



**DÖKME VE PETROL TANKERİ GEMİLERİNDEKİ KAPALI VE
SINIRLANDIRILMIŞ MAHALLERDE OLUŞABİLECEK İŞ
KAZALARININ RİSK ANALİZİ**

Zeliha Oya YILMAZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
KAZALARIN ÇEVRESEL VE TEKNİK ARAŞTIRMASI ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TEMMUZ 2024

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Zeliha Oya YILMAZ

18/07/2024

DÖKME YÜK VE PETROL TANKERİ GEMİLERİNDEKİ KAPALI VE SINIRLANDIRILMIŞ MAHALLERDE OLUŞABİLECEK İŞ KAZALARININ RİSK

ANALİZİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Zeliha Oya YILMAZ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Temmuz 2024

ÖZET

Deniz ticaretinde önemli ölçüde iş kazası ve ölümler yaşanmaktadır. İstatistiksel analizler, deniz taşımacılığındaki iş kazalarına yol açan başlıca nedenlerin kayma, tökezleme ve düşme olduğunu belirtirken, önemli bir kısmının gemilerdeki kapalı alanlarda meydana geldiğini göstermektedir. Sıkı iş güvenliği düzenlemelerine rağmen, denizciler ve liman çalışanları arasında tehlike farkındalığını ve güvenlik kültürünü artırma bu nedenle önem kazanmaktadır. Bu çalışma, dökme yük ve petrol tankeri gemilerindeki kapalı alanların potansiyel tehlikelerini tanımlamayı ve bu alanlardaki tehlike algı seviyelerini “Hata Türü ve Etkileri Analizi” (FMEA) ile belirleyerek iki gemi tipi arasındaki kapalı mahal risk algılarını ölçmeyi içermektedir. Çalışma sırasında toplamda dökme yük gemisinde 44 petrol tankerinde 48 tehlike tanımlanmış ve analiz edilerek her biri için risk öncelik sayıları (RÖS) hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular sonrası en kritik riskler irdelenmiş ve dökme gemisinde toksik gaz cepleri ve yetkisiz girişlere bağlı tehlikeler ile tanker gemisinde yüksekten düşme ve elektrik çarpması tehlikeleri ile ilişkilendirilmiştir. Alınan önlemlerle analiz sonucunda ortalama RÖS’lerde dökme yük gemisinde %30.8, petrol tankerinde %32 iyileşme sağlanmıştır. Öneriler arasında sabit gaz sensörlerinin kurulumu, kapalı alan denetimleri için uzaktan kumandalı ekipmanların kullanımı ve geliştirilmiş eğitim programlarının oluşturulması yer almaktadır. Dökme yük gemisi personeli ve liman çalışanları için bu gemilerde taşınan yükler ve kapalı alanların oluşturduğu benzersiz risklere odaklanılması gerektiği tespit edilmiştir. Düzenli güvenlik talimleri ve sağlam bir güvenlik yönetim sisteminin uygulanması, ortaya konan riskleri daha da azaltacaktır. Bu çalışmanın bir diğer çıktısı olarak araştırma konusu dökme yük gemisine özel hazırlanan kapalı mahal listesinin, donatana ait diğer dökme yük gemileri için de örnek alınarak her bir gemi özelinde sirküle edilmesi sağlanmıştır. Araştırmayla birlikte dökme yük gemilerindeki kapalı mahal iş kazası oranlarını azaltmak, güvenlik standartlarının iyileştirilmesine katkı sağlamak ve gelecekteki benzer çalışmalara referans oluşturmak hedeflenmektedir.

Bilim Kodu : 92601

Anahtar Kelimeler : Kapalı mahaller, iş kazaları, yük gemileri, risk analizi

Sayfa Adedi : 89

Danışman : Prof. Dr. Can Elmar BALAS

RISK ANALYSIS OF OCCUPATIONAL ACCIDENTS IN CONFINED AND ENCLOSED SPACES ON BULK CARRIER AND OIL TANKER VESSELS

(M. Sc. Thesis)

Zeliha Oya YILMAZ

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

July 2024

ABSTRACT

Maritime transportation involves significant incidents of occupational accidents and fatalities. Statistical analyses indicate that slips, trips, and falls are the primary causes of reported injuries and deaths, with a notable proportion occurring in enclosed spaces on ships. Despite stringent occupational safety regulations, there is a critical need to enhance hazard awareness and safety culture among seafarers and port workers. This study includes identifying the potential hazards of enclosed spaces on bulk carriers and oil tankers and measuring the enclosed space risk perceptions between two ship types by determining the hazard perception levels in these areas through “Failure Mode and Effects Analysis” (FMEA). During the study, a total of 44 hazards and failures were identified in the bulk carrier and 48 hazards and failures in the oil tanker and risk priority numbers (RPNs) were calculated for each. By the findings, the most critical risks were examined and associated with the hazards of toxic gas pockets and unauthorized entry on the bulk carrier and the hazards of falling from height and electric shock on the tanker ship. As a result of the analysis with the measures taken, an improvement of 30.8 % was achieved in the average RPN for the bulk carrier and 32 % for oil the tanker. Preventive measures include the installation of fixed gas sensors, the use of remote-controlled equipment for confined space inspections, and enhanced training programs. It has been determined that bulk carrier crews and port workers need to focus on the unique risks posed by the cargo and enclosed spaces carried on these vessels. Regular safety drills and implementing a robust safety management system can further mitigate these risks. As another output of this study, the enclosed space list prepared specifically for the bulk carrier subject to the research was taken as an example for other bulk carriers belonging to the ship owner and circulated for each ship. The aim of the research is to reduce the rate of enclosed space accidents on bulk carriers, contribute to the improvement of safety standards and provide a reference for similar studies in the future.

Science : 92601

Key Words : Enclosed Spaces, occupational accidents, cargo ships, risk analysis

Page : 89

Supervisor : Prof. Dr. Can Elmar BALAS

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAPALI ALANLAR	11
2.1. Kapalı Alan Tanımları	11
2.2. Yük Gemilerinde Kapalı Alanlar	12
2.3. Yük Gemilerinde Kapalı Alan Tehlikeleri	15
3. HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (FMEA-HTEA)	17
3.1. FMEA Hakkında Genel Bilgiler	17
3.2. FMEA'nın Yapısı ve Özellikleri	18
3.3. FMEA Uygulama Süreci	23
3.3.1. FMEA uygulama kapsamı	25
3.3.2. FMEA ekibi.....	25
3.3.3. Hata türleri ve tehlikelerin belirlenmesi	26
3.3.4. Hata türleri ve tehlike nedenlerinin belirlenmesi	27
3.3.5. Hata türleri ve tehlike etkilerinin belirlenmesi.....	27
3.3.6. Mevcut kontrol ve önlemlerin değerlendirilmesi.....	27
3.3.7. Olasılık değerinin belirlenmesi.....	27

	Sayfa
3.3.8. Saptanabilirlik değerinin belirlenmesi	28
3.3.9. Şiddet değerinin belirlenmesi	28
3.3.10. Risk öncelik sayısının (RÖS) hesaplanması.....	29
3.3.11. Mevcut önlemlerin geliştirilmesi ve ilave önlemler.....	29
3.3.12. Sürecin yeni RÖS değerine göre belirlenmesi.....	30
4. DÖKME VE TANKER GEMİLERİ KAPALI MAHAL TEHLİKELERİNİN FMEA YÖNTEMİ İLE RİSK ANALİZİ	31
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	79
KAYNAKLAR	85
ÖZGEÇMİŞ	89

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Şiddet seviye tanımları	19
Çizelge 3.2. Uyarlama şiddet seviye tanımları	20
Çizelge 3.3. Olasılık sıralama ölçütleri	21
Çizelge 3.4. Uyarlama olasılık sıralama ölçütleri.....	21
Çizelge 3.5. Farkedilebilirlik (saptanabilirlik) sıralama ölçütleri.....	22
Çizelge 3.6. Uyarlama saptanabilirlik sıralama ölçütleri	22
Çizelge 3.7. FMEA ekibi uzman profilleri	26
Çizelge 3.8. RÖS eşik değerleri.....	29
Çizelge 4.1. Dökme yük gemisine ait kapalı mahaller.....	34
Çizelge 4.2. Petrol tankerine ait kapalı mahaller.....	35
Çizelge 4.3. Dökme yük gemisi kapalı mahallerine ait hata türleri neden ve etkileri.....	36
Çizelge 4.4. Petrol tankeri kapalı mahallerine ait hata türleri neden ve etkileri	39
Çizelge 4.5. Dökme yük gemisi FMEA ekip puanlamaları.....	43
Çizelge 4.6. Petrol tankeri FMEA ekip puanlamaları	44
Çizelge 4.7. Dökme yük gemisine ait risk önceliklendirmesi	47
Çizelge 4.8. Petrol tankerine ait risk önceliklendirmesi.....	48
Çizelge 4.9. Dökme yük gemisi çok yüksek riskli hata ve tehlikeler	52
Çizelge 4.10. Dökme yük gemisi yüksek riskli hata ve tehlikeler	52
Çizelge 4.11. Dökme yük gemisi orta riskli hata ve tehlikeler.....	53
Çizelge 4.12. Petrol tankeri çok yüksek riskli hata ve tehlikeler.....	54
Çizelge 4.13. Petrol tankeri yüksek riskli hata ve tehlikeler.....	54
Çizelge 4.14. Petrol tankeri orta riskli hata ve tehlikeler	57

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.15. Dökme yük gemisi düzeltici eylemler önlemler.....	58
Çizelge 4.16. Petrol tankeri düzeltici eylemler önlemler.....	64
Çizelge 4.17. Dökme yük gemisi FMEA ekip puanlamaları yeni RÖS değerleri	70
Çizelge 4.18. Petrol tankeri FMEA ekip puanlamaları yeni RÖS değerleri.....	71



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Kapalı alan ve patlama kaynaklı ölümler	1
Şekil 2.1. Yük gemisi kapalı alan örneği	13
Şekil 2.2. Yük gemisi kapalı sınırlandırılmış alan örneği.....	13
Şekil 2.3. Bitişik alan.....	14
Şekil 3.1. FMEA uygulama süreci.....	24
Şekil 4.1. Dökme yük gemisi genel yerleşim planı	32
Şekil 4.2. Petrol tankeri genel yerleşim planı	33
Şekil 4.3. Dökme yük gemisi RÖS dağılımları.....	46
Şekil 4.4. Petrol tankeri RÖS dağılımları	46
Şekil 4.5. Dökme yük gemisi RÖS eşik değerlendirmesi yüzdesel dağılım grafiği	51
Şekil 4.6. Petrol tankeri RÖS eşik değerlendirmesi yüzdesel dağılım grafiği.....	51
Şekil 4.7. Dökme yük gemisi yeni RÖS dağılımları.....	74
Şekil 4.8. Petrol tankeri yeni RÖS dağılımları	74
Şekil 4.9. Dökme yük gemisi yeni RÖS eşik değerlendirmesi yüzdesel dağılım grafiği	75
Şekil 4.10. Petrol tankeri yeni RÖS eşik değerlendirmesi yüzdesel dağılım grafiği	76
Şekil 4.11. Dökme yük gemisi RÖS ve yeni RÖS dağılımları	76
Şekil 4.12. Petrol tankeri RÖS ve yeni RÖS dağılımları	77

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Balast tankı	12
Resim 2.2. Boru tüneli	12
Resim 2.3. Yakıt tankı.....	12
Resim 2.4. Tatlı su tankı	12
Resim 2.5. Dökme yük gemisi ambarı.....	15



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar

Açıklamalar

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AS/NZS 4360:2004/23	Avustralya ve Yeni Zelanda Risk Yönetim Standardı
CCOHS	Kanada İş Sağlığı ve Güvenliği Merkezi
CO	Karbon monoksit
CO₂	Karbon dioksit
DWT	Dedveyt Tonajı
FMEA	Hata Türleri ve Etkileri Analizi
FSA	Biçimsel Emniyet Değerlendirmesi
G/E	Generator / Engine (Jeneratör)
HFO	Ağır Yakıt
HSE	Birleşik Krallık Sağlık ve Güvenlik Merkezi
IACS	Uluslararası Klas Kuruluşları Birliği
ILO	Uluslararası Çalışma Örgütü
IMO	Uluslararası Denizcilik Örgütü
IMSBC	Katı Dökme Yükler için Emniyetli Uygulama Kodu
ISG	İş Sağlığı ve Güvenliği
ISGOTT	Tankerler için Emniyet Rehberi
ISM	Uluslararası Güvenli Yönetim Kodu
ISO 31010:2019	Uluslararası Risk Yönetimi Uygulama Standardı
ITF	Uluslararası Taşımacılık İşçileri Federasyonu
KKE	Kişisel Koruyucu Ekipman
L.O	Yağlama Yağı
L.S	Düşük Sülfür
MEPC	Uluslararası Deniz Çevresini Koruma Komitesi
M/E	Ana Makine

Kısaltmalar**Açıklamalar****MGO**

Motorin yakıt

MIL-P-1629

Amerikan Askeri FMEA Standardı

MSDS

Malzeme Güvenlik Bilgi Formu

MSC

Deniz Güvenliği Komitesi

NASA

Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi

OCIMF

Petrol Şirketleri Uluslararası Deniz Forumu

O₂

Oksijen

OSHA

Amerika İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi

RIGHTSHIP

Dökme Yük Gemileri Denetleme Özel Kuruluş

RÖS

Risk Öncelik Sayısı

SEMATECH

Yarı İletken Üretim Teknolojisi Konsorsiyumu

SOLAS

Denizde Can Güvenliği Uluslararası Sözleşmesi

TBN

Toplam Baz Numarası

UHF

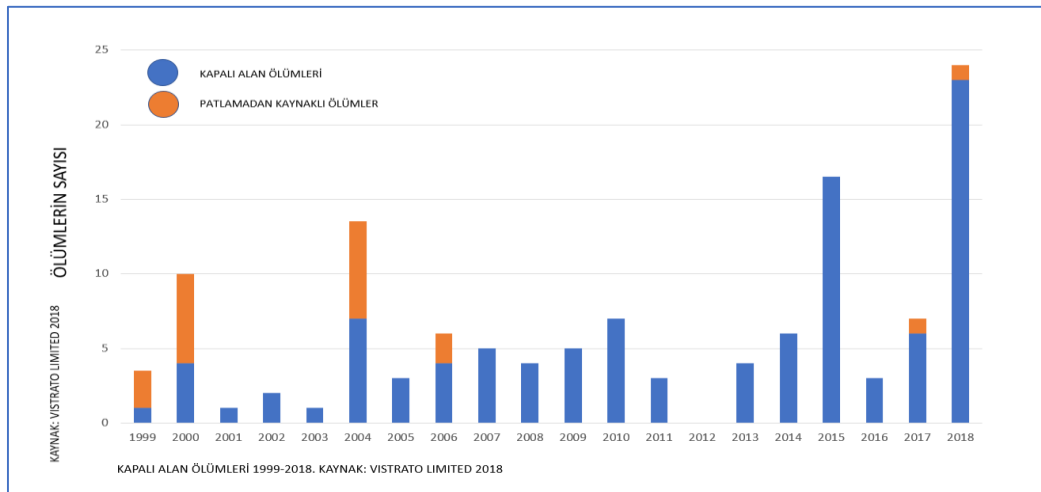
Ultra Yüksek Frekans

VHF

Çok Yüksek Frekans

1. GİRİŞ

Uluslararası Taşımacılık İşçileri Federasyonunun (ITF) 2019 yılında açıklamış olduğu rapora göre, 2018 Ocak ayı itibarıyla 16 liman işçisi ve 12 denizcinin kapalı mahal olarak adlandırılan mahallerde nefessiz kalarak, boğulmadan veya bayılarak düşmeden ya da patlama kaynaklı öldüğü bildirilmiştir [1]. Yine dökme yük gemileri için faaliyette bulunan denetleyici özel bir ticari kuruluş tarafından (RIGHTSHIP) yayınlanan rapora göre de, 2019 senesinden bu yana ticari gemilerde tespit edilen 31 adet kapalı mahal kazasında toplamda 39 kişinin daha öldüğü ve sadece 25 ölümün, dökme yük gemilerinde yaşandığı belirtilmiştir [2]. Her ne kadar iş sağlığı ve güvenliği özellikle denizcilik sektöründe sıkı kurallar, ISM Kod, ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 50001:2018, ISO 45001:2018 gibi kalite ve yönetim sistemleri, yerel ve uluslararası sözleşmeler ve mevzuat ile desteklense de, kapalı alanların tehlikelerine maruz kalan gemi personeli ve sektördeki çalışanların bu konudaki farkındalığının artırılması ve emniyet kültürünün gemi personeli dahilinde çok iyi benimsenmesi gerektiği, kazaların devam etmesi nedeniyle önemlidir. Sektördeki istatistiksel araştırmalara göre, yük gemilerinde mesleki ölümlerin nedenleri arasında yer alan kapalı alanlarda meydana gelen kaza/olaylardaki ölüm oranları oldukça yüksektir [3]. 1999-2018 yılları arasında kayıt altına alınan 145 ölümlü kazadan 28 tanesinin 2017 – 2018 yılları arasında oluştuğu, 2019 sonrası günümüze kadar yaşanan kapalı mahal kazalarında ise 39 ölüm daha meydana geldiği düşünüldüğünde sayılardaki artış ve risk bir uyarı niteliğindedir [1,2].



Şekil 1.1. Kapalı alan ve patlama kaynaklı ölümler [1]

Kapalı mahalde düşen, bayılan bir insan fark edildiği zaman, fark eden kişi ani bir dürtü ile kazazedeyi kurtarmaya çalışarak ilave bir risk yaratır. İçgüdüsel olarak gelişen bu durum çalışma arkadaşını tehlikeden uzaklaştırmak isteyen kişiyi hayati tehlikeye sokabilmektedir. Bu nedenle kapalı alanların oluşturduğu tehlike ve risklerin bilinmesi kadar, emniyet kültürünün ve gemilerdeki emniyet ikliminin özellikle şirket politikası ve gemi kaptanları öncülüğünde personele benimsetilerek risklerin doğru bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir.

Uluslararası mevzuat çerçevesinde, özellikle Uluslararası Çalışma Örgütü'nün (International Labour Organisation) ILO (2004) ve Uluslararası Denizcilik Örgütü'nün (International Maritime Organisation) IMO (1997&2011) yayınlamış oldukları kılavuz niteliğindeki karar ve tavsiyeler, gemilerdeki kapalı alanların tanımları, personelin karşılaşabilecekleri tehlikeler ve alınması gerekli olan emniyet tedbirlerinin belirlenmesinde oldukça etkilidir. Sonraki yıllar içerisinde daha detaylı ve kapsamlı hale getirilen uygulama rehberleri de denizcilik endüstrisinde referans oluşturmuş, ancak kazaların yaşanmaya devam etmesini engelleyememiştir. Bu nedenle öncelikle gemilerdeki kapalı alanların ihtiva ettiği risklerin sistematik şekilde belirlenmesi ve değerlendirme yapılarak riskleri yok etmek veya asgari seviyeye indirmek hedeflenmelidir.

Bu çalışmada, halihazırdaki mevzuat ve kılavuzlar dahilinde işaret edilen gemilerdeki kapalı mahal tehlikeleri ve işletme halindeki bir dökme yük gemisi ile bir ham petrol tankeri üzerinde kapalı mahaller tanımlanmış; bu mahallerin barındırdıkları tehlike ve risklerin bertaraf edilmesi ya da asgari seviyeye indirilerek yönetilebilmesi için risk analizleri yapılmıştır.

Denizcilik endüstrisinde ilk olarak risk değerlendirmesi ile ilgili çalışma IMO tarafından emniyeti değerlendirmek için hazırlanan Biçimsel Emniyet Değerlendirmesi (Formal Safety Assessment, FSA) ile ortaya çıkmış ve 2002 yılında onaylanarak yürürlüğe konmuştur [4]. FSA, üye devletlerin ya da ilgili komitelerin nasıl risk değerlendirmesi yapacağına dair kılavuz bilgiler içermesi ve kazaların oluşmadan önce engellenebilmesi adına proaktif bir yaklaşım sunması açısından önem arz etmektedir [5]. Bu yaklaşım içerisinde kazaların oluşması sonrası yapılan değerlendirmeler yerine risklerin tamamen önlenmesi veya etkilerinin indirgenmesi hedefi getirilmiştir. FSA'da tehlikelerin tanımlanması, kaza ya da arızaların nedenleri belirtilir ve bunun için tavsiye edilen risk analizi teknikleri ortaya

konulmaktadır. Tavsiye edilen risk analiz yöntemlerine örnek olarak hata ağacı analizi, olay ağacı analizi, hata türleri ve etkileri analizi, tehlike ve işletilebilme analizi, olursa ne olur analizi gibi yöntemler sıralanmaktadır. Bununla birlikte gemi işletmecilerinin ve gemilerin uymak zorunda oldukları Uluslararası Emniyet Kodu (ISM Code) 1.2.2.2 maddesi uyarınca da “Şirketin emniyet yönetimi hedefleri gemilerine, personeline ve çevreye yönelik tüm tanımlanmış riskleri değerlendirmek ve uygun önlemleri almak” gerekliliği dahilinde risk değerlendirmesi yapılmaktadır [6]. Gemi personeli, yüksekte çalışma, yük operasyonları, makine dairesinde büyük ekipmanların tamir bakımları, ısıtma işlemleri vb. tehlikeli işlerin yanında, yine tehlike arz eden kapalı alanlar için giriş öncesi, giriş ve bu mahallerdeki işlere dair de risk değerlendirmesine tabi tutulmaktadır. Bu kapsamda çalışma içerisinde detaylı olarak kapalı mahallerle ilgili süreçler incelenmiş ve karşılaşılabilen riskler FSA da tavsiye edilen “Hata Türleri ve Etkileri” analizine (FMEA) dayalı olarak belirlenmiştir. İlk bölümde, literatür araştırması yapılarak geçmiş çalışmalardaki bulgular ve yaklaşımlar incelenmiş, ikinci bölümde ise gemilerdeki kapalı alan tanımlamaları, kapalı alanlarda mevcut ya da olası tehlike ve riskler ortaya konmuştur. Üçüncü bölümde, FMEA risk analizi hakkında bilgilendirme yapılmış, dördüncü bölümde iki gemi tipinde FMEA risk analizi yapılarak bulgular ortaya konmuş ve son bölümde ise ortaya çıkan bulgular dahilinde öneriler sıralanmıştır. Önceki benzer çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada, birtakım ticari yük gemilerinde yapılan risk değerlendirme formları incelenmiş ve FMEA yönteminin kara ve denizcilik sektöründeki bazı uygulamalarında var olan saptanabilirlik ölçütünün, gemi işletmeciliğinde standart olarak uygulanmadığı tespit edilmiştir. Mevcut kullanılan risk değerlendirmelerinin daha çok Avustralya ve Yeni Zelanda risk yönetimi standardı AS/NZS 4360:2004/23 ve 5x5 klasik risk matrisi olduğu gözlemlenmiştir. FMEA ekibi ile yapılan risk analizi aşamalarında ise saptanabilirlik faktörü için Birgören ve Yalçınkaya [7] çalışması ile Sematech [8] kılavuzu baz alınarak risk analizi içerisine dahil edilmiştir.

Problem

İnsanoğlu, daha ilköğretim öncesi çağından itibaren akaryakıt ve türevlerinin yanıcı, parlayıcı, patlayıcı özelliklerini çekirdek aile ve sosyal çevresinden öğrenmektedir. Yaşamının ilerleyen evrelerinde gerek görsel gerek de deneyimleyerek akaryakıt ve türevlerini tehlikeli madde olarak kodlamakta ve doğası gereği daha temkinli yaklaşarak, ilk etapta “güvenlik” olgusunu göreceli olarak hesaba katabilmektedir. Bu nedenle gemi personeli için de bu türde yük taşıyan gemilere adım atar atmaz, aynı kod ve bilinç, çalışma

ortamındaki emniyet kültürüne kendiliğinden destek olmaktadır. Ancak dökme tahıl, kömür, hurda, maden cevheri, orman ürünleri vb. yükler taşıyan dökme yük gemilerinde, yangınlık, patlayıcılık, yangın veya fumigasyon gazlarının zehirleyici etkileri gibi var olan ve akaryakıt yüküne nazaran daha az tehlikeli gibi görünen etkenler, gemi personelinde, gerekli teorik eğitimleri almış ve uluslararası kurallar gereği dokümantasyon sistemiyle kontrollerin sağlanmasına rağmen, emniyet bilincini yeterli seviyede hissettirmemektedir. Dolayısı ile bu gemilerdeki emniyet kültürü, tankerlerdeki kadar desteklenememektedir. 2015 Ocak - 2019 Aralık periyodu içerisinde, dokuz bayrak devleti kaza raporlarına dayandırılarak yapılan bir araştırmaya göre, taşıdığı tehlikeli yükler gereği tanker gemilerindeki kapalı mahal risk boyut ve şiddetinin en yüksek olduğu belirtilmesine rağmen, özellikle dökme yük gemilerinde kapalı mahal nedenli kazalarda, tankerlerden daha fazla sayıda ölüm ve yaralanmanın yaşandığı tespit edilmiştir [9]. Bu sonuçlar göz önüne alınarak ve her iki gemi tipi örneğinde mevcut risk değerlendirmelerinin incelenerek dökme yük gemilerinde risk değerlendirmelerinin yeterince kıymetlendirilip kıymetlendirilemediği, FMEA yöntemi aracılığı ile araştırılmıştır.

Amaç ve önem

Çalışmada amaç, dökme yük gemilerindeki kapalı mahallerle ilgili emniyet kültürünün artırılmasına yönelik hedeflerin belirlenmesi ve FMEA yönteminde yer alan “saptanabilirlik” ölçütünün, gemi işletmeciliğinde kullanılan risk değerlendirmelerinde uygulanarak, kapalı mahallerden kaynaklı kazaların önlenmesine katkı sağlanması olarak hedeflenmiştir.

En düşük kademedeki gemi personelinde, gemideki en üst seviyedeki yönetici konumu olan gemi kaptanına kadar, emniyet kültürünün korunması ve devam ettirilmesi, temelde insan hayatının kutsallığı ilkesi ile direk ilişkilidir. Bu nedenle mevcut risklerin en iyi şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Tehlikelerin tanımlanması, risklerin belirlenmesi ve analizi, risk kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması, uygulanması, izlenmesi ve risk değerlendirmesinin yenilenmesi adımlarını içeren aşamaların hepsini kapsayan bir yöntem olarak görüldüğünden bu çalışmada FMEA en uygun risk analizi olarak seçilmiştir [7].

Varsayımlar

Denizcilik sektöründe gemi donatanları ve gemi işletmelerinin, yük gemilerinde insan hayatını etkileyen risklerin önlenmesi konusunda gerekli finansal sorumluluklarını en yüksek standartlarda yerine getirdikleri varsayılmaktadır. Aynı zamanda donatanların ve gemi işletmelerinin, ulusal ve uluslararası mevzuata uygun şekilde hareket ettikleri kabul edilmiştir.

Literatür araştırması

Gemilerdeki kapalı ve sınırlandırılmış alanlardaki tehlikeler ve alınması gereken önleyici faaliyetleri konu alan literatürdeki en önemli kılavuz ve mevzuat sırasıyla, ILO tarafından yayınlanan “Accident prevention onboard ship at sea and in port” (Denizde ve limandaki gemilerde kaza önleme) 2004 ; IMO tarafından yayınlanan IMO Resolution A.1050 (27) “Revised recommendations for entering enclosed spaces aboard ships” (Gemilerde kapalı alanlara girmek için gözden geçirilmiş tavsiyeler) 2001; OCIMF (Petrol Şirketleri Uluslararası Denizcilik Forumu) tarafından yayınlanan “Guidelines on safety management systems for hot work and entry into enclosed spaces”, (Sıcak çalışma ve kapalı alanlara giriş için güvenlik yönetim sistemleri kılavuzu) 2008; IACS (Uluslararası Klas Kuruluşları Birliği) tarafından yayınlanan “Confined space safe practice” (Kapalı alanlarda güvenli iş pratiği) 2007, ile ayrıca konunun kapsamlı olarak ele alındığı OCIMF tarafından yayınlanan ISGOTT (Petrol Tankerleri ve Terminalleri için Uluslararası Güvenlik Kılavuzu) 2020 revize kılavuzudur.

Genel olarak yasal düzenlemeler ve kılavuzlarda; gemilerdeki emniyetsiz atmosfere sahip veya emniyetsiz atmosferin bulunabileceği kapalı, sınırlandırılmış mahal tanımlamaları, bu mahallerdeki olası tehlikeler, gemi zabitan ve yetkin personelin görev ve sorumlulukları, kapalı alanlara girişlerin hazırlanması ve mahalin emniyetli hale getirilmesi, mahaldeki havanın test edilmesi, çalışma izin sisteminin kullanımı, giriş öncesi ve giriş sırasındaki prosedürler, mahalde şüpheli atmosfer bulunması durumunda ilave gereklilikler, kullanılan ekipmanlar, ekipman şartları ve bakımları gibi detaylı ve yönlendirici bilgiler paylaşılmaktadır.

Literatür araştırması yapılırken kapalı mahallerle ilgili olarak denizcilik endüstrisi dışındaki kara bazlı tesisler hakkında yapılan çalışmalar, bu çalışma kapsamında incelenmemiş; yük gemileri, gemi onarım bakım ya da inşa tersaneleri özelinde kapalı mahal çalışmaları ele alınmıştır. FMEA analizi yöntemi ile ilgili yapılan literatür araştırmasında ise, denizcilik endüstrisine ait çalışmalar ile iş sağlığı ve güvenliği merkezinde bu yöntemi barındıran ve ayrıca hizmet süreçlerinde FMEA analizi kullanan denizcilik endüstrisi dışındaki incelemeler kapsama alınmış, ayrı bir grupta değerlendirilmiştir.

2003-2014 periyodunu kapsayan ve İngiliz ticari filosundaki denizcilerin ölüm oranlarının incelendiği bir araştırmada, makine personeline göre güverte personelinin hayati riske en çok maruz kalan gemi personeli olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda en çok ölümlü kazanın, kötü hava koşullarında yapılan yük operasyonlarında, kapalı mahale, örneğin yük tankları ya da ambarlara girişlerde veya manevralar sırasında yapılan işlerde karşılaşıldığı belirtilmiştir [10].

Işık, [11] “Gemi Bakım ve Onarım Sektörü Kapalı Alanlarında İş Sağlığı ve Güvenliği” adlı yüksek lisans tezinde, ülkemizdeki gemi bakım ve onarım tersanelerinde bulunan gemilerdeki kapalı alanlarda yapılan işlerde, iş kazasına ve meslek hastalığına sebep olabilecek tehlike ve riskler tespit edilmeye çalışılmış, risk değerlendirmesi yapılarak çözüm önerileri sunulmuştur. Çalışmada dört farklı onarım tersanesinde ve dört farklı tip geminin çeşitli kapalı alanları incelenmiş ve buna uygun prosedürler hazırlanmıştır. Risk değerlendirmeleri sonucunda en az mahaldeki atmosferden kaynaklı tehlikeler kadar mahal içerisindeki fiziksel tehlikelerin de önemli olduğu ele alınmıştır. Ayrıca, çalışmaya konu olan tersanelerde kullanılan risk değerlendirmelerinin, birbirinden farklı metotları kullandıkları ve risk puanlarının olması gerekenden düşük tutulduğu belirlenmiştir. Tespit edilen aksaklıkların, iş güvenliği ve sağlığı için yeterli bütçelerin ayrılmasına, bu konuda kısmi süreli görevlendirmeler yapılmasına ve denetleyici uzmanlara başka görevler de yüklenerek, yeterli denetleme süresi tanınmamasına bağlı olarak oluştuğu ortaya konmuştur. Önleyici tedbir olarak ise tersanelerde kolayca uygulanabilecek kapalı alan çalışma prosedürü ve kapalı alanlardaki faaliyetler için kontrol listesi oluşturulmuştur.

Viran ve Barlas [12], gemi inşa tersanelerinde kapalı mahal faaliyetlerine ve tehlikelerine odaklanarak, iş sağlığı ve güvenliği yönünden inceleme yapmış; bu sektördeki kaza verilerini örnek bir kaza üzerinden analiz ederek, risk faktörlerinin azaltılması adına tespitler

ortaya koymuştur. Buna göre kapalı mahal iş kazalarının ancak eğitim ve denetleme tedbirleriyle azaltılabileceğini belirtmiştir.

Çakır [3], 2006-2016 yıllarını kapsayan yük gemilerindeki iş kazalarının sıklıklarını, koşul ve durumlarını araştırarak risk faktörlerini belirlediği incelemesinde, 331 adet iş kazası raporundan yola çıkarak, kaza oluş nedenlerini tespit etmeye çalışmıştır. En baştaki nedenleri, personelin verilen talimatları görmezden gelmesi ve tehlikeli iş pratiği olarak belirlemiştir. Ayrıca, bulgular arasında yük gemilerindeki iş kazalarının %10,8 oranında kapalı mahallere giriş ve kapalı mahallerde yapılan işlerden meydana geldiğini saptamıştır.

Karabakır [13], “Yakıt olarak motorin kullanan gemilerin yakıt tanklarında yapacakları gazdan arındırma işlemlerinde risk yönetimi ve kapalı alan prosedürünün oluşturulması” isimli yüksek lisans tezinde, Türkiye’deki tersanelerde yaşanan gaz sıkışması ve patlama kökenli iş kazalarının, gemilerdeki çoğunlukla yakıt tankları ile ilişkili olduğunu vurgulamaktadır. Çalışmasında, yürürlükteki mevzuat çerçevesinde motorin kullanan gemilerin yakıt tanklarında gazdan arındırma işlemleri için risk değerlendirmesi yaparak risk yönetimi ve uygun kapalı alan prosedürü oluşturmuştur. Tuzla-İstanbul tersanelerinde onarıma giren bir geminin yakıt tankında yapılan gazdan arındırma faaliyetlerini inceleyerek risk değerlendirmesini yapmış, ilave olarak konuyla ilgili iki adet vaka analizi gerçekleştirmiştir. Yazar tarafından ziyaret edilen tamir tersanelerinin iş güvenliği ve sağlığı uygulamaları hakkındaki incelemeleri genel hatlarıyla; mevzuatta iş güvenliği ve sağlığı açısından eksikliklerin bulunduğunu, ilgili tersane personeline gerekli ekipmanın ve eğitimin sağlanmadığını, uyarıların yapılmadığını, kapalı mahalden acil tahliye planlarının olmadığını, atmosfer ölçüm ve mahal içerisinde kullanılan ekipmanların yeterli şartları sağlamadığını, gerekli emniyetli ortamın yaratılamadığını ve risk değerlendirmelerinin sadece kağıt üzerinde kaldığını aktarmaktadır.

