2020). Hata Türü ve Etkileri Analizi Yönteminin Konfeksiyon Sektöründe Uygulanması. UUJFE, 25(3):1533-1546.
- Erol, S., Mengü Demir, Bayram Çetişli ve Ekrem Eyüboğlu (2018). "Analysis of Ship Accidents in the Istanbul Strait Using Neuro-Fuzzy and Genetically Optimised Fuzzy Classifiers." The Journal of Navigation, 71(2): 419-436.
- Ervural, Beyza Çayır (2023). "İki Aşamalı Risk Değerlendirme Yöntemi ile Havacılık Sektöründe Uygulama." International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences, 35(4): 460-484.
- Fan, S., Zaili Yang, Eduardo Blanco-Davis, Jinfen Zhang ve Xinpeng Yan. (2020). "Analysis of Maritime Transport Accidents Using Bayesian Networks." Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability, 234(3): 439-454.
- Fu, S., Mingyan Wu, Mingyan Zhang, Bing Han ve Zhongdai Wu (2023). "Towards Functional Design for the Risk Management System of Maritime Accidents in Ice-Covered Arctic Waters From Resilience Perspectives." International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering. Vol. 86885. American Society of Mechanical Engineers.
- Goerlandt, F. ve Jakub Montewka (2015). "A Framework for Risk Analysis of Maritime Transportation Systems: A Case Study for Oil Spill From Tankers in a Ship-Ship Collision." Safety Science, 76: 42-66.
- Göksu, A., ve İbrahim Güngör (2008). "Bulanık Analitik Hiyerarşik Proses Ve Üniversite Tercih Sıralamasında Uygulanması." Suleyman Demirel University Journal of Faculty of Economics & Administrative Sciences, 13(3): 1-26.
- Handani, D. W. ve Makoto Uchida (2024). "Development of Maintenance Scheduling Model for the Safety Operational of Ship Machinery." Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan, 21(2): 92-101.

- Hu, A. H., Chia-Wei Hsu, Tsai Chi Kuo ve Wei-Cheng Wu. (2009). "Risk evaluation of green components to hazardous substance using FMEA and FAHP." *Expert Systems with Applications*, 36(3): 7142-7147.
- İbadullayeveva, K. J., Sina Azimzadeh, Selim Canıgür ve Ferhan Esen (2019). "Çevre Kirliliğinin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri." *Türk Tıp Öğrencileri Araştırma Dergisi*, 1(3): 52-58.
- Kahraman, C., Ufuk Cebeci, ve Da Ruan (2004). "Multi-attribute Comparison of Catering Service Companies Using Fuzzy AHP: The Case of Turkey." *International Journal of Production Economics*, 87(2): 171-184.
- Kalkan, M. E. ve Veli Deniz (2013). "Risk Kavramı Üzerine." *TTB Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, 13(48): 43-48.
- Karakadılar, İbrahim Sarper (2022). "Kuru Dökme Yük Taşımacılığı Piyasasının Geleceğine Dair Öngörüler." *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 24(43): 634-654.
- Karcıoğlu, R. ve Fatma Temelli (2015). "Liman İşletmelerinde Geleneksel Maliyetleme ve Faaliyet Tabanlı Maliyetleme: Bir uygulama." *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 8: 71-98.
- Keser, H. Y. ve Gökçe Çiçek Ceyhun (2023). "Avrupa Yeşil Mutabakatının Denizyolu Taşımacılığı Kökenli Hava Kirliliği Yönünden İncelenmesi." *TESAM Akademi Dergisi*, 10(1): 53-72.
- Kılıç, H. S., Sena K. Canbakis, Melike Karabas (2023). "Integrated Supply Chain Risk Assessment Methodology Based on Modified FMEA." *Journal of Risk Analysis and Crisis Response*, 13(2): 93-116.
- Kontogiannis, Tom (2003). "A Petri Net-Based Approach for Ergonomic Task Analysis and Modeling with Emphasis on Adaptation to System Changes." *Safety Science*, 41(10): 803-835.
- Latuheru, Paulina M. (2021). "Ship Accident Assessment and Handling." *KnE Social Sciences*: 507-524.
- Liu P., Yifan Wu, Ying Li ve Xiaoming Wu (2024). "An Improved FMEA Method Based on the Expert Trust Network for Maritime Transportation Risk Management." *Expert Systems with Applications*, 238, Part A, 121705.
- Marhavilas, P. K., Dimitrios E. Koulouriotis, ve V. Gemeni (2011). "Risk Analysis and Assessment Methodologies in the Work Sites: on a review, Classification and Comparative Study of the Scientific Literature of the Period 2000–2009." *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 24(5): 477-523.
- Melnyk, O., Yu Bychkovsky, Oleksandr Shumylo vd. (2022). "Study of the Risk Assessment Quality Dependence on the Ships Accidents Analysis." *Scientific Bulletin "Mircea cel Batran" Naval Academy*, 25(1): 136-146.
- Menteş, A. ve İsmail H. Helvacıoğlu (2010). "Çok Noktadan Bağlı Tanker-Şamandıra Bağlama Sistemlerinde Hata Ağacı Tabanlı Risk Analizi." *Gemi ve Deniz Teknolojisi*. 182: 34-39.

