



DOI: <http://dx.doi.org/10.29228/jomaramphora.62290>

## Tanker Gemilerinde Kargo İşlemleri Esnasındaki Yangın Risklerinin Kök Sebeplerinin Tespiti ve Bow-Tie ile Analizi<sup>1</sup>

### Determination of Root Causes of Fire Risks During Cargo Operations on Tanker Ships and Analysis with Bow-Tie<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Nurettin BÜYÜK, <sup>2</sup>Diñer BAYER

<sup>1</sup>Piri Reis Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı, ORCID: 0000-0003-1435-7134, İstanbul/Türkiye, nbuyuk@yalova.edu.tr

<sup>2</sup>Piri Reis Üniversitesi, Denizcilik Meslek Yüksekokulu, Deniz Ulaştırma İşletme Programı, ORCID: 0000-0002-8095-1353, İstanbul/Türkiye, dbayer@pirireis.edu.tr

#### Özet:

Bu çalışmanın amacı, ham petrol, kimyasal ve ürün taşıyan tanker gemilerinde oluşabilecek operasyonel risklerde belirleyici olan faktörlerin analizlerinin gerçekleştirilmesi ve bunlara yönelik tedbirlerin alınması sayesinde denizde emniyeti arttırmaktır. Böylece yangın kazaları ile ilgili risklerin kök sebepleri ortaya çıkarılarak daha etkili önlemlerin alınması sağlanacaktır. Çalışmamızda kullanılmak üzere 2000-2020 yılları arasında meydana gelmiş gemi kazaları incelenmiştir. Çeşitli veri tabanlarında kayıtlı 8820 deniz kazasından 288 tanesi tanker gemilerinde meydana gelmiş yangın kazalarıdır. Çalışmamızın konusu, amacı ve hedefleriyle uyumlu olan 27 adet kaza raporu ve 11 adet yıllık kümülatif raporlarından elde edilen veriler kullanılmıştır. İncelenen raporlar doğrultusunda yangına sebebiyet veren riskler, kök nedenler ve hata zincirleri tespit edilmiştir. Bu risklerin önlenmesine yönelik alınması gereken tedbirler yapılan analiz sonucunda belirlenmiştir. Çalışmaya konu olan tanker tipleri kategorisinde tanker taşımacılığı ve/veya işletmeciliği yapan 15 denizcilik firması yetkilileriyle ve tankerlerde görev yapmış zabitan ve mühendislerle, denizcilik kökenli akademisyenlerle ve risk analizleri konusunda uzman kurumlarla ve risk değerlendirme uzmanlarıyla görüşmeler ve mülakatlar yapılmıştır. Araştırmaya yönelik elde edilen veriler Bow-Tie Pro programı kullanılarak Bow-Tie tekniği ile analiz yapılmıştır. Yangın tehlikesi ve risklerinin kök sebeplerinin tespiti için önemli olayların kaynağına ulaşılmış, tehditler, sonuçlar ve bariyerlerin durumu analiz edilerek olaylara özgü sonuçlar irdelenmiş ve sonuçlara ulaşılmıştır. Çalışmada kullanılan yöntemin etkinliği ve elde edilen verilerin kapsayıcı olması nedeniyle çalışmanın bilimsel katkısı da büyük önem arz etmektedir

**Anahtar Kelimeler:** Risk Değerlendirmesi, Tanker, Yangın, Patlama, Bow-Tie, Deniz Kazaları

<sup>1</sup>Bu çalışma, Piri Reis Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Öğrencisi, Nurettin BÜYÜK'ün "Developing A New Approach for Analysis and Prevention of Fire Risks Due to Cargo Operations on Tanker Ships" isimli Doktora tezinden üretilmiştir.

**Abstract:**

The aim of the study is to increase safety at sea by analyzing the factors that determine the operational risks that may occur in tanker ships carrying crude oil, chemicals and products and taking measures for them. Thus, the root causes of the risks related to fire accidents will be revealed and effective measures could be taken for tankers will be recommended. Ship accidents that occurred between the years 2000-2020 were examined. Of the 8820 maritime accidents registered in various databases, 288 were fire accidents that occurred on tanker ships. Additionally, data obtained from 27 accident reports and 11 annual cumulative reports, which were compatible with the subject, aim and objectives of our study, were used. In line with the reports examined, the risks that cause the fire, root causes and fault chains have been determined. The measures to be taken to prevent these risks were determined as a result of the analysis. In the category of tanker types subject to the study, some interviews were conducted with officials of 15 maritime companies engaged in tanker transportation and/or operation, officers and engineers who worked on tankers, academicians of maritime origin, and institutions specialized in risk analysis, and risk assessment experts. The data obtained for the research were analyzed with the Bow-Tie technique using the Bow-Tie Pro program. In order to determine the root causes of fire hazards and risks, the source of important events has been reached, threats, consequences and the situation of barriers have been analyzed, event-specific results have been examined and conclusions have been reached.

**Keywords:** Risk Assessment, Tanker, Fire, Explosion, Bow-Tie, Marine Accidents.

## 1. Giriş

Günümüzde teknolojinin ilerlemesiyle beraber diğer sektörlerde de üretimin ileri seviyeye ulaşması sonucu akaryakıt tüketiminde hızlı bir artış meydana gelmiştir. Petrol ve petrol ürünleri, kimya endüstrisinde meydana gelen teknolojik gelişimlere bağlı olarak gelişmekte ve yeni ürünlerin elde edilmesiyle kullanım alanları gittikçe yaygınlaşmaktadır. Buna bağlı olarak da ihtiyaç duyulan hammaddeyi taşıyan gemi sayısı ve tonajlarında büyük bir artış olmuştur. Bu artışla doğru orantılı olarak gemi trafiğinde de artış meydana gelmiştir.

Farklı sıvı yüklerin taşımacılığının yapıldığı tankercilik dünya denizcilik yolu taşımacılığında ilk sırada yer alırken beraberinde de bazı riskleri getirmektedir (İMEAK, 2020). Dökme ham petrol, kimyasal ürünler ve petrol türevlerinin oluşturduğu bu yüklerin çok farklı teknik özelliklere sahip olması nedeniyle hem insan hayatına hem de çevrenin dengesine tehlike oluşturmaktadır. Tankerlerle yapılan petrol veya diğer kimyasal ürünlerin taşımacılığında veya işletmeciliğinde yapılacak küçük bir hata veya göz ardı edilecek bir tedbir bile, büyük felaketlere yol açabilir. Sektörü etkileyen bu risklerin başında yangın, deniz ve çevre kirliliği, can ve mal kaybı gelmektedir. Tanker tipi gemilerin kaza risklerinin başında gelen yangının oluşmadan önce önlenmesine yönelik alınacak tedbirlerin başında gemi zabitleri ve diğer personelin bu riskler ve kazalar hakkında bilgilendirilmiş olmaları ve olaylara hâkim olup müdahale yöntemlerini kavramış olmaları gelmektedir.

Tanker taşımacılığı başlı başına riskli ve tehlikeli bir taşımacılık türüdür (Yorulmaz, 2009). Deniz kazalarını emniyet açısından incelediğimizde, gemi emniyetini, yolcu güvenliğini ve

yükün emniyetini riske atan ve çevreye büyük tahribatlar veren en belirgin kaza türü yangın/patlama kaynaklı kazalar olduğu görülmüştür (Soner, 2015). Taşıdığı yükün tonaj olarak büyük olması, yanıcı ve zehirleyici etkisinin fazla olması nedeniyle meydana gelecek kazaların, özellikle yangının, doğuracağı sonuçlar maddi kaybın yanında yıkıcı ve hatta ölümcül olabilir. Kaza riski veya tehlike ortaya çıkmadan önce her türlü önlemin alınması ve/veya müdahale ekibinin oluşturulması proaktif bir yaklaşım iken; kaza meydana geldikten sonra insanlara ve çevreye olan etkilerini azaltmak amacıyla gerçekleştirilen her türlü çalışma reaktif tedbirler risk yönetimi kapsamında değerlendirilmektedir (Akar, 2021).

Denizcilik sektöründeki risklerle ilgili yapılmış çalışmalarda; kaza riskleri, maliyet ve yönetim riskleri ile genel riskler daha çok incelenmiştir. Çalışmamızda ise, denizcilik sektörünün önemli bir ayağı olan tanker taşımacılığının başlıca risklerinden olan operasyonel yangın riskleri incelenmiş ve önlenmesine yönelik yapılması gereken çalışmalar üzerinde durulmuştur. Bu risklerin belirlenmesine yönelik kaza raporları incelenerek elde edilen veriler beyin fırtınası yöntemi ile kök sebeplere ulaşılmıştır. Ortaya çıkan kök sebeplerin etkileri ve risklerin etkilerinin analizi için elde edilen veriler Bow-Tie analiz yöntemiyle irdelenerek olay matrisi elde edilmiştir.

Yoğun ve yorucu bir iş temposuna sahip olan tanker taşımacılığında tekrarlayan iş yükü sonucu hatalar artmaktadır. Bu hata dizini kazaların oluşmasına zemin hazırlamaktadır. Denizde yangın riski başlı başına büyük tehlike olarak kabul edilirken, tanker gibi yangın riskinin yüksek olduğu gemi tiplerinde alınacak tedbirler de bir o kadar önemlidir. Dünya denizyolu taşımacılığının yasal düzenlemelerini organize eden Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO-International Maritime Organization) tarafından Manila 2010 konvansiyonu ile ISM (International Safety Management Code-Uluslararası Emniyetli Yönetim Kodu) Kod'da birtakım değişiklikler yapılmıştır. Bu değişiklikler sayesinde, tekrarlanan hatalar sonucu ortaya çıkan eksikliklerin giderilmesi yönünde denizcilik firmalarına yeni sorumluluklar yüklenmiştir. Yangın kazalarına neden olan risklerin tespiti ve önlenmesi konusunda denizcilik firmalarının alt yapı eksiklikleri göz ardı edilemez. Bu konuda yangın kazaları ile ilgili risklerin ve eksikliklerin kök sebepleri ortaya çıkarılması daha etkili yangın önlemlerinin alınmasına katkı sağlayacaktır.

Tarihte meydana gelmiş ve tanker gemilerinin karıştığı deniz kazaları çevre felaketlerine neden olmuştur, bu nedenle tankerlerin kaza riskleri üzerinde durulması gereken önemli bir konudur. Bu amaçla çalışmada ayrıntılı bir şekilde incelenen kaza raporları doğrultusunda

yangına sebebiyet veren riskler, kök nedenler ve hata zincirleri tespit edilmiştir. Araştırmada ham petrol tankeri, kimyasal yük taşıyan tankerler ve ürün tankerlerine ait kaza raporları incelenmiştir.

Çalışmada kullanılan Bow-Tie analizini desteklemek amacıyla literatürde daha önce yapılan risk değerlendirme çalışmaları, geçmiş kayıtlar ve standartlar incelenmiştir. Analizlerin yapılması için bilgisayar tabanlı programlardan faydalanılmıştır. Sonuç olarak, yürütülmüş olan bu çalışma sayesinde denizcilik sektörünün vazgeçilmezi olan tankerlerde emniyet seviyesinin artırılması konusunda katkı sağlamak amaçlanmıştır. IMO'nun regülasyonlarının da dayandığı bilimsel çalışma eksikliği konusunda denizcilik sektörüne katkı sağlanmıştır. Çalışmada kullanılan yöntemlerin etkinliği ve elde edilen verilerin kapsayıcı olması nedeniyle çalışmanın bilimsel katkısı da büyük önem arz etmektedir.

## **2. Araştırmanın Amacı ve Metodolojisi**

Bu araştırmanın amacı; tanker gemilerinde meydana gelmiş yangın kazalarından yola çıkarak, tanker gemilerinin kargo operasyonları esnasında meydana gelebilecek yangın kazalarının kök sebeplerinin tespit edilmesi, bu risklerin azaltılması ve önlenmesi mümkün müdür? Sorusuna cevabın bulunmasıdır. Bu araştırmada, tanker tipi gemilerde kargo operasyonu suresince meydana gelebilecek yangın kazalarına neden olan risk faktörlerinin kök nedenlerinin tespiti ve önlenmesi konusunda nicel ve nitel analiz yöntemlerinin beraber kullanılmasıyla geminin, personelin, çevrenin ve yükün emniyeti açısından alınması gereken tedbirler belirlenmiştir.

Bu araştırmada, kullanılan veriler; tanker işletmeciliği yapan denizcilik firmalarıyla yapılan mülakat ve görüşmelerden, tanker tipi gemilerde çalışan/çalışmış zabıt ve mühendislerle yapılan mülakat ve görüşmelerden ve farklı veri tabanlarındaki 2000-2020 yılları arasında, tanker gemilerinde, meydana gelmiş yangın kaza raporları incelenerek elde edilmiştir.

İncelenen rapordan yola çıkarak meydana gelen yangın kazalarının kök nedenleri ve yangın oluşma riskleri sınıflandırılmıştır.

Kaza raporlarının incelenmesi sonucu elde edilen nicel veriler uzman kişilerden oluşan ekiple beraber beyin fırtınası yöntemiyle değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda kazalara neden olan kök sebepler belirlenmiştir. Kök nedenler gruplandırılarak bunlara yönelik reaktif ve proaktif önleyici tedbirler konusunda yapılandırılmış mülakat formu hazırlanmıştır. Yapılandırılmış mülakat çalışması denizcilik firmaları, gemi kaptanları, akademisyenler, risk değerlendirme uzmanları ve gemi başmhendislerinden oluşan grupla tamamlanmıştır.

Bir bütün olarak yürütülen bu çalışmaların sonucunda kazalara neden olan kök sebepler ve nlenmesine yönelik tedbir ve tavsiyelerin nitel ve olasılıksal etkileri ortaya çıkarılarak, Bow-Tie analiz tekniği kullanılarak, verilerin değerlendirilmesi yapılmıştır.

## **2.1. Literatür Taraması**

Denizyolu ile taşınan yüklerin bir kısmını tehlikeli yükler oluşturmaktadır. Meydana gelebilecek bir kaza anında insanlara ve/veya çevreye verilecek zararın telafisi mümkün olmayabilir. Bu nedenle tehlikeli malların denizyolu ile taşınması esnasında meydana gelebilecek muhtemel riskler önceden tespit edilmelidir. Bu risklerin önlenmesi veya gerçekleşmesi halinde etkisini minimum seviyeye indirecek önlemlerin alınması oldukça önemlidir. Literatürde risk konusuna yönelik birçok çalışma bulunmaktadır. Ancak tanker gemilerindeki kazalarla ilgili risk çalışmaları diğer sektörlere oranla daha nadir olduğu grlmektedir. Sınırlı sayıda olan bu çalışmalara katkı sağlamak amacıyla tanker gemilerindeki kritik operasyonel tehlikeleri değerlendirmek için metodolojik bir yaklaşım içeren bir çalışma ortaya konmuştur. Bu çerçevede yapılan literatür araştırmalarında tehlike ve risk konusundaki önemli çalışmalara baktığımızda; deniz taşımacılığında beyan edilmemiş tehlikeli maddelerin boyutu ve potansiyel sonuçları Ellis (2010) tarafından araştırılmış, HMIRS (Hazardous Materials Information Resource System- Tehlikeli Maddeler Bilgi Kaynak Sistemi), MAIB (Marine Accident Investigation Branch-Deniz Kazaları Araştırma Ofisi), GISIS (Global Integrated Shipping Information System-Küresel Entegre Taşımacılık Bilgi Sistