



## Tersanelerde Gemilerin Raspa Operasyonlarındaki Risklerin Analizi ve Yönetilmesi

Mehmet DEMİRDAĞ<sup>1\*</sup> , Murat YORULMAZ<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Graduate Student, Kocaeli University, Institute of Science and Technology, Department of Occupational Health and Safety, Kocaeli, Türkiye

<sup>2</sup> Assoc. Prof. Dr., Kocaeli University, Maritime Faculty, Department of Maritime Business Administration, Kocaeli, Türkiye

Geliş Tarihi/Received: 30.07.2024  
Kabul Tarihi/Accepted: 27.09.2024

Doi: 10.31200/makuubd.1524649  
Araştırma Makalesi/Research Article

### ÖZET

Bu çalışma, tersanelerde gerçekleştirilen gemi raspa operasyonlarındaki iş sağlığı ve güvenliği risklerini kapsamlı bir şekilde değerlendirmeyi ve bu risklerin FMEA (Hata Türleri ve Etkileri Analizi) yöntemi ile analiz edilmesini hedeflemektedir. Raspa operasyonları, gemi yüzeylerinin temizlenmesi amacıyla yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir; ancak bu süreçte çalışanlar birçok tehlikeyle karşı karşıya kalmaktadır. FMEA yöntemi, bu operasyonlardaki risklerin detaylı bir şekilde analiz edilmesine olanak tanır ve her bir risk faktörünü (gürültü, toz, kimyasal maddeler, ergonomik sorunlar) olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik açısından sıralar. Çalışmanın ana odak noktası, bu risklerin sadece tanımlanması değil, aynı zamanda nasıl önceliklendirileceği ve hangi önlemlerin alınması gerektiği üzerine somut stratejiler sunmaktır. Araştırmanın bulgularına göre, en önemli riskler arasında yüksek gürültü seviyeleri, metal tozları ve boya partiküllerine maruz kalma, kimyasal çözücülerle temas ve ergonomik sorunlar yer almaktadır. Özellikle gürültüye uzun süre maruz kalmak işitme kaybına, kimyasal maddelerle temas ise solunum yolu ve cilt hastalıklarına yol açabilir. Bu risklerin minimize edilmesi için Kişisel Koruyucu Ekipmanlar (KKE) kullanımı, ergonomik düzenlemelerin yapılması ve periyodik sağlık kontrollerinin gerçekleştirilmesi önerilmektedir. FMEA yöntemi, bu süreçte iş kazalarını ve meslek hastalıklarını önlemede önemli bir araç olarak değerlendirilmiş olup, iş güvenliği yönetiminde sürdürülebilir iyileştirmeler sunmaktadır. Sonuç olarak, FMEA ile yapılan bu analiz, tersanelerdeki iş güvenliği risklerinin yönetilmesinde etkili bir yol haritası sunmakta ve iş güvenliğini artırma potansiyeline sahip stratejiler geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Gemiler, Raspa Operasyonları, Tersane, FMEA.

## **Analysis and Management of Risks in Ship Rasping Operations in Shipyards**

### **ABSTRACT**

The aim of this study is to comprehensively assess the occupational health and safety risks associated with ship blasting operations carried out in shipyards and to analyze these risks using the FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) method. Blasting is a widely used method of cleaning ship surfaces; but it exposes workers to many hazards. The FMEA method allows a detailed analysis of the risks involved in these operations and ranks each risk factor (noise, dust, chemicals, ergonomic problems) in terms of probability, severity and visibility. The main focus of the study is not only to identify these risks, but also to provide concrete strategies on how to prioritize them and what precautions should be taken. According to the study's findings, the most significant risks include high noise levels, exposure to metal dust and paint particles, contact with chemical solvents and ergonomic problems. Prolonged exposure to noise in particular can lead to hearing loss, while exposure to chemicals can cause respiratory and skin diseases. To minimize these risks, the use of Personal Protective Equipment (PPE), ergonomic measures and regular health surveillance are recommended. In this process, the FMEA method has been evaluated as an important tool for preventing work accidents and occupational illnesses and providing sustainable improvements in occupational safety management. As a result, FMEA analysis provides an effective roadmap for managing occupational risks in shipyards and contributes to the development of strategies that have the potential to increase occupational safety.

**Keywords:** Ships, Rasping Operations, Shipyard, FMEA.

### **1. GİRİŞ**

Denizcilik sektörü, küresel ticaretin önemli bir parçası olan gemi taşımacılığının temelini oluşturur. Gemiler, büyük hacimli yüklerin düşük maliyetle taşınmasında kara taşımacılığına alternatif olarak vazgeçilmezdir (Altın, 2022). Gemi bakım ve onarımı, denizcilik sektöründe gemi operasyonlarının sürekliliği ve güvenliği için kritik süreçlerdir. Bu süreçlerde, gemiler üzerinde düzenli bakım ve onarımlar gerçekleştirilir ve iş sağlığı ve güvenliği (İSG) standartlarına uyulması hayati önem taşır. Gemi bakım ve onarım süreçlerinde

İSG faktörlerinin titizlikle ele alınması, gemi personeli ve işçilerin güvenliğini ve sağlığını korumak için gereklidir.

Gemi bakımı ve onarımı sürecindeki risklerin yönetimi, ulusal ve uluslararası düzeyde çeşitli yasal düzenlemelerle belirlenmiştir. Özellikle gemi endüstrisinde iş sağlığı ve güvenliği konularını düzenleyen temel belgeler arasında Uluslararası İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi (İSGYS) standartları ve Denizcilik Endüstrisi İçin Uluslararası Emniyetli Yönetim Sistemi (ISM) kodu bulunmaktadır (Kurt & Özdemir, 2003).

Tersaneler, gemi bakımı ve onarımı için temel altyapıyı sağlayan önemli tesislerdir (Güler, 2014). Burada, gemilerin planlı bakımı yapılır, onarımlar gerçekleştirilir ve gemilerin yeniden donatılması sağlanır (Altın, 2022). Ancak, tersanelerde gerçekleştirilen operasyonlar genellikle karmaşık ve riskli olabilir. Özellikle, gemilerin sac yüzeylerinin temizlenmesi ve yeniden boyanması gibi işlemler, çeşitli tehlikeleri içerebilir ve çalışanların iş sağlığı ve güvenliğini ciddi şekilde tehdit edebilir (Güler, 2014).

İSGYS standartları ve ISM Kodu, gemi bakımı ve onarımı sürecindeki iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarını belirlerken gemi personelinin ve işçilerin maruz kalabileceği potansiyel riskleri tanımlar ve önlemler önerir (Gülenç & Bilgin, 2010). Bu standartlar, gemi bakımı ve onarımı sürecinde çalışanların eğitimini, kişisel koruyucu ekipman kullanımını, tehlikeli maddelerin yönetimini ve acil durum planlamasını içeren kapsamlı bir İSG yaklaşımını teşvik eder (Nebati vd., 2021).

İSG açısından en kritik noktalardan biri, raspa operasyonları sırasında işçilerin doğrudan maruz kaldığı tehlikelerin etkin bir şekilde yönetilmesidir. Bu bağlamda, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önlenmesi için proaktif yaklaşımlar benimsenmelidir. Proaktif yaklaşımlardan biri olan FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) yöntemi, potansiyel hata türlerini, bu hataların olası etkilerini ve nedenlerini belirleyerek riskleri değerlendiren sistematik bir analiz yöntemidir. FMEA, hataların oluşumunu önlemek için gerekli önlemleri tanımlayarak, iş güvenliği ve verimliliği artırmayı hedefler (Altın, 2022; Güler, 2014; Yorulmaz vd., 2022). FMEA yöntemi, tersanelerde operasyonların risk değerlendirmesi ve yönetiminde önemli bir araçtır. Bu yöntemin temel adımları, hata türlerinin belirlenmesi, bu hataların etkilerinin değerlendirilmesi ve hataların nedenlerinin analiz edilmesidir. Raspa operasyonları özelinde, mekanik ekipman arızaları, operatör hataları ve çevresel faktörler gibi çeşitli hata türleri göz önünde bulundurulmalıdır. Bu tür analizler, işçilerin güvenliğini sağlamak ve operasyonların kesintisiz bir şekilde sürdürülmesini sağlamak için kritik öneme

sahiptir (Hayri, 2021; Yorulmaz vd., 2022). Raspa operasyonlarının iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmesi, işçilerin sağlığını korumak ve iş kazalarını önlemek için temel bir gerekliliktir. Toz maruziyeti, gürültü, fiziksel yaralanmalar ve ergonomik problemler gibi çeşitli riskler, raspa operasyonları sırasında işçileri tehdit eder. Toz maruziyeti, solunum yolları hastalıklarına ve diğer sağlık sorunlarına yol açabilirken, gürültü maruziyeti işitme kaybı riskini artırır. Fiziksel yaralanmalar ise, düşme, çarpma veya kesilme gibi kazalar sonucu meydana gelebilir. Ergonomik problemler, uzun süreli aynı pozisyonda çalışma ve ağır ekipmanların kullanımı nedeniyle kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına neden olabilir (Güler, 2014).

FMEA yöntemi ile yapılan risk analizleri, raspa operasyonlarında karşılaşılan bu risklerin sistematik bir şekilde değerlendirilmesini ve yönetilmesini sağlar. Örneğin, raspa operasyonlarında kullanılan mekanik ekipmanların düzenli bakım ve kontrollerinin yapılması, olası ekipman arızalarını önlemek için gereklidir. Ayrıca, operatörlerin doğru ve güvenli bir şekilde çalışabilmesi için yeterli eğitim ve bilgilendirme sağlanmalıdır. Çevresel faktörlerin etkisini en aza indirmek için uygun havalandırma ve toz kontrol sistemlerinin kurulması da önemlidir. Sonuç olarak, tersanelerdeki raspa operasyonlarının İSG yönünden incelenmesi ve FMEA yöntemi ile risk analizinin yapılması, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önlenmesi açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu tür analizler, iş sağlığı ve güvenliği yönetim planlarının geliştirilmesi için temel bir rehber sağlar. FMEA yöntemi ile belirlenen riskleri azaltmak amacıyla, toz kontrolü ve havalandırma sistemleri kurulması, gürültü düzeylerini azaltacak önlemler alınması, işçilere yönelik düzenli eğitim programlarının düzenlenmesi ve ergonomik düzenlemeler yapılması gibi çeşitli önlemler önerilebilir (Altın, 2022). Bu kapsamda çalışmanın amacı, tersanelerde gerçekleştirilen gemi raspa operasyonlarının iş güvenliği yönüyle incelenmek ve raspa süreçlerinde karşılaşılan risklerin FMEA yöntemiyle analiz edilmesi ve yönetilmesidir.

