



**LİMAN İŞLETMELERİNDE TEHLİKELİ MADDE ELLEÇLENMESİNE İLİŞKİN
FİNE-KİNNEY VE FMEA YÖNTEMLERİ İLE RİSK ANALİZİ**

*Risk Analysis with Fine-Kinney and FMEA Methods for Dangerous Goods Handling in Port
Business*

Murat YORULMAZ

Doç. Dr., Kocaeli Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümü,
murat.yorulmaz@kocaeli.edu.tr Kocaeli / Türkiye
<http://orcid.org/0000-0002-5736-9146>

Ali Osman YEĞİN

Yüksek Lisans Öğrencisi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve
Güvenliği Anabilim Dalı, aliosmanyegin@gmail.com Kocaeli / Türkiye
ORCID: 0000-0003-0128-3965

Doi: <https://doi.org/10.33723/rs.1197549>

Yorulmaz, M. & YeğİN, A. O. (2023). "Liman işletmelerinde tehlikeli madde elleçlenmesine
ilişkin fine-kinney ve fmea yöntemleri ile risk analizi". *R&S- Research Studies Anatolia
Journal*, 6(1). 1-37.

Makale Türü: Araştırma Makalesi

Geliş Tarihi/ Arrived Date: 07.11.2022

Kabul Tarihi / Accepted Date: 30.01.2023

Yayınlanma Tarihi / Published Date: 31.01.2023

ÖZ

Denizyolu taşımacılığının en çok tercih edilen taşıma yöntemlerinden biri olması nedeniyle liman işletmelerinde yaşanan yoğunluk ve liman hizmetlerinin yapısı gereği, çalışan sayısı ve iş süreçleri fazladır. Bu nedenle liman işletmelerinde iş güvenliği, çalışanlar ve çevre açısından vazgeçilmez bir unsur olmaktadır. İş süreçleri ve yapılan faaliyetler nedeniyle liman işletmeleri iş güvenliği açısından birçok risk etmenini bünyesinde barındırmaktadır. Bu risk etmenlerinden en önemlilerinden biri olan tehlikeli madde elleçleme ve depolama operasyonu, başlı başına çok büyük tehlike unsurlarını bünyesinde barındırmakta, risk analizinin doğru yapılmaması ve güvenlik önlemlerinin yetersiz kalması sonucunda gerçekleşecek kazanın sonucu, yaşanan kazalardan da göz önüne alındığında birçok ölüm ve çevresel felaketle sonuçlanmaktadır. Böyle büyük bir felaketin yanı sıra işletmelerin uğradığı zarar, tehlikeli madde elleçleme ve depolamada risk analizinin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Bu kapsamda çalışmanın temel amacı, liman işletmelerinde iş güvenliği açısından tehlikeli yük elleçlemesine ilişkin olası tehlikeleri belirlemektir. Bunun yanında belirlenen risklerin gerçekleşmemesi için uygulanması gereken yönetimsel önlemleri belirlemek çalışmanın diğer bir amacıdır. Bu amaçlara yönelik olarak da Fine Kinney ve FMEA (Hata Türleri ve Etkileri Analizi-Failure Mode Effects Analysis) risk analizi yöntemleri ile tehlikeli madde depolama ve elleçleme operasyonlarında tehlike unsurları belirlenerek, oluşturduğu risk unsurları tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda, gerekli düzeltici ve önleyici faaliyetler belirlenip, riskleri minimuma indirmeye ve liman işletmelerinin yük operasyonlarında daha güvenli bir çalışma ortamı oluşturmaya yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Liman İşletmeleri, Deniz Taşımacılığı, Tehlikeli Madde, Risk Analizi, Fine-Kinney ve FMEA Yöntemleri.

ABSTRACT

The intensity in port operations also by the nature of port services number of workers and time of work is very little because it is the most preferred way of maritime transportation, therefore safety should be an essential factor for workers as well as for the environment. Because of the work hours and the activities port operations embodies a lot of risk factors. One of the most important risk factors; material handling and storing operations are huge risks on their own, the results of not calculating the risk factors and inadequate safety precautions also when you consider the accidents that happened will result in many deaths and environmental disasters. Alongside this huge disaster, the damage of operations shows how important is to analyse the risk factors in material handling and storing. Here, the main purpose of working, shows that port operations must identify the risk factors in terms of safety that are related to dangerous material handling Also the other purpose of working is to identify the managerial precautions that must be applied in order to identified risk factors not happen. For these purposes, Fine Kenny and FMEA with the risk analysing methods determined the risk factors in material handling and storing. At the end of the research, to minimize the risk factors, essential improver and preventive actions are identified and made suggestions about creating a safer working environment in port operations.

Keywords: Port Business, Maritime Transportation, Dangerous Goods, Risk Analysis, Fine-Kinney and FMEA Methods

GİRİŞ

Liman işletmeleri, yüklerin ve yolcuların taşınmasında bununla birlikte de ülkelerin ekonomileri açısından çok önemlidir. Konumları ve elleçlenen çeşitli yükler dikkate alındığında limanlar oldukça kompleks bir sürece sahip işletmelerdir. Bunun sonucunda liman işletmeleri, su, hava, kirlilik, toz, gürültü, atık ve tehlikeli maddelerin depolanması ve elleçlenmesi ile doğrudan ilişkilidir (Darbra ve Casal, 2004). Limanlardaki tehlike unsurları, tehlikeli maddelerin elleçlenmesi ve depolanması işlemlerinin karmaşık bir sürece sahip olmasından kaynaklıdır. Bu süreç içerisinde çalışanların yaralanmasına veya ölümüne ayrıca ciddi çevresel zararlara neden olan limanlardaki tehlikeli madde kazaları, denizcilik sektöründe tehlikeli madde elleçlemesine ve depolamasına ilişkin risk yönetimini ve risk analizini gerekli kılmaktadır (Fabiano vd., 2010).

Tehlikeli madde taşımacılığında, taşınan ürünün fiziksel ve kimyasal özelliklerinden kaynaklanan risk unsurları, tehlikeli madde taşımacılığını diğer taşıma süreçlerinden ayıran en büyük etkidir. Bunun en büyük nedeni tehlikeli maddelerin elleçlenmesi sırasında ya da kaza meydana gelmesi sonucunda insan ve çevre açısından ciddi risk oluşturmasıdır (Yalçınkaya, Demirel ve Say, 2020). Bundan dolayı en çok tercih edilen taşıma yöntemlerinden biri olan denizyolu taşımacılığında, liman işletmeleri ve gemiler için tehlikeli yük elleçleme ve depolamada risk analizi yapılması önemli olmaktadır.

IMDG Kod (Tehlikeli Malların Denizyolu ile Uluslararası Taşımacılığına İlişkin Kod-International Maritime Dangerous Goods Code), tehlikeli madde lojistiği ile birlikte deniz kirliliğini önlemek ve tehlikeli maddelerin taşınmasına ilişkin usul ve esasları içermektedir. Bu süreçler bazı usul ve esaslara uygun olarak yapılması gerekmektedir. Bu usul ve esaslar ambalajlama, etiketleme, elleçleme, depolama, taşıma olup, bu süreçler tehlike sınıfına göre planlanması gerekmektedir (Tatar ve Özer, 2018). Bu şartlara uygun olmayan faaliyetlerin gerçekleşmesi durumunda liman işletmelerinde tehlikeli maddelerin elleçlenmesi ve

depolanmasına ilişkin tehlike unsurlarını doğurmaktadır. Böylelikle tehlikeli madde elleçlenmesine ve depolanmasına ilişkin iş kazalarının önlenmesinde IMDG Kod rehber niteliğindedir. Aynı zamanda risk analizinin ardından düzeltici ve önleyici faaliyetler için de bakılması gereken ilk kaynak IMDG Kod olmalıdır. Bu doğrultuda çalışmanın temel amacı, liman işletmelerinde iş güvenliği açısından IMDG Kod kapsamındaki tehlikeli yük elleçlemesine ilişkin olası tehlikeleri belirlemek ve bu riskleri Fine Kinney ve FMEA yöntemleri ile analiz etmektir. Bunun yanında belirlenen risklerin gerçekleşmemesi için uygulanması gereken yönetimsel önlemleri belirlemek çalışmanın diğer bir amacıdır.

Rusca vd. (2015), limanlarda tehlikeli yük operasyonlarından kaynaklanan riskleri simülasyon modeli kurarak analiz etmiştir. Gemiden, iskele veya rıhtıma vinçler yardımıyla boşaltılan tehlikeli yüklerin, depolama ve kara taşıtlarına yüklenmesine varana kadar olan elleçleme operasyonlarını simülasyon ile modelledikten sonra risk değerlendirmesi yapmışlardır. Böylelikle tedarik zinciri ağının karmaşıklığını ortadan kaldırıp, operasyonel faaliyetlerde doğru bir simülasyon modeli kurularak riskleri analiz etmek ve önlem almanın kolaylaşabileceğini göstermiştir.

Huang vd. (2020), çalışmalarında konteyner terminallerinde tehlikeli yük operasyonlarının oluşturduğu risklere değinilmiş, risk değerlendirme metotlarından biri olan balık kılıçığı diyagramı ve kaza durumlarının istatistiksel verilerini birlikte analizini yaparak, konteyner terminallerinde tehlikeli yük operasyonlarının kaza nedenlerinin operasyonel riskler üzerindeki etkisini araştırmışlardır.