Uysal, [14] “Onarımda Bulunan Askeri Gemilerdeki Kapalı Alanlarda Yapılan Çalışmalarda İş Sağlığı ve Güvenliği” isimli yüksek lisans tezinde, askeri gemilerdeki kapalı alanlarda yapılan onarım, bakım ve denetleme işlerinde görev alan askeri personelin karşılaşabilecekleri tehlike ve riskleri tanımlamış, gerekli önlem ve yöntemleri belirtmiştir. ABD savaş gemisi “USS OSCAR AUSTIN (DDG-79)” kapalı mahalleri için FMEA yöntemi ile risk değerlendirmesi yaparak, uluslararası ve ABD mevzuatı çerçevesinde Norfolk Askeri Tersanesine ait prosedürleri ve donanımları incelemiştir.

Soner, [15] çok kapsamlı ve sistemli bir yaklaşım sunarak, gemilerdeki kapalı mahallerde yaşanan 101 adet iş kazasını incelediği çalışmasında, kazalara sebep olan faktörleri sıralamış, insan hatası ve organizasyonel zayıflığın ana faktör olduğunu ortaya koymuştur. Yapılan etki analizinde kaza sebeplerinden en önemlisini “etkin olmayan zamanlama içerisinde çoklu görevlendirme” şeklinde tanımlamıştır. Diğer sebepleri ise, “kapalı alanlarda kullanılan uygun olmayan ekipman”, “personelin ağır iş yükü”, “zayıf denetim”, “talimat ve prosedürlere uymama”, “aşırı özgüven”, “kapalı mahal eğitim ve talimlerinin düzenli tatbik edilmemesi”, “kapalı mahal içerisindeki potansiyel tehlikelerin tam olarak bilinmemesi”, “kişisel koruyucu ekipman eksikliği”, “eksik bilgi”, “ekipmanın yanlış kullanımı” ve son olarak da “durum farkındalığının olmaması” olarak bildirmiştir.

Sakar ve diğ. [16], gemilerdeki kapalı mahal kazalarını incelemiş, zaman ve ticari baskının kazalara sebep olan en önemli ve birincil etmen olduğunu belirleyerek, gemi personelinin bu baskıya karşı itiraz edemedi kararlar aldığını ve işlerini bu şekilde sürdürdüğüne dikkat çekmiştir. Sırasıyla diğer etmenler, kapalı mahallerin atmosfer test ve ölçümlerindeki eksiklikler, personelin yetersizliği ve işe gereken özenin gösterilmeyerek tehlikelerin göz ardı edilmesi, kestirme yolların tercih edilmesi, zayıf iş koordinasyonu/takım çalışması ve son olarak durumsal farkındalığın az olması olarak belirtmiştir.

Literatürde gerek ulusal gerekse uluslararası yapılmış denizcilik endüstrisindeki FMEA analizi yöntemini kullanan çalışmalar, daha çok denizciliğin kara tesisleri üzerine yoğunlaşmakta, gemilerdeki operasyonel risklerin analizinde ise sınırlı sayıda çalışmada bu yöntem karşımıza çıkmaktadır. Bu tür bir çalışma yapan Sayareh ve Ahoue [17], İran’ın en önemli ve yoğun yük limanlarından biri olan Imam Khomeini limanında yaşanan yük operasyonlarındaki gecikmeleri incelemiştir. Gecikmelerin azaltılması ve yükleme-tahliye operasyonlarının daha düzgün şekilde yapılmasını sağlamak adına FMEA analizi ile birlikte neden-etki diyagramı ve pareto analizlerini kullanmış, mevcut hataları belirleyerek RÖS değerleri dahilinde alınması gerekli ilave önlemleri sıralamıştır.

Menteş ve Yiğit [18], İzmir Aliğa’da bulunan bir gemi geri dönüşüm tesisine ait saha operasyonlarını, yasal gereksinimler ve kurallar çerçevesinde inceleyerek, operasyonlar sırasında meydana gelebilecek olası kritik riskleri, FMEA yöntemi aracılığı ile analiz ederek değerlendirmesini yapmıştır. En fazla kritik riskin olduğu ve en yüksek RÖS değerine sahip durumun “ıslak zemin çalışmaları” olduğunu vurgulamış ve toplamda 9 adet önemli

risk ihtiva eden hata türü tespit ederek, risklerin azaltılmasına yönelik önleyici tedbirler sunmuştur.

Erdoğan [19], “İstanbul Gemi Trafik Hizmetleri Merkezi’nin Günlük Operasyonel Faaliyetlerine İlişkin Hata Türü ve Etkileri Analizi Uygulaması” isimli yüksek lisans tezinde, gemi trafik hizmetlerinin, deniz emniyetini tehlikeye atabilecek durum ve kazaların oluşumunda operasyonel süreçlerinin risk değerlendirmelerini yapmış, olası hataları tespit ederek gerekli önlemlerin alınması için tavsiyelerde bulunmuştur. Risk analizi öncesi duruma göre % 66.8 oranında bir iyileşmenin olabileceğini belirtmiştir.

Birgören ve Yalçınkaya [7], çalışmalarında iş sağlığı ve güvenliğini merkeze alarak FMEA analizi terminolojisini, İSG karşılık ve farklılıklarını tanımlamış; özellikle iş sağlığı risklerinin, iş güvenliği haricinde bu yöntemle risk analizine nasıl dahil edilmesi gerektiğini açıklamıştır. Hata türünün İSG karşılığının tehlikeli olay ve tehlikeli durumlar olarak alınması ve olasılık değerinin ise tehlikelere ait olasılıklar şeklinde değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Göksu [5], “Emniyetli Gemi Operasyonları için Hata Türleri ve Etkileri Analizine (FMEA) Dayalı Risk Değerlendirme Modeli Geliştirilmesi” isimli Doktora tezinde gemi operasyonlarında risk artırıcı dinamik etkenleri (örneğin rüzgar, akıntı, ekstrem hava koşulları, gemi süratinde azalma/artma vb.) sektördeki uzmanların görüşleri yardımıyla değerlendirmiş ve olası hata türlerini tespit etmiştir. Gemi operasyonlarında ilave alınacak kontrol önlemlerinin, dinamik etkenlere de bağımlı olarak ortaya konması gerektiğini ve bu şekilde risk seviyelerinin indirgeneceğini savunmuştur.

Literatürdeki araştırmalarda, gemi ve tersanelerdeki kapalı mahal risk analizleri, mahaldeki tehlikeler, neden olan etkenler, kaza risklerinin tanımlanması ve önceliklendirilmesi, önleyici faaliyetler ve prosedürler çerçevesinde çoğunlukla ele alınmıştır. Yapılan çalışmalarda gemi tipi özelinde veya gemi tipleri arasında bir karşılaştırma yapılmadığı ve sonuçların daha çok insan hataları merkezinde değerlendirildiği tespit edilmiştir. Denizcilik endüstrisindeki hizmet süreçleri doğrultusunda FMEA yöntemi ile oluşturulan çalışmalarda ise, hizmetlerin iyileştirilmesine odaklanılmıştır.

Yük gemilerindeki operasyonel süreçler içerisinde yer alan kapalı mahallerin oluşturduğu risklerin iki gemi türünde yapılan analizi ve dökme yük gemilerinin taşıdığı kapalı mahal risklerinin ortaya konması yönüyle bu araştırma literatürde az sayıda bulunan kapalı mahal tehlike ve risk analiz çalışmalarına katkı sağlayacaktır.



2. KAPALI ALANLAR

2.1. Kapalı Alan Tanımları

“Kapalı Alan” nedir, nasıl tanımlanır, yük gemilerinde kapalı alanlar hangi bölümler için betimlenmekte, ilgili mevzuat ve yönetmelikler hangi çerçeveleri oluşturmakta soruları aşağıdaki bölümlerde detaylı olarak incelenmektedir:

Kapalı alan tanımları, çeşitli endüstri dallarında ve ülke idarelerince birtakım farklılıklar göstermektedir. Denizcilik endüstrisi dışında diğer endüstriyel faaliyetlerde kılavuz niteliği taşıyan Birleşik Krallık İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi, ABD İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi, Kanada İş Sağlığı ve Güvenliği Merkezlerince yapılan çeşitli örnek tanımlamalar aşağıdaki gibidir:

Birleşik Krallık İş Sağlığı ve Güvenliği Merkezine göre (Health and Safety Executive – HSE) kapalı alan, tehlikeli maddeler veya tehlikeli koşullardan kaynaklanan yaralanmaların sebep olduğu, ciddi ölüm riskinin bulunduğu kapalı bir atmosfere sahip herhangi bir alan şeklindedir. Örneğin kuyular, tüneller, silolar, kanallar, mahzenler, depolar, çukurlar, kazanlar, basınçlı kaplar vb. buna örnek mahaller olarak sayılabilir.

ABD İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi’ne (US OSHA – Occupational Health and Safety Administration) göre kapalı alan, bir çalışanın girebileceği ve içeride çalışabileceği kadar genişliğe sahip, kısıtlı giriş çıkışı olan, insanların sürekli olarak çalışması veya yaşaması için tasarlanmamış mahallerdir.

Kanada İş Sağlığı ve Güvenliği Merkezi’ne (CCOHS) göre ise “kapalı bir alan, tamamen veya kısmen kapalı bir alandır ve aşağıdaki hususları içermektedir”:

- İnsanların sürekli kullanımları için tasarlanmamıştır veya amaçlanmamıştır,
- Sınırlı ve kısıtlı giriş-çıkışa sahiptir,
- İlk yardım, kurtarma, tahliye veya diğer acil müdahale faaliyetlerini karmaşıktırabilecek bir konfigürasyona sahip mahallerdir.

Denizcilik endüstrisinde ise IMO'nun kapalı mahal tanımlaması referans oluşturmakta: "Giriş ve çıkış için sınırlı açıklıkları olan yetersiz havalandırmaya sahip ve personelin sürekli çalışmasına dair tasarlanmamış mahallerdir" tanımı yapılmaktadır. Bu tanımlama çerçevesinde herhangi bir kapalı alandaki atmosfer oksijen bakımından yetersiz veya oksijence zengin olabilir ve/veya zehirli gaz/buhar içerebilir ve dolayısı ile hayati tehlike arz edebilir. Gemilerde kapalı mahallere ait örnekler resim 2.1., resim 2.2., resim 2.3. ve resim 2.4.'te gösterilmektedir:



Resim 2.1. Balast tankı



Resim 2.2. Boru tüneli



Resim 2.3. Yakıt tankı



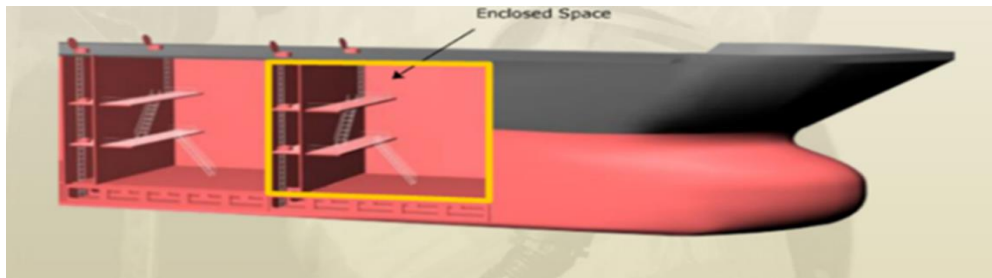
Resim 2.4. Tatlı su tankı

2.2. Yük Gemilerinde Kapalı Alanlar

IMO tanımlamasına göre, yük gemilerindeki kapalı veya sınırlandırılmış mahaller (Enclosed or Confined Spaces) ve bunlara bitişik alanlar (adjacent spaces); kargo alanları (ambarlar,

yük tankları), dip tanklar, yakıt tankları, balast tankları, kargo–pompa daireleri, koferdamlar, zincirlikler, ana makine süpürme havası mahali, pis su tankı, kazan ve diğer kompartmanlardır. Bu liste gemi tipi ve dizaynı bazında değişebilmektedir. Örneğin kreynli dökme yük gemilerinde kreyn kulesi içerisindeki depolama alanları diğer gemi tiplerinden farklı kapalı mahaller olarak gösterilebilir. ILO’ya göre ilave olarak kompresör dairesi, boş hacimli alanlar (void spaces) gemi omurgasında bulunabilen boru tünelleri, izolasyonlar arasında kalan ve girilebilen boşluklar (çift cidar), kablo blokları, basınçlı tanklar, akü daireleri, kazanlar, makine karterleri, sintine kuyuları, inert gaz yıkama temizleme alanları, depolama alanları, CO₂ daireleri ve yangın ya da kimyasal madde yayılma riski mevcut olan diğer mahaller de kapalı alanlardır.

İngilizce terminolojide kapalı mahal olarak geçen isimlendirmeler “Confined” ve “Enclosed” şeklindedir. Arasındaki farka bakıldığında “confined” olarak nitelenen mahallerin “enclosed” olarak nitelendirilenlere göre, hareket kabiliyetinin daha sınırlı olduğu anlaşılmaktadır [20]. Şekil 2.1. ve şekil 2.2.’de her iki kapalı mahal gösterilmektedir. Hareket kabiliyeti kısıtlılığı ve hacimsel darlık özellikleri ile “confined” olarak tanımlanan bölüm şekil 2.2’deki gibi izah edilebilir. Ancak literatürde isimlendirme daha çok her iki tanımı da kapsayacak şekilde, sadece “kapalı mahal” ya da “kapalı alan” olarak yapıldığından bu çalışmadaki isimlendirmeye de aynı şekilde devam edilmiştir.

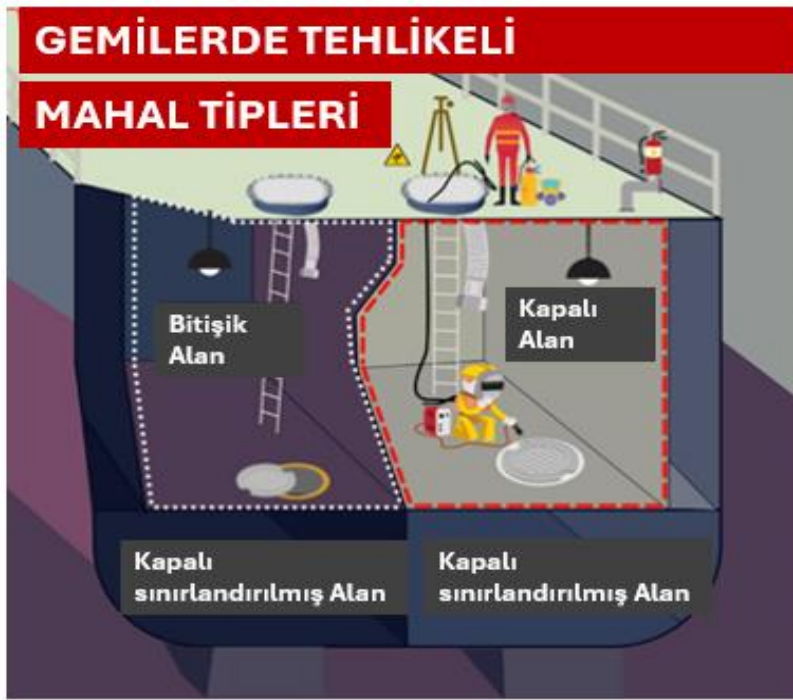


Şekil 2.1. Yük gemisi kapalı alan



Şekil 2.2. Yük gemisi kapalı-sınırlandırılmış alan

Bitişik (Adjacent) alanlar ise, kapalı mahallerde bulunan tehlikeli veya zehirli havanın sızarak içerdeki atmosferi emniyetsiz kılabilceği alanlara ait isimlendirmedir. Örneğin tanker gemilerinde balast tanklarına inert gazının sızabileceği alanlar bitişik alanlar olarak düşünülmelidir. Şekil 2.3. 'de gösterilen illüstrasyonda, kapalı mahale herhangi bir bağlantısı olan diğer alanlar bitişik alandır ve kapalı mahalin atmosferinden kaynaklı tehlikeler de bu alanlar için gözden geçirilmelidir.



Şekil 2.3. Bitişik alan [21]

Kapalı alanların her tarafı tamamıyla kapalı olmayabilir (Bkz. Resim 2.5). Örneğin bir gemi ambarı, kapakları açıldığında, açıklık oldukça geniş olduğu için kapalı alan olarak tanımlanmayabilir. Ancak, yükten kaynaklı ambar tabanına doğru oluşan atmosfer zehirli hale gelebileceğinden, içerideki durumda veya aralıklı olarak meydana gelebilecek kapalılık veya kapatma derecesindeki bir değişiklik atmosferi tehlikeli ve ölümcül kılabilir [22]. Kapalı alanların haricinde kapalı olmayan, uzun süre menhol kapakları açılmamış tank giriş mahalleri de dikkat edilmesi gerekli yerlerdir. Tank açıldığında, tankı açan kişinin ayakta durduğu mahaldeki atmosfer, güvensiz hale gelebileceğinden giriş alanları da aynı kapalı alanlar gibi tehlikeli bölgeler olarak değerlendirilmelidir.



Resim 2.5. Dökme yük gemi ambarı

2.3. Yük Gemilerinde Kapalı Mahal Tehlikeleri

Aksi kanıtlanmadıkça tüm kapalı veya sınırlandırılmış alanlar emniyetsiz olarak kabul edilir ve çoğu kapalı mahaller düzenli bir rutinde çalışma faaliyeti gerektirmediğinden genel olarak tehlike arz ederler [23]. Kapalı alanlara giriş ve bu mahallerde yapılan çalışma faaliyeti gemilerde tehlikeli ancak gereklidir. Yük gemilerinde yapılan kapalı alanlardaki çalışmalar ise genel anlamda, gemilerin yapısal elemanlarının deformasyona karşı denetlenmesi, (dip tanklardaki postalar, sac kaynak dikişleri vb.) tank tutyalarının kondisyonu, mahalde boya bakım ve düzenleme, temizlik işleri, tamir işleri, yük ambarlarındaki yük kontrolleri, yük elleçleme, makine dairesinde bulunan makine ve teçhizatların incelenmesi, bakımı, onarımı, temizliği gibi işlerdir.

Gemide kapalı bir mahal uzun süre açılmadan ve havalandırma yapılmadan kaldığında ayrıca içerisinde az miktarda da olsa su bulunması halinde, çelik konstrüksiyon yapısından dolayı zamanla paslanma yaşanır ve oksitlenmeyle birlikte oksijen yetersizliği ortaya çıkar [24]. Burke ve Alnasser [25], 2020 yılında yayınlamış olduğu araştırmalarında, gemilerdeki kapalı alanların hangi oranda oksijen tükettikleri sorusuna yanıt aramış; yük ambarları, zincirlik, dip tank kapalı alanlarını örnek olarak incelemiştir. Paslı, kapalı ve hava sızdırmaz seçilen mahal deneyinde (10°C sıcaklıkta) 1.45 saat içerisinde oksijen seviyesinin % 19,5'a, 18.08 saat sonra %10'a ve 25.3 saat sonrasında ise % 6'ya kadar indiğini belirtmiştir. İnsan hayatını kısa sürede tehlikeye atan %10'luk oksijen seviyesi ve anında sonlandırabilecek % 6'luk oksijen seviyesi oranları ciddiye alınacak sonuçlardır [26]. Bu nedenle yük gemilerinde kapalı mahallerde karşılaşılabilen en büyük tehlike oksijen eksikliğidir. Oksijen eksikliği ile

birlikte diğer tehlikeler genel başlıklarla iki ana grupta toplanarak aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır [27]:

- Mahal atmosferine bağlı tehlikeler : Mahaldeki oksijen seviyesinin yetersizliği ya da zenginliği; yanıcı atmosferden kaynaklı yangın veya patlama; mahaldeki yük tozu, yük kalıntısından vb. açığa çıkan zehirli gaz, duman veya buhar sayılmaktadır.

Mahal atmosferine bağlı tehlikeler içerisinde özellikle dökme yük gemilerinin ambarlarında taşınan tarımsal yüklerde uygulanan fumigasyon işlemi de değerlendirilmelidir. Zararlı haşeratı elimine etmek amacıyla yapılan ilaçlama işlemi ve bu süreçte kullanılan ilaçlar ya da uygulanan zehirli gazlar insan sağlığına ciddi ve ölümcül etkiler doğurabilmektedir. Ambarlarda oluşan bu zehirli gazların dışarı sızması, yaşam mahalli veya bitişik mahallere ulaşması, kapalı ortamdaki yüksek nem ve uygun koşullarda reaksiyona giren gazların yük yangınlarına sebep olması, patlama tehlikesi, ambar kapakları açılması sonrası gaz ceplerinin oluşması gibi sayılabilecek tehlikeler dökme yük gemileri özelinde kapsama alınmalıdır.

- Mahalin fiziksel ve mekanik koşullarına bağlı tehlikeler: Su ya da akışkan sıvı seviyesi kaynaklı boğulma; vücut sıcaklığının aşırı değişiminden dolayı yaşanan bilinç kaybı ; serbest kalan yükten (yutulma) boğulma veya sıkışma nedeniyle solunabilir bir atmosfere ulaşamama.; düşme, kayma, çarpma; mahal yapısal durum yetersizliği (keskin kenarlar ya da nesnelerden yaralanma, hasarlı merdiven, ızgara, kopuk parmaklıklar ve tutamaçlar gibi.); uygunsuz KKE (Kişisel Korunma Ekipmanı) donanımları; elektrik çarpması; psikolojik etkenler (panik atak, klostrofobi vs.); iletişim eksikliği ya da yönetsel yetersizlik tanımlanmaktadır. Dar, küçük menhollerden girilen bu mahallerde, karanlık bir ortamda hareket ve görüş kısıtlılığına bağlı yaralanmalar da yukarıdaki tehlikelere ilave edilebilmektedir.

3. HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (FMEA)

3.1. FMEA Hakkında Genel Bilgiler

Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) yöntemi ilk olarak Amerikan Ordusunda askeri bir prosedür şeklinde, 1949 yılında ortaya çıkmış (MIL-P-1629), askeri personel ve ekipmanlarında görülmesi muhtemel problemlerin sınıflandırılmasında kullanılmıştır. Daha sonraki yıllarda Amerikan Uzay Ajansı NASA tarafından aynı yöntem uygulanarak geliştirilmiş ve 1960'larda nükleer enerji endüstrisi ve uzay araştırmalarında başvurulmuş bir yöntem haline gelmiştir. 1970'lerin sonlarına doğru ise üretim, gıda, sağlık, havacılık gibi sektörlerde ve en çok da otomotiv sektöründe yayılarak, uluslararası ISO Standardı haline dönüşmeyi başarmıştır (ISO 31010:2019). Yöntemin basit prensipleri, ileri matematik ya da istatistik teknikleri içermemesi, kolay uygulanabilir ve anlaşılabilir olması açısından popülerliğini açıklayabilir.

FMEA yöntemi, isminden de anlaşılacağı üzere hatalara ve hataların etkilerine yoğunlaşarak, her bir hatayı önlemek ve etkilerini azaltmak üzerine kuruludur. Bir sisteme, sürece, donanım, ürüne, dizaynına, hizmete ve yazılıma ait bileşenlerle ilgili hataları, nedenlerini ve etkilerini gözden geçirmeyi amaçlar. Aynı zamanda yapılması gerekli işleri ve bireysel görevleri de inceleyerek ulaşılması istenen, beklenen performans kriterlerinden olası sapmaları belirlemek, hataların oluşması ve etkilerini çalışanlarda ve iş çevresi üzerinde değerlendirmek amaçlı kullanılmaktadır [28]. Geçmişe dair bilgilerin (raporlar, istatistikler, tecrübeler gibi) incelenmesi ve farklı seviyelerdeki uzmanlardan alınan görüşler yaklaşımın bel kemiğini oluşturur. Temelde ise bir hatanın gerçekleşebileceği tüm aşamaları incelemek için sistematik bir yol olarak tanımlanabilir ve hatanın ya da hataların oluşması öncesinde yapılır.

Bu yaklaşım hem nicel hem de nitel olarak ifade edilirken değerlendirme aşamasında "optimizasyon" hedeflendiği belirtilerek, hatanın ya da hata etkilerinin mümkün olan en asgari seviyeye çekilmesi, mevcut emniyet tedbirlerini ve ilave kontrol ya da önlemleri listeleterek risklerin kabul edilebilir hallerine getirmeyi amaçlar [29].

FMEA yöntemi, farklı gruplamalarda sıralanmaktadır. Uygulama alanları üretim ve hizmet faaliyetlerinde;

- Tasarım ve ürüne ait bileşenler için “Tasarım ya da Dizayn FMEA”
- Sistem ve alt sistemleri için “Sistem FMEA”
- Üretim montaj ve ilgili süreçler için “Süreç FMEA”
- Ürün kurulum, servis ya da hizmetler için “Hizmet FMEA”
- Yazılımsal sistemler ve kontrolleri için ise “Yazılım FMEA” şeklinde karşımıza çıkmaktadır [28].

Ancak Carlson, başka türde FMEA çeşitlerinin de mevcut olabileceğini ve tehlike analizlerinin sistem ya da süreç içerisinde emniyete dair oluşan risklere göre de değerlendirilebildiğini öne sürmektedir [30].

3.2. FMEA’nın Yapısı ve Özellikleri

FMEA bir takım faaliyetidir ve bireysel olarak yürütülemez. İşin ya da ürünün kendisine has özellikleri nedeniyle uzmanlardan ve diğer ilgili alanlardan sorumlu personellerden oluşturulan bir ekip kurulmalıdır. Ekip ile birlikte multidisipliner anlayış, bakış açısını çeşitlendirerek, kapsamı genişletmeye ve tartışmaya açarak bireysel önyargıları azaltmayı sağlar [29]. Ancak bununla birlikte tek tek her bir hata üzerinden değerlendirme yapmak oldukça zaman alıcıdır ve çoklu hataları değerlendirememesi de yöntemin önemli dezavantajları olarak görülebilir.

Yöntem dahilinde hata türlerine ait üç tip göstergeye değer biçilir ve sayısal ya da sözel anlamda ifade edilir. Bu göstergeler hatanın görülme olasılığı (O), hatanın şiddeti (Ş) ve hatanın meydana gelmesi öncesinde saptanabilirliği, yani zarar meydana getirecek hatanın keşfedilme zorluk derecesidir (S). Bu değerlerin birbirleri ile çarpımı sonucu eşitlik 3.1. ‘de görülen Risk Öncelik Sayısı (RÖS) hesap edilir:

$$RÖS=O \times \text{Ş} \times S \quad (3.1)$$

Elde edilen RÖS değerleri, FMEA ekibi tarafından önceden belirlenen RÖS eşik değerlerini aşması halinde ilave önlemlerin alınması ve böylelikle RÖS değerlerini, eşik değer altına düşürmek hedeflenir. Hesaplanan RÖS değerleri, eşik değer altında ise bu sefer ilave bir

önlem almaya gerek duyulmaz. RÖS değerleri ne kadar büyükse, risk o kadar fazladır ve en yüksek hesaplanan RÖS değerindeki hataya en önce müdahale edilmelidir. Yaşanılan ya da saptanan hataların hiç birisi birbirinin aynı olamayacağından, öncelik sıralaması yapmak gereklidir ve hiyerarşik sıralama önemlidir.

Olasılık, şiddet ve saptanabilirlik göstergeleri için ayrı ayrı literatürde var olan nümerik skalalar kullanılır ya da işin özelliğine göre, FMEA ekibi tarafından gerek görülmesi halinde yeni bir skala tasarlanır. Hata ve tehlikelerin belirlenmesi sonrasında FMEA ekibi tarafından literatürde kullanılan nümerik skalalar ya da bu skalalar referansında olasılık (O), şiddet (Ş) ve saptanabilirlik (S) göstergeleri için yeni ölçeklendirmeler hazırlanır. FMEA analizi sırasında, ölçeklerin minimum derecelendirme sayısında kullanılması önerilmektedir, ayrıca risklerin yeterince farklılaştırıldığından emin olunması gerekir. Diğer bir deyişle, 5'li skaladaki ölçeklerin riskleri yeterince farklılaştırarak tanımlanması istenmekte; aksi halde 10'lu skaladaki derecelendirmenin kullanılması tavsiye edilmektedir [30]. Bu nedenle bu araştırma içerisinde Birgören ve Yalçınkaya [7]'nin "İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesinde Hata Türleri ve Etkileri Analizinin (FMEA) Kullanımı" isimli incelemesinde yer alan ve Sematech (1992) kılavuzundan uyarlanan puanlamalarından (Çizelge 3.1.) ve ayrıca literatürde var olan çalışmalardan faydalanılmıştır.

Çizelge 3.1. Şiddet seviye tanımları [7]

Derece	Önem	Düzye Açıklaması
10	Felaket I	Hata personelin ağır yaralanmasına veya ölümüne neden olur
7-9	Kritik II	Hata; personelde hafif yaralanma, personelin zararlı kimyasallara veya radyasyona maruz kalması, uzuv kaybı, yangın veya çevreye kimyasal maddelerin salınması ile sonuçlanır.
4-6	Büyük III	Hata, personelin tehlikeye düşük seviyede maruz kalmasıyla sonuçlanır veya tesis alarm sistemini aktive eder. İlk yardım dışında tıbbi yardım gerektiren yaralanmalarla sonuçlanabilir
1-3	Küçük IV	Hata, küçük sistem hasarlarına yol açar, ancak personelin yaralanmasına neden olmaz. Operasyonel veya hizmet personeli üzerinde göz ardı edilebilir düzeyde, olumsuz etki yaratır. İlk yardım yeterlidir. Kimyasalların çevreye salınmasına izin verilir.

Çizelge 3.1.'de yapılan derecelendirme hata türünün etkisi ile ortaya çıkan kayıp veya zararların tanımlanması ve bir ölçek haline getirilerek hata etkisinin sonuçlarını

değerlendirmek amacıyla yapılır [31]. Hata türlerini ve etkilerini belirlerken kullanılan geçmişe dair bilgilerin tümü, aynı şekilde şiddet seviye tanımlamalarını belirlerken de kullanılır.

Çizelge 3.1. de yer alan şiddet seviye tanımlamalarını dökme ve tanker tipi gemiler için uyarlamak adına yeni bir çizelge hazırlanmıştır. Hata türü ve tehlike şiddetini belirlemede literatürdeki birtakım çalışmalar referans alınmıştır [32,33,34]. Önem ve düzey sütunu gemi personeli odağında tutularak çizelge 3.2. oluşturulmuştur.

Çizelge 3.2. Uyarlama şiddet seviye tanımları

Derece	Önem	Düzey Açıklaması
10	Personel Ölümü, Felaket	Önemli, büyük , ulusal ve uluslararası etki
7-9	Ciddi personel yaralanması	Hatırı sayılır derecede etkili
4-6	Yatarak medikal tedavi gerektirecek birkaç çok ciddi olmayan yaralanma	Hafif Etki
1-3	Ufak tefek hasar veya ilk yardım yeterli şekilde yaralanma, ayakta tedavi	Etki yok

Sematech (1992) kılavuzuna göre olasılık sıralama ölçütleri hataların ortaya çıkma ihtimalleridir. Sıralama sıfıra yakın olasılıktan çok yükseğe doğru 1'den 10'a kadar puanlama ile yapılır. Bu konuda FMEA ekibinin deneyim ve bilgi birikimlerinden veya varsa o konudaki kayıtlar (istatistikler, kaza raporları, teknik doküman, kılavuz vs.) kullanılarak beyin fırtınası ile tahminler ortaya konulur.

Çizelge 3.3. Olasılık sıralama ölçütleri [7]

Sıra	Açıklama
1	Ortaya çıkması olası olmayan hatalar: Birim işleme aralığı boyunca hataların ortaya çıkma olasılıkları sıfıra yakındır. Tek bir hata türü için bu olasılık 0.001'den (1000 saatte 1 hatadan) küçüktür.
2-3	Ortaya Çıkma Olasılığı Uzak Olan Hatalar: Birim işleme aralığı boyunca hataların ortaya çıkma olasılıkları çok küçüktür. Tek bir hata türü için bu olasılık 0.001-0.01 aralığındadır.
4-6	Ara Sıra Gözüken Hatalar: Birim işleme zaman aralığı boyunca hataların ortaya çıkma olasılıkları küçüktür. Tek bir hata türü için bu olasılık 0.01- 0.10 aralığındadır.
7-9	Ortaya Çıkma Olasılığı Oldukça Yüksek Olan Hatalar: Birim işleme zaman aralığı boyunca hataların ortaya çıkma olasılıkları orta düzeydedir. Tek bir hata türü için bu olasılık 0.10 - 0.20 aralığındadır.
10	Ortaya Çıkma Olasılığı Çok Yüksek Olan Hatalar: Birim işleme zaman aralığında hataların ortaya çıkma olasılıkları çok yüksektir. Tek bir hata türü için bu olasılık 0.20'den büyüktür.

Olasılık sıralama ölçütleri açıklamalarında kullanılan saatlik ölçme gemilerde kapalı mahal hata ve tehlike türleri açısından uygulanabilir olmadığından aşağıdaki çizelge 3.4.'te ölçekler yeniden oluşturulmuştur.