### **1.1. Gemilerde Raspa Operasyonları**

Raspa operasyonları, tersanelerde gemi yüzeylerinin temizlenmesi ve boya, pas gibi istenmeyen katmanların giderilmesi amacıyla yapılan işlemlerdir. Bu operasyonlar, gemi bakım ve onarım süreçlerinde temel bir adımdır ve geminin genel performansını, güvenliğini ve ömrünü doğrudan etkiler. Raspa işlemleri genellikle mekanik yöntemlerle gerçekleştirilir ve bu yöntemler arasında manuel zımparalama, mekanik kazıma ve kumlama gibi çeşitli teknikler bulunur. Raspa, gemi yüzeylerindeki boya, pas ve diğer kirleticilerin temizlenmesi için uygulanan bir yüzey hazırlama işlemidir. Bu işlem, yüzeydeki eski boyanın ve pasın tamamen

temizlenmesini ve yeni boya uygulamaları için düzgün bir yüzey elde edilmesini sağlar. Raspa işlemi, genellikle şu adımları içerir (Altın, 2022):

1. Manuel Zımparalama: Bu yöntem, el aletleri kullanılarak yüzeyin mekanik olarak zımparalanması işlemidir. Küçük ve erişilmesi zor alanlarda yaygın olarak kullanılır.
2. Mekanik Kazıma: Elektrikli veya pnömatik aletler kullanılarak yüzeyin kazınması işlemidir. Daha büyük alanlarda ve daha kalın boya veya pas tabakalarının temizlenmesinde etkilidir.
3. Kumlama: Basınçlı hava ile abrasif malzemelerin yüzeye püskürtülmesi işlemidir. En yaygın kullanılan raspa yöntemi olup, büyük yüzeylerin hızlı ve etkili bir şekilde temizlenmesini sağlar.

Raspa operasyonlarının önemi, gemi bakım ve onarım süreçlerinin başarısı için kritik rol oynamasından kaynaklanmaktadır. Bu işlemler, geminin deniz koşullarına dayanıklılığını artırır ve yüzeydeki korozyonun engellenmesine yardımcı olur. Aşağıda, raspa operasyonlarının önemini vurgulayan başlıca nedenler sıralanmıştır (Altın, 2022):

1. Korozyon Önleme: Gemiler sürekli olarak su, tuz ve diğer çevresel etmenlere maruz kaldığı için, korozyon en büyük sorunlardan biridir. Raspa işlemleri, pas ve korozyon ürünlerinin yüzeyden tamamen temizlenmesini sağlayarak, geminin yapısal bütünlüğünü korur.
2. Yüzey Hazırlığı: Yeni boya uygulamalarının başarılı olması için yüzeyin düzgün ve temiz olması gerekir. Raspa işlemleri, boya ve kaplama malzemelerinin yüzeye iyi yapışmasını sağlayacak pürüzsüz bir yüzey oluşturur. Bu, boya ve kaplamaların daha uzun ömürlü olmasını ve daha iyi performans göstermesini sağlar.
3. Gemi Performansının Artırılması: Temiz ve düzgün bir yüzey, geminin hidrodinamik özelliklerini iyileştirir ve yakıt verimliliğini artırır. Bu da işletme maliyetlerinin düşürülmesine ve geminin genel performansının iyileştirilmesine katkıda bulunur.
4. Güvenlik: Pas ve korozyon ürünleri, gemi yapısının zayıflamasına neden olabilir ve bu da ciddi güvenlik riskleri doğurur. Raspa işlemleri, bu riskleri en aza indirerek geminin güvenliğini artırır.

5. Estetik Görünüm: Geminin dış görünümü, ticari ve estetik açıdan da önemlidir. Temiz ve düzgün bir yüzey, geminin bakımının iyi yapıldığını gösterir ve estetik olarak daha hoş bir görünüm sağlar.

Raspa operasyonları sırasında işçilerin karşılaştığı tehlikeler, bu işlemlerin İSG açısından değerlendirilmesini zorunlu kılar (Altın, 2022; Güler, 2014; Hayri, 2021).

## 1.2. Raspa operasyonları ve İSG

İş sağlığı ve güvenliği (İSG) risklerinin daha detaylı bir şekilde ele alınması, raspa operasyonları sırasında işçilerin maruz kaldığı tehlikelerin daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır. Bu riskler genellikle fiziksel, kimyasal, ergonomik ve psikososyal olarak sınıflandırılabilir. Tersanelerde yapılan raspa operasyonları sırasında karşılaşılan İSG yönetim sistemlerinin temel direği risk değerlendirmesidir. Bu bağlamda, risk değerlendirmesi hazırlanırken bazı terimlerin teknik ve metodolojik olarak tanımlanması ve açıklanması gerekmektedir. İş sağlığı, çalışanların fiziksel, ruhsal, moral ve sosyal açıdan tam iyilik durumlarının sağlanmasını ve en yüksek seviyede devam ettirilmesini; çalışma koşulları ile kullanılan araç ve gereçlerden kaynaklanabilecek tehlikelerin önlenmesini veya asgari seviyeye indirilmesini amaçlayan, çalışanın iş ortamında huzurlu yaşayabilmesini ele alan bir bilimdir (Özkılıç, 2005).

İş güvenliği, işin yapılması sırasında çalışanların işin yürütülmesinden kaynaklanan tehlikelerin ve sağlığa zarar verebilecek risklerin ortadan kaldırılması ya da azaltılması için yapılan teknik çalışmalardır. İş sağlığı ve güvenliğinin amaçları üç başlık altında toplanmaktadır: çalışanları korumak, üretim güvenliğini sağlamak ve işletme güvenliğini sağlamaktır (Horozoğlu, 2017; Vazdani vd., 2017)

Tehlike tanımı: İş sağlığı ve güvenliği bağlamında tehlike, mal, can ve çevre için potansiyel bir tehlike oluşturan malzeme, durum veya aktivitenin karakteristiğidir. Bu, iş yerinde çalışanların sağlığını ve güvenliğini tehdit edebilecek her türlü fiziksel, kimyasal, biyolojik veya ergonomik faktörü kapsar. Olay tanımı: İşyerinde meydana gelen; çalışan işyeri ya da iş ekipmanını zarara uğratma potansiyeli olduğu halde zarara uğratmayan olaydır (İstanbul İşletme Enstitüsü, 2024). Risk tanımı: Belirlenmiş tehlikeli bir olayın oluşma olasılığı ve sonuçlarının kombinasyonu olarak tanımlanır. Risk değerlendirmesi: Riskin büyüklüğünü hesaplama ve riskin tolere edilebilir olup olmadığına karar verme işlemi olarak tanımlanmıştır (Özkılıç, 2005).

Fiziksel riskler, raspa operasyonlarının en yaygın ve ciddi tehlikelerinden biri oluşturur. Bu riskler, işçilerin fiziksel olarak maruz kaldıkları çeşitli etmenleri şunlardır;

**Gürültü maruziyeti:** Bilimsel çalışmalar, tersane işçileri arasında uzun süreli gürültü maruziyetinin işitme kaybına yol açtığını ortaya koymuştur. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), 85 desibelin üzerindeki gürültü seviyelerinin işitme kaybına neden olabileceğini belirtmektedir. Raspa işlemleri sırasında kullanılan ekipmanlar, genellikle yüksek ses çıkarır ve işçiler bu gürültüye uzun süre maruz kalırlar. Gürültü seviyesi 85 desibel üzerinde olduğunda işitme kaybı riski önemli ölçüde artar. Bu nedenle, işçilerin kulak koruyucuları kullanması zorunludur. Ayrıca, uzun süreli gürültü maruziyeti sadece işitme kaybına değil, baş ağrısı, stres ve konsantrasyon kaybı gibi sorunlara da yol açabilir (Azkeskin & Öztürk, 2019; Azkeskin, 2016).

**Örnek Olay:** Çalışan işçilerin, sürekli olarak çalıştıkları raspa makinesinin çıkardığı yüksek ses nedeniyle işitme kaybı yaşadığı tespit edilmiştir. İşçilerin uzun süre 90-100 desibel seviyelerinde gürültüye maruziyet kalmakta, ancak kulak koruyucularını düzenli olarak kullanmamaktadır.

**Tablo 1.** Gürültü risk değerlendirmesi

Tehlike	Risk	Olasılık (P)	Şiddet (S)	Fark Edilebilirlik (D)	RÖS (P X S X D)	Açıklama
Gürültü	İşitme Kaybı	8	6	4	192	İşitme kaybına yol açma riski yüksek, koruyucu ekipmanların kullanımı az. Gürültü fark edilebilir, ancak etkileri uzun sürede ortaya çıkıyor.

Tablo 1’de gürültü risk değerlendirmesi gerçekleştirilmiş ve bu değerlendirmelere istinaden öneriler;

- ✓ Gürültü ölçümleri yapılmalı ve sınırların aşılması durumunda gürültü bariyerleri kullanılmalıdır
- ✓ İşçilere kulak koruyucu ekipmanların kullanmalarının zorunluluğu ve takibi sağlanmalıdır.
- ✓ Rutin sağlık kontrolleri ve işitme testleri yapılmalıdır.

