

Gemilerin Havuzlama Operasyonlarındaki Risklerinin FMEA Yöntemi ile Analizi

Analysis of the Risks of Ships in Docking Operations by FMEA Method

Murat Yorulmaz^a , Dinçer Durmuş^b , Kübra Sezen^c 

^a Department of Maritime Business Administration, Kocaeli University, Kocaeli, Türkiye

^b Department of Maritime Business Administration, Kocaeli University, Kocaeli, Türkiye

^c Department of Industrial Engineering, Beykent University, İstanbul, Türkiye
kubraseden07@gmail.com (Corresponding Author)

Özet

Havuz operasyonları sırasında hem çalışılan ortam hem de insan kaynaklı riskler öngörülmeyen ve maruz kalmak istenilmeyen sonuçlara neden olabilmektedir. Havuz operasyonları öncesinde, sürecinde ve sonrasında gerekli risk değerlendirmeleri yapılsa bile çalışma ortamının ağır olması, iş stresi ve personel dikkatsizlikleri gibi faktörler bazı durumlarda bu risklerin derecelerini arttırmaktadır. Bu çalışmada havuz operasyonları sırasında gerçekleşmesi potansiyel olan riskler tespit edilmiş, risklerin derecelendirilmesi için havuz operasyonlarının çeşitli pozisyonlarında görev alan personel ile bir çalışma yürütülmüştür. Potansiyel risklerin değerlendirilmesi için Hata Türleri ve Etkileri Analizi (Failure Modes and Effects Analysis- FMEA) yönteminden yararlanılmıştır. Çalışma sonucunda, uzman kişilerin görüşleri ışığında potansiyel risklerin risk öncelik sayıları (RÖS) tespit edilmiş, hangi risklerin havuz operasyonları sürecinde daha kritik öneme sahip olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Risklerin olası etkilerinin azaltılması ve yok edilmesi için kontrol önlemleri de belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Havuzlama, Havuz Operasyonları, Risk Analizi, FMEA

Abstract

During dock operations, both the working environment and human-induced risks can cause unforeseen and undesirable consequences. Even if the necessary risk assessments are made before, during, and after the dock operations, factors such as the heavy working environment, job stress and staff carelessness increase the degree of these risks in some cases. In this study, potential risks that may occur during dock operations were identified, and a study was conducted with the personnel working in various positions of the dock operations to rank the risks. The Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) method was used to the evaluation of potential risks. As a result of the study, the risk priority numbers (RÖS) of potential risks were determined in the light of the opinions of experts, and it was tried to determine which risks were more critical in the dock operations process. Control measures have also been determined to reduce and eliminate the possible effects of risks.

Keywords: Docking, Dock Operations, Risk Analysis, FMEA

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

Received: 24.07.2022 Accepted: 27.09.2022

This article was checked by *intihal.net*



1. Giriş

Dünya ticaret hacminin büyük çoğunluğu deniz yolu taşımacılığıyla yapılmaktadır. Her gün daha da küreselleşen Dünya’da, gemiler deniz ticaretinde önemli bir yer almaktadır. Bunun sonucunda, piyasadaki gemi sayısında yıllar ilerledikçe artış yaşanmaya devam etmektedir. Gemi sayısındaki artışla birlikte gemilerin bakım onarım ihtiyacı da artmaktadır. Gemilerin bakım ve onarım isteği, deniz taşımacılığının en önemli belirteçlerinden biri olan navlun fiyatlarıyla da ilgilidir. Armatörler, navlun fiyatlarının düşük seviyelerde ilerlediği dönemlerde masrafları düşük tutabilmek için daha ucuz bakım ve onarım hizmeti veren tersaneleri seçmektedir. Hatta bazı durumlarda rotalarını buna göre oluşturmaktadırlar. Navlun fiyatlarının yüksek seviyelerde ilerlediği dönemlerde ise armatörler, geminin aktif olmayan süresini kısaltmak için rotasına en uygun ve en hızlı hizmeti veren tersaneleri talep etmektedir (Tari, 2014).

Gemilerin bakım ve onarım ihtiyacı, deniz şartlarından kaynaklı oluşan korozyonlar, ortaya çıkan kazalar ve kullanımdan kaynaklı bazı ekipmanlarda yetersizlik oluşması sonucu ortaya çıkmaktadır. Gemiler, bakım ve onarım faaliyetlerini gerçekleştirmek için ihtiyaçlarıyla doğru orantılı süre aralığında tersaneye demir atmaktadırlar. Tersanecilik faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla; geminin dış yüzeyine raspa ve boya yapılması, gemide bulunan donanımların bakım işlemlerinin gerçekleştirilmesi ve pervanenin yenilenmesi gibi çalışmalar gerçekleştirilir. Bu faaliyetler ise “gemi havuzlama” olarak ifade edilmektedir (Yağlı, 2021). Her geminin havuzlaması belirli bir takvim aralığında gerçekleştirildiği için çalışmaların bir gün bile sarkması hem tersane takviminin düzeninin bozulmasına hem de gemi için ekstra maliyete sebep olmaktadır. Bu yüzden, geminin havuzda kaldığı süre boyunca gemi ve tersane personeli stresli ve yoğun bir tempoda çalışmaktadır. Gemi ve tersane için son derece kritik bir öneme sahip olan havuzlama sürecinin nitelikli ve deneyimli personel ile yürütülmesi gerekmektedir.

Gemi havuzlama sürecinde hem tersanenin hem de gemide bulunan personelin nitelikleri ve havuzlama operasyonlarının tehlikeli olması riskleri belirleyen en önemli faktörlerdendir. Yoğun ve stresli iş ortamında doğru kararlar vermek, süreci yönlendirebilmek ve çalışmalarını belirli takvim aralığında bitirmek gibi etmenler personel üzerinde baskı oluşturmaktadır. Nitelik bakımından zayıf olan personel ise, bu baskıyı kaldıramadığından potansiyel riskler artmaktadır. Buradan hareketle, bu çalışmanın amacı, gemilerin havuz operasyonlarındaki potansiyel risklerinin tespit edilerek detaylı analizlerinin gerçekleştirilmesidir. Risk analizi aşamasında olası hataların önceden tespit edilmesi, takım çalışmasına yatkınlık ve risklerin etkisinin azaltılması nedenleriyle FMEA yöntemi kullanılmıştır. FMEA yöntemi ile potansiyel riskler derecelendirilerek düzeltici ve önleyici faaliyetlerin belirlenmesi sağlanmaktadır.

