KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TERSANE İŞLETMELERİNDE GEMİ HAVUZLAMA OPERASYONLARINDAKİ RİSKLERİN FMEA VE BALIK KILÇIĞI YÖNTEMLERİ İLE ANALİZİ

MEHMET DEMİRDAĞ

KOCAELİ – 2025

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TERSANE İŞLETMELERİNDE GEMİ HAVUZLAMA OPERASYONLARINDAKİ RİSKLERİN FMEA VE BALIK KILÇIĞI YÖNTEMLERİ İLE ANALİZİ

MEHMET DEMİRDAĞ

Doç.Dr. Murat YORULMAZ
Danışman, Kocaeli Üniv. .....
Dr. Öğr. Üyesi İsmet TIKIZ
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv. .....
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÖZKAN
Jüri Üyesi, Yalova Üniv. .....

Tezin Savunulduğu Tarih:30.01.2025

ETIK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ

Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez/proje çalışmasında,

- Bu tezin/projenin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu,
- Çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı,
- Bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi,
- Bu çalışmanın Kocaeli Üniversitesi'nin abone olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun olduğunu,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Tezin/Projenin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez/proje çalışması olarak sunmadığımı,

beyan ederim.

■ Bu tez/~~proje~~ çalışmasının herhangi bir aşaması hiçbir kurum/kuruluş tarafından maddi/alt yapı desteği ile desteklenmemiştir.

☐ Bu tez/~~proje~~ çalışması kapsamında üretilen veri ve bilgiler ..... tarafından ..... no'lu proje kapsamında maddi/alt yapı desteği alınarak gerçekleştirilmiştir.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

……...

Mehmet DEMİRDAĞ

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI

Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/projemin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullarla kullanıma açma izninin Kocaeli Üniversitesi'ne verdiğimi beyan ederim. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin/projemin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanımı bana ait olacaktır.
Tezin/projenin kendi özgün çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin/projenin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.
Yükseköğretim kurulu tarafından yayınlanan "***Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge***" kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi/ Kocaeli Üniversitesi Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

☐ Enstitü yönetim kurulu kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.
☐ Enstitü yönetim kurulu gerekçeli kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 6 ay ertelenmiştir.
■ Tezim/projem ile ilgili gizlilik kararı verilmemiştir.

.....

Mehmet DEMİRDAĞ

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu çalışma, gemi havuzlama operasyonlarında karşılaşılan risklerin etkin bir şekilde yönetilmesi ve iş güvenliğinin artırılması amacıyla hazırlanmıştır. Gemi inşası ve bakım süreçleri, denizcilik endüstrisinin vazgeçilmez bir parçası olup, bu operasyonlar sırasında iş kazalarının meydana gelme olasılığı yüksektir. Bu bağlamda, iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması için risk analiz yöntemlerinin kullanılması büyük önem taşımaktadır. Çalışmamda, özellikle FMEA (Hata Türleri ve Etkileri Analizi) ve Balık Kılçığı yönteminin gemi havuzlama operasyonlarına nasıl uygulanabileceğini araştırıldı ve bu yöntemlerin iş kazalarının önlenmesindeki etkinliğini ortaya koymaya çalışılmıştır.

Bu tez, yalnızca gemi havuzlama operasyonlarındaki risklerin nasıl yönetilebileceğini göstermeyi değil, aynı zamanda tersanelerde iş sağlığı ve güvenliği konularında yapılacak çalışmalara katkı sağlamayı hedeflemektedir. Gemi bakım ve onarım süreçlerinde daha güvenli bir çalışma ortamı yaratmanın yollarını araştırırken, iş kazalarının nedenleri ve bu kazaların nasıl önlenebileceği üzerinde durulmuştur. Bu çalışma boyunca elde edilen bilgiler, denizcilik sektörü başta olmak üzere farklı endüstri alanlarındaki risk yönetimi ve iş güvenliği süreçlerine ışık tutacaktır.

Bu tezin hazırlanmasında bana destek olan, her türlü bilgi ve tecrübesiyle beni yönlendiren değerli danışmanım Doç. Dr. Murat YORULMAZ'a minnettarlığımı sunarım. Tez sürecimdeki katkıları, önerileri ve eleştirileri sayesinde çalışmamı daha ileriye taşıma fırsatı buldum. Kendisi hem akademik anlamda gelişmemi sağladı hem de araştırmalarımı en doğru yönde ilerletmeme yardımcı oldu.

Son olarak, bu süreçte bana sabır ve anlayış gösteren sevgili aileme ve dostlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Bu yolculuk boyunca onların desteğini hep yanımda hissettim.

Ocak – 2025 Mehmet DEMİRDAĞ

İÇİNDEKİLER

ETIK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ i
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR iii
İÇİNDEKİLER iv
ŞEKİLLER DİZİNİ v
TABLOLAR DİZİNİ vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ vii
ÖZET viii
ABSTRACT ix
1. GİRİŞ 1
2. TERSANE İŞLETMELERİ VE FAALİYETLERİ 2
2.1. Tersane İşletmelerinin Tarihçesi ve Gelişimi 2
2.2. Tersane İşletmelerinin Genel Faaliyetleri 2
2.3. Gemi Havuzlama Operasyonları 3
2.4. Gemi Bakım ve Onarım Süreçleri 4
2.5. Tersane İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği 5
2.6. Tersanelerin Ekonomik ve Stratejik Önemi 6
2.7. Tersanelerin Çevresel Etkiler ve Sürdürülebilirlik 7
3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI 8
4. YÖNTEM 10
4.1 Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) 10
4.1.1. Verilerin Toplanması ve Ön Hazırlık 11
4.1.2. FMEA Süreci ve Tablo Yapısı 11
4.2 Balık Kılçığı (Ishikawa) Yöntemi 20
4.2.1. Verilerin toplanması 20
4.2.2. Balık Kılçığı Diyagramının Oluşturulması 21
4.3 FMEA ve Balık Kılçığı Yöntemlerinin Birlikte Kullanımı 24
4.4 Problem Hiyerarşisi ve Önceliklendirme 25
4.5 FMEA ve Balık Kılçığı Yöntemlerinin Avantajları ve Sınırlamaları 26
4.6 Yöntemlerin Birlikte Kullanılmasının Önemi 27
5. BULGULAR 28
5.1. FMEA Bulguları 28
5.2. Balık Kılçığı Diyagramı Bulguları 30
5.3. Risk Önceliklendirme ve Kök Nedenlerin Ortadan Kaldırılması 32
5.4. Genel Bulguların Değerlendirilmesi 32
5.5. FMEA ve Balık Kılçığı Bulgularının Karşılaştırılması 32
5.6. FMEA ve Balık Kılçığı Yöntemleri ile Geliştirilen Öneriler 33
5.7. Bulguların İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi 35
5.8. Sonuçların Tersane Operasyonlarına Yansımaları 35
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 37
6.1. Sonuçlar 37
6.2. Öneriler 38
6.3. Gelecekteki Çalışmalar İçin Öneriler 40
KAYNAKLAR 41
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER 43
ÖZGEÇMİŞ 44

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Gemi havuzlama sırasında meydana gelen kazalar/hasarlar hakkında balık kılçığı diyagramı …….....21
Şekil 5.1. Gemi havuzlama operasyonlarında balık kılçığı diyagramı …….....31

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 4.1. FMEA zararın oluşma olasılığı 12
Tablo 4.2. FMEA şiddet etkisi sınıflaması 14
Tablo 4.3. FMEA fark edilebilirlik etki sınıflaması 17
Tablo 4.4. FMEA risk değerlendirme örnek formu 19
Tablo 4.5. Neden-Sonuç olası etkileri 22
Tablo 4.6. Risk önceliklendirme ve çözüm önerileri 23
Tablo 4.7. FMEA ve Balık Kılçığı yöntemlerinin birlikte kullanımı 24
Tablo 4.8. Problem hiyerarşisi ve önceliklendirme 25
Tablo 5.1 Gemi havuzlama operasyonları için FMEA risk analizi 28
Tablo 5.2. Yüksek hesaplanan RPN değerlerine sahip hata türü analizi 29

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

E : Etki
O : Olasılık
S : Şiddet
T : Tespit Edilebilirlik

Kısaltmalar

FMEA : Failure Modes and Effects Analysis (Hata Türleri ve Etkileri Analizi)
ILO : International Labour Organization (Uluslararası Çalışma Örgütü)
IMO : International Maritime Organization (Uluslararası Denizcilik Örgütü)
ISO : International Organization For Standardization (Uluslararası Standartlar Örgütü)
İSG : İş Sağlığı ve Güvenliği
KKD : Kişisel Koruyucu Donanım
OHSAS : Occupational Health and Safety Assessment Series (İş Sağlığı ve Güvenliği Değerlendirme Serisi)
RÖS : Risk Öncelik Sayısı

TERSANE İŞLETMELERİNDE GEMİ HAVUZLAMA OPERASYONLARINDAKİ RİSKLERİN FMEA VE BALIK KILÇIĞI YÖNTEMLERİ İLE ANALİZİ

ÖZET

Tersane işletmeleri, denizcilik sektörünün kritik faaliyetlerini yürütmekte olup, gemi inşası, bakım ve onarım işlemleri bu işletmelerin temel görevlerindendir. Gemi havuzlama operasyonları, gemilerin su altında kalan kısımlarının bakım ve onarım için kullanılan bir yöntem olup, karmaşık ve çok aşamalı süreçleri içermektedir. Bu süreçler sırasında çalışanlar çeşitli risklerle karşı karşıya kalmakta ve iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin etkin bir şekilde uygulanması hayati önem taşımaktadır. İş kazaları ve meslek hastalıkları tersane sektöründe önemli maddi ve manevi kayıplara neden olabilmektedir. Bu nedenle, gemi havuzlama operasyonlarında ortaya çıkabilecek risklerin tanımlanması, değerlendirilmesi ve önlenmesi için sistematik analiz yöntemleri kullanılmalıdır.

Bu çalışmada, gemi havuzlama operasyonlarındaki riskler FMEA (Failure Modes and Effects Analysis – Hata Türleri ve Etkileri Analizi) ve Balık Kılçığı (Ishikawa Diyagramı) yöntemleri ile analiz edilmiştir. FMEA, operasyon sırasında olası hata türlerini belirleyerek bu hataların olumsuz etkileri analiz etmekle birlikte risklerin önceliklendirilmesine olanak tanımaktadır. Balık kılçığı diyagramı ise iş kazalarının temel nedenlerini kategorize ederek bu kazaların kökenine inme fırsatı sunmaktadır. Her iki yöntem de tersanelerde iş kazalarının ve meslek hastalıklarının nedenlerini daha iyi anlamaya ve bu sorunların çözümü için etkili stratejiler geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Bu çalışma, FMEA ve Balık Kılçığı yöntemlerinin bir arada kullanılmasının, tersane işletmelerinde iş kazalarının ve meslek hastalıklarının azaltılmasına yönelik stratejik bir adım olacağını ortaya koymaktadır. Bu sayede daha güvenli bir iş ortamı oluşturulur ve iş verimliliği artırılabilir.

Anahtar Kelimeler: Balık Kılçığı Diyagramı, FMEA, Gemi Havuzlama Operasyonları, Risk Analizi, Tersane İşletmeleri.

ANALYSIS OF RISKS IN SHIP DOCKING OPERATIONS IN SHIPYARD BUSINESSES WITH FMEA AND FISHBONE METHODS

ABSTRACT

Shipyard operations are critical to the maritime industry, with shipbuilding, maintenance, and repair being the primary functions of these enterprises. Dry docking operations, which involve the maintenance and repair of the underwater parts of vessels, are complex, multi-step processes. During these operations, workers face various risks, making the effective implementation of occupational health and safety measures essential. Accidents and occupational diseases in the shipyard sector can lead to significant financial and emotional losses. Therefore, systematic analysis methods should be used to identify, assess, and prevent potential risks during dry docking operations.

In this study, the risks in dry docking operations were analyzed using FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) and Fishbone (Ishikawa) Diagram methods. FMEA identifies possible failure modes during operations and analyzes the adverse effects of these failures, allowing for the prioritization of risks. The Fishbone diagram categorizes the root causes of work accidents, offering an opportunity to delve into the origins of these incidents. Both methods contribute to a better understanding of the causes of work accidents and occupational diseases in shipyards, facilitating the development of effective strategies for addressing these issues.

This study reveals that the combined use of FMEA and the Fishbone Diagram can be a strategic step toward reducing work accidents and occupational diseases in shipyard operations. This approach can help create a safer work environment and improve operational efficiency.

Keywords: Fishbone Diagram, FMEA, Dry Docking Operations, Risk Analysis, Shipyard Enterprises.

1. GİRİŞ

Tersane işletmeleri, gemi inşası ve bakımı gibi kritik denizcilik operasyonlarını yürütmektedir. Tersane sektörü, dünya ticaretin ve taşımacılığın önemli bir parçası olarak, teknolojik ilerlemelerle sürekli evrim geçirmektedir. Özellikle gemi havuzlama işlemleri, gemilerin bakım ve onarımlarında kullanılan önemli bir süreç olması yanı sıra karmaşık riskler barındırmaktadır. Havuzlama yöntemi, gemilerin su altında bulunan bölgelerin bakım ve onarım işlemlerinin yapılabilmesi için geleneksel bir yöntemlerdendir (Yorulmaz ve Çelik, 2024).

Son yıllarda Avrupa Birliği ülkelerinde ve ülkemizde çalışanların çalışma koşulları ve güvenliği giderek daha fazla önem kazanmaktadır. İş sağlığı ve güvenliği alanındaki gelişmeler, 2003 yılı haziran ayında yürürlüğe giren 4857 sayılı iş kanunu ve iş sağlığı ve güvenliği mevzuatı ile başlamıştır (Turan ve Süslü, 2021). Daha sonraki yıllarda, bu alandaki çabalar, 30 Haziran 2012 tarihinde yayınlanan 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanunun ile desteklenmiştir (Güler, 2014). Ayrıca, ISO ve ILO Standartlarının gelişmesi ve iş güvenliğin sağlanmasına olanak sağlanmıştır (Kurt ve Özdemir, 2003).