**Titreşim:** Raspa makineleri ve diğer mekanik ekipmanları, işçiler üzerinde sürekli titreşimlere neden olur. Titreşime uzun süre maruz kalmak, kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına yol açabilir. Özellikle ellerde ve kollarda sinir ve damar sorunlarına yol açan “titreşim kaynaklı

hastalıklar” ortaya çıkabilir. Bu durum, “beyaz parmak” sendromu olarak bilinen bir rahatsızlığa da neden olabilir (Doğan, 2024).

#### Örnek Olay:

Personel, raspa makinelerinin sürekli titreşiminden dolayı el ve kollarında kronik ağrılar ve kas-iskelet sistemi problemleri yaşamaktadır. Özellikle uzun süre çalışılan işlerde beyaz parmak sendromu vb. diğer rahatsızlık belirtileri gözlenmiştir.

**Tablo 2.** Titreşim risk değerlendirmesi

Tehlike	Risk	Olasılık (P)	Şiddet (S)	Fark Edilebilirlik (D)	RÖS (P X S X D)	Açıklama
Titreşim	Beyaz parmak sendromu, uzuv hasarları	7	5	6	210	Sürekli titreşim kas-iskelet sistemi hastalıklarına yol açabilir. Etkileri uzun sürede görülmektedir.

Tablo 2 de titreşim risk değerlendirilmesi gerçekleştirilmiş ve değerlendirmelere istinaden öneriler;

- ✓ Titreşim azaltıcı veya önleyici eldiven kullanımı
- ✓ Makinelerin periyodik kontrol bakımı yapılmalı, titreşim seviyeleri düzenli olarak kontrol edilmelidir.
- ✓ İşçilerin titreşimli makinelerde çalışma süreleri azaltılmalı ve rotasyon sistemi uygulanmalıdır.

Isı ve Soğuk Stresi: Tersaneler, genellikle açık hava koşullarında çalışılan ortamlardır. Bu nedenle işçiler, aşırı sıcak ya da soğuk hava koşullarına maruz kalabilir. Özellikle yaz aylarında, aşırı sıcak stresi işçilerin vücut fonksiyonlarını etkileyebilir ve ısı çarpması riski yaratabilir. Kış aylarında ise soğuk stresi, vücut direncini düşürerek hastalıklara yol açabilir (Ömür, 2010).

**Tablo 3.** Hava koşulları risk değerlendirmesi

Tehlike	Risk	Olasılık (P)	Şiddet (S)	Fark Edilebilirlik (D)	RÖS (P X S X D)	Açıklama
Hava koşulları	Isı – soğuk stresi	7	7	5	245	Sıcak ve soğuk havalarda maruziyetin işçilerde ciddi sağlık sorunlarına neden olabilir.



Tablo 3'te hava koşullarında personellerin etkilenmeleri hakkında risk değerlendirmesine istinaden öneriler;

- ✓ İşçilere uygun kişisel koruyucu donanım sağlanmalıdır.
- ✓ Dinlenme aralıklarının artırılması ve yeterli sıvı takviyesi sağlanması
- ✓ Aşırı sıcak veya soğuk günlerde çalışma süreleri veya çalışma saatlerinde esneklik sağlanmalıdır.

Fiziksel Yaralanmalar: Dar alanlarda çalışma, yüksekte düşme, kesici aletlerle yaralanma gibi riskler fiziksel yaralanmaların başlıca nedenleridir. Ayrıca, tersanelerdeki karmaşık yapı ve kullanılan ağır ekipmanlar, işçilerin kazalara maruz kalma olasılığını artırır. Örneğin, raspa işlemi sırasında yanlışlıkla kesici bir aletin kullanılması ciddi yaralanmalara neden olabilir (Ömür, 2010).

**Tablo 4.** Fiziksel yaralanma risk değerlendirmesi

Tehlike	Risk	Olasılık (P)	Şiddet (S)	Fark Edilebilirlik (D)	RÖS (P X S X D)	Açıklama
Fiziksel Yaralanma	Yaralanma, ölüm	6	8	5	240	Keskin ve ağır metal yüzeylerin bulunduğu ortamlarda çalışma ciddi yaralanma riskleri doğurur.

Tablo 4'te fiziksel yaralanmaları değerlendirilmesi ve bu değerlendirmelere istinaden öneriler;

- ✓ Kişisel koruyucu donanım kullanım zorunluluğu ve takibi
- ✓ Kesici yüzeylerin alanlarda güvenlik bariyerleri
- ✓ İş kazası durumunda hemen müdahale edilecek ilk yardım personel ve ekipmanları ulaşılabilirliği

Kimyasal riskler; raspa operasyonları sırasında kullanılan boyalar, solventler, temizleyiciler ve metal yüzeylerden açığa çıkan partiküller nedeniyle ortaya çıkar. Bu risk etmenleri arasında toz maruziyeti, kimyasal solventler ve boyalar ile zehirlenme ve cilt tahrişi bulunur. Raspa işlemi sırasında eski boya ve pas tabakalarının temizlenmesiyle büyük miktarda toz açığa çıkar. Özellikle kurşun ve krom gibi ağır metal içeren boyaların kaldırılması sırasında bu metallerin tozları solunabilir ve akciğerlerde birikerek uzun vadede solunum yolu

hastalıklarına, mesleki astıma ve kansere yol açabilir. Uygun havalandırma ve toz maskelerinin kullanılması bu risklerin azaltılması için gereklidir. Raspa işlemi sonrasında kullanılan kimyasal çözücüler ve boyalar, ciltle temas ettiğinde tahrişlere, yanıklara ve alerjik reaksiyonlara yol açabilir. Solventlerin buharları ise işçilerin solunum yoluna girerek toksik etkiler yaratabilir. Uzun vadede bu kimyasal maddelere maruz kalmak, sinir sistemi rahatsızlıklarına ve karaciğer hasarına neden olabilir (Doğan, 2024). Kimyasal maddelerle doğrudan temas, ciltte ciddi tahrişlere ve kimyasal yanıklara neden olabilir. Ayrıca, işçiler, boyalar ve çözücülerle çalışırken bu maddeleri yanlışlıkla yutabilir veya soluyabilir, bu da zehirlenme riskini doğurur. Kimyasal maddelere yönelik kişisel koruyucu ekipman (KKE) kullanımı, cilt ve solunum yollarını korumak için hayati öneme sahiptir (Doğan, 2024; Azkeskin, 2016).

**Tablo 5.** Toz ve kimyasallara maruziyet hakkında risk değerlendirmesi

Tehlike	Risk	Olasılık (P)	Şiddet (S)	Fark Edilebilirlik (D)	RÖS (P X S X D)	Açıklama
Kimyasallar	Maruziyet, cilt, meslek hastalığı, yaralanma, ölüm	7	7	5	240	Kimyasal madde ve tozlara maruz kalmak solunum yolu ve cilt hastalıklarına yol açabilir.

Tablo 5'te kimyasal maddelere maruziyete risklerin değerlendirilmesine istinaden öneriler;

- ✓ Kimyasal tozlara karşı solunum maskesi, eldiven ve koruyucu giysi vb. kişisel koruyucu donanım kullanılmalıdır.
- ✓ Lokal veya ortam havalandırma sistemleri kurulmalı
- ✓ İşçilere kimyasal maddelerin MSDS bilgileri konusunda bilgilendirici eğitim verilmelidir.

Ergonomik riskler, tersanelerde yapılan raspa operasyonları sırasında işçilerin fiziksel pozisyonları ve uzun süreli tekrarlayıcı hareketleri nedeniyle artar. Bu risk etmenleri, tekrarlayan hareketler, uygunsuz çalışma pozisyonları ve ağır ekipman ile malzemelerin kullanımı olarak değerlendirilebilir (Doğan, 2024).

**Tablo 6.** Ergonomi risk değerlendirmesi

Tehlike	Risk	Olasılık (P)	Şiddet (S)	Fark Edilebilirlik (D)	RÖS (P X S X D)	Açıklama
Ergonomi	Kas-iskelet sistemi	6	6	5	180	Uygun olmayan pozisyonlarda uzun süreli çalışma kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları yol açabilir.

Tablo 6’da ergonomi risk değerlendirmesine istinaden öneriler;

- ✓ İşçilere ergonomik çalışma teknikleri hakkında bilgilendirilmelidir.
- ✓ Ergonomik araç ve kaldırma sistemleri sağlanarak çalışma ortamı kolaylaştırılmalıdır.
- ✓ Çalışma süreleri düzenlenerek işçilere dinlenme aralıkları verilmelidir.

Psikososyal Riskler; tersanelerdeki iş yükü, uzun çalışma saatleri ve tehlikeli koşullar, psikososyal risklerin artmasına neden olabilir. Tersane işçileri, zorlu fiziksel koşullar altında çalışmak zorunda olduklarından, yüksek düzeyde stresle karşı karşıya kalabilirler. Yoğun çalışma temposu, uzun saatler, tehlikeli iş ortamı ve yüksek iş yükü gibi faktörler, işçilerin stres seviyelerini artırabilir. Bu durum, işçilerin ruh sağlığına zarar verebilir ve motivasyon kaybına neden olabilir. Raspa işlemleri, fiziksel olarak yorucu ve sürekli dikkat gerektiren işlemlerdir. Yorgunluk, işçilerin performansını düşürebilir ve dikkat dağınıklığına yol açarak iş kazalarına neden olabilir. Yeterli dinlenme sürelerinin sağlanmaması, iş kazalarının artmasına ve işçi sağlığının bozulmasına yol açabilir. Ayrıca, tehlikeli çalışma koşulları, yetersiz güvenlik önlemleri ve uzun çalışma saatleri, işçilerin iş yerinden memnuniyetsizlik yaşamalarına neden olabilir. Bu durum, işçilerin moralini düşürebilir, motivasyonu olumsuz etkileyebilir ve verimliliği azaltabilir. Tersanelerdeki iş yükü, çalışma saatlerinin uzunluğu ve tehlikeli koşullar psikososyal risklerin de artmasına neden olabilir (Doğan, 2024).