Risk analizi yapılması, risklerin önlenmesi için öncelikli olarak yapılması gereken işlemdir. Literatürde risk analizi gerçekleştirmiş çalışmalar incelendiğinde farklı sektörler için FMEA yönteminin sıklıkla tercih edildiği fakat denizcilik sektöründe (İrtem, 2015; Mentş ve Yiğit, 2020; Göksu, 2021; Yıldız, 2021; Bacioğlu, 2022) bu yöntemin kullanımının düşük olması dikkat çekmektedir. Gerçekleştirilen literatür incelemesi sonucunda tersanelerde yürütülen gemi havuzlama operasyonları için risk analizinin yapıldığı çalışmaya ulaşılamamıştır. Gemi havuzlama operasyonlarındaki riskleri analiz etmek ve FMEA yönteminin uygulanabilirliğinin gösterilmesiyle literatüre katkı yapması beklenmektedir.

2. Literatür İncelemesi

FMEA yöntemiyle yapılmış risk analiz çalışmalarını değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilen literatür incelemesi üç aşamaya bölünmüştür. İlk olarak farklı sektörlerde ait risk analizi çalışmalarında FMEA yöntemi incelenmiştir. Kahraman (2009), bir otomobil fabrikasında üretim alanları için FMEA yöntemi uygulayarak risk analizi gerçekleştirmiştir. Riskler mekanik, kimyasal, biyolojik, radyasyon, termal, elektrik, yangın ve patlama, çalışma ortamı, insan kaynaklı ve genel tehlikeler olarak gruplandırılarak değerlendirilmiştir. RÖS değerleri düzeltici ve önleyici faaliyetler öncesi ve sonrası olarak hesaplanmıştır. Ersoy, Eleren ve Şimşek (2009) çalışmalarında, iş sağlığı ve güvenliği konusundaki riskleri bulmak için FMEA yöntemini kullanmışlardır. Yaptıkları çalışmayı bir mermer ocağı işletmesine uygulamışlardır. Riskleri analiz etmek için son beş yıl içinde meydana gelmiş iş kazaları kayıtlarından ve yaptıkları anket sonuçlarından yararlanmışlardır. Dirik (2015) çalışmasında, statik elektrikten kaynaklı toz patlamasının gerçekleştiği iki kaza incelemiştir. İki kaza için de ayrı ayrı hatalar tespit edilerek RÖS değerleri hesaplanmıştır. Hataların kabul edilebilir seviyeye indirilebilmesi için düzeltici ve önleyici faaliyetler belirlenmiştir. Risk analizi noktasında çalışan görüşünün alınması ve kaza kayıtlarının incelenmesinin önemi vurgulanmıştır. Ateş (2016) çalışmasında, FMEA yöntemi ile metal sanayide kullanılan bazı proseslerin iş sağlığı ve güvenliği bakımından potansiyel hataları tespit etme, hataların etkisini azaltma ve meydana

gelme olasılığını minimuma indirme aşamalarının üzerinde durmuştur. Metal sanayi üretim aşamaları ve ekipmanlarından forkliftler, kaynak, satıh taşlama, elektro erozyon tezgahı, kalıp hazırlama, radyal matkap tezgahı, tesviye sahası ve üniversal torna incelenmiştir. Olası hatalar için alınması gereken önlemler çalışmada detaylıca belirtilmiştir. Çalışmanın sonucunda olası risklerin makul seviyelerde olduğu tespit edilmiştir. Aydın (2016) çalışmasında, tekstil firması için on ana gruba yönelik tehlikeleri belirleyerek proses FMEA yöntemini uygulamıştır. FMEA uygulaması sürecinde altmış sekiz adet olası risk tespit edilmiştir. Bu risklerden RÖS>100 değerinde olan kırk iki risk tablo halinde gösterilmiştir ve işletme içindeki riskler önem sırasına konularak etki derecesi fazla olandan aza doğru sıralanmıştır. Riskler içerisinde ilk sırada yangın ve patlama yer almıştır. Riskler için uygulanması gereken önlemler detaylı olarak çalışmada anlatılmıştır. Keçeci (2019) çalışmasında, risk analizini iki probleme ayırarak tanımlamıştır. İlk olarak asansör kuyusuna ait on dokuz tehlike belirleyerek tehlikelerin RÖS değerlerini hesaplamıştır. Sonrasında asansör makine ve kabin montajı için yirmi sekiz tehlikenin RÖS değeri hesaplanmıştır. RÖS değerlerine göre önlem alınması gerekli tehlikeler belirlenmiş ve düzeltici önleyici faaliyetler sonrasında RÖS değerleri düşürülmüştür. Ulu ve Şahin (2020), bir devlet üniversitesinin mühendislik fakültesi için FMEA yöntemiyle risk analizi gerçekleştirmiştir. Ekip çalışmasıyla yirmi altı tehlike belirlenmiş ve bu tehlikelere ait RÖS değerleri hesaplanmıştır. RÖS>100 durumunda yirmi üç tehlikenin mevcut olduğu görülmüştür. Önder vd. (2022), bir mermer fabrikasına ait tehlike ve riskleri belirleyerek FMEA yöntemiyle risk analizi gerçekleştirmişlerdir. Belirlenen tehlikeler dokuz gruba ayrılarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak en yüksek RÖS değerine sahip tehlike insan kaynaklı ve onu takip eden tehlikeler mekanik kaynaklı olmuştur.

Literatür incelemesinin ikinci aşaması olarak farklı sektörlere ait risk analizi çalışmalarında FMEA ve farklı risk analiz yöntemleri kullanılarak karşılaştırma yapılan çalışmalar incelenmiştir. Erten (2016) çalışmasında, ilaç lojistik sektörü için uygulanabilir risk analiz yönteminin belirlenmesi için risk analiz yöntemlerinden 5x5 matris, Fine Kinney ve FMEA yöntemlerini kullanmıştır. Yapılan çalışma sonucunda kullanılan yöntemlerin birbirlerine göre avantajlarının bulunduğu fakat Fine Kinney yönteminin ilaç lojistik sektörü için daha uygun risk analiz yöntemi olduğu belirlenmiştir. Çakıcı Bayraktaroğlu (2018), bir üst yapı şantiyesi için on beş gruba ayrılmış tehlikeler için 3T, Fine Kinney ve FMEA yöntemlerini kullanarak risk analizi gerçekleştirmiştir. Analiz sonucunda risk düzeyleri üç yöntem için karşılaştırılmıştır. Yöntemlerin belirlenen avantaj ve dezavantajlarıyla birlikte inşaat sektörü için yapılacak risk analizinin tek bir yöntemle sınırlandırılmaması sonucuna varılmıştır. Durmuş vd. (2021), Rize'deki bir çay fabrikasında belirlenen tehlike ve riskler için öncelikle Fine Kinney yöntemiyle risk analizi gerçekleştirmişlerdir. Devamında ise, genel olarak sektörlerde sık karşılaşılan hatalar için FMEA yöntemini uygulamışlardır. Çalışmada, FMEA yönteminin parametrelerinden olan fark edilebilirliğin analiz sonucu için olumsuz etki yapabileceğine ulaşılmıştır. Fark edilebilirlik parametresinin küçük olması, etkisi büyük olacak hatalar için önlem alınmamasına yol açabileceğinin sonucuna ulaşılmıştır. Acar ve Acar (2022) çalışmasında, katı atık tesisi için FMEA ve Fine Kinney yöntemlerini kullanarak risk analizi çalışması gerçekleştirmiş ve sonuçları karşılaştırmışlardır. Katı atık tesisi için gerçekleştirilecek risk analizinde FMEA yönteminin Fine Kinney'e göre daha uygun olduğunu ortaya koymuşlardır.

Literatür incelemesinin son aşaması olarak denizcilik sektöründe FMEA yöntemiyle risk analizi gerçekleştirilen çalışmalar incelenmiştir. İrtem (2015), bir dökme yük gemisinin yükleme operasyonu için anket yoluyla riskleri tespit etmiştir. Risk analizinde FMEA ve hata ağacı analizi yöntemleri kullanılmıştır. Tedbirler için uzman görüşüne başvurmak amacıyla analitik hiyerarşi yöntemi kullanılmıştır. Mentş ve Yiğit (2020), İzmir Aliağa'da bulunan bir gemi geri dönüşüm tesisinde risk analizi gerçekleştirmek için FMEA yöntemini kullanmışlardır. Tespit edilen dokuz tehlike için analiz yapılmış ve RÖS değerleri hesaplanmıştır. RÖS değeri en yüksek tehlike ıslak zeminde çalışma belirlenmiştir. Düzeltici ve önleyici faaliyetler sonucunda hesaplanan RÖS değerlerinin düştüğü görülmüştür. Göksu (2021) çalışmasında, gemi operasyonlarının yapıldığı anlarda dinamik risklerin meydana getireceği olası tehlikeleri tespit etmek için FMEA yönteminden yararlanmıştır. FMEA uygulaması için yedi kişilik bir grup oluşturulmuştur. Çalışma içerisinde sekiz dinamik risk faktörü için yirmi beş olası hata türü tespit edilmiştir. Belirlenen risklerin nedenlerini ve olası etkilerini liste haline getirmiştir. Tespit edilen riskler FMEA yöntemi sayesinde öncelik sırasına alınmıştır. FMEA sonuçlarına ulaştıktan sonra MATLAB programı yardımıyla bulanık FMEA değerleri hesaplanmıştır. Bulanık ve klasik sonuçlarda hatalar için öncelik sıralarında farklılıklar oluşmuştur. Yıldız (2021), Haydarpaşa Limanı'na ait on sekiz tehlike için FMEA yöntemiyle risk analizi gerçekleştirmiştir. Düzeltici ve önleyici faaliyetlerin belirlenmesiyle takip gerçekleştirilmiş ve tekrardan risk skoru hesaplanmıştır. Bacioğlu (2022), gemi kompresör sistemindeki riskleri analiz etmek için makine kaynaklı riskleri belirlemekte etkili yöntem olan FMEA yöntemini kullanmıştır. Kompresöre ait on yedi hata tespit edilmiş ve altı uzman tarafından olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik parametreleri için puanlama yapılmıştır. Hesaplanan RÖS değerlerine göre her hata için ortalama değerler bulunmuştur. Ortalama RÖS değerlerine göre hatalar için öncelik sırası belirlenmiştir.

Denizcilik sektöründe, FMEA yöntemiyle gerçekleştirilen risk analizi çalışmaları mevcut olmakla birlikte gemi havuzlama operasyonlarında gerçekleştirilen risk analizi çalışmalarına rastlanmamıştır. FMEA yönteminin gemi havuzlama operasyonlarına uygulanmasıyla literatüre katkı yapması amaçlanmaktadır.

3. Havuz Operasyonlarındaki Risk Durumu

Gemiler su üstünde faaliyetlerine devam ettikleri süre boyunca, su üstünde kalan kısımlarında zorunlu bakım, onarım ve yenileme işlemleri gerçekleştirilse bile suyun altında kalan kısımlarında herhangi bir işlem yürütülememektedir. Geminin su üstünde bulunduğu zamanla doğru orantılı olarak yüzeyinde bulunan koruyucu boyanın etkisi de zamanla kaybolmaktadır. Boyanın etkisini kaybetmesi ile birlikte gemi yüzeyi zamanla aşınmaktadır. Deniz içindeki bazı canlılar bu aşınan bölgelere yapışarak geminin su üstünde yol alma kalitesini azaltabilmektedir. Bu yüzden, gemiler rutin olarak veya bazı planlanmayan sorunlar nedeniyle havuzlama süreçlerine girmektedir. Rutin olan işlemler genellikle; su altında kalan kısımlardaki hasarların onarılması, raspa çekilmesi ve en son işlem olarak geminin tüm yüzeyinin boyanmasıdır. Bazı durumlarda ise pervane ve şaft gibi bölümlerde planlanmayan arızalar ortaya çıktığında gemi rutin periyodunun dışında havuzlama sürecine girmektedir. Gemiler çeşitlerine göre en fazla iki veya üç yıl aralığında havuzlama periyoduna girmektedir. Denizde Can Emniyeti Uluslararası Sözleşmesi (SOLAS) gereği ticari gemiler beş yıllık süre içerisinde iki kez havuz bakımını gerçekleştirmelidir (Yağlı, 2021). Bir geminin havuza alınması kararlaştırılmış ve süreç başlamak üzere ise, gemi bakım-onarım çalışmaları başlamadan önce zorunlu kontrol aşamaları gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Gemi havuza alınmadan önce, havuz sürecinde ve havuzdan ayrılma zamanlarında tespit edilmesi gereken risk ve hatalar bulunmaktadır.

Tersane işletmelerinde sürekli yapılan çalışmalarından biri olan havuzlama faaliyetleri sırasında görev alan personel için emniyetli bir ortamın sağlanması son derece önemlidir. Çalışma ortamında ve geminin stabilitesinin sağlanması aşamasında çeşitli riskler bulunmaktadır. Havuz içine konumlandırılacak takaryalardan başlayarak geminin havuzdan çıkış aşamasına kadar gerçekleştirilecek tüm faaliyetlerde risk analizi yapılmalıdır. Tespit edilen riskler hızlı ve etkin bir şekilde değerlendirilmeye alınıp risklerin düzeltilmesi veya minimuma indirilmesi için çalışılmalıdır.

Tersanelerde çalışma ortamının getirdiği zorluk ve yoğunluktan kaynaklı havuz operasyonları sırasında çeşitli kazaların meydana gelme olasılığı bulunmaktadır. Bu kazalar genellikle insan hatalarından kaynaklı meydana gelmektedir. Havuz operasyonları sürecinde kazaların oluşmasına stabilite hesabı, takarya dizilimi ve manevra hatası gibi belli başlı konular neden olmaktadır.

Stabilite hesabı gemi havuza girmeden önceki ağırlık ve yük dağılımına göre hesaplanmaktadır. Bu yüzden, gemi havuzda bulunduğu süreçte ağırlıkların yerinin değiştirilmesi veya dışarıdan stabiliteyi bozacak yük eklemesi son derece risk barındırmaktadır. Stabilitenin geminin havuza giriş anından çıkış anına kadar korunması ve aynı kalması gerekmektedir. Stabilite hesabı bozulduğu takdirde, geminin havuz içinde devrilmesi veya yan yatması riski ortaya çıkmaktadır.

Takaryaların havuz içine yerleştirilmesi, havuzlama sürecinin en önemli aşamalarından biridir. Gemiden alınan havuz planına uygun şekilde takaryaların konumlandırılması ve takarya yüksekliklerin havuz planındaki ölçülere göre ayarlanması gerekmektedir. Takaryaların yerleştirilmesi bittikten sonra olası yanlışlıkları ve hataları tespit etmek için havuzlama mühendisi tarafından denetleme yapılmalıdır. Takaryalardaki herhangi bir hatanın gözden kaçması durumunda, havuza giren gemi için risk ortaya çıkmaktadır.

Havuza giriş ve çıkış anlarındaki manevraların uygun şekilde yapılmaması da gemi ve havuz için risk barındırmaktadır. Manevrada yapılan bir hatanın çarpmaya, devrilmeye ve havuza ya da çalışanlara zarar verme ihtimali bulunmaktadır. Manevra hatası sonucunda gemi ve havuzda küçük veya büyük ölçekli hasarlar meydana gelmektedir (Yağlı, 2021). Dolayısıyla havuzlama operasyonlarındaki risklerin belirlenmesi ve olası hataların önüne geçilmesi tersane faaliyetleri açısından önemli yer tutmaktadır.

4. Yöntem

FMEA yöntemi, ürün, proses, metot, servis ya da sistemler geliştirilirken ya da düzeltici faaliyetler yapılırken; bulunan veya olası hata türlerini erkenden tespit etmek, hatalar arasında sıralama yapmak ve iyileştirme aşamasına geçildiğinde öncelik arz eden hataları belirlemek için kullanılan analitik bir yöntemdir (Elitaş, Erkan & Eleren, 2009).

FMEA, ilk defa 1950 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde uçuş kontrol sistemlerinin gelişiminde kullanıldı. 9 Kasım 1949 tarihinde "Hata Türleri, Etkileri ve Kritikliği Analiz Etmek İçin Prosedürler" adı ve "Askeri Prosedür MIL-P-1629" referansı ile prosedürler yayınlandı. Sistem ve ekipman arızalarının etkilerini tespit edecek güvenilirlik analiz tekniği olarak geliştirildi. FMEA uygulaması, 1960'lı yıllar itibarıyla ABD'de havacılık sanayisinde yaygın olarak kullanım alanı buldu. Uygulamanın askeri kullanım alanı dışında ilk kullanım alanı FORD otomotiv şirketi oldu. Bu şirket 1972 yılından sonra FMEA üzerine daha geniş kapsamlı çalışmalar yaparak oldukça başarılı sonuçlar elde etti (Baykasoğlu, 2003). FMEA, ilk kullanılan yıllarda ürün tasarımına benzer teknik çalışmalarda sıkça kullanılıyorken daha sonraki süreçte ve günümüzde ürün üzerindeki iyileştirme ve geliştirme uygulamalarında kullanılmaktadır.

FMEA yönteminde risk analizi gerçekleştirilirken olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik parametreleri kullanılmaktadır. Olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik parametrelerinin çarpılmasıyla RÖS değeri hesaplanır. RÖS değerine göre hata türleri arasında uygun sıralama yapılır ve iyileştirici faaliyetlere başlanır.

Olasılık parametreleri için değerler hatanın gerçekleşme ihtimaline göre belirlenmekte olup parametre değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Olasılık Derecelendirme Tablosu

	Olasılık	Değeri	Oran
FMEA Olasılık Değeri Tablosu	Yok gibi	1	$\leq 1/1.500.000$
	Çok düşük	2	1/150.000
		3	1/15.000
	Orta	4	1/2.000
		5	1/400
		6	1/80
	Yüksek	7	1/20
		8	1/8
	Çok Yüksek	9	1/3
		10	$> 1/2$

Kaynak: (Şensöğüt ve Sargın, 2021)

Tablo 1'de görüldüğü üzere hatanın gerçekleşme olasılığına göre bir sıralama düzenlenir. Hatanın gerçekleşme olasılığı zayıf ise bir değeri verilir. Hata düşük olasılıkla meydana gelebilecek, gerçekleşme durumunda kontrol altına alınabiliyor ise iki ile beş arasında bir değer verilir. Ender görülen ancak sürecin kontrolü altında gerçekleşen bir durumda meydana gelen hatalar için altı değeri uygun görülür. Hatanın gerçekleşme ihtimali yüksek ise (örneğin 1/200 ile 1/50 arasında) bu değer için yedi ile sekiz arasında değer verilir. Hatanın gerçekleşme olasılığı çok yüksek seviyelerde ise (1/20 ile 1/5 arasında) dokuz ile on arasında değer verilecektir (Sabır ve Bebekli, 2015).