Ancak iş kazaları ve meslek hastalıkları, her zaman kaçınılmaz olabilir. Bu durum sadece etkilenen çalışanların değil, aynı zamanda iş yerlerini ve toplumu da olumsuz etkileyebilir. Bir çalışanın yaşadığı kaza veya meslek hastalığı, diğer çalışanları ve iş yerini de olumsuz etkileyecek ciddi maddi kayıplara yol açabilir. Dünya genelinde istihdama katılanların %18'i, iş kazası nedeniyle üretimde kayıplara ve ülkenin prestij kaybına neden olmaktadır (Tutar ve diğ., 2019).

Bu tez iş sağlığı ve güvenliği alanındaki gelişmelerin yanı sıra, iş kazalarının etkilerini ve bu kazaların önlenmesi için alınabilecek tedbirleri inceleyerek, daha güvenli bir iş ortamının sağlanmasına yönelik bir katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Gemi havuzlama operasyonları, denizcilik endüstrinin önemli bir bileşeni ve genellikle karmaşık ve kritik süreçler olarak kabul edilebilir (Aydın, 2010). Ancak bu operasyonlar sırasında ortaya çıkan risklerin etkili bir şekilde yönetilmesi kritik önem taşır.

2. TERSANE İŞLETMELERİ VE FAALİYETLERİ

2.1. Tersane İşletmelerinin Tarihçesi ve Gelişimi

Tersaneler, gemi yapım, bakım ve onarım faaliyetlerinin yürütüldüğü işletmelerdir. Tarih boyunca tersaneler, denizcilik faaliyetlerinin merkezinde yer almış ve stratejik öneme sahip olmuşlardır. Gemi inşası ve denizcilik faaliyetleri, birçok uygarlığın ekonomik ve askeri gücünü artırmasına katkı sağlamıştır. Tarihi açıdan incelendiğinde, tersaneler sadece gemilerin yapıldığı değil, aynı zamanda teknolojik ve endüstriyel gelişmelerin uygulandığı merkezler olarak da önemli roller üstlenmişlerdir.

Osmanlı İmparatorluğu döneminde tersane faaliyetleri büyük bir gelişim göstermiştir. Osmanlı Devleti'nin deniz gücünü artırma amacıyla 1390 yılında Gelibolu'da ilk tersane kurulmuş ve bu tersane, Osmanlı'nın denizcilik faaliyetlerinin merkezlerinden biri olmuştur (Tanrıverdi, 2019). 16. yüzyılda, Osmanlı Devleti'nin tersaneleri, özellikle İstanbul Tersanesi, dünyanın en büyük ve en gelişmiş tersanelerinden biri haline gelmiştir. Osmanlı donanmasının ihtiyaç duyduğu savaş ve ticaret gemilerinin inşasında kullanılan tersaneler, o dönemdeki teknolojik ilerlemelerin öncüsü olmuştur (Gümüş, 2010).

Cumhuriyet döneminde ise Türkiye, Osmanlı'dan miras kalan tersane birikimini geliştirerek modern tersaneler kurmuştur. Bugün Türkiye, dünya gemi inşası ve bakım onarımı sektöründe önemli bir konuma sahiptir. İstanbul, Yalova, Kocaeli ve Tuzla bölgelerinde yoğunlaşan tersaneler hem ticaret gemilerinin hem de askeri gemilerin inşasında aktif rol oynamaktadır (Güven ve Yorulmaz, 2022).

2.2. Tersane İşletmelerinin Genel Faaliyetleri

Tersane işletmeleri, birçok farklı faaliyet koluna sahip kompleks yapılar olarak karşımıza çıkar. Temel olarak gemi inşası, gemi bakım ve onarım hizmetleri, tersanelerin ana faaliyet alanları arasında yer almaktadır. Bu faaliyetler hem ticari hem de askeri amaçlarla kullanılacak gemilerin yapımını ve bakımını kapsar. Gemi inşası, genellikle uzun süren ve büyük iş gücü gerektiren bir süreçtir. Modern tersanelerde bu süreç, ileri teknolojiye sahip makine ve ekipmanlarla yürütülmektedir. Gemi inşasında kullanılan malzemelerin kalitesi, geminin güvenliği ve dayanıklılığı açısından kritik öneme sahiptir (Altın, 2022; Güler, 2014).

Tersanelerin bir diğer önemli faaliyeti ise gemi bakım ve onarımıdır. Denizcilik sektöründe faaliyet gösteren gemiler, sürekli olarak zorlayıcı çevre koşullarına maruz kalmakta ve bu nedenle periyodik bakıma ihtiyaç duymaktadır. Gemilerin gövde yapılarında zamanla deformasyon, korozyon ve erozyon gibi yapısal sorunlar ortaya çıkabilir. Ayrıca, mekanik parçaların yıpranması veya arızalanması, geminin güvenliğini tehdit edebilir. Bu sorunların giderilmesi için tersanelerde düzenli bakım ve onarım çalışmaları yapılmaktadır. Gemilerin bakım süreçlerinde, özellikle deniz suyu ile temas eden gövde kısımlarında boya yenileme, raspa (kumlama) ve korozyon önleyici işlemler gerçekleştirilir. Ayrıca, pervaneler, dümen sistemleri, motorlar ve diğer mekanik aksamlarının bakımı ve onarımı da tersane faaliyetleri arasında yer alır (Güler, 2014; Altın, 2022).

Gemi bakım ve onarım faaliyetleri, sadece gemilerin fiziksel yapısının korunmasını değil, aynı zamanda geminin denizde güvenli bir şekilde faaliyet göstermesini sağlamak için yapılan teknik incelemeleri de kapsar. Gemi sınıflandırma kuruluşları, gemilerin uluslararası denizcilik standartlarına uygun olup olmadığını periyodik olarak denetler ve bu denetimlerin bir parçası olarak gemi havuzlama işlemleri yapılır. Bu süreç, gemilerin su altında kalan kısımlarının incelenmesi, bakım ve onarım işlemlerinin yapılabilmesi için geminin kuru bir ortama alınmasını içerir (Kurt ve Özdemir, 2003).

2.3. Gemi Havuzlama Operasyonları

Tersane işletmelerinin önemli bir faaliyeti olan gemi havuzlama operasyonları, gemilerin su altı kısımlarında yapılacak bakım ve onarım işlemlerinin gerçekleştirilmesi için gerekli olan bir süreçtir. Havuzlama işlemi, geminin bir havuza alınarak, havuzun suyu boşaltıldıktan sonra geminin kuru bir ortamda bakım işlemlerine tabi tutulması anlamına gelir. Bu işlemin temel amacı, gemi gövdesinde meydana gelen korozyon, çatlak ve diğer yapısal hasarların onarılmasıdır (Altın, 2022).

Gemi havuzlama operasyonlarının denizcilik endüstrisindeki önemi büyüktür. Deniz taşıtlarının su altında kalan kısımları, sürekli olarak deniz suyunun aşındırıcı etkisine maruz kalmakta ve bu nedenle zamanla korozyon gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu durum, geminin güvenliğini ve performansını olumsuz etkileyebilir. Gemi havuzlama işlemleri sırasında, geminin su altı bölümleri dikkatlice incelenir, gerekirse boyama ve

tamir işlemleri yapılır. Ayrıca, gemi pervaneleri, dümen sistemi, su altı sensörleri gibi önemli bileşenler de kontrol edilir ve gerekli onarımlar yapılır (Yorulmaz ve Çelik, 2023).

Havuzlama işlemi, oldukça karmaşık bir süreçtir. Geminin güvenli bir şekilde havuzlaması için özel ekipmanlar ve tecrübeli personel gerekmektedir. Gemi, özel desteklerle havuzda sabitlenir ve bu süreçte meydana gelebilecek en küçük hata bile ciddi kazalara yol açabilir. Bu nedenle, havuzlama işlemleri sırasında iş sağlığı ve güvenliği standartlarının eksiksiz uygulanması son derece önemlidir. Gemi havuzlama operasyonlarında kullanılan vinçler, hidrolik sistemler ve diğer ekipmanlar, sürekli olarak kontrol edilmeli ve bakımları yapılmalıdır (Yağlı, 2021).

2.4. Gemi Bakım ve Onarım Süreçleri

Gemi bakım ve onarım süreçleri, denizcilik faaliyetlerinin devamlılığını sağlamak açısından kritik öneme sahiptir. Bu süreçler, geminin sınıfını koruyabilmesi, deniz taşımacılığı sırasında güvenli bir şekilde faaliyet gösterebilmesi ve ekonomik ömrünün uzatılması amacıyla düzenli olarak yapılmaktadır. Gemi bakım ve onarım süreçleri, genel olarak; planlı bakım, acil onarım ve periyodik denetim şeklinde üç ana kategoriye ayrılmaktadır (Güler, 2014).

Planlı Bakım: Planlı bakım, geminin belirli bir süre veya kullanım süresi sonunda yapılması gereken rutin bakım işlemlerini içerir. Bu süreçte, geminin mekanik ve elektrik sistemleri kontrol edilir, yağ değişimi yapılır, pervane ve dümen sistemleri gözden geçirilir. Planlı bakım işlemleri, geminin güvenli bir şekilde faaliyet göstermesini sağlamak için gereklidir. Ayrıca, planlı bakım sayesinde geminin arızalanma riski minimize edilir ve ekonomik ömrü uzatılır.

Acil Onarım: Acil onarım, geminin beklenmedik bir arıza veya kaza sonucu meydana gelen hasarların giderilmesi için yapılan işlemleri kapsar. Örneğin, geminin denizde sefer halindeyken yaşadığı bir kaza sonucu gövdesinde çatlak meydana gelmesi durumunda acil onarım gerekebilir. Bu tür onarımlar, genellikle tersanelerde hızlı bir şekilde gerçekleştirilir, zira geminin ticari faaliyetlerine devam edebilmesi için onarımın zamanında tamamlanması kritik öneme sahiptir.

Periyodik Denetim: Periyodik denetim, geminin sınıf kuruluşları tarafından belirli aralıklarla denetlenmesi ve uluslararası denizcilik standartlarına uygunluğunun kontrol edilmesi amacıyla yapılan işlemlerdir. Bu denetimlerde, geminin teknik ve yapısal durumu detaylı bir şekilde incelenir. Gemi havuzlama işlemleri, bu periyodik denetimlerin önemli bir parçasıdır. Gemi, havuza alınarak su altı kısımları incelenir ve bakım işlemleri yapılır (Kurt ve Özdemir, 2003).

2.5. Tersane İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği

Tersane işletmelerinde iş sağlığı ve güvenliği konusu, büyük bir öneme sahiptir. Gemi inşası, bakım ve onarımı gibi faaliyetler yüksek riskli işlerdir ve bu nedenle tersanelerde çalışan işçilerin güvenliği, yönetim ve düzenleyici otoriteler tarafından yakından takip edilmektedir. Tersanelerde kullanılan ağır makineler, yüksek sıcaklık ve basınç altında çalışan cihazlar, kimyasal maddeler ve tehlikeli çalışma ortamları, iş kazası riskini artırmaktadır. Bu nedenle tersaneler, iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemleri uygulayarak iş kazalarını ve meslek hastalıklarını en aza indirmeye çalışmaktadır (Tutar ve diğ., 2019).

Türkiye'de iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili yasal düzenlemeler, 2003 yılında yürürlüğe giren 4857 sayılı İş Kanunu ile başlamış ve 2012 yılında 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile kapsamı genişletilmiştir. Bu kanunlar, tersane işletmelerinde çalışanların güvenliğini sağlamak için gerekli tedbirlerin alınmasını zorunlu hale getirmiştir. Ayrıca, tersanelerde kullanılan ekipmanların düzenli olarak denetlenmesi, işçilerin İSG eğitimlerinden geçirilmesi ve kişisel koruyucu donanımların (KKD) kullanımı gibi uygulamalar yasal zorunluluklar arasındadır (Turan ve Süslü, 2021).

Tersanelerdeki en yaygın iş kazaları arasında yüksekten düşme, ağır cisimlerin düşmesi, patlama ve yangın gibi olaylar yer almaktadır. Bu kazaların önlenmesi için tersane yönetimleri, risk analizi ve değerlendirme çalışmalarını düzenli olarak yapmalı ve gerekli tedbirleri almalıdır. Özellikle, gemi havuzlama operasyonları sırasında meydana gelebilecek kazalar büyük tehlikeler arz etmektedir. Bu süreçte çalışan işçilerin doğru eğitim almaları ve havuzlama ekipmanlarının düzenli bakımdan geçirilmesi hayati önem taşır (Yorulmaz ve Çelik, 2023). Dolayısıyla tersanelerde uluslararası standartlara ve düzenlemelere mutlaka uyulmalıdır.

Tersanelerde iş sağlığı ve güvenliği standartları, yalnızca ulusal düzenlemelerle sınırlı değildir. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) ve Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) gibi uluslararası kuruluşlar da bu alanda rehberlik etmektedir. Özellikle ISO 45001 standardı, iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemlerinin kurulmasında bir çerçeve sunmaktadır. Bu standardın uygulanması, tersanelerdeki iş kazalarını ve meslek hastalıklarını azaltmaya yardımcı olur (Kurt ve Özdemir, 2003).

Ayrıca, gemi inşa ve bakım süreçlerinde denizcilik sektörüne özgü uluslararası düzenlemeler de devreye girmektedir. Örneğin, Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO), gemi inşa ve bakım süreçlerinde güvenlik standartlarına uyulmasını zorunlu kılmaktadır. IMO'nun belirlediği bu standartlar, tersanelerde çalışan işçilerin güvenliğini artırmak ve gemilerin denizde güvenli bir şekilde seyretmesini sağlamak amacıyla oluşturulmuştur. Tersaneler, IMO'nun belirlediği standartlara uyum sağlamak için çeşitli sertifikasyon süreçlerinden geçmek zorundadır (Altın, 2022; Kurt ve Özdemir, 2003).