- Mert, A. ve Saliha Çetinyokuş (2020). "Denizyolu Tehlikeli Madde Taşımacılığına Yönelik Kazaların Analizi." *Journal of Humanities and Tourism Research*, 10(1): 41-54.
- Michaelsen, Christopher (2003). "Maritime Exclusion Zones in Times of Armed Conflict at Sea: Legal Controversies Still Unresolved." *Journal of Conflict and Security Law*, 8(2): 363-390.
- Montewka, J., Kaarle Ståhlberg, Tapio Seppala ve Pentti Kujala (2010). "Elements of Risk Analysis for Collision of Oil Tankers." *Risk, Reliability and Safety*, 1005-1013.
- Muslu, Aziz (2018). "Importance of Private Crew Management Companies for Employment of Turkish Seafarer to Replace in international Maritime Labor Market." *Gaziantep University Journal of Social Sciences* 17(1): 291-302.
- Muslu, Aziz (2024). "Denizcilik Endüstrisinde Gemi İnsanlarının Çalışma İlişkileri: 2020 Sonrası Güncel ve Konvansiyonel Sorunlar." *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi* 14.23. Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Bölüm Kongresi Özel Sayısı: 1742-1755.
- Oğuz, Yaşar Ayşegül (2024). "Denizyolu Taşımacılığının Küresel Tedarik Zincirlerindeki Önemi." *TAM Akademi Dergisi*, 3(1): 86-103.
- Özakın, Batuhan (2021). "Sac Malzeme Üretiminde Hata Türleri ve Etkileri Analizi." *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 28: 1204-1209.
- Özay, M. E., Hasan Köten, ve Emine Can (2021). "İstanbul Boğazı Geçiş Güvenlik Açığı: Olası Tanker Patlama Simülasyonu." *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 7(3): 509-516.
- Özbağ, G. K., Ozan Hikmet Arıcan ve Orhan Aydın (2023). "Gemi Personelinin Emniyet İklimi Algısı Üzerine Bir Araştırma." *İş'te Davranış Dergisi*, 8(1): 19-35.
- Özbilgin, İzzet Gökhan (2012). "Risk ve Risk Çeşitleri." *Bilişim Dergisi*, 7 : 86-93.
- Özdem, Görkem (2024). "Risk Yönetilebilirliği: Deniz Yolu Taşımacılığındaki Riskler Üzerine Bir Değerlendirme." *SOCIAL SCIENCES STUDIES JOURNAL (SSSJJournal)*, 10(3): 486-493.
- Özfırat, Pınar Mızrak (2014). "Bulanık Önceliklendirme Metodu ve Hata Türü ve Etkileri Analizini Birleştiren Yeni Bir Risk Analizi Yöntemi." *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 29(4): 755-768.
- Özkılıç, Özlem (2005). "İş Sağlığı ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri." *TİSK Yayınları*, Ankara 336.
- Ömürbek, N., ve M. Zihni Tunca (2013). "Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci Yöntemlerinde Grup Kararı Verilmesi Aşamasına İlişkin Bir Örnek Uygulama." *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(3): 47-70.

- Sadeghi-Yarandi, M., Salman Torabi-Gudarzi, Nasrin Asadi, Hamedeh Golmohammadpour, Vahid Ahmadi-Moshiran ve Mostafa Taheri (2023). "Development of a Novel Electrical Industry Safety Risk Index (EISRI) in the Electricity Power Distribution Industry Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP)." *Heliyon*, 9(2):1-12
- Sezer, Ş. İ., Gizem Elidolu, Emre Akyüz ve Ozcan Arslan. (2023). "An Integrated Risk Assessment Modelling for Cargo Manifest Process on Tanker Ships Under FMECA Extended Dempster–Shafer Theory and Rule-Based Bayesian Network Approach." *Process Safety and Environmental Protection*, 174(1): 340–352.
- Soltani, A., ve Ebrahim Zargari Marandi (2011). "Hospital Site Selection Using Two-Stage Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Process." *Journal of Urban and environmental engineering* 5(1): 32-43.
- Sur, J. M. ve Kim Dong Jin (2020). "Comprehensive Risk Estimation of Maritime Accident Using Fuzzy Evaluation Method–Focusing on Fishing Vessel Accident in Korean Waters." *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 36(3): 127–135.
- Szubrycht, Tomasz (2020). "Marine Accidents as Potential Crisis Situations on the Baltic Sea." *Archives of transport* 54(2): 125-135.
- Tarı, R. ve Muhammet Rıdvan İnce (2019). "Denizyolu Taşımacılığı Piyasası Kapsamında Küresel Ticaret Hacminin Analizi: Markov Rejim Değişim Modeli." *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 37: 1-20.
- Taşdemir, Derya Çevik (2021). "Risk Değerlendirme Metodolojileri: Belirlenen Nitel Yöntemler." *Uluslararası Sosyal ve Beşerî Bilimler Kongresi Kongre Kitabı*: 60-65.
- Tatar, V ve Meriç Burçin Özer (2018). "Kıyı Tesislerinde Depolanan ve Elleçlenen Tehlikeli Maddelerin Yangın Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi: Hopa Limanı Tank Terminali Örneği." *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(78): 372-411.
- Toraman, A ve Betül Gökkaya (2023). "Hata Türleri Ve Etkileri Analizi (FMEA) ve Sağlık Alanında Uygulamaları." *SDÜ Sağlık Yönetimi Dergisi* 5(1): 26-39.
- Turan, O., Iraklis Lazakis, Sol Judah ve Atilla İncecik (2011). "Investigating the Reliability and Criticality of the Maintenance Characteristics of a Diving Support Vessel." *Quality and Reliability Engineering International* 27(7): 931-946.
- Uğurlu, Hasan (2022). "Gemi Çatışma Kazalarının Nedenlerinin ve Sonuçlarının Sistemik İncelemesi." *4th International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology (EurasianSciEnTech 2022)*: 914-927
- Uğurlu, Ö., Umut Yıldırım, Ercan Yüksekıldız, Recep Nişancı ve Ercan Köse. (2015). "Investigation of Oil Tanker Accidents by Using GIS." *International Journal of Maritime Engineering*, 157(A2): 113–124.