**Tablo 7.** Psikososyal risk değerlendirmesi

Tehlike	Risk	Olasılık (P)	Şiddet (S)	Fark Edilebilirlik (D)	RÖS (P X S X D)	Açıklama
Psikososyal	Stres ve yorgunluğa bağlı bayılma, yaralanma vb.	7	5	6	210	Yüksek iş yükü ve uzun çalışma saatleri işçilerde stres ve yorgunluk oluşturarak verimliliğin düşmesi

Tablo 7’de psikososyal etkilerden oluşabilecek riskin değerlendirmesine istinaden öneriler;

- ✓ İşçilerin çalışma saatleri ve dinlenme süreleri değerlendirilmelidir.
- ✓ Psikososyal destek ve stres yönetimi eğitimleri ile bilgilendirilmelidir.
- ✓ İş yükü rotasyon sistemi ile hafifletilmeli ve işçiler üzerindeki baskı azaltılmalıdır.

Risk faktörleri için yapılan risk değerlendirmeleri, tersanelerde iş sağlığı ve güvenliğini tehlikeye atan unsurların belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Önerilen önlemler, her bir risk faktörü için iş kazalarını ve meslek hastalıklarını azaltmaya yönelik proaktif yaklaşımları kapsamaktadır:

1. Kişisel koruyucu donanım kullanımı: Tüm işçilere uygun kişisel koruyucu donanım sağlanmalı ve bunların kullanımı zorunlu hale getirilmelidir.
2. Eğitim ve farkındalık: İşçilere fiziksel, kimyasal, ergonomi ve psikososyal riskler konusunda eğitim verilmelidir.
3. Çalışma koşullarının iyileştirilmesi: Çalışma süreleri ve koşulları iyileştirilmeli, işçilerin daha sağlıklı ortamlarda çalışmalarını sağlamak için uygun düzenleyici önleyici faaliyetler gerçekleştirilmelidir.

Bu risklerin yönetimi ve alınacak önlemlerle, tersanelerde iş sağlığı ve güvenliğinin artırılması ve iş kazalarının azaltılması sağlanacaktır.

Raspa operasyonları, gemi bakım ve onarım süreçlerinde kritik bir rol oynar. Bu işlemler, gemi yüzeylerinin temizlenmesi ve korozyondan korunması için temel bir adımdır. Raspa operasyonlarının doğru ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesi, geminin performansını, güvenliğini ve ömrünü artırırken, işçilerin sağlığını korumak ve iş kazalarını önlemek için de hayati öneme sahiptir. Bu nedenle, operasyonlarının iş sağlığı ve güvenliği yönünden dikkatle planlanması ve FMEA yöntemi gibi sistematik risk değerlendirme yöntemleriyle yönetilmesi gerekmektedir.

## **2. LİTERATÜR İNCELEMESİ**

Tersanelerde gemilerin raspa operasyonlarının iş sağlığı ve güvenliği yönetimiyle ilgili daha önce yapılmış çalışmalar incelendiğinde, çeşitli araştırmacıların bu konuda önemli bulgulara ulaştığı görülmektedir.

Altın (2022), gemilerde yapılan raspa (kumlama), boya ve bakım işlemleri üzerine bir inceleme yapmıştır. Bu çalışma, gemi bakımı ve onarımı süreçlerinin iş sağlığı ve güvenliği açısından ele alınmasına odaklanmaktadır. Bulgular, gemi bakım operasyonlarının karmaşıklığını ve işçi sağlığına olan etkilerini açıklayarak bu alanda daha fazla dikkat ve çaba gerektiğini vurgulamaktadır.

Güler (2014), gemi bakım onarım sektöründe risk envanteri oluşturulması üzerine bir çalışma yapmıştır. Bu tez, gemi bakım operasyonlarının potansiyel risklerini belirlemek ve yönetmek için bir yöntem sunmaktadır. Bulgular, gemi bakımında ortaya çıkan risklerin ciddiyetini vurgulamakta ve bu risklerin etkin bir şekilde yönetilmesi gerektiğini göstermektedir.

Hayri (2021), gemi havuzlama ve havuzlama sırasında oluşan kazaların analizini yapmıştır. Bu tez, gemi havuzlama operasyonlarının iş sağlığı ve güvenliği açısından incelenmesine odaklanmaktadır. Bulgular, gemi havuzlama süreçlerinin potansiyel risklerini belirlemekte ve bu risklerin azaltılması için öneriler sunmaktadır.

Kurt ve Özdemir (2003), işçi sağlığı ve iş güvenliği yönetim sistemlerini ele almışlardır. Bu çalışma, iş sağlığı ve güvenliği yönetimi alanında temel kavramları ve uygulamaları açıklamaktadır. Bulgular, iş sağlığı ve güvenliği yönetiminin önemini vurgulamakta ve etkili bir şekilde uygulanması gerektiğini göstermektedir.

Yorulmaz vd. (2022) için gemi havuzlama operasyonlarının potansiyel risklerini belirlemek ve kontrol etmek için FMEA yönteminin kullanımını ele almışlardır. Çalışma, on bir olası riskin analiz edildiği ve kontrol önlemlerinin belirlendiği bir araştırmayı içeriyor. Araştırma, Altınova Yalova Tersaneler bölgesinde bir tersanenin faaliyetleri üzerinde gerçekleştirilmiştir ve katılımcılar tarafından yapılan risk analizi sonucunda herhangi bir düzeltici faaliyet uygulanmasına gerek olmadığı sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte, sürecin sürekli olarak izlenmesi ve değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Sönmez ve Ünğan (2017) çalışmasında belirttiği üzere FMEA yönteminin gemi havuzlama operasyonlarındaki potansiyel hataları belirlemek ve iyileştirme fırsatlarını değerlendirmek için nasıl kullanılabileceğini ele almaktadır. Araştırma, bir HTA ekibi oluşturarak prosesleri incelemiş ve olası hataları tanımlamıştır. Belirlenen hataların şiddet, olasılık ve saptanabilirlik kriterlerine göre değerlendirilmesi sonucunda Risk Öncelik Sırası (RÖS) değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara dayanarak, iyileştirme önerileri geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Çalışma, hammadde kabulünden ambalajlama süreçlerine kadar çeşitli alanlarda önemli iyileştirmeler sağlanmıştır. Ayrıca, HTA analizinde dikkat edilmesi gereken hususlar ve objektif sonuçlar elde etmek için kullanılabilecek karar destek sistemlerinin önemi vurgulanmıştır. Bu çalışma, işletmelerde kalite yönetimi ve sürekli iyileştirme konularında faydalı bir örnek sunmaktadır.

Akın (2005), FMEA yönteminin çeşitli sektörlerdeki kullanımını ve uygulama yöntemlerini ele almaktadır. FMEA'nın, işletmenin farklı bölümlerinde ya da projelerinde görev alan uzman çalışanlar tarafından bir araya gelerek yapıldığı vurgulanmaktadır. Bu yöntem, tasarım, süreç, bakım ve diğer üretim noktalarında olası hataları önceden belirleyerek işletmelerin verimliliğini artırması ve maliyetleri azaltması amaçlanır. RÖG (Risk Öncelik Göstergesi) değerleri, olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik kriterlerine dayanarak belirlenir ve en aza indirilene kadar çalışmaya devam edilir. FMEA, ürünün tasarım aşamasında ve süreç aşamasında uygulanabilir. Bu özet, literatürde FMEA'nın önemini ve çeşitli uygulama alanlarını vurgulamakta ve araştırmacılara bu yöntemi nasıl etkili bir şekilde kullanabileceklerine dair bilgi vermektedir.

Özkılıç'ın (2005) çalışması, Türkiye'deki İSG yönetim sistemlerinin yapılandırılmasında ve risk değerlendirme yöntemlerinin etkin kullanımında, iş yerlerinde İSG politikalarının uygulanabilirliği konusunda teorik ve pratik bilgiler sunarak, işletmelerde güvenlik kültürünün geliştirilmesine katkı sağlar. Literatürdeki diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında, Özkılıç'ın risk değerlendirme metodolojilerine yaklaşımı, Fine-Kinney ve FMEA gibi yöntemlerle iş kazalarının önlenmesi sürecini değerlendirmektedir. Bu bağlamda, İSG yönetim sistemleri ve risk analizi metodolojilerinin sektörel bazda uyarlanması, iş güvenliğinin sağlanmasında kritik öneme sahiptir.

Literatür incelemesi, tersanelerdeki raspa operasyonlarının iş sağlığı ve güvenliği açısından yüksek riskler taşıdığını ve bu risklerin etkin bir şekilde yönetilmesi gerektiğini göstermektedir. FMEA yöntemi, bu risklerin sistematik bir şekilde analiz edilmesi ve

yönetilmesi için önemli bir araçtır. Ayrıca, ergonomik düzenlemeler ve iş sağlığı ve güvenliği eğitim programlarının, işçilerin sağlığını korumak ve iş kazalarını önlemek açısından kritik öneme sahip olduğu vurgulanmaktadır. Bu bulgular, tersanelerde raspa operasyonlarının güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesi ve işçilerin sağlığının korunması için alınması gereken önlemlerin belirlenmesinde yol gösterici olabilir. Ancak, bu konuda daha fazla araştırma yapılması ve çeşitli stratejilerin etkinliğinin değerlendirilmesi gerekmektedir.

### **3. YÖNTEM**

#### **3.1. FMEA Yöntemi**

FMEA, askerler tarafından geliştirilmiş ve prosedürler üzerinde detaylı bir şekilde çalışılmış bir risk değerlendirme yöntemidir. Başlangıçta askeri uygulamalar için geliştirilmiş olan FMEA, daha sonra havacılık, otomotiv, kimya endüstrisi gibi teknoloji yoğun sektörlerde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntem, sistemlerin ve donanımların potansiyel hata modlarını belirleyerek, bu hataların etkilerini ve nedenlerini analiz eder. FMEA, özellikle karmaşık sistemlerde güvenliği artırmak ve hata risklerini minimize etmek amacıyla kullanılmaktadır (Sönmez & Ünğan, 2017).