Şiddet parametresi için hatanın olası etkilerinin değerlendirilmesi gerçekleştirilmektedir. Şiddet puanlaması etki kriterlerine göre yapılmakta olup Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Özgün Şiddet Derecelendirme Tablosu

ETKİ	KRİTER	DERECE
Ciddi Boyutta Tehlike	Gemin devrilmesine veya çok büyük derecede zarar görmesine sebep olabilir. Çalışanların hayatını kaybetmesine veya tehlikeli boyutta yaralanmasına sebep olması olasıdır	10
		9
Büyük boyutta tehlike	Gemide yapılan tersanecilik faaliyetlerinin aksamasına veya durmasına sebep olabilir. Çalışanların hayati tehlikesi veya yaralanması ihtimali olasıdır	8
		7
Önemli boyutta tehlike	Sağlık ve güvenlik problemi oluşturma ihtimali olasıdır	6
		5
Önemsiz boyutta tehlike	Sağlık ve güvenlik problemi meydana gelmez. Sürecin işleyişinde birtakım aksaklıklar meydana gelebilir	4
		3
Önemsiz	Sürecin işleyişinde önemsiz düzeyde aksaklıklar meydana gelebilir	2
Etkisi yok	Hiçbir olumsuz etki meydana getirmez	1

Kaynak: (Şensöğüt ve Sargın, 2021)

Tablo 2' de görüldüğü üzere hatanın olası etkilerinin, bir ile on derece aralığında şiddeti tahmin edilmektedir. Hata fark edilemeyecekse bir, hata önemsiz düzeyde etkileyecekse iki, hata etkileyecekse dört-altı, hata aşırı etkileyecekse yedi-sekiz, hata kabul edilemeyecek bir seviyede ise dokuz-on şeklinde şiddet derecesi verilir (Sabır ve Bebekli, 2015).

Fark edilebilirlik parametresi hataların saptanma derecesini belirlemek için kullanılmaktadır. Fark edilebilirlik kriter ve değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. FMEA Fark Edilebilirlik Tablosu

FMEA Fark Edilebilirlik Değer Tablosu		
Fark Edilebilirlik	Değeri	Kriter
Kesin gibi	1	Hata kolaylıkla keşfedilir. Hata güvenilirliği: %99,99 (1/10.000)
Çok yüksek	2	Hata açıkça bellidir. Hata güvenilirliği: %99,80 (1/5.000-1/500)
Yüksek	3	
Orta dereceli yüksek	4	
Orta	5	Hata orta derecede bilinir. Hata güvenilirliği: %98 (1/200-1/50)
Düşük	6	
Dikkate değmez	7	
Hiç dikkate değmez	8	Hata yüksek kontrollerle bilinir. Hata güvenilirliği: %99,99 (1/20)
Uzak ihtimal	9	
Mümkün değil gibi	10	Hata güvenilirliği: %90'nın altındadır. (En yüksek 1/10)

Kaynak: (Şensöğüt ve Sargın, 2021)

Tablo 3' te görüldüğü üzere hatanın kolayca tespit edildiği halinde bu değer bir olacaktır. Hatanın fark edilme ihtimali düşük bir değer ise iki-beş arasında verilir. Saptanabilirliği kolay olan bir hatanın orta seviyede olması halinde altı-sekiz değeri verilecektir. Hatanın fark edilebilirliği güç ise değer dokuz olacaktır. Hata tespit edilmesi çok zor durumda ise değer on olacaktır (Sabır ve Bebekli, 2015).

Olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik parametrelerinin puanlaması gerçekleştirildikten sonra çarpımları sağlanır ve her hata için RÖS değerleri elde edilir. RÖS değerlerine göre düzeltici ve önleyici faaliyetlerin gerekliliğine karar verilmekte olup RÖS değerleri Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. RÖS Değer Aralığı Tablosu

RÖS<40	Önlem alınmasına gerek bulunmamaktadır.
40≤RÖS≤100	Önlem alınması fayda sağlayacaktır.
RÖS>100	Önlem alınması zorunludur.

Kaynak: (Şensöğüt ve Sargın, 2021)

Tablo 4'te görüldüğü üzere $40 < RÖS$ olduğu zaman önlem alınmasına gerek bulunmamakta ve $RÖS > 100$ ise önlem alınması zorunludur. Düzeltici ve iyileştirici olarak önerilen çalışmalar şiddet, olasılık ve tespit edilebilirlik derecelerinden bir tanesini ya da birden fazlasının etkisini minimuma indirmek veya tamamen ortadan kaldırmak için uygulanır. Düzenleyici faaliyetler uygulandıktan sonra meydana gelecek yeni olasılık, şiddet ve tespit edilebilirlik dereceleri belirlenerek yeni RÖS değeri hesaplanır ve sonucunda düzenleyici faaliyetlerin hatalara karşı olumlu bir etkisi olup veya olmadığı ortaya çıkar. Böylece risk değerlendirme çalışması tamamlanmış olur (Şensöğüt ve Sargın, 2021).

5. Bulgular

Gemi havuzlama sırasında iş sağlığı ve güvenliğini tehdit eden risklerin belirlenmesi, bu risklerin sıralanması ve iyileştirme sürecine uygun halde hazırlanması gerekmektedir. Bu çalışmada gemi havuzlama sırasında gerçekleşebilecek risklerin nedenlerini bulmak, riskleri değerlendirmek ve çözüm önerilerinde bulunmak için FMEA yöntemi kullanılmıştır. FMEA yöntemi uygulanması için Altınova Yalova Tersaneler bölgesinde faaliyet gösteren bir tersane işletmesi seçilmiştir. Tersane yönetiminin izni doğrultusunda bu çalışmada, keşif/onay operasyon müdürü ve havuz kaptanı olmak üzere iki katılımcı tarafından hatalar değerlendirilmiştir. Çalışma Mart-Mayıs 2022 tarihlerini kapsamaktadır.

Bu çalışmada geminin havuza alınması sırasında meydana gelebilecek olası riskler tespit edilmiştir. Belirlenen riskler insan hayatlarında yaralanmalara veya kayıplara, geminin bakım-onarım sırasında bazı aksamalara bazen de geminin büyük zarar görmesine sebebiyet verebilmektedir. Meydana gelebilecek olası riskler literatür ve internet kaynaklarından elde edilen bilgiler doğrultusunda ortaya çıkmıştır. Gemi havuzlama süresince meydana gelebilecek on bir olası risk belirlenmiştir. Potansiyel on bir adet hata türü iki katılımcı tarafından olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik açısından değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonuçları aşağıdaki Tablo 5 ve Tablo 6' da gösterilmiştir.