2.6. Tersanelerin Ekonomik ve Stratejik Önemi

Tersane işletmeleri, denizcilik sektörünün önemli bir parçasını oluşturmakta ve ülkelerin ekonomik kalkınmasında stratejik bir rol oynamaktadır. Gemi inşası ve bakım onarım faaliyetleri hem ulusal hem de uluslararası ticaretin sürdürülebilirliği açısından büyük bir öneme sahiptir. Deniz yolu taşımacılığı, dünyadaki ticaretin yaklaşık %90'ını oluşturmaktadır ve bu da tersanelerin önemini artırmaktadır (Yağlı, 2021). Türkiye, tersane işletmeleri açısından stratejik bir konumda yer almaktadır. Coğrafi olarak Asya ve Avrupa kıtaları arasında köprü görevi gören Türkiye, Karadeniz, Akdeniz ve Ege Denizi gibi önemli su yollarına sahiptir. Bu konum, Türkiye'nin gemi inşa ve bakım onarımı için bir merkez olmasını sağlamaktadır. Türkiye'deki tersaneler, özellikle büyük ticaret gemileri ve petrol tankerleri gibi önemli deniz araçlarının bakım onarımını gerçekleştirmektedir. Tersaneler, Türkiye'nin ihracat gelirleri açısından da önemli bir paya sahiptir. Türk tersanelerinde üretilen gemiler ve deniz araçları, dünya genelinde birçok ülkeye ihraç edilmektedir. Bunun yanı sıra, tersane sektöründe istihdam edilen binlerce işçi, Türkiye'nin ekonomik büyümesine önemli bir katkı sağlamaktadır (Güler, 2014).

2.7. Tersanelerin Çevresel Etkileri ve Sürdürülebilirlik

Tersane işletmeleri, çevreye olan etkileri açısından da dikkatle incelenmesi gereken sektörler arasında yer almaktadır. Gemi inşası ve bakım onarımı sırasında kullanılan kimyasal maddeler, boya ve raspa işlemleri, deniz ve hava kirliliğine neden olabilmektedir. Bu nedenle tersanelerin, faaliyetleri sırasında çevreye olan olumsuz etkilerini minimize etmek için çeşitli tedbirler alması gerekmektedir (Güler, 2014).

Tersanelerde üretilen atıklar hem deniz hem de kara ekosistemlerine zarar verebilecek potansiyele sahiptir. Özellikle gemi raspa işlemleri sırasında kullanılan kumlama malzemeleri ve boya kalıntıları, ciddi çevre kirliliğine neden olabilir. Bu tür atıkların, doğru bir şekilde yönetilmesi ve geri dönüştürülmesi, tersanelerin çevreye olan olumsuz etkilerini azaltmak için gereklidir. Ayrıca, tersanelerde kullanılan kimyasal maddelerin depolanması ve taşınması sırasında da çevre güvenliğine dikkat edilmelidir (Altın, 2022).

Sürdürülebilirlik, sadece çevresel etkilerle sınırlı değildir. Aynı zamanda iş gücü sürdürülebilirliği de tersane sektöründe önemli bir konudur. Tersanelerde çalışan işçilerin sağlıklı ve güvenli koşullarda çalışması, sürdürülebilir bir iş ortamı için gereklidir. Bu nedenle tersaneler hem çevreyi koruma hem de işçilerin güvenliğini sağlama sorumluluğunu taşımalıdır.

Tersane işletmeleri, tarih boyunca denizcilik sektörünün ayrılmaz bir parçası olmuş; ekonomik, stratejik ve teknolojik anlamda büyük bir önem taşımıştır. Gemi inşası ve bakım onarımı gibi karmaşık ve riskli süreçler, tersanelerin dünya ticaretindeki yerini güçlendirmiştir.

3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Yorulmaz ve Öztürk (2024), tersane işletmelerinde gerçekleştirilen havuzlama süreçlerinin risklerine yönelik kapsamlı bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Çalışma, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Fine Kinney yöntemlerini bir arada kullanarak, risk değerlendirmesi ve yönetimi alanında örnek teşkil eden bir yöntem sunmaktadır. Gemi bağlama, havuz işleri ve geçiş süreçleri gibi operasyonel aşamalarda karşılaşılan potansiyel riskler detaylandırılmıştır. Özellikle, gemi bağlama işlemleri en yüksek riskli süreç olarak belirlenmiş (%66,52) ve alt kriterler arasında "bağlantı elemanlarının sağlam olmaması" (%31,43) en kritik risk kaynağı olarak tespit edilmiştir. Çalışma, gemi havuzlama süreçlerindeki kazaların sıklıkla çalışan dikkatsizliği, ekipman hataları ve güvenlik standartlarına uyumsuzluk gibi nedenlerden kaynaklandığını vurgulamaktadır. Risklerin minimize edilmesi için önerilen çözümler arasında uygun çalışma ortamı ve ekipman sağlanması (%35,85) öne çıkmaktadır. Ayrıca, iş güvenliği eğitimlerinin artırılması, etkili denetim mekanizmalarının oluşturulması ve teknolojik yeniliklerin uygulanması da öneriler arasında yer almaktadır. Bu bulgular, denizcilik sektöründe risk yönetimi ve iş güvenliği stratejilerinin güçlendirilmesi için önemli bir kaynak sunmaktadır.

Güler (2014), gemi bakım onarım sektöründe risk envanteri oluşturulması üzerine yaptığı çalışmada, gemi bakım operasyonlarındaki potansiyel risklerin belirlenmesi ve yönetilmesi için yöntem sunmuştur. Bulgular, gemi bakımında karşılaşılan risklerin ciddiyetini vurgulamakta ve bu risklerin etkin bir şekilde yönetilmesi gerektiğini göstermektedir.

Hayri (2021) ise gemi havuzlama süreçlerinde meydana gelen kazaları analiz etmiştir. Bu çalışma, havuzlama operasyonlarının iş sağlığı ve güvenliği açısından incelenmesine odaklanmış ve potansiyel risklerin belirlenerek bu risklerin azaltılması için önerilerde bulunmuştur.

Kurt ve Özdemir (2003), işçi sağlığı ve iş güvenliği yönetim sistemlerini ele almış, iş sağlığı ve güvenliği yönetiminin önemini vurgulamış ve bu sistemlerin etkili bir şekilde uygulanması gerektiğini belirtmiştir.

Sönmez ve Ünğan (2017), FMEA yönteminin gemi havuzlama operasyonlarında potansiyel hataların belirlenmesi ve iyileştirme fırsatlarının değerlendirilmesi amacıyla nasıl kullanılabileceğini incelemişlerdir. HTA analizi sonucunda, çeşitli süreçlerde önemli iyileştirmeler sağlanmış ve karar destek sistemlerinin önemi vurgulanmıştır. FMEA'nın tasarım ve süreç aşamalarında kullanımını ele alarak, bu yöntemin işletmelerde verimliliği artırma ve maliyetleri düşürme hedeflerine katkı sağladığını belirtmiştir. Etkin kullanımını incelemiş ve İSG politikalarının uygulanabilirliğine dair teorik ve pratik bilgiler sunmuştur.

Yorulmaz ve arkadaşları (2022), gemi havuzlama operasyonlarında karşılaşılan potansiyel riskleri analiz etmek için FMEA yöntemini kullanarak önemli bir çalışma ele alınmış. Çalışma, Altınova Yalova Tersaneler bölgesinde gerçekleştirilen bir gemi havuzlama süreci üzerinden 11 farklı risk belirlemiş ve her bir riskin olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik derecelerini değerlendirmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, tüm risklerin RÖS (Risk Öncelik Sayısı) değerleri düşük çıkmış, bu da düzeltici faaliyetlere gerek olmadığı anlamına gelmiştir. Ancak, her bir risk için gerekli kontrol önlemleri belirlenmiş ve bu önlemlerle risklerin önceden tespit edilip kontrol altına alınması hedeflenmiştir. Bu çalışma, FMEA yönteminin gemi havuzlama operasyonlarında etkin bir risk değerlendirme aracı olarak kullanılabileceğini ve sektördeki risk yönetimi pratiğine katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Ayrıca, denizcilik sektöründe FMEA uygulamalarının sınırlı sayıda olduğu dikkate alındığında, bu araştırma önemli bir boşluğu doldurarak alana katkı sağlamaktadır. Gemi bakım süreçlerinde güvenliğin ve operasyonel verimliliğin artırılmasına yönelik bu tür risk analizlerinin, sektördeki diğer operasyonlarda da kullanılabilecek değerli bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır.

4. YÖNTEM

Bu bölümde, tersane işletmelerinde gemi havuzlama operasyonları sırasında karşılaşılan risklerin analiz edilmesi amacıyla kullanılan iki temel yöntem olan FMEA ve Balık Kılçığı yöntemleri ayrıntılı olarak ele alınacaktır. Bu yöntemlerin nasıl uygulandığı, verilerin nasıl değerlendirildiği ve elde edilen sonuçların nasıl yorumlanacağı tablolarla gösterilecektir.

4.1 Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

Tersane işletmelerinde gemi havuzlama operasyonlarındaki risklerin değerlendirilmesi amacıyla Hata Türleri ve Etkileri Analizi yöntemi kullanılmıştır. FMEA, klasik risk analiz yöntemlerinden farklı olarak, olasılık ve şiddet faktörlerinin yanında saptanabilirlik çarpanının eklenmesiyle güçlü bir analiz tekniği sunmaktadır. Bu yöntem, hataların ortaya çıkmasının doğuracağı problemleri müşteri perspektifi üzerinden değerlendirerek önleyici tedbirler geliştirmeye odaklanmaktadır (Özyazgan ve Engin, 2013).

FMEA çalışmasında belirlenen her hata için olasılık, şiddet ve saptanabilirlik tahminleri yapılmaktadır. Bu sayede, yüzlerce hata türü arasında iyileştirme yapılması gerekenleri önceliklendiren bir yaklaşım benimsenir. FMEA, sistemin bütünü üzerinde en büyük katkıyı sağlayacak hata türlerini öncelikli olarak ele alarak çözüm üretmektedir (Özyazgan ve Engin, 2013; Kahraman ve Demirer, 2010).

FMEA, ilk kez Amerikan ordusu tarafından 9 Kasım 1949 tarihli MIL–P–1629 numaralı prosedür ile geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur. Bu teknik, sistem ve donanım hatalarının belirlenmesi ile bu hataların etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Daha sonra, 1960-1965 yılları arasında NASA tarafından ay seyahati programlarında da uygulanmıştır. Uzun süre gizli tutulan bu teknik, 1970-1975 yılları arasında ABD uçak sanayisinde, 1972 yılında Ford Motor Şirketi bünyesinde, 1975 yılında bilgisayar üretiminde ve Japon NEC firmasında ilk endüstriyel uygulamalarını bulmuştur. 1988 yılında, Amerika'nın üç büyük otomotiv şirketi olan Chrysler, Ford ve General Motors tarafından kabul edilerek genel standart haline getirilmiştir. Günümüzde FMEA, QS 9000, ISO/TS 16949, ISO 9001:2000 gibi kalite yönetim sistemlerinde bir zorunluluk haline gelmiştir (Kahraman ve Demirer, 2010).

FMEA'nın yaygın olarak kullanılabilen dört çeşidi bulunmaktadır (Kahraman ve Demirer, 2010).

Tasarım FMEA: Ürün deneme safhasından önce tasarım esnasında veya ürünün fizibilite çalışmaları sırasında karmaşık ürünlerdeki ana riskli bölgeleri belirlemek amacıyla yapılan analizdir.

Proses FMEA: Üretim ve montaj işlemlerini analiz etmek için kullanılan bu yöntem, üretim ve montaj sürecindeki aksaklıklara yol açan hata türlerine odaklanmaktadır.

Sistem FMEA: Tüm donanımların ve tasarımın tamamlanmasının ardından, üretim, kalite güvence gibi sistemlerin akışını en elverişli hale getirmek amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Sistem FMEA, sistemde bozukluklara neden olan potansiyel hata türlerine odaklanmaktadır.

Hizmet FMEA: Müşteri hizmetlerini geliştirmek için üretim, kalite, güvence ve pazarlama koordinasyonu ile uygulanan bir yöntemdir.

4.1.1. Verilerin Toplanması ve Ön Hazırlık

Risk değerlendirmesi sürecinde FMEA, tehlikelerin ve risklerin meydana gelme sıklığını belirlemek amacıyla kullanılan önemli bir kavramdır. Bu süreç, iş sağlığı ve güvenliği (İSG) alanında tehlikelerin önceden tespit edilmesi, risklerin en aza indirilmesi ve çalışanların güvenliğinin sağlanması açısından kritik rol oynar. FMEA, belirli bir tehlikenin ya da olayın ne sıklıkla meydana geldiğini belirlemek için geçmiş verilere ve saha gözlemlerine dayanır. Özellikle iş kazaları ve olay raporları, bu sürecin temel veri kaynakları arasında yer alır (Sharma ve Srivastava, 2018).

4.1.2. FMEA Süreci ve Tablo Yapısı

FMEA süreci, aşağıdaki adımlar kullanılarak detaylandırılmıştır. Bu adımların uygulanabilirliğini artırmak amacıyla, analiz süreci tablo formatında sunulmuştur.

Hata Türlerinin Tanımlanması: Gemi havuzlama operasyonunun alt aşamaları (örneğin; geminin havuz bölgesine yerleştirilmesi, sabitleme işlemi, su tahliye ve dolum işlemleri) incelenmiş ve her aşamada meydana gelebilecek olası hata türleri belirlenmiştir. Bu

aşamada olası hata türleri, ekipman arızaları, insan hataları, çevresel etkiler ve güvenlik prosedürlerine uyumsuzluk olarak sınıflandırılmıştır.

Hata Nedenlerinin ve Etkilerinin Belirlenmesi: Belirlenen hata türlerinin her biri için hata nedenleri ve bu hataların operasyona, personel güvenliğine ve çevreye olan etkileri değerlendirilmiştir.

Risk Öncelik Numarasının (RPN) Hesaplanması: Her hata türü için risklerin derecelendirilmesi amacıyla, aşağıdaki üç parametre kullanılmıştır:

Olasılık (O): Hatanın meydana gelme sıklığı.

Şiddet (Ş): Hatanın meydana gelmesi durumunda ortaya çıkacak sonucun ciddiyeti.

Tespit Edilebilirlik (T): Hatanın gerçekleşmeden önce fark edilme ve önlem alınma olasılığı.

Tablo 4.1. FMEA zararın oluşma olasılığı (Narlı, 2021)

Hata Olasılığı	Hata İhtimali	Derece
Çok Yüksek / Kaçınılmaz Hata	1/2'den fazla	10
	1/3	9
Yüksek / Tekrar Tekrar Hata	1/8	8
	1/20	7
Orta / Ara Sıra Olan Hata	1/80	6
	1/400	5
	1/2.000	4
Düşük / Nispeten Az Olan Hata	1/15.000	3
	1/150.000	2
Az / Olası Olamayan Hata	1/1.500.000	1

FMEA sürecinde, hata olasılık dereceleri belirli aralıklarla sınıflandırılır ve her aralığa bir derece verilir, böylece risk değerlendirmesinin ilk adımı atılmış olur. Tablo 4.1,

olasılıkları "çok yüksek" ve "az" seviyesi aralığına kadar gruplandırarak, potansiyel hata modlarının olasılıklarını ortaya koyar (Narlı, 2021).

Çok Yüksek / Kaçınılmaz Hata (Derece 10 ve 9):

Derece 10: Hatanın olasılığı 1/2'den fazladır, yani her iki olaydan birinde hata oluşur. Bu, sistemde büyük bir zafiyet olduğunu gösterir ve acil müdahale gerektirir.

Derece 9: Hata olasılığı 1/3'tür. Hemen hemen her üç olaydan birinde hata meydana gelir, bu da ciddi bir risk anlamına gelir.

Yüksek / Tekrar Tekrar Olan Hata (Derece 8 ve 7):

Derece 8: Hatanın olasılığı 1/8'dir ve hata sıkça tekrar eder. Bu durumda süreçlerin gözden geçirilmesi gerekir.

Derece 7: Hata olasılığı 1/20'dir. Yine de yüksek risk içerdiği için süreç iyileştirmeleri yapılmalıdır.

Orta / Ara Sıra Olan Hata (Derece 6, 5 ve 4):

Derece 6: Hata olasılığı 1/80 olup arada sırada meydana gelir.

Derece 5: Olasılık 1/400'dür ve hata daha nadiren oluşur, ancak hala dikkate alınmalıdır.

Derece 4: Hata olasılığı 1/2.000 olup nadiren oluşur, ancak göz ardı edilmemelidir.

Düşük / Nispeten Az Olan Hata (Derece 3 ve 2):

Derece 3: Hatanın olasılığı 1/15.000'dir, bu da nadir gerçekleşen hataları ifade eder.

Derece 2: Olasılık 1/150.000'dir, hata çok düşük olasılıkla meydana gelir ancak yine de dikkat gerektirir.

Az / Olası Olmayan Hata (Derece 1):

Derece 1: Hatanın olasılığı 1/1.500.000'dir ve neredeyse hiç hata oluşmaz. Sistem oldukça güvenilirdir.

Olasılık dereceleri, risk yönetiminde proaktif önlemler alınmasını sağlar. Yüksek olasılıklı hatalar için tedbirler alınarak sistem güvenilirliği artırılır. Ayrıca, bu dereceler, kaynak dağılımını optimize etmeye ve sürekli iyileştirme süreçlerine rehberlik eder. Böylece, sistemdeki potansiyel hatalar önceden tespit edilip etkin bir şekilde yönetilir.

Tablo 4.2. FMEA şiddet etkisi sınıflaması (Narlı, 2021)

Etki-Tehlike	Şiddetin Etkisi	Derece
Uyarısız Gelen	Felakete yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel hata	10
Uyarısız Gelen	Yüksek hasara ve toplu ölümlere yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel hata	9
Çok yüksek	Sistemin tamamen hasar görmesini sağlayan yıkıcı etkiye sahip hata türü	8
Yüksek	Ekipmanın tamamen hasar görmesine sebep olan hata	7
Orta	Sistemin performansını etkileyen, ağır yaralanmalara sebep olan hata	6
Düşük	Kırık, kalıcı küçük iş görememezlik, vb. etkiye sahip hata	5
Çok Düşük	Hafif yaralanmalara neden olan hata	4
Küçük	Sistemin çalışmasını yavaşlatan hata	3
Çok Küçük	Sistemin çalışmasında kargaşaya yol açan hata	2
Yok	Etki yok	1

Tablo 4.2, hatanın sistem ve kullanıcı üzerindeki etkilerini değerlendirmek için derecelendirilir. Şiddet dereceleri, felaket seviyesinden (10) etkisiz seviyeye (1) kadar değişir.

Uyarısız Gelen (Derece 10): Bu derecedeki hatalar, felakete yol açabilecek etkiye sahiptir ve genellikle hiçbir uyarı vermeden meydana gelir. Örneğin, büyük bir yangın, patlama veya tüm sistemin ani çöküşü gibi durumlar. Bu tür hatalar, insan yaşamı ve büyük maddi kayıplar açısından en yüksek riski temsil eder ve acil önlem alınması gereklidir.

Uyarısız Gelen (Derece 9): Yüksek hasara ve toplu ölümlere yol açabilecek hatalardır. Yine uyarısız meydana gelen ve ciddi etkileri olan bu hatalar, insan yaşamı ve ciddi operasyonel kesintilere neden olabilir. Acil eylem planları gerektirir.

Çok Yüksek (Derece 8): Sistemin tamamen hasar görmesine neden olan yıkıcı etkilere sahip hatalardır. Bu tür hatalar, büyük ekonomik kayıplara ve operasyonel duruşlara yol açar. Örneğin, bir üretim hattının tamamen durması veya büyük makinelerin kullanılamaz hale gelmesi gibi durumlar bu kategoriye girer.

Yüksek (Derece 7): Ekipmanın tamamen hasar görmesine neden olan hatalardır. Bu hatalar, ekipmanların tamir edilemez şekilde zarar görmesine yol açar ve ciddi operasyonel kesintiler yaratır. Bu durum, özellikle kritik ekipmanlar söz konusu olduğunda büyük maliyetlere neden olabilir.

Orta (Derece 6): Sistemin performansını etkileyen ve ağır yaralanmalara yol açabilecek hatalardır. Bu tür hatalar, sistemin verimliliğini düşürür ve operasyonel aksaklıklara neden olabilir. Örneğin, çalışanların ağır yaralanmalar yaşaması veya üretim kapasitesinin düşmesi bu derecede değerlendirilir.

Düşük (Derece 5): Kırıklar, kalıcı küçük iş görememezlik gibi sonuçlara yol açan hatalardır. Bu tür hatalar, genellikle bireysel yaralanmalarla sınırlıdır ve sistemin genel performansını çok fazla etkilemez, ancak iş sağlığı ve güvenliği açısından önemlidir.

Çok Düşük (Derece 4): Hafif yaralanmalara neden olan hatalardır. Bu hatalar, genellikle küçük ve geçici sağlık sorunlarına yol açar. Örneğin, hafif kesikler, sıyrıklar veya kısa süreli rahatsızlıklar bu kategoriye girer.

Küçük (Derece 3): Sistemin çalışmasını yavaşlatan hatalardır. Bu hatalar, sistemin verimliliğini düşürür ve küçük operasyonel aksaklıklara yol açar, ancak genellikle kısa süreli ve düzeltilebilir etkilere sahiptir.

Çok Küçük (Derece 2): Sistemin çalışmasında kargaşaya yol açan hatalardır. Bu hatalar, küçük ve genellikle geçici sorunlara neden olur. Örneğin, üretim sürecinde kısa süreli duraklamalar veya ufak teknik aksaklıklar bu dereceye girer.

Yok (Derece 1): Bu derecedeki hataların etkisi yoktur. Yani, hatanın meydana gelmesi durumunda hiçbir zarar veya aksaklık yaşanmaz. Bu durum, hatanın sistem üzerinde hiçbir olumsuz etkisinin olmadığını gösterir.

FMEA sürecinde, şiddet tablosu, potansiyel hata modlarının ciddiyetini değerlendirmek ve önceliklendirme için kullanılır. Şiddet dereceleri, her bir hata modunun etkisini belirleyerek risk değerlendirmesinin ikinci adımını oluşturur. Yüksek şiddet derecelerine sahip hatalar, daha fazla dikkat ve müdahale gerektirir (FMEA, 2024; Sönmez ve Ünğan, 2017). Şiddet değerlerinin önemi şunlardır;

Kritik Müdahaleler: Yüksek şiddet derecelerine sahip hatalar için acil ve etkili müdahale gereklidir. Bu hatalar, sistemin güvenliğini ve verimliliğini ciddi şekilde tehdit eder.

Kaynak Dağılımı: Şiddet dereceleri, hangi hataların öncelikli olarak ele alınması gerektiğini belirlemede kullanılır. Kaynaklar, en yüksek ciddiyete sahip alanlara yönlendirilerek etkin bir risk yönetimi sağlanır.

Sürekli İyileştirme: Şiddet tablosu, sürekli iyileştirme süreçlerinde kullanılır. Zamanla değişen hatalar ve süreçler yeniden değerlendirilerek, sistemin sürekli olarak optimize edilmesi sağlanır.

Sonuç olarak, FMEA'da şiddet tablosu, bir sistemin güvenilirliğini artırmak ve potansiyel hataların etkilerini minimize etmek için kritik bir araçtır. Bu tablo, her bir hata türünün yaratacağı etkiyi belirleyerek, sistemdeki risklerin etkin bir şekilde yönetilmesini sağlar (FMEA, 2024; Sönmez ve Ünğan, 2017).

Tablo 4.3. FMEA fark edilebilirlik etki sınıflaması (Narlı, 2021)

Fark Edilebilirlik	Fark Edilebilirlik Olasılığı	Derece
Fark Edilmez	Mümkün Değil	10
Çok Az	Çok zor	9
Az	Uzak	8
Çok Düşük	Uzak	7
Düşük	Çok düşük	6
Orta	Orta	5
Yüksek Ortalama	Yüksek ortalama	4
Yüksek	Yüksek	3
Çok Yüksek	Çok Yüksek	2
Hemen Hemen Kesin	Hemen Hemen Kesin	1

Tablo 4.3, bir hatanın ne kadar fark edilebilir olduğunu değerlendirir ve fark edilebilirlik dereceleri, hatanın tespit edilme olasılığına göre 1'den 10'a kadar sıralanır. Bu dereceler, hatanın kesinlikle tespit edilemeyeceği (10) ile neredeyse kesin fark edilebileceği (1) arasında değişir (Narlı, 2021).

Fark Edilmez (Derece 10): Bu seviyede hatanın fark edilmesi mümkün değildir. Hata meydana geldiğinde tespit edilemediği için çok yüksek risk taşır ve ciddi sonuçlara yol açabilir. Bu tür hatalar için özel kontroller ve önlemler gereklidir.

Çok Az (Derece 9): Hatayı fark etmek oldukça zordur. Bu hatalar nadiren tespit edilir ve genellikle ciddi sonuçlar doğurur. Bu seviyede, ekstra dikkat ve kontrol mekanizmaları gerekmektedir.

Az ve Çok Düşük (Derece 8 ve 7): Hatayı fark etmek zordur ancak imkânsız değildir. Genellikle özel araçlar ve yöntemlerle tespit edilebilir. Bu durum, hatanın fark edilmeden uzun süre kalmasına ve ciddi sonuçlara yol açmasına neden olabilir.

Düşük ve Orta (Derece 6 ve 5): Hatayı fark etmek mümkündür ancak belirli bir çaba ve dikkat gerektirir. Bu seviyede hatalar rutin kontrollerle tespit edilebilir, ancak yine de ciddi sonuçlar doğurma potansiyeli vardır.

Yüksek Ortalama ve Yüksek (Derece 4 ve 3): Hatayı fark etmek genellikle kolaydır ve standart kontrollerle tespit edilebilir. Bu seviyelerde, hatalar hızla tespit edilip düzeltilir, bu da riskin azalmasına yardımcı olur.

Çok Yüksek ve Hemen Hemen Kesin (Derece 2 ve 1): Hatayı fark etmek çok kolaydır ve neredeyse kesin olarak tespit edilir. Bu seviyelerde hatalar hızla düzeltilir ve risk en düşük seviyeye çekilir.

FMEA sürecinde fark edilebilirlik tablosu, hataların tespit edilme olasılığını objektif olarak değerlendirmek için kullanılır ve risk değerlendirmesinin üçüncü adımını oluşturur. Düşük fark edilebilirlik derecelerine sahip hatalar, daha fazla dikkat ve iyileştirme gerektirir (FMEA, 2024; Sönmez & Ünğan, 2017). Fark edilebilirlik derecelerinin önemi şunlardır:

Risk Azaltma: Düşük fark edilebilirlik dereceleri, hataların tespit edilmeden kalma olasılığını artırır. Bu tür hatalar için proaktif önlemler alınmalıdır.

Kaynak Tahsisi: Fark edilebilirlik dereceleri, kaynakların en etkili şekilde tahsis edilmesine olanak sağlar. Düşük dereceli hatalar daha fazla kontrol ve izleme gerektirir.

Sürekli İyileştirme: Fark edilebilirlik tablosu, sürekli iyileştirme süreçlerinde önemli bir araçtır. Değişen süreçler ve koşullar gözden geçirilerek sistemin sürekli olarak optimize edilmesine katkı sağlar.

Sonuç olarak, FMEA'nın fark edilebilirlik tablosu, hataların tespit edilme olasılığını değerlendirerek sistemin güvenilirliğini artırmada kritik bir rol oynar. Her hata türünün tespit edilme olasılığını belirleyerek, risklerin etkin şekilde yönetilmesini sağlar (Sönmez & Ünğan, 2017). RPN/RÖS, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır;

RPN(RÖS) = Olasılık × Şiddet × Tespit Edilebilirlik

FMEA (Hata Türleri ve Etkileri Analizi) süreci, sistematik bir yaklaşımla potansiyel hataların tespit edilmesi, bu hataların olası sonuçlarının analiz edilmesi ve düzeltici önlemler alınarak risklerin minimize edilmesini sağlar. Risk Öncelik Sayısı (RÖS) yüksek olan hatalar, öncelikli olarak ele alınmalıdır (Yorulmaz ve diğ., 2022).

Tablo 4.4. FMEA risk değerlendirme örnek formu

Tehlike	Risk	Etkilenen Kişi	Kontrol Önlemleri	S	P	D	RÖS	Tavsiye Edilen İyileştirmeler	Sorumlu	Termin	S	P	D	RÖS

Tablo 4.4, kapsamlı bir değerlendirme aracı sunar. Bu form, potansiyel hataların tanımlanması, risklerin değerlendirilmesi ve önceliklendirilmesini sağlar. Ayrıca, risklerin azaltılması için önerilen iyileştirmelerin takip edilmesine olanak tanır, böylece süreçlerin güvenilirliği artırılır ve performans iyileştirilir (Narlı, 2021; Yorulmaz ve diğ., 2022). FMEA sürecinin adımları şunlardır (URL-1, 2024; Narlı, 2021; Sönmez ve Ünğan, 2017);

Sistem ve Alt Sistemlerin Tanımlanması: Değerlendirilecek sistem ve alt sistemlerin detaylı bir şekilde tanımlanması gerekir. Bu, tüm bileşenlerin ve işlevlerin anlaşılmasını sağlar.

Potansiyel Hata Türlerinin Belirlenmesi: Her bileşen için olası hata türleri belirlenir. Bu, performansı ve güvenliği etkileyebilecek hata türlerini içerir.

Hata Sonuçlarının Belirlenmesi: Her bir hata türünün olası etkileri analiz edilerek, sistem ve kullanıcı üzerindeki etkileri belirlenir.

Hata Nedenlerinin Belirlenmesi: Hataların kök nedenleri araştırılır ve tanımlanır.

Mevcut Kontrol Önlemlerinin Değerlendirilmesi: Hataları önlemeye veya tespit etmeye yönelik mevcut önlemler değerlendirilir.

Olasılık (P), Şiddet (S) ve Fark Edilebilirlik (D) Değerlerinin Belirlenmesi: Her hata için P (Olasılık), S (Şiddet) ve D (Fark Edilebilirlik) değerleri belirlenir ve derecelendirilir.

RÖS Hesaplaması: RÖS, her hata türü için hesaplanır (RÖS = P x S x D).

Önceliklendirme ve Düzeltici Önlemler: RÖS değerine göre hatalar sıralanır ve uygun düzeltici önlemler alınır.

Takip ve İzleme: Uygulanan önlemler izlenir ve etkinliği değerlendirilir. Gerekirse ek düzeltici adımlar uygulanır.

FMEA, potansiyel hataların erken tespit edilmesini ve olası etkilerin azaltılmasını amaçlar. Olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik kriterleriyle hesaplanan RÖS, hataların önceliklendirilmesine yardımcı olur. Bu yöntem, üretim süreçlerinde güvenliği artırmak, maliyetleri düşürmek ve sürekli iyileştirme sağlamak için kritik bir araçtır (Yorulmaz ve diğ., 2022).

4.2 Balık Kılçığı (Ishikawa) Yöntemi

Balık Kılçığı Diyagramı, bir sorunun olası nedenlerini analiz etmek için kullanılan bir araçtır. Bu diyagram, sorunun kök nedenlerini belirlemek ve analiz etmek için başlıca neden kategorilerini gösterir. Balık kılçığı adını, diyagramın balık iskeletine benzeyen yapısından alır (Atalay ve Kılıç, 2015).

4.2.1. Verilerin Toplanması

Veri toplamak, çalışanların güvenliğini sağlamak ve iş kazalarını önlemek için kritik bir rol oynar. Bu süreçte anketler, görüşmeler, gözlemler, kaza ve olay kayıtları ile sağlık taramaları gibi çeşitli yöntemler kullanılır. Toplanan veriler, iş yerindeki risklerin belirlenmesi ve önleyici tedbirlerin alınması için analiz edilir. İstatistiksel analizler, hangi alanlarda iyileştirmeler yapılması gerektiğini gösterirken, bu veriler aynı zamanda İSG eğitimlerinin etkinliğini değerlendirmek için de kullanılır. Etkili veri toplama ve analiz yöntemleri, güvenli bir çalışma ortamı oluşturmanın temel taşlarından biridir ve iş kazalarını ve meslek hastalıklarını azaltmada önemli bir rol oynar (Bayram, 2021; Erkayaoğlu, 2020; Eraslan ve Cansaran, 2020).

4.2.2. Balık Kılçığı Diyagramının Oluşturulması

Gemi havuzlama operasyonlarında ortaya çıkabilecek risklerin nedenlerinin belirlenmesi amacıyla Balık Kılçığı Diyagramı oluşturulmuştur. Diyagramda, ana kategoriler ve bunların alt nedenleri analiz edilmiştir. Aşağıdaki tablo, her bir kategoriye ilişkin olası risk faktörlerini göstermektedir (Vikipedi, 2024; Kök, 2021). Gemi havuzlama operasyonlarında karşılaşılan sorunlar genellikle şu temel başlıklar altında toplanır:

İnsan Faktörleri: İşçilerin eğitimsizliği, dikkatsizlik, güvenlik prosedürlerine uyulmaması.

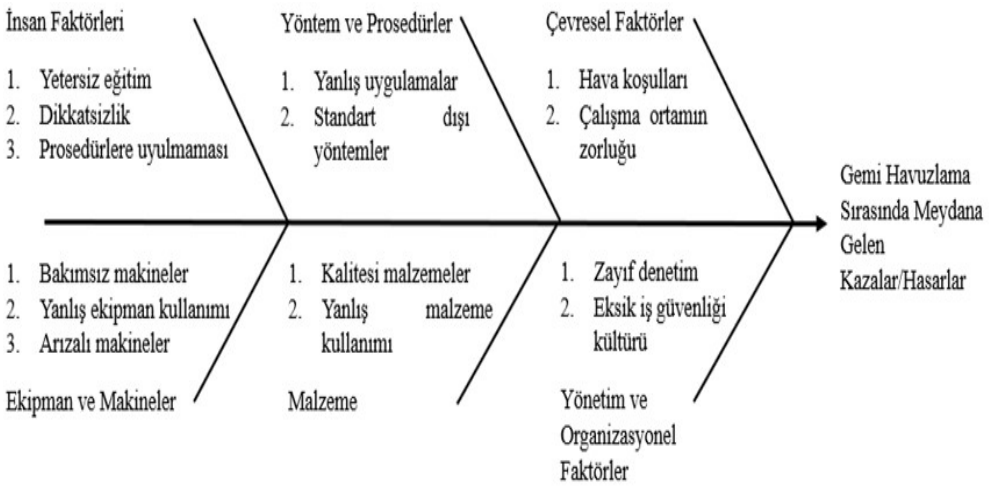
Ekipman ve Makineler: Bakımsız ekipman, arızalı makineler, yanlış ekipman kullanımı.

Yöntem ve Prosedürler: Yanlış uygulamalar, standart dışı yöntemler.

Malzeme: Kalitesiz malzemeler, yanlış malzeme kullanımı.

Çevresel Faktörler: Hava koşulları, çalışma ortamının zorluğu.

Yönetim ve Organizasyonel Faktörler: Zayıf denetimler, eksik iş güvenliği kültürü. Balık Kılçığı Diyagramında yer alan her bir ana kategori için potansiyel nedenler ve bu nedenlerin gemi havuzlama operasyonlarına etkileri analiz edilmiştir. Aşağıda her bir ana kategoriye dair neden-sonuç ilişkileri detaylandırılmıştır (Atalay ve Kılıç, 2015). Balık Kılçığı Diyagramı aşağıdaki gibi oluşturulabilir:



Şekil 4.1 Gemi havuzlama sırasında meydana gelen kazalar/hasarlar hakkında balık kılçığı diyagramı

Şekil 4.1 diyagramında, merkezdeki problem gemi havuzlama sırasında meydana gelen kazalar ve hasarlardır. Her bir ana neden, ilgili alt nedenlerle birlikte gösterilir. Örneğin, insan faktörleri altında, yetersiz eğitim ve dikkatsizlik gibi nedenler bulunur.

Atalay ve Kılıç'ın (2015) çalışmasında, BOTAŞ petrol işletmesinde meydana gelen bir mobil vinç kazasının nedenleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu çalışmada, Balık Kılçığı Yöntemi kullanılarak kazanın kök nedenleri analiz edilmiştir. Çalışma, kazanın insan hataları, ekipman arızaları, çevresel faktörler ve yönetimsel eksiklikler gibi çeşitli unsurların bir araya gelmesi sonucu meydana geldiğini ortaya koymuştur. İnsan hataları arasında operatörün dikkatsizliği ve yetersiz eğitimi öne çıkarken, ekipman arızaları ise vinçteki teknik sorunları kapsamaktadır. Çevresel faktörler, çalışma alanındaki olumsuz koşulları ve hava durumunu içerirken, yönetimsel eksiklikler ise iş güvenliği prosedürlerindeki yetersizlikleri ve denetim eksikliklerini içermektedir. Tablo 4.5, Balık Kılçığı diyagramında yer alan her bir ana kategori için potansiyel nedenler ve bu nedenlerin gemi havuzlama operasyonlarına etkileri analiz edilmiştir. Neden-sonuç ilişkileri detaylandırılmıştır.

Tablo 4.5. Neden-Sonuç olası etkileri

Kategori	Potansiyel Nedenler	Olası Etkileri
İnsan Faktörleri	Operatör Dikkatsizliği	Gemi konumlandırmada hata, İş kazaları
Makine ve Ekipman	Vinç Arızası	Operasyonun durması, geminin hasar görmesi
Malzeme	Kalitesiz Malzeme	Gemi dengesinin bozulması, Operasyon gecikmesi
Çevre Koşulları	Ani Hava Değişiklikleri	Geminin yanlış pozisyonda stabilizasyonu, havuzlama sürecinin aksaması
Yöntem	Prosedür Eksiklikleri	Gemi sabitleme hataları, gemi kayması
Yönetim	Denetim Eksikliği, İş Gücü Yetersizliği	İş kazası artışı, süreç verimsizliği

Tablo 4.5'in analiz sonrasında, her bir kategori için potansiyel riskler önceliklendirilmiştir. Bu önceliklendirme, risklerin olasılığı, şiddeti ve etkisine göre değerlendirilmiştir. Önceliklendirilen riskler için çözüm önerileri geliştirilmiş ve iyileştirme süreçleri tanımlanmıştır.

Tablo 4.6. Risk önceliklendirme ve çözüm önerileri

Kategori	Potansiyel Nedenler	Önerilen Çözüm
İnsan Faktörleri	Operatör Dikkatsizliği	Operatör eğitimlerinin artırılması, dinlenme sürelerinin düzenlenmesi
Makine ve Ekipman	Vinç Arızası	Düzenli bakım planlarının oluşturulması, yedek ekipman bulundurulması
Malzeme	Kalitesiz Malzeme	Malzeme tedarikçilerinin gözden geçirilmesi, Malzeme standardı kontrol sistemlerinin kullanılması
Çevre Koşulları	Ani Hava Değişiklikleri	Operasyon öncesi hava tahminlerinin takibi ve raporlanması
Yöntem	Prosedür Eksiklikleri	Prosedürlerin gözden geçirilmesi, operasyon süreç kılavuzu hazırlanması
Yönetim	Denetim Eksikliği, İş Gücü Yetersizliği	Denetim mekanizması kurulması, yönetimsel süreçlerin iyileştirilmesi

Tablo 4.6, Balık Kılçığı yöntemi kullanılarak gemi havuzlama operasyonlarındaki riskler sistematik olarak analiz edilmiştir. Tablolar, sürecin daha anlaşılabilir olmasına katkıda bulunmakta ve bu çalışmanın sonucunda, bu tür kazaların tekrarlanmaması için alınması gereken önlemler vurgulanmıştır. Özellikle, operatörlerin daha iyi eğitilmesi, ekipmanların düzenli bakım ve kontrollerinin yapılması, çalışma alanlarının güvenli hale getirilmesi ve iş güvenliği prosedürlerinin sıkı bir şekilde uygulanması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca yönetimsel denetimlerin artırılması ve iş güvenliği kültürünün geliştirilmesi gerekliliği de vurgulanmıştır (Eraydın, 2019; Atalay ve Kılıç, 2015). Bu tedbirlerin alınması, benzer kazaların önlenmesine ve iş güvenliğinin artırılmasına katkı sağlayacaktır.

4.3 FMEA ve Balık Kılçığı Yöntemlerinin Birlikte Kullanımı

FMEA ve Balık Kılçığı yöntemlerinin birlikte kullanılması, risklerin daha kapsamlı bir şekilde analiz edilmesini sağlar. FMEA, risklerin hangi alanlarda olduğunu ve bunların önceliklendirilmesi gerektiğini gösterirken, Balık Kılçığı yöntemi, bu risklerin kök nedenlerini anlamamıza yardımcı olur (Atalay ve Kılıç, 2015; Kahraman ve Demirer, 2010).

Tablo 4.7. FMEA ve Balık Kılçığı yöntemlerinin birlikte kullanımı

Hata Türü	RÖS	Kök Neden (Balık Kılçığı)	Önerilen Eylem
Kaldırma Vinci Arızası	189	Bakımsız Makineler, Yetersiz Eğitim	Vinci düzenli bakım ve personel eğitimi
İşçi Güvenlik Ekipmanı Eksikliği	192	Ekipman Tedarikindeki Aksaklıklar, Dikkatsizlik	Ekipman kontrollerinin artırılması
Havuz Dolum Sisteminde Sızıntı	175	Kalitesiz Malzeme, Düzenli Denetim Yapılmaması	Malzeme tedarik süreçlerinin gözden geçirilmesi
Yanlış Malzeme Kullanımı	120	Yanlış Tedarik, Yetersiz Kontrol	Tedarik süreçlerinin iyileştirilmesi
Yanlış Prosedür Uygulanması	144	Yetersiz Eğitim, Standart Dışı Uygulamalar	Prosedür eğitimlerinin sıklaştırılması

Tablo 4.7, FMEA ile belirlenen riskler ve bu risklerin kök nedenleri Balık Kılçığı yöntemi ile analiz edilmiştir. Örneğin, kaldıraç vinci arızasının kök nedeni bakım eksikliği ve personelin yeterli eğitimi olmaması olarak belirlenmiştir. Buna göre, vinç bakımlarının düzenli olarak yapılması ve personelin eğitilmesi gerekmektedir. Bu tür önlemler alınarak, risklerin etkilerinin azaltılması ve operasyonel hataların önüne geçilmesi hedeflenmektedir.

4.4 Problem Hiyerarşisi ve Önceliklendirme

FMEA ve Balık Kılçığı yöntemlerinden elde edilen veriler ışığında, risklerin hangi sırayla ele alınması gerektiği ve kaynakların nasıl dağıtılacağı konusunda bir strateji geliştirilmelidir. Problem hiyerarşisi, bu riskleri önceliklendirmenin bir yoludur. Burada, en yüksek Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine sahip riskler, öncelikli olarak ele alınması gereken sorunlar olarak kabul edilir.

Bu adımlar izlenerek problem hiyerarşisi oluşturulabilir:

Risklerin Sınıflandırılması: FMEA'da elde edilen RÖS değerlerine göre riskler sınıflandırılır. En yüksek RÖS değerine sahip olan riskler en öncelikli olarak ele alınmalıdır.

Kök Nedenlerin Analizi: Balık Kılçığı Diyagramı ile kök nedenler daha ayrıntılı bir şekilde analiz edilir. Bu analiz, sorunun derinine inerek daha etkili müdahaleler yapılmasını sağlar.

Önceliklerin Belirlenmesi: RÖS değeri en yüksek olan risklere öncelik verilir. Bu risklere yönelik iyileştirici önlemler daha hızlı ve etkili bir şekilde uygulanmalıdır.

Kaynakların Yönlendirilmesi: Öncelikli risklere müdahale etmek için gerekli kaynaklar, iş gücü ve bütçe tahsis edilir. Örneğin, çok sık yaşanan ekipman arızaları için bakım bütçesi artırılabilir.

Tablo 4.8. Problem hiyerarşisi ve önceliklendirme

Risk	RÖS	Öncelik Sırası	Önerilen Eylem
Kaldırma vinci arızası	189	1	Vinci düzenli olarak bakım yaptırmak
İşçi güvenlik ekipmanı eksikliği	182	2	Ekipman kontrollerinin sıklaştırılması
Havuz dolum sisteminde sızıntı	175	3	Malzeme tedarik süreçlerinin iyileştirilmesi
Yanlış prosedür uygulanması	144	5	Personel eğitimlerinin artırılması
Yanlış malzeme kullanımı	120	4	Malzeme kalite kontrollerinin iyileştirilmesi

Tablo 4.8, FMEA'da elde edilen RÖS değerlerine göre riskler öncelik sırasına konulmuştur. En yüksek RÖS değerine sahip olan riskler en üst sırada yer almakta ve bu risklere yönelik eylemler öncelikli olarak ele alınmaktadır. Örneğin, kaldıraç vinci arızası, en yüksek RÖS değerine sahip olduğu için bu konuda bakım çalışmaları acilen yapılmalıdır.

4.5 FMEA ve Balık Kılçığı Yöntemlerinin Avantajları ve Sınırlamaları

Her iki yöntem de işletmelerde güvenliği artırmak, süreçlerde verimliliği sağlamak ve risk yönetiminde etkinliği artırmak için güçlü araçlar sunar. Ancak her iki yöntemin de avantajları ve sınırlamaları bulunmaktadır.

FMEA Yönteminin Avantajları:

- Risklerin sayısal olarak değerlendirilmesine olanak tanır, böylece hangi risklerin daha kritik olduğunu objektif bir şekilde belirler.

- Önleyici tedbirlerin daha sistematik bir şekilde planlanmasına olanak sağlar.
- Uygulama kolaylığı, ekipler arasında anlaşılır bir yöntem olması.

FMEA Yönteminin Sınırlamaları:

- Tüm olası risklerin her zaman mümkün olmayabilir. Özellikle insan faktörleri ve sistematik hatalar konusunda belirsizlikler ortaya çıkabilir.
- Verilerin doğruluğu ve güvenilirliği, değerlendirme yapan ekip üyelerinin bilgi ve deneyim düzeyine bağlıdır.
- FMEA, mevcut bilgiyi kullanarak gelecekteki riskleri tahmin eder, dolayısıyla beklenmeyen olaylar analiz dışında kalabilir.

Balık Kılçığı Yönteminin Avantajları:

- Kök neden analizi için görselle yapılandırılmış bir araçtır. Bu da karmaşık süreçleri ve neden-sonuç ilişkilerini daha anlaşılır hale getirir.
- Ekip içi beyin fırtınasına ve sürece dahil olan herkesin katkı sağlamasına olanak tanır.
- Problemin derinine inme ve temel nedenlerini belirleme olanağı sağlar.

Balık Kılçığı Yönteminin Sınırlamaları:

- Genellikle nedenlerin tam anlamıyla doğrulanmadığı durumlarda yanıltıcı olabilir.
- Daha çok niteliksel bir analiz sunar, bu da bazı risklerin sayılamadığı ya da ölçülemediği anlamına gelir.
- Diyagram oluşturulurken tüm nedenlerin eksiksiz bir şekilde belirlenmesi zaman alabilir ve ekiplerin dikkatli bir analiz yapması gerekir.

4.6 Yöntemlerin Birlikte Kullanılmasının Önemi

FMEA ve Balık Kılçığı yöntemlerinin birlikte kullanılması, tersane işletmelerinde risk yönetimini daha etkili ve kapsamlı hale getirir. FMEA, hangi risklerin en kritik olduğunu belirlerken, Balık Kılçığı bu risklerin temel nedenlerini analiz eder. Bu yöntemlerin entegrasyonu hem operasyondaki hataları önlemeye hem de sürecin sürekli olarak iyileştirilmesine yardımcı olur (Atalay ve Kılıç, 2015).

Bu iki yöntem, tersane işletmelerinde özellikle gemi havuzlama gibi yüksek riskli operasyonların daha güvenli ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmesine katkı sağlar. Risklerin tanımlanması, kök nedenlerin analiz edilmesi ve bu nedenlere yönelik müdahale planlarının uygulanması, işletme güvenliğini ve süreç verimliliğini artırır.

Tersane işletmelerinde, özellikle gemi havuzlama gibi karmaşık operasyonlarda karşılaşılan risklerin analizi ve yönetimi için FMEA ve Balık Kılçığı yöntemleri büyük önem taşımaktadır. FMEA, risklerin objektif bir şekilde değerlendirilmesi ve önceliklendirilmesi için ideal bir yöntem sunarken, Balık Kılçığı Diyagramı kök nedenleri analiz ederek bu risklerin temelinde yatan sorunları ortaya çıkarmaya yardımcı olur (Atalay ve Kılıç, 2015; Vikipedi, 2024). Bu yöntemlerin birlikte kullanılması, tersane yönetim süreçlerinde güvenliği ve verimliliği artırarak, operasyonel hataları ve maliyetli aksaklıkları minimize eder.

5. BULGULAR

FMEA ve Balık Kılçığı Diyagramı kullanılarak gerçekleştirilen analizlerin sonuçları detaylandırılacaktır. Yapılan analizler, tersane işletmelerindeki gemi havuzlama operasyonlarında karşılaşılan risklerin ve bu risklere yol açan nedenlerin tespit edilmesine odaklanmaktadır. Bulgular, iş sağlığı ve güvenliği açısından kritik olan hataların tespiti, bu hataların potansiyel etkileri, kök nedenleri ve bu nedenlerin ortadan kaldırılmasına yönelik öneriler üzerinde durmaktadır.

5.1. FMEA Bulguları

FMEA Tablosu Uygulama ve Vaka Analizi

Aşağıda, gemi havuzlama operasyonlarında kullanılan FMEA tablosu şematik olarak sunulmuştur. Bu tablo, her aşama için hata türlerini, nedenlerini, etkilerini ve risk öncelik numaralarını (RPN) içermektedir:

Tablo 5.1 Gemi havuzlama operasyonları için FMEA risk analizi

Aşama	Hata Türü	Hata Nedeni	Hatanın Etkisi	Olasılık (O)	Şiddet (Ş)	Tespit Edilebilirlik (T)	RPN	Önerilen Önlemler
Gemi Yerleştirme	Yanlış Konumlandırma	Personel Hatası	Gemi Stabilitesinin Bozulması	7	8	4	224	Çalışan eğitimi ve işaretleme geliştirilmesi
Sabitleme İşlemi	Sabitleme Boşluğu	Ekipman Arızası	Gemi Kayması ve Hasar Riski	5	9	3	135	Ekipman kontrol sıklığının artırılması
Su Tahliye İşlemi	Tahliye Süresinin Uzaması	Pompa Arızası	Operasyon Süresinin Uzaması	6	5	5	150	Pompa bakım sıklığının artırılması
Su Dolum İşlemi	Aşırı Dolum	Valf Kontrol Hatası	Taşma ve Çevresel Zarar Riski	3	7	6	126	Otomatik valf kontrol sisteminin kurulması

Tablo 5.1, operasyonel süreçteki her aşamanın detaylı bir şekilde değerlendirilmesine ve kritik risk alanlarının önceliklendirilmesine olanak tanır. RPN değerleri, risklerin

büyüklüğünü ve hangi risklerin öncelikli olarak ele alınması gerektiğini gösterir. RPN değeri yüksek olan riskler için önleyici tedbirler geliştirilmiş ve önerilen iyileştirme yöntemleri tabloda sunulmuştur.

Belirlenen riskler doğrultusunda, gemi havuzlama sürecinde iş güvenliği ve operasyonel verimliliği artırmak amacıyla aşağıdaki iyileştirme önerileri geliştirilmiştir:

- Ekipman bakım ve kontrol sıklıklarının artırılması.
- Operasyon öncesi ve sonrası çalışan eğitimlerinin düzenlenmesi.
- Otomasyon ve izleme sistemlerinin kullanımı ile hataların tespit edilebilirliğinin artırılması.

Bu önlemler, FMEA analizinde belirlenen yüksek riskli hata türlerine yönelik olarak uygulanarak operasyonların daha güvenli ve verimli hale getirilmesini sağlamaktadır.

FMEA yöntemi ile gemi havuzlama operasyonlarında tespit edilen potansiyel hatalar, her bir hatanın ciddiyeti, meydana gelme olasılığı ve tespit edilebilirliği gibi kriterler kullanılarak analiz edilmiştir. Bu analiz sonucunda elde edilen bulgular, tersane işletmelerindeki en kritik hataların belirlenmesine yardımcı olmuştur.

Tablo 5.2. Yüksek hesaplanan RPN değerlerine sahip hata türü analizi

Hata Türü	Hata Nedeni	Hatanın Etkisi	Olasılık (O)	Şiddet (Ş)	Tespit Edilebilirlik (T)	RPN
Vinç Arızalar	Ekipman Arızası	Operasyon Süresinin Uzaması, Gemi Kayması ve Hasar Riski, İş Kazası	8	10	9	720
Yanlış Malzeme Kullanım	Personel Hatası	Operasyon Süresinin Uzaması, İş Kazası	9	10	10	900
İş Güvenliği İhlali	Personel Hatası	İş Kazası	10	9	9	810

Tablo 5.2, her bir hata için hesaplanan RPN, hangi hataların daha önce ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Vinç Arızaları: Gemi havuzlama sırasında kullanılan vinçlerin bakım eksikliği veya aşırı yüklenme nedeniyle arızalanması hem iş kazalarına hem de operasyonel gecikmelere yol açabilecek ciddi bir risk olarak tespit edilmiştir. Vinç arızaları, ciddiyet açısından yüksek bir değerlendirme almış ve RPN değeri bakımından en öncelikli risklerden biri olarak kabul edilmiştir.

Yanlış Malzeme Kullanımı: Gemi havuzlama işlemleri sırasında yanlış malzeme kullanımı, gemi güvenliği açısından ciddi sonuçlar doğurabilir. Özellikle su sızdırmazlık malzemelerinin yanlış seçilmesi, gemi gövdesinde hasarların oluşmasına ve bu durumun işletme maliyetlerini artırmasına yol açabilir.

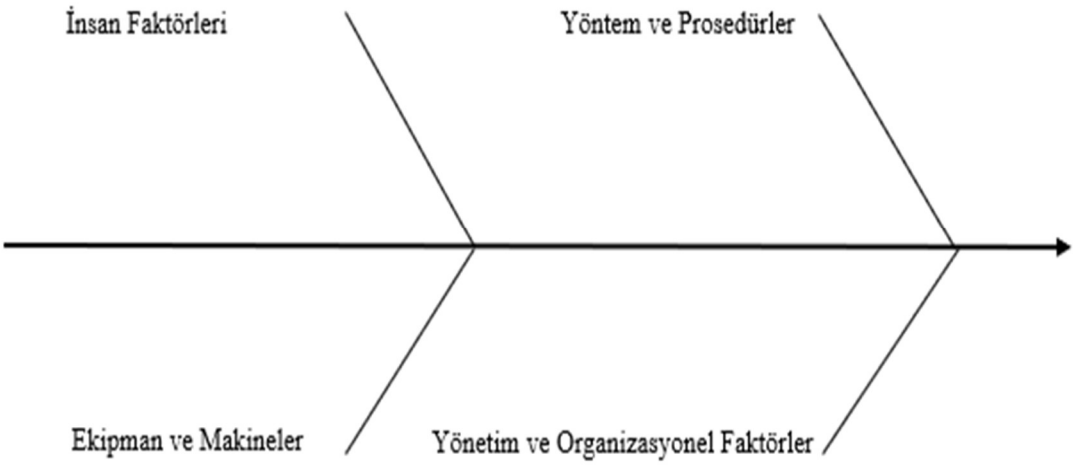
İş Güvenliği İhlalleri: Tersane ortamındaki tehlikeli çalışma koşulları nedeniyle işçi güvenliği ihlalleri, FMEA analizinde yüksek riskli bir kategori olarak belirlenmiştir. Özellikle yüksekten düşme, ağır ekipmanların çarpması veya yanlış ekipman kullanımı gibi hatalar, iş kazalarına neden olabilecek faktörler arasında yer almaktadır.

Önerilen Önleyici Faaliyetler:

- Vinç arızalarının önlenmesi için düzenli bakım programlarının oluşturulması ve vinç operatörlerine yönelik eğitimlerin artırılması.
- Malzeme seçiminde kalite kontrol süreçlerinin sıkılaştırılması ve tedarikçi denetimlerinin yapılması.
- İş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin güçlendirilmesi ve iş yerinde güvenlik önlemlerinin artırılması.

5.2. Balık Kılçığı Diyagramı Bulguları

Balık Kılçığı Diyagramı, gemi havuzlama operasyonlarında tespit edilen sorunların kök nedenlerinin analiz edilmesi için kullanılmıştır. Bu analiz, FMEA ile belirlenen yüksek riskli hataların nedenlerine odaklanmıştır. Balık Kılçığı Diyagramı ile yapılan kök neden analizi, bu hataların ortaya çıkmasına yol açan faktörlerin sınıflandırılmasına ve her bir faktörün çözümüne yönelik öneriler geliştirilmesine olanak tanımıştır.



Şekil 5.1 Gemi havuzlama operasyonlarında balık kılçığı diyagramı

Şekil 5.1, göre açıklayıcı kök nedenler olarak belirlenebilir.

Ekipman Arızaları: Ekipman bakımının yetersiz yapılması ve yanlış kullanım, havuzlama operasyonlarında vinç ve diğer makinelerin sık arıza yapmasına neden olmuştur. Bu arızaların önlenmesi için bakım programlarının düzenli olarak uygulanması gerektiği tespit edilmiştir.

İşçi Eğitimsizliği: Balık Kılçığı Diyagramı, iş kazalarının önemli bir kısmının yetersiz eğitimden kaynaklandığını göstermektedir. Özellikle yeni işe alınan personelin gemi havuzlama operasyonları sırasında karşılaşabileceği tehlikeler hakkında yeterince bilgilendirilmemesi, kazaların artmasına yol açmaktadır.

Yetersiz Denetim: İş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin yeterli sıklıkta yapılmaması, tersane işletmelerinde iş güvenliği kültürünün zayıf olmasına neden olmaktadır. Bu durum, özellikle iş makinelerinin ve diğer ekipmanların yanlış kullanımı veya bakımsız bırakılması gibi durumlara yol açmaktadır.

Önerilen Çözümler:

- Ekipman bakım süreçlerinin optimize edilmesi ve bakım işlemlerinin düzenli olarak raporlanması.
- İşçilere yönelik sürekli eğitim programlarının düzenlenmesi ve özellikle tehlikeli işlerin yapılacağı süreçler için özel eğitimlerin verilmesi.

- İş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin daha sık ve kapsamlı bir şekilde yapılması, bu denetimlerin bağımsız kuruluşlar tarafından gerçekleştirilmesi.

5.3. Risk Önceliklendirme ve Kök Nedenlerin Ortadan Kaldırılması

Yapılan analizler sonucunda, FMEA ve Balık Kılçığı Diyagramı ile tespit edilen hataların, gemi havuzlama operasyonlarında iş sağlığı ve güvenliği açısından önemli riskler oluşturduğu görülmüştür. Bu hataların kök nedenlerinin ortadan kaldırılması, tersane işletmelerinde daha güvenli bir çalışma ortamı yaratılmasına katkı sağlayacaktır. Ayrıca, bu hataların ortadan kaldırılması, gemi havuzlama operasyonlarının daha verimli bir şekilde yürütülmesine ve işletme maliyetlerinin düşürülmesine de yardımcı olacaktır.

Risklerin önceliklendirilmesi sürecinde, RPN değeri yüksek olan hataların çözümüne öncelik verilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu bağlamda, vinç arızaları, yanlış malzeme kullanımı ve iş kazalarına yol açan işçi eğitimsizliği gibi faktörlerin öncelikli olarak ele alınması gerekmektedir.

5.4. Genel Bulguların Değerlendirilmesi

FMEA ve Balık Kılçığı Diyagramı ile yapılan analizler, tersane işletmelerinde gemi havuzlama operasyonları sırasında karşılaşılan risklerin sistematik bir şekilde ele alınmasını sağlamıştır. Bu iki yöntem, hataların ciddiyeti ve bu hataların kök nedenleri hakkında kapsamlı bilgi sunmuş, bu da tersane işletmelerinde risk yönetimine yönelik etkili stratejilerin geliştirilmesine olanak tanımıştır.

Analizler sonucunda, gemi havuzlama operasyonlarında en kritik risklerin ekipman arızaları, işçi eğitimsizliği ve malzeme hataları olduğu belirlenmiştir. Bu risklerin ortadan kaldırılması için geliştirilen öneriler, tersane işletmelerinde iş sağlığı ve güvenliği performansını artırmak amacıyla kullanılabilir.

5.5. FMEA ve Balık Kılçığı Bulgularının Karşılaştırılması

FMEA ve Balık Kılçığı Diyagramı, tersane işletmelerindeki gemi havuzlama operasyonları sırasında karşılaşılan riskleri farklı açılardan ele alan iki etkili yöntemdir. FMEA, her bir hatanın risk düzeyini ve önceliklendirilmesi gereken problemleri belirlerken, Balık Kılçığı Diyagramı bu hataların kök nedenlerine inerek problemin temel

kaynaklarını analiz etmiştir. Her iki yöntem de farklı sonuçlar ortaya koysa da bulgular birbiriyle tutarlı ve birbirini destekleyicidir.

FMEA ile Tespit Edilen Yüksek Öncelikli Riskler: FMEA bulgularına göre, gemi havuzlama operasyonlarında karşılaşılan en yüksek öncelikli riskler ekipman arızaları (özellikle vinçler), iş kazalarına yol açabilecek işçi güvenliği ihlalleri ve malzeme seçimindeki hatalardır. Bu risklerin yüksek RPN değerlerine sahip olduğu tespit edilmiş ve bu problemlerin derhal ele alınması gerektiği vurgulanmıştır.

Balık Kılçığı Diyagramı ile Kök Neden Analizi: Balık Kılçığı Diyagramı ise bu problemlerin neden kaynaklandığını ayrıntılı bir şekilde inceleyerek ekipman arızalarının yetersiz bakım ve eğitimsizlik, iş kazalarının ise güvenlik denetimlerinin yetersizliği ve personel eğitimi eksikliklerinden kaynaklandığını ortaya koymuştur. Malzeme seçimindeki hatalar ise tedarikçi kontrolü ve malzeme kalite denetimlerinin zayıflığına dayandırılmıştır.

Ortak Bulgular: Her iki yöntemde de öne çıkan ortak bulgu, tersane işletmelerinde iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının ve personel eğitimlerinin yetersiz olduğudur. Bu eksiklikler hem iş kazalarının artmasına hem de operasyonel verimsizliklere yol açmaktadır. Ayrıca, gemi havuzlama işlemleri sırasında kullanılan ekipmanların düzenli bakım ve kontrol süreçlerinden geçmemesi, ekipman arızalarının ana nedeni olarak tespit edilmiştir.

5.6. FMEA ve Balık Kılçığı Yöntemleri ile Geliştirilen Öneriler

Yapılan analizler sonucunda, gemi havuzlama operasyonlarında karşılaşılan sorunların çözümüne yönelik çeşitli stratejiler geliştirilmiştir. FMEA yöntemi ile tespit edilen risklerin azaltılması için alınabilecek önlemler, Balık Kılçığı Diyagramı ile belirlenen kök nedenlere dayalı olarak önerilen stratejiler şunlardır;

Ekipman Bakımının Güçlendirilmesi:

Gemi havuzlama operasyonlarında kullanılan tüm ekipmanların düzenli bakım programına tabi tutulması.

Vinç ve diğer ağır makineler için periyodik bakım ve denetim süreçlerinin oluşturulması.

Bakım işlemlerinin kaydedilmesi ve bu süreçlerin takip edilmesi için dijital izleme sistemlerinin kullanılması.

Personel Eğitimi ve İş Sağlığı Güvenliği Programları:

İşçilere, özellikle gemi havuzlama operasyonları sırasında karşılaşabilecekleri riskler hakkında düzenli eğitimler verilmesi.

Yüksekten düşme, ağır ekipman çarpması gibi iş kazalarına yol açabilecek durumlara yönelik özel eğitim programlarının geliştirilmesi.

İş sağlığı ve güvenliği kültürünün artırılması için tersane genelinde düzenli seminerler düzenlenmesi.

Malzeme Seçiminde Kalite Kontrolünün Artırılması:

Tersane işletmelerinde kullanılan tüm malzemelerin kalite kontrol süreçlerinin sıkılaştırılması.

Tedarikçilerle yapılan anlaşmaların gözden geçirilmesi ve kalite denetimlerinin artırılması.

Gemi havuzlama işlemlerinde kullanılan malzemelerin standartlara uygun olduğundan emin olmak için bağımsız denetim kuruluşları ile iş birliği yapılması.

Denetim Süreçlerinin Sıklaştırılması:

İş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin düzenli olarak yapılması ve bu denetimlerin sıklığının artırılması.

Bağımsız denetim kuruluşları tarafından yapılacak denetimlerle iş güvenliği standartlarına uygunluk sağlanması.

Tersane içindeki her departmanın iş sağlığı ve güvenliği performansının takip edilmesi ve gerektiğinde cezai yaptırımlar uygulanması.

5.7. Bulguların İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi

FMEA ve Balık Kılçığı Diyagramı ile yapılan analizler sonucunda, gemi havuzlama operasyonlarında iş sağlığı ve güvenliği açısından ciddi risklerin bulunduğu tespit edilmiştir. Bu riskler, iş kazalarına, malzeme hatalarına ve operasyonel verimsizliklere yol açabilir. Ancak, bu risklerin azaltılması için geliştirilen öneriler, iş sağlığı ve güvenliği performansının iyileştirilmesine ve tersane işletmelerinde daha güvenli bir çalışma ortamı oluşturulmasına katkı sağlayacaktır. İş sağlığı ve güvenliği açısından kritik noktalar;

Vinç ve diğer ekipmanların düzenli bakımının yapılmaması, büyük iş kazalarına yol açabilir. Bu nedenle, bakım süreçlerinin sıkılaştırılması ve personelin bu konuda eğitilmesi şarttır.

İşçi eğitimsizliği, tersane ortamındaki en büyük güvenlik risklerinden biridir. Personelin yeterli eğitimi alması, iş kazalarını büyük ölçüde azaltabilir.

Malzeme hataları, sadece operasyonel verimsizliklere değil, aynı zamanda gemi güvenliği açısından ciddi tehlikelere yol açabilir. Bu nedenle, malzeme seçiminde kalite kontrol süreçlerinin iyileştirilmesi gerekmektedir.

5.8. Sonuçların Tersane Operasyonlarına Yansımaları

Analizlerden elde edilen sonuçlar, tersane işletmelerinde gemi havuzlama operasyonları sırasında karşılaşılan risklerin sistematik bir şekilde ele alınmasını sağlamıştır. Yapılan FMEA ve Balık Kılçığı analizleri, bu operasyonlardaki en kritik riskleri ve bu risklerin kök nedenlerini ortaya çıkarmıştır. Elde edilen bulgular, tersane yönetimine operasyonel süreçlerin nasıl daha güvenli ve verimli hale getirilebileceği konusunda yol gösterici olmuştur. Bulguların tersane operasyonlarına yansımaları şu şekildedir;

- İş sağlığı ve güvenliği performansının iyileştirilmesi, iş kazalarını azaltarak iş gücü kaybını en aza indirecektir.
- Ekipman bakımının iyileştirilmesi, operasyonel verimliliği artırarak maliyetlerin düşürülmesine katkı sağlayacaktır.
- Malzeme kalitesinin iyileştirilmesi, gemi bakım ve onarım süreçlerinin daha güvenli ve etkin bir şekilde yürütülmesine olanak tanıyacaktır.

Sonuç olarak, yapılan analizler ve önerilen iyileştirme stratejileri, tersane işletmelerinde daha güvenli, verimli ve sürdürülebilir bir çalışma ortamının oluşturulmasına katkıda bulunacaktır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Çalışmada, tersane işletmelerinde gemi havuzlama operasyonları sırasında karşılaşılan riskler, FMEA ve Balık Kılçığı yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Tersaneler, gemi inşası, bakımı ve onarımı gibi önemli faaliyetleri yürüttüğü için, bu tür karmaşık operasyonlarda ortaya çıkan riskler dikkatle yönetilmelidir. Yapılan analizler hem operasyonel hem de iş sağlığı ve güvenliği risklerini belirlemiş ve bu risklerin etkili yönetimi için gerekli stratejileri ortaya koymuştur.

FMEA yöntemi kullanılarak, gemi havuzlama operasyonları sırasında meydana gelebilecek olası hata modları, bu hataların etkileri ve bu etkilerin önceliklendirilmesi sağlanmıştır. FMEA, tersane operasyonlarında en çok tehlike arz eden unsurları önceliklendirmede etkili bir araç olmuş ve bu sayede kritik sorunlara odaklanma imkânı sunmuştur. Ekipman arızaları, insan hataları ve yetersiz bakım süreçleri en yüksek RPN değerlerine sahip riskler olarak tespit edilmiştir.

Balık Kılçığı yöntemi ile bu hataların kök nedenlerine inilerek, ortaya çıkan problemleri besleyen temel faktörler detaylı şekilde incelenmiştir. Yöntem, iş kazalarının, ekipman arızalarının ve malzeme seçimi hatalarının altında yatan insan faktörleri, yönetimsel eksiklikler, bakım yetersizlikleri ve malzeme kontrol süreçlerindeki aksaklıkları gün yüzüne çıkarmıştır.

Bulgular, tersanelerde iş sağlığı ve güvenliği yönetimi ile operasyonel süreçlerin daha sistematik ve planlı bir şekilde ele alınması gerektiğini göstermektedir. Özellikle, iş kazalarını önlemek için güvenlik kültürünün güçlendirilmesi ve personelin eğitiminin iyileştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, ekipmanların düzenli bakım ve kontrol süreçlerinin sıkılaştırılması ve malzeme kalitesinin sürekli izlenmesi ile süreç gözetimi operasyonel risklerin azaltılmasında kritik bir rol oynamaktadır.

6.2. Öneriler

Bu çalışmada elde edilen bulgular doğrultusunda, gemi havuzlama operasyonlarında iş sağlığı ve güvenliği ile operasyonel verimliliği artırmak adına aşağıdaki öneriler sunulmaktadır. Bunlar;

Ekipman Bakım Programları:

Gemi havuzlama işlemlerinde kullanılan tüm ekipmanların düzenli ve planlı bir şekilde bakım programına tabi tutulması sağlanmalıdır. Ekipmanların arızalanması iş kazalarına yol açabileceğinden, bu süreçlerin sistematik olarak izlenmesi gerekmektedir.

Özellikle vinçler, krikolar ve diğer ağır makineler gibi kritik ekipmanların bakım süreçleri sıkılaştırılmalı ve bakım raporları düzenli olarak denetlenmelidir.

Dijital izleme sistemleri aracılığıyla ekipmanların durumu sürekli olarak kontrol edilmeli ve arızalar oluşmadan önce bakım yapılmalıdır.

Personel Eğitim Programları:

Tersanelerde çalışan personelin iş sağlığı ve güvenliği konusunda bilinçlendirilmesi amacıyla kapsamlı eğitim programları düzenlenmelidir. Özellikle gemi havuzlama operasyonları sırasında işçilerin karşılaşabilecekleri riskler konusunda özel eğitim verilmelidir.

Eğitim programları yalnızca teorik bilgiye dayanmamalı, pratik uygulamalarla da desteklenmelidir. Çalışanların, özellikle yüksekten düşme ve ağır ekipman kullanımı gibi riskli süreçlerde güvenli çalışma becerilerini geliştirmeleri sağlanmalıdır. Ayrıca, eğitimlerin periyodik olarak güncellenmesi ve yeni teknolojilere uyum sağlaması gerektiği unutulmamalıdır. İş sağlığı ve güvenliği standartları sürekli gelişmekte olduğu için personelin bu standartlara uyumu sağlanmalıdır.

Güvenlik Kültürünün Yaygınlaştırılması:

Tersane işletmelerinde güvenlik kültürünü geliştirmek için yönetim tarafından güçlü bir taahhüt oluşturulmalı ve iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin tüm çalışanlar tarafından benimsenmesi sağlanmalıdır.

Güvenlik kültürünün bir parçası olarak, tersane içindeki tüm çalışanlar güvenlik kurallarına uymaları konusunda teşvik edilmeli ve bu kuralların ihlali durumunda cezai yaptırımlar uygulanmalıdır.

Çalışanların iş kazaları hakkında geri bildirimde bulunabilecekleri bir sistem oluşturulmalı ve bu geri bildirimler ciddiye alınarak çözümler üretilmelidir.

Risk Yönetimi Süreçlerinin İyileştirilmesi:

Gemi havuzlama operasyonlarında karşılaşılan risklerin önceden tespit edilmesi ve bu risklerin yönetimi için kapsamlı bir risk yönetim planı oluşturulmalıdır. Bu plan, yalnızca mevcut riskleri değerlendirmekle kalmamalı, aynı zamanda gelecekteki potansiyel risklere karşı proaktif önlemler içermelidir.

Risk değerlendirme süreçleri periyodik olarak güncellenmeli ve yeni risk faktörleri eklenmelidir. Örneğin, teknolojinin gelişmesiyle birlikte ortaya çıkan yeni ekipmanlar veya prosedürler risk yönetimi planına entegre edilmelidir.,

Malzeme Seçim Süreçlerinin Güçlendirilmesi:

Gemi havuzlama operasyonlarında kullanılan tüm malzemelerin kalite kontrol süreçlerinin sıkılaştırılması gerekmektedir. Özellikle, gemi gövdesi ve sualtı parçalarının bakımında kullanılan malzemelerin standartlara uygun olduğundan emin olunmalıdır.

Tedarikçilerle yapılan sözleşmelerin gözden geçirilmesi ve malzeme seçim süreçlerinde kalite denetimlerinin artırılması gerekmektedir. Kalitesiz malzemelerin kullanımı, operasyonel verimliliği olumsuz etkileyebileceği gibi iş sağlığı ve güvenliği risklerini de artırmaktadır.

Bağımsız Denetim ve Kontrol Mekanizmalarının Artırılması:

İş sağlığı ve güvenliği standartlarına uygunluğun sağlanması için bağımsız denetim kuruluşları tarafından düzenli denetimler yapılmalıdır. Bu denetimler, tersane işletmelerinin güvenlik standartlarına uygunluğunu sağlamak için dış gözlemciler tarafından gerçekleştirilmeli ve denetim raporları incelenmelidir.

Ayrıca, tersane içindeki her departmanın iş sağlığı ve güvenliği performansı düzenli olarak ölçülmeli ve performansı düşük olan bölümler için iyileştirici önlemler alınmalıdır.

6.3. Gelecekteki Çalışmalar İçin Öneriler

Bu çalışma, tersane işletmelerinde gemi havuzlama operasyonları sırasında karşılaşılan riskleri analiz etmede iki önemli yöntemi, FMEA ve Balık Kılçığı yöntemlerini bir araya getirerek kapsamlı bir risk yönetimi stratejisi oluşturmayı amaçlamıştır. Gelecekteki çalışmalar için ise şu önerilerde bulunulabilir;

- FMEA ve Balık Kılçığı yöntemlerinin yanı sıra, diğer risk yönetimi ve analiz yöntemlerinin tersane operasyonlarında uygulanarak bu süreçlerin daha geniş bir perspektiften ele alınması faydalı olacaktır.
- Gemi havuzlama işlemlerinde kullanılan yeni teknolojilerin, örneğin robotik sistemlerin ve otomasyonun, operasyonel riskler üzerindeki etkisi araştırılmalıdır. Bu teknolojilerin iş kazalarını ve operasyonel hataları nasıl azalttığı üzerine çalışmalar yapılabilir.
- İş sağlığı ve güvenliği alanında yapılan tüm iyileştirme çabalarının çalışanlar üzerindeki etkisi ve güvenlik kültürüne katkısı daha geniş kapsamlı bir araştırma ile incelenebilir.

Sonuç olarak, gemi havuzlama operasyonlarının güvenliği ve verimliliği için sürekli iyileştirme ve risk yönetimi büyük bir önem taşımaktadır. İşletmeler hem çalışanların güvenliğini hem de operasyonel performansı artırmak için bu stratejilere odaklanarak, güvenli ve sürdürülebilir bir iş ortamı sağlayabilirler.

KAYNAKLAR

Altın, M. (2022). *Gemilerde Yapılan Raspa(kumlama), Boya ve Bakım İşlemleri.* Sac Denizcilik, https://sacdenizcilik.com/index.php/2022/03/03/gemilerde-yapilan-raspa-kumlama-boya-ve-bakim-islemleri/ (Ziyaret tarihi: 14 Ocak 2024).

Atalay, O., Kılıç, Ö. (2016). Balık Kılçığı Yöntemi ile Mobil Vinç Kazası Olası Nedenlerinin İncelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 30*(1), 73-78. DOI: 10.21605/cukurovaummfd.242808

Aydın, F. (2010). İş Sağlığı ve Güvenliği Kavramının Toplam Kalite Yönetimi Açısından İrdelenmesi ve Gemi İnşaa Sanayinde(Tuzla Tersaneler Bölgesi) Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 194381.

Bayram, M. (2021). Çalışanların Güvenlik Yetkinliği, 6331 Saylı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu Uygulamalarından Memnuniyet ve Bireysel Çıktıları Arasındaki İlişkiler. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi, 24*(1), 15-27.

Eraydın, C., Tezcan, B., Koç, Z. (2019). Hasta Düşmelerinin Değerlendirilmesinde Balık Kılçığı Yöntemi ile Kök Neden Analizi. *Sağlık ve Hemşirelik Yönetimi Dergisi, 6*(3), 266-272. DOI:10.5222/SHYD.2019.82905

Eraslan, E., Cansaran, C. (2020). İş Sağlığı ve Güvenliği Algısının Eğitim Bazında Değerlendirilmesi. *Journal of Turkish, 4*(1), 357-368.

Erkayaoğlu, M. (2020). Madencilik Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetimi için Veri Entegrasyonu Uygulaması. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 35*(1), 105-114.

Güler, A. (2014). Gemi Bakım Onarım Sektöründe Risk Envanteri Oluşturulması Tanker Gemileri. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 416962.

Gümüş, Ş. Ö. (2010). Osmanlı'da Gemilerin Denize İndirilmesi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 8*(1).15-36.

Güven, A. Ç., Yorulmaz, M. (2022). Denizcilik Alanında İş Sağlığı ve Güvenliği Konusunda Yapılmış Çalışmaların Bibliyometrik ve İçerik Analizi. *Denizcilik Araştırmaları Dergisi: Amfora, 1*(1), 79-87.

Kahraman, Ö., Demirer, A. (2010). OHSAS 18001 Kapsamında FMEA Uygulaması. *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 7*(1), 53-68.

Kök, C. (2021). *Balık Kılçığı Diyagramı.* Medium, https://cansukok.medium.com/balık-kılçığı-diyagramı-64298b6a3ccc, (Ziyaret tarihi:20 Eylül 2024).

Kurt, M., Özdemir, K. (2003). İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Yönetim Sistemleri. *TTM Meslek Sağlık ve Güvenlik Dergisi, 4*(16), 13-21.

Narlı, M. (2021). Yenidoğan Bebek Transport Ambulansı Risk Analizi: HTEA Yöntemi ile Bir Uygulama. *Afet ve Risk Dergisi, 4*(2), 145-162. DOI: 10.35341/afet.962467

Özyazgan, V., Engin, F. Z. (2013). FMEA Analysıs and Applıcatıons ın Knıttıng Industry. *Textile and Apparel, 23*(3), 228-232.

Sharma, K. D., Srivastava, S. (2018). Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Implementation: A Lİterature Review. *Journal of Advance Research in Aeronautics and Space Science, 5*(1), 1-17.

Sönmez, Y., Ünğan, M. C. (2017). Hata Türü Etkileri Analizi ve Otomotiv Parçaları Üretiminde Bir Uygulama. *İşletme Bilimi Dergisi, 5(*2), 217-245. DOI: 10.22139/jobs.321887

Tanrıverdi, M. (2019). Gemi İnşa Sanayinde İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 592245.

Tutar, H., Nam, S., Nam, D. (2019). İş Kazalarının Önlenmesinde Güvenlik Kültürünün Belirleyicileri: Gemi İnşa Sanayi Üzerine Bir Araştırma. *EUropean Journal of Managerial Research (EUJMR), 3*(4), 99-118.

Turan, H., Süslü, E. (2021). Tersanelerde İş Sağlığı ve Güvenliği. *The Journal of Academic Social Science*, *9*(119), 160-188. DOI: 10.29228/ASOS.52013

URL-1:FMEA:https://www.fmea.com.tr/tr/, (Ziyaret tarihi: 28 Mayıs 2024).

URL-2: https://tr.wikipedia.org/wiki/Balık_kılçığı_diyagramı/, (Ziyaret Tarihi:21 Mayıs 2024).

Yağlı, H. (2021). Gemi Havuzlama ve Havuzlama Sırasında Oluşan Kazaların Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 698703.

Yorulmaz, M., Çelik, Y. (2024). Tersane İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Performansının Değerlendirilmesi: Yalova Tersaneler Bölgesinde Bir Uygulama. *Gemi ve Deniz Teknolojisi* (224), 40-59. DOI: 10.54926/gdt.1359757

Yorulmaz, M., Öztürk, M. A. (2024). Tersanelerde Gemilerin Havuzlama Operasyonlarının Risk Analizi Ve Yönetimi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, 12*(1), 58-104. DOI: 10.54429/seyad.1439176

Yorulmaz, M., Durmuş, D., Sezen, K. (2022). Gemilerin Havuzlama Operasyonlarındaki Risklerinin FMEA Yöntemi ile Analizi. *Journal of Academic Value Studies, 8*(3), 293-303. DOI: http://dx.doi.org/10.29228/

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Demirdağ, M., ve Yorulmaz, M. (2024). Tersanelerde Gemilerin Raspa Operasyonlarındaki Risklerin Analizi ve Yönetilmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi, 8*(2), 144-176. DOI: 10.31200/makuubd.1524649

ÖZGEÇMİŞ

İlk, orta ve lise öğrenimini Balıkesir'de tamamladı. 2016 yılında Uşak Üniversitesi Sağlık Yüksekokulunda İş Sağlığı ve Güvenliği bölümü lisans eğitimi görüp 2020 yılında mezun oldu. 2021 yılında başladığı Kütahya Dumlupınar Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği tezsiz yüksek lisans programından 2022 yılında mezun oldu. 2022 Yılında başladığı Kocaeli Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği tezli yüksek lisans programına başladı.