- Uygunoğlu, T. ve Şaban Yurtçu (2006). "Yapay zeka tekniklerinin inşaat mühendisliği problemlerinde kullanımı." *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi* 2(1): 61-70.
- Laarhoven, V.P.J.M., ve Witold Pedrycz (1983). "A Fuzzy Extension of Saaty's Priority Theory." *Fuzzy Sets and Systems* 11(1-3): 229-241.
- Vanem, E., Øyvind Endresen ve Rolf Skjong. (2008). "Cost-effectiveness Criteria for Marine Oil Spill Preventive Measures." *Reliability Engineering & System Safety*, 93(9): 1354–1368.
- Westgaard, S., Erik Folkesson Jensen ve Knut Werner Mitter (2007). "Economic and Financial Risk Factors and Tanker Shipping Stock Returns." Available at SSRN 969910.
- Xu, M., Xiaosue Ma, Yulan Zhao, ve Weiliang Qiao (2023). "A Systematic Literature Review of Maritime Transportation Safety Management." *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(12): 2311.
- Yazır, D., ve Sefa Yay (2022). "Kimyasal Tanker Gemilerinde Emniyet Ekipmanlarını Kullanan Personelin Yeterliği." *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*, 8(3): 472-484.
- Yılmaz, Burcu Selin (2000). "Hata Türü ve Etki Analizi." *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(4):135-150
- Yılmaz, H. ve Mustafa Ergin Şahin (2023). "Bulanık Mantık Kavramına Genel Bir Bakış." *Takvim-i Vekayi*, 11(1): 94-129.
- Yılmaz, Z. O. ve Can Elmar Balas. (2024). "Kapalı Mahal Risk Analizi ve Tehlike Algısı: Bir Dökme Yük Gemisinde Uygulama." *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 16 (1): 101-132.
- Yorulmaz, M. ve Ali Osman Yeğin (2023). "Liman İşletmelerinde Tehlikeli Madde Elleçlenmesine İlişkin Fine-Kinney ve FMEA Yöntemleri İle Risk Analizi." *R&S-Research Studies Anatolia Journal*, 6(1): 1-37.
- Yorulmaz, M. ve Kübra Sezen (2023). "Denizcilik Alanında Kullanılan Risk Analizi Yöntemleri ve Fine Kinney Yöntemiyle Bir Uygulama." *Afet ve Risk Dergisi* 6(3): 622-637.
- Yorulmaz, M. ve Mehmet Arif Öztürk (2024). "Tersanelerde Gemilerin Havuzlama Operasyonlarının Risk Analizi ve Yönetimi." *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 12(1): 58-104.
- Yorulmaz, M., Dinçer Durmuş ve Kübra Sezen (2022). "Gemilerin Havuzlama Operasyonlarındaki Risklerinin FMEA Yöntemi ile Analizi." *Journal of Academic Value Studies*, 8(3): 293-303.
- Yüce, K. ve Barış Barlas. (2021). "Tersanelerdeki Radyografi Uygulamaları ve Risk Değerlendirmesi." *Gemi ve Deniz Teknolojisi Dergisi*, 220: 69-85.
- Zadeh, Lotfi Asker (1965). "Fuzzy Sets." *Information and Control*. 8(3): 338-353.

- Zaman, M. B., A. Santoso Hasanuddin ve Wolfgan Busse (2020). "Risk Evaluation of Ferry in the Bali Straits Using FMEA Method." IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 557(1): 2-9.
- Zampeta, V ve Gregory Chondrokoukis (2022). "An Empirical Analysis for the Determination of Risk Factors of Work-Related Accidents in the Maritime Transportation Sector." Risks 10(231): 1-15.
- Zeng, Q., Luyan Yang ve Qian Zhang. (2014). "Modeling the Sailing Risk of RoPax Ships with Bayesian Network." Transport, 29(3): 325-334.
- Zhang, Q., Yuan Q. Wen, Dong Han, Fan Zhang ve Chang S Xiao (2020). "Construction of Knowledge Graph of Maritime Dangerous Goods Based on IMDG Code." The Journal of Engineering, 13: 361-365.
- Zhang, Q., Yuanqiao Wen, Dong Han, Fan Zhang, Chuihui Zhou ve Changshi Xiao (2019). " Ontology-based Construction and Application of Knowledge Graph of Maritime Dangerous Goods." 2019 5th International Conference on Transportation Information and Safety (ICTIS). IEEE
- Zhang, X. ve Xiao Li (2018). "Analysis of Hazardous Chemicals Transportation Accidents and Transportation Management." Chemical Engineering Transactions 67: 745-750.
- Zhou, Q., Yiik Diew Wong, Hui Shan Loh ve Kum Fai Yuen. (2019). "ANFIS Model for Assessing Near-miss Risk During Tanker Shipping Voyages." Maritime Policy & Management, 46(3): 377-393.

3. Elektronik Kaynaklar

- Deniz Ticaret Odası (2024). Deniz Sektörü Raporu. www.denizticaretodasi.org.tr, (Erişim tarihi: 15 Temmuz 2024).
- IMO (ty) IBC Code. <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/IBC-Code.aspx>. (Erişim tarihi: 10 Kasım 2024).
- IMO (ty). Safety Regulations for Different Types of Ships. <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/RegulationsDefault.aspx>. (Erişim tarihi: 10 Kasım 2024).
- IMO (ty.) IGC Code. <https://www.imo.org/en/ourwork/safety/pages/igc-code.aspx>. (Erişim tarihi: 10 Kasım 2024).
- Lloyd's Register Foundation Heritage & Education Center (ty). John Bowes. <https://hec.lrfoundation.org.uk/archive-library/ships/john-bowes-1852-spec-transit-carolina-valentin-fierro-villa-selgas>. (Erişim tarihi: 10 Kasım 2024).
- Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO). (ty). International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), 1974. [https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-\(SOLAS\),-1974.aspx](https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-(SOLAS),-1974.aspx). (Erişim tarihi: 15 Kasım 2024).