#### **3.2. FMEA'nın Amaç ve Faydaları**

FMEA'nın temel amacı, tasarım aşamasında ortaya çıkabilecek hataların olası nedenlerini değerlendirmek yerine, bu hataları erken tespit ederek önlemektir. Bu sayede, üretim sürecinde ortaya çıkabilecek hataların maliyetlerinden kaçınılır ve toplam maliyetler azaltılabilir. Ayrıca, sistemli bir yaklaşım sayesinde elde edilen bilgiler, yeni ürün ve süreç tasarımında hataların tekrarlanmasını önler. FMEA, sorunların izlenmesini ve düzeltici önlemlerin alınmasını sağlar, böylece sürekli iyileştirme sürecine katkıda bulunur (Sönmez & Ünğan, 2017).

FMEA yönteminde risk değerlendirmesi, üç temel bileşen üzerinden yapılır: olasılık (P), şiddet (S) ve fark edilebilirlik (D). Bu bileşenlerin her biri ayrı ayrı değerlendirilir ve her hatanın risk seviyesi hesaplanır (Narlı, 2021).

##### **3.2.1. Olasılık (P)**

Olasılık, bir hatanın ortaya çıkma olasılığını ifade eder (Toraman & Gökkaya, 2023).

**Tablo 8.** FMEA zararın oluşma olasılığı (P)

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
Pek Az / Olası Olamayan Hata	1/1.500.000	1

**Kaynak:** Narlı, 2021

Tablo 8, her hatanın olasılığını belirleyerek, risk değerlendirmesinin ilk adımını oluşturur. FMEA’da olasılık dereceleri belirli aralıklarla sınıflandırılır ve her aralığa bir derece verilir. Olasılıklar, Tablo 8’te gösterildiği gibi, çok yüksekte pek aza kadar sınıflandırılır.

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

- Derece 10: Hatanın ortaya çıkma olasılığı 1/2'den fazla olduğunda bu kategoriye girer. Bu, hatanın çok yüksek frekansta gerçekleştiği anlamına gelir, yani her iki olaydan birinde hata meydana gelir. Bu durum, sistemde ciddi bir zafiyet olduğunu ve acil müdahale gerektirdiğini gösterir.
- Derece 9: Hatanın ortaya çıkma olasılığı 1/3 olduğunda bu derece verilir. Hata, neredeyse her üç olaydan birinde meydana gelir. Bu da oldukça yüksek bir risk anlamına gelir.

2. Yüksek / Tekrar Tekrar Hata (Derece 8 ve 7):

- Derece 8: Hatanın ortaya çıkma olasılığı 1/8 olarak belirlenmiştir. Bu, hatanın sık sık tekrar ettiği anlamına gelir. Böyle bir durumda, süreçlerin yeniden gözden geçirilmesi ve hata kaynaklarının belirlenmesi önemlidir.
- Derece 7: Hatanın ortaya çıkma olasılığı 1/20'dir. Hata yine de yüksek frekansta meydana gelir, bu yüzden süreçlerde iyileştirmeler yapılmalıdır.



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

- Derece 6: Hatanın ortaya çıkma olasılığı 1/80 olarak belirtilmiştir. Bu, hatanın arada sırada meydana geldiği anlamına gelir. Sistem performansı üzerinde belirli aralıklarla etkili olabilir.
- Derece 5: Hatanın ortaya çıkma olasılığı 1/400'dür. Bu daha nadir bir frekanstır, ancak yine de önemli bir risk oluşturabilir.
- Derece 4: Hatanın ortaya çıkma olasılığı 1/2.000'dir. Bu, hatanın nispeten nadir olduğunu gösterir, ancak tamamen göz ardı edilmemelidir.

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

- Derece 3: Hatanın ortaya çıkma olasılığı 1/15.000 olarak belirlenmiştir. Hata oldukça nadir görülür. Bu, sistemin genel olarak güvenilir olduğunu, ancak bazı iyileştirmelere ihtiyaç olabileceğini gösterir.
- Derece 2: Hatanın ortaya çıkma olasılığı 1/150.000'dir. Bu hata olasılığı çok düşüktür, ancak olası bir hata durumunda dikkatli olunmalıdır.

5. Pek Az / Olası Olamayan Hata (Derece 1):

- Derece 1: Hatanın ortaya çıkma olasılığı 1/1.500.000'dir. Bu, hatanın hemen hemen hiç meydana gelmediği anlamına gelir. Sistem bu açıdan oldukça güvenilir olarak değerlendirilir.

FMEA sürecinde, bu olasılık dereceleri, potansiyel hata modlarını değerlendirmek ve önceliklendirme için kullanılır. Olasılık tablosu, her bir hata modunun gerçekleşme olasılığını belirleyerek risk değerlendirmesinin ilk adımını oluşturur. Yüksek olasılık derecelerine sahip hatalar, daha fazla dikkat ve müdahale gerektirir (FMEA, 2024; Sönmez & Ünğan, 2017). Olasılık değerlerinin önemi şunlardır;

- Proaktif Önlemler: Yüksek olasılıklı hatalar için önleyici tedbirler alınmalı ve süreçler iyileştirilmelidir. Bu, sistemin genel güvenilirliğini artırır ve potansiyel arızaları önceden tespit eder.

- **Kaynak Dağılımı:** Olasılık dereceleri, hangi hataların öncelikli olarak ele alınması gerektiğini belirlemede kullanılır. Kaynaklar, en yüksek risklere sahip alanlara yönlendirilerek etkin bir risk yönetimi sağlanır.
- **Sürekli İyileştirme:** Olasılık tablosu, sürekli iyileştirme süreçlerinde kullanılır. Zamanla değişen hatalar ve süreçler yeniden değerlendirilerek, sistemin sürekli olarak optimize edilmesi sağlanır.

Sonuç olarak, FMEA'da hata olasılığı tablosu, bir sistemin güvenilirliğini artırmak ve potansiyel hataları önlemek için kritik bir araçtır. Bu tablo, her bir hata türünün gerçekleşme olasılığını belirleyerek, sistemdeki risklerin etkin bir şekilde yönetilmesini sağlar (FMEA, 2024; Sönmez & Ünğan, 2017).

### 3.2.2. Şiddet (S)

Şiddet, bir hatanın gerçekleşmesi durumunda ortaya çıkacak etkinin derecesini ifade eder (Narlı, 2021).

**Tablo 9.** FMEA şiddet etkisi sınıflaması

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

**Kaynak:** Narlı, 2021

Tablo 9, hatanın sistem ve kullanıcı üzerindeki etkilerini değerlendirmek için derecelendirilir. Şiddet dereceleri, felaket seviyesinden (10) etkisiz seviyeye (1) kadar değişir.

1. Uyarısız Gelen (Derece 10 ve 9):

- 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.
- 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.

2. Çok Yüksek (Derece 8):

- 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.

3. Yüksek (Derece 7):

- 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.

4. Orta (Derece 6):

- 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 yaşamaları veya üretim kapasitesinin düşmesi bu derecede değerlendirilir.

5. Düşük (Derece 5):

- 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.

6. Çok Düşük (Derece 4):

- 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.

7. Küçük (Derece 3):

- 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.

8. Çok Küçük (Derece 2):

- 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.

9. Yok (Derece 1):

- 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 & 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 & Ünğan, 2017).

### 3.2.3. Fark Edilebilirlik (D)

Fark edilebilirlik, bir hatanın fark edilme olasılığını ifade eder (Narlı, 2021).

**Tablo 10.** FMEA fark edilebilirlik (D) etki sınıflaması

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

**Kaynak:** Narlı, 2021

Tablo 10, hatanın ne kadar fark edilebilir olduğunu belirler ve derecelendirilir. Fark edilebilirlik dereceleri, mümkün olmamaktan (10) hemen hemen kesin fark edilebilirliğe (1) kadar değişir (Narlı, 2021).

#### 1. Fark Edilmez (Derece 10):

- Bu seviyede, hatanın fark edilmesi mümkün değildir. Hata meydana geldiğinde tespit edilmesi imkânsız olduğundan, çok yüksek risk taşır ve bu durum, hatanın

daha ciddi sonuçlar doğurmasına neden olabilir. Bu nedenle, bu tür hatalar için özel kontroller ve önlemler gereklidir.

2. Çok Az (Derece 9):

- Hatayı fark etmek çok zordur. Bu hatalar nadiren tespit edilir ve genellikle ciddi sonuçlara yol açar. Bu nedenle, fark edilebilirlik bu kadar düşük olduğunda, ekstra dikkat ve kontrol mekanizmaları gereklidir.

3. Az ve Çok Düşük (Derece 8 ve 7):

- Bu seviyelerde hatayı fark etmek zordur ancak imkânsız değildir. Hatayı tespit etmek için genellikle özel araçlar ve yöntemler gerekir. Bu durum, hatanın fark edilmeden uzun süre kalmasına yol açabilir ve bu da ciddi sonuçlar doğurabilir.

4. Düşük ve Orta (Derece 6 ve 5):

- Bu seviyelerde hatayı fark etmek mümkündür, ancak genellikle belirli bir çaba ve dikkat gerektirir. Düşük fark edilebilirlik, hataların genellikle rutin kontrollerle tespit edilebileceği anlamına gelir, ancak yine de ciddi sonuçlar doğurma potansiyeli vardır.

5. Yüksek Ortalama ve Yüksek (Derece 4 ve 3):

- Hatayı fark etmek genellikle kolaydır ve rutin kontroller veya standart prosedürlerle tespit edilebilir. Bu seviyelerde, hatanın fark edilmesi ve düzeltilmesi genellikle hızlı ve etkilidir, bu da riskin azalmasına yardımcı olur.