Galierikova ve Sosedova (2018), liman içi su yollarında tehlikeli madde taşımacılığının oluşturduğu risklerin analizini ve buna karşın karar stratejisi oluşturmuşlardır. Kantitatif ve kalitatif risk metotlarını değerlendirmiş olup, liman içi su yollarında tehlikeli madde taşımacılığının oluşturduğu riskleri, stratejik, taktiksel ve operasyonel planlamalarda risk

analizi metotlarıyla nasıl değerlendirilmesi gerektiğini ve bu süreçlerdeki önemi hakkında bilgi sunmuşlardır.

Sonuç olarak liman işletmelerinde ve deniz taşımacılığında tehlikeli yük operasyonları için risk analizi, liman işletmelerinin ve deniz taşımacılığının, diğer işletme ve taşımacılık modlarına kıyasla daha kompleks bir yapıda olması ve operasyonel sürecin çok fazla olmasından kaynaklı büyük önem arz etmektedir. Fakat literatürde çok az kaynak olup, risk değerlendirme çalışması sadece terminallerle sınırlandırılmış ve tehlikeli yüklerin elleçlenmesi esnasında oluşturduğu risklere çok az değinilmiştir. Bununla birlikte kantitatif yöntemler olan Fine-Kinney ve FMEA yönteminin liman işletmeleri için ne derece etkili olabileceğine dair herhangi bir kaynağa rastlanmamıştır.

LİTERATÜR İNCELEMESİ

Tehlikeli Madde Elleçlenmesinde İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Risk Yönetimi ve Değerlendirilmesi

Liman işletmeleri taşımacılıkta ve endüstriyel faaliyetlerde bununla birlikte ulusal ve uluslararası ekonomi ile mal akışlarında görev almaktadır (Erkmen ve Özkaynak, 2015). Taşımacılık ve endüstriyel faaliyetlerde önemli bir yere sahip olan liman işletmeleri, gemilerin elleçleme yaptıkları ve yakıt ile malzeme tedariki yaptığı yerlerdir (Boran ve Alkan, 2018). Liman işletmeleri gemilere ve yüklere ilişkin verdiği hizmetle deniz yolu ticaretinin ve uluslararası ticaretin en önemli düğüm noktasını oluşturmaktadır. Liman işletmelerinde çok amaçlı operasyon gerçekleşmektedir. Bu operasyonlar liman işletmesinin gemilere ve yüklere verdiği hizmetlere yöneliktir ve şu şekilde sıralanabilir (Töz ve Köseoğlu, 2015);

- **Gemi Operasyonları:** Gemilerin ihtiyaçlarına yönelik yapılan operasyonel süreçtir. Bu ihtiyaçlar geminin barınması, rıhtıma bağlanması, yakıt ikmali ve malzeme tedarikidir.

- Yük Operasyonları: Liman ve gemi arasında gerçekleşen yüklerin elleçlenmesine dair bütün operasyonları kapsar.
- Yolcu Operasyonları: Yolcu taşıma sürecinde verilen hizmetlerin hepsini kapsar.
- Liman Yönetimi Operasyonları: Liman işletmelerinde yönetim tarafından gerçekleştirilen idari bütün faaliyetler bu başlık altında değerlendirilir.

Liman bölgesi yönetimi veya diğer ismiyle liman başkanlığı, gümrükleme, göçmenlik, sağlık ve ilkyardım hizmetleri, atık toplama ve çevre sağlığı hizmeti sunmaktadır.

- Destek Operasyonları: Destek faaliyetleri, diğer operasyonlardan farklı olarak direkt operasyonlarda yer almayıp, bu operasyonlarda çalışanlara hizmet veren birimdir.

Tehlikeli madde elleçlenmesine ilişkin operasyon liman işletmelerinde yük operasyonları grubu altında incelenir. Liman işletmelerinde bulunan en büyük risk unsurlarından biri olan tehlikeli maddelerin elleçlenmesi, tehlikeli maddelerin boşaltma, doldurma, taşıma, depolama, paketleme ve yükleme esnasında oluşabilecek tehlikelerin tümünü içerir. Bu tehlikelerin ana kaynakları, doğru ambalajlama malzemeleri, konteyner veya tank kullanılmaması, depolama alanı seçimi, yan yana depolanmaması gereken tehlike sınıfları, tehlike sınıflarının oluşturduğu kendine özgü riskler, tehlike sınıflarının depolandığı alanın ortam şartları (sıcaklık, nem vb.) olarak sıralanabilir. Bu risk oluşturabilecek etmenlerin ortadan kaldırılabilmesi için IMDG Kod hükümlerince tehlike sınıflarına göre gerekliliklerin yapılması uluslararası deniz taşımacılığı ve liman işletmeleri için mecburidir (Dinç, 2001).

“IMDG Kod hükümlerine dâhil olan tehlikeli maddeler ve nesnelere, arz ettikleri tehlikeye veya en baskın tehlikeye göre 1’den 9’a kadar sınıflardan birine girerler. Bu sınıflardan bazıları alt bölümlere bölünmektedir.” Bu sınıflar ve bölümler aşağıdaki gibidir (The International Maritime Dangerous Goods [IMDG] Kod, 2016);

Sınıf 1: Patlayıcılar

Sınıf 2: Gazlar

Sınıf 3: Alevlenebilir Sıvılar

Sınıf 4.1: Alevlenebilir Katılar, kendiliğinden tepkimeye giren maddeler, duyarlılığı giderilmiş katı patlayıcılar ve polimerleştirici maddeler

Sınıf 4.2: Kendiliğinden yanmaya yatkın maddeler

Sınıf 4.3: Su ile temas ettiğinde alevlenebilir gazlar açığa çıkaran maddeler

Sınıf 5.1: Yükseltgen Maddeler

Sınıf 5.2: Organik Peroksitler

Sınıf 6.1: Zehirli Maddeler

Sınıf 6.2: Bulaşıcı Maddeler

Sınıf 7: Radyoaktif Maddeler

Sınıf 8: Aşındırıcı Maddeler

Sınıf 9: Muhtelif Tehlikeli Maddeler ve Nesnelere

Liman işletmeleri dâhil tüm tehlikeli madde prosesi bulunan işletmelerde tehlikeli madde elleçlenmesi iş sağlığı ve güvenliği açısından belli riskler barındırmaktadır. Bu risklere maruziyetin etkileri insan sağlığı açısından kişide kalıcı veya ölümcül hasarlar bırakabilmektedir. Bundan dolayı; “İşveren, kimyasal maddelerle çalışmalarda, çalışanların bu maddelere maruziyetini önlemek, bunun mümkün olmadığı hallerde en aza indirmek ve çalışanların bu maddelerin tehlikelerinden korunması için gerekli tüm önlemleri almakla yükümlüdür.” (Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik, 2013). Bu alınacak önlemlerden en önemlisi ve ilk adım olarak başlayabileceğimiz risk analizi çalışması yapmaktır. Risk Analizi; “İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan faktörler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması amacıyla yapılması gerekli çalışmaların tümüdür.” (İş Sağlığı ve Güvenliği, 2012). Risk analizi; oluşabilecek olan tehlikeleri gruplandırma ve karakterize etmemize, bu tehlikeleri etkileyen faktörleri

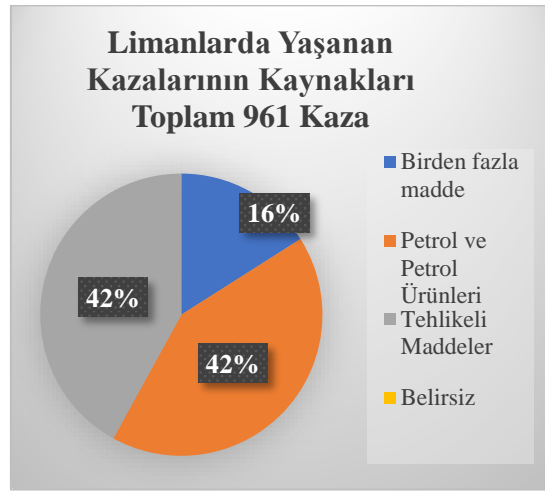
belirleyebilmemize, oluşabilecek sonuçların önüne geçebilmemize ve tehlikeleri yönetebilmemize yardımcı olur. Böylelikle risk analizi yöntemiyle belirlediğimiz tehlikelerin oluşturduğu risklere karşı düzeltici ve önleyici faaliyetler uygulayıp yaşanabilecek kazaların önüne geçilebilir (Modarres, 2006).

Liman İşletmelerinde Tehlikeli Madde Elleçlenmesinde Yaşanan İş Kazaları ve Önlemleri

Liman işletmeleri iş sağlığı ve güvenliği açısından çalışılan ortamda birçok tehlike barındırır. Tehlikeli yük elleçleme ve taşıma operasyonları, liman işletmelerindeki yaşanabilecek iş kazalarının başlıca nedenlerinden biridir. IMDG Kod'a göre doğru ambalajlama malzemesinin seçilmemesi, yüklenmesi gereken miktardan fazla tehlikeli madde yüklenmesi, birlikte depolanmaması ve taşınmaması gereken ürünlerin birlikte depolanması ve taşınması, KKD (Kişisel Koruyucu Donanım) kullanmama vb. nedenler, tehlikeli yük elleçleme ve taşıma operasyonlarında yaşanan kazaların başlıca sebepleridir.