Tablo 5. Katılımcı 1 FMEA Derecelendirme Tablosu

Hata No	Hata	Risk	Olasılık	Şiddet	Fark Edilebilirlik	RÖS Değeri	Kontrol Önlemleri	Düzeltilici Faaliyet
1	Havuz içerisindeki takaryaların geminin zayıf bölgelerine denk gelmesi	Takaryaların yanlış konumlandırılmasından dolayı gemi yan yatabilir veya devrilebilir	1	4	2	8	Tersane ve havuz mühendisi, takaryaların havuzlama planına göre yerleştirildiğinden emin olmalı ve kontrol edilmelidir	Gerekli Değil
2	Geminin takaryalara oturtulması esnasında tam olarak şaküle alınmaması	Şaküle alınmamasından dolayı gemi yan yatabilir veya devrilebilir	1	7	1	7	Tersane ve havuz mühendisi, takaryaların havuzlama planına göre yerleştirildiğinden emin olmalı ve kontrol edilmelidir	Gerekli Değil
3	Geminin romörkörler aracılığı ile havuz içerisine alınırken kontrolünü kaybetmesi	Gemi deniz içerisinde sürüklenebilir veya tersanede bulunan başka gemiyle çarpışabilir	2	2	2	8	Geminin havuza alınma işlemi sırasında daha dikkatli olunmalı ve tüm tedbirlerin uygulanması gerekmektedir	Gerekli Değil
4	Halatların gemiden havuza verilirken veya alınırken görevli personelin güvenli bölgelerin dışına çıkması	Personel yüksekte düşebilir	2	2	1	4	Personel güvenli alanların dışına çıkarken daha dikkatli olmalı ve koruyucu önlemleri eksiksizce uygulamalıdır	Gerekli Değil
5	Geminin havuza alınması sırasında gemi ve havuz personelinin dikkatsiz davranışlar sergilemesi	Gemi veya havuz bölgesinde tehlikeli durumlar meydana gelebilir	1	3	1	3	Personel üst yönetim tarafından sık sık kontrol edilmeli ve denetlenmelidir	Gerekli Değil
6	Gemi havuza alınırken veya çıkartılırken görevlilerin takım çalışmasına uygun hareket etmemesi	Takım çalışmasında kopukluk meydana geldiğinde işleyişte bazı olumsuz durumlar ortaya çıkabilir	1	3	1	3	Personel üst yönetim tarafından sık sık kontrol edilmeli ve denetlenmelidir	Gerekli Değil

7	Havuz alma operasyonu sırasında gemi ve havuz personelinin iletişimde kopukluk yaşanması	İletişimde kopukluk yaşanması durumunda gemi ve havuz emniyetinde sorun çıkabilir	1	3	1	3	Personel arasındaki iletişiminin koordinesi sürekli takip edilmelidir	Gerekli Değil
8	Geminin havuzlama süreci boyunca gemi içerisindeki ağırlıkların yerinin değiştirilmesi	Stabilite hesabı bozulabileceğinden gemi üzerindeki yükler kayabilir ve gemi devrilebilir	1	1	1	1	Havuzlama süreci boyunca geminin stabilite hesabı korunmalıdır	Gerekli Değil
9	Operasyonda görev alan havuz personelinin gerekli eğitim ve yeterliliğe sahip olmaması	Personelin teknik ve psikolojik olarak yetersiz kaldığı durumlarda işleyiş ve düzende problemler çıkabilir	1	3	1	3	Havuzlama sürecine her açıdan donanımlı personel ile çalışılmalı ve personele gereken eğitimler verilmelidir	Gerekli Değil
10	Havuzlama işlemi başlamadan önce takaryaların havuz planına uygun pozisyonda yerleştirilmemesi	Takaryalar gemiye uygun yerleştirilmediğinden gemi yan yatarak havuza zarar verebilir veya devrilebilir	1	4	1	4	Tersane ve havuz mühendisi, takaryaların havuzlama planına göre yerleştirildiğinden emin olmalı ve kontrol edilmelidir	Gerekli Değil
11	Havuzlama sırasında, gemi ana makinesinde krank şaftında bel verme sapmaları meydana gelme	Yanlış takarya planından dolayı gemi ana makinesinde sorun çıkabilir	1	7	1	7	Takarya planı gemiye uygun şekilde hazırlanmalıdır	Gerekli Değil

Altınova Yalova Tersaneler bölgesinde faaliyet gösteren bir tersane işletmesinde gerçekleşen proje kapsamında, iki katılımcıyla FMEA sürecinin analizi tamamlanmıştır. Belirlenen uzman kişilerden tespit edilen on bir potansiyel risk için değerlendirmeleri alınmıştır. Olası hataların şiddet, olasılık ve fark edilebilirlik dereceleri katılımcıların tespitlerine göre düzenlendikten sonra oluşturulan tablolara aktarılmıştır. Katılımcıların yapmış olduğu değerlendirmeler sonucunda her bir hata için RÖS dereceleri belirlenmiştir. Uzmanların havuz operasyonlarının farklı pozisyonlarında görev almasından dolayı, belirledikleri ortak değerlerin aynı tabloda gösterilmesi uygun görülmemiştir. Her bir katılımcı için ayrı ayrı FMEA derecelendirme tablosu oluşturulmuştur.

Tablo 6. Katılımcı 2 FMEA Derecelendirme Tablosu

Hata No	Hata	Risk	Olasılık	Şiddet	Fark Edilebilirlik	RÖS Değeri	Kontrol Önlemleri	Düzeltilici Faaliyet
1	Havuz içerisindeki takaryaların geminin zayıf bölgelerine denk gelmesi	Takaryaların yanlış konumlandırılmasından dolayı gemi yan yatabilir veya devrilebilir	2	5	1	10	Tersane ve havuz mühendisi, takaryaların havuzlama planına göre yerleştirildiğinden emin olmalı ve kontrol edilmelidir	Gerekli Değil
2	Geminin takaryalara oturtulması esnasında tam olarak şaküle alınmaması	Şaküle alınmamasından dolayı gemi yan yatabilir veya devrilebilir	2	8	1	16	Tersane ve havuz mühendisi, takaryaların havuzlama planına göre yerleştirildiğinden emin olmalı ve kontrol edilmelidir	Gerekli Değil