6. Çok Yüksek ve Hemen Hemen Kesin (Derece 2 ve 1):

- Hatayı fark etmek çok kolaydır ve hemen hemen kesin olarak tespit edilir. Bu seviyelerde, hatanın tespit edilmesi neredeyse garantidir, bu da potansiyel hataların hızlı bir şekilde düzeltilmesine olanak tanır ve riskin en düşük seviyede tutulmasını sağlar.

FMEA sürecinde, fark edilebilirlik tablosu, hataların tespit edilme olasılığını objektif bir şekilde değerlendirmek için kullanılır. Fark edilebilirlik dereceleri, her bir hata modunun ne kadar kolay tespit edilebileceğini belirleyerek, risk değerlendirmesinin üçüncü adımını

oluşturur. Düşük fark edilebilirlik derecelerine sahip hatalar, daha fazla dikkat ve iyileştirme gerektirir (FMEA, 2024; Sönmez & Ünğan, 2017). Fark edilebilirlik değerlerinin önemi şunlardır;

- Risk Azaltma: Düşük fark edilebilirlik dereceleri, hataların fark edilmeden kalma olasılığını artırır. Bu nedenle, bu tür hatalar için proaktif önlemler alınması gereklidir.
- Kaynak Tahsisi: Fark edilebilirlik dereceleri, kaynakların en etkili şekilde dağıtılmasını sağlar. Daha düşük derecelere sahip hatalar, daha fazla kontrol ve izleme gerektirir.
- Sürekli İyileştirme: Fark edilebilirlik tablosu, sürekli iyileştirme süreçlerinde kullanılır. Zamanla değişen koşullar ve süreçler yeniden değerlendirilerek, sistemin sürekli olarak optimize edilmesi sağlanır.

Sonuç olarak, FMEA'nın fark edilebilirlik tablosu, hataların tespit edilme olasılığını değerlendirerek, sistemin güvenilirliğini artırmak ve potansiyel hataların etkilerini minimize etmek için kritik bir araçtır. Bu tablo, her bir hata türünün tespit edilebilme olasılığını belirleyerek, sistemdeki risklerin etkin bir şekilde yönetilmesini sağlar (Sönmez & Ünğan, 2017).

### **3.2.4. Risk Öncelik Sayısı (RÖS-RPN)**

FMEA'da risk değerlendirmesi, olasılık (P), şiddet (S) ve fark edilebilirlik (D) faktörlerinin çarpımı ile hesaplanan Risk Öncelik Sayısı (RÖS) ile yapılır:

$$RÖS=P \times S \times D$$

Bu formül, her bir potansiyel hatanın genel risk seviyesini belirlemek için kullanılır. Yüksek RÖS değerine sahip hatalar, öncelikle ele alınmalı ve düzeltici önlemler alınmalıdır (Yorulmaz, Durmuş, & Sezen, 2022).

FMEA süreci, aşağıdaki adımlarla sistematik bir şekilde gerçekleştirilir (FMEA, 2024; Narlı, 2021; Sönmez & Ünğan, 2017):

1. Sistem ve Alt Sistemlerin Tanımlanması: FMEA uygulamasına başlamadan önce, değerlendirilecek sistem ve alt sistemler detaylı bir şekilde tanımlanır. Bu, sistemin tüm bileşenlerini ve fonksiyonlarını kapsar.

2. Potansiyel Hata Türlerinin Belirlenmesi: Her alt sistem ve bileşen için olası hata türleri tanımlanır. Bu hatalar, sistemin performansını ve güvenliğini etkileyebilecek tüm olasılıkları kapsar.
3. Hatanın Sonuçlarının Belirlenmesi: Her bir hata türü için olası sonuçlar belirlenir. Bu, hatanın sistem üzerindeki etkisini ve kullanıcıya olan potansiyel zararları içerir.
4. Hatanın Nedenlerinin Belirlenmesi: Hataların temel nedenleri analiz edilir ve tanımlanır. Bu, hatanın neden ortaya çıktığını anlamak için yapılır.
5. Mevcut Kontrol Önlemlerinin Değerlendirilmesi: Hataları önlemek veya tespit etmek için mevcut kontrol önlemleri gözden geçirilir. Bu adım, mevcut önlemlerin etkinliğini değerlendirir.
6. Olasılık (P), Şiddet (S) ve Fark Edilebilirlik (D) Değerlerinin Belirlenmesi: Her bir hata için P, S ve D değerleri belirlenir ve derecelendirilir.
7. RÖS Hesaplaması: Her hata türü için RÖS değeri hesaplanır.
8. Önceliklendirme ve Düzeltici Önlemler: RÖS değerlerine göre hatalar önceliklendirilir ve düzeltici önlemler planlanır. Bu önlemler, hataların olasılığını azaltmayı, şiddetini düşürmeyi veya fark edilebilirliğini artırmayı hedefler.
9. Takip ve İzleme: Düzeltici önlemler uygulandıktan sonra, bu önlemlerin etkinliği izlenir ve değerlendirilir. Gerekirse ek düzeltici önlemler alınır.

**Tablo 11.** FMEA risk değerlendirme örnek formu

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

**Kaynak:** Narlı, 2021

Tablo 11 FMEA risk değerlendirme örnek formu, sistematik ve kapsamlı bir yaklaşım sunar. Bu form, potansiyel hataları tanımlamak, değerlendirmek ve önceliklendirme için gerekli tüm bilgileri içerir. Aynı zamanda, riskleri azaltmak için önerilen iyileştirmelerin takibini de



sağlar. Bu sayede, süreçlerin ve sistemlerin güvenilirliği artırılır, hataların olumsuz etkileri minimize edilir ve genel performans iyileştirilir (Narlı, 2021; Yorulmaz, Durmuş, & Sezen, 2022).

FMEA yöntemi, sistem ve süreçlerdeki potansiyel hataları erken tespit ederek, bu hataların etkilerini minimize etmeyi ve önleyici tedbirler almayı amaçlar. Olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik analizleri ile hesaplanan Risk Öncelik Sayısı, hataların önceliklendirilmesini sağlar. Bu sayede, üretim süreçlerinde güvenlik artırılır, maliyetler azaltılır ve sürekli iyileştirme sağlanır. FMEA, endüstriyel süreçlerde kalite ve güvenlik yönetimi için vazgeçilmez bir araç olarak kabul edilir (Yorulmaz vd., 2022).

### **3.3. Örnek Uygulama ve Vaka Analizi**

Tersanede çalışan bir işçinin raspa işlemi sırasında sürekli olarak toza maruz kalması (fiziksel risk) ve yanlış pozisyonda çalışma sonucu kas-iskelet problemleri yaşaması (ergonomik risk), FMEA yöntemiyle değerlendirilmelidir. Toza maruziyetin solunum yolu hastalıklarına neden olabileceği literatürde belirtilmektedir. Ergonomik olarak ise, tekrarlayan işlerin kas-iskelet sistemi üzerinde yıkıcı etkiler yaratabileceği vurgulanmıştır (Birgören & Yalçınkaya, 2019). Bu risklerin değerlendirilmesi ve yönetilmesi için çalışanlara uygun kişisel koruyucu donanım sağlanmalı, ergonomik çalışma alanları tasarlanmalıdır.

Literatürde yer alan çalışmalara göre, özellikle tersane işçileri için solunum koruyucularının kullanımı ve uygun iş güvenliği eğitimlerinin verilmesi önerilmektedir. Aynı zamanda kimyasal maddelerin kullanımında alınacak önlemler de literatürde geniş yer bulmaktadır (Birgören & Yalçınkaya, 2019; Altundağ & Koçak, 2021).

İş sağlığı ve güvenliği sektörü, çalışanların güvenliğini sağlamak ve iş kazalarını en aza indirmek amacıyla kapsamlı veri analizleri ve saha deneyimlerine dayanır. Bu alanda yapılan çalışmalar, risk değerlendirmeleri, iş ortamının gözetimi ve ekipmanların uygun kullanımını içerir. İşverenlerin yasal mevzuata uyum sağlaması büyük önem taşırken, çalışanların bilinçlendirilmesi ve düzenli eğitimler de kritik rol oynar. Tehlikelerin önceden tespit edilmesi ve acil durum planlarının hazırlanması, kazaların önlenmesinde etkili olur. İSG raporları, verimliliği artırmak ve iş ortamını daha güvenli hale getirmek için somut veriler sunar.

#### 4. BULGULAR

FMEA yönteminin uygulanmasının ardından elde edilen sonuçlar, raspa operasyonları sırasında karşılaşılan iş sağlığı ve güvenliği risklerinin daha iyi anlaşılmasını sağlamıştır. Analiz sonuçları, risklerin önceliklendirilmesi ve uygun önlemlerin belirlenmesi için kullanılmıştır. Ayrıca, sonuçlar, iş sağlığı ve güvenliği yönetim planlarının geliştirilmesi ve iyileştirilmesi için bir rehber olarak hizmet etmiştir.

**Tablo 12.** Raspa operasyonlarında belirlenen potansiyel hata türleri

Hata Türü	Açıklama
Mekanik Ekipman Arızası	Raspa makinelerinin bozulması veya arızalanması
Operatör Hatası	İşçilerin yanlış veya hatalı işlem yapması
Çevresel Faktörler	Toz, kimyasal maddeler ve gürültü gibi çevresel riskler
Güvenlik Önlemleri Eksikliği	Kişisel koruyucu donanımların yetersiz kullanımı

Tablo 12, raspa operasyonlarında karşılaşılabilecek olası riskleri temsil etmektedir. Mekanik ekipman arızası, raspa makinelerinin bozulması veya arızalanması durumunda operasyonların aksamasına ve güvenlik risklerine neden olabilir. Operatör hataları, işçilerin yanlış veya dikkatsiz işlem yapması sonucu oluşan hataları ifade eder. Çevresel faktörler, toz, kimyasal maddeler ve gürültü gibi çevresel riskleri içerir ve işçilerin sağlığını olumsuz etkileyebilir. Güvenlik önlemleri eksikliği ise kişisel koruyucu donanımların yetersiz kullanımı veya uygun güvenlik önlemlerinin alınmaması durumunu ifade eder, bu da işçilerin güvenliğini tehlikeye atabilir.