Çizelge 3.4. Uyarlama olasılık sıralama ölçütleri

Sıra	Açıklama	
10	Kaçınılmaz, Çok yüksek	Her sefer sırasında
9	Oldukça Yüksek	Birkaç seferde bir kez
8	Oldukça Yüksek	1 senede bir kez
7	Oldukça Yüksek	1 seneden fazla 2 seneden az
6	Ara Sıra	2-5 sene içerisinde bir kez
5	Ara Sıra	5 senede bir kez
4	Ara Sıra	5-10 sene içerisinde bir kez
3	Oldukça Düşük	10-15 senede bir kez
2	Oldukça Düşük	15 senede bir kez
1	Nadiren	25-30 senede bir kez

Saptanabilirlik (Fark edilebilirlik) sıralama ölçütleri için SEMATECH 1992 kılavuzunda “hatanın tespit edilebilme olasılığı” olarak geçmesi ve tanımlama olarak hatayı keşfetme zorluk derecesi şeklinde yapıldığından, Birsen ve Yalçinkaya [7]’ya göre iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarında bu tanım yanlış yorumlamalara sebebiyet vermektedir. Bu nedenle saptanabilirlik için “alınan önlemlerin etkinliği”nin değerlendirilmesi gerektiği tavsiye edilmektedir. Çizelge 3.5.teki geleneksel saptanabilirlik ölçütleri çizelge 3.6.’ya göre uyarlanarak bu çalışma dahilinde kullanılmıştır. Açıklamalarda belirtilen önlemlerin alındığından emin olunması sonrasında 1-2 sıralaması “çok yüksek, kesin” saptanabilirlik, 3-4 sıralaması “yüksek ortalama”, 5-7 sıralaması “orta düzey”, 8-9 sıralaması “çok düşük, düşük”, ve 10 “sıfıra yakın ya da mümkün değil” şeklinde değerlendirme yapılmıştır.

Çizelge 3.5. Fark edilebilirlik (saptanabilirlik) sıralama ölçütleri [7]

Sıra	Açıklama
1-2	Hatanın tespit edilme olasılığı çok yüksektir. Doğrulama ve/veya kontrollerle bir eksiklik veya kusurun varlığı hemen hemen kesin fark edilecektir.
3-4	Hatanın tespit edilme olasılığı yüksektir. Doğrulama ve/veya kontroller, bir eksiklik veya kusurun tespiti için iyi bir fırsata sahiptir
5-7	Hatanın tespit edilme olasılığı ortadır. Doğrulama ve/veya kontrollerle bir eksiklik veya kusurun fark edilebilirliği olasıdır.
8-9	Hatanın tespit edilme olasılığı düşüktür. Doğrulama ve/veya kontrollerle bir eksiklik veya kusurun fark edilebilirliği uzak bir ihtimaldir.
10	Hatanın tespit edilme olasılığı oldukça düşüktür. Doğrulama ve/veya kontrollerle bir eksiklik veya kusurun fark edilebilirliği sıfıra yakındır veya varlığı fark edilemez haldedir

Çizelge 3.6. Uyarılama saptanabilirlik sıralama ölçütleri [7]

Sıra	Açıklama	
1-2	Tehlikelerle kaynağında mücadele yapılmaktadır	Çok yüksek, hemen hemen kesin saptanabilir
3-4	Mühendislik kontrolleri yapılmaktadır	Yüksek ortalamada saptanabilir
5-7	Uyarılar ve idari kontroller yapılmaktadır	Orta düzeyde saptanabilir
8-9	Kişisel koruyucu donanım kullanılmaktadır	Çok düşük veya düşük seviyede saptanabilir
10	Hemen hiçbir güvenlik önlemi alınmamıştır	Sıfıra yakın, mümkün değil saptanamaz

Kapalı alanlarda çalışma İSG uzmanlık alanında değerlendirilmesi gereken tehlikeli bir iştir. İş öncesi ve işin yapılması esnasında maruz kalınan ortam tehlikeleri yanında kullanılan emniyet ekipmanlarında, prosedürlerde vs. gibi hataların yanında, çalışanların davranış ve tutumlarından kaynaklı tehlikelerin varlığı da değerlendirilmelidir. Bu nedenle saptanabilirlik ölçütlerinde hata türlerinin saptanabilirliği tanımı yerine İSG'nin kontrol hiyerarşisi kapsamı esas alınarak kontrol ve önlemlerin uygulanmasına göre düzenlenen "Fark edilebilirlik (Saptanabilirlik) Sıralama Ölçütleri" referans alınmıştır [7].

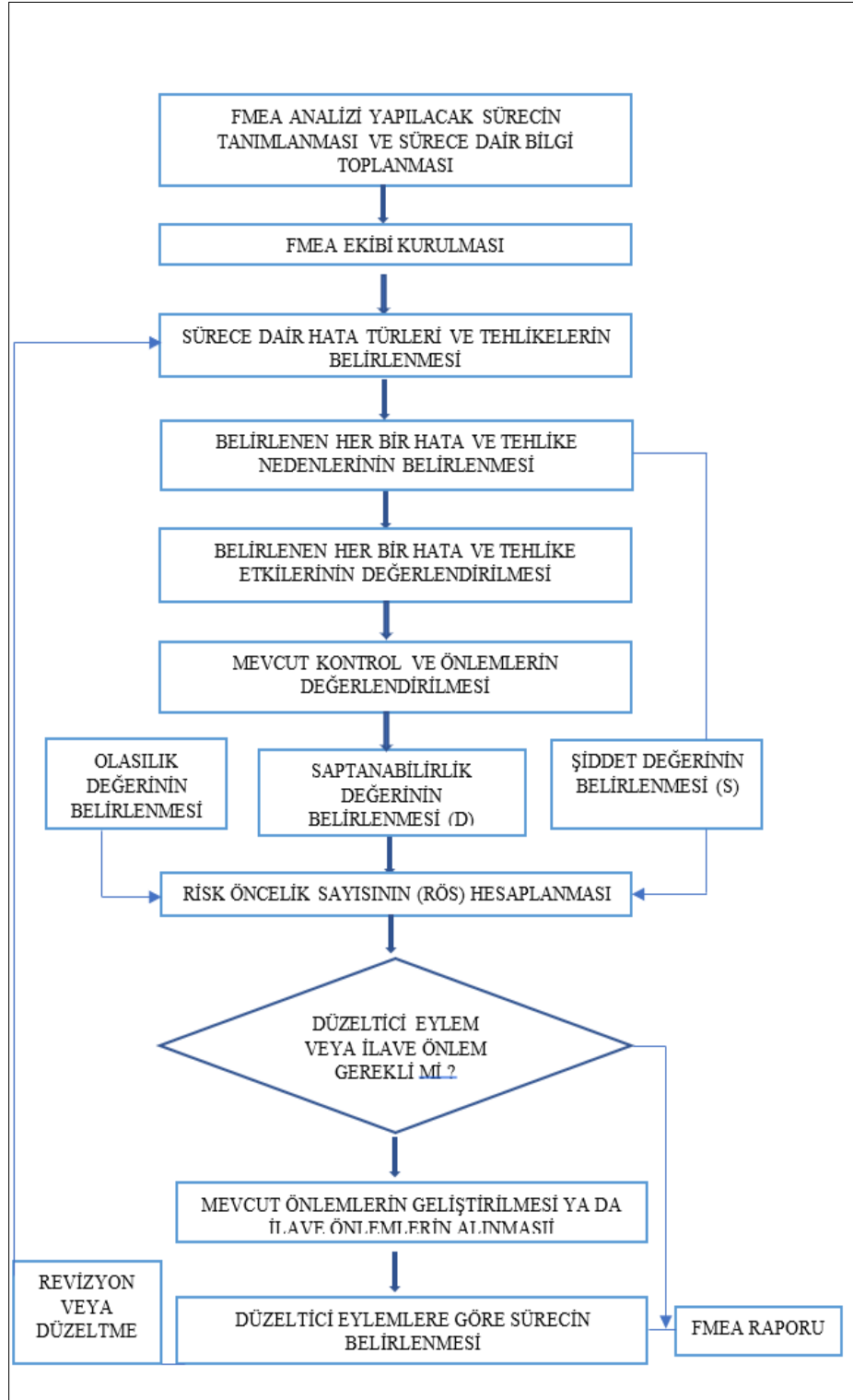
3.3. FMEA Uygulama Süreci

FMEA analizi için FMEA ekibi ile takip edilmesi gerekli aşamalar aşağıdaki şekilde özetlenmektedir :

1. Amacın belirlenerek planlama yapılması.
2. FMEA analizi yapılacak işe veya ürüne göre prosedürlerin, temel ilke ve kuralların belirlenmesi.
3. Faaliyetlerin, faaliyet alanlarının, süreçlerin, sistem ve alt sistemlerin, etkileşimde bulunduğu çevre koşullarının değerlendirilmesi.
4. Süreçlerin, karşılıklı bağlantıların ve bağımlılıkların gösterilmesi için hata ağacı şemalarının, görev ve güvenilirlik şemalarının oluşturulması ve analiz edilmesi.
5. Olası hata türlerinin betimlenmesi.
6. Hata türlerinin ve etkilerinin değerlendirilmesi ve gruplandırılması.
7. Önleme ve kontrollerin tanımlanması.
8. Alınması gerekli önlemlerin etkilerinin değerlendirilmesi.
9. Sonuçların dokümante edilmesi

Dokümante edilen ve FMEA raporuyla listelenen indirgenmiş riskler için periyodik aralıklarla hata türleri ve tehlikeler tekrardan değerlendirilmelidir. Böylelikle analizin güncellenmesi, gerek görüldüğü taktirde revizeler yapılarak ilgili faaliyet ya da ürünlerdeki iyileşmelerin sürekliliği sağlanmış olur [35].

Çalışma dahilinde takip edilen FMEA analizine dair adımlar şekil 3.1'deki akış diyagramında özetlenmiştir :



Şekil 3.1. FMEA uygulama süreci [36]

3.3.1. FMEA uygulama kapsamı

FMEA analizi yapılacak olan faaliyet alanının belirlenmesi ve sınırların ortaya konması sağlanmalıdır. FMEA ekibinin çalışması sırasında oluşabilecek zaman kayıplarının önlenmesi ve incelenen hususlardan uzaklaşılmasına engel olmak adına önceden kapsamın ve sınırların yazılı olarak beyan edilmesi tercih edilmelidir.

Bu çalışma dahilinde aynı gemi işletme şirketine bağlı dökme kuru yük gemisi ve petrol tankerine ait mevcut kapalı alanlar saptanmış ve sadece bu iki gemi özelindeki mahal yapıları, taşınabilen yük etkileri ile kapalı mahalde çalışma prosedürleri ve mevzuat doğrultusunda değerlendirme yapılmıştır.

3.3.2. FMEA ekibi

FMEA analizi bir ekip çalışmasını gerektirdiğinden 4-8 kişi arasında değişen ve analizi yapılacak sürece dair çeşitli kademelerde uzmanlaşmış bir grup kurulmalıdır [30]. Farklı kademelerden seçilen uzmanlar farklı bakış açıları sunarak tecrübeleri doğrultusunda ortaya daha geniş kapsamda ve detaylı bir değerlendirme sunabilir. Ayrıca doğru uzmanların seçimi FMEA analizinin kalitesini de arttırmaktadır. Araştırma kapsamında her biri mesleki tecrübe ve nitelik bakımından yeterli ve uzman niteliklere sahip bir FMEA ekibi seçimi yapılmıştır. FMEA ekibinin seçimi, süreçlerin sağlıklı yürütülmesi ve fayda-maliyet dengesinin sağlanması bakımından kilit öneme sahiptir. Bu nedenle çalışma içerisinde FMEA ekibi oluşturulurken destek ve çekirdek grupları düzenlenmiş; destek grubunda, sorumlu ve gerektiğinde bilgi sağlayıcı nitelikte olan ekip üyeleri yer alırken, çekirdek grup için ise karar verici ve aynı uzmanlık derecesine sahip nitelikteki ekip üyeleri seçilmiştir. Üyeler dökme ve tanker gemilerinde hizmet etmiş gemi adamlarından oluşmakta ve özel bir armatör firmasında çalışmaktadır. Çekirdek grupta, uzakyol kaptanı ve uzakyol baş mühendis ehliyetlerine sahip 10 yıl üzeri mesleki tecrübe edinmiş kişiler yer alırken, destek veren grupta ise uzakyol 2.kaptanı ile vardiya zabiti/mühendisleri yer almıştır. Üyelere ait profiller çizelge 3.7’de gösterilmektedir :

Çizelge 3.7. FMEA ekibi uzman profilleri

Üyeler	Yeterlilik	Çalıştığı pozisyon	Hizmet süresi
Üye 1	Uzakyol Baş Mühendisi	Makine Enspektörü	10 yıl üzeri
Üye 2	Uzakyol Kaptanı	Güverte Enspektörü	10 yıl üzeri
Üye 3	Uzakyol Baş Mühendisi	Makine Enspektörü	15 yıl üzeri
Üye 4	Uzakyol Kaptanı	Güverte Enspektörü	10 yıl üzeri
Üye 5	Uzakyol 2.Kaptan	HSEQ Kıdemli Uzman	3 yıl üzeri
Üye 6	Uzakyol vardiya zabiti	Personel Md Yrd.	2 yıl üzeri
Üye 7	Uzakyol vardiya mühendisi	Teknik sorumlu	1 yıl üzeri

Ekip üyeleri bir gemi işletme şirketinin iki farklı departmanında halihazırda çalışmakta ve çeşitli kademelerde uzmanlıkları dahilinde görev almaktadırlar. FMEA çalışması öncesinde her bir üye yöntem ve süreç hakkında detaylıca bilgilendirilmiştir.

3.3.3. Hata türleri ve tehlikelerin belirlenmesi

Carlson [30], hata türünü sınırları belirlenmiş olan bir öğenin ya da işlevin yerine getirilememesi ya da amaçlanan performansı karşılayamaması olarak tanımlar. Tehlike ise en yaygın bilinen ve 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği kanununda da belirtildiği üzere var olan ya da dışarıdan gelebilecek, çalışanı veya işyerini etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyelidir.

Araştırma içerisinde her iki tanımı da kapsayacak şekilde, iki tip yük gemisine ait sınırlandırılmış, kapalı mahaller, kapalı mahallerde yapılan işler, taşınan yükler, kullanılan ekipmanlar ile gemi personelinin olası davranış ve tutumları bir bütün olarak değerlendirilerek hata türleri tespit edilmiştir. Daha önceki geçmiş kayıtlar, eğitim kayıtları, sirkülerler, teknik bültenler, ilgili raporlar ve diğer kayıtlar FMEA ekibi ile incelenmiştir.

3.3.4. Hata türleri ve tehlike nedenlerinin belirlenmesi

Neden, “kök neden” bulunasıya kadar sorulan “neden” sorusuna verilen yanıtla belirlenmeye çalışılır. Bir hatayı meydana getiren, karşılık gelen tek bir neden olabileceği gibi aynı hataya birden fazla neden de sebep olabilir [30]. Hata nedenleri araştırılırken bulunan tek bir neden yeterli görülmemeli başka sebeplerin olabileceği de unutulmamalıdır.

3.3.5. Hata türleri ve tehlike etkilerinin belirlenmesi

Hata türü ve tehlikeleri etkileri sistemde, süreçte, fonksiyonda ya da üründe yaşanan başarısızlığın sonucudur. Her bir hata türünün tek bir etkisi olabileceği gibi birden fazla etki de meydana getirebilir. Ancak tipik olarak FMEA ekibi etkileri değerlendirirken en ciddi seviyede olanları almalıdır [30].

3.3.6. Mevcut kontrol ve önlemlerin değerlendirilmesi

Kontrol, her bir olası hatanın sebep olabileceği riskin ya da risklerin azaltılması veya tamamen ortadan kaldırılabilmesi amacıyla kullanılan yöntem veya uygulamalardır. Problemin, tehlikenin ya da hatanın tespit edilmesine yönelik olabileceği gibi, direk nedeni önlemeye ilişkin türlü faaliyetler, örneğin kontrol listeleri, ölçümler, eğitimler sayılabilir ve FMEA çalışma kağıdına işlenir. Şayet mevcut durumda bir önlem bulunmuyor ise bu şekilde not alınır.

3.3.7. Olasılık değerinin belirlenmesi

Olasılık değerinin belirlenmesi için analiz edilen sistem, süreç ya da öğedeki hatanın ortaya çıkma olasılığının sıralaması yapılır ve nedeninin de tespit edilmesi gereklidir. Hata türünün şiddeti ya da saptanabilirliğinden bağımsız olarak değerlendirilir ve mutlak değerden ziyade, göreceli bir sıralama değeri ölçüt alınan skala üzerinden belirlenir. Önceki analiz raporları, kayıtlar ve benzer dokümanlar, FMEA ekibine tecrübeleri dışında yardımcı olan kaynaklardır.

3.3.8. Saptanabilirlik değerin belirlenmesi

Hata türünün saptanabilirliğinin ne kadar kolay olduğuna bağlı olarak, önceden alınan önlemlerin ve mevcut kontrollerin etkinliğinin değerlendirilmesiyle bir sıralama yapılır. En iyi kontrol sağlanan sistem, süreç veya öğelerde hata türü en kolay şekilde tespit edilir. Yani saptanabilirlik ne kadar yüksekse, hata ve tehlikelerle o kadar iyi mücadele edildiği düşünülmelidir. Kullanılacak skala üzerinde puanlama yapılırken en düşük puanlama en kolay saptanabilirliğe, en yüksek puanlama ise en zor ve hemen hemen hiç önlem alınmamış durumlara yapılır. Yüksek değer hesaplanan RÖS değerinin de yüksek çıkmasına sebep olarak, gerekli önceliğin verilmesi sağlanmış olur.

3.3.9. Şiddet değerin belirlenmesi

Şiddet derecesi, belirli bir hata türünün en ciddi etkisi ile ilişkilendirilir ve önemine göre sıralama yapılır. FMEA ekibinin bilgi ve tecrübesi, geçmiş kayıtlar, raporlar, bültenler gibi veriler kapsamında göreceli bir değerlendirmeye belirlenir.

3.3.10. Risk öncelik sayısının (RÖS) hesaplanması

Risk öncelik sayısını hesaplamada çarpma veya toplama yöntemlerinden biri kullanılabilen ancak literatürdeki FMEA uygulanan çalışmalarda yaygın olarak çarpma metodunun tercih edildiği görülmektedir. Toplama metodunda kullanılan eşitlikte olasılık, şiddet ve saptanabilirlik değerlerinin her biri toplanarak aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:

$$RÖS=O + Ş + S \quad (3.2)$$

RÖS değerlerinin toplama yöntemine göre hesaplanması halinde ise herhangi bir hata türü için aynı değerlerin elde edilmesi ihtimali çarpma yöntemine göre çok daha fazladır. Bu da risk önceliklendirmesi yapılırken sıralamada güçlükler ortaya koyacaktır. Dolayısı ile FMEA ekibi tarafından her bir hata türü için ortaya konan olasılık, şiddet ve saptanabilirlik puanları “Eş. 3.1.” yardımıyla çarpılarak RÖS değerleri elde edilmekte ve hiyerarşik olarak en büyükten en küçüğe doğru sıralanmaktadır. Aynı RÖS değerine sahip iki veya daha fazla hata türü tespit edilmesi halinde ise öncelik sırası yüksek şiddet değeri olanıdır, şiddet değerleri de aynı ise bu sefer saptanabilirlik değerleri karşılaştırılarak hangisi daha yüksekse

öncelik ona verilmektedir. RÖS öncelik sırasına göre gerekli görülen tedbirlerin ve düzeltici faaliyetlerin alınması sağlanarak, eşik değerin altına düşürülmeye çalışılır. RÖS değerleri eşik tablosu FMEA ekibi tarafından analiz edilecek sistem, süreç ya da öğeye dair belirlenir ve değerlerin düşük risk grubuna düşürülmesi amaçlanır. Bu araştırmada kullanılan RÖS eşik değerleri çizelge 3.8.'de aşağıdaki gibi gösterilmektedir:

Çizelge 3.8. RÖS eşik değerleri

RÖS Değeri	Değerlendirme
$RÖS \leq 50$	Düşük Risk
$50 < RÖS \leq 100$	Orta Risk
$100 < RÖS \leq 200$	Yüksek Risk
$200 < RÖS$	Çok Yüksek Risk

Kuvvetli [37], FMEA analizi istatistiksel modeller çalışmasında, hataları takip etme eşiğinin, yüzde 95 güven esasında 1 ila 10 kılavuz ölçeğine dayalı olarak 50'ye eşit veya daha büyük bir RÖS değeri olduğunu ifade eder. Ancak bu değer standart veya evrensel olarak adlandırılmayacağı gibi çeşitli kuruluşlar ve organizasyonların gereksinimlerine bağlı olarak farklı risk eşik değerleri ölçekleri de kullanılabilir [28]. Kangavari vd. [36], petrokimyasal endüstrisi alanındaki çalışmasında, RÖS eşik değerini 70'ten başlatarak, altında kalan değerleri düşük risk olarak sınıflandırırken, Yorulmaz vd. [32], gemilerin havuzlanma operasyonları için uyguladığı FMEA analizinde RÖS eşik değerini 40'tan başlatmıştır. İstanbul Gemi Trafik Hizmetleri Merkezinin günlük operasyonel faaliyetlerini incelediği çalışmasında ise Erdoğan [19], eşik değerini 50 olarak belirlemiştir.

3.3.11. Mevcut önlemlerin geliştirilmesi ve ilave önlemler

Önlem alınması, mevcut önlemlerin geliştirilmesi veya ilave önlemler, FMEA ekibi tarafından önerilen düzeltici faaliyetlerdir. Düzeltici faaliyetlerin amacı, riski oluşturan hata nedenlerini ve tehlikeleri ortadan kaldırmak veya meydana getirdikleri risk öncelik sayısını eşik değerin altına düşürmektir. FMEA ekibi öncelik sıralaması yaparak alınacak önlemlerin etkinliğini değerlendirir ve her bir hata türü için bir veya birden fazla önlem belirler [30].

3.3.12. Sürecin yeni RÖS değerine göre belirlenmesi

Alınan önlemlerin etkinliği çerçevesinde hata türleri ve tehlikeleri için şiddet, olasılık ve saptanabilirlik seviyeleri tekrardan değerlendirilerek kullanılmakta olan nümerik skaladan

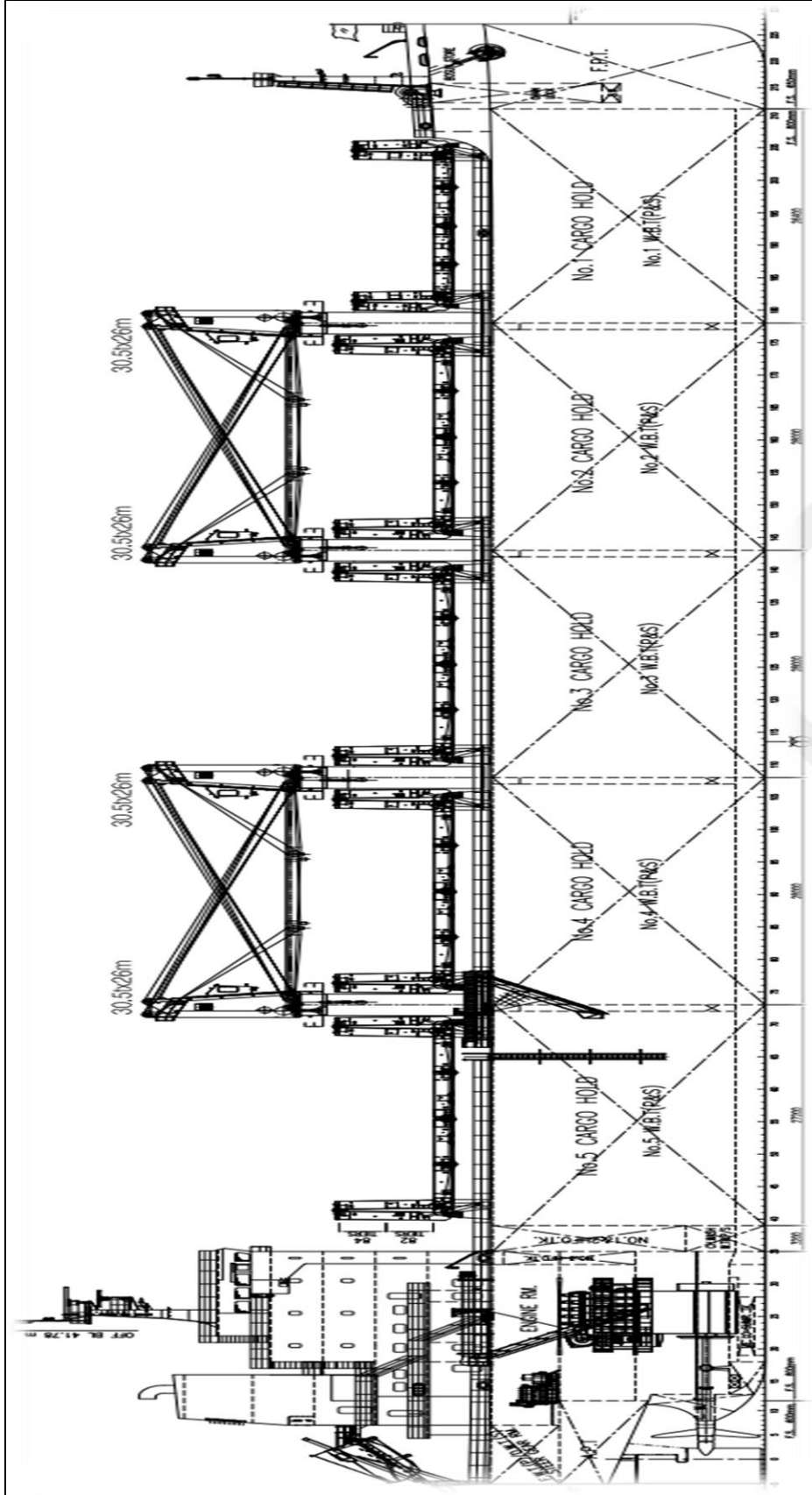
puanlama yapılır ve RÖS değeri yeniden hesaplanır. Revize RÖS değeri eşik değeri altında ise doğru adımlar atılmış olarak kabul edilir, üzerinde ise önlemler yeniden gözden geçirilir ve gerekli düzenlemeler yapılarak hazırlanan FMEA çalışma kağıdıyla süreç tamamlanmış olur. Bir sonraki kontrole kadar da geçerliliğini koruyarak “kök neden” analizleri için referans noktası oluşturmaya devam eder.



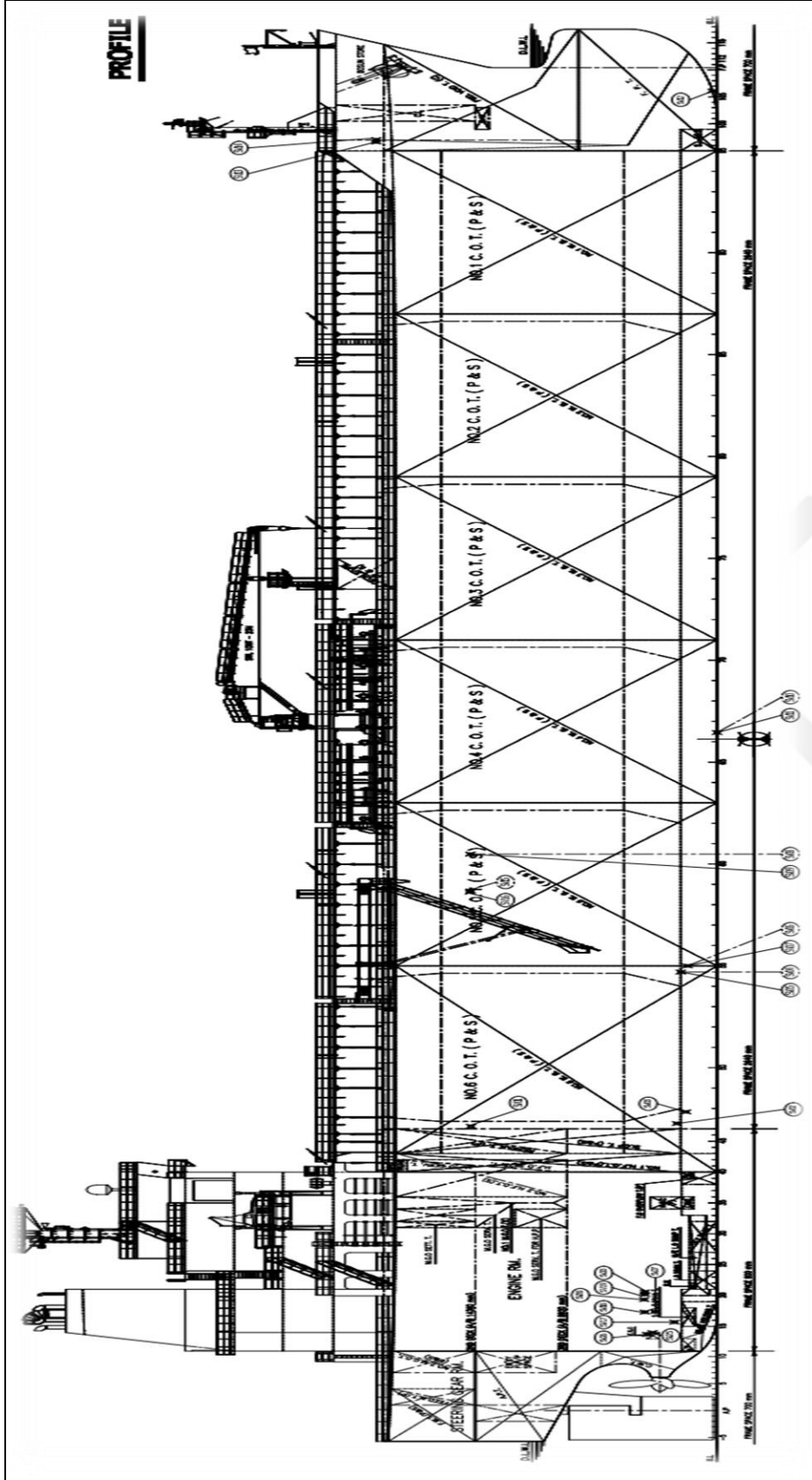
4. DÖKME VE TANKER GEMİLERİ KAPALI MAHAL TEHLİKELERİNİN FMEA YÖNTEMİ İLE RİSK ANALİZLERİ

Uygulama dahilinde örnek olarak seçilen ve özel bir gemi işletme şirketine bağlı dökme yük (Bkz.şekil 4.1.) ve petrol tankeri gemilerinin (Bkz.şekil 4.2.) kapalı mahal tehlikeleri için FMEA yöntemi ile risk değerlendirmeleri yapılmıştır. FMEA ekibi tarafından her iki geminin kapalı mahalleri mevcut uluslararası mevzuat gereğince gemi özelinde belirlenmiş ve çizelgeler 4.1. ve 4.2.' de listelenmiştir. Belirlenen mahallerde oluşabilecek olası tehlike ve hatalar bu çalışmanın bir önceki bölümünde referans verilen dokümanlar kapsamında ve FMEA ekip üyelerinin tecrübe ve uzmanlıklarına bağlı olarak tespit edilmiştir.

Çalışma yapılan tanker gemisinde ayrı bir pompa dairesi bulunmadığından diğer petrol tanker tiplerinde zorunlu tutulan pompa dairesi için uygulamalar bu çalışma kapsamına dahil edilmemiştir.



Şekil 4.1. Örnek dökme yük gemisi genel yerleşim planı



Şekil 4.2. Örnek petrol tankeri genel yerleşim planı

Çizelge 4.1. Dökme yük gemisine ait kapalı mahaller

Kapalı Mahal Tipi	Kapalı Mahal İsmi	Kapalı Mahal Tipi	Kapalı Mahal İsmi
Yük Ambarı	No.1 Ambar	Zincirlik	Zincirlik (İskele)
	No.2 Ambar		Zincirlik (Sancak)
	No.3 Ambar	Ana Makine	M/E Krankkeys
	No.4 Ambar		M/E Skavenc Mahali
	No.5 Ambar	Kazan	Yardımcı Kazan
Balast Tankı	Kıç Pik Tank	Diğer	Sabit CO2 Dairesi
	No.1 Balast Tankı (İskele)		Boyalık
	No.1 Balast Tankı (Sancak)		Akü Dairesi
	No.2 Balast Tankı (İskele)		Irgat Dairesi
	No.2 Balast Tankı (Sancak)		Yangın Pompa Mahali
	No.3 Balast Tankı (İskele)		Boru Tüneli
	No.3 Balast Tankı (Sancak)		Dümen Kovanı
	No.4 Balast Tankı (İskele)		
	No.4 Balast Tankı (Sancak)		
	No.5 Balast Tankı (İskele)		
	No.5 Balast Tankı (Sancak)		
	Baş Pik Tank		
Yakıt Tankı	No.1 H.F.O Tankı		
	No.2 H.F.O Tankı		
	No.3 H.F.O Tankı		
	No.4 H.F.O Tankı		
	No.1 MGO Tankı		
	No.2 MGO Tankı		
	HFO Servis Tankı		
	HFO Dinlendirme Tankı		
	MGO Servis Tankı		
Yağ Tankı	No.1 Silindir Yağ Tankı		
	No.2 Silindir Yağ Tankı		
	Dizel Jen Y.Yağı Dinlendirme Tankı		
	G/E Y.Yağı Depolama.Tankı		
	M/E Yağlama Yağı Sump Tank		
	Yağ Dreyn Tankı		
Tatlı Su Tankı	Tatlı Su Tank (Sancak)		
	Tatlı Su Tankı (İskele)		
Deniz Suyu Tankı	Soğutma Suyu Tankı		
	Ambar Yıkama Tankı (İskele)		
	Ambar Yıkama Tankı (Sancak)		
	Soğutma Suyu Dreyn Tankı		
Sintine Atık Su / Pis Su tankı	Pis Su Tankı		
	Sintine Tankı		
	Atık Su Tankı		
Slaç Tank	Slaç Tank		

Çizelge 4.2. Petrol tankerine ait kapalı mahaller

Kapalı Mahal Tipi	Kapalı Mahal İsmi	Kapalı Mahal Tipi	Kapalı Mahal İsmi
Petrol yük Tankı	No.1 Petrol Tankı (İskele)	Tatlı Su Tankı	Tatlı Su Tankı (İskele)
	No.1 Petrol Tankı (Sancak)		Tatlı Su Tank (Sancak)
	No.2 Petrol Tankı (İskele)	Sintine Tankı / Atık Su Tankı	Pis Su Tankı
	No.2 Petrol Tankı (Sancak)		Sintine Tankı
	No.3 Petrol Tankı (İskele)		Yağlı Sintine Tankı
	No.3 Petrol Tankı (Sancak)	Kapalı Boş Hacim	Upper Stool (Baş taraf)
	No.4 Petrol Tankı (İskele)		Upper Stool
	No.4 Petrol Tankı (Sancak)		Upper Stool (Kıç Taraf)
	No.5 Petrol Tankı (İskele)		Koferdam (İskele)
	No.5 Petrol Tankı (Sancak)		Koferdam (Sancak)
	No.6 Petrol Tankı (İskele)		Void Tank (Baş Taraf)
	No.6 Petrol Tankı (Sancak)		Void Tank (Kıç Taraf)
Yük kalıntısı yıkama atık tankı	Slop Tank (İskele)	Zincirlik	Zincirlik (İskele)
	Slop Tank (Sancak)		Zincirlik (Sancak)
	Yük Kalıntı Tank (İskele)	Ana Makine	Ana Makine Krankkeys
Ballast Tankı	Baş Pik Tank		Ana Makine Skavenc Mahali
	No.1 Balast Tank (İskele)	Kazan	Kazan
	No.1 Balast Tank (Sancak)	Diğer	Sabit CO2 Dairesi
	No.2 Balast Tank (İskele)		Boyalık
	No.2 Balast Tank (Sancak)		Dümen Kovanı
	No.3 Balast Tank (İskele)		PV Breaker Tank
	No.3 Balast Tank (Sancak)		IGG Scrubber
	No.4 Balast Tank (İskele)		Deck Seal Tank
	No.4 Balast Tank (Sancak)		Yangın köpük Tankı
	No.5 Balast Tank (İskele)		Başaltı
	No.5 Balast Tank (Sancak)		Güverte Storu
	No.6 Balast Tank (İskele)		
	No.6 Balast Tank (Sancak)		
	Kıç Pik Tank		
Yakıt Tankı	No.1 H.F.O Tankı (İskele)		
	No.1 H.F.O Tankı (Sancak)		
	No.2 H.F.O Tankı (Sancak)		
	HFO Servis Tankı		
	HFO Sett.Tankı		
	L.S HFO Tank		
	MGO Tank (İskele)		
	MGO Tank (Sancak)		
	No.1 MGO Tank (Sancak)		
	MGO Sett Tank		
	MGO Servis Tankı		
	MGO Servis Tank (HPP)		
	LS HFO / MGO Servis Tank		
	LS HFO / MGO Sett Tank		
	Yakıt Taşıntı Tankı		
	Yakıt Dreyin Tankı		
	Slaç Tankı		
Yağ Tankı	G/E L.O Sett Tankı		
	G/E L.O Stor.Tankı		
	M/E L.O Sump Tank		
	M/E L.O Stor Tank		
	M/E L.O Sett Tank		
	Silindir Yağ Tankı (İskele)		
	L. TBN Silindir Yağ Tankı		
	Hidrolik Yağ Tankı		

Halihazırda her iki geminin kapalı mahalleri için işletme özelinde kullanılan kapalı mahal giriş izinleri, çalışma prosedürleri ve risk değerlendirmeleri ile mevcut kontrol ve tedbirleri dikkate alınarak çizelge 4.3. ve çizelge 4.4. hazırlanmış, kapalı mahal gruplandırması yapılarak hata türleri, neden ve etkileri ortaya konmuştur.

Çizelge 4.3. Dökme yük gemisi kapalı mahallerine ait hata türleri, neden ve etkileri

No.	Kapalı Mahal Tip	Hata ve Tehlikelerin Türü	Hata ve Tehlikelerin Nedenleri	Hata ve Tehlikelerin Etkileri
H01-1	Tüm Kapalı Mahaller	Havasızlıktan boğulma	Oksijen eksikliği ya da zenginliği	Ciddi hayati tehlike, ölüm
H01-2			Mahal atmosferinin ölçülmemesi, yanlış ölçümü	
H01-3			Kapalı mahal giriş ve çalışma prosedürlerinin takip edilmemesi (Bilgi eksikliği, aşırı özgüven, umursamama, itaatsizlik)	
H01-4			Yetersiz giriş - kaçış yolları, fazla sayıda kompartıman, dar geçiş menholleri	
H01-5			Uygun olmayan KKE ekipman kullanımı	
H01-6			Yetersiz hava, yanlış/yetersiz havalandırma	
H02-1	Ambarlar, Balast Tankları, Zincirlik	Yüksekten düşme	Kaygan (ıslak, çamurlu, yağlı vb.) merdiven basamakları	Basit yaralanma (Kesik, ezilme, morarma, kafa travması, kemiklerde çatlama, kırılma), ciddi yaralanma, ölüm
H02-2			Yapı elemanlarının deformasyonu (Kopuk puntel, hasarlı merdiven basamağı ya da platformu)	
H02-3			Ellerin serbest olmayışı ve doğru KKE kullanmama	
H02-4			Acelecı davranma	
H02-5			Yeterli aydınlatmanın sağlanmaması	
H02-6			Gemi hareketi (yalpa, ağır hava koşulları gibi)	
H03-1	Ambarlar, Sintine Tankı, Sıç Tankı, Yakıt Tankları, Ana Makine karter, Ana Makine skavenc mahali, Kazan	Zehirli mahal atmosferi	Yetersiz hava, yanlış/yetersiz havalandırma	Ciltte, gözlerde ve boğazda tahriş, baş ağrısı, baş dönmesi, bilinç kaybı, ciddi hayati tehlike, ölüm
H03-2			Mahalde çalışan makinelerden çıkan egzoz gazları	
H03-3			Mahaldeki yük tozu, yük kalıntısından açığa çıkan zehirli gaz, duman, buhar	

Çizelge 4.3. (devam) Dökme yük gemisi kapalı mahallerine ait hata türleri, neden ve etkileri

H03-4	Ambarlar, Sintine Tankı, Slač Tankı, Yakıt Tankları, Ana Makine karter, Ana makine skavenc mahali, Kazan	Zehirli mahal atmosferi	Ambarlarda taşınan yüklerden veya boya sonrası açığa çıkan zehirli gazlar	Ciltte, gözlerde ve boğazda tahriş, baş ağrısı, baş dönmesi, bilinç kaybı, ciddi hayati tehlike, ölüm
H03-5			Ambarlardaki yük fumigasyon gazlarının bitişik mahallere sızması	
H03-6			Mahal atmosferinin ölçülmemesi, yanlış ölçümü	
H03-7			Mahalde zehirli gaz ceplerinin varlığı	
H04-1	Yağ, Yakıt, Ana Makine karter, Ana Makine skavenç mahali, Ambarlar, Atık yağ Tankı, Slač Tankı, Kazan	Yanıcı/Patlayıcı Mahal Atmosferi	Yetersiz havalandırma	Yangın, patlama, yaralanma, ölüm
H04-2			Sıcak çalışma	
H04-3			Statik Elektrik (Yük tozu vs.)	
H05-1	Tüm Kapalı Mahaller	Isıl yorgunluk, stres	Yetersiz havalandırma, susuzluk, gereğinden fazla giyinme	Baygınlık Dehidrasyon, bilinç kaybı
H05-2			Komşu yük ve yakıt tanklarının yüksek sıcaklıkları	
H06-1	Tüm Kapalı Mahaller	Oksijen yetersizliği	Yetersiz Havalandırma	Boğulma, ciddi hayati tehlike, ölüm
H06-2			Boya uygulaması-boya kuruması	
H06-3			Sıcak çalışma (kaynak, kesme)	
H06-4			Paslanma	
H07-1	Tüm kapalı mahaller	İletişim eksiklikleri	İletişim araçlarının (VHF,UHF vb.) düzgün çalışmaması, veya sinyallerin ulaşmaması	Ciddi hayati tehlike, ölüm
H07-2			Mahalde sağlanacak iletişim hakkında önceden bilgilendirme yapılmaması	
H07-3			Gözcü(lerin) yerlerini terk etmesi	
H08-1	Yakıt, Yağ, Sintine, Slač Tankı	Deri teması	Uygun olmayan KKE ekipman kullanımı	Alerji, deri hastalığı, yaralanma
H09-1	Ambarlar, Balast Tankları	Yutulma (Boğulma)	İzole edilmeyen kesici valf - devre, toz/taneli yüklerin kayması	Ciddi Hayati Tehlike, Ölüm
H10-1	Boru Tüneli, Makine dairesi, Dümen kovanı	Gürültü	Uygun olmayan KKE ekipman kullanımı	İşitme problemleri
H11-1	Tüm Kapalı Mahaller	Elektrik çarpması	Elektriksel izolasyonun sağlanmaması	Yaralanma, ölüm
H11-2			Uygun olmayan KKE ekipman kullanımı	
H11-3			Mahalde kontrolsüz ıslaklık, su birikintileri	

Çizelge 4.3. (devam) Dökme yük gemisi kapalı mahallerine ait hata türleri, neden ve etkileri

12-1	Tüm Kapalı Mahaller	Yetersiz acil müdahale ekipmanı	Yıpranmış, kalitesiz, güvenilir olmayan ekipman kullanımı	Acil kurtarma gecikme, yaralanma, ciddi hayati tehlike, ölüm
H13-1	Tüm Kapalı Mahaller	Yetersiz, kifayetsiz acil müdahale eylemi	Eksik, hasarlı acil kurtarma donanımı, eksik/yanlış bilgi, yetersiz eğitim/talim, acele etme	Acil kurtarma eyleminde gecikme, yaralanma, ciddi hayati tehlike, ölüm
H14-1	Tüm Kapalı Mahaller	Planlanmamış, bilinmeyen girişler	Bitişik alandan mahale girmeye çalışma, yetkili ve sorumlu kişiye haber vermeme, giriş-çıkış menholünün kontrolsüz açılıp kapanması	Ciddi hayati tehlike, ölüm
H15-1	Tüm Kapalı Mahaller	Bilinç Kaybı	Aşırı yorgunluk, psikolojik etmenler (korku, panik, hiyerarşik düzen)	Ciddi hayati tehlike, ölüm
H15-2			Sıcak Çarpması	
H16-1	Tüm Kapalı Mahaller	Kaygan zemin	Ortamdaki nem, zeminde çamur, tanklardaki organik oluşumlar veya yağ nedeniyle kayarak düşme	Fiziksel yaralanma, ciddi hayati tehlike
H17-1	Tüm Kapalı Mahaller	Mahalin keskin yapısal elemanları	Yapısal elemanlardaki deformasyonlar	Fiziksel yaralanmalar

Hem dökme yük gemisi hem de petrol tankerindeki kapalı mahal gruplandırmasında aynı hata ve tehlikelerin farklı nedenlerden dolayı oluşabileceği öngörülmüştür. Örneğin mahal içerisine girerken yüksekte düşme tehlike ve hata türüne sebep olabilecek aceleci davranmak, mahal iniş merdivenlerinin ıslak ya da çamurlu olması ve kaygan hale gelmesi veya iniş sırasında yeterli aydınlatmanın sağlanmamasından dolayı görüş kısıtlılığı gibi nedenler ayrı şekilde değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

Özellikle, olasılık ve saptanabilirlik değerleri, aynı hata ve tehlike türü nedenleri ile varsa mevcut önlemlere bağımlı olarak düşünüldüğünden, RÖS hesaplamasına doğrudan etki etmektedir. Bu bağlamda ayrı ayrı hata kodlamaları, hata türü ve tehlikelerinin yanında olası hata ve tehlike nedenlerine atıfta bulunarak düzenlenmiştir.

Çizelge 4.3.'te görüleceği üzere toplamda 17 hata ve tehlike türü saptanmış ancak çoklu etken nedenlerinden kaynaklı olarak 44 adet hata kodu ortaya konmuştur. Çizelge 4.4.'te ise toplamda 18 hata ve tehlike türü saptanmış, yine çoklu etken nedenlerinden kaynaklı olarak 48 adet hata kodlaması yapılmıştır.

Çizelge 4.4. Petrol tankeri kapalı mahallerine ait hata türleri, neden ve etkileri

No.	Kapalı Mahal Tip	Hata ve Tehlikelerin Türü	Hata ve Tehlikelerin Nedenleri	Hata ve Tehlikelerin Etkileri
H01-1	Tüm Kapalı Mahaller	Havasızlıktan boğulma	Oksijen eksikliği ya da zenginliği	Ciddi hayati tehlike, ölüm
H01-2			Mahal atmosferinin ölçülmemesi, yanlış ölçümü	
H01-3			Kapalı mahal giriş ve çalışma prosedürlerinin takip edilmemesi (Bilgi eksikliği, aşırı özgüven, umursamama, itaatsizlik)	
H01-4			Yetersiz giriş - kaçış yolları, fazla sayıda kompartıman, dar geçiş menholleri	
H01-5			Uygun olmayan KKE ekipman kullanımı	
H01-6			Yetersiz hava, yanlış/yetersiz havalandırma	
H02-1	Petrol (Yük) Tankları, Balast Tankları, Zincirlik	Yüksekten düşme	Kaygan (ıslak, çamurlu, yağlı vb.) merdiven basamakları	Basit yaralanma (Kesik, ezilme, morarma, kafa travması, kemiklerde çatlama, kırılma), ciddi yaralanma, ölüm
H02-2			Yapı elemanlarının deformasyonu (Kopuk puntel, hasarlı merdiven basamağı ya da platformu)	
H02-3			Ellerin serbest olmayışı ve doğru KKE kullanmama	
H02-4			Aceleci davranma	
H02-5			Yeterli aydınlatmanın sağlanmaması	
H02-6			Gemi hareketi (yalpa, ağır hava koşulları gibi)	

Çizelge 4.4. (devam) Ham petrol tankeri kapalı mahallerine ait hata türleri, neden ve etkileri

H03-1	Petrol Yük Tankları Sintine Tankı, Sıaç Tankı, Yakıt Tankları, Ana Makine karter, Ana Makine skavenc mahali, Kazan	Zehirli mahal atmosferi	Yetersiz hava, yanlış/yetersiz havalandırma	Ciltte, gözlerde ve boğazda tahriş, baş ağrısı, baş dönmesi, bilinç kaybı, ciddi hayati tehlike, ölüm
H03-2			Mahalde çalışan makinelere çıkan egzoz gazları	
H03-3			Mahaldeki yük/yakıt hidrokarbon buharı, açığa çıkan zehirli gaz (boya sonrası kuruma vb.), duman	
H03-4			Mahal temizliklerinde kullanılan yanlış seçilen temizleyici kimyasallar	
H03-5			Yük tankları inert gazlarının bitişik mahallere sızması	
H03-6			Yük tanklarındaki kargonun veya parlayıcı gazların bitişik mahallere sızması	
H03-7			Mahal atmosferinin ölçülmemesi, yanlış ölçümü	
H03-8			Mahalde zehirli gaz ceplerinin varlığı	
H04-1	Petrol Yük Tankı, Yağ, Yakıt, Ana Makine karter, skavenc, Atık yağ Tankı, sıaç Tankı, Kazan	Yanıcı/Patlayıcı Mahal Atmosferi	Yetersiz havalandırma	Yangın, patlama, yaralanma, ölüm
H04-2			Sıcak çalışma	
H04-3			Piroforik Demir Sülfid	
H04-4			Statik Elektrik	
H05-1	Tüm Kapalı Mahaller	Isıl yorgunluk, stres	Yetersiz havalandırma, susuzluk, gereğinden fazla giyinme	Baygınlık dehidrasyon, bilinç kayı
H05-2			Isıtmalı kargo taşınması	
H05-3	Tüm Kapalı Mahaller	Isıl yorgunluk, stres	Komşu yük ve yakıt tanklarının yüksek sıcaklıkları	Baygınlık Dehidrasyon, bilinç kayı
H06-1	Tüm Kapalı Mahaller	Oksijen yetersizliği	Yetersiz Havalandırma	Boğulma, ciddi hayati tehlike, ölüm
H06-2			Boya uygulaması-boya kuruması	
H06-3			Sıcak çalışma (kaynak, kesme)	
H06-4			Paslanma	
H07-1	Tüm kapalı mahaller	İletişim eksiklikleri	İletişim araçlarının (VHF,UHF vb.) düzgün çalışmaması veya telsiz sinyallerinin ulaşmaması	Ciddi hayati tehlike, ölüm

Çizelge 4.4. (devam) Petrol tankeri kapalı mahallerine ait hata türleri, neden ve etkileri

H07-2	Tüm kapalı mahaller	İletişim eksiklikleri	Mahalde sağlanacak iletişim hakkında önceden bilgilendirme yapılmaması	Ciddi hayati tehlike, ölüm
H07-3			Gözcü(lerin) yerlerini terk etmesi	
H08-1	Petrol Yük tankı, Yakıt, Yağ, Sintine, Slač Tankı	Deri teması	Uygun olmayan KKE ekipman kullanımı	Alerji, deri hastalığı, yaralanma
H09-1	Balast Tankları	Yutulma (Boğulma)	İzole edilmeyen kesici valf, açık devre	Ciddi Hayati Tehlike, Ölüm
H10-1	Ana Makine, Dümen kovanı	Gürültü	Uygun olmayan KKE ekipman kullanımı	İşitme problemleri
H11-1	Tüm Kapalı Mahaller	Elektrik çarpması	Elektriksel izolasyonun sağlanmaması	Yaralanma, ölüm
H11-2			Uygun olmayan KKE ekipman kullanımı	
H11-3			Çalışma sırasında mahalde kontrolsüz ıslaklık, su birikintileri	
H12-1	Tüm Kapalı Mahaller	Yetersiz acil müdahale ekipmanı	Yıpranmış, kalitesiz, güvenilir olmayan ekipman kullanımı	Acil kurtarma eyleminde gecikme, yaralanma, ciddi hayati tehlike, ölüm
H13-1	Tüm Kapalı Mahaller	Yetersiz, kifayetsiz acil müdahale planı, eylemi	Eksik, hasarlı acil kurtarma donanımı, eksik/yanlış bilgi, yetersiz eğitim/talim, acele etme	Acil kurtarma eyleminde gecikme, yaralanma, ciddi hayati tehlike, ölüm
H14-1	Tüm Kapalı Mahaller	Planlanmamış, bilinmeyen girişler	Bitişik alandan mahale girmeye çalışma, yetkili ve sorumlu kişiye haber vermeme, giriş-çıkış menholünün kontrolsüz açılıp kapanması	Ciddi hayati tehlike, ölüm
H15-1	Tüm Kapalı Mahaller	Bayılma, bilinç kaybı	Aşırı yorgunluk, psikolojik etmenler (korku, panik, hiyerarşik düzen)	Ciddi hayati tehlike, ölüm
H15-2			Sıcak Çarpması	
H16-1	Tüm Kapalı Mahaller	Kaygan Zemin	Ortamdaki nem, zeminde çamur, tanklardaki organik oluşumlar veya yağ nedeniyle kayarak düşme	Fiziksel yaralanma, ciddi hayati tehlike
H17-1	Tüm Kapalı Mahaller	Mahalin keskin yapısal elemanları	Yapısal elemanlardaki deformasyonlar	Fiziksel yaralanmalar

Çizelge 4.4. (devam) Petrol tankeri kapalı mahallerine ait hata türleri, neden ve etkileri

H18-1	Petrol Yük Tankları, Yağ/Yakıt Tankları, Yük atık tankları	Patlama	Patlamaya karşı emniyetli cihaz ve ekipmanların kullanılmaması	Ciddi hayati tehlike, ölüm
-------	--	---------	--	-------------------------------

FMEA ekip üyelerince olasılık, şiddet ve saptanabilirlik puanlamaları yapılmış ve belirlenen puanlamaların aritmetik ortalamaları alınarak son puanlamalar nezdinde RÖS değerleri hesaplanmıştır. RÖS değerleri, aritmetik ortalamaların çarpımlarıyla elde edilmiş ve çizelge 4.5. ile çizelge 4.6. da gösterilmiştir. RÖS değerleri sütununda öncelikli risk oluşturan hata ve tehlikelere ait puanlamalar yer almaktadır. En yüksek eşik değer üzerinde puanlamaya sahip hata ve tehlikeler, birincil risk önceliğine sahiptir.

Çizelge 4.5. Dökme yük gemisi FMEA ekip puanlamaları

H.No	Hata ve Tehlikelerin Türü	Üye 1			Üye 2			Üye 3			Üye 4			Aritmetik Ortalama			RÖS
		O	Ş	S	O	Ş	S	O	Ş	S	O	Ş	S	AOO	AOŞ	AOS	
H01-1	Havasızlıktan boğulma	7	10	2	8	10	3	8	10	1	5	9	3	7	9.75	2.25	153.56
H01-2		2	10	5	5	9	5	3	10	6	5	9	4	3.75	9.5	5	178.13
H01-3		5	8	1	6	9	5	6	9	1	5	8	5	5.5	8.5	3	140.25
H01-4		5	6	1	7	8	2	6	7	1	7	8	3	6.25	7.25	1.75	79.30
H01-5		3	6	3	6	8	1	2	6	4	5	8	3	4	7	2.75	77.00
H01-6		6	10	1	8	9	3	6	10	1	6	8	3	6.5	9.25	2	120.25
H02-1	Yüksekten düşme	9	8	1	6	7	1	8	9	1	4	4	8	6.75	7	2.75	129.94
H02-2		7	7	2	5	6	2	7	9	1	4	4	8	5.75	6.5	3.25	121.47
H02-3		5	9	3	4	4	2	6	9	4	4	3	8	4.75	6.25	4.25	126.17
H02-4		5	8	7	5	3	2	6	9	6	4	3	8	5	5.75	5.75	165.31
H02-5		6	7	2	6	4	1	6	8	1	4	4	8	5.5	5.75	3	94.88
H02-6		6	10	5	5	5	2	5	9	4	4	3	8	5	6.75	4.75	160.31
H03-1	Zehirli mahal atmosferi	4	10	2	7	8	3	5	10	1	7	9	3	5.75	9.25	2.25	119.67
H03-2		2	8	2	3	3	5	3	10	1	7	9	3	3.75	7.5	2.75	77.34
H03-3		3	8	3	5	5	7	3	9	4	5	8	4	4	7.5	4.5	135.00
H03-4		2	7	3	4	6	7	3	9	4	5	8	4	3.5	7.5	4.5	118.13
H03-5		7	8	3	6	6	10	8	10	1	4	7	4	6.25	7.75	4.5	217.97
H03-6		5	10	5	5	5	5	6	10	4	5	7	3	5.25	8	4.25	178.50
H03-7		8	10	5	4	6	9	7	10	4	5	9	5	6	8.75	5.75	301.88
H04-1	Yanıcı Patlayıcı mahal atmosferi	5	9	2	4	8	5	6	10	1	4	9	4	4.75	9	3	128.25
H04-2		7	7	1	6	7	3	8	8	1	5	9	4	6.5	7.75	2.25	113.34
H04-3		5	6	6	5	6	4	6	5	5	5	9	4	5.25	6.5	4.75	162.09
H05-1	Isıl yorgunluk /Isıl Stres	5	7	3	4	6	2	6	7	4	5	5	3	5	6.25	3	93.75
H05-2		6	6	1	4	2	2	6	6	2	4	5	3	5	4.75	2	47.50
H06-1	Oksijen yetersizliği	5	10	2	8	9	3	6	10	1	7	9	3	6.5	9.5	2.25	138.94
H06-2		6	7	2	4	5	2	5	8	2	4	7	5	4.75	6.75	2.75	88.17
H06-3		6	7	1	6	6	3	6	8	2	5	8	3	5.75	7.25	2.25	93.80
H06-4		2	3	1	5	5	2	3	3	1	7	8	4	4.25	4.75	2	40.38
H07-1	İletişim eksiklikleri	7	5	2	5	7	3	6	6	1	3	4	2	5.25	5.5	2	57.75
H07-2		5	7	1	6	7	5	6	6	1	5	6	2	5.5	6.5	2.25	80.44
H07-3		3	4	5	4	7	5	4	5	5	5	6	2	4	5.5	4.25	93.50
H08-1	Deri teması	5	5	4	5	3	2	4	6	3	3	4	5	4.25	4.5	3.5	66.94
H09-1	Yutulma (Boğulma)	5	7	5	4	5	3	6	8	5	5	10	4	5	7.5	4.25	159.38
H10-1	Gürültü	3	3	2	3	5	2	4	5	1	2	3	8	3	4	3.25	39.00
H11-1	Elektrik çarpması	4	10	1	5	7	7	4	9	1	4	9	4	4.25	8.75	3.25	120.86
H11-2		5	9	3	4	6	3	5	10	2	4	9	4	4.5	8.5	3	114.75
H11-3		8	8	1	6	7	5	8	9	1	4	8	5	6.5	8	3	156.00
H12-1	Yetersiz acil müdahale ekipmanı	7	8	1	5	5	3	6	8	1	5	6	4	5.75	6.75	2.25	87.33

Çizelge 4.5. (devam) Dökme yük gemisi FMEA ekip puanlamaları

H13-1	Kifayetsiz acil müdahale eylemi	6	8	3	6	5	4	6	8	2	5	6	4	5.75	6.75	3.25	126.14
H14-1	Planlanmamış, bilinmeyen girişler	5	9	5	5	7	5	5	9	6	5	8	6	5	8.25	5.5	226.88
H15-1	Bayılma, bilinç kaybı	8	9	5	5	6	4	8	8	6	3	5	5	6	7	5	210.00
H15-2		7	6	4	4	5	4	7	6	3	3	6	4	5.25	5.75	3.75	113.20
H16-1	Kaygan zemin	8	8	1	6	5	3	8	9	1	3	6	5	6.25	7	2.5	109.38
H17-1	Mahalin keskin yapısal elemanları	5	8	2	7	3	2	4	9	1	3	2	8	4.75	5.5	3.25	84.91

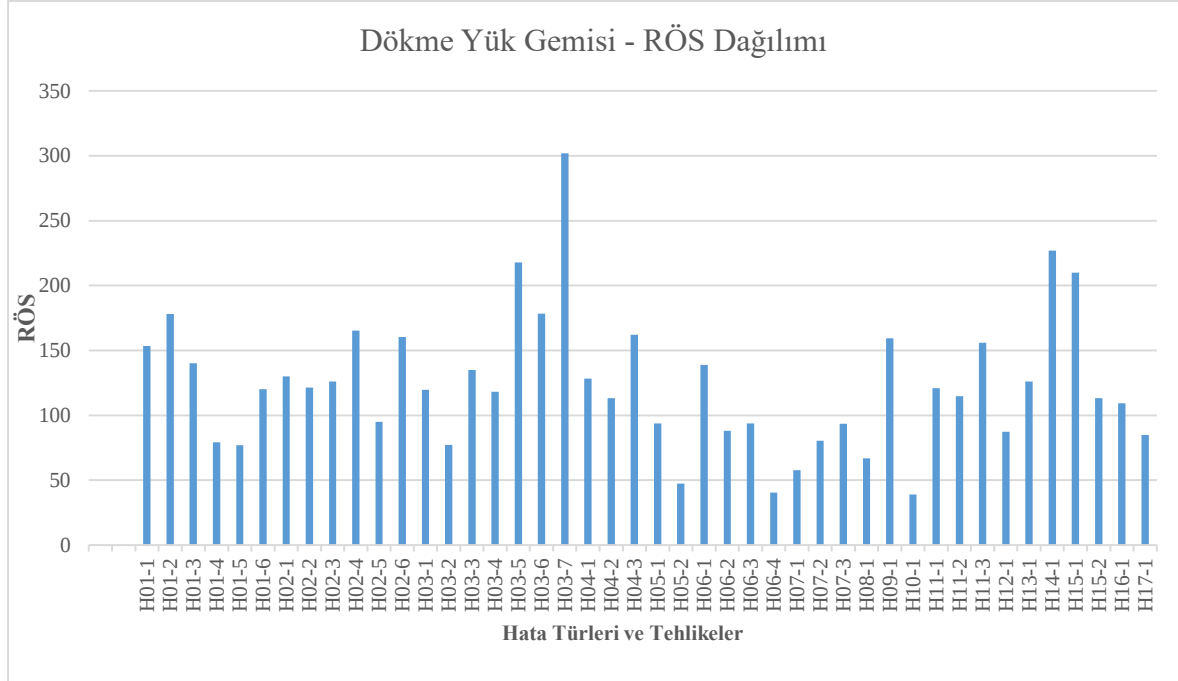
Çizelge 4.6. Petrol tankeri FMEA ekip puanlamaları

H.No	Hata ve Tehlikelerin Türü	Üye 1			Üye 2			Üye 3			Üye 4			Aritmetik Ortalama			RÖS Değeri
		O	Ş	S	O	Ş	S	O	Ş	S	O	Ş	S	AOO	AOŞ	AOS	
H01-1	Havasızlıktan boğulma	10	10	7	7	10	2	3	10	1	5	10	3	6.25	10	3.25	203.13
H01-2		4	10	7	8	8	2	4	10	3	6	8	2	5.5	9	3.5	173.25
H01-3		4	10	2	8	8	4	5	10	3	7	8	2	6	9	2.75	148.50
H01-4		7	10	5	6	8	4	2	10	2	5	7	1	5	8.75	3	131.25
H01-5		4	10	2	8	7	4	6	10	1	7	7	2	6.25	8.5	2.25	119.53
H01-6		6	10	3	8	8	2	5	10	3	6	8	3	6.25	9	2.75	154.69
H02-1	Yüksekten düşme	9	9	5	6	6	4	6	9	3	3	4	3	6	7	3.75	157.50
H02-2		6	9	3	5	5	4	4	9	4	4	4	3	4.75	6.75	3.5	112.22
H02-3		8	9	2	6	6	5	6	9	1	3	5	2	5.75	7.25	2.5	104.22
H02-4		9	9	9	6	6	5	6	9	5	5	5	5	6.5	7.25	6	282.75
H02-5		4	9	3	5	6	4	5	9	2	4	4	3	4.5	7	3	94.50
H02-6		8	9	8	5	6	4	6	9	3	5	5	2	6	7.25	4.25	184.88
H03-1	Zehirli mahal atmosferi	6	6	7	7	10	4	6	10	3	5	4	3	6	7.5	4.25	191.25
H03-2		8	4	4	7	8	5	4	8	3	4	4	3	5.75	6	3.75	129.38
H03-3		8	6	3	7	7	4	6	10	3	3	6	4	6	7.25	3.5	152.25
H03-4		4	5	8	7	9	4	6	8	4	4	5	2	5.25	6.75	4.5	159.47
H03-5		4	6	4	3	8	4	4	8	4	4	6	5	3.75	7	4.25	111.56
H03-6		4	6	4	4	8	4	4	8	3	4	8	5	4	7.5	4	120.00
H03-7		9	6	4	8	8	4	6	10	3	4	8	2	6.75	8	3.25	175.50
H03-8		5	6	4	9	8	9	6	10	4	5	7	3	6.25	7.75	5	242.19
H04-1	Yanıcı patlayıcı mahal atmosferi	8	9	5	7	10	3	6	10	2	4	10	2	6.25	9.75	3	182.81
H04-2		9	10	4	8	10	3	4	10	1	4	10	3	6.25	10	2.75	171.88
H04-3		3	10	5	8	9	4	3	8	8	4	10	3	4.5	9.25	5	208.13

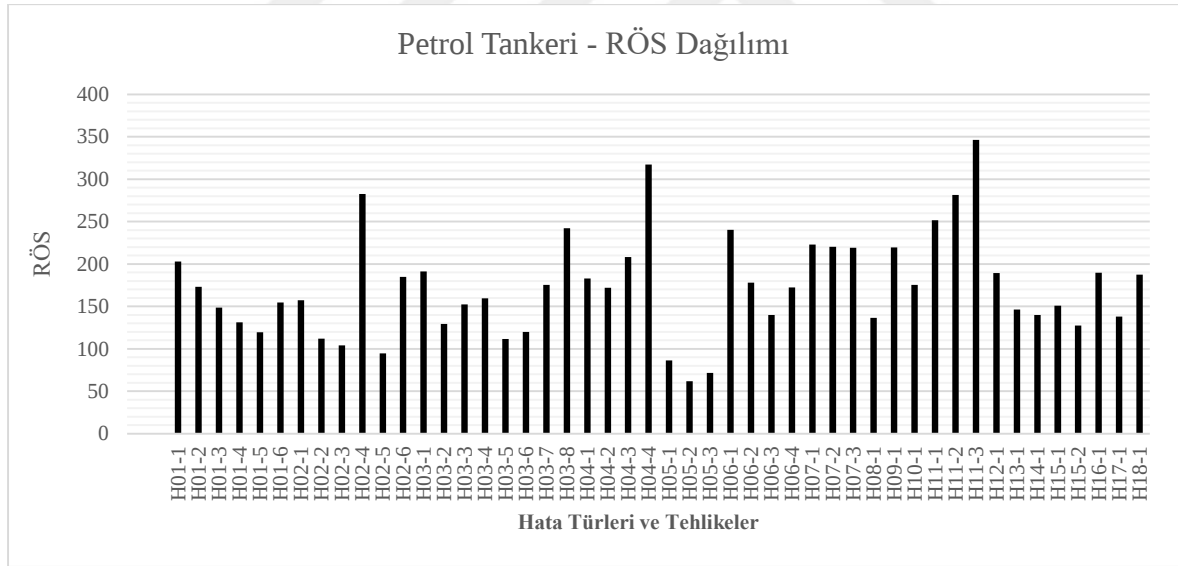
Çizelge 4.6. (devam) Petrol tankeri FMEA ekip puanlamaları

H04-4	Yanıcı patlayıcı mahal atmosferi	5	10	9	8	9	8	3	8	8	4	8	4	5	8.75	7.25	317.19
H05-1	Isıl yorgunluk /Isıl Stres	7	6	3	9	6	5	5	6	1	3	5	1	6	5.75	2.5	86.25
H05-2		8	5	1	6	6	5	3	6	1	4	4	2	5.25	5.25	2.25	62.02
H05-3		6	5	4	6	6	4	3	6	1	4	5	2	4.75	5.5	2.75	71.84
H06-1	Oksijen yetersizliği	8	10	7	8	10	3	6	10	3	5	8	2	6.75	9.5	3.75	240.47
H06-2		9	8	8	6	6	3	5	9	2	3	8	3	5.75	7.75	4	178.25
H06-3		6	9	7	7	6	4	4	7	1	3	10	2	5	8	3.5	140.00
H06-4		8	7	6	7	6	8	6	6	4	2	5	2	5.75	6	5	172.50
H07-1	İletişim eksiklikleri	3	7	3	8	6	8	7	9	4	5	9	5	5.75	7.75	5	222.81
H07-2		8	8	7	8	6	6	7	6	4	4	9	1	6.75	7.25	4.5	220.22
H07-3		6	9	5	8	6	8	6	9	2	5	9	2	6.25	8.25	4.25	219.14
H08-1	Deri teması	7	4	5	8	6	8	7	3	2	5	5	3	6.75	4.5	4.5	136.69
H09-1	Yutulma (Boğulma)	5	10	8	8	8	7	3	10	1	4	9	3	5	9.25	4.75	219.69
H10-1	Gürültü	9	6	5	8	6	8	6	5	1	3	7	4	6.5	6	4.5	175.50
H11-1	Elektrik çarpması	7	10	9	7	9	5	3	8	5	3	8	4	5	8.75	5.75	251.56
H11-2		7	10	8	8	9	8	6	6	1	5	8	4	6.5	8.25	5.25	281.53
H11-3		9	10	8	6	9	9	6	6	1	7	8	6	7	8.25	6	346.50
H12-1	Yetersiz acil müdahale ekipmanı	7	9	6	5	8	8	7	8	2	4	6	1	5.75	7.75	4.25	189.39
H13-1	Yetersiz, kifayetsiz acil müdahale eylemi	8	9	5	5	7	3	8	8	2	5	6	2	6.5	7.5	3	146.25
H14-1	Planlanmamış, bilinmeyen girişler	7	10	7	3	8	3	6	6	2	4	8	2	5	8	3.5	140.00
H15-1	Bayılma, bilinç Kaybı	7	4	2	6	8	10	7	8	1	3	8	2	5.75	7	3.75	150.94
H15-2		5	6	3	6	4	10	5	6	2	4	8	2	5	6	4.25	127.50
H16-1	Kaygan zemin	8	7	5	4	6	3	8	7	5	5	7	5	6.25	6.75	4.5	189.84
H17-1	Mahalin keskin yapısal elemanları	8	8	3	5	5	3	5	6	4	5	5	6	5.75	6	4	138.00
H18-1	Patlama	3	10	4	8	9	6	7	10	1	4	10	3	5.5	9.75	3.5	187.69

Hata kodları referansında elde edilen hem dökme yük hem de petrol tankerine ait RÖS değerleri dağılımları ise aşağıdaki şekil 4.3. ve şekil 4.4. grafiklerinde gösterilmiştir. Dökme yük gemisi RÖS Dağılım grafiğine bakıldığında en yüksek RÖS değeri H03-7 kodlu zehirli mahal atmosferine ait olup en düşük RÖS değeri H10-1 kodlu gürültü olarak tespit edilmiştir. Petrol tankerinde ise en yüksek RÖS değeri H11-3 kodlu elektrik çarpması ve en düşük RÖS değeri de H05-2 ısıl yorgunluk, stres olarak görülmektedir.



Şekil 4.3. Dökme yük gemisi RÖS dağılımları



Şekil 4.4. Petrol tankeri RÖS dağılımları

RÖS değerleri belirlenen dökme yük ve petrol tankeri kapalı mahallde hata ve tehlikeleri risk eşik gruplandırmasında “çok yüksek risk” kırmızı , “yüksek risk” turuncu , “orta risk” sarı renginde boyanarak çizelge 4.7. ve çizelge 4.8.’de öncelik sıralamaları gösterilmektedir.

Çizelge 4.7. Dökme yük gemisine ait risk önceliklendirmesi

No.	Kapalı Mahal Tip	Hata ve Tehlikelerin Türü	RÖS Değeri	Risk Önceliği
H01-1	Tüm Kapalı Mahaller	Havasızlıktan boğulma	153.56	Yüksek Risk
H01-2			178.13	Yüksek Risk
H01-3			140.25	Yüksek Risk
H01-4			79.30	Orta Risk
H01-5			77.00	Orta Risk
H01-6			120.25	Yüksek Risk
H02-1	Ambarlar, Balast Tankları, Zincirlik	Yüksekten düşme	129.94	Yüksek Risk
H02-2			121.47	Yüksek Risk
H02-3			126.17	Yüksek Risk
H02-4			165.31	Yüksek Risk
H02-5			94.88	Orta Risk
H02-6			160.31	Yüksek Risk
H03-1	Ambarlar, Sintine Tankı, Slač Tankı, Yakıt Tankları, Ana Makine karter, skavenc mahali, Kazan	Zehirli mahal atmosferi	119.67	Yüksek Risk
H03-2			77.34	Orta Risk
H03-3			135.00	Yüksek Risk
H03-4			118.13	Yüksek Risk
H03-5			217.97	Çok Yüksek Risk
H03-6			178.50	Yüksek Risk
H03-7			301.88	Çok Yüksek Risk
H04-1	Yağ, Yakıt, Ana Makine karter, skavenc, Ambarlar, Atık yağ Tankı, slač Tankı, Kazan	Yanıcı/Patlayıcı mahal atmosferi	128.25	Yüksek Risk
H04-2			113.34	Yüksek Risk
H04-3			162.09	Yüksek Risk
H05-1	Tüm Kapalı Mahaller	Isıl yorgunluk, stres	93.75	Orta Risk
H05-2			47.50	Düşük Risk
H06-1	Tüm Kapalı Mahaller	Oksijen yetersizliği	138.94	Yüksek Risk
H06-2			88.17	Orta Risk
H06-3	Tüm Kapalı Mahaller	Oksijen yetersizliği	93.80	Orta Risk
H06-4	Tüm Kapalı Mahaller	Oksijen yetersizliği	40.38	Düşük Risk
H07-1	Tüm kapalı mahaller	İletişim eksiklikleri	57.75	Orta Risk
H07-2			80.44	Orta Risk

Çizelge 4.7. (devam) Dökme yük gemisine ait risk önceliklendirmesi

H07-3	Tüm kapalı mahaller	İletişim eksiklikleri	93.50	Orta Risk
H08-1	Yakıt, Yağ, Sintine, Slač Tank	Deri teması	66.94	Orta Risk
H09-1	Ambarlar, Balast Tankları	Yutulma (Boğulma)	159.38	Yüksek Risk
H10-1	Boru Tüneli, Ana Makine, Dömen kovani	Gürültü	39.00	Düşük Risk
H11-1	Tüm Kapalı Mahaller	Elektrik çarpması	120.86	Yüksek Risk
H11-2			114.75	Yüksek Risk
H11-3			156.00	Yüksek Risk
H12-1	Tüm Kapalı Mahaller	Yetersiz acil müdahale ekipmanı	87.33	Orta Risk
H13-1	Tüm Kapalı Mahaller	Yetersiz, kifayetsiz acil müdahale eylemi	126.14	Yüksek Risk
H14-1	Tüm Kapalı Mahaller	Planlanmamış, bilinmeyen girişler	226.88	Çok Yüksek Risk
H15-1	Tüm Kapalı Mahaller	Bayılma, bilinç kaybı	210.00	Çok Yüksek Risk
H15-2			113.20	Yüksek Risk
H16-1	Tüm Kapalı Mahaller	Kaygan zemin	109.38	Yüksek Risk
H17-1	Tüm Kapalı Mahaller	Mahalin keskin yapısal elemanları	84.91	Orta Risk

Dökme yük gemisi RÖS hesaplamaları incelendiğinde “çok yüksek riskli” 4 adet; “yüksek riskli” 24 adet; “orta riskli” 13 adet, “düşük risk” sınıflandırmasında ise 3 adet RÖS değeri tespit edilmiştir.

Çizelge 4.8. Petrol tankerine ait risk önceliklendirmesi

No.	Kapalı Mahal Tip	Hata ve Tehlikelerin Türü	RÖS Değeri	Risk Önceliği
H01-1	Tüm Kapalı Mahaller	Havasızlıktan boğulma	203.13	Çok Yüksek Risk
H01-2			173.25	Yüksek Risk
H01-3			148.50	Yüksek Risk
H01-4			131.25	Yüksek Risk
H01-5			119.53	Yüksek Risk
H01-6			154.69	Yüksek Risk
H02-1	Petrol (Yük) Tankları, Balast Tankları, Zincirlik	Yüksekten düşme	157.50	Yüksek Risk
H02-2			112.22	Yüksek Risk

Çizelge 4.8. (devam) Petrol tankerine ait risk önceliklendirmesi

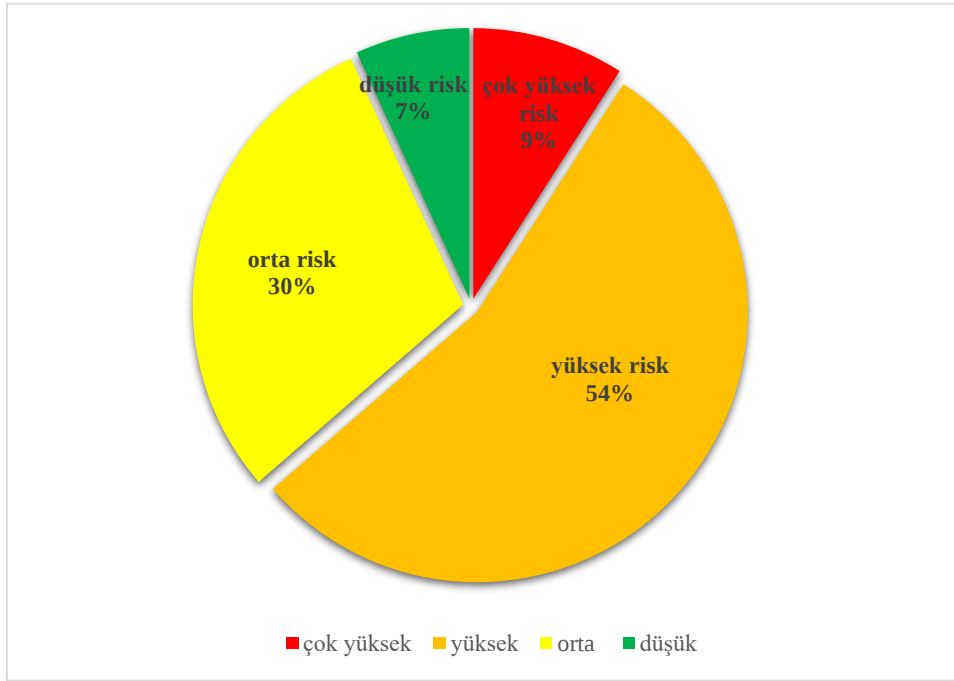
H02-3			104.22	Yüksek Risk
H02-4			282.75	Çok Yüksek Risk
H02-5			94.50	Orta Risk
H02-6			184.88	Yüksek Risk
H03-1	Petrol Yük Tankları Sintine Tankı, Sıç Tankı, Yakıt Tankları, Ana Makine karter, skavenc mahali, Kazan	Zehirli mahal atmosferi	191.25	Yüksek Risk
H03-2			129.38	Yüksek Risk
H03-3			152.25	Yüksek Risk
H03-4			159.47	Yüksek Risk
H03-5			111.56	Yüksek Risk
H03-6			120.00	Yüksek Risk
H03-7			175.50	Yüksek Risk
H03-8			242.19	Çok Yüksek Risk
H04-1	Petrol Yük Tankı, Yağ, Yakıt, Ana Makine karter, skavenc, Atık yağ Tankı, sıç Tankı, Kazan	Yanıcı/Patlayıcı mahal atmosferi	182.81	Yüksek Risk
H04-2			171.88	Yüksek Risk
H04-3			208.13	Çok Yüksek Risk
H04-4			317.19	Çok Yüksek Risk
H05-1	Tüm Kapalı Mahaller	Isıl yorgunluk, stres	86.25	Orta Risk
H05-2			62.02	Orta Risk
H05-3	Tüm Kapalı Mahaller	Isıl yorgunluk, stres	71.84	Orta Risk
H06-1	Tüm Kapalı Mahaller	Oksijen yetersizliği	240.47	Çok Yüksek Risk
H06-2			178.25	Yüksek Risk
H06-3			140.00	Yüksek Risk
H06-4			172.50	Yüksek Risk
H07-1	Tüm kapalı mahaller	İletişim eksiklikleri	222.81	Çok Yüksek Risk
H07-2			220.22	Çok Yüksek Risk
H07-3			219.14	Çok Yüksek Risk
H08-1	Petrol Yük tankı, Yakıt, Yağ, Sintine, Sıç Tank	Deri teması	136.69	Yüksek Risk
H09-1	Balast Tankları	Yutulma (Boğulma)	219.69	Çok Yüksek Risk
H10-1	Ana Makine, Dümen kovanı	Gürültü	175.50	Yüksek Risk
H11-1	Tüm Kapalı Mahaller	Elektrik çarpması	251.56	Çok Yüksek Risk
H11-2			281.53	Çok Yüksek Risk

Çizelge 4.8. (devam) Petrol tankerine ait risk önceliklendirmesi

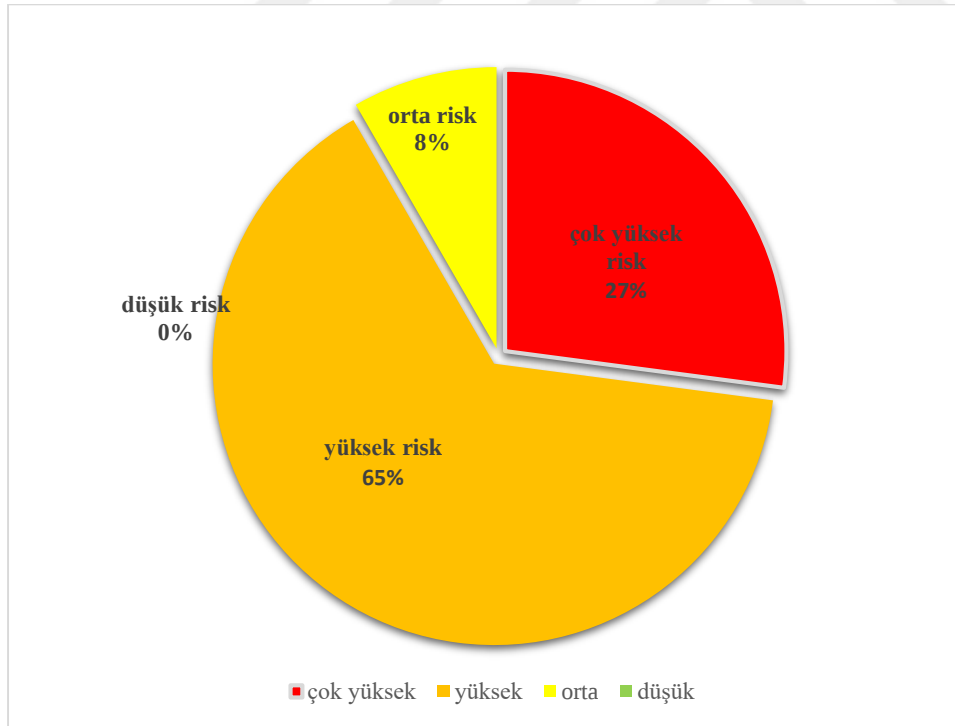
H11-3	Tüm Kapalı Mahaller	Elektrik çarpması	346.50	Çok Yüksek Risk
H12-1	Tüm Kapalı Mahaller	Yetersiz acil müdahale ekipmanı	189.39	Yüksek Risk
H13-1	Tüm Kapalı Mahaller	Yetersiz, kifayetsiz acil müdahale planı, eylemi	146.25	Yüksek Risk
H14-1	Tüm Kapalı Mahaller	Planlanmamış, bilinmeyen girişler	140.00	Yüksek Risk
H15-1	Tüm Kapalı Mahaller	Bayılma, bilinç kaybı	150.94	Yüksek Risk
H15-2			127.50	Yüksek Risk
H16-1	Tüm Kapalı Mahaller	Kaygan Zemin	189.84	Yüksek Risk
H17-1	Tüm Kapalı Mahaller	Mahalin keskin yapısal elemanları	138.00	Yüksek Risk
H18-1	Petrol Yük Tankları, Yağ/Yakıt Tankları, Yük atık tankları	Patlama	187.69	Yüksek Risk

Petrol tankerinde RÖS değerleri incelendiğinde ise “çok yüksek riskli” 13 adet; “yüksek riskli” 31 adet; “orta riskli” 4 adet değer bulunmuş ve “düşük risk” sınıflandırmasında herhangi bir RÖS değeri ortaya konmamıştır.

Her iki çizelgedeki hata kodları için risk eşik gruplandırmasına göre Şekil 4.5. ve 4.6.’daki yüzdesel dağılım pasta grafikleri çıkarılmıştır. Buna göre, dökme yük gemisinde “çok yüksek risk” RÖS değeri % 9, “yüksek risk” RÖS değeri %54, “orta risk” RÖS değeri %30, “düşük risk” RÖS değeri ise %7 olarak bulunmuş; petrol tankerinde “çok yüksek risk” RÖS değeri % 27, “yüksek risk” RÖS değeri % 65, “orta risk” RÖS değeri ise %8 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.5. Dökme yük gemisi RÖS eşik değerlendirmesi yüzdesel dağılım grafiği



Şekil 4.6. Petrol tankeri RÖS eşik değerlendirmesi yüzdesel dağılım grafiği

Dökme yük gemisi için risk öncelik sıralaması yapıldığında birincil tedbirlerin (düzeltici eylemlerin) alınması gereken “çok yüksek riskli” hata ve tehlikeler Çizelge 4.9. da gösterilmiştir:

Çizelge 4.9. Dökme yük gemisi çok yüksek riskli hata ve tehlikeler

No	Hata Kodu	RÖS	Hata ve Tehlike Türü	Hata ve Tehlikelerin Nedenleri
1	H03-7	301.88	Zehirli mahal atmosferi	Mahalde gaz ceplerinin varlığı
2	H14-1	226.88	Planlanmamış, bilinmeyen girişler	Bitişik alandan mahale girmeye çalışma, yetkili ve sorumlu kişiye haber vermeme, giriş-çıkış menholünün kapanması
3	H03-5	217.97	Zehirli mahal atmosferi	Ambarlarda yük fumigasyon gazlarının bitişik mahallere sızması
4	H15-1	210.00	Bilinç Kaybı	Aşırı yorgunluk, psikolojik etmenler (korku, panik, hiyerarşik düzen)

İkincil tedbirlerin alınması gereken “yüksek riskli” hata ve tehlikeler Çizelge 4.10.’da gösterilmiştir:

Çizelge 4.10. Dökme yük gemisi “yüksek riskli” hata ve tehlikeler

No	Hata Kodu	RÖS	Hata ve Tehlike Türü	Hata ve Tehlikelerin Nedenleri
5	H03-6	178.50	Zehirli mahal atmosferi	Mahal atmosferinin ölçülmemesi, yanlış ölçümü
6	H01-2	178.13	Havasızlıktan boğulma	Mahal atmosferinin ölçülmemesi, yanlış ölçümü
7	H02-4	165.31	Yüksekten Düşme	Aceleci davranma
8	H04-3	162.09	Yanıcı/Patlayıcı Mahal Atmosferi	Statik Elektrik (Yük tozu vs.)
9	H02-6	160.31	Yüksekten Düşme	Gemi hareketi (yalpa, ağır hava koşulları gibi)
10	H09-1	159.38	Yutulma (Boğulma)	İzole edilmeyen kesici valf , toz/taneli yüklerin kayması
11	H11-3	156.00	Elektrik Çarpması	Çalışma sırasında mahalde kontrolsüz ıslaklık, su birikintileri
12	H01-1	153.56	Havasızlıktan boğulma	Oksijen eksikliği ya da zenginliği
13	H01-3	140.25	Havasızlıktan boğulma	Kapalı mahal giriş ve çalışma prosedürlerinin takip edilmemesi (Bilgi eksikliği, aşırı özgüven, umursamama, itaatsizlik)
14	H06-1	138.94	Oksijen Yetersizliği	Yetersiz Havalandırma
15	H03-3	135.00	Zehirli mahal atmosferi	Mahaldeki yük tozu, yük kalıntısından açığa çıkan zehirli gaz, duman, buhar

Çizelge 4.10. (devam) Dökme yük gemisi “yüksek riskli” hata ve tehlikeler

16	H02-1	129.94	Yüksekten Düşme	Kaygan (ıslak, çamurlu, yağlı vb.) merdiven basamakları
17	H04-1	128.25	Yanıcı/Patlayıcı Mahal Atmosferi	Yetersiz havalandırma
18	H02-3	126.17	Yüksekten Düşme	Ellerin serbest olmayışı ve doğru KKE kullanmama
19	H13-1	126.14	Yetersiz, kifayetsiz acil müdahale eylemi	Eksik, hasarlı acil kurtarma donanımı, eksik/yanlış bilgi, yetersiz eğitim/talim, acele etme
20	H02-2	121.47	Yüksekten Düşme	Yapı elemanlarının deformasyonu (Kopuk puntel, hasarlı merdiven basamağı ya da platformu)
21	H11-1	120.86	Elektrik Çarpması	Elektriksel izolasyonun sağlanmaması
22	H01-6	120.25	Havasızlıktan boğulma	Yetersiz hava, yanlış/yetersiz havalandırma
23	H03-1	119.67	Zehirli mahal atmosferi	Yetersiz hava, yanlış/yetersiz havalandırma
24	H03-4	118.13	Zehirli mahal atmosferi	Yük ambarlarında taşınan yüklerden açığa çıkan zehirli gazlar
25	H11-2	114.75	Elektrik Çarpması	Uygun olmayan KKE ekipman kullanımı
26	H04-2	113.34	Yanıcı/Patlayıcı Mahal Atmosferi	Sıcak çalışma
27	H15-2	113.20	Bilinç Kaybı	Sıcak çarpması
28	H16-1	109.38	Kaygan Zemin	Ortamdaki nem, zeminde çamur, tanklardaki organik oluşumlar veya yağ nedeniyle kayarak düşme

Üçüncül tedbirlerin alınması gereken “orta riskli” hata ve tehlikeler çizelge 4.11.’de gösterilmiştir :

Çizelge 4.11. Dökme yük gemisi “orta riskli” hata ve tehlikeler

No	Hata Kodu	RÖS	Hata ve Tehlike Türü	Hata ve Tehlikelerin Nedenleri
29	H02-5	94.88	Yüksekten Düşme	Yeterli aydınlatmanın sağlanmaması
30	H06-3	93.80	Oksijen Yetersizliği	Sıcak çalışma (kaynak, kesme)

Çizelge 4.11. (devam) Dökme yük gemisi “orta riskli” hata ve tehlikeler

31	H05-1	93.75	Isıl Yorgunluk, stres	Yetersiz havalandırma, susuzluk, gereğinden fazla giyinme
32	H07-3	93.50	İletişim eksiklikleri	Gözcü(lerin) yerlerini terk etmesi
33	H06-2	88.17	Oksijen Yetersizliği	Boya uygulaması-boya kuruması
34	H12-1	87.33	Yetersiz acil müdahale ekipmanı	Yıpranmış, kalitesiz, güvenilir olmayan ekipman kullanımı
35	H17-1	84.91	Mahalin keskin yapısal elemanları	Yapısal elemanlardaki deformasyonlar
36	H07-2	80.44	İletişim eksiklikleri	Mahalde sağlanacak iletişim hakkında önceden bilgilendirme yapılmaması
37	H01-4	79.30	Havasızlıktan boğulma	Yetersiz giriş- kaçış yolları, fazla sayıda kompartıman, dar geçiş menholleri
38	H03-2	77.34	Zehirli mahal atmosferi	Mahalde çalışan makinelerden çıkan egzoz gazları
39	H01-5	77.00	Havasızlıktan boğulma	Uygun olmayan KKE ekipman kullanımı
40	H08-1	66.94	Deri Teması	Uygun olmayan KKE ekipman kullanımı
41	H07-1	57.75	İletişim eksiklikleri	İletişim araçlarının (VHF, UHF vb.) düzgün çalışmaması

Eşik değerinin altında kalan 3 adet “düşük risk” sınıflandırmasındaki hata ve tehlike türleri için herhangi bir tedbir alınmasına gerek olmadığından çizelge halinde listelenmemiştir.

Petrol tankeri için risk öncelik sıralaması yapıldığında ise birincil tedbirlerin (düzeltici eylemlerin) alınması gereken “çok yüksek riskli” hata ve tehlikeler çizelge 4.12.’de gösterilmiştir:

Çizelge 4.12. Petrol tankeri “çok yüksek riskli” hata ve tehlikeler

No	Hata Kodu	RÖS	Hata ve Tehlike Türü	Hata ve Tehlikelerin Nedenleri
1	H11-3	346.50	Elektrik Çarpması	Çalışma sırasında mahalde kontrolsüz ıslaklık, su birikintileri
2	H04-4	317.19	Yanıcı/Patlayıcı Mahal Atmosferi	Statik Elektrik
3	H02-4	282.75	Yüksekten Düşme	Acelecı davranma
4	H11-2	281.53	Elektrik Çarpması	Uygun olmayan KKE ekipman kullanımı

Çizelge 4.12. (devam) Petrol tankeri “çok yüksek riskli” hata ve tehlikeler

5	H11-1	251.56	Elektrik Çarpması	Elektriksel izolasyonun sağlanmaması
6	H03-8	242.19	Zehirli mahal atmosferi	Mahalde zehirli gaz ceplerinin varlığı
7	H06-1	240.47	Oksijen Yetersizliği	Yetersiz Havalandırma
8	H07-1	222.81	İletişim eksiklikleri	İletişim araçlarının (VHF,UHF vb.) düzgün çalışmaması veya telsiz sinyallerinin ulaşmaması
9	H07-2	220.22	İletişim eksiklikleri	Mahalde sağlanacak iletişim hakkında önceden bilgilendirme yapılmaması
10	H09-1	219.69	Yutulma (Boğulma)	İzole edilmeyen kesici valf, açık devre
11	H07-3	219.14	İletişim eksiklikleri	Gözcü(lerin) yerlerini terk etmesi
12	H04-3	208.13	Yanıcı/Patlayıcı Mahal Atmosferi	Piroforik Demir Sülfür
13	H01-1	203.13	Havasızlıktan boğulma	Oksijen eksikliği ya da zenginliği

İkincil tedbirlerin alınması gereken “yüksek riskli” hata ve tehlikeler çizelge 4.13.’te gösterilmiştir.

Çizelge 4.13. Petrol tankeri “yüksek riskli” hata ve tehlikeler

No	Hata Kodu	RÖS	Hata ve Tehlike Türü	Hata ve Tehlikelerin Nedenleri
14	H03-1	191.25	Zehirli mahal atmosferi	Yetersiz hava, yanlış /yetersiz havalandırma
15	H16-1	189.84	Kaygan Zemin	Ortamdaki nem, zeminde çamur, tanklardaki organik oluşumlar veya yağ nedeniyle kayarak düşme
16	H12-1	189.39	Yetersiz acil müdahale ekipmanı	Yıpranmış, kalitesiz, güvenilir olmayan ekipman kullanımı
17	H18-1	187.69	Patlama	Patlamaya karşı emniyetli cihaz ve ekipmanların kullanılmaması
18	H02-6	184.88	Yüksekten Düşme	Gemi hareketi (yalpa, ağır hava koşulları gibi)
19	H04-1	182.81	Yanıcı/Patlayıcı Mahal Atmosferi	Yetersiz havalandırma
20	H06-2	178.25	Oksijen Yetersizliği	Boya uygulaması-boya kuruması
21	H03-7	175.50	Zehirli mahal atmosferi	Mahal atmosferinin ölçülmemesi, yanlış ölçümü

Çizelge 4.13. (devam) Petrol tankeri “yüksek riskli” hata ve tehlikeler

22	H10-1	175.50	Gürültü	Uygun olmayan KKE ekipman kullanımı
23	H01-2	173.25	Havasızlıktan boğulma	Mahal atmosferinin ölçülmemesi, yanlış ölçümü
24	H06-4	172.50	Oksijen Yetersizliği	Paslanma
25	H04-2	171.88	Yanıcı Patlayıcı Mahal Atmosferi	Sıcak çalışma
26	H03-4	159.47	Zehirli mahal atmosferi	Mahal temizliklerinde kullanılan yanlış seçilen temizleyici kimyasallar
27	H02-1	157.50	Yüksekten Düşme	Kaygan (ıslak, çamurlu, yağlı vb.) merdiven basamakları
28	H01-6	154.69	Havasızlıktan boğulma	Yetersiz hava, yanlış /yetersiz havalandırma
29	H03-3	152.25	Zehirli mahal atmosferi	Mahaldeki yük/yakıt hidrokarbon buharı, açığa çıkan zehirli gaz (boya sonrası kuruma vb.), duman
30	H15-1	150.94	Bilinç Kaybı	Aşırı yorgunluk, psikolojik etmenler (korku, panik, hiyerarşik düzen)
31	H01-3	148.50	Havasızlıktan boğulma	Kapalı mahal giriş ve çalışma prosedürlerinin takip edilmemesi (Bilgi eksikliği, aşırı özgüven, umursamama, itaatsizlik)
32	H13-1	146.25	Yetersiz, kifayetsiz acil müdahale planı, eylemi	Eksik, hasarlı acil kurtarma donanımı, eksik/yanlış bilgi, yetersiz eğitim/talim, acele etme
33	H06-3	140.00	Oksijen Yetersizliği	Sıcak çalışma (kaynak, kesme)
34	H06-4	140.00	Oksijen Yetersizliği	Paslanma
35	H17-1	138.00	Mahalin keskin yapısal elemanları	Yapısal elemanlardaki deformasyonlar
36	H08-1	136.69	Deri Teması	Uygun olmayan KKE ekipman kullanımı
37	H01-4	131.25	Havasızlıktan boğulma	Yetersiz giriş- kaçış yolları, fazla sayıda kompartıman, dar geçiş menholleri
38	H03-2	129.38	Zehirli mahal atmosferi	Mahalde çalışan makinelerden çıkan egzoz gazları
39	H15-2	127.50	Bilinç Kaybı	Sıcak Çarpması
40	H03-6	120.00	Zehirli mahal atmosferi	Yük tanklarındaki kargonun veya parlayıcı gazların bitişik mahallere sızması

Çizelge 4.13. (devam) Petrol tankeri yüksek riskli hata ve tehlikeler

41	H01-5	119.53	Havasızlıktan boğulma	Uygun olmayan KKE ekipman kullanımı
42	H02-2	112.22	Yüksekten Düşme	Yapı elemanlarının deformasyonu (Kopuk puntel, hasarlı merdiven basamağı ya da platformu)
43	H03-5	111.56	Zehirli mahal atmosferi	Yük tankları inert gazlarının bitişik mahallere sızması
44	H02-3	104.22	Yüksekten Düşme	Ellerin serbest olmayışı ve doğru KKE kullanmama

Üçüncül tedbirlerin alınması gereken “orta riskli” hata ve tehlikeler çizelge 4.14.’te gösterilmiştir:

Çizelge 4.14. Petrol tankeri orta riskli hata ve tehlikeler

No	Hata Kodu	RÖS	Hata ve Tehlike Türü	Hata ve Tehlikelerin Nedenleri
45	H02-5	94.50	Yüksekten Düşme	Yeterli aydınlatmanın sağlanmaması
46	H05-1	86.25	Isıl Yorgunluk, stres	Yetersiz havalandırma, susuzluk, gereğinden fazla giyinme
47	H05-3	71.84	Isıl Yorgunluk, stres	Komşu yük ve yakıt tanklarının yüksek sıcaklıkları
48	H05-2	62.02	Isıl Yorgunluk, stres	Isıtmalı kargo taşınması

Belirlenen risk grupları için her bir olası hata ve tehlike türü kodları kapsamında FMEA ekibi tarafından düzeltici eylem ve alınması gereken tedbirler dökme yük ve petrol tankeri özelinde değerlendirilmiştir. Değerlendirme esnasında FMEA ekip üyelerinin bilgi birikimi, tecrübesi, uluslararası kılavuz ve regülasyonlar uyarınca beyin fırtınası yapılmış, çalışma pratiğinde kabul görmüş uygulamalar gözetilmiştir.

Çizelge 4.15. Dökme yük gemisi düzeltici eylemler önlemler

No.	Kapalı Mahal Tip	Hata ve Tehlikelerin Türü	Hata ve Tehlikelerin Nedenleri	Hata ve Tehlikelerin Etkileri	Düzeltilici Eylemler-Önlemler
H01-1	Tüm Kapalı Mahaller	Havasızlıktan boğulma	Oksijen eksikliği ya da zenginliği	Ciddi hayati tehlike, ölüm	Yeterli havalandırmanın yapılması; kesinlikle saf O ₂ ile havalandırma yapılmaması; Ölçüm cihazları ile ölçülen O ₂ hacminin % 20,8-20,95 aralığında olması, Mahal içerisinde %18 hacimsel O ₂ ölçülmesi anında kapalı mahalin kesinlikle terk edileceğinin bilinmesi
H01-2			Mahal atmosferinin ölçülmemesi, yanlış ölçümü		Ölçüm cihaz kalibrasyonlarının periyodik olarak yapılması; varsa sıfırlama ayarının temiz hava ile yapılması ve stabilize olması için bir süre giriş yapılacak mahal kaportasından ayrı bir yerde çalıştırılması, havalandırma sürerken ölçüm yapılmaması, ölçüm cihaz pillerinin düzenli değişimi; test edilerek sonuçlarının kaydedilmesi, gerektiğinde cihaz kullanma kılavuzlarına başvurulması sağlanmalı. Tüm personelin periyodik eğitimlerle gaz ölçüm cihazına ve aksesuarlarına aşina olmalarının sağlanması. Mahal içinde çökmüş gaz buhar yoğunlukları düşünülerek gaz ölçüm cihazı uzatma hortumlarıyla ulaşabilecek en uzak kısımlarından da ölçüm yapılması, balast tanklarında balast ıslah sistemlerinin çalışma prensibi göz önünde bulundurularak oluşabilecek klorin gazını ölçen ölçüm cihazları kullanılması.
H01-3			Kapalı mahal giriş ve çalışma prosedürlerinin takip edilmemesi (Bilgi eksikliği, aşırı özgüven, umursamama, itaatsizlik)		Kapalı mahal tehlikelerinin gemi emniyet toplantılarında düzenli olarak anlatılması; ihtimallerin farkında olmalarının sağlanması, düzenli olarak kapalı mahal talimlerinin yapılması (2 ay), talimler sonrası görülen eksiklikler üzerinde durulması, emniyet bilincinin ve emniyet kültürünün oluşturulması
H01-4			Yetersiz giriş- kaçış yolları, fazla sayıda kompartıman, dar geçiş menholleri		Kurtarma plan ve metodunun önceden bildirilmesi (mahalin en uzak noktası dahil edilerek planın hazırlanması); kurtarma ekipmanlarının (Sedye, halat donanımı, solunum setleri vb.) mahal girişinde hazır bulundurulması; tahliye ve kurtarmanın yavaş olacağının gemi emniyet toplantılarında açıklanması, mahale giren çalışanların yedek hava tüpünün bulunması
H01-5	Tüm Kapalı Mahaller	Havasızlıktan boğulma	Uygun olmayan KKE ekipman kullanımı	Ciddi hayati tehlike, ölüm	Kapalı Mahal giriş öncesinde mutlaka ekipman kontrollerinin gemide kullanılan kontrol listelerine göre denetlenmesi ve test edilmesi, amirlerin bilgilendirilmesi
H01-6			Yetersiz hava, yanlış /yetersiz havalandırma		Mümkünse en az iki adet birbirine en uzak mesafede menhol girişinin açık tutulması ve yine mümkünse havalandırmanın (doğal) en az 24 saat süreyle sağlanması, gerek görüldüğü taktirde fan kullanılması
H02-1	Ambarlar, Balast Tankları, Zincirlik	Yüksekten Düşme	Kaygan (ıslak, çamurlu, yağlı vb.) merdiven basamakları	Basit yaralanma (Kesik, ezilme, morarma, kafa travması, kemiklerde çatlama, kırılma), ciddi yaralanma, ölüm	Kaydırmaz emniyet ayakkabısı gibi uygun kişisel koruyucu ekipmanın kullanılması; mahal genel özellikleri ve ihtimaller hakkında bilgi sahibi olunması, havalandırma sonrası basamakların çamur, yağ ve benzerlerinden temizlenmesi, gerektiğinde yüksekte çalışma izinlerinin doldurulması

Çizelge 4.15. (devam) Dökme yük gemisi düzeltici eylemler önlemler

H02-2	Ambarlar, Balast Tankları, Zincirlik	Yüksekten Düşme	Yapı elemanlarının deformasyonu (Kopuk puntel, hasarlı merdiven basamağı ya da platformu)	Basit yaralanma (Kesik, ezilme, morarma, kafa travması, kemiklerde çatlama, kırılma), ciddi yaralanma, ölüm	Mahal giriş öncesi hazırlıklarında önceki kayıt ve raporların incelenmesi, kabaca gözle iniş merdiven basamak, puntel ve platformlarının iyi bir aydınlatma ile genel kontrolü; havalandırma sonrası gerekirse onarım yapılarak emniyet altına alınması; uygun kişisel koruyucu ekipmanların kullanılması
H02-3			Ellerin serbest olmayışı ve doğru KKE kullanmama		Elde yük, el feneri, telsiz vb. aletlerin mümkün mertebe taşınmaması; kişisel koruyucu ekipmanın doğru seçimi ve doğru kullanımı (örneğin kafa aydınlatması gibi); mahale indirilecek yükler için gerekli indirme donanımının kurulması; mahal girişinde nezaret edecek gözcü personel bulundurulması
H02-4			Aceleci davranma		Uygun kişisel koruyucu ekipman kullanımı (baret, emniyet kemeri, emniyet halatı vb.); mahale giriş öncesinde kaza ihtimallerinin farkında olunmasının sağlanması, giriş öncesi bilgilendirme yapılması; ticari baskı (liman, donatan vs.) zaman kısıtlılığı gibi etkenlerin değerlendirilerek işin gerektiğinde sınırlandırılması ya da sonlandırılması
H02-5	Ambarlar, Balast Tankları Zincirlik	Yüksekten Düşme	Yeterli aydınlatmanın sağlanmaması	Basit yaralanma (Kesik, ezilme, morarma, kafa travması, kemiklerde çatlama, kırılma) ciddi yaralanma , ölüm	Mümkünse sabit, patlamaya dayanıklı ve yüksek güçlü aydınlatma kullanılması, mahal giriş öncesi kişisel fenerlerin kontrolü (ful şarjlı) , ikinci yedek fener bulundurma, aydınlatmanın azalması halinde derhal mahal girişinde bulunan nezaretçi gözcü personel ile iletişime geçilmesi
H02-6			Gemi hareketi (yalpa, ağır hava koşulları gibi)		Zorunluluk arz etmediği durumlarda mahal girişlerinin ertelenmesi, ertelenmediği taktirde kişisel koruyucu ekipmanlarının doğru seçiminin yapılması (emniyet kemeri, emniyet halatı), mahal içerisinde yapılacak işin ya da kontrollerin en kısa süre içerisinde ve asgari düzeyde tamamlanması; mahale deniz suyu girişinin izole edilmesi gemi kaptanı ile iletişime geçilerek planlama yapılması (hava durumu takibi, rotanın yalpayı azaltacak şekilde ayarlanması, süratin azaltılması-ayarlanması vb.);
H03-1	Ambarlar , Sintine Tankı , Slač Tankı, Yakıt Tankları, Ana Makine karter, skavenc mahali , Kazan	Zehirli mahal atmosferi	Yetersiz hava, yanlış/yetersiz havalandırma	Ciltte, gözlerde ve boğazda tahriş, baş ağrısı, baş dönmesi, bilinç kaybı, ciddi hayati tehlike, ölüm	Mümkünse en az iki adet birbirine en uzak mesafede menhol girişinin açık tutulması ve yine mümkünse havalandırmanın giriş öncesinden giriş bitimine kadar devamlı olarak sağlanması, taze havanın mahaldeki gazları seyreltmek ve varsa gaz ceplerine ulaşmak adına geniş çaplı bir hortum/boru yardımı ile mahal dibine kadar uzatılarak verilmesi; gaz ölçümlerinin sürekli yapılması
H03-2	Ambarlar, Sintine Tankı, Slač Tankı, Yakıt Tankları, Ana Makine karter, skavenc mahali, Kazan	Zehirli mahal atmosferi	Mahalde çalışan makinelerden çıkan egzoz gazları	Ciltte, gözlerde ve boğazda tahriş, baş ağrısı, baş dönmesi, bilinç kaybı, ciddi hayati tehlike, ölüm	Mahalde çalışan makinelerin gerektiği sürece faal tutmak, yeterli ve doğru havalandırmanın (fan kullanımı) kesintisiz devam ettirilmesi; kişisel koruyucu ekipman kullanımı, yedek solunum cihazının bulundurulması; gaz ölçümlerinin sürekli yapılması, yeterli mola verilmesi

Çizelge 4.15. (devam) Dökme yük gemisi düzeltici eylemler önlemler

H03-3	Ambarlar, Sintine Tankı, Sılaç Tankı, Yakıt Tankları, Ana Makine karter, skavenc mahali, Kazan	Zehirli mahal atmosferi	Mahaldeki yük tozu yük kalıntısından açığa çıkan zehirli gaz , duman, buhar	Ciltte, gözlerde ve boğazda tahriş, baş ağrısı, baş dönmesi, bilinç kaybı, ciddi hayati tehlike, ölüm	Yeterli ve doğru havalandırmanın (fan kullanımı) kesintisiz devam ettirilmesi; kişisel koruyucu ekipman kullanımı, yedek solunum cihazının bulundurulması; gaz ölçümünün sürekli yapılması, yeterli mola verilmesi
H03-4	Ambarlar, Sintine Tankı , Sılaç Tankı, Yakıt Tankları, Ana Makine karter, skavenc mahali, Kazan	Zehirli mahal atmosferi	Yük ambarlarında taşınan yüklerden açığa çıkan zehirli gazlar	Ciltte, gözlerde ve boğazda tahriş, baş ağrısı, baş dönmesi, bilinç kaybı, ciddi hayati tehlike, ölüm	Mahaldeki yük özellikleri ve yük tehlikeleri için IMSBC kod kitapçığına başvurulması ve gerekli tedbirlerin bu çerçevede alınması, gemi emniyet toplantısında yük özellikleri ve tehlikeleri hakkında personele bilgi verilmesi, yeterli ve doğru havalandırmanın (fan kullanımı) kesintisiz devam ettirilmesi; kişisel koruyucu ekipman kullanımı, yedek solunum cihazının bulundurulması; gaz ölçümünün sürekli yapılması, yeterli mola verilmesi
H03-5	Ambarlar, Sintine Tankı, Sılaç Tankı, Yakıt Tankları, Ana Makine karter, skavenc mahali, Kazan	Zehirli mahal atmosferi	Ambarlarda yük fumigasyon gazlarının bitişik mahallere sızması	Ciltte, gözlerde ve boğazda tahriş, baş ağrısı, baş dönmesi, bilinç kaybı, ciddi hayati tehlike, ölüm	Ambar fumigasyonu sonrası gerekli görülen mahallerden gaz ölçümünün periyodik olarak yapılması (Başaltı, yaşam mahali vb.), ölçümlerin düzgün kayıt altında tutulması, fumigasyon gazı hakkında bilgi sahibi olunması; gemi emniyet toplantılarında personele bilgi verilmesi. Fumigasyonda kullanılan gazın ölçülebilmesi için hangi spesifik gaz ölçüm cihazının ve hangi metodun kullanılacağını bilmesi.
H03-6			Mahal atmosferinin ölçülmemesi, yanlış ölçümü		Ölçüm cihaz kalibrasyonlarının periyodik olarak yapılması; varsa sıfırlama ayarının temiz hava ile yapılması ve stabilize olması için bir süre giriş yapılacak mahal kaportasından ayrı bir yerde çalıştırılmalı, havalandırma sürerken ölçüm yapılmaması, ölçüm cihaz pillerinin düzenli değişimi; test edilerek sonuçlarının kaydedilmesi, gerektiğinde cihaz kullanma kılavuzlarına başvurulması
H03-7			Mahalde zehirli gaz ceplerinin varlığı		Zehirli gazların ölçümünün ölçüm cihazı ile mahalin farklı seviyelerinden ve farklı yerlerinden yapılması, taze havanın mahaldeki gazları seyreltmek ve gaz ceplerine ulaşmak adına geniş çaplı bir hortum/boru yardımı ile mahal dibine kadar uzatılarak verilmesi;
H04-1	Yağ, Yakıt, Ana Makine karter, skavenc, Ambarlar, Atık yağ Tankı, sılaç Tankı, Kazan	Yanıcı /Patlayıcı Mahal Atmosferi	Yetersiz havalandırma	Yangın, patlama, yaralanma, ölüm	Mümkünse en az iki adet birbirine en uzak mesafede menhol girişinin açık tutulması ve havalandırmanın giriş öncesinden giriş bitimine kadar devamlı olarak sağlanması, taze havanın mahaldeki gazları seyreltmek ve varsa gaz ceplerine ulaşmak adına geniş çaplı bir hortum/boru yardımı ile mahal dibine kadar uzatılarak verilmesi; gaz ölçümünün sürekli yapılması, havalandırma için saf oksijen kullanılmaması

Çizelge 4.15. (devam) Dökme yük gemisi düzeltici eylemler önlemler

H04-2	Yağ, Yakıt, Ana Makine karter, skavenç, Ambarlar, Atık yağ Tankı, slaç Tankı, Kazan	Yanıcı /Patlayıcı Mahal Atmosferi	Sıcak çalışma	Yangın, patlama, yaralanma, ölüm	Sıcak çalışma prosedürlerinin takip edilmesi, operasyon öncesi mahale girecek personele konu ile ilgili eğitim verilmesi, sıcak çalışma izinlerinin alınması, gerekli teçhizatın ve kişisel koruyucu ekipmanların patlamaya dayanıklı ve kıvılcım çıkarmaması için kendinden emniyetli olarak seçilmesi, mahalın gerekli temizliğinin (yanıcı maddeden arındırma vs.) yapılması; mahal dışında hazır şekilde yangın timi ve ilk yardım ekipmanlarının bulundurulması; devre ve kesici valflerin izole edilmesi; mahalde bulunan kişi sayısının birden fazla tutulması
H04-3	Yağ, Yakıt, Ana Makine karter, skavenç, Ambarlar, Atık yağ Tankı, slaç Tankı, Kazan	Yanıcı/ Patlayıcı Mahal Atmosferi	Statik Elektrik (Yük tozu vs.)	Yangın, patlama, yaralanma, ölüm	Havalandırma sırasında kullanımda olan fanların emniyetli şekilde topraklamalarının sağlanması; yanıcı atmosfer tehlikesine karşı patlamaya dayanıklı kişisel koruyucu ekipman kullanımı; özellikle yük elleçleme veya yük temizliği sırasında ortaya çıkabilen toksik toz bulutlarının- sizin yük operasyon prosedürlerine uygun şekilde bertaraf edilmesi, mahalde kullanılan çalışma aletlerinin kıvılcım çıkarmayan tipte seçilmesi
H05-1	Tüm Kapalı Mahaller	Isıl Yorgunluk, stres	Yetersiz havalandırma, susuzluk, gereğinden fazla giyinme	Baygınlık Dehidrasyon, bilinç kaybı	Mümkünse en az iki adet birbirine en uzak mesafede menhol girişinin açık tutulması ve havalandırmanın (doğal) en az 24 saat süreyle sağlanması, gerek görüldüğü takdirde fan kullanılması, su ve tuz kaybını önlemek adına yeterli su/sıvı ve tuz takviyesi alınması (örn. 15-20 dk da su içilmesi), mahal sıcaklığı gözetilerek uygun kalınlıkta giyinme, mola zaman aralıklarının planlanması
H05-2			Komşu yük ve yakıt tanklarının yüksek sıcaklıkları		Önlem alınmasına gerek yoktur.
H06-1	Tüm Kapalı Mahaller	Oksijen Yetersizliği	Yetersiz Havalandırma	Boğulma, ciddi hayati tehlike, ölüm	Mümkünse en az iki adet birbirine en uzak mesafede menhol girişinin açık tutulması ve yine mümkünse havalandırmanın (doğal) en az 24 saat sağlanması, gerek görüldüğü takdirde fan kullanılması
H06-2	Tüm Kapalı Mahaller	Oksijen Yetersizliği	Boya uygulaması -boya kuruması	Boğulma, ciddi hayati tehlike, ölüm	Boya bakım yapılacak alan çevresinde uygun mekanik havalandırma teçhizatının emniyetli ve doğru biçimde konumlandırılması; atılan boyanın uygulama ve kimyasal özellikleri hakkında mahalde çalışacak personelin önceden bilgilendirilmesi; her bir çalışan için solunum aparatı ve yedek tüp temin edilmesi
H06-3			Sıcak çalışma (kaynak, kesme)		Sıcak çalışma prosedürlerinin takip edilmesi, mahalde bulunan kişi sayısının birden fazla tutulması, solunum aparatlarının yedekli olarak bulundurulması, periyodik olarak gaz ve Oksijen ölçümlerinin yapılması, mola sayısının düzenlenmesi
H06-4	Tüm Kapalı Mahaller	Oksijen Yetersizliği	Paslanma	Boğulma, ciddi hayati tehlike, ölüm	Önlem alınmasına gerek yoktur.
H07-1	Tüm kapalı mahaller	İletişim eksiklikleri	İletişim araçlarının (VHF,UHF vb.) düzgün çalışmaması	Ciddi hayati tehlike, ölüm	Cihazların sağlam, çalışır ve pillerinin şarj tuttuğundan emin olunması, ayrıca patlamaya dayanıklı emniyete sahip cihaz kullanımlarının sağlanması; mahal giriş hazırlıkları esnasında her bir cihazın test edilmesi

Çizelge 4.15. (devam) Dökme yük gemisi düzeltici eylemler önlemler

H07-2	Tüm kapalı mahaller	İletişim eksiklikleri	Mahalde sağlanacak iletişim hakkında önceden bilgilendirme yapılmaması	Ciddi hayati tehlike, ölüm	Mahal giriş öncesi hazırlıklarında iletişim planının yapılması; haberleşme zaman aralıklarının kapalı mahal şartlarına göre belirlenmesi (3dk. 5 dk gibi) , sorumlu zabitan, mahale girecek personel ve gözcü personel arasında koordinasyonun nasıl sağlanacağına dair kurtarma operasyonları dahil bilgi verilmesi (örn, düzenli bilgi akışının sağlanması, ölçüm kayıtlarının bildirilmesi gibi) , telsizlerin çalışmamasına karşı mahal içerisindeki personelin acil durumlardaki iletişimlerinin önceden belirlenmesi (işaret, düdük, fener ışığı gibi)
H07-3	Tüm kapalı mahaller	İletişim eksiklikleri	Gözcü(lerin) yerlerini terk etmesi	Ciddi hayati tehlike, ölüm	Gözcülük işinin ciddiyeti ve önemi personele iyi bir şekilde aktarılmalı, karşılaşılabilecek ihtimallerin farkındalığı sağlanmalı; gerektiği takdirde ve Kaptan onayı dahilinde gözcülüğü devredebileceği (gemi operasyon gereksinimleri, arıza vb. durumlar) bildirilmeli, kapalı mahale giren ekip ile gözcü arasındaki iletişim yanında gözcünün köprüüstü ekibi ve amirleriyle olan iletişim yöntemi belirlenmeli ve iletişimin devamlılığı sağlanmalıdır. Gözcünün acil durumlarda mahale kesinlikle giremeyeceği ve kurtarma ekibi ulaşana kadar konumdan ayrılmaması hakkında önceden bilgi verilmelidir.
H08-1	Yakıt, Yağ, Sintine, Slač Tank	Deri Teması	Uygun olmayan KKE ekipman kullanımı	Alerji, deri hastalığı yarananma	Mahal temizliğinin yapılması, maruz kalılabilecek kimyasallar hakkında varsa MSDS'lerin önceden incelenerek bilgi sahibi olunması, kişisel koruma ekipmanların uygun özellikte seçilerek kullanılması (iş eldiveni, gözlük vs. seçimi uygun olmalı)
H09-1	Ambarlar, Balast Tankları,	Yutulma (Boğulma)	İzole edilmeyen kesici valf , toz/taneli yüklerin kayması ,gevşek materyal içine çökme	Ciddi hayati tehlike, Ölüm	Mahaldeki çeşitli devrelerden geçen akışkanlarının kesilmesi, ilgili pompa ve valfe üzerlerine etiketleme yapılması (kapalı tutulması vs.), köprüüstü ve makine sorumlu zabitlerin mahal girişleri hakkında iletişimde olması, ambara yüklükten, (özellikle tahıl vb. gibi) kesinlikle girilmemesi; mahalde bulunan materyal ve ekipmanların emniyet altına alınması (deniz bağlarının yapılması gibi önlemler), balast tanklarında suyun giriş öncesinde mümkün olduğunca tahliye edilmesi
H10-1	Boru Tüneli, Ana Makine, Dümen kovanı	Gürültü	Uygun olmayan KKE ekipman kullanımı	İşitme problemleri	Önlem alınmasına gerek yoktur.
H11-1	Tüm Kapalı Mahaller	Elektrik Çarpması	Elektriksel izolasyonun sağlanmaması	Yaralanma, ölüm	Mahal içerisindeki ve kontrol lokasyonlarında (köprüüstü, makine kontrol odası, balast kontrol odası vs.) elektrik pano ve şalterlere ikaz işaretleri ve uyarılar asılması, mahal elektriksel güç kaynaklarının kesilmesi, hasarlı kabloların bertarafı
H11-2	Tüm Kapalı Mahaller	Elektrik Çarpması	Uygun olmayan KKE ekipman kullanımı	Yaralanma, ölüm	Elektrik eldiveni ve tabanı lastik ayakkabı giyilmesi
H11-3			Çalışma sırasında mahalde kontrolsüz ıslaklık, su birikintileri		Suyun tahliye edilmesi, mahale su girişi devam etmesi halinde var ise kaynağı bulunarak sorunun giderilmesi ve temizlenerek mahalin emniyetli hale getirilmesi,

Çizelge 4.15. (devam) Dökme yük gemisi düzeltici eylemler önlemler

H12-1	Tüm Kapalı Mahaller	Yetersiz acil müdahale ekipmanı	Yıpranmış, kalitesiz, güvenilir olmayan ekipman kullanımı	Acil kurtarma eyleminde gecikme, yaralanma, ciddi hayati tehlike, ölüm	Periyodik ve kapalı mahal çalışmaları öncesinde acil kurtarma eyleminde kullanılacak ekipmanları (taşınabilir ceraskal, sedye, solunum, canlandırma cihazı vs.) kondisyon kontrolü yapılması
H13-1	Tüm Kapalı Mahaller	Yetersiz, kifayetsiz acil müdahale eylemi	Eksik, hasarlı acil kurtarma donanımı, eksik/yanlış bilgi, yetersiz eğitim talim, acele etme	Acil kurtarma eyleminde gecikme, yaralanma, ciddi hayati tehlike, ölüm	Acil kurtarma donanımı kondisyonlarının periyodik eğitim ve talimlerde kontrol edilmesi ve her daim hazır tutulması, talimler dışında kapalı mahal giriş kapalı mahalden adam kurtarma, gaz dedektör kullanımı gibi eğitimler görsel ve işitsel olarak verilmeli. Acil kurtarma eylemi oluşması halinde gözcülerin ve kurtarma ekibinin hangi adımları izlemeleri gerektiğinin (Yetkili ve sorumlu zabıtlere haber verme, genel alarmın kaldırılması, mahale asla tek başına hiç kimsenin girmemesi gerektiği gibi) eğitim ve talimler sırasında belirtilmesi
H14-1	Tüm Kapalı Mahaller	Planlanmamış, bilinmeyen girişler	Bitişik alandan mahale girmeye çalışma, yetkili ve sorumlu kişiye haber vermeme, giriş-çıkış menholünün kontrolsüz açılıp, kapanması	Ciddi hayati tehlike, ölüm	Gemi planlarından çalışma yapılacak mahallerin giriş kaporta vs. belirlenmesi ve uygun şekilde markalanması (İZİNSİZ GİRİLMEZ), giriş öncesi prosedürlerinin takip edilerek personele bilgi verilmesi ve kaza ihtimallerinin farkında olunmasının sağlanması, sorumlu/yetkili zabıt kontrolünün dışında herhangi bir girişe izin verilmeyeceğinin beyanı, mahal girişi öncesinde tüm bitişik alanların izolasyonun yapılması Tüm giriş ve çıkışların imza alınarak zamanlarıyla kayıt altına alınması. Tüm kapalı mahal çalışması yapan personelin mahal dışına çıktığı hakkında kontroller/prosedür tamamlanmadan ve amir onayı alınmadan kapalı mahalın kapatılmaması
H15-1	Tüm Kapalı Mahaller	Bilinç Kaybı	Aşırı yorgunluk, psikolojik etmenler (korku, panik, hiyerarşik düzen)	Ciddi hayati tehlike , ölüm	Personel çalışma saatleri gözetilerek planlama yapılması, mahale girmek istemeyen personelin klostrofobik durumu tespit edildiğinde zorlanmaması ve görev değişikliği yapılamaması, tecrübesi olmayan stajyer ya da yeni katılan personelin mahale girişine izin verilmemesi, emniyetsiz koşullar altında her bir personelin mahale girmeme hakkının bulunduğu dair emniyet bilincinin oluşturulması
H15-2			Sıcak Çarpması		Mahal sıcaklığının dışarıdan ölçülmesi, kalın kıyafetler giyilmemesi, su takviyesinin yapılması, mola periyotlarının sıklaştırılması
H16-1	Tüm Kapalı Mahaller	Kaygan Zemin	Ortamdaki nem, zeminde çamur, tanklardaki organik oluşumlar veya yağ nedeniyle kayarak düşme	Fiziksel yaralanma , ciddi hayati tehlike	Mahal temizliğinin (örn balast alıp basma, yıkama vs.) yapılması, giriş öncesi mahal durumu hakkında personele bilgi verilmesi
H17-1	Tüm Kapalı Mahaller	Mahalin keskin yapısal elemanları	Yapısal elemanlardaki deformasyonlar	Fiziksel yaralanmalar	Giriş kaportaları, merdivenler, basamaklar, tutamaçlar vs. bakımlarının periyodik yapılması

Çizelge 4.16. Petrol tankeri düzeltici eylemler önlemler

No.	Kapalı Mahal Tip	Hata ve Tehlikelerin Türü	Hata ve Tehlikelerin Nedenleri	Hata ve Tehlikelerin Etkileri	Düzeltilici Eylemler-Önlemler
H01-1	Tüm Kapalı Mahaller	Havasızlıktan boğulma	Oksijen eksikliği ya da zenginliği	Ciddi hayati tehlike, ölüm	Yeterli havalandırmanın yapılması; kesinlikle saf O ₂ ile havalandırma yapılmaması; Mahal içerisinde O ₂ Asetilen tüplerinin kullanımı durumunda kaçakların takip edilerek izole edilmesi; Ölçüm cihazları ile ölçülen O ₂ hacminin % 20,8-20,95 aralığında olması, Mahal içerisinde %18 hacimsel O ₂ ölçülmesi anında kapalı mahalin kesinlikle terk edileceğinin bilinmesi;
H01-2			Mahal atmosferinin ölçülmemesi, yanlış ölçümü		Ölçüm cihaz kalibrasyonlarının periyodik olarak yapılması; varsa sıfırlama ayarının temiz hava ile yapılması ve stabilize olması için bir süre giriş yapılacak mahal kaportasından ayrı bir yerde çalıştırılmalı, havalandırma sürerken ölçüm yapılmaması (en az 10 dk), ölçüm cihaz pillerinin düzenli değişimi; test edilerek sonuçlarının kaydedilmesi, gerektiğinde cihaz kullanma kılavuzlarına başvurulması; özellikle tankların üst, orta ve en alt kısımlarından numune ölçümlerinin yapılması
H01-3			Kapalı mahal giriş ve çalışma prosedürlerinin takip edilmemesi (Bilgi eksikliği, aşırı özgüven, umursamama, itaatsizlik)		Kapalı mahal tehlikelerinin gemi emniyet toplantılarında düzenli olarak anlatılması; ihtimallerin farkında olmalarının sağlanması, düzenli olarak kapalı mahal talimlerinin yapılması (2 ay), talimler sonrası görülen eksiklikler üzerinde durulması, emniyet bilincinin ve emniyet kültürünün oluşturulması hedeflenmeli
H01-4			Yetersiz giriş- kaçış yolları, fazla sayıda kompartıman, dar geçiş menholleri		Kurtarma plan ve metodunun önceden bildirilmesi (mahalin en uzak noktası dahil edilerek planın hazırlanması); kurtarma ekipmanlarının (Sedye, halat donanımı, solunum setleri vb.) mahal girişinde hazır bulundurulması; tahliye ve kurtarmanın yavaş olacağının gemi emniyet toplantılarında açıklanması, mahale giren çalışanların yedek hava tüpünün temin edilmesi ve kişisel çoklu-gaz ölçüm cihazlarının yanlarında bulunması
H01-5			Uygun olmayan KKE ekipman kullanımı		Kapalı Mahal giriş öncesinde mutlaka ekipman kontrollerinin gemide kullanılan kontrol listelerine göre denetlenmesi ve test edilmesi, herhangi bir olumsuz durumda amirlerin bilgilendirilmesi
H01-6	Tüm Kapalı Mahaller	Havasızlıktan boğulma	Yetersiz hava, yanlış/yetersiz havalandırma	Ciddi hayati tehlike, ölüm	Mümkünse en az iki adet birbirine en uzak mesafede menhol girişinin açık tutulması ve havalandırmanın (doğal) en az 24 saat sağlanması, gerek görüldüğünde fan kullanılması ve giriş öncesinden başlayarak işin bitimine kadar olan süre zarfında fanın çalıştırılması
H02-1	Petrol Yük Tankları, Balast Tankları, Zincirlik	Yüksekten Düşme	Kaygan (ıslak, çamurlu, yağlı vb.) merdiven basamakları	Basit yaralanma (Kesik, ezilme, morarma, kafa travması, kemiklerde çatlama, kırılma), ciddi yaralanma, ölüm	Kaydırmaz emniyet ayakkabısı gibi uygun kişisel koruyucu ekipmanın kullanılması; mahal genel özellikleri ve ihtimaller hakkında bilgi sahibi olunması, havalandırma sonrası basamakların çamur, yağ ve benzerlerinden temizlenmesi, gerektiğinde yüksekte çalışma izinlerinin doldurulması

Çizelge 4.16. (devam) Petrol tankeri düzeltici eylemler önlemler

H02-2	Petrol Yük Tankları, Balast Tankları, Zincirlik	Yüksekten Düşme	Yapı elemanlarının deformasyonu (Kopuk puntel, hasarlı merdiven basamağı ya da platformu)	Basit yaralanma (Kesik, ezilme, morarma, kafa travması, kemiklerde çatlama, kırılma), ciddi yaralanma, ölüm	Mahal giriş öncesi hazırlıklarında önceki kayıt ve raporların incelenmesi, kabaca gözle iniş merdiven basamak, puntel ve platformlarının genel kontrolü; havalandırma sonrası gerekirse onarım yapılarak emniyet altına alınması; uygun kişisel koruyucu ekipmanların kullanılması
H02-3			Ellerin serbest olmayışı ve doğru KKE kullanmama		Elde yük, el feneri, telsiz vb. aletlerin mümkün mertebe taşınmaması; kişisel koruyucu ekipmanın doğru seçimi ve doğru kullanımı (örneğin kafa aydınlatması gibi); mahale indirilecek yükler-alet edevat için gerekli indirme donanımının kurulması (plastik kova vb.); mahal girişinde nezaret edecek gözcü personel bulundurulması
H02-4			Acelecı davranma		Uygun kişisel koruyucu ekipman kullanımı (bare, emniyet kemeri, emniyet halatı vb.); mahale giriş öncesinde kaza ihtimallerinin farkında olunmasının sağlanması, giriş öncesi bilgilendirme yapılması; ticari baskı (liman, donatan vs.) zaman kısıtlılığı gibi etkenlerin değerlendirilerek işin gerektiğinde sınırlandırılması ya da sonlandırılması
H02-5			Yeterli aydınlatmanın sağlanmaması		Mümkünse sabit, değilse taşınabilir patlamaya dayanıklı ve yüksek güçlü aydınlatma kullanılması, mahal giriş öncesi kişisel fenerlerin kontrolü (ful şarjlı) ikincil yedek fener bulundurma, aydınlatmanın azalması halinde derhal mahal girişinde bulunan nezaretçi gözcü personel ile iletişime geçilmesi
H02-6	Petrol Yük Tankları, Ballast Tankları, Zincirlik	Yüksekten Düşme	Gemi hareketi (yalpa, ağır hava koşulları gibi)	Basit yaralanma (Kesik, ezilme, morarma, kafa travması, kemiklerde çatlama, kırılma), ciddi yaralanma, ölüm	Zorunluluk arz etmediği durumlarda mahal girişlerinin ertelenmesi, ertelenmediği taktirde kişisel koruyucu ekipmanlarının doğru seçiminin yapılması (emniyet kemeri, emniyet halatı), mahal içerisinde yapılacak işin ya da kontrollerin en kısa süre içerisinde ve asgari düzeyde tamamlanması; mahale deniz suyu ve diğer akışkan girişinin izole edilmesi, giriş öncesinde gemi kaptanı ile iletişime geçilerek planlama yapılması (hava durumu takibi, süratin azaltılması-ayarlanması vb.)
H03-1	Petrol Yük Tankları, Sintine Tankı, Slač Tankı, Yakıt Tankları, Ana Makine karter, skavenc mahali, Kazan	Zehirli mahal atmosferi	Yetersiz hava, yanlış/yetersiz havalandırma	Ciltte, gözlerde ve boğazda tahriş, baş ağrısı, baş dönmesi, bilinç kaybı, ciddi hayati tehlike, ölüm	Mümkünse en az iki adet birbirine en uzak mesafede menhol girişinin açık tutulması ve yine mümkünse havalandırmanın giriş öncesinden giriş bitimine kadar devamlı olarak sağlanması, taze havanın mahaldeki gazları seyreltmek ve varsa gaz ceplerine ulaşmak adına geniş çaplı bir hortum/boru yardımı ile mahal dibine kadar uzatılarak verilmesi; gaz ölçümlerinin sürekli yapılması
H03-2			Mahalde çalışan makinelerden çıkan egzoz gazları		Mahalde çalışan makinelerin sadece gerektiği sürece faal tutmak, yeterli ve doğru havalandırmanın (fan kullanımı) kesintisiz devam ettirilmesi; kişisel koruyucu ekipman kullanımı, yedek solunum cihazının bulundurulması; gaz ölçümlerinin sürekli yapılması, yeterli mola verilmesi
H03-3			Mahaldeki yük/yakıt hidrokarbon buharı, açığa çıkan zehirli gaz (boya sonrası kuruma, slač temizliği vb.), duman		Mahaldeki devre, valf izolasyonlarının yapıldığından emin olunması; Yeterli ve doğru havalandırmanın (fan kullanımı) kesintisiz devam ettirilmesi; kişisel koruyucu ekipman kullanımı, yedek solunum cihazının bulundurulması; gaz ölçümlerinin sürekli yapılması, yeterli mola verilmesi;

Çizelge 4.16. (devam) Petrol tankeri düzeltici eylemler önlemler

H03-4	Petrol Yük Tankları, Sintine Tankı, Sıaç Tankı, Yakıt Tankları, Ana Makine karter, skavenc mahali, Kazan	Zehirli mahal atmosferi	Mahal temizliklerinde kullanılan yanlış seçilen temizleyici kimyasallar	Ciltte, gözlerde ve boğazda tahriş, baş ağrısı, baş dönmesi, bilinç kaybı, ciddi hayati tehlike, ölüm	Mahaldeki yük özellikleri ve yük tehlikeleri için gerekli kılavuzlara başvurulması ve tedbirlerin (hangi temizleyici kimyasalların uygun olacağı, dozajlama vb.) bu çerçevede alınması, gemi emniyet toplantısında yük özellikleri ve tehlikeleri hakkında personele bilgi verilmesi, yeterli ve doğru havalandırmanın (fan kullanımı) kesintisiz devam ettirilmesi; uygun kişisel koruyucu ekipman kullanımı, yedek solunum cihazının bulundurulması; gaz ölçümlerinin sürekli yapılması, yeterli mola verilmesi
H03-5			Yük tankları inert gazlarının bitişik mahallere sızması		Inertleme sonrası gerekli görülen bitişik mahallerden gaz ölçümlerinin periyodik olarak yapılması (Başaltı, yaşam mahali vb.), ölçümlerin düzgün kayıt altında tutulması, inert gazı hakkında bilgi sahibi olunması (CO, CO2 veya Nitrojen vb.); gemi emniyet toplantılarında personele bilgi verilmesi
H03-6	Petrol Yük Tankları, Sintine Tankı, Sıaç Tankı, Yakıt Tankları, Ana Makine karter, skavenc mahali, Kazan	Zehirli mahal atmosferi	Yük tanklarındaki kargonun veya parlayıcı gazların bitişik mahallere sızması	Ciltte, gözlerde ve boğazda tahriş, baş ağrısı, baş dönmesi, bilinç kaybı, ciddi hayati tehlike, ölüm	Özellikle koferdamlarda çatlak vb. nedeni ile kaçak olması sebebi ile hidrokarbon, hidrojen sülfid, benzen gibi gazların bitişik mahallere sızması ihtimali her zaman değerlendirilmeli ve bitişik mahal gaz ölçümlerinin de aksatılmadan kapalı mahal prosedürlerine eklenmesi
H03-7	Petrol Yük Tankları, Sintine Tankı, Sıaç Tankı, Yakıt Tankları, Ana Makine karter, skavenc mahali, Kazan	Zehirli mahal atmosferi	Mahal atmosferinin ölçülmemesi, yanlış ölçümü	Ciltte, gözlerde ve boğazda tahriş, baş ağrısı, baş dönmesi, bilinç kaybı, ciddi hayati tehlike, ölüm	Ölçüm cihaz kalibrasyonlarının periyodik olarak yapılması; varsa sıfırlama ayarının temiz hava ile yapılması ve stabilize olması için bir süre giriş yapılacak mahal kaportasından ayrı bir yerde çalıştırılmalı, havalandırma sürerken ölçüm yapılmaması, ölçüm cihaz pillerinin düzenli değişimi; test edilerek sonuçlarının kaydedilmesi, gerektiğinde cihaz kullanma kılavuzlarına başvurulması
H03-8			Mahalde zehirli gaz ceplerinin varlığı		Zehirli gazların ölçümlerinin ölçüm cihazı ile mahalın farklı seviyelerinden ve farklı yerlerinden yapılması, taze havanın mahaldeki gazları seyreltmek ve gaz ceplerine ulaşmak adına geniş çaplı bir hortum/boru yardımı ile mahal dibine kadar uzatılarak verilmesi;
H04-1	Petrol Yakıt Tankları, Yağ, Yakıt, Ana Makine karter, skavenc, Atık yağ Tankı, sıaç Tankı, Kazan	Yanıcı/Patlayıcı Mahal Atmosferi	Yetersiz havalandırma	Yangın, patlama, yaralanma, ölüm	Mümkünse en az iki adet birbirine en uzak mesafede menhol girişinin açık tutulması ve havalandırmanın giriş öncesinden giriş bitimine kadar devamlı olarak sağlanması, taze havanın mahaldeki gazları seyreltmek ve varsa gaz ceplerine ulaşmak adına geniş çaplı bir hortum/boru yardımı ile mahal dibine kadar uzatılarak verilmesi; gaz ölçümlerinin sürekli yapılması, havalandırma için saf oksijen kullanılmaması

Çizelge 4.16. (devam) Petrol tankeri düzeltici eylemler – önlemler

H04-2	Petrol Yakıt Tankları, Yağ, Yakıt, Ana Makine karter, skavenç, Atık yağ Tankı, slaç Tankı, Kazan	Yanıcı/Patlayıcı Mahal Atmosferi	Sıcak çalışma	Yangın, patlama, yaralanma, ölüm	Sıcak çalışma prosedürlerinin takip edilmesi, operasyon öncesi mahale girecek personele konu ile ilgili eğitim verilmesi, sıcak çalışma izinlerinin alınması, gerekli teçhizatın ve kişisel koruyucu ekipmanların patlamaya dayanıklı ve kıvılcım çıkarmaması için kendinden emniyetli olarak seçilmesi, mahalın gerekli temizliğinin (yanıcı maddeden arındırma vs.) yapılması; mahal dışında hazır şekilde yangın timi ve ilk yardım ekipmanlarının bulundurulması; devre ve kesici valflerin izole edilmesi; mahalde bulunan kişi sayısının birden fazla tutulması,
H04-3	Petrol Yakıt Tankları ,Yağ, Yakıt, Ana Makine karter, skavenç, Atık yağ Tankı, slaç Tankı, Kazan	Yanıcı/Patlayıcı Mahal Atmosferi	Piroforik Demir Sülfür	Yangın, patlama, yaralanma, ölüm	Özellikle paslı (demir oksit) lokasyonlarda hidrojen sülfür gazının varlığı ve oksijenin az bulunmasıyla (inertli tanklarda) oluşabilen piroforik demir sülfür artıkları tutuşma riskini arttırabileceğinden inert gaz jeneratörlerinin bakımlarının düzenli şekilde sağlanması ve kritik yedek parçaların her daim stokta bulundurulması; yük tahliyesi sırasında ve sonrasında mahal atmosferinin kontrol altında tutulması; Inert gaz jeneratörünün arızasının oluşması halinde tahliyenin başlatılmaması
H04-4	Petrol Yakıt Tankları ,Yağ, Yakıt, Ana Makine karter, skavenç, Atık yağ Tankı, slaç Tankı, Kazan	Yanıcı/Patlayıcı Mahal Atmosferi	Statik Elektrik	Yangın, patlama, yaralanma, ölüm	Havalandırma sırasında kullanımda olan fanların emniyetli şekilde topraklamalarının sağlanması; yanıcı atmosfer tehlikesine karşı patlamaya dayanıklı kişisel koruyucu ekipman kullanımı; sentetik giyim eşyalarından kaçınılması, özellikle yük elleçleme veya yük temizliği sırasında ortaya çıkabilen toksik gaz bulutlarının - sisin yük operasyon prosedürlerine uygun şekilde bertaraf edilmesi, yükleme akış hızının gerektiği şekilde ayarlanması (örn; 1m/sn gibi) mahalde kullanılan çalışma aletlerinin kıvılcım çıkarmayan tipte seçilmesi; numune alma, iskandil, alleç ekipmanlarının uygun şekilde kullanılması
H05-1	Tüm Kapalı Mahaller	Isıl Yorgunluk, stres	Yetersiz havalandırma, susuzluk, gereğinden fazla giyinme	Baygınlık Dehidrasyon, bilinç kaybı	Mümkünse en az iki adet birbirine en uzak mesafede menhol girişinin açık tutulması ve havalandırmanın (doğal) en az 24 saat süreyle sağlanması, gerek görüldüğü taktirde fan kullanılması, su ve tuz kaybını önlemek adına yeterli su/sıvı ve tuz takviyesi alınması (örn 15-20 dk da su içilmesi) , mahal sıcaklığı gözetilerek uygun kalınlıkta giyinme, mola zaman aralıklarının planlanması
H05-2			Isıtmalı kargo taşınması		60°C ve üzeri sıcaklıkta taşınması gereken yüklerde yük dağılımının gemide eşit olarak yapılması
H05-3			Komşu yük ve yakıt tanklarının yüksek sıcaklıkları	Baygınlık Dehidrasyon, bilinç kaybı	Bitişik veya komşu mahal yük / yakıt sıcaklıklarının gözetilerek planlama yapılması; gerektiği taktirde bitişik komşu mahallere verilen kızgın buhar miktarının azaltılması (yakıt tankları)
H06-1	Tüm Kapalı Mahaller	Oksijen Yetersizliği	Yetersiz Havalandırma	Boğulma, ciddi hayatı tehlike, ölüm	Mümkünse en az iki adet birbirine en uzak mesafede menhol girişinin açık tutulması ve yine mümkünse havalandırmanın (doğal) en az 24 saat sağlanması, gerek görüldüğü taktirde fan kullanılması

Çizelge 4.16. (devam) Petrol tankeri düzeltici eylemler önlemler

H06-2	Tüm Kapalı Mahaller	Oksijen Yetersizliği	Boya uygulaması-boya kuruması	Boğulma, ciddi hayati tehlike, ölüm	Boya bakım yapılacak alan çevresinde uygun mekanik havalandırma teçhizatının emniyetli ve doğru biçimde konumlandırılması; atılan boyanın uygulama ve kimyasal özellikleri hakkında mahalde çalışacak personelin önceden bilgilendirilmesi; her bir çalışan için solunum aparatı ve yedek tüp temin edilmesi
H06-3			Sıcak çalışma (kaynak, kesme)		Sıcak çalışma prosedürlerinin takip edilmesi, mahalde bulunan kişi sayısının birden fazla tutulması, solunum aparatlarının yedekli olarak bulundurulması, periyodik olarak gaz ve Oksijen ölçümlerinin yapılması, mola sayısının düzenlenmesi
H06-4			Paslanma		Paslı alanların raspa boya bakımlarının planlı bakım sistemine uygun şekilde ve zamanında yapılması, mahal oksijen seviyesinin ölçüm cihazları ile daha sık aralıklarda ölçülmesi; solunum aparatlarının yedek tüplü olarak bulundurulması, mahalde tek personel çalıştırılmaması
H07-1	Tüm Kapalı mahaller	İletişim eksiklikleri	İletişim araçlarının (VHF,UHF vb.) düzgün çalışmaması	Ciddi hayati tehlike, ölüm	Cihazların sağlam, çalışır ve pillerinin şarj tuttuğundan emin olunması, ayrıca patlamaya dayanıklı emniyete sahip cihaz kullanımlarının sağlanması; mahal giriş hazırlıkları esnasında her bir cihazın test edilmesi
H07-2			Mahalde sağlanacak iletişim hakkında önceden bilgilendirme yapılmaması		Mahal giriş öncesi hazırlıklarında iletişim planının yapılması; sorumlu zabitan, mahale girecek personel ve gözcü personel arasında koordinasyonun nasıl sağlanacağına dair kurtarma operasyonları dahil bilgi verilmesi (örn, düzenli bilgi akışının sağlanması, ölçüm kayıtlarının bildirilmesi gibi) , telsizlerin çalışmamasına karşı mahal içerisindeki personelin acil durumlardaki iletişimlerinin önceden belirlenmesi (işaret, düdüğü, fener ışığı gibi)
H07-3			Gözcü(lerin) yerlerini terk etmesi		Gözcülük işinin ciddiyeti ve önemi personele iyi bir şekilde aktarılmalı, karşılaşılabilecek ihtimallerin farkındalığı sağlanmalı; gerektiği taktirde ve Kaptan onayı dahilinde gözcülüğü devredebileceği (gemi operasyon gereksinimleri, arıza vb. durumlar) bildirilmeli, acil durumlarda mahale kesinlikle giremeyeceği ve kurtarma ekibi ulaşana kadar konumdan ayrılmaması hakkında önceden bilgi verilmelidir.
H08-1	Petrol Yük Tankı Yakıt, Yağ, Sintine, Slač Tank	Deri Teması	Uygun olmayan KKE ekipman kullanımı	Alerji, deri hastalığı, yaralanma	Mahal temizliğinin yapılması, maruz kalınabilecek kimyasallar hakkında varsa MSDS'lerin önceden incelenerek bilgi sahibi olunması, kişisel koruma ekipmanların uygun özellikte seçilerek kullanılması (iş eldiveni, gözlük vs. seçimi uygun olmalı)
H09-1	Balast Tankları,	Yutulma (Boğulma)	İzole edilmeyen kesici valf , açık devre	Ciddi Hayati Tehlike, Ölüm	Mahaldeki çeşitli devrelerden geçen akışkanların kesilmesi, ilgili pompa ve valf üzerlerine etiketleme yapılması (kapalı tutulması vs.), köprüüstü ve makine sorumlu zabıtların mahal girişleri hakkında iletişimde olması, yüklükten kesinlikle girilmemesi; mahaldeki materyal ve ekipmanların emniyet altına alınması (deniz bağlarının yapılması , balast tanklarında suyun giriş öncesinde mümkün olduğunca tahliye edilmesi

Çizelge 4.16. (devam) Petrol tankeri düzeltici eylemler önlemler

H10-1	Ana Makine, Dömen kovani	Gürültü	Uygun olmayan KKE ekipman kullanımı	İşitme problemleri	Personelin uygun ve kaliteli kulaklık kullanması
H11-1	Tüm Kapalı Mahaller	Elektrik Çarpması	Elektriksel izolasyonun sağlanmaması	Yaralanma, Ölüm	Mahal içerisindeki ve kontrol lokasyonlarında (köprüüstü, makine kontrol odası, balast kontrol odası vs.) elektrik pano ve şalterlere ikaz işaretleri ve uyarılar asılması, mahal elektriksel güç kaynaklarının kesilmesi, hasarlı kabloların bertarafı
H11-2			Uygun olmayan KKE ekipman kullanımı		Elektrik eldiveni ve tabanı lastik ayakkabı giyilmesi
H11-3			Çalışma sırasında mahalde kontrolsüz ıslaklık, su birikintileri		Suyun tahliye edilmesi, mahale su girişi devam etmesi halinde var ise kaynağı bulunarak sorunun giderilmesi ve temizlenerek mahalin emniyetli hale getirilmesi,
H12-1	Tüm Kapalı Mahaller	Yetersiz acil müdahale ekipmanı	Yıpranmış, kalitesiz, güvenilir olmayan ekipman kullanımı	Acil kurtarma eyleminde gecikme, yaralanma, ciddi hayati tehlike, ölüm	Periyodik ve kapalı mahal çalışmaları öncesinde acil kurtarma eyleminde kullanılacak ekipmanları (taşınabilir ceraskal, sedye, solunum, canlandırma cihazı vs.) kondisyon kontrolü yapılması
H13-1	Tüm Kapalı Mahaller	Yetersiz, kifayetsiz acil müdahale eylemi	Eksik, hasarlı acil kurtarma donanımı, eksik/yanlış bilgi, yetersiz eğitim/talim, acele etme	Acil kurtarma eyleminde gecikme, yaralanma, ciddi hayati tehlike, ölüm	Acil kurtarma donanımı kondisyonlarının periyodik yapılan talimler sırasında kontrol edilmesi ve her daim hazır halde tutulması, acil kurtarma eylemi oluşması halinde gözcülerin ve kurtarma ekibinin hangi adımları izlemeleri gerektiğinin (Yetkili ve sorumlu zabıtlere haber verme, genel alarmın çaldırılması, mahale asla tek başına hiç kimsenin girmemesi gerektiği gibi) talimler sırasında belirtilmesi
H14-1	Tüm Kapalı Mahaller	Planlanmamış, bilinmeyen girişler	Bitişik alandan mahale girmeye çalışma, yetkili ve sorumlu kişiye haber vermeme, giriş-çıkış menholünün kontrolsüz açılıp, kapanması	Ciddi hayati tehlike, ölüm	Gemi planlarından çalışma yapılacak mahallerin giriş kaporta vs. belirlenmesi ve uygun şekilde markalanması (İZİNSİZ GİRİLMEZ), giriş öncesi prosedürlerinin takip edilerek personele bilgi verilmesi ve kaza ihtimallerinin farkında olunmasının sağlanması, sorumlu/yetkili zabıt kontrolünün dışında herhangi bir girişe izin verilmeyeceğinin beyanı, mahal girişi öncesinde tüm bitişik alanların izolasyonun yapılması
H15-1	Tüm Kapalı Mahaller	Bilinç Kaybı	Aşırı yorgunluk, psikolojik etmenler (korku, panik, hiyerarşik düzen)	Ciddi hayati tehlike, ölüm	Personel çalışma saatleri gözetilerek planlama yapılması, mahale girmek istemeyen personelin klostrofobik durumu tespit edildiğinde zorlanmaması ve görev değişikliği yapılamaması, tecrübesi olmayan stajyer ya da yeni katılan personelin mahale girişine izin verilmemesi, emniyetsiz koşullar altında her bir personelin mahale girmeme hakkının bulunduğu dair emniyet bilincinin oluşturulması
H15-2	Tüm Kapalı Mahaller	Bilinç Kaybı	Sıcak Çarpması	Ciddi hayati tehlike, ölüm	Mahal sıcaklığının dışarıdan ölçülmesi, kalın kıyafetler giyilmemesi, su takviyesinin yapılması, mola periyotlarının sıklaştırılması
H16-1	Tüm Kapalı Mahaller	Kaygan Zemin	Ortamdaki nem, zeminde çamur, tanklardaki organik oluşumlar veya yağ nedeniyle kayarak düşme	Fiziksel yaralanma, ciddi hayati tehlike	Mahal temizliğinin (örn. balast alıp basma, yıkama vs.) yapılması, giriş öncesi mahal durumu hakkında personele bilgi verilmesi
H17-1	Tüm Kapalı Mahaller	Mahalin keskin yapısal elemanları	Yapısal elemanlardaki deformasyonlar	Fiziksel yaralanmalar	Giriş kaportaları, merdivenler, basamaklar, tutamaçlar vs. bakımlarının periyodik yapılması

Çizelge 4.16. (devam) Petrol tankeri düzeltici eylemler önlemler

H18-1	Petrol Yük Tankları, Yağ/Yakıt Tankları, Yük atık tankları	Patlama	Patlamaya karşı emniyetli cihaz ve ekipmanların kullanılmaması; ateşleyici kaynakların izole edilmemesi	Ciddi hayati tehlike, ölüm	Akkor aydınlatmanın ve cep telefonlarının kesinlikle kullanılmaması, sigara içilmemesi; kibrit ve çakmak taşınmaması, kıvılcım çıkartabilecek operasyonların kaptan bilgisi dahilinde ve seyirde yapılması; taşınabilir tüm elektrikli, bataryalı ekipmanların patlamaya karşı onaylı olması; personelin ilgili prosedürler hakkında bilgilendirilmesi; çalışma mahali yanıcı materyal bulundurmaması ve gazsız yapılması
-------	--	---------	---	----------------------------	---

Mevcut ve uygulanan standart önlem ve düzeltici faaliyetlerle birlikte, ilave olarak tespit edilen düzeltici eylem ve tedbirler sıralanmıştır. Her iki gemi örneğinde FMEA ekibi tarafından tekrardan hata ve tehlike türleri için olasılık, şiddet ve saptanabilirlik değerleri belirlenmiştir. Buna göre oluşturulan yeni RÖS hesaplamaları çizelge 4.17. ve çizelge 4.18. de gösterilmiştir. Alınan önlemler sonrası FMEA ekibi tarafından hem dökme yük hem de petrol tankeri için yapılan puanlamalarda aritmetik ortalamaların ve RÖS değerlerinin düştüğü görülmüştür.

Çizelge 4.17. Dökme yük gemisi FMEA ekip puanlamaları yeni RÖS değerleri

.No	Hata ve Tehlikelerin Türü	Üye 1			Üye 2			Üye 3			Üye 4			Aritmetik Ortalama			Yeni RÖS
		O	Ş	S	O	Ş	S	O	Ş	S	O	Ş	S	AOO	AOŞ	AOS	
H01-1	Havasızlıktan boğulma	6	10	2	8	10	2	4	10	1	5	9	2	5.75	9.75	1.75	98.11
H01-2		2	10	2	5	9	2	3	10	1	5	9	3	3.75	9.50	2.00	71.25
H01-3		5	8	1	6	9	5	4	9	1	4	8	5	4.75	8.50	3.00	121.13
H01-4		5	6	1	5	8	2	4	7	1	5	8	2	4.75	7.25	1.50	51.66
H01-5		3	6	2	5	8	1	2	6	1	4	8	3	3.50	7.00	1.75	42.88
H01-6		5	10	1	8	9	2	4	10	1	5	8	2	5.50	9.25	1.50	76.31
H02-1	Yüksekten düşme	5	8	1	6	7	1	6	9	1	4	4	5	5.25	7.00	2.00	73.50
H02-2		5	7	2	5	6	2	4	9	1	4	4	5	4.50	6.50	2.50	73.13
H02-3		4	9	3	4	4	2	6	9	1	4	3	6	4.50	6.25	3.00	84.38
H02-4		5	8	5	5	3	2	6	9	3	4	3	6	5.00	5.75	4.00	115.00
H02-5		5	7	2	6	4	1	6	8	1	4	4	2	5.25	5.75	1.50	45.28
H02-6		6	10	4	5	5	2	5	9	3	4	3	5	5.00	6.75	3.50	118.13
H03-1	Zehirli mahal atmosferi	4	10	2	6	8	2	5	10	1	6	9	3	5.25	9.25	2.00	97.13
H03-2		2	8	2	3	3	2	3	10	1	5	9	3	3.25	7.50	2.00	48.75
H03-3		3	8	3	5	5	3	3	9	2	5	8	2	4.00	7.50	2.50	75.00
H03-4		2	7	3	4	6	4	3	9	2	5	8	3	3.50	7.50	3.00	78.75
H03-5		5	8	3	6	6	8	8	10	1	4	7	3	5.75	7.75	3.75	167.11
H03-6		5	10	2	5	5	3	6	10	2	4	7	3	5.00	8.00	2.50	100.00
H03-7		8	10	4	4	6	8	7	10	2	5	9	4	6.00	8.75	4.50	236.25

Çizelge 4.17. (devam) Dökme yük gemisi FMEA ekip puanlamaları yeni RÖS değerleri

H04-1	Yanıcı Patlayıcı mahal atmosferi	5	9	2	4	8	2	6	10	1	4	9	2	4.75	9.00	1.75	74.81
H04-2		5	7	1	6	7	3	8	8	1	5	9	1	6.00	7.75	1.50	69.75
H04-3		5	6	5	5	6	3	6	5	2	5	9	3	5.25	6.50	3.25	110.91
H05-1	Isıl Yorgunluk Isıl Stres	5	7	3	4	6	2	6	7	3	4	5	3	4.75	6.25	2.75	81.64
H05-2		6	6	1	4	2	2	6	6	2	4	5	3	5	4.75	2	47.50
H06-1	Oksijen yetersizliği	4	10	2	8	9	2	6	10	1	6	9	3	6.00	9.50	2.00	114.00
H06-2		6	7	2	4	5	2	5	8	2	4	7	4	4.75	6.75	2.50	80.16
H06-3		6	7	1	6	6	2	6	8	2	5	8	2	5.75	7.25	1.75	72.95
H06-4		2	3	1	5	5	2	3	3	1	7	8	4	4.25	4.75	2	40.38
H07-1	İletişim eksiklikleri	6	5	2	3	7	2	6	6	1	2	4	2	4.25	5.50	1.75	40.91
H07-2		5	7	1	5	7	5	5	6	1	4	6	2	4.75	6.50	2.25	69.47
H07-3		3	4	5	4	7	5	3	5	5	4	6	2	3.50	5.50	4.25	81.81
H08-1	Deri teması	3	5	4	5	3	2	3	6	2	3	4	5	3.50	4.50	3.25	51.19
H09-1	Yutulma (Boğulma)	4	7	5	4	5	2	5	8	2	5	10	3	4.50	7.50	3.00	101.25
H10-1	Gürültü	3	3	2	3	5	2	4	5	1	2	3	8	3.00	4.00	3.25	39.00
H11-1	Elektrik çarpması	4	10	1	5	7	2	4	9	1	4	9	2	4.25	8.75	1.50	55.78
H11-2		5	9	2	4	6	3	4	10	2	4	9	2	4.25	8.50	2.25	81.28
H11-3		7	8	1	6	7	4	7	9	1	3	8	5	5.75	8.00	2.75	126.50
H12-1	Yetersiz acil müdahale ekipmanı	5	8	1	4	5	3	4	8	1	4	6	3	4.25	6.75	2.00	57.38
H13-1	Kıfayetsiz acil müdahale eylemi	6	8	2	6	5	2	5	8	2	4	6	4	5.25	6.75	2.50	88.59
H14-1	Planlanmamış, bilinmeyen girişler	4	9	5	5	7	4	4	9	5	5	8	5	4.50	8.25	4.75	176.34
H15-1	Bayılma, bilinç kaybı	5	9	5	5	6	4	5	8	4	2	5	5	4.25	7.00	4.50	133.88
H15-2		5	6	4	4	5	4	5	6	3	2	6	4	4.00	5.75	3.75	86.25
H16-1	Kaygan zemin	7	8	1	6	5	2	6	9	1	3	6	2	5.50	7.00	1.50	57.75
H17-1	Mahalin keskin yapısal elemanları	4	8	2	5	3	2	3	9	1	3	2	6	3.75	5.50	2.75	56.72

Çizelge 4.18. Petrol tankeri FMEA ekip puanlamaları yeni RÖS değerleri

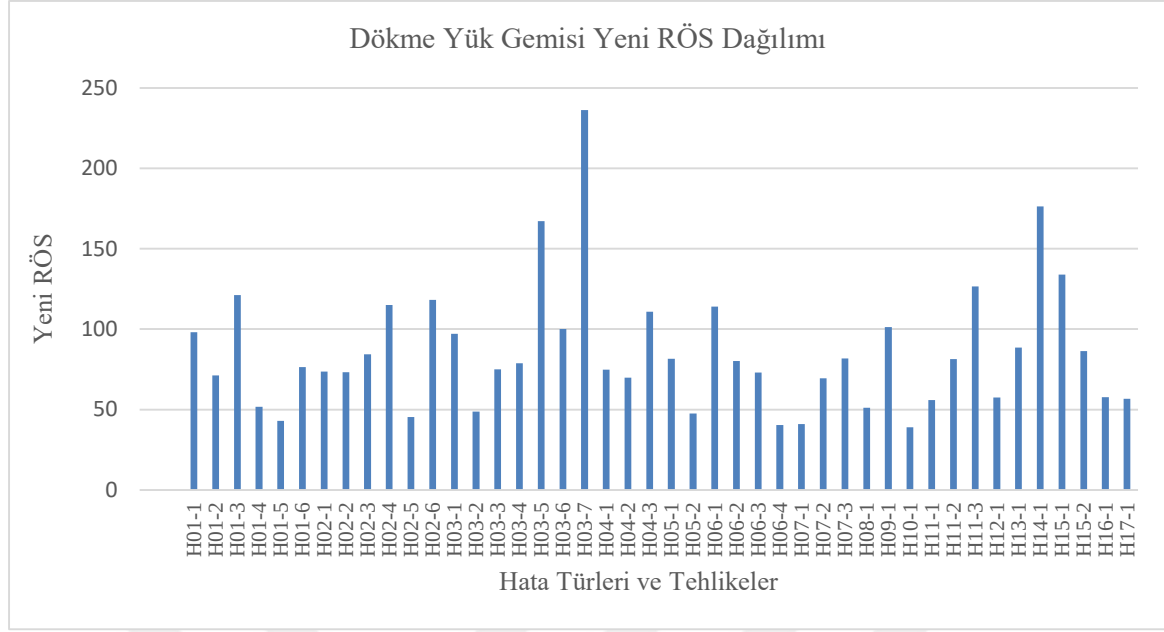
H.No	Hata ve Tehlikelerin Türü	Üye 1			Üye 2			Üye 3			Üye 4			Aritmetik Ortalama			Yeni RÖS
		O	Ş	S	O	Ş	S	O	Ş	S	O	Ş	S	AOO	AOŞ	AOS	
H01-1	Havasızlıktan boğulma	6	10	3	5	10	2	3	10	1	4	10	3	4.50	10.00	2.25	101.25
H01-2		4	10	3	8	8	2	4	10	2	5	8	2	5.25	9.00	2.25	106.31
H01-3		3	10	2	7	8	3	5	10	3	6	8	2	5.25	9.00	2.50	118.13
H01-4		7	10	2	5	8	3	2	10	2	4	7	1	4.50	8.75	2.00	78.75
H01-5		3	10	2	7	7	3	5	10	1	5	7	2	5.00	8.50	2.00	85.00
H01-6		5	10	2	6	8	2	5	10	2	5	8	3	5.25	9.00	2.25	106.31

Çizelge 4.18. (devam) Petrol tankeri FMEA ekip puanlamaları yeni RÖS değerleri

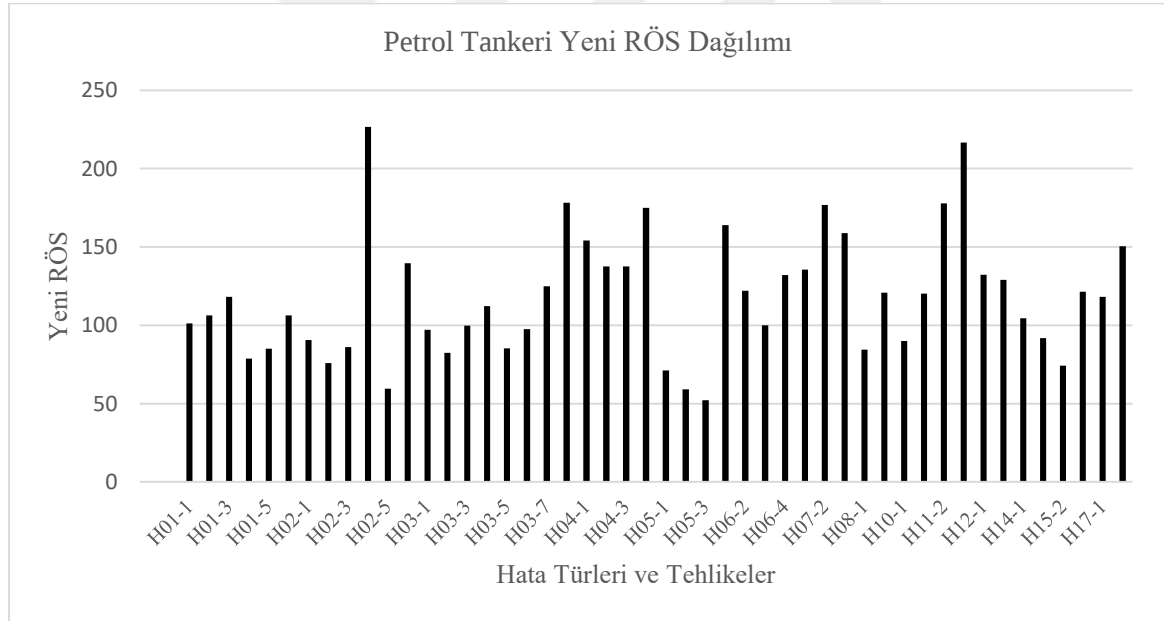
H02-1	Yüksekten Düşme	9	9	2	6	6	2	5	9	2	3	4	3	5.75	7.00	2.25	90.56
H02-2		6	9	2	5	5	3	4	9	2	3	4	3	4.50	6.75	2.50	75.94
H02-3		6	9	2	5	6	5	5	9	1	3	5	2	4.75	7.25	2.50	86.09
H02-4		9	9	5	6	6	5	6	9	5	4	5	5	6.25	7.25	5.00	226.56
H02-5		4	9	2	5	6	1	4	9	2	4	4	3	4.25	7.00	2.00	59.50
H02-6		8	9	5	5	6	4	4	9	3	5	5	2	5.50	7.25	3.50	139.56
H03-1	Zehirli Mahal Atmosferi	6	6	3	7	10	2	5	10	2	5	4	2	5.75	7.50	2.25	97.03
H03-2		7	4	3	7	8	2	4	8	2	4	4	3	5.50	6.00	2.50	82.50
H03-3		7	6	3	7	7	2	5	10	2	3	6	3	5.50	7.25	2.50	99.69
H03-4		4	5	5	6	9	4	6	8	3	3	5	2	4.75	6.75	3.50	112.22
H03-5		4	6	3	3	8	3	4	8	3	4	6	4	3.75	7.00	3.25	85.31
H03-6		4	6	3	4	8	3	4	8	3	4	8	4	4.00	7.50	3.25	97.50
H03-7		9	6	3	8	8	3	5	10	2	3	8	2	6.25	8.00	2.50	125.00
H03-8		5	6	3	9	8	7	5	10	3	4	7	3	5.75	7.75	4.00	178.25
H04-1	Yanıcı Patlayıcı Mahal Atmosferi	8	9	4	6	10	3	6	10	2	3	10	2	5.75	9.75	2.75	154.17
H04-2		8	10	3	7	10	3	4	10	1	3	10	3	5.50	10.00	2.50	137.50
H04-3		3	10	4	8	9	3	3	8	4	3	10	3	4.25	9.25	3.50	137.59
H04-4		5	10	4	8	9	4	3	8	5	4	8	3	5.00	8.75	4.00	175.00
H05-1	Isıl Yorgunluk /Isıl Stres	7	6	2	8	6	5	5	6	1	2	5	1	5.50	5.75	2.25	71.16
H05-2		7	5	1	6	6	5	3	6	1	4	4	2	5.00	5.25	2.25	59.06
H05-3		6	5	3	6	6	3	3	6	1	4	5	1	4.75	5.50	2.00	52.25
H06-1	Oksijen Yetersizliği	7	10	5	7	10	3	5	10	2	4	8	2	5.75	9.50	3.00	163.88
H06-2		9	8	5	5	6	3	4	9	2	3	8	2	5.25	7.75	3.00	122.06
H06-3		6	9	5	7	6	2	4	7	1	3	10	2	5.00	8.00	2.50	100.00
H06-4		7	7	5	7	6	5	6	6	4	2	5	2	5.50	6.00	4.00	132.00
H07-1	İletişim Eksiklikleri	3	7	2	8	6	5	5	9	3	4	9	4	5.00	7.75	3.50	135.63
H07-2		8	8	5	8	6	5	6	6	4	4	9	1	6.50	7.25	3.75	176.72
H07-3		5	9	5	8	6	5	5	9	2	4	9	2	5.50	8.25	3.50	158.81
H08-1	Deri Teması	7	4	2	8	6	5	6	3	2	4	5	3	6.25	4.50	3.00	84.38
H09-1	Yutulma (Boğulma)	5	10	4	8	8	3	3	10	1	3	9	3	4.75	9.25	2.75	120.83
H10-1	Gürültü	9	6	2	6	6	5	6	5	1	3	7	2	6.00	6.00	2.50	90.00
H11-1	Elektrik Çarpması	7	10	4	7	9	3	3	8	2	3	8	2	5.00	8.75	2.75	120.31
H11-2		7	10	5	6	9	5	6	6	1	4	8	4	5.75	8.25	3.75	177.89
H11-3		9	10	7	6	9	5	6	6	1	7	8	2	7.00	8.25	3.75	216.56
H12-1	Yetersiz Acil Müdahale Ekipmanı	7	9	5	5	8	5	5	8	2	4	6	1	5.25	7.75	3.25	132.23
H13-1	Yetersiz, Kifayetsiz Acil Müdahale Eylemi	7	9	5	5	7	3	8	8	2	5	6	1	6.25	7.50	2.75	128.91
H14-1	Planlanmamış bilinmeyen girişler	7	10	5	3	8	3	5	6	2	4	8	1	4.75	8.00	2.75	104.50
H15-1	Bilinç Kaybı	5	4	2	6	8	5	7	8	1	3	8	2	5.25	7.00	2.50	91.88
H15-2		4	6	3	6	4	5	4	6	2	4	8	1	4.50	6.00	2.75	74.25
H16-1	Kaygan Zemin	7	7	5	4	6	3	8	7	2	5	7	2	6.00	6.75	3.00	121.50
H17-1	Mahalin keskin yapısal elemanları	7	8	3	5	5	3	5	6	4	4	5	5	5.25	6.00	3.75	118.13
H18-1	Patlama	2	10	4	8	9	5	6	10	1	3	10	3	4.75	9.75	3.25	150.52

Dökme yük gemisi ve petrol tankerine ait yeni RÖS hesaplamaları yapıldıktan sonra, dağılım grafikleri oluşturulmuştur. Dökme yük gemisi yeni RÖS dağılımlarına bakıldığında, en yüksek yeni RÖS değeri yine H03-7 kodlu zehirli mahal atmosferi (ambarlar, sintine tankları, slaç ve yakıt tankları, ana makine karter, skavenç ve kazan mahallerinde gaz ceplerinin varlığı) olmuş, en düşük yeni RÖS değeri de aynı şekilde H10-1 kodlu gürültü (boru tüneli, dümen kovanı, ana makine ve makine dairesi) olarak değişmemiştir. En yüksek ve en düşük yeni RÖS değerlerinin aynı risk gruplarında kaldıkları gözlemlenmiştir. Dağılımda “çok yüksek” risk sınıflandırmasında bulunan H03-7 kodlu hata ve tehlike türü dışındaki tüm riskler belirlenen önleyici-düzeltilici tedbirler – faaliyetler sonrasında “yüksek” risk grubuna indirgenmiştir. “Yüksek risk” grubunda bulunan 24 adet hata ve tehlike türünden 17 adedinin ise “orta risk” sınıflandırmasına kaydı; ancak 7 adedinin RÖS değerleri daha düşük bulunmasına rağmen yine “yüksek risk” grubunda kaldığı belirlenmiştir. “Orta risk” grubu incelendiğinde, 4 adet hata ve tehlike türü “düşük risk” grubuna dahil olmuş, fakat geriye kalan 9 adet hata ve tehlike türü “orta risk” grubunda daha düşük RÖS değerleri ile devam etmiştir.

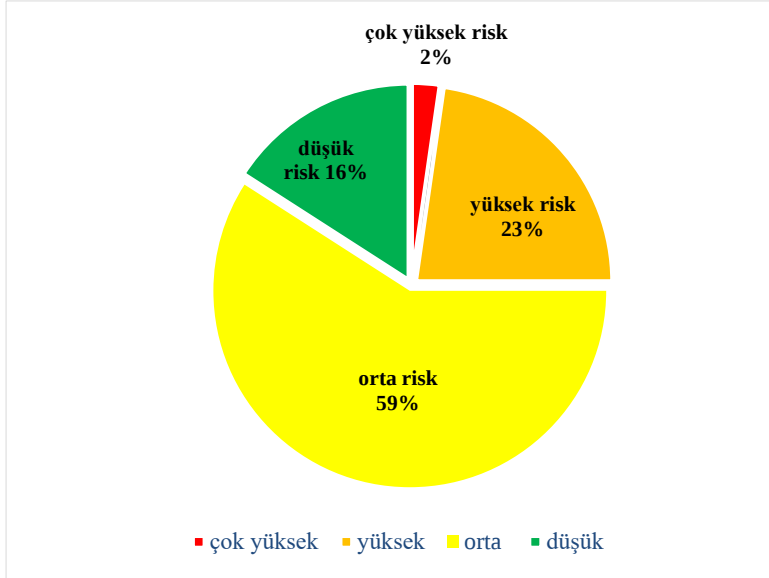
Petrol tankerinde yeni RÖS puanlamaları değerlendirildiğinde, en yüksek yeni RÖS değeri, H02-4 kodlu yüksekten düşme (aceleci davranma – yük tankları, balast tankları, zincirlik), en düşük yeni RÖS değeri ise H05-3 kodlu ısıl yorgunluk, stres (tüm kapalı mahaller) olarak belirlenmiştir. İki adet tehlike ve hata türü (yüksekten düşme ve elektrik çarpması) “çok yüksek risk” grubunda devam etmiştir. Ancak her ikisinin RÖS puanları daha düşüktür. Toplamda 11 adet “çok yüksek risk” grubundaki tehlike ve hata türü ise “yüksek risk” grubuna dahil olmuş; 14 adet “yüksek risk” grubundaki tehlike ve hata türü de “orta risk” grubuna geçmiştir. “Orta risk” grubundaki hata ve tehlike türlerinde değişme olmamış ve aynı risk grubunda daha düşük puanlarla yer almıştır. ” Düşük risk” grubu ise oluşmamıştır.



Şekil 4.7. Dökme yük gemisi örneği yeni RÖS dağılımları



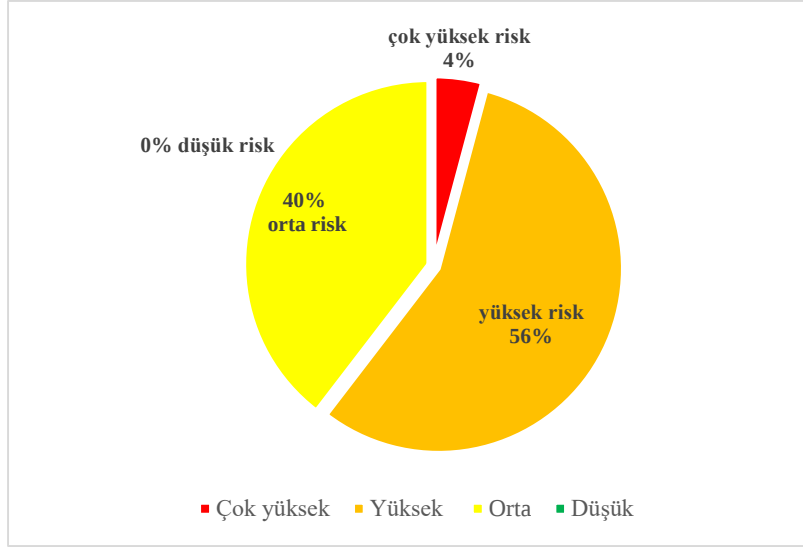
Şekil 4.8. Petrol tankeri örneği yeni RÖS dağılımları



Şekil 4.9. Dökme yük gemisi - yeni RÖS eşik değerlendirmesi yüzdesel dağılım grafiği

Dökme yük gemisi, yeni RÖS eşik değerlendirmesi yüzdesel dağılım grafiğinde “çok yüksek” risk grubunun %9’dan %2’ye düştüğü; “yüksek risk” grubunun % 54 oranından % 23’e gerilediği, “orta risk” grubunda ise “çok yüksek” ve “yüksek” risk gruplarından kayma yaşandığından, bu grubun %30’dan %59’a çıktığı gözlenmiştir. “Düşük” risk grubu ise, önleyici faaliyet ve tedbirler sonrasındaki iyileştirmeler sonucu %7’den %16’ya artış göstermiştir. Buna göre dökme gemileri kapalı mahallerindeki hata ve tehlike türlerine ait risklerin, alınan tedbirler sonrası daha çok “orta risk” sınıflandırmasında toplandığı anlaşılmaktadır.

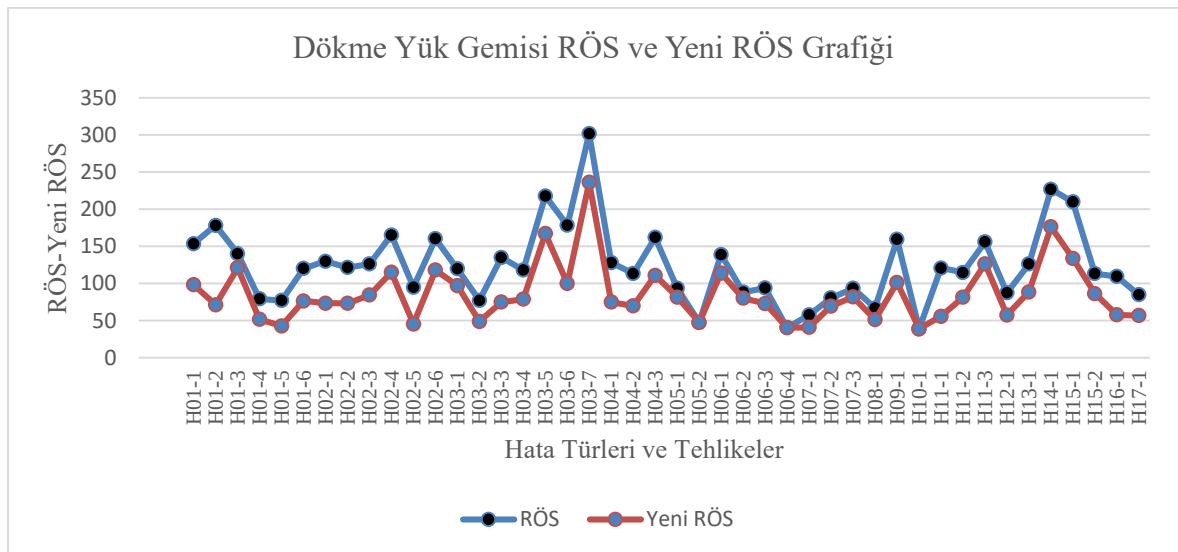
Petrol tankerinde, şekil 4.10.’daki yeni RÖS eşik değerlendirmesi yüzdesel dağılım grafiğine bakıldığında, “çok yüksek risk” grubu %27’den %4’e, “yüksek risk” grubu ise %65’ten %56’ya düşmüştür. Orta risk grubunda ise %8’den %40’a artış yaşanmış ve “düşük risk” grubu yine oluşmamıştır. Petrol tankerindeki kapalı mahal hata ve tehlike türlerine ait risklerin ise alınan tedbirler sonrasında yine yüksek risk sınıflandırmasında değerlendirildiği görülmektedir.



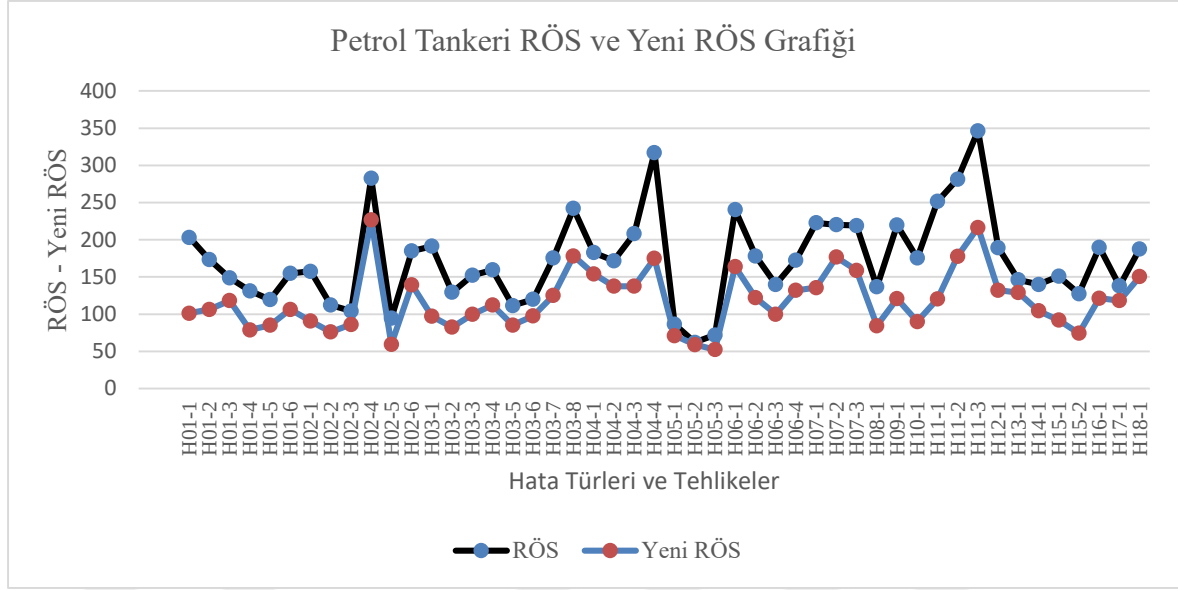
Şekil 4.10. Petrol tankeri yeni RÖS eşik değerlendirmesi yüzdesel dağılım grafiği

Dökme yük gemisi ve petrol tankeri RÖS ve yeni RÖS puanları grafik üzerinde şekil 4.11. ve şekil 4.12. üzerinde gösterilmiştir. Her iki RÖS grafiğinde, gemilerin alınan düzeltici faaliyetler-tedbirler öncesi sonrası durumlarına ait karşılaştırmaları, görsel olarak ifade edilmiştir.

Karşılaştırma neticesinde dökme yük gemisi RÖS ortalaması hesaplandığında, 123.81 sayısından yeni RÖS ortalamasında bu sayının 85.68'e düştüğü; petrol tankerinde ise RÖS ortalamasının 173.39 sayısından, yeni RÖS ortalamasında 117.90'a indirgenebildiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.11. Dökme yük gemisi RÖS ve yeni RÖS dağılımları



Şekil 4.12. Petrol tankeri RÖS ve yeni RÖS dağılımları



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Uluslararası deniz taşımacılığının bel kemiğini oluşturan petrol tankerleri ve dökme yük gemileri tasarımları gereği oldukça fazla sayıda kapalı mahale sahiptir. Bu kapalı mahaller tıpkı kara endüstrilerinde olduğu gibi tehlike ve riskler barındırmakla birlikte kaza anında gemilerin seyirde, demirde ya da limanda kısıtlı dış kaynaklı ve profesyonel acil kurtarma ekip veya eylemlerine erişim olanakları çok daha azdır. Dolayısı ile kapalı mahal girişlerinin emniyetli hale getirilmesi gemi çalışanları için hayati bir zorunluluk arz etmektedir. Bu tip gemilerde yaşanan kapalı mahal kazalarının diğer gemi tiplerine nazaran daha çok olması ve özellikle dökme yük gemilerinde devam eden sayıca en yüksek kaza ve ölüm oranları, sektörde bu konuya daha farklı yaklaşımların geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Petrol tankerlerinde, yükün direk tehlikeli olmasından mütevellit kapalı mahal atmosferik koşullarında, herhangi bir kaza meydana gelmesi halinde katastrofik sonuçlara ulaşma potansiyeli, genel kanı olarak personel tarafından özümsemiştir ve sektörde birçok kuruluş tarafından bu konuda destekleyici yönde bilgilendirme yapıldığı görülmektedir. Dökme yük gemilerinde ise kapalı mahal tehlikelerinin, özellikle ambarlarda taşınan yükler sebebiyle hangi tehlikeleri arz ettiği ve/veya diğer kapalı mahallerin barındırdığı risklerin petrol tankerlerine göre ne derece kıymetlendirildiği bu çalışmada uzman ekip üyeleri ile FMEA yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme sırasında araştırma konusu olan dökme yük gemisi ve bağlı olduğu donatan işletmesinin diğer dökme filosu gemilerinde gemilere özel kapalı alan listeleri bulunmadığı anlaşılmış ve her bir filo gemisi için oluşturularak sirküle edilmesi sağlanmıştır

Öncelikli olarak çalışma sırasında örnek birer dökme yük gemisi ve petrol tankeri kapalı mahalleri listelenerek, belirlenen kapalı mahallerde oluşabilecek iş kazalarına yönelik hata ve tehlikelerin tanımlaması yapılmıştır. Kullanılmakta olan kapalı mahal giriş izinleri, çalışma prosedürleri ve risk değerlendirmeleri ile mevcut kontrol ve tedbirler kılavuzluğunda FMEA ekibi tarafından beyin fırtınasıyla hata ve tehlikeler, etki ve nedenleriyle ortaya konmuştur. Sonrasında ise ekibi oluşturan üyeler her bir hata ve tehlike için olasılık, şiddet ve saptanabilirlik puanlamasını bireysel olarak yapmış ve RÖS sayılarını belirlemiştir.

Dökme yük gemisinde toplamda 44 adet hata ve tehlike türü kodlaması sonucu ortaya çıkan RÖS sayıları incelenmiş, 4 adet “çok yüksek riskli”, 24 adet “yüksek riskli”, 13 adet “orta riskli” ve 3 adet “düşük riskli” hata ve tehlike türü saptanmıştır.

Petrol tankerinde toplamda 48 adet hata ve tehlike türü kodlanmış ve buna göre elde edilen RÖS sayılarında 13 adet “çok yüksek riskli”, 31 adet “yüksek riskli”, 4 adet “orta riskli” hata ve tehlike türü ortaya çıkmıştır. “Düşük risk” grubu oluşmamıştır.

Risk gruplarının, bu çalışmadaki düzeltici önlem ve faaliyetler öncesindeki yüzdesel dağılımları incelendiğinde, her iki gemi tipinde “yüksek risk” eşik değerini aşan RÖS puanlarının, diğer dilimlere göre en büyük payı alması, iki gemi türünde oldukça paralel ilerlemiştir. Ancak “çok yüksek risk” grubu petrol tankerinde dökme yük gemisine oranla yaklaşık üç kat daha fazla hata ve tehlike türünü barındırmış, ayrıca yine dökme yük gemisinden farklı olarak “düşük risk” grubu oluşmamıştır.

Risk gruplarının önceliklendirmesi sonrasında ise her iki gemi özelinde düzeltici eylem ve önlemler belirlenmiş ve akabinde ekip üyeleri tarafından yeni RÖS değerlendirmesi yapılmıştır. Netice itibarıyla her iki gemide birden “çok yüksek riskli” hata ve tehlikeler olabildiğince alt gruplara indirgenmiş, dökme yük gemisinde 1 adet, petrol tankerinde ise 2 adet “çok yüksek riskli” hata ve tehlike türü elde edilmiştir. Ancak dökme yük gemisinde riskler %59 oranıyla “orta riskli” grupta toplanmış, petrol tankerinde ise riskler %56 oranında “yüksek risk” grubunda yer almıştır. Bu nedenle petrol tankerinde dökme yük gemisine göre kapalı mahal tehlikeleri içim “yüksek tehlike ve risk” algısının daha fazla oluştuğu anlaşılmaktadır.

Çalışmada petrol tankerinden farklı olarak dökme yük gemisinde mahalde gaz ceplerinin varlığı “çok yüksek risk” kategorisinde değerlendirilirken, petrol tankerinde “yüksek risk” kategorisinde yer almıştır. Yine petrol tankerinden farklı şekilde “yüksek risk” grubunda bilinç kaybının, aşırı yorgunluk ve psikolojik etmenlerden (korku, panik, hiyerarşi gibi) kaynaklanabileceği yer alırken, petrol tankerinde ise bu risk orta düzeyde değerlendirilmiştir. Ancak bunun yanında, dökme yük gemisinde aceleci davranma, elektrik çarpması “yüksek risk” grubuna girerken, petrol tankerinde bu tehlike ve hatalar “çok yüksek risk” grubuna dahil edilmiştir.

Petrol tankeri yeni RÖS puanlamaları incelendiğinde, dökme yük gemilerinden ayrı olarak aynı hata ve tehlike türleri olan havasızlıktan boğulma (oksijen eksikliği ya da zenginliği, mahal atmosferinin ölçülmemesi, yanlış ölçümü, yetersiz hava, yanlış/yetersiz havalandırma), yanıcı, patlayıcı mahal atmosferi (yetersiz havalandırma, sıcak çalışma), oksijen yetersizliği (boya uygulaması, boya kuruması, paslanma), iletişim eksiklikleri, elektrik çarpması (elektriksel izolasyonun sağlanmaması, uygun KKE kullanılmaması) yetersiz acil müdahale ekipmanı, yetersiz, kifayetsiz acil müdahale planı-eylemi, kaygan zemin, mahalın keskin yapısal elemanları “yüksek risk” grubunda değerlendirilmiştir. Dökme yük gemilerinde daha az risk yaratacağı hesap edilen bu risklerin petrol tankerinde daha yüksek seviyelerde kıymetlendirilmiş olduğu ortaya konulmuştur.

Literatürde gemilerde kapalı mahallerde yaşanan iş kazalarına ait sınırlı sayıda çalışma bulunmakla birlikte, dökme ve petrol tankeri özelinde kapalı mahal risk değerlendirmesi yapılan bu çalışma örneğinin, diğer gemi tipleri arasındaki karşılaştırmalara da fayda sağlayacağı öngörülmektedir. Bu bağlamda dökme yük gemilerinde petrol tankerlerinde oluşan emniyet kültürünün ve emniyet bilincinin yaratılması ve çalışan personelin farkındalığının artırılması hedeflenmelidir. Dolayısı ile öncelikle insan faktörü değerlendirilmeli ve bunun için insan hatalarını önleyici faaliyetlerin gerek gemilerin tasarım aşamalarında gerekse sonradan ilave teknolojik çözümler sunularak geliştirilmesi önerilmektedir. Dökme yük gemilerinde ambarlar, ambarlara bitişik mahaller ya da balast tankları gibi periyodik giriş yapılan kapalı mahallerde sabit gaz sensörlerinin bulundurulması, uzaktan kumanda edilebilecek araçların mahal giriş öncesi kontrol veya mahal girişine gerek kalmadan içeride kullanılması, kapalı devre kamera sistemlerinin uygun olan mahallerde kurulumu gibi mühendislik çözümlerin ulaşılabilir maliyetlerde sektörde yaygınlaştırılması proaktif bir yaklaşım sunacaktır.

IMO MSC.350(92) kararı ile ticari gemilerde kapalı mahal giriş talimlerinin her 2 ayda bir yapılmasını 01.01.2015 tarihi ile zorunlu kılmıştır, ayrıca 01.01.2016 tarihinden itibaren SOLAS regülasyonları gereği (XI-1/7) ticari yük gemilerinde uygun taşınabilir atmosfer test ünitesi bulundurulmasını ve bu üniteler seçilirken ekipmanın IMO MSC 1/Circ. 1477 kararına uygun olarak kapalı mahallerde oksijen, yanıcı gazlar, karbon monoksit ve hidrojen sülfid gaz konsantrasyonlarını ölçebilen nitelikte olması gerektiğini belirtmektedir. IMO tarafından yapılan tüm bu iyileştirmeler zaman zaman yapılan denetlemeler ile takip ediliyor olsa da tavsiyelerin gerçekte gemi üzerinde ne kadar uygulandığını göstermemektedir.

Çünkü talim kayıtlarının düzenli tutulması ve ilgili ekipmanın çalışıyor vaziyette gemide bulunması yeterli kabul edilebilmektedir. Ayrıca gemi çalışanlarının doldurmakla yükümlü oldukları kontrol listeleri, risk analizlerinin sayfalarca olabilmesi, belge bazında bıkkınlık yaratabilmekte, personeli ezbere dayalı davranış ve tutumlara sürükleyebilmektedir.

Gemi çalışanlarının eğitimleri karşılaştırıldığında ise tanker gemilerinde çalışan personel basit ve ileri kargo operasyonları için eğitim alırken dökme yük gemilerinde çalışmaya elverişli olabilmek adına buna benzer bir yük eğitimi aranmamaktadır. Dökme yük gemilerinde çalışan zabıtların değil aynı zamanda basit gemi adamları ve liman çalışanlarını da kapsayacak şekilde kapalı mahal tehlike ve risklerine dair zorunlu bir sertifikasyon programının kademeli olarak düzenlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca taşınan yükler için gerektiği takdirde kullanılan fumigasyon ilaçlarından salınan zehirli gazların yol açtığı tehlike ve riskler ile bu ilaçların kullanımları, bertaraf edilmesi, gaz ölçüm cihazlarının kullanımları gibi adımlar eğitimlere dahil edilmelidir. İlave olarak gemiye gelen liman işçilerinin iş başlangıcı öncesinde o gemi özelinde spesifik brifingler alması zorunluluğu oluşturulmalıdır.

Diğer bir husus, dökme gemilerinde kapalı mahallerde emniyetli çalışma ortamının petrol tankerlerindeki risk değerleri açısından da sağlanması gerekliliği olarak karşımıza çıkmaktadır. Gemilerde gemi kaptanlarının en birincil görevlerinden biri emniyetli ortamı oluşturmaktır ve bunun için liderlik etmesi gereklidir. Kapalı mahaller için öncelikle gemi personelinin yorgunluk, yetersiz uyku, yetersiz dinlenme saatlerinin gözetilmemesi, yapılan eğitimleri kağıt üzerinde yapıldı olarak göstermek, farklı milletlerden çalışanların birbiri ile iletişim halinde oldukları dil birliğinin sağlıklı ve anlaşılabilir şekilde sağlanamaması, dikkat dağınıklığı ve konsantrasyon bozukluğuna yol açabilen cep telefonu-cep bilgisayarlarının kısıtlanmaması, ticari baskıların ve zaman kısıtlılıklarının personel üzerinde yarattığı stres nedeni ile sağlıklı karar verme yetisinin yitirilmesi, emniyetli işletim sisteminin gerektirdiği prosedürlere uyulmamasına müsaade edilmesi gibi etkenler düşünülmelidir. Tüm bu etkenlerin bertaraf edilebilmesi sadece gemi kaptanına değil işletmelerin de buna ayak uydurarak emniyet bilincini yaymaya çalışması, birincil önceliğin bu olduğuna dair gemi kaptanına güvence vermesi ve gemi kaptanı ile işletmenin aynı vizyona sahip olması şarttır. İşletmeler aynı zamanda “yaşayan” yani sürekli revizelerle ayakta tutmakla yükümlü oldukları emniyetli işletim sistemini ve risk analizlerini kendi sistemlerine entegre etmeli ve

özellikle ticari baskıları üzerine almaya çalışarak gemi kaptanı üzerindeki baskı ve stresi azaltmaya yönelik çaba sarf etmelidir.

Kapalı mahallerin girişlerinde her ne kadar çeşitli tip, boyut ve özellikteki uyarı levhaları, posterleri, etiket ya da işaretleri olsa da mahale giriş öncesinde bu ikazlara ne kadar dikkat gösterildiği, uyarıcı yazıların okunup okunmadığından emin olunamamaktadır. Bu nedenle girişlerinin bir renk kodlaması, örneğin dökme yük gemisine özel tüm listelenen kapalı mahal giriş menhol ya da kaportalarının standart ve dikkat çekici fosforlu bir renk ile boyanması sağlanabilir.

Tüm bu önlemlerin ışığında denizcilik endüstrisinin dökme gemilerinde kapalı mahal kazalarını önleme amacıyla en hızlısından global bir strateji belirleyerek kaza oluşma risklerini ve ölümle sonuçlanan kazaları azaltmak; ayrıca dökme yük gemilerinde yapılan risk analizlerinin daha detaylı ve tek bir standartta birleştirilerek hareket edilmesi gereği sonucu doğmaktadır.



KAYNAKLAR

1. İnternet: International Transport Workers' Forum Canaries in the cargo hold: dockers and seafarers dying in confined spaces on the rise, URL: <https://www.itfglobal.org/en/news/canaries-cargo-hold-dockers-and-seafarers-dying-confined-spaces-rise>, Son Erişim Tarihi: 01.06.2023
2. İnternet: Rightship, Safety insight paper – enclosed spaces entry. URL: <https://rightship.com/insights/safety-insights-paper-enclosed-space-entry>, Son Erişim Tarihi: 08.08.2023
3. Çakır, E. (2019). Fatal and serious injuries onboard merchant cargo ships. *Int Marit Health*, 70 (2), 113–118.
4. Acar, B. (2007). *Risk değerlendirmesi temelli yönetim anlayışının denizcilikte uygulanması ve türk deniz ticaret filosunun risk değerlendirmesi yöntemi ile analizi*, (Doktora Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İzmir.
5. Göksu, S., (2021). *Emniyetli gemi operasyonları için hata türleri ve etkileri analizi (FMEA)'ne dayalı risk değerlendirme modeli geliştirilmesi*, (Doktora Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Deniz Ulaştırma Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
6. ISM (2018), *International Safety Management Code*, IMO. London, 11.
7. Birgören, B. ve Yalçınkaya, M. (2019). İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirmesinde hata türleri ve etkileri analizinin (FMEA) kullanımı, *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 11(1), 41-50.
8. International SEMATECH (1992). Failure Mode and Effects Analysis (FMEA): A Guide for Continuous Improvement for the Semiconductor Equipment Industry. Technology Transfer #92020963B-ENG. Albany, NY: SEMATECH.
9. İnternet: Sankaranarayana, S. (2022). *Prevention of occupational and other accidents during cargo related operations onboard*, Sri Lanka CINEC Campus Institute, URL: <http://repository.cinec.edu/handle/cinec20/215> Son Erişim Tarihi:21.10.2023
10. Roberts, S.E., Nielsen, D., A. Kotłowski and Jaremin, B. Fatal accidents and injuries among merchant seafarers worldwide, *Occupational Medicine*, 64, 259–266.
11. Işık, M. K. (2016). *Gemi bakım ve onarım sektörü kapalı alanlarında iş sağlığı ve güvenliği*, ÇSGB İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.
12. Viran, A ve Barlas, B. (2018). Gemilerde kapalı alanlarda yapılan çalışmalar ve iş kazalarının analizi, *Gemi ve Deniz Teknolojisi Dergisi*, 214, 19-36.
13. Karabakır, A. (2020). *Motorin (F-76) yakıtı kullanan gemilerin yakıt tanklarında yapacakları gazdan arındırma işlemlerinde risk yönetimi ve kapalı alan prosedürünün oluşturulması*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

14. Uysal, G. (2020). *Onarımda bulunan askeri gemilerdeki kapalı alanlarda yapılan çalışmalarda iş sağlığı ve güvenliği*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
15. Soner, O. (2021). Application of fuzzy DEMATEL method for analysing of accidents in enclosed spaces onboard ships, *Ocean Engineering*, 220,108507.
16. Sakar, C., Buber, M., Koseoglu, B., Toz, A.C (2022). Risk analysis for confined space accidents onboard ship using fuzzy bow-tie methodology, *Ocean Engineering*, 263, 112386.
17. Sayareh, J. ve Ahouei, V.R., (2013). Failure mode and effects analysis (FMEA) for reducing the delays of cargo handling operations in marine bulk terminals, *Journal of Maritime Research*, X,(2), 43 – 50.
18. Menteş, A., Yiğit, M. (2018). Gemi geri dönüşüm tesisleri ve risk değerlendirmesi, *Gemi İnşa ve Deniz Bilimleri Dergisi*, 18, 15-30.
19. Erdoğan, G. (2022). *İstanbul gemi trafik hizmetleri merkezi'nin günlük operasyonel faaliyetlerine ilişkin hata türü ve etkileri analizi (FMEA) uygulaması*, (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Deniz Ulaştırma Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.
20. Deniz Ticaret Odası. (2015). Yoğunlaştırılmış Denetim Kampanyası (CLC) Hk. (Sirküler No:637/2015), 26.08.2015.
21. İnternet: Marine Insight Know your spaces onboard ships.Be safe![Facebook durum güncellemesi].URL:<https://www.facebook.com/.../a.360745271>, Son Erişim Tarihi: 08.09.2023
22. Maritime and Coastguard Agency. (Ed.).(2021). *Code of safe working practices for merchant seafarers – Amendment 6*, (s -223), London:TSO
23. International Labour Office (ILO) (2004). *Accident prevention onboard ship at sea and in port*.Geneva.
24. ICS, OCIMF ve IAPH (2020), *International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals*. Scotland, Witherbys. 165.
25. Burke, D. ve Alnasser M., (2020). Oxygen depletion in enclosed spaces, *Journal of Marine Engineering & Technology*, 19(4), 291-294.
26. Sundal, M.K., Lillenga, P.K., Barane, H., Morild, I., Vevelstad, M. (2017). Asphyxiation death caused by oxygen-depleting cargo on a ship, *Forensic Science International*, 279 7–9.
27. İnternet: International Association of Class Societies (IACS), Confined space safe practice.Recommendation no.72, Rev.3.URL: <https://www.hellenicshippingnews.com/wp-content/uploads/2019/08/rec72rev3.pdf>, Son Erişim Tarihi: 20.08.2022

28. Popov, G., Lyon, B.K. and Hollcraft, B. (2016). *A Practical Guide to Assessing Operational Risks, Failure Mode and Effective Analysis*. Kansas City, USA: John Wiley & Sons.
29. Stamatis, (2003). *D.H Failure Mode and Effect Analysis: FMEA From Theory to Execution*. Milwaukee : Quality Press.
30. Carlson, C. “Understanding and Applying the Fundamentals of FMEAs”, *2015 Annual Reliability and Maintainability Symposium* , (Tucson -Arizona, 2015). 1-12. Arizona: AR & MS , 2015.
31. Internet: Özdilek, Ö. FMEA / FMECA - Hata modu ve etkileri analizi (Failure mode and effects analysis-Failure mode and critically effects analysis). URL:[https://tr.linkedin.com/pulse/fmea-fmeca-hata-modu-ve-etkileri-analizi-failure-mode- %C3%B6zlem-%C3%B6zkili%C3%A7](https://tr.linkedin.com/pulse/fmea-fmeca-hata-modu-ve-etkileri-analizi-failure-mode-%C3%B6zlem-%C3%B6zkili%C3%A7) ,Son Erişim Tarihi:02.04.2022.
32. Yorulmaz, M., Durmuş, D. ve Sezen, K. (2022). Gemilerin havuzlama operasyonlarındaki risklerinin FMEA yöntemi ile analizi. *Journal of Academic Value Studies*, 8 (3), 293-303
33. Yorulmaz, M. ve Sezen, K., (2023). Denizcilik alanında kullanılan risk analizi yöntemleri ve fine kinney yöntemiyle bir uygulama. *Afet ve Risk Dergisi*, 6(3), 622-637
34. Şensöğüt, C., & Sargın, S. S. (2021). Olası hata türleri ve etkileri analizi (HTEA) yöntemi ile bir yeraltı kömür işletmesinin risk analizinin yapılması. *Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi*, 2(32), 1-8.
35. Özkılıç Ö. (2005), *İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetim Sistemleri Ve Risk Değerlendirme Metodolojileri*, TİSK Yayınları, Yayın No: 246, ISBN 975- 2545-25-12, s-139.
36. Kangavari M. ve ark. (2015). An application of failure mode and effect analysis (FMEA) to assess risks in petrochemical industry in Iran, *Iranian Journal of Health, Safety & Environment*, 2(2), 257-263.
37. Kuvvetli, Ü. (2008). *Failure modes and effects analysis (FMEA) in statistical models*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.





Gazili olmak ayrıcalıktır