Arıza ve Kazalar Teknik Bilgi sistemi (Failure and Accidents Technical Information System-FACTS) veri tabanı analizi ile 1960-2010 yılları arasında yaşanan liman kazalarına ilişkin verilerin elde edilebilmesi için kaynak içermektedir. FACTS veri tabanına göre bu yıllar arasında 200 farklı madde bu kazaya karışmıştır. Grafik 1' de liman kazalarına karışan maddelerin istatistiğini incelediğimizde 158 tane kazanın birden çok maddenin içinde bulunduğu kazalar olarak görülmektedir ve toplam kazanın %16' sını oluşturmaktadır. Bu kazaların çoğu iki veya üç farklı madde içeriyordu ve bununla birlikte on farklı maddenin de bulunduğu kazalar da mevcuttur. Sadece bir maddenin karıştığı kazaları göz önüne aldığımızda petrol ve petrol ürünlerinden kaynaklı 402 adet kaza olduğu görülmektedir. Bu kazaları oluşturan maddeler; ham petrol, akaryakıt, benzin, motorin, fuel oil, akaryakıt atığı, uçak yakıtı, gaz yağı, ısıtma yağı ve transformatör yağından oluşturmaktadır. Bu petrol ürünlerinin Malzeme Güvenlik Bilgi Formları incelendiğinde çoğunun IMDG Kod kapsamında tehlikeli

madde olarak değerlendirildiği görülecektir. Petrol ve petrol ürünlerinden oluşan kazalar da toplam kazaların %42'sini oluşturmaktadır. Tehlikeli maddeden kaynaklı da toplam 400 kaza gerçekleşmiş olup aynı şekilde toplam kazaların yaklaşık %42' sini oluşturmaktadır. Kazalara karışan tehlikeli maddeler; amonyak, propan, benzen, benzol, bütan, kükürt, akrilonitril, klor, LPG (Likit Petrol Gazı), sülfirik asit, ksilenler ve tolüendir (Hakkinen ve Posti, 2015). Grafik 1'de de görüldüğü gibi kimyasal veya diğer tehlikeli maddelerin ve petrol ürünlerinin neden olduğu kazaların, toplam kazalar arasındaki oranının %84 olduğu anlaşılmaktadır.



Grafik 1: FACTS Verilerinde Raporlanan Liman Kazalarına Karışan Farklı Madde

Gruplarının Payı. Hakkinen ve Posti, (2015).

5 Ağustos 2020 tarihinde meydana gelen Beyrut Limanı patlaması, liman işletmelerinde yaşanan tehlikeli madde depolamasına ilişkin iş kazalarından en önemlisidir. Patlama, sahada açık alanda yüksek miktarda amonyum nitrat depolanmasından kaynaklıdır. Amonyum nitrat oda sıcaklığında kararlı haldeyken, yüksek sıcaklıklarda çok kolay ayrışır ve patlamayı ateşleyecek saf oksijen ile zehirli gazlar olan nitrit, amonyak, nitrojen oksit üretir. Sonuç olarak bu patlama 180 kişinin hayatını kaybetmesine ve binlerce kişinin yaralanmasına neden olmuş ve çevreye karbondioksit, amonyak, nitrojen oksit ve nitrit gazları yayılmıştır (Liu vd., 2021).

Çin'deki Tianjin Limanında 12 Ağustos 2015 tarihinde tehlikeli kimyasalların bulunduğu depoda tehlikeli kimyasalların aşırı sıcaktan tepkimeye girmesi ve farklı kategorilerdeki tehlikeli maddelerin alan yetersizliğinden kaynaklı tek yerde depolanması sonucu yangın ve patlama gerçekleşmiş olup birden çok ölümlü iş kazası gerçekleşmiştir. Kaza nedeni yan yana depolanmaması gereken yanıcı ve patlayıcı tehlikeli kimyasalların sıcaklık artışından dolayı tepkimeye girmesi nedeniyle infilak etmesi sonucu büyük çevresel felakete dönüşmüş ve 44 kişinin ölümüyle sonuçlanmıştır (Zhang vd., 2019).

Buna göre liman işletmelerinde kıyı tesisi işleticilerince tehlikeli madde taşınması elleçlenmesi ve depolanmasına ilişkin alınacak önlemler şu şekilde özetlenebilir;

- *“Her türlü tehlikeli yük; tehlikeli maddelerin deniz yoluyla taşınmasına uygulanan ve özel olarak tehlikeli maddelerin limanlarda yüklenip boşaltılması hususuyla ilgili uluslararası kuralların gereklerine uygun olarak paketlenecek, işaretlenecek, yüklenip boşaltılacak, yığılacak ve istif edilecektir.”* (Uluslararası Çalışma Örgütü [ILO], 2003).
- *“Tehlikeli maddelerin kap ve konteynerleri kırılmış veya tehlike arz edecek şekilde hasar görmüş ise söz konusu bölgedeki tehlikeyi ortadan kaldırmak için gerekli olanların dışındaki liman işleri durdurulacak, işçiler tehlike ortadan kaldırılıncaya kadar güvenli bir yere sevk edilecektir.”* (ILO, 2003).
- *“Kıyı tesisi işleticileri, tehlikeli maddelerin, iskele veya rıhtımda boşaltıldığı alana depolanması sağlanamıyorsa, liman alanında bekletilmeksizin en kısa zamanda bu maddelerin kıyı tesisi dışına naklini sağlarlar.”* (Tehlikeli Maddelerin Denizyolu ile Taşınması, 2015).
- *“Tehlikeli maddeler, uygun şekilde ambalajlanır ve ambalaj üzerinde tehlikeli maddeyi tanımlayan bilgiler ile risk ve emniyet tedbirlerine ilişkin bilgiler bulundurulur.”* (Tehlikeli Maddelerin Denizyolu ile Taşınması, 2015).

- “Tehlikeli madde elleçlenmesinde görevli kıyı tesisi personeli, gemi adamları ve yüke ilişkin diğer yetkili kişilerin, yükleme, boşaltma ve depolama esnasında yükün fiziksel ve kimyasal özelliklerine uygun koruyucu elbise giyer.” (Tehlikeli Maddelerin Denizyolu ile Taşınması, 2015).
- “Tehlikeli madde elleçleme sahasında yangınla mücadele edecek kişiler, itfaiyeci teçhizatı ile donatılır ve yangın söndürücüleri ile ilk yardım üniteleri ve teçhizatları her an kullanıma hazır halde bulundurulur.” (Tehlikeli Maddelerin Denizyolu ile Taşınması, 2015).
- “Kıyı tesisi işleticileri, gemi ve deniz araçlarının acil durumlarda kıyı tesislerinden tahliye edilmesine yönelik acil tahliye planı hazırlayarak liman başkanlığının onayına sunar.” (Tehlikeli Maddelerin Denizyolu ile Taşınması, 2015).
- “Kıyı tesisi işleticileri, yangın, güvenlik ve emniyet tedbirlerini almakla yükümlüdür.” (Tehlikeli Maddelerin Deniz Yoluyla Taşınması, 2015).

Fine-Kinney ve FMEA Risk Değerlendirme Yöntemleriyle İlgili Yapılmış Çalışmalar

Liman işletmelerinde iş sağlığı ve güvenliği açısından yapılması gereken ilk çalışma olan risk analizinin, birçok farklı metodu bulunmaktadır. İşletmeler proses yapısına ve üretim şekillerine göre risk analizi metodlarını belirler. Fine-Kinney ve FMEA kantitatif bir risk analizi metodudur. Fine-Kinney’de risk skorunu elde etmek için şiddet, olasılık ve frekans faktörü yer alırken, FMEA’da ağırlık, olasılık ve saptanabilirlik, risk öncelik sayısını elde edebilmemiz için gerekli olan faktörlerdir (Durmuş vd., 2021).

Kinney ve Wiruth (1976) yılında bulunan ve geliştirilen Fine-Kinney risk analizi metodu “Güvenlik Yönetimi için Uygulamalı Risk Analizi” çalışmasında ilk olarak kullanılmaya başlanmıştır. Fine-Kinney metodunda en önemli ve baz alınacak konunun “Risk Skoru” olmasıydı ve risk skorunu etkileyen faktörler “Frekans”, “Olasılık” ve “Şiddet” olarak

tanımlamış olup derecelendirmeye gidilmiştir. Derecelendirmeden önce tehlikeler belirlenmiş ve bu tehlikelerin oluşturduğu risklerin tanımlaması yapılmıştır. Amaçları kantitatif bir yöntemle skor elde edip, risk durumuna göre tehlikeleri sınıflandırmaktır. Günlük hayatta karşılaşılan tehlikelerden ve oluşturduğu risklerden bahsedip, risk skoru etkenini bulan Kinney ve Wiruth'un bulduğu bu metot günümüzde kullanılan en önemli risk analizi yöntemlerinden biri olan Fine-Kinney risk analizi metodu, iş sağlığı ve iş güvenliği alanının vazgeçilmez bir parçası olmuştur.

Şengöz ve Merdan (2017) işletmelerde 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun gerekliliği olan risk analizi yöntemine rağmen yangının önüne geçilemediğini fark edip, yangının başlangıç sebeplerinden biri olan elektrik kaynaklı yangınların önüne geçilebilmesi için Fine-Kinney analiz yöntemini kullanmışlardır. Böylelikle elektrik kaynaklı yangınlardan oluşan tehlikeleri tespit edip risk skorları oluşturulmuş ve düzeltici faaliyetler için gerekli çalışma yapılmıştır. Sonuç olarak Fine-Kinney analizi ile periyodik kontrollerin daha fazla yapılması gerektiği sonucu ortaya çıkmıştır.

Birgören ve Yalçinkaya (2019), iş sağlığı ve güvenliğinde FMEA yönteminin kullanımını teorik olarak açıklamışlardır. FMEA risk değerlendirme tablosunun oluşturulması ve kullanılmasının ve sektörel bazda bu yöntemin nasıl entegre edilebileceğini açıkça sunmuşlardır. Ayrıca bir operasyonun neden olabileceği riskleri örnek bir FMEA uygulamasıyla belirtmiş olup, İSG açısından risk değerlendirme metotlarının bir rehber niteliğinde olduğu açıkça belirtmişlerdir.