Yıldız, Gürsel (2019). "Kimyasal Tanker Kargo Devre Montaj ve Kaynağı İçin Teknolojik ve Çevre Dostu Çözümler." GİDB Dergi 14: 41-54.



EKLER

Ek 1. Anket formuna dair etik kurul onayı

Evrak Tarih ve Sayısı: 28.02.2025-E.740830



T.C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu



Sayı : E-94094268-100-740830
Konu : Eğitim - Öğretim İşleri (Genel)

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 19.02.2025 tarihli ve E-78783421-204.01.07-734949 sayılı yazı.

Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulunun 24/02/2025 tarih ve 2025/02 no lu toplantısında alınan 25 sıra sayılı kararı aşağıda sunulmuştur.

Bilgilerinize arz/rica ederim.

Karar No 25: Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğünün 19.02.2025 tarih ve 734949 sayılı yazısı görüldü. Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Yüksek Lisans Programı öğrencisi Mücahit DEMİRCİ'nin, Dr. Öğr. Üyesi Ozan Hikmet ARICAN'ın danışmanlığında yürüteceği "Denizyolu Tanker Taşımacılığında İki Aşamalı Risk Analizi Uygulaması" başlıklı çalışmanın bilimsel araştırma ve yayın etiği açısından uygun olduğuna oy birliği ile karar verildi.

Prof.Dr. Elif KARAGÜN
Kurul Başkanı

Mevcut Elektronik İmzalar

ELIF KARAGÜN (Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu - Kurul Başkanı) 28.02.2025 18:10

Belge Doğrulama Kodu :BSC119MLC2

Belge Doğrulama Adresi :<https://turkiye.gov.tr/kocaeli-universitesi-ebys>

Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu Kocaeli Üniversitesi Umuttepe Yerleşkesi

Bilgi için: Pelin ÜNALDI DOLGUN

41380, Kocaeli

Tel:+90 (262) 303 10 01 Faks:+90 (262) 303 10 33

Raportör

E-Posta :rekiletisim@kocaeli.edu.tr Elektronik Ağ :http://www.kocaeli.edu.tr

Telefon No: 303 10 49

Kep Adresi: kocaeliuniversitesi@hs01.kep.tr

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Ek 2. Anket formu

DENİZ YOLU TANKER TAŞIMACILIĞINDA KARŞILAŞILABİLECEK RİSKLERİN BELİRLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİNİ AMAÇLAYAN UZMAN GÖRÜŞÜ ANKET FORMU

1. Katılımcı Bilgileri

- a) Ad Soyad:
b) Yaş:
c) Cinsiyet: () Kadın () Erkek
d) Eğitim Düzeyi: () lise () Ön Lisans () Lisans () Yüksek Lisans
() Doktora
e) Meslek: (.....)
f) Mesleki Tecrübe: (....) yıl

2. Tanker gemilerinin çalışmasını durdurabilecek hata ve riskler nelerdir, belirtiniz?

- a.
b.
c.
d.
e.
.
.
.
.
.
.
.
.
.

3. Hata Türü Etkileri Analizi (FMEA - Failure Modes and Effects Analysis)

Bu bölüm kapsamında Hata Türü Etkileri Analizi (FMEA - Failure Modes and Effects Analysis) sürecinde sizin görüşlerinizin alınması hedeflenmiştir. FMEA, bir ürünün veya bir sürecin olası hata türlerini tespit etmek ve bu hataların olası etkilerini değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir. Bu analiz, süreçlerin işleyiş kalitesini artırmak, güvenilirliği artırmak ve hata maliyetlerini azaltılması bakımından önemli bir analiz yöntemidir.

Anketin bu bölümünde, iş süreçlerinizde karşılaştığınız hata türlerini ve bu hataların olası etkilerini değerlendirmeniz istenecektir. Sizin deneyimleriniz ve görüşleriniz, HTEA sürecinin daha etkili bir şekilde uygulanmasına yardımcı olacaktır. HTEA; hata şiddeti, hata olasılığı ve hatanın saptanabilirliği/tespiti şeklinde üç aşamadan oluşur. Tanımları aşağıda belirtilmiştir.

Ek 2. (devamı) Anket formu

Şiddet: Bir hatanın ciddiyetini tanımlar. Müşteriye yansıtılabilecek hata sonuçlarının miktarı değerlendirilir. Şiddet ölçeği değerlendirme kriterleri aşağıdaki ölçekte belirtilmiştir.

Derece	Kriter
10	Hata, çok büyük sorunlara, sistemin durmasına ve yasalarla uyumsuzluğa yol açar.
8 – 9	Hata, yüksek seviyede memnuniyetsizliğine yol açar ve sistemin işlevselliğini etkiler.
6 – 7	Hata, müşteri memnuniyetsizliği ile sistem verimliliğini düşmesine neden olur. Onarım gerekir.
3 – 5	Ürün performansı veya süreç üzerinde küçük şiddette etki. Hata müşteri tarafından fark edilir ve ürün kullanımında bazı rahatsızlıklar yaşanır.
1 – 2	Ürün performansı veya süreç üzerinde önemsiz etki. Hata müşteriler tarafından fark edilmez.