**Tablo 13.** Hata etkilerinin değerlendirilmesi

Hata Türü	Potansiyel Etkiler	Etki Derecesi (1-10)
Mekanik Ekipman Arızası	İş kazaları, yaralanmalar	8
Operatör Hatası	Yanlış uygulamalar sonucu kazalar	7
Çevresel Faktörler	Solunum problemleri, işitme kaybı	9
Güvenlik Önlemleri Eksikliği	Artan kaza ve yaralanma riski	10

Tablo 13, raspa operasyonları sırasında ortaya çıkabilecek hataların ciddiyetini göstermektedir. Mekanik ekipman arızası (etki derecesi 8), iş kazalarına ve yaralanmalara yol açabilir. Operatör hataları (etki derecesi 7), yanlış uygulamalar sonucu kazalara neden olabilir. Çevresel faktörler (etki derecesi 9), solunum problemleri ve işitme kaybı gibi sağlık sorunlarına yol açabilir. Güvenlik önlemleri eksikliği (etki derecesi 10), kaza ve yaralanma riskini büyük

ölçüde artırır. Bu değerlendirme, iş sağlığı ve güvenliği açısından en kritik risklerin belirlenmesine yardımcı olur.

**Tablo 14.** Risk değerlendirme ve RÖS hesaplaması

Hata Türü	Olasılık (1-10)	Etki (1-10)	Tespit Edilebilirlik (1-10)	RÖS
Mekanik Ekipman Arızası	6	8	5	240
Operatör Hatası	5	7	6	210
Çevresel Faktörler	7	9	4	252
Güvenlik Önlemleri Eksikliği	8	10	3	240

Tablo 14, tersanelerde raspa operasyonları sırasında karşılaşılabilecek hataların olasılık, etki ve tespit edilebilirlik kriterlerine göre analiz edilmesini ve Risk Öncelik Sayısı (RÖS) hesaplamalarını içermektedir. Bu analiz, hangi hataların öncelikli olarak ele alınması gerektiğini belirlemeye yardımcı olur ve iş sağlığı ve güvenliği açısından kritik öneme sahiptir. İşte her bir hata türü için detaylı yorumlar:

#### Mekanik Ekipman Arızası (RÖS: 240)

- **Olasılık (6):** Mekanik ekipman arızalarının olasılığı 6 olarak değerlendirilmiştir, bu da bu tür arızaların orta düzeyde sıklıkla meydana geldiğini gösterir. Raspa makineleri sürekli kullanıldığı için aşınma ve yıpranma gibi nedenlerle arızalar sıkça yaşanabilir.
- **Etki (8):** Etki derecesi 8 olarak belirlenmiştir, bu da bu tür arızaların ciddi iş kazalarına ve yaralanmalara neden olabileceğini gösterir. Ekipman arızaları sırasında kontrol kaybı veya ani durmalar, işçilerin yaralanmasına yol açabilir.
- **Tespit Edilebilirlik (5):** Tespit edilebilirlik derecesi 5, bu arızaların fark edilmesinin orta derecede zor olduğunu belirtir. Ekipman arızaları genellikle beklenmedik zamanlarda meydana gelebilir ve tespit edilmesi bakım programlarına bağlıdır.
- **RÖS (240):** Toplamda, RÖS 240 olarak hesaplanmıştır. Bu, mekanik ekipman arızalarının önemli bir risk düzeyine sahip olduğunu ve dikkatli bir bakım ve kontrol gerektirdiğini gösterir.

Operatör Hatası (RÖS: 210)

- Olasılık (5): Operatör hatalarının olasılığı 5 olarak değerlendirilmiştir, bu da orta düzeyde bir sıklıkla bu tür hataların meydana geldiğini gösterir. Operatör hataları genellikle dikkatsizlik, yetersiz eğitim veya deneyim eksikliğinden kaynaklanır.
- Etki (7): Etki derecesi 7, bu hataların iş kazalarına ve yaralanmalara neden olabileceğini gösterir. Yanlış uygulamalar, ekipmanların yanlış kullanılması veya güvenlik protokollerinin ihmal edilmesi gibi durumlar ciddi sonuçlar doğurabilir.
- Tespit Edilebilirlik (6): Tespit edilebilirlik derecesi 6, bu tür hataların fark edilmesinin nispeten kolay olduğunu ancak her zaman önlenemediğini gösterir. Eğitim ve gözetim, operatör hatalarının tespit edilmesinde önemli bir rol oynar.
- RÖS (210): RÖS 210, bu hataların ciddiyetini ve öncelikli olarak ele alınması gerektiğini belirtir. İşçilerin sürekli eğitimi ve dikkatli gözetimi, bu tür hataların azaltılmasına yardımcı olabilir.

Çevresel Faktörler (RPN: 252)

- Olasılık (7): Çevresel faktörlerin olasılığı 7 olarak değerlendirilmiştir. Toz, kimyasal maddeler ve gürültü gibi çevresel riskler, raspa operasyonları sırasında sıkça karşılaşılan sorunlardır.
- Etki (9): Etki derecesi 9, bu faktörlerin işçilerin sağlığı üzerinde ciddi olumsuz etkiler yaratabileceğini gösterir. Solunum problemleri, işitme kaybı ve cilt rahatsızlıkları gibi sağlık sorunları yaygındır.
- Tespit Edilebilirlik (4): Tespit edilebilirlik derecesi 4, bu risklerin fark edilmesinin zor olduğunu belirtir. Çevresel faktörlerin kontrolü ve izlenmesi genellikle zordur ve etkileri uzun vadede ortaya çıkabilir.
- RÖS (252): RÖS 252, çevresel faktörlerin en yüksek risk seviyesine sahip olduğunu gösterir. Bu tür risklerin azaltılması için etkili havalandırma sistemleri, kişisel koruyucu donanımlar düzenli kontrolleri gereklidir.

Güvenlik Önlemleri Eksikliği (RÖS: 240)

- Olasılık (8): Güvenlik önlemlerinin eksikliğinin olasılığı 8 olarak değerlendirilmiştir. Kişisel koruyucu donanımların yetersiz kullanımı veya uygun güvenlik protokollerinin uygulanmaması, sıkça karşılaşılan bir sorundur.
- Etki (10): Etki derecesi 10, bu eksikliklerin iş kazaları ve yaralanmalar üzerinde en yüksek olumsuz etkiye sahip olduğunu gösterir. Güvenlik önlemleri eksikliği, ciddi kazalara ve hatta ölümcül yaralanmalara yol açabilir.
- Tespit Edilebilirlik (3): Tespit edilebilirlik derecesi 3, bu tür eksikliklerin fark edilmesinin oldukça zor olduğunu belirtir. Güvenlik önlemlerinin yetersizliği genellikle ancak kazalar meydana geldikten sonra fark edilir.
- RÖS (240): RÖS 240, bu eksikliklerin çok yüksek bir risk düzeyine sahip olduğunu gösterir. Bu nedenle, kişisel koruyucu donanımların kullanımı zorunlu hale getirilmeli ve sürekli olarak denetlenmelidir.

Genel olarak, bu değerlendirme, raspa operasyonlarında çevresel faktörler ve güvenlik önlemleri eksikliğinin en yüksek risklere sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Mekanik ekipman arızaları ve operatör hataları da ciddi riskler oluşturur. Bu risklerin önlenmesi ve yönetilmesi için etkili bir iş sağlığı ve güvenliği stratejisi geliştirilmesi gereklidir.

Analiz sonuçları, raspa operasyonları sırasında karşılaşılan iş sağlığı ve güvenliği risklerinin yüksek olduğunu göstermiştir. Özellikle çevresel faktörler ve güvenlik önlemleri eksikliğinin yüksek RÖS değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Bu risklerin azaltılması için şu önlemler önerilmiştir:

1. Mekanik Ekipmanların Düzenli Bakımı: Ekipman arızalarının önlenmesi için düzenli bakım ve kontrol programlarının uygulanması gerekmektedir.
2. İşçilerin Eğitimi: İşçilere yönelik düzenli eğitim programlarının düzenlenmesi, operatör hatalarının azaltılmasına yardımcı olacaktır.
3. Kişisel Koruyucu Donanımların Kullanımı: Solunum maskeleri, kulak koruyucular ve uygun iş kıyafetleri gibi kişisel koruyucu donanımların kullanımı teşvik edilmelidir.

4. Çalışma Koşullarının İyileştirilmesi: İyi havalandırma sistemleri, gürültü azaltıcı önlemler ve ergonomik çalışma alanlarının sağlanması, çevresel faktörlerin olumsuz etkilerini azaltacaktır.

Bu çalışmada, raspa operasyonlarında iş sağlığı ve güvenliği risklerinin belirlenmesi amacıyla FMEA yöntemi uygulanmıştır. Bulgular, literatür taramaları ile desteklenmiş ve bu sayede analiz sürecinin metodolojik temeli güçlendirilmiştir. FMEA yönteminin etkinliğini vurgulayarak iş kazalarının önlenmesinde kritik bir rol oynadığını belirtmiştir (Birgören & Yalçınkaya, 2019). Durmuş vd. (2021) ise iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemlerinin iyileştirilmesi için sistematik bir yaklaşımın önemine dikkat çekmiştir. Bu kaynaklardan elde edilen veriler, potansiyel hata türlerinin ve bunların etkilerinin belirlenmesi ile Risk Öncelik Sayısı (RÖS) hesaplamaları için önemli bir temel oluşturmuştur. Ancak, bulguların daha kapsamlı bir bağlamda ele alınması ve farklı sektörler ve uygulamalarla karşılaştırılması, sonuçların genelleştirilmesi açısından faydalı olabilir. Bu tür bir genişleme, iş sağlığı ve güvenliği alanındaki uygulamaların çeşitliliğini göz önünde bulundurarak daha kapsamlı bir anlayış geliştirecektir. Bu yaklaşım, tersanelerde raspa operasyonlarının güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesi ve işçilerin sağlığının korunması için önemli bir adım olmuştur. FMEA yöntemi ile yapılan risk değerlendirmesi, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önlenmesine yönelik proaktif bir yaklaşım sunmuş ve iş sağlığı ve güvenliği kültürünün güçlendirilmesine katkıda bulunmuştur.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Raspa operasyonları, tersanelerdeki gemi bakım ve onarım süreçlerinin kritik bir parçasıdır. Ancak, bu operasyonlar iş sağlığı ve güvenliği (İSG) açısından önemli riskler taşımaktadır. FMEA (Hata Türleri ve Etkileri Analizi) yöntemi ile yapılan bu çalışmada, raspa operasyonlarının iş güvenliği yönüyle incelenmesi ve olası risklerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma bulgularına göre, raspa operasyonlarında en sık karşılaşılan riskler arasında gürültü, toz ve kimyasal maruziyeti, fiziksel yaralanmalar ve ergonomik sorunlar bulunmaktadır. Gürültü seviyesinin yüksek olması, işitme kaybına yol açabilirken, metal tozları ve boya partikülleri solunum yolu hastalıklarına neden olabilir. Ayrıca, kullanılan kimyasal çözücüler ve boyalar cilt ve göz tahrişine sebep olabilmektedir.

Ergonomik riskler ise raspa makinelerinin kullanımı sırasında tekrarlayan hareketler ve zorlanmalar sonucu kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına yol açmaktadır. Bu tür risklerin

minimize edilmesi için uygun kişisel koruyucu ekipman (KKE) kullanımı ve işçilerin ergonomik prensiplere uygun çalıştırılması önemlidir.

1. Kişisel Koruyucu Ekipman Kullanımı: İşçilere uygun KKE temin edilmeli ve bu ekipmanların doğru kullanımı konusunda eğitim verilmelidir. Özellikle kulak koruyucular, solunum maskeleri, koruyucu gözlükler ve uygun iş kıyafetleri kullanılmalıdır.
2. Çalışma Ortamının İyileştirilmesi: Raspa operasyonlarının yapıldığı alanlarda yeterli havalandırma sağlanmalı, toz ve kimyasal maruziyetini azaltacak önlemler alınmalıdır. Bu amaçla, yüksek verimli hava filtreleme sistemleri kurulabilir.
3. Eğitim ve Bilinçlendirme: İşçilere, raspa operasyonlarının riskleri ve alınması gereken önlemler konusunda düzenli eğitimler verilmelidir. Bu eğitimler, iş güvenliği bilincini artırarak kazaların ve sağlık sorunlarının önüne geçebilir.
4. Ergonomik Düzenlemeler: Raspa operasyonlarında kullanılan ekipmanların ergonomik açıdan değerlendirilmesi ve gerekirse iyileştirilmesi gerekmektedir. İşçilerin çalışma pozisyonları ve tekrarlayan hareketler göz önünde bulundurularak uygun düzenlemeler yapılmalıdır.
5. Periyodik Sağlık Kontrolleri: İşçilerin sağlık durumları düzenli aralıklarla kontrol edilmeli, özellikle solunum yolu ve işitme ile ilgili testler yapılmalıdır. Erken teşhis ve müdahale, uzun vadeli sağlık sorunlarını önleyebilir.
6. Risk Değerlendirme ve İyileştirme: Raspa operasyonlarında meydana gelebilecek risklerin düzenli olarak değerlendirilmesi ve FMEA yöntemi ile tespit edilen risklerin minimize edilmesi için sürekli iyileştirme faaliyetleri yürütülmelidir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, mevcut literatürle büyük ölçüde uyumludur. Raspa operasyonlarında karşılaşılan gürültü, toz ve kimyasal maruziyeti gibi riskler, literatürde de sıkça vurgulanan iş sağlığı ve güvenliği sorunları arasında yer almaktadır (Akın, 2005). Örneğin, Azkeskin (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, tersane işçilerinin yüksek gürültü seviyelerine maruz kalmasının işitme kaybına yol açabileceği belirtilmiştir. Benzer şekilde, Doğan (2024), metal tozları ve boya partiküllerinin solunum yolu hastalıklarına neden olabileceğini vurgulamıştır. Ayrıca, kullanılan kimyasal çözücüler ve boyaların cilt ve göz

tahrişine sebep olabileceği, mevcut literatürde de geniş yer bulmaktadır (Birgören & Yalçinkaya, 2019).

Ergonomik riskler konusunda da literatürle uyumlu bulgular elde edilmiştir. Raspa makinelerinin kullanımı sırasında tekrarlayan hareketler ve zorlanmaların kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına yol açabileceği, literatürde sıkça belirtilen bir konudur (Birgören & Yalçinkaya, 2019). Bu tür risklerin minimize edilmesi için uygun kişisel koruyucu ekipman (KKE) kullanımı ve ergonomik prensiplere uygun çalışma koşullarının sağlanması gerektiği, literatürde de önerilmektedir (Ömür, 2010).

Sonuç olarak, bu çalışmada elde edilen bulgular, mevcut literatürle büyük ölçüde uyumlu olup, iş sağlığı ve güvenliği alanında yapılan önceki araştırmalarla paralellik göstermektedir. Bu durum, çalışmanın bulgularının geçerliliğini ve güvenilirliğini artırmakta ve önerilen iyileştirme önlemlerinin uygulanmasının önemini vurgulamaktadır.

#### **ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI**

Araştırmacıların çalışmaya katkı oranları eşittir.

#### **ÇATIŞMA BEYANI**

Çalışma kapsamında herhangi bir kurum veya kişi ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### **REFERENCES / KAYNAKLAR**

Akın, H. B. (2005). Hata türü ve etkileri analizi (FMEA) ve bir uygulama. *Öneri dergisi*, 6(24), 271-278. doi:<https://doi.org/10.14783/maruoneri.680987>

Altın, M. (2022, 03 03). *Sac denizcilik, gemilerde yapılan raspa (kumlama), boya ve bakım işlemleri*. Erişim tarihi: 01.14.2024, <https://sacdenizcilik.com/index.php/2022/03/03/gemilerde-yapilan-raspa-kumlama-boya-ve-bakim-islemleri/>

Altundağ, H., & Koçak, M. (2021). Tersanelerde yangın güvenliği ve risk analizi. *Dirençlilik dergisi*, 5(2), 245-263.

Azkeskin, D. (2016). *Gemi inşaatı sektöründe gürültü ve toz maruziyetinin değerlendirilmesi*. Ankara: T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü.

Azkeskin, D., & Öztürk, E. A. (2019). Gemi inşaatı sektöründe gürültü maruziyetinin değerlendirilmesi. *Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi (BAHAR 2019)*, 398-401.

Birgören, B., & Yalçinkaya, M. (2019). İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirmesinde hata türleri ve etkileri analizinin (FMEA) kullanımı. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 11(1), 41-50.



- Doğan, F. (2024). İş sağlığı ve güvenliği açısından kimyasal risk faktörleri. *Premium Sosyal Bilimler E-Dergisi Uluslararası Hakemli Dergi-International Refereed Journal*, 8(39), 236-245. doi:10.5281/zenodo.10759816
- 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. doi:https://doi.org/10.7240/jeps.814798
- FMEA. (2024). *Hakan bilgi teknoloji, FMEA*. https://www.fmea.com.tr/tr/
- Gülenç, İ. F., & Bilgin, G. A. (2010). Yatırım kararları için bir model önerisi: AHP yöntemi. *Öneri Dergisi*, 9(34), 97-107.
- Güler, A. (2014). *Gemi bakım onarım sektöründe risk envanteri oluşturulması tanker gemileri (İş sağlığı ve güvenliği uzmanlık tezi)*. İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Hayri, Y. (2021). *Gemi havuzlama ve havuzlama sırasında oluşan kazaların analizi (Yüksek lisans tezi)*. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Horozoğlu, K. (2017). İş kazalarının iş sağlığı ve güvenliği açısından analizi. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 265-281.
- İstanbul İşletme Enstitüsü. (202). *İş sağlığı ve güvenliği nedir?* IENSTITU. https://www.ienstitu.com/blog/is-sagligi-ve-guvenligi-nedir
- Kurt, M., & Özdemir, K. (2003). İşçi sağlığı ve iş güvenliği yönetim sistemleri. *Türk Tabipleri Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*.
- Narlı, M. (2021). Yenidoğan bebek transport ambulansı risk analizi: HTEA yöntemi ile bir uygulama. *Afet ve Risk Dergisi*, 149.
- Nebati, E., Sağanda, G. N., Erol, H., Subaşı, S. R., & Göz, T. E. (2021). Analitik hiyerarşi prosesi (AHP) yöntemi ile çalışan performansının değerlendirilmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(2), 582-590. doi:10.28948/ngumuh.790551
- Ömür, M. (2010). *Tuzla tersaneleri işçilerinde ölümcül iş kazası riski algısı ve stres*. Ankara: Ankara Üniversitesi.
- Özkılıç, Ö. (2005). *İş sağlığı ve güvenliği, yönetim sistemleri ve risk değerlendirme metodolojileri*. Ankara: Ajanstürk, Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu.
- Sönmez, Y., & Ünğan, M. C. (2017). Hata türü etkileri analizi ve otomotiv parçaları üretiminde bir uygulama. *İşletme Bilim Dergisi(JOBS)*, 5(2), 217-245. doi:10.22139/jobs.321887
- Toraman, A., & Gökaya, B. (2023). Hata türleri ve etkileri analizi (FMEA) ve sağlık alanında uygulamaları. *SDÜ Sağlık Yönetimi Dergisi*, 5(1), 26-39. doi:2757-5888
- Vazdani, S., Sabzghabaei, G. R., Dashti, S., Cheragh, M., Alizadeh, R., & Hemmati, A. (2017). FMEA techniques used in environmental risk assessment. *Environment & Ecosystem Science (EES)*, 1(2), 16-18.
- 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/