Erten ve Utlu (2017), ilaç lojistik sektöründe iş sağlığı ve güvenliği hususunu ve sektörün risk unsurlarını belirterek, 5*5 Matris, Fine-Kinney ve FMEA risk değerlendirme metotlarını ilaç lojistik sektörü açısından karşılaştırma yapmışlardır. Böylelikle hem ilaç lojistik sektöründe iş sağlığı ve güvenliğinin önemini tanımlamış olup hem de hangi durumda doğru risk değerlendirme metodunun kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır.

YÖNTEM

Bu çalışmanın temel amacı liman işletmesinde tehlikeli madde elleçlemesi ve taşınmasına ilişkin risk analizi yapmak, diğer bir amacı da Fine-Kinney metodu ile FMEA metodunun liman işletmesinde tehlikeli madde elleçlemesinde hangisinin daha etkili analiz sonucu verdiğine dair karşılaştırma yapmaktır.

Fine-Kinney ve FMEA yönteminin kullanılmasının amacı, liman işletmelerinde tehlikeli madde taşımacılığı ve elleçlenmesinde oluşan risk faktörünü derecelendirerek ve nicel bir sonuç elde etmektir. Düzeltici ve önleyici faaliyetlerini uyguladıktan sonra yeniden derecelendirerek, önceki risk skoru ile sonrasındaki risk skorunu karşılaştırma imkânı sağlamaktadır. Risk skoruna göre risk durumunu Fine-Kinney’ de “Kabul Edilebilir Risk”, FMEA’ da “Önemeye Almaya Gerek Yok” çıkana kadar düzeltici ve önleyici faaliyetlere devam etmek gerekmektedir. Sonuç olarak Fine-Kinney ve FMEA yöntemi, risk faktörlerini tespit edilebilmesi ve bu risk faktörlerini azaltılabilmesi için kullanılabilen etkili analiz metotlarıdır.

Fine-Kinney Yöntemi

Risk analiz yöntemi olan Fine-Kinney Yöntemi “Olasılık”, “Şiddet” ve “Frekans” faktörlerinin çarpımıyla elde edilen risk skorlarına göre karar verip, eyleme geçmemize olanak tanır. Böylelikle “Kabul Edilebilir Risk Düzeyi” seviyesinde olmayan risklere karşı düzeltici ve önleyici faaliyetler uygulanıp, kabul edilebilir risk düzeyine düşürmek hedeflenir.

Risk Skoru= Şiddet*Olasılık*Frekans (Kinney ve Wiruth, 1976)

Fine- Kinney yönteminin ilk adımı işletmedeki tehlike unsurlarını tespit etmektir. Bu yöntemde en detaylı çalışılması gereken bölümdür. Tehlikeleri tespit edemediğimiz takdirde Fine-Kinney yöntemini doğru bir şekilde uygulamak mümkün olmayacaktır. Tehlikelerin tespitinde mutlaka çalışanlara ve ilgili birim şefine başvurulması mecburidir. Çalışanların ve

ilgili birim şefinin görüşleri alınmadığı takdirde tehlikeyi gözden kaçırmak kaçınılmazdır. Liman işletmelerinde tehlikeli yük elleçlemeye dair tehlike unsurlarının literatür taraması yapılmıştır. Tehlike unsuru belirlenirken Tianjin ve Beyrut limanlarındaki patlama ve Kocaeli ilindeki bir liman işletmesinde tehlikeli madde elleçleme sürecinde oluşan riskler baz alınmıştır ve bunlar Tablo 1’de belirtilmiştir.

Tablo 1: Liman İşletmelerinde Tehlikeli Yük Elleçlenmesine İlişkin Tehlikelerin Tespiti

Tehlike
1) Patlayıcı ve yanıcı maddelerin yan yana depolanması
2) Standartlardan fazla gemiye patlayıcı yüklenmesi
3) Taşınacak tehlikeli maddenin standartlarına uygun ambalaj kullanılmaması
4) Kapalı depolama alanı veya güverte altında zehirli ve yanıcı gaz depolama
5) Patlayıcıları taşıyan konteynerin metalik yüzeye sahip olması
6) Patlayıcıların güverte üstünde ve açık bir şekilde istiflenmesi
7) Alevlenebilir maddelerin taşınması ve elleçlenmesinde paslı el aletleri ve ekipmanlar kullanılması

Risk skorunu oluşturan faktörlerden biri olan “İhtimal”, riskin gerçekleşme olasılığına göre kategorileştirilip derecelendirilmiştir. Tablo 2’de ihtimal skalasında kategori ve dereceleri belirtilmiş ve risk skorunu hesaplamada bu tablodan faydalanılmıştır.

Tablo 2: İhtimal Skalası

Kategori	Değer
Pratik Olarak İmkansız	0,2
Zayıf İhtimal	0,5
Oldukça Düşük İhtimal	1
Nadir Fakat Olabilir	3
Oldukça Mümkün	6
Beklenebilir	10

Kinney ve Wiruth, (1976).

Frekans, riskin oluşabilme sıklığı hakkında bilgi verir ve aynı şekilde risk skoru hesaplamada frekans da derecelendirilmiştir. Tablo 3'te frekansın kategorisi, açıklaması ve derecelendirilmesi sunulmuştur.

Tablo 3: Frekans (Maruziyet) Skalası

Değer	Açıklama	Kategori
0,5	Çok Nadir	Yılda bir ya da daha az
1	Nadir	Yılda birkaç kez
2	Olağandışı	Ayda bir ya da birkaç kaç kez
3	Ara Sıra	Haftada bir ya da birkaç kez
6	Sıklıkla	Günde bir ya da daha fazla
10	Sürekli	Günde ya da saatte birden fazla

Kinney ve Wiruth, (1976).

Risk skorunu elde etmemiz için gerekli olan diğer faktör “Şiddet”tir. Şiddet riskin gerçekleşmesi sonucunda çevreye ve çalışana bırakacağı etkidir. Tablo 4'te şiddet de aynı şekilde gerçekleşmesi durumunda yaşanacak etkiye göre derecelendirilmiştir.

Tablo 4: Şiddet Derecesi Skalası

Değer	Açıklama	Kategori
1	Dikkate Alınmalı	Küçük İlkyardım Kazası
3	Önemli	Geçici veya Hafif Sakatlık
7	Ciddi	Ağır Yaralanma
15	Çok Ciddi	Ölüm, Maluliyet, Organ Kaybı
40	Felaket	Birkaç Ölüm, Tam Sakatlık, Çevresel Zarar
100	Çok Büyük Felaket	Birçok Ölüm, Büyük Çevresel Felaket

Kinney ve Wiruth, (1976).

Şiddet, Olasılık ve Frekans derecelendirmesi yapılarak, bunların çarpımlarından sonra elde edilecek risk skoruna göre karar verilerek, eyleme geçmek gerekmektedir. Bu karar “Kabul Edilebilir Risk” seviyesinde değilse, bu seviyeye indirgeyene kadar o risk üzerinde “Düzeltilici ve Önleyici Faaliyet” uygulanır. Tablo 5’te risk düzeyine göre karar-eylem skalası yer alırken, risklerin skorları ve karar derecesi belirtilmiştir.

Tablo 5: Risk Düzeyine Göre Karar-Eylem

Risk Değeri	Karar	Eylem
$R < 20$	Kabul Edilebilir Risk	Acil Müdahale Gerekmeyebilir.
$20 < R < 70$	Olası Risk	Yıllık Eylem Planına Alınmalı
$70 < R < 200$	Önemli Risk	İzleme, Ölçme Yapılmalı, Orta Vadede Eyleme Geçilmeli
$200 < R < 400$	Yüksek Risk	Kısa Zamanda Eyleme Geçilmeli
$400 < R$	Çok Yüksek Risk	Çalışma Durdurulup Derhal Tedbir Alınmalı

Kinney ve Wiruth, (1976).

FMEA (Hata Türleri ve Etkileri) Yöntemi

FMEA yöntemi, Fine-Kinney yöntemi gibi kantitatif bir analiz yöntemi olup, bu yöntemdeki değişkenler olan “Olasılık”, “Ağırlık (Şiddet)” ve “Saptama” ile “Risk Öncelik Sayısı” elde edilir. Risk öncelik sayısının derecelendirmesine göre karar verilir.

Risk Öncelik Sayısı = Ağırlık * Olasılık * Saptama (Stamatis, 1995).

Tablo 6’da hatanın ortaya çıkma olasılığına dair derecelendirme yapılmıştır. Her tehlike için ayrı ayrı ortaya çıkma sıklığı derecelendirmesi yapılması gerekmektedir. Bu derecelendirmeler

yapılırken Fine-Kinney yönteminde bahsedildiği gibi çalışanların ve ilgili birim yöneticilerinin görüşleri mutlaka alınmalıdır.

Tablo 6: Hatanın Ortaya Çıkması ve Derecelendirmesi

Hatanın Oluşma Sıklığı	Hatanın Olasılığı	Derece
Çok Yüksek: Kaçınılmaz Hata	½' 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
Düşük: Nispeten Az Olan Hata	1/2000	4
	1/15000	3
Pek Az: Olası Olmayan Hata	1/150000	2
	1/150000' den düşük	1

Stamatis, (1995).

Tablo 7'de şiddetin çevre ve insan sağlığına etkisi derecelendirilmiştir. Kazanın gerçekleşmesi durumunda etki-zarar skalası oluşturulmuştur.