HATA	ŞİDDET PUANI	ÖNERİLEN EYLEM	YENİ ŞİDDET PUANI
X	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Y	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Bu örnekte X hatasının şiddet puanı 8 olarak belirlenmiştir. Belirlenen şiddet puanı, hatanın yüksek seviyede memnuniyetsizliğe yol açtığını ifade etmektedir. Buna karşın önerilen Y eylemi ile hata şiddeti 2 olarak belirlenmiştir. Bu risk puanı ile ifade edilmek istenen durum hatanın kullanıcı tarafından fark edilmediğidir.

Hata Olasılığı: Hatanın ortaya çıkabilme durumunu ifade eder. Hata Olasılığına ait değerlendirme ölçeği aşağıda sunulmuştur.

Hata Olasılığı	Muhtemel Hata Oranları	Derece
Hemen hemen kesin	1/2'den fazla 1/3	9 – 10
Çok yüksek Yüksek	1/8 1/20	7 8
Orta	1/80 1/400 1/2000	4 5 6
Düşük Çok Düşük	1/15000 1/150000	2 3
Hemen Hemen Olanaksız	1/1500000'den düşük	1

HATA	OLASILIK PUANI	ÖNERİLEN EYLEM	YENİ OLASILIK PUANI
X	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Y	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Ek 2. (devamı) Anket formu

Bu örnekte X hatasının olasılık puanı 7 olarak belirlenmiştir. Belirlenen olasılık puanı, hatanın gerçekleşme olasılığı yüksek seviyede olduğunu ifade etmektedir. Buna karşın önerilen Y eylemi ile hata olasılığı 2 olarak belirlenmiştir. Bu risk puanı ile ifade edilmek istenen durum hatanın gerçekleşme ihtimalinin olanaksız olduğudur.

Hata Tespiti: 1-10 arası derecelendirme yapılarak, tanımlanan hatanın bir kusuru bulma ihtimalinin belirlenmesidir. Tespit ölçeği aşağıda verildiği gibidir.

Derece	Tespit Etme
10	İmkânsız
9	Çok Zor
8	Zor
7	Çok Az
6	Az
5	Orta
4	Ortanın Üstü
3	Yüksek
2	Çok Yüksek
1	Hemen Hemen Kesin

HATA	SAPTANABİLİRLİK PUANI	ÖNERİLEN EYLEM	YENİ SAPTANABİLİRLİK PUANI
X	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Y	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Bu örnekte X hatasının saptanabilirlik puanı 8 olarak belirlenmiştir. Belirlenen saptanabilirlik puanı, hatanın tespit edilme durumunun zor olduğu ifade etmektedir. Buna karşın önerilen Y eylemi ile hata saptama puanı 3 olarak belirlenmiştir. Bu risk puanı ile ifade edilmek istenen durum hatanın saptanmasının yüksek olduğudur.

Ek 2. (devamı) Anket formu

A. ŞİDDET

Aşağıdaki faktörlerin etkilerini 1-10 arasında puanlayınız.

HATA	ŞİDDET PUANI	ÖNERİLEN EYLEM	YENİ ŞİDDET PUANI
Makine Arızası	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Jeneratör Arızası	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Dümen Donanımı Arızası	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Yakıt Sıkıntısı	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Can Kurtarma Araçlarındaki Yapısal ve Kondisyonel Sıkıntılar	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

HATA	ŞİDDET PUANI	ÖNERİLEN EYLEM	YENİ ŞİDDET PUANI
Gemideki Bakım Eksiklikleri	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Yedek Parça ve Kritik Ekipmanların İkonlarının Gerçekleşmemesi	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
İçme suyu ve Kumanya sıkıntısı	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Kalifiye Personel Eksikliği ve Eğitim Yetersizliği	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Yetersiz Bakım Prosedür Sistemi	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

HATA	ŞİDDET PUANI	ÖNERİLEN EYLEM	YENİ ŞİDDET PUANI
Çevre Kirliliği Oluşumu	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Kazaların Olması	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Kimyasal Tehlikeli Maddelerin Taşınması ve Uygun Şekilde Yönetilmemesi	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Liman Koşullarının Uygun Olmaması	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Kimyasal Tehlikeli Maddelerin IMDG Kod Uygunluk Kurallarına Göre Taşınmaması	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

HATA	ŞİDDET PUANI	ÖNERİLEN EYLEM	YENİ ŞİDDET PUANI
Personel Eksikliği	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Gemideki Yaşam Koşullarının Yetersizliği	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Gemideki ISM Sistemi yetersizliği	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Kopru Üstü Cihazların Yetersizliği	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

HATA	ŞİDDET PUANI	ÖNERİLEN EYLEM	YENİ ŞİDDET PUANI
Kalifiye Personel Çalıştırılmaması	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Operasyonel Gemi Adamı Sayısındaki Yetersizlik	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
İletişim Eksikliği	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Yetersiz Yaşam Koşulları	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

HATA	ŞİDDET PUANI	ÖNERİLEN EYLEM	YENİ ŞİDDET PUANI
Ağır Hava Koşullarında Çalışma Riskleri	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Savaş Bölgelerindeki Yükleme ve Tahliye Riskleri	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Gemideki Güvenlik Zafiyetleri	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Yetersiz Gemi Adamı eğitimi ve talim eksikliği	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Ek 2. (devamı) Anket formu

B. OLASILIK

HATA	OLASILIK PUANI	ÖNERİLEN EYLEM	YENİ OLASILIK PUANI
Makine Arızası	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Jeneratör Arızası	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Dümen Donanımı Arızası	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Yakıt Sıkıntısı	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Can Kurtarma Araçlarındaki Yapısal ve Kondisyonel Sıkıntılar	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

HATA	OLASILIK PUANI	ÖNERİLEN EYLEM	YENİ OLASILIK PUANI
Gemideki Bakım Eksiklikleri	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Yedek Parça ve Kritik Ekipmanların İsmallerinin Gerçekleşmesi	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
İçme suyu ve Kumanya sıkıntısı	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Kalifiye Personel Eksikliği ve Eğitim Yetersizliği	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Yetersiz Bakım Prosedür Sistemi	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

HATA	OLASILIK PUANI	ÖNERİLEN EYLEM	YENİ OLASILIK PUANI
Çevre Kirliliği Oluşumu	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Kazaların Olması	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Kimyasal Tehlikeli Maddelerin Taşınması ve Uygun Şekilde Yönetilmemesi	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Liman Koşullarının Uygun Olmaması	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Kimyasal Tehlikeli Maddelerin IMDG Kod Uygunluk Kurallarına Göre Taşınmaması	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

HATA	OLASILIK PUANI	ÖNERİLEN EYLEM	YENİ OLASILIK PUANI
Personel Eksikliği	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Gemideki Yaşam Koşullarının Yetersizliği	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Gemideki ISM Sistemi yetersizliği	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Köprü Üstü Cihazların Yetersizliği	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

HATA	OLASILIK PUANI	ÖNERİLEN EYLEM	YENİ OLASILIK PUANI
Kalifiye Personel Çalıştırılmaması	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Operasyonel Gemi Adanı Sayısındaki Yetersizlik	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
İletişim Eksikliği	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Yetersiz Yaşam Koşulları	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

HATA	OLASILIK PUANI	ÖNERİLEN EYLEM	YENİ OLASILIK PUANI
Ağır Hava Koşullarında Çalışma Riskleri	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Savaş Bölgelerindeki Yükleme ve Tahliye Riskleri	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Gemideki Güvenlik Zafiyetleri	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Yetersiz Gemi Adanı eğitimi ve talim eksikliği	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

HATA	OLASILIK PUANI	ÖNERİLEN EYLEM	YENİ OLASILIK PUANI
Makine Arızası	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Jeneratör Arızası	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Dümen Donanımı Arızası	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Yakıt Sıkıntısı	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Can Kurtarma Araçlarındaki Yapısal ve Kondisyonel Sıkıntılar	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Ek 2. (devamı) Anket formu

C. SAPTANABİLİRLİK

HATA	SAPTANABİLİRLİK PUANI	ÖNERİLEN EYLEM	YENİ SAPTANABİLİRLİK PUANI
Makine Arızası	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Jeneratör Arızası	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Dümen Donanımı Arızası	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Yakıt Sıkıntısı	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Can Kurtarma Araçlarındaki Yapısal ve Kondisyonel Sıkıntılar	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

HATA	SAPTANABİLİRLİK PUANI	ÖNERİLEN EYLEM	YENİ SAPTANABİLİRLİK PUANI
Gemideki Bakım Eksiklikleri	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Yedek Parça ve Kritik Ekipmanların İkmallerinin Gerçekleşmemesi	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
İçme suyu ve Kumanya sıkıntısı	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Kalifiye Personel Eksikliği ve Eğitim Yetersizliği	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Yetersiz Bakım Prosedür Sistemi	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

HATA	SAPTANABİLİRLİK PUANI	ÖNERİLEN EYLEM	YENİ SAPTANABİLİRLİK PUANI
Çevre Kirliliği Oluşumu	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Kazaların Olması	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Kimyasal Tehlikeli Maddelerin Taşınması ve Uygun Şekilde Yönetilmemesi	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Liman Koşullarının Uygun Olmaması	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Kimyasal Tehlikeli Maddelerin IMDG Kod Uygunluk Kurallarına Göre Taşınmaması	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

HATA	SAPTANABİLİRLİK PUANI	ÖNERİLEN EYLEM	YENİ SAPTANABİLİRLİK PUANI
Personel Eksikliği	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Gemideki Yaşam Koşullarının Yetersizliği	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Gemideki İSM Sistemi yetersizliği	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Köprü Üstü Cihazların Yetersizliği	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

HATA	SAPTANABİLİRLİK PUANI	ÖNERİLEN EYLEM	YENİ SAPTANABİLİRLİK PUANI
Kalifiye Personel Çalıştırılmaması	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Operasyonel Gemi Adanı Sayısındaki Yetersizlik	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
İletişim Eksikliği	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Yetersiz Yaşam Koşulları	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

HATA	SAPTANABİLİRLİK PUANI	ÖNERİLEN EYLEM	YENİ SAPTANABİLİRLİK PUANI
Ağır Hava Koşullarında Çalışma Riskleri	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Savaş Bölgelerindeki Yükleme ve Tahliye Riskleri	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Gemideki Güvenlik Zafiyetleri	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Yetersiz Gemi Adanı eğitimi ve talim eksikliği	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

HATA	SAPTANABİLİRLİK PUANI	ÖNERİLEN EYLEM	YENİ SAPTANABİLİRLİK PUANI
Makine Arızası	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Jeneratör Arızası	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Dümen Donanımı Arızası	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Yakıt Sıkıntısı	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Can Kurtarma Araçlarındaki Yapısal ve Kondisyonel Sıkıntılar	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Ek 2. (devamı) Anket formu

4. Bulanık AHP (Fuzzy Analytic Hierarchy Process)

Anketin bu aşamasında çeşitli kriterlerin önem dereceleri görüşleriniz doğrultusunda tespit edilmesi hedeflenmektedir. Bulanık AHP, karmaşık karar verme süreçlerinde yaygın kullanılan bir tekniktir ve belirsizlik içeren problemleri ele almak için etkili bir tekniktir. Bu yöntem, katılımcıların öncelikleri arasında belirsizlik veya belirsizlik derecelerinin bulunduğu durumlarda oldukça faydalıdır. Lütfen soruları dikkatlice okuyun ve 1-9 arasında önem ataması gerçekleştiriniz. Değerlendirme tablosu aşağıdadır.