3	Geminin romörkörler aracılığı ile havuz içerisine alınırken kontrolünü kaybetmesi	Gemi deniz içerisinde sürüklenebilir veya tersanede bulunan başka gemiyle çarpışabilir	4	3	3	36	Geminin havuza alınma işlemi sırasında daha dikkatli olunmalı ve tüm tedbirlerin uygulanması gerekmektedir	Gerekli Değil
4	Halatların gemiden havuza verilirken veya alınırken görevli personelin güvenli bölgelerin dışına çıkması	Personel yüksekten düşebilir	2	5	1	10	Personel güvenli alanların dışına çıkarken daha dikkatli olmalı ve koruyucu önlemleri eksiksizce uygulamalıdır	Gerekli Değil
5	Geminin havuza alınması sırasında gemi ve havuz personelinin dikkatsiz davranışlar sergilemesi	Gemi veya havuz bölgesinde tehlikeli durumlar meydana gelebilir	1	2	1	2	Personel üst yönetim tarafından sık sık kontrol edilmeli ve denetlenmelidir	Gerekli Değil
6	Gemi havuza alınırken veya çıkartılırken görevlilerin takım çalışmasına uygun hareket etmemesi	Takım çalışmasında kopukluk meydana geldiğinde işleyişte bazı olumsuz durumlar ortaya çıkabilir	1	5	1	5	Personel üst yönetim tarafından sık sık kontrol edilmeli ve denetlenmelidir	Gerekli Değil
7	Havuza alma operasyonu sırasında gemi ve havuz personelinin iletişimde kopukluk yaşanması	İletişimde kopukluk yaşanması durumunda gemi ve havuz emniyetinde sorun çıkabilir	1	7	1	7	Personel arasındaki iletişiminin koordinesi sürekli takip edilmelidir	Gerekli Değil
8	Geminin havuzlama süreci boyunca gemi içerisindeki ağırlıkların yerinin değiştirilmesi	Stabilite hesabı bozulabileceğinden gemi üzerindeki yükler kayabilir ve gemi devrilebilir	1	4	1	4	Havuzlama süreci boyunca geminin stabilite hesabı korunmalıdır	Gerekli Değil
9	Operasyonda görev alan havuz personelinin gerekli eğitim ve yeterliliğe sahip olmaması	Personelin teknik ve psikolojik olarak yetersiz kaldığı durumlarda işleyiş ve düzende problemler çıkabilir	1	7	1	7	Havuzlama sürecine her açıdan donanımlı personel ile çalışılmalı ve personele gereken eğitimler verilmelidir	Gerekli Değil
10	Havuzlama işlemi başlamadan önce takaryaların havuz planına uygun pozisyonda yerleştirilmemesi	Takaryalar gemiye uygun yerleştirilmediğinden gemi yan yatarak havuza zarar verebilir veya devrilebilir	1	7	1	7	Tersane ve havuz mühendisi, takaryaların havuzlama planına göre yerleştirildiğinden emin olmalı ve kontrol edilmelidir	Gerekli Değil
11	Havuzlama sırasında, gemi ana makinesinde krank şaftında bel verme sapmaları meydana gelme	Yanlış takarya planından dolayı gemi ana makinesinde sorun çıkabilir	1	9	1	9	Takarya planı gemiye uygun şekilde hazırlanmalıdır	Gerekli Değil

Katılımcıların tespitleri sonucu oluşturulan tablolara bakıldığında; katılımcı 1'in RÖS puan aralığı on ve onun altında seyretmiştir. Katılımcıya göre olası riskler arasındaki en yüksek değerler hata bir ve üçe verilmiştir. Kontrol önlemleri eklenmiştir ve düzeltici faaliyete gerek kalmamıştır. Katılımcı 2'nin RÖS puan aralığı kırk ve kırkın altında seyretmiştir. Katılımcıya göre olası riskler arasındaki en yüksek değerler hata bir, iki, üç ve dörde verilmiştir. Kontrol önlemleri eklenmiştir ve düzeltici faaliyete gerek kalmamıştır.

6. Sonuç ve Değerlendirme

Gemi havuzlama operasyonları sırasında birçoğu insan ve çevre kaynaklı olmak üzere çeşitli tehlikeler meydana gelebilmektedir. Bu nedenle, gemilerin havuza alınma sürecinde her bir olası tehlike için risk değerlendirilmesi yapılmaktadır. Havuz operasyonları sırasında önlem ve tedbirler uygulansa bile her bir riskin küçük de olsa meydana gelme ihtimali bulunmaktadır. Havuz operasyonlarında, küçük görülen riskler büyük boyutta tehlikeler meydana getirebilmektedir. Potansiyel risklerin olay meydana gelmeden önce tespit edilmesi veya gerekli önlemlerle önüne geçilmesi gerekmektedir. Parasal zararlar ve can kayıpları oluşmadan tehlikelerin engellenmesi, potansiyel riskleri kontrol altına alan uygulamalar veya düzeltici faaliyetlerin uygulamaya konulması açısından önem arz etmektedir.

Risk analiz yöntemlerinden FMEA, işletmelerde potansiyel veya gerçekleşmiş hataların detaylı olarak kontrol altına alınmasını, gerçekleştirilen süreçlerin belirlenmesini ve ürünün geliştirilmesinde kullanılan güçlü bir yöntemdir. İyileştirmenin devamlılığının sağlanması için, FMEA yönteminin uygulandığı operasyonların süreç takibinin yapılması ve üzerinde ciddiyetle durulması gerekmektedir. Bu çalışmada, havuzlama sürecinde meydana gelebilecek olası riskler sonucunda ortaya çıkacak muhtemel tehlikelerin tespit edilebilmesi için FMEA yönteminin üzerinde durulması amaç edinilmiştir. Çalışmanın sadece bir tersane üzerinde gerçekleştirilmesi, havuz operasyonları sırasında, on bir olası riskin FMEA yöntemiyle değerlendirilmesi ve analiz çalışmasının iki uzman katılımcı tarafından gerçekleştirilmesi çalışmanın kısıtlarıdır. İleride yapılacak çalışmalarda, FMEA ekibi kurularak gerçekleştirilecek analizlerle havuz operasyonlarının bütünüyle değerlendirilmesi ve risk analizi gerçekleştirmek için belirlenen hataların sayısının artırılması önerilebilir.