Tablo 7: Ağırlığın (Şiddetin) Etkisinin Derecelendirmesi

Etki	Ağırlığın Etkisi	Derece
Uyarısız Gelen Yüksek Tehlike	Felakete Yol Açabilecek Etkiye Sahip ve Uyarısız Gelen Potansiyel Hata	10
Uyarısız Gelen Tehlike	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, Ağır Yaralanmalara, 3. Derece Yanık; Akut Ölüm v.b. Etkiye sahip Hata Türü	8

Yüksek	Ekipmanın Tamamen Hasar Görmesine Neden Olan ve Ölümüne, Zehirlenme, 3. Derece Yanık, Akut Ölüm v.b. Etkiye Sahip Hata Türü	7
Orta	Sistemin Performansını Etkileyen, Uzuv ve Organ Kaybı, Ağır Yaralanma, Kanser v.b. Yol Açan Hata	6
Düşük	Kırık, Kalıcı Küçük İş Göremezlik, 2. Derece Yanık, Beyin Sarsıntısı v.b. Etkiye Sahip Olan Hata	5
Çok Düşük	İncinme, Küçük Kesik ve Sıyrıklar, Ezilme v.b. Hafif Yaralanmalar ile Kısa Süreli Rahatsızlıklara Neden Olan Hata	4
Küçük	Sistemin Çalışmasını Yavaşlatan Hata	3
Çok Küçük	Sistemin Çalışmasında Kargaşaya Yol Açan Hata	2
Yok	Etki yok	1

Stamatis, (1995).

FMEA yönteminin bir diğer değişkeni olan saptama, potansiyel hatanın nedenini ve takip eden hatanın tespit edilebilirliği derecelendirilir. Tablo 8’de saptama derecelendirilmesi yapılmıştır.

Tablo 8: Saptanabilirlik Derecelendirmesi

Saptanabilirlik	Saptanabilirlik Olasılığı	Derece
Fark Edilemez	Potansiyel Hatanın Nedeninin ve Takip Edene Hatanın Saptanabilirliği Mümkün Değil	10
Çok Az	Potansiyel Hatanın Nedeninin ve Takip Edene Hatanın Saptanabilirliği Çok Uzak	9
Az	Potansiyel Hatanın Nedeninin Saptanabilirliği Uzak	8
Çok Düşük	Potansiyel Hatanın Nedeninin ve Takip Edene Hatanın Saptanabilirliği Çok Düşük	7

Düşük	Potansiyel Hatanın Nedeninin ve Takip Edene Hatanın Saptanabilirliği Düşük	6
Orta	Potansiyel Hatanın Nedeninin ve Takip Edene Hatanın Saptanabilirliği Orta	5
Yüksek Ortalama	Potansiyel Hatanın Nedeninin ve Takip Edene Hatanın Saptanabilirliği Yüksek Ortalama	4
Yüksek	Potansiyel Hatanın Nedeninin ve Takip Edene Hatanın Saptanabilirliği Yüksek	3
Çok Yüksek	Potansiyel Hatanın Nedeninin ve Takip Edene Hatanın Saptanabilirliği Çok Yüksek	2
Hemen Hemen Kesin	Potansiyel Hatanın Nedeninin ve Takip Edene Hatanın Saptanabilirliği Hemen Hemen Kesin	1

Stamatis, (1995).

Ağırlık, Sıklık ve Saptanabilirlik derecelendirmesi yapıldıktan sonra, bu değişkenlerin çarpımı sonucunda, o tehlikenin risk öncelik sayısı elde edilir. Tablo 9’ da risk öncelik sayısı değerine karşılık alınacak önlem belirtilmiştir. Çıkan sonuca göre risk düzeyinde “Önlem Almaya Gerek Yok” sonucuna ulaşana kadar düzeltici ve önleyici faaliyetler uygulanır.

Tablo 9: Risk Öncelik Sayısı Değerlendirme

Risk Öncelik Sayısı Değeri	Önlem
RÖS<40	Önlem Almaya Gerek Yok
40<=RÖS<=100	Önlem Alınabilir
RÖS>100	Önlem Alınması Gereklidir

Stamatis, (1995).

BULGULAR

Ek-1 Tablosu Bulguları (Fine-Kinney)

“Patlayıcı ve yanıcı maddelerin yan yana depolanması” tehlike unsurunun liman işletmesi için oluşturduğu risk, patlayıcıların reaksiyona girmesi sonucu yanıcı maddeler için tutuşma kaynağı oluşturmaktadır. Bu kazanın oluşması sonucu olabilecek zararı/etkisi işletme için birçok ölüm ve büyük çevresel felakettir. Yapılan hesaplamalar sonucunda Risk Skoru 300 puan çıkmış, bunun sonucunda da risk düzeyi “Yüksek Risk” olarak tespit edilmiştir. Bu tehlike için “Patlayıcı ve yanıcı maddelerin depolama alanlarının diğer maddelerden farklı bir yerde yapılması” düzeltici ve önleyici faaliyet uygulandıktan sonra tekrar risk skoru hesaplanmış ve sonuç olarak risk skoru 10 puan bulunmuş ve risk düzeyi “Kabul Edilebilir Risk” düzeyine indirilebilmiştir.

“Standartlardan fazla gemiye patlayıcı yüklenmesi” tehlike unsurunun liman işletmesi için oluşturduğu risk, alan ve koruyucu sistem kapasitesinin yetersiz kalması sonucu zincirleme reaksiyon ve patlamadır. Bu kazanın oluşması sonucu olabilecek zararı/etkisi işletme için birçok ölüm ve büyük çevresel felakettir. Yapılan hesaplamalar sonucunda Risk Skoru 1800 puan çıkmış, bunun sonucunda da risk düzeyi “Çok Yüksek Risk” olarak tespit edilmiştir. Bu tehlike için “IMDG Kod standartlarına uygun miktarda gemiye patlayıcı yüklenmesi” düzeltici ve önleyici faaliyeti uygulandıktan sonra tekrar risk skoru hesaplanmış ve sonuç olarak risk skoru 10 puan bulunmuş ve risk düzeyi “Kabul Edilebilir Risk” düzeyine indirilebilmiştir.

“Taşınacak tehlikeli maddenin standartlarına uygun ambalaj kullanılmaması” tehlike unsurunun liman işletmesi için oluşturduğu risk, taşınacak tehlikeli maddenin ambalajından sızdırma, yangın, zehirlenme ve korozyondur. Bu kazanın oluşması sonucu olabilecek zararı/etkisi işletme için birkaç ölüm, tam sakatlık ve çevresel zarardır. Yapılan hesaplamalar sonucunda Risk Skoru 2400 puan çıkmış ve bunun sonucunda da risk düzeyi “Çok Yüksek

Risk” olarak tespit edilmiştir. Bu tehlike için “Patlayıcı maddenin ambalajlanmasında IMDG Kod standardına uygun ambalaj kullanımı” düzeltici ve önleyici faaliyeti uygulandıktan sonra tekrar risk skoru hesaplanmış ve sonuç olarak risk skoru 4 puan bulunmuş ve risk düzeyi “Kabul Edilebilir Risk” düzeyine indirilebilmiştir.

“Kapalı depolama alanı veya güverte altında zehirli ve yanıcı gaz depolama” tehlike unsurunun liman işletmesi için oluşturduğu risk, herhangi birinde oluşan sızdırma sonucu ortamda yanıcı, patlayıcı ve zehirli gaz birikimidir. Bu kazanın oluşması sonucu olabilecek zararı/etkisi işletme için birçok ölüm ve büyük çevresel felakettir. Yapılan hesaplamalar sonucunda Risk Skoru 300 puan bulunmuş ve bunun sonucunda da risk düzeyi “Yüksek Risk” olarak tespit edilmiştir. Bu tehlike için “Kapalı depolama alanı veya güverte altında düzenli ve sık aralıklarla gaz ölçümü yapılması ve havalandırma sisteminin kontrolü” düzeltici ve önleyici faaliyeti uygulandıktan sonra tekrar risk skoru hesaplanmış ve sonuç olarak risk skoru 10 puan bulunmuş ve risk düzeyi “Kabul Edilebilir Risk” düzeyine indirilebilmiştir.

“Patlayıcıları taşıyan konteynerin metalik yüzeye sahip olması” tehlike unsurunun liman işletmesi için oluşturduğu risk, sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenme oluşması ve patlamadır. Bu kazanın oluşması sonucu olabilecek zararı/etkisi işletme için, birçok ölüm ve büyük çevresel felakettir. Yapılan hesaplamalar sonucunda Risk Skoru 3600 puan çıkmış, bunun sonucunda da risk düzeyi “Çok Yüksek Risk” olarak tespit edilmiştir. Bu tehlike için “Patlayıcı taşınan konteyner yüzeyini yalıtkan malzeme kaplanması veya başka konteyner seçimi” düzeltici ve önleyici faaliyeti uygulandıktan sonra tekrar risk skoru hesaplanmış ve sonuç olarak risk skoru 10 puan bulunmuş ve risk düzeyi “Kabul Edilebilir Risk” düzeyine indirilebilmiştir.

“Patlayıcıların güverte üstünde açık bir şekilde istiflenmesi” tehlike unsurunun liman işletmesi için oluşturduğu risk, patlayıcıların ısı ile reaksiyona girmesi sonucu patlama veya yağmur suyundan kaynaklı patlayıcıların kullanılamaz hale gelmesidir. Bu kazanın oluşması

sonucu olabilecek zararı/etkisi işletme için, birçok ölüm ve büyük çevresel felakettir. Yapılan hesaplamalar sonucunda Risk Skoru 3600 puan çıkmış, bunun sonucunda da risk düzeyi “Çok Yüksek Risk” olarak tespit edilmiştir. Bu tehlike için “Patlayıcı madde taşınmasına uygun konteyner kullanımı ve konteynerin sıcaklığının kontrol edilmesi” düzeltici ve önleyici faaliyeti uygulandıktan sonra tekrar risk skoru hesaplanmış ve sonuç olarak risk skoru 25 puana indirilebilmiş bununla birlikte risk düzeyi “Kesin Risk” olarak kalmıştır.

“Alevlenebilir maddelerin taşınması ve elleçlenmesinde paslı el aletleri ve ekipmanlar kullanılması” tehlike unsurunun liman işletmesi için oluşturduğu risk, tutuşma ve yangındır. Bu kazanın oluşması sonucu olabilecek zararı/etkisi işletme için, birkaç ölüm, tam sakatlı ve çevresel zarardır. Yapılan hesaplamalar sonucunda Risk Skoru 720 puan bulunmuş, bunun sonucunda da risk düzeyi “Çok Yüksek Risk” olarak tespit edilmiştir. Bu tehlike için “El aletleri ve ekipmanların düzenli periyodik kontrolünün yapılması” düzeltici ve önleyici faaliyeti uygulandıktan sonra tekrar risk skoru hesaplanmış ve sonuç olarak risk skoru 4 puan bulunmuş ve risk düzeyi “Kabul Edilebilir Risk” düzeyine indirilebilmiştir.

Ek-2 Tablosu Bulguları (FMEA)

“Patlayıcı ve yanıcı maddelerin yan yana depolanması” potansiyel hata türünün liman işletmesi için oluşturduğu risk, patlayıcıların reaksiyona girmesi sonucu yanıcı maddeler için tutuşma kaynağı oluşturmasıdır. Hatanın nedeni depolama matrisine uygun olmayan yerleşim olarak tespit edilmiştir. Liman işletmesi için oluşturabileceği zarar/etki, felakete yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel hata olduğu görülmektedir. Risk Öncelik Sayısı değeri 150 puan çıkmış ve risk düzeyi “Önlem Alınması Gereklidir” seviyesi sonucuna ulaşılmıştır. Düzeltici ve önleyici faaliyet olarak “Patlayıcı ve yanıcı maddelerin depolama alanını diğer maddelerden farklı bir yerde yapılması” uygulandıktan sonra tekrar Risk Öncelik Sayısı değeri hesaplanıp sonuç olarak yeni değer 30 puan olarak bulunmuştur. Böylelikle risk düzeyi “Önlem Almaya Gerek Yok” seviyesine indirilmiştir.

“Standartlardan fazla gemiye patlayıcı yüklenmesi” potansiyel hata türünün liman işletmesi için oluşturduğu risk, alan ve koruyucu sistem kapasitesinin yetersiz kalması sonucu zincirleme reaksiyon ve patlamadır. Hatanın nedeni aşırı yüklemedir. Liman işletmesi için oluşturabileceği zarar/etki, felakete yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel hata olduğu görülmektedir. Yapılan hesaplamalar sonucunda Risk Öncelik Sayısı değeri 240 puan bulunmuş ve risk düzeyi “Önlem Alınması Gereklidir” seviyesi sonucuna ulaşılmıştır. Düzeltici ve önleyici faaliyet olarak “IMDG Kod standardına uygun miktarda gemiye patlayıcı madde yüklenmesi” uygulandıktan sonra tekrar Risk Öncelik Sayısı değeri hesaplanmış ve sonuç 30 puan olarak bulunmuştur. Böylelikle risk düzeyi “Önlem Almaya Gerek Yok” seviyesine indirilmiştir.

“Taşınacak tehlikeli maddenin standartlarına uygun ambalaj kullanılmaması” potansiyel hata türünün liman işletmesi için oluşturduğu risk, taşınan tehlikeli maddenin ambalajından sızdırma ve yangın, zehirlenme, korozyon tehlikesidir. Hatanın nedeni doğru ambalaj seçilememesidir. Liman işletmesi için oluşturabileceği zarar/etki, ekipmanın tamamen hasar görmesine neden olan ve ölüme, zehirlenme, 3. derece yanık, akut ölüm v.b. etkiye sahip hata türü olduğu görülmektedir. Risk Öncelik Sayısı değeri 189 puan çıkmış ve risk düzeyi “Önlem Alınması Gereklidir” seviyesi sonucuna ulaşılmıştır. Düzeltici ve önleyici faaliyet olarak “Tehlikeli maddelerin ambalajlanmasında IMDG Kod standardına uygun ambalaj kullanımı” uygulandıktan sonra tekrar Risk Öncelik Sayısı değeri hesaplanıp sonuç olarak yeni değer 21 puan olarak bulunmuştur. Böylelikle risk düzeyi “Önlem Almaya Gerek Yok” seviyesine indirilmiştir.

“Kapalı depolama alanı veya güverte altında zehirli ve yanıcı gaz depolama” potansiyel hata türünün liman işletmesi için oluşturduğu risk, herhangi birinde oluşan sızdırma sonucu ortamda yancı, patlayıcı ve zehirli gaz birikimidir. Hatanın nedeni kontrol yetersizliğidir. Liman işletmesi için oluşturabileceği zarar/etki felakete yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen

potansiyel hata olduğu görülmektedir. Risk Öncelik Sayısı değeri 450 puan çıkmış ve risk düzeyi “Önlem Alınması Gereklidir” seviyesine ulaşılmıştır. Düzeltici ve önleyici faaliyet olarak “Kapalı depolama alanı veya güverte altında düzenli ve sık aralıklarla gaz ölçümü yapılması ve havalandırma sisteminin kontrolü” uygulandıktan sonra tekrar Risk Öncelik Sayısı değeri hesaplanıp sonuç olarak yeni değer 10 puan olarak bulunmuştur. Böylelikle risk düzeyi “Önlem Almaya Gerek Yok” seviyesine indirilmiştir.

“Patlayıcıları taşıyan konteynerin metalik yüzeye sahip olması” potansiyel hata türünün liman işletmesi için oluşturduğu risk, sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenme oluşması ve patlamadır. Hatanın nedeni kontrol yetersizliği ve yanlış konteyner seçimidir. Liman işletmesi için oluşturabileceği zarar/etki felakete yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel hata olduğu görülmektedir. Risk Öncelik Sayısı değeri 720 puan çıkmış ve risk düzeyi “Önlem Alınması Gereklidir” seviyesi sonucuna ulaşılmıştır. Düzeltici ve önleyici faaliyet olarak “Patlayıcı taşınan konteyner yüzeyini yalıtkan malzeme kaplanması veya başka konteyner seçimi” uygulandıktan sonra tekrar Risk Öncelik Sayısı değeri hesaplanıp sonuç olarak yeni değer 90 puanda ve risk düzeyi “Önlem Alınabilir” seviyesinde kalmıştır.

“Patlayıcıların güverte üstünde açık bir şekilde istiflenmesi” potansiyel hata türünün liman işletmesi için oluşturduğu risk, patlayıcıların ısı ile reaksiyona girmesi sonucu patlama veya yağmur suyundan kaynaklı patlayıcıların kullanılamaz hale gelmesidir. Hatanın nedeni kontrolsüz ve gelişigüzel istiflemedir. Liman işletmesi için oluşturabileceği zarar/etki felakete yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel hata olduğu görülmektedir. Risk Öncelik Sayısı değeri 240 puan bulunmuş ve risk düzeyi “Önlem Alınması Gereklidir” seviyesi sonucuna ulaşılmıştır. Düzeltici ve önleyici faaliyet olarak “Patlayıcı madde taşınmasına uygun konteyner kullanımı ve konteynerin sıcaklığının kontrol edilmesi” uygulandıktan sonra tekrar Risk Öncelik Sayısı değeri hesaplanıp sonuç olarak yeni değer 20 puan olarak bulunmuştur. Böylelikle risk düzeyi “Önlem Almaya Gerek Yok” seviyesine indirilmiştir.

“Alevlenebilir maddelerin taşınması ve elleçlenmesinde paslı el aletleri ve ekipmanlar kullanılması” potansiyel hata türünün liman işletmesi için oluşturduğu risk, tutuşma ve yangındır. Hatanın nedeni periyodik kontrollerinin yapılmamasıdır. Liman işletmesi oluşturabileceği zarar/etki ekipmanın tamamen hasar görmesine neden olan ve ölüme, zehirlenme, 3. derece yanık, akut ölüm v.b. etkiye sahip hata türü olduğu görülmektedir. Yapılan hesaplamalar sonucunda Risk Öncelik Sayısı değeri 504 puan çıkmış ve risk düzeyi “Önlem Alınması Gereklidir” seviyesi bulunmuştur. Düzeltici ve önleyici faaliyet olarak “El aletleri ve ekipmanların düzenli periyodik kontrolünün yapılması” uygulandıktan sonra tekrar Risk Öncelik Sayısı değeri hesaplanıp sonuç olarak yeni değer 7 puan olarak bulunmuştur. Böylelikle risk düzeyi “Önlem Almaya Gerek Yok” seviyesine indirilmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bulgularda elde edilen Ek 1 tablosunun sonucuna göre “Patlayıcı ve yanıcı maddelerin yana depolanması” ve “Kapalı depolama alanı veya güverte altında zehirli ve yanıcı gaz depolama” tehlike unsurları “Yüksek Risk” grubunda çıkmış, diğer tehlike unsurları “Çok Yüksek Risk” grubunda yer almıştır. Bu tehlike unsurlarının oluşturduğu risk unsurları tanımlanmış, risk skorları ve risk düzeyleri tespit edilmiştir. Daha sonra uygulanan düzeltici ve önleyici faaliyetlerin ardından risk skorları düşürülmüş olup, “Patlayıcıların güverte üstünde açık bir şekilde istiflenmesi” tehlike unsuru haricindeki diğer tehlike unsurlarının risk düzeyleri kabul edilebilir risk düzeyine indirilmiştir. “Patlayıcıların güverte üstünde açık bir şekilde istiflenmesi” “Kesin Risk” seviyesinde kaldığı için tekrardan düzeltici ve önleyici faaliyet uygulanması ve risk skorunun tekrardan hesaplanması gerekmektedir.

Bulgularda elde edilen Ek 2 tablosunun sonucuna göre bütün tehlike unsurları “Önlem Alınması Gereklidir” seviyesinde çıkmıştır. Düzeltici ve önleyici faaliyetlerin ardından “Patlayıcıları taşıyan konteynerin metalik yüzeye sahip olması” tehlike unsuru haricindeki bütün tehlike unsurları “Önlem Alınmasında Gerek Yok” seviyesine indirilmiştir. “Patlayıcıları

taşıyan konteynerin metalik yüzeye sahip olması” “Önlem Alınabilir” seviyesinde kaldığı için tekrardan düzeltici ve önleyici faaliyet uygulanması ve risk skorunun tekrardan hesaplanması gerekmektedir.

Liman işletmelerinde tehlikeli madde elleçlemesi için kullanılan Fine-Kinney ve FMEA risk analizini karşılaştırdığımızda, Fine-Kinney risk analizinde “Patlayıcıların güverte üstünde açık bir şekilde istiflenmesi” tehlike unsuru olması gereken risk seviyesine düşürülemediği. Bununla birlikte, FMEA risk analizi modelinde de “Patlayıcıları taşıyan konteynerin metalik yüzeye sahip olması” tehlike unsuru olması gereken risk seviyesine düşürülemediği. FMEA risk analizi modelinin, Fine-Kinney risk analizi modeline göre avantaj sağladığı kısmı tehlike unsurunun oluşmasına neden olan hatayı tespit etmesidir. Böylelikle tehlikeyi oluşturan nedeni ortadan kaldırabilmek için daha etkin düzeltici ve önleyici faaliyet oluşturulabilir. Fine-Kinney risk analizi modelinin sağladığı avantaj risk düzey seviyelerinin daha çok ve ayrıntılı olması, tehlike unsurunun seviyesini daha hassas ölçütlerle bize net olarak vermektedir. Böylelikle düzeltici ve önleyici faaliyetlerde alınacak aksiyon da bununla doğru orantılı olarak daha hassas olacaktır. Hem farklı tehlike unsurlarının olması gereken seviyeye indirilememesi ve sağladıkları avantajları birbirinden farklı olmasından dolayı, liman işletmelerinde tehlikeli madde elleçlenmesinde oluşan risk unsurlarının analizinde iki risk analizinin birlikte kullanılması iş sağlığı ve güvenliği açısından liman işletmeleri için çok daha büyük avantaj sağlayacaktır.

Limanlarda tehlikeli madde elleçlenmesine ve depolamasına ilişkin, Kocaeli ilindeki bir liman işletmesinin tehlike unsurları, Beyrut limanı ve Tianjin limanında yaşanan kazaların oluşmasına sebep olan tehlike unsurları baz alınarak Fine Kinney ve FMEA risk değerlendirme metotları uygulanmıştır. FACTS veritabanına göre tehlikeli maddelerin liman işletmelerinde yaşanan iş kazasına karışma oranı, bize risk analizinin limanlarda tehlikeli madde elleçlemesinde ve depolamasında ne kadar hayati önem taşıdığını göstermektedir. Fine Kinney

ve FMEA risk analizi metodu devamlı iyileştirmeye yönelik risk analizleri olmasından dolayı liman işletmeleri gibi tehlike unsurlarının fazla olduğu işletmelerde çok etkin sonuçlanabilecek iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi oluşturabilmektedir. Limanlarda tehlikeli madde elleçlemede ve depolamada risk analizi yapmak için, tehlike unsurlarını ve düzeltici faaliyetleri belirlemede iş güvenliği uzmanları ile tehlikeli madde güvenlik danışmanlarının koordineli ve titiz çalışıp, çalışanlar ve çalışan temsilcileri ile bilgi alışverişi yapması, risk analizi sonuçlarının maksimum seviyede doğru sonuçlar vermesini sağlayacaktır. Ayrıca iş güvenliği uzmanları ve tehlikeli madde güvenlik danışmanları, işletme çalışanlarının karşı karşıya kaldıkları tehlike unsurları ve riskleri hakkında periyodik olarak bilgilendirmeli ve eğitmeli, risk analizlerine katılımını sağlamalıdır.

Çalışmanın Teorik Katkıları

Bu çalışma liman işletmelerinde tehlikeli madde depolama ve elleçleme hususunda iş güvenliği uzmanları ve tehlikeli madde güvenlik danışmanlarının risk analizini nasıl yapması gerektiğini, tehlike unsurlarını belirleme ve düzeltici faaliyetlerin tespiti ve uygulanmasının nasıl yapılacağı hakkında rehber niteliği taşımaktadır.

Çalışmanın Uygulamaya Katkıları

Bu çalışma limanlarda tehlikeli madde depolama ve elleçleme sürecinde yaşanabilecek kazaların sonucunda çalışanlara ve çevreye etkilerini açıkça belirtmiş olup, kazaların önlenmesi için alınması gereken tedbirleri ve Fine Kinney ile FMEA risk analizi yöntemi ile bu kazaların önüne geçmek için düzeltici ve önleyici faaliyetlerin uygulanmasını sağlamaktadır. Ayrıca çalışanların da risk analizine katılımına ve iş güvenliği uzmanları ile tehlikeli madde güvenlik danışmanlarının titiz ve koordineli çalışmasına katkı sağlamaktadır.

Çalışmanın Kısıtları ve Gelecek Çalışmalara Öneriler

Liman işletmelerinde tehlikeli madde elleçlemesine ve depolamasına ilişkin Fine Kinney ve FMEA risk analizi yöntemleri uygulanmıştır. Fakat diğer risk analizi yöntemlerinin bu

yöntemlere göre daha etkin sonuç verip veremeyeceği çalışmanın kısıtlarındandır. Gelecek çalışmalarda diğer risk analizi yöntemleriyle ilgili çalışmalar yapılabilir.

Çalışmanın ikinci bir kısıtı da yapılan çalışma genel itibari ile liman işletmeleri terminallerinin hepsini kapsayacak şekilde yapılmış, ileriki çalışmalarda her bir terminaller için ayrı ayrı yapılması önerilmektedir. Örneğin; kuru yük terminalleri, konteyner terminalleri, Ro-Ro terminalleri, sıvı yük terminalleri ve genel yük terminaller için ayrı ayrı risk analizleri yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Birgören, B. ve Yalçınkaya, M. (2019). İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirmesinde hata türleri ve etkileri analizinin (FMEA) kullanımı. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 11(1), 41-50.
- Boran, M. ve Alkan, N. (2018). Liman operasyonlarının çevresel etkileri. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 8(2), 99-105,2018.
- Darbra, M. ve Casal, J. (2004). Historical analysis of accidents in seaports. *Safety Science*, (42), 85-98.
- Dinç, A. (2001). *Tehlikeli maddelerin liman operasyonu* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi].
- Durmuş, H.; Yurtsever, Ö. ve 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.
- Erkmen, T. ve Özkaynak, S. (2015). Liman işletmeciliğinde sürdürülebilir liman ekonomisi stratejisi. II. Ulusal Liman Kongresi.
- Erten, B. ve Utlı, Z. (2017). İlaç lojistik sektöründe risk analizi yapılarak 5*5 Matris, Fine Kinney ve FMEA yöntemleriyle risk değerlendirmelerinin karşılaştırılması: Bir firma örneği. *ABMYO Dergisi*, (48), 1-14.

- Fabiano, B.; Curro, F.; Reverberi, A. ve Pastorino, R. (2010). Port safety and the container revolution: A statistical study on human factor and occupational accidents over the long period. *Safety Science*, (48), 980-990.
- Galierikova, A. ve Sosedova, J. (2018). "Inland waterway transportation of dangerous goods: Risk assessment and decision-making strategies", 18th International Scientific Conference Globalization and Its Socio-Economic Consequences, University of Zilina, 517, Slovakia.
- Hakkinen, J. ve Posti, A. (2015). "Port accidents involving hazardous substances based on FACTS database analysis", Proceedings of the Thirty-eight AMOP Technical Seminar on Environmental Contamination and Response, Finnish Environment Institute, 372-384, Vancouver, Canada.
- Huang, C.; Bai, Y. ve Lu, L. (2020). "Quantitative risk assessment of dangerous goods container port", 2nd International Conference on Civil, Architecture and Urban Engineering, IOP Publishing, 580, China.
- Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik (2013, 12 Ağustos). Resmi Gazete (Sayı: 28733).
<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/08/20130812-1.htm>
- Kinney, G. ve Wiruth, A. (1976). Practical risk analysis for safety management. California: Naval Weapons Center.
- Liu, J.; Wang, J.; Ahmed, R.; Ma, K.; Xu, S.; Aslam, M. ve Rehman, S. (2021). Ammonium nitrate is a risk for environment: A case study of Beirut (Lebanon) chemical explosion and the effects on environment. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, (111834): 210.
- Modarres, M. (2006). *Risk analysis in engineering: Techniques, tools and trends*. Taylor & Francis Group.