Değerlendirme Tablosu	
Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Eşit Derecede Önemlidir
3	Biraz Daha Önemlidir
5	Oldukça Önemlidir
7	Çok Önemli
9	Kesinlikle Önemlidir
2, 4, 6 ve 8	Ara Değerler (Uzlaşma Değerleri)

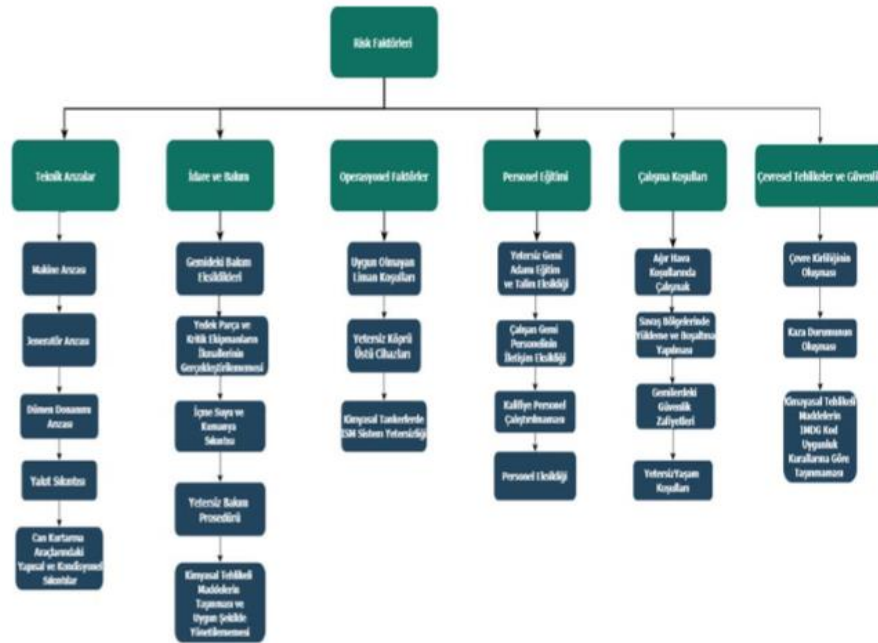
Bir kriterin diğer bir kritere göre değer ölçümü yapılırken yukarıdaki tablo referans alınmalıdır.

Örnek doldurma şekli:

Teknik Arızalar ve Güvenlik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Operasyonel Faktörler ve Güvenlik
-----------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----------------------------------

Bu durumda, Teknik Arızalar ve Güvenlik kriterinin, Operasyonel Faktörler ve Güvenlik değerine göre oldukça önemli olduğu değerlendirilmektedir.

Ek 2. (devamı) Anket formu



Hata Türü Önceklendirme Hiyerarşi Tablosu

Lütfen her bir satır için size uygun önem değerini işaretleyiniz.

ANA KRİTERLER

Teknik Arızalar	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	İdare ve Bakım
Teknik Arızalar	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Operasyonel Faktörler
Teknik Arızalar	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Personel Eğitimi
Teknik Arızalar	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Çalışma Koşulları
Teknik Arızalar	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Çevresel Tehlikeler ve Güvenlik
İdare ve Bakım	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Operasyonel Faktörler
İdare ve Bakım	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Personel Eğitimi
İdare ve Bakım	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Çalışma Koşulları
İdare ve Bakım	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Çevresel Tehlikeler ve Güvenlik
Operasyonel Faktörler	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Personel Eğitimi
Operasyonel Faktörler	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Çalışma Koşulları
Operasyonel Faktörler	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Çevresel Tehlikeler ve Güvenlik
Personel Eğitimi	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Çalışma Koşulları
Personel Eğitimi	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Çevresel Tehlikeler ve Güvenlik
Çalışma Koşulları	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Çevresel Tehlikeler ve Güvenlik

Ek 2. (devamı) Anket formu

ALT KRİTERLER

TEKNİK ARIZALAR

Makine Arızası	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Jeneratör Arızası
Makine Arızası	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Dümen Donanımı Arızası
Makine Arızası	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Yakıt Sıkıntısı
Makine Arızası	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Can Kurtarma Araçlarındaki Yapısal ve Kondisyonel Sıkıntılar
Jeneratör Arızası	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Dümen Donanımı Arızası
Jeneratör Arızası	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Yakıt Sıkıntısı
Jeneratör Arızası	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Can Kurtarma Araçlarındaki Yapısal ve Kondisyonel Sıkıntılar
Dümen Donanımı Arızası	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Yakıt Sıkıntısı
Dümen Donanımı Arızası	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Can Kurtarma Araçlarındaki Yapısal ve Kondisyonel Sıkıntılar
Yakıt Sıkıntısı	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Can Kurtarma Araçlarındaki Yapısal ve Kondisyonel Sıkıntılar