FMEA yöntemiyle ilgili akademik çalışmalar incelendiğinde, yöntemin farklı sektörler için risk analizi uygulamalarında tercih edildiği fakat denizcilik sektörü genelinde daha az çalışma yapıldığı görülmektedir. Gemi havuzlama operasyonları büyük riskler barındırdığından, FMEA yönteminin kullanılmasıyla birlikte risklerin tespit edilmesi ve engellenmesi konusunda fayda sağlayacağı düşünülmekte ve çalışmanın bu yönüyle de literatüre katkı yapması beklenmektedir.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda on bir potansiyel riskin havuzlama sürecine etkisinin üzerinde durulmuştur. Belirlenen olası risklerin gerçekleşme nedeni, potansiyel etkisi ve kontrol önlemleri listelenmiştir. Olası riskler iki katılımcı tarafından değerlendirilmiştir ve çıkan sonuçlar ayrıntılı şekilde risk analizi tablolarına aktarılmıştır. Katılımcıların puan verdiği şiddet, olasılık ve fark edilebilirlik değerleri birbirleriyle çarpıldığında bütün sonuçlarda RÖS<40 olarak bulunmuştur. Tablo 5 ve Tablo 6'ya bakıldığında Altınova Yalova Tersaneler bölgesinde faaliyet gösteren bir tersane işletmesi kapsamında katılımcıların katıldığı risk analizi değerlendirmesinde bütün olası risklerde "Önlem alınmasına gerek bulunmamaktadır" sonucu çıkmıştır. Olası risklerin hiçbirinde düzeltici faaliyet uygulanmasına gerek kalmamıştır. Buna rağmen olası risklerin gerçekleşmemesi ve ileride risk değeri artmaması için her olası riskin kontrol önlemleri çalışmaya eklenmiştir.

Son olarak unutulmaması gereken en önemli şey, olası riskler için düzeltici faaliyetlerin bu süreçte uygulanması da ileride risk değerlerinde artış meydana gelmemesi için gerekli kontrollerin ve değerlendirmelerin yapılması gerekmektedir.

Kaynakça

- Acar, M. N., & Acar, H. H. (2022). Belediye katı atık yönetimi uygulamalarının iş sağlığı ve güvenliği açısından incelenmesi. *Journal of Medical Sciences*, 3(1) 34-48. <https://doi.org/10.46629/JMS.2022.63>
- Ateş, İ. (2016). *Metal sektöründe hata türü ve etkileri analizi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi.
- Aydın, F. (2016). *Risk değerlendirme yöntemi FMEA'nın bir tekstil fabrikasına uygulanması*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi.
- Bacıoğlu, H. (2022). *Gemi kompresör sisteminin FMEA yöntemi ile risk analizi ve önleyici faaliyetlerin belirlenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Baykasoğlu, A., Dereli, T., Yıllankıran, N., & Yıllankıran, A. (2003). Hata türü ve etkileri analizi (HTEA) ve Gaziantep'te orta ölçekli bir firmada uygulanması. *II. Makina Tasarım ve İmalat Teknolojileri Kongresi, Konya, Türkiye*, 157-163.
- Çakıcı Bayraktaroğlu, Z. (2018). *3T risk değerlendirmesi, Fine Kinney, hata türü ve etkileri analizi (FMEA) risk analiz yöntemlerinin bir üst yapı şantiyesinde değerlendirilmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi.

- Dirik, C. (2015). *Statik elektrik kaynaklı toz patlamalarının FMEA risk analizi yöntemi ile incelenmesi ve deneysel analizi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gediz Üniversitesi.
- Durmuş, H., Yurtsever, Ö., & Yalçın, B. (2021). Bir çay fabrikasında Fine-Kinney ve FMEA yöntemleri ile risk değerlendirmesi. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 33(2), 287-298. <https://doi.org/10.7240/jeps.814798>
- Elitaş, C., Erkan, M., & Eleren, A. (2009). Maliyet muhasebesi dersi eğitim sürecinin iyileştirilmesinde hata türü ve etkileri analizi yönteminin kullanılması. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (41), 63-71.
- Ersoy, M., Eleren, A., & Şimşek, Ş. (2009). Hata türü ve etkileri analizi ile iş sağlığı ve güvenliği tabanlı süreçlerin iyileştirilmesi ve mermer ocak işletmelerinde bir uygulama. *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 48(3), 19-32.
- Erten, B. (2016). *İlaç lojistik sektöründe 5x5 matris, Fine-Kinney ve FMEA yöntemleri ile risk değerlendirmelerinin karşılaştırılması; bir firma örneği*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Göksu, S. (2021). *Emniyetli gemi operasyonları için hata türleri ve etkileri analizi (FMEA)'ne dayalı risk değerlendirme modeli geliştirilmesi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi.
- İrtem, Ş. S. (2015). *Gemi işletmeciliğinde Deniz Çalışma Sözleşmesi (MLC,2006) uygulaması ve gemilerde risk değerlendirmesi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). İstanbul Üniversitesi.
- Kahraman, Ö. (2009). *Bir otomobil fabrikasında iş sağlığı ve güvenliği alanında HTEA (FMEA) yöntemi ile risk analizi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi.
- Keçeci, Ş. (2019). Hata türü etkileri analizi yöntemi ile bir asansörün yapıya tesis edilmesinde risk analizi çalışması. *Mesleki Bilimler Dergisi (MBD)*, 8(2), 78-91.
- Menteş, A., & Yiğit, M. (2020). Geri dönüşüm tesisleri ve risk değerlendirmesi. *GİDB Dergisi*, (18), 15-30.
- Önder, S., Önder, M., & Çiçek, F. (2022). Hata türü ve etkileri analizi yöntemi ile bir mermer fabrikasında risk değerlendirmesi. *MT Bilimsel*, (22), 13-24.
- Sabır, E. C., & Bebekli, M. (2015). Hata türleri ve etkileri analizinin, HTEA, tekstil boya-terbiye işletmelerinde kullanımı. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 30(2), 157-162. <https://doi.org/10.21605/cukurovaummfd.242759>.
- 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. <https://doi.org/10.47118/somatbd.1011996>.
- Tari, İ. (2014). *Dünyada gemi bakım-onarım sektörü ve gemi bakım-onarımının ekonomik maliyetinin modellenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Ulu, M., & Şahin, H. (2020). Hata türü ve etkileri analizi tekniği ile bir mühendislik fakültesinde risk değerlendirmesi. *Electronic Letters on Science and Engineering*, 16(2), 63-76.
- Yağlı, H. (2021). *Gemi havuzlama ve havuzlama sırasında oluşan kazaların analizi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Yıldız, B. (2021). *Liman işletmelerde iş sağlığı ve güvenliği üzerine risk analizi: İstanbul TCDD Haydarpaşa Limanı*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.