- Rusca, F.; Raicu, S.; Rosca, E.; Rosca, M. ve Burciu, S. (2015). Risk assessment for dangerous goods in maritime transport, Towards Green Marine Technology and Transport, CRC Press/Balkema, 669, Coratia.
- Stamatis, D. (1995). Failure Mode and Effect Analysis-FMEA from theory to Execution, ASQC Quality Press, 28-34, Wisconsin.
- Şengöz, M. ve Merdan, M. (2017). Fine-Kinney Risk analizi metoduyla işyerlerinde elektrik nedenli yangınların önlenmesinde yeni bir yöntem. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3(3), 74-82.
- Tatar, V. ve Özer, M. (2018). “Kıyı tesislerinde depolanan ve elleçlenen tehlikeli maddelerin yangın güvenliği açısından değerlendirilmesi: Hopa Limanı tank terminali örneği”, 14th International Combustion Symposium, 25-27 Nisan 2018, INCOS 2018, 372-411
- Tehlikeli Maddelerin Denizyoluyla Taşınması Hakkında Yönetmelik (2015, 3 Mart). Resmi Gazete (Sayı: 29284). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/03/20150303-6.htm>
- Töz, A. ve Köseoğlu, B. (2015). Denizcilikte iş sağlığı ve iş emniyeti: Limanlar üzerine genel bir değerlendirme. II. Ulusal Liman Kongresi.
- Uluslararası Çalışma Örgütü 152 Numaralı Liman İşlerinde Sağlık ve Güvenliğe İlişkin Sözleşme (2003, 21 Temmuz). Resmi Gazete (Sayı: 25176). https://www.ilo.org/ankara/conventions-ratified-by-turkey/WCMS_377292/lang--tr/index.htm.
- IMDG Kod (2016). “Deniz Yolu ile Taşınan Tehlikeli Mallara İlişkin Uluslararası Kod”, 13 Mayıs 2016, Uluslararası Denizcilik Örgütü Deniz Emniyet Komitesi, MSC, 406(96).
- Yalçinkaya, N.; Demirel, E. ve Say, N. (2020). Tehlikeli maddelerin karayolu ile taşınması sürecinde ortaya çıkan çevresel risklerin hata ağacı analizi (HAA) ile değerlendirilmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 8(4), 973-984.

Zhang, Y.; Guo, W.; Sun, C. ve Jing, L. (2019). Systems-based Analysis on the China-Tianjin Port Fire. *Ekoloji Dergisi*, 28(107), 1921-1928.

Ek-1 Tablo (Fine-Kinney Risk Analizi)

TEHLİKE TANIMI			RİSK DEĞERLENDİRME								DEĞERLENDİRME SONRASI DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETLER							
NO	FAALİYET YERİ	Faaliyet Tanımı (Tehlike Tanımı)	Oluşturduğu Risk Unsuru	Zarar/Etki	RISK TESPİT TARİHİ	Şiddet	Frekans	Olasılık	Risk Skoru	RISK DÜZEYİ	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETLER (D.Ö.F.)	SORUMLU PERSONEL	Şiddet	Frekans	Olasılık	Risk Skoru	YENİ RİSK DÜZEYİ	ETKİ
2	GEMİ	Standartlardan fazla gemiye patlayıcı yüklenmesi	Alan ve koruyucu sistem kapasitesinin yetersiz kalması sonucu zincirleme reaksiyon ve patlama	Birçok Ölüm, Büyük Çevresel Felaket	2021	100	3	6	1800	Çok Yüksek Risk	IMDG Kodu standardına uygun miktarda gemiye patlayıcı madde yüklenmesi	Sevkiyat Sorumlusu	100	0,5	0,2	10	Kabul Edilebilir Risk	Çalışan İşçi ve Çevre

3	DEPOLAMA ALANI	Taşınacak tehlikeli maddenin standartlarına uygun ambalaj kullanılmaması	Taşınan tehlikeli maddenin ambalajından sızdırma ve yangın, zehirlenme, korozyon tehlikesi	Birkaç Ölüm, Tam Sakatlık, Çevresel Zarar	2021	40	6	10	2400	Çok Yüksek Risk	Patlayıcı maddenin ambalajlanmasında IMDG Kodu standardına uygun ambalaj kullanımı	Depo Sorumlusu	40	0,5	0,2	4	Kabul Edilebilir Risk	Çalışan İşçi ve Çevre
4	DEPOLAMA ALANI VE GEMİ	Kapalı depolama alanı veya güverte altında zehirli ve yanıcı gaz depolama	Herhangi birinde oluşan sızdırma sonucu ortamda yanıcı, patlayıcı ve zehirli gaz birikimi	Birçok Ölüm, Büyük Çevresel Felaket	2021	100	1	3	300	Yüksek Risk	Kapalı depolama alanı veya güverte altında düzenli ve sık aralıklarla gaz ölçümü yapılması ve havalandırma sisteminin kontrolü	Depo/Sevkiyat Sorumlusu	100	0,5	0,2	10	Kabul Edilebilir Risk	Çalışan İşçi ve Çevre
5	GEMİ	Patlayıcıları taşıyan konteynerin metalik yüzeye sahip olması	Sürtünmeden kaynaklı statik elektriklenme oluşması ve patlama	Birçok Ölüm, Büyük Çevresel Felaket	2021	100	6	6	3600	Çok Yüksek Risk	Patlayıcı taşınan konteyner yüzeyini yalıtkan malzeme kaplanması veya başka konteyner seçimi	Sevkiyat Sorumlusu	100	0,5	0,2	10	Kabul Edilebilir Risk	Çalışan İşçi ve Çevre
6	GEMİ	Patlayıcıların güverte üstünde açık bir şekilde istiflenmesi	Patlayıcıların ısı ile reaksiyona girmesi sonucu patlama veya	Birçok Ölüm, Büyük	2021	100	6	6	3600	Çok Yüksek Risk	Patlayıcı madde taşınmasına uygun konteyner kullanımı ve konteynerin	Sevkiyat Sorumlusu	100	0,5	0,5	25	Kesin Risk	Çalışan İşçi ve Çevre

2	Gemi	Standartlardan fazla gemiye patlayıcı yüklenmesi	Alan ve koruyucu sistem kapasitesinin yetersiz kalması sonucu zincirleme reaksiyon ve patlama	10	Aşırı Yükleme	8	Felakete Yol Açabilecek Etkiye Sahip ve Uyansız Gelen Potansiyel Hata	3	240 Önlem Alınması Gerekli	IMDG Kodu standardına uygun miktarda gemiye patlayıcı madde yüklenmesi	Sevkiyat Sorumlusu	10	1	3	30 Önlem Almaya Gerek Yok
3	Depolama Alanı	Taşınacak tehlikeli maddenin standartlarına uygun ambalaj kullanılmaması	Taşınan tehlikeli maddenin ambalajından sızdırma ve yangın, zehirlenme, korozyon tehlikesi	7	Doğru ambalaj seçilememesi	9	Ekipmanın Tamamen Hasar Görmesine Neden Olan ve Ölüme, Zehirlenme, 3. Derece Yanık, Akut Ölüm v.b. Etkiye Sahip Hata Türü	3	189 Önlem Alınması Gerekli	Tehlikeli maddelerin ambalajlanmasında IMDG Kodu standardına uygun ambalaj kullanımı	Depo Sorumlusu	7	1	3	21 Önlem Almaya Gerek Yok
4	Depolama Alanı ve Gemi	Kapalı depolama alanı veya güverte altında zehirli ve yanıcı gaz depolama	Herhangi birinde oluşan sızdırma sonucu ortamda yanıcı, patlayıcı ve zehirli gaz birikimi	10	Kontrol Yetersizliği	5	Felakete Yol Açabilecek Etkiye Sahip ve Uyansız Gelen Potansiyel Hata	9	450 Önlem Alınması Gerekli	Kapalı depolama alanı veya güverte altında düzenli ve sık aralıklarla gaz ölçümü yapılması ve havalandırma sisteminin kontrolü	Depo /Sevkiyat Sorumlusu	10	1	1	10 Önlem Almaya Gerek Yok
5	Gemi	Sürtünmeden kaynaklı statik elektrikleme oluşması ve patlama		10	Kontrol Yetersizliği veya yanlış konteyner seçimi	8	Felakete Yol Açabilecek Etkiye Sahip ve Uyansız Gelen Potansiyel Hata	9	720 Önlem Alınması Gerekli	Patlayıcı taşınan konteyner yüzeyini yalıtkan malzeme	Sevkiyat Sorumlusu	10	1	9	90 Önlem Alınabilir

		Patlayıcıları taşıyan konteynerin metalik yüzeye sahip olması							kaplanması veya başka konteyner seçimi	mlusu					
6	Gemi	Patlayıcıların güvertede açık bir şekilde istiflenmesi	Patlayıcıların ısı ile reaksiyona girmesi sonucu patlama veya yağmur suyundan kaynaklı patlayıcıların kullanılmaması	10	Kontrolsüz ve gelişigüzel istifleme	8	Felakete Yol Açabilecek Etkiye Sahip ve Uyarısız Gelen Potansiyel Hata	3	240 Önlem Alınması Gerekli	Patlayıcı madde taşınmasına uygun konteyner kullanımı ve konteynerin sıcaklığının kontrol edilmesi	Sevkiyat Sorumlusu	10	2	1	20 Önlem Almaya Gerek Yok
7	Gemi	Alevlenebilir maddelerin taşınması ve elleçlenmesinde paslı el aletleri ve ekipmanlar kullanılması	Tutuşma ve yangın	7	Periyodik kontrollerinin yapılmaması	8	Ekipmanın Tamamen Hasar Görmesine Neden Olan ve Ölüme, Zehirlenme, 3. Derece Yanık, Akut Ölüm v.b. Etkiye Sahip Hata Türü	9	504 Önlem Alınması Gerekli	El aletleri ve ekipmanların düzenli periyodik kontrolünün yapılması	Sevkiyat Sorumlusu	7	1	1	7 Önlem Almaya Gerek Yok