İDARE VE BAKIM

Gemideki Bakım Eksiklikleri	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Yedek Parça ve Kritik Ekipmanların İkmallerinin Gerçekleşmemesi
Gemideki Bakım Eksiklikleri	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	İçme Suyu ve Kumanya Sıkıntısı
Gemideki Bakım Eksiklikleri	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Yetersiz Bakım Prosedürü
Gemideki Bakım Eksiklikleri	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Kimyasal Tehlikeli Maddelerin Taşınması ve Uygun Şekilde Yönetilmemesi
Yedek Parça ve Kritik Ekipmanların İkmallerinin Gerçekleşmemesi	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	İçme Suyu ve Kumanya Sıkıntısı
Yedek Parça ve Kritik Ekipmanların İkmallerinin Gerçekleşmemesi	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Yetersiz Bakım Prosedürü
Yedek Parça ve Kritik Ekipmanların İkmallerinin Gerçekleşmemesi	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Kimyasal Tehlikeli Maddelerin Taşınması ve Uygun Şekilde Yönetilmemesi
İçme Suyu ve Kumanya Sıkıntısı	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Yetersiz Bakım Prosedürü
İçme Suyu ve Kumanya Sıkıntısı	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Kimyasal Tehlikeli Maddelerin Taşınması ve Uygun Şekilde Yönetilmemesi
Yetersiz Bakım Prosedürü	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Kimyasal Tehlikeli Maddelerin Taşınması ve Uygun Şekilde Yönetilmemesi

OPERASYONEL FAKTÖRLER

Uygun Olmayan Liman Koşulları	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Yetersiz Köprü Üstü Cihazları
Uygun Olmayan Liman Koşulları	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Kimyasal Tankerlerde ISM Sistem Yetersizliği ve Eksikliği
Yetersiz Köprü Üstü Cihazları	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Kimyasal Tankerlerde ISM Sistem Yetersizliği ve Eksikliği

Ek 2. (devamı) Anket formu

PERSONEL EĞİTİMİ

Yetersiz Gemi Adamı Eğitimi ve Talim Eksikliği	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Çalışan Gemi Personeli İletişim Eksikliği
Yetersiz Gemi Adamı Eğitimi ve Talim Eksikliği	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Kalifiye Personel Çalıştırılmaması
Yetersiz Gemi Adamı Eğitimi ve Talim Eksikliği	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Personel Eksikliği
Çalışan Gemi Personeli İletişim Eksikliği	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Kalifiye Personel Çalıştırılmaması
Çalışan Gemi Personeli İletişim Eksikliği	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Personel Eksikliği
Kalifiye Personel Çalıştırılmaması	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Personel Eksikliği

ÇALIŞMA KOŞULLARI

Ağır Hava Koşullarında Çalışmak	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Savaş Bölgelerinde Yükleme Tahliye Olması
Ağır Hava Koşullarında Çalışmak	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Gemilerdeki Güvenlik Zafiyetleri
Ağır Hava Koşullarında Çalışmak	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Yetersiz Yaşam Koşulları
Savaş Bölgelerinde Yükleme Tahliye Olması	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Gemilerdeki Güvenlik Zafiyetleri
Savaş Bölgelerinde Yükleme Tahliye Olması	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Yetersiz Yaşam Koşulları
Gemilerdeki Güvenlik Zafiyetleri	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Yetersiz Yaşam Koşulları

ÇEVRESEL TEHLİKELER VE GÜVENLİK

Çevre Kirliliğinin Oluşması	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Kaza Durumunun Oluşması
Çevre Kirliliğinin Oluşması	9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Kimyasal tehlikeli maddelerin IMDG Kod uygunluk kurallarına göre taşınmaması

Katkılarınızdan ötürü teşekkür ederim.

Mücahit Demirci

ÖZGEÇMİŞ

İlk, orta ve lise eğitimini Giresun Şebinkarahisar’da tamamlamıştır. 2018 yılında Mersin Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümüne başlamıştır. 2022 yılı bahar döneminde Erasmus + Öğrenim Hareketliliği programı kapsamında Lithuania Business College’da altı aylık değişim programı öğrencisi olarak eğitimini sürdürmüştür. 2023 yılında Mersin Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümünden Mezun Olmuştur. 2023 yılı güz döneminde Kocaeli Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans Eğitimine başlamıştır. Yaklaşık olarak bir yıllık özel sektör deneyimi bulunmaktadır.

Yayınlar

- 1) Demirci, M. ve Ozan Hikmet Arıcan (2025). "Two-Stage Risk Analysis Application in Maritime Tanker Transportation." Pearson Journal, 8(31): 1-27.
- 2) Demirci, M. ve Ozan Hikmet Arıcan (2024). "Borusan Limanı’nın Çevresel Performansı ve Yeşil Liman Uygulamaları." BNEJSS 10(1): 16-27.
- 3) Demirci, M. ve Ozan Hikmet Arıcan (2024). “Borusan Limanı’nın ‘Çevresel Performansı ve Yeşil Liman Uygulamaları’”. (Ed.) Mariana Ivanova, Dragica Odzaklieska ve Rasim Yılmaz. XXI. IBANESS Congress Series on Economics, Business and Management. Plovdiv / Bulgaria. 574- 586.
- 4) Demirci, Mücahit ve Murat Yorulmaz (2024). “Liman Operasyonlarında Blockchain Teknolojisi Uygulamaları.” Şu kitapta: Ed. Murat Yorulmaz. Denizcilikte Yeşil ve Dijital Dönüşüm. İstanbul: Efe Akademik Yayıncılık, 35-44.
- 5) Cıkrıkcı, E. ve Mücahit Demirci (2022). “The Effect of State Railways on the Economy in the Republic of Turkey.” Methodical International Students’ Scientific – Simpozium Academic Aspirations of Youth: Insights In Economy, Management, Law And Technologies 2022, ISSN 2029-0217. <https://ltvk.lt/wp-content/uploads/2022/05/LEIDINYS-2022.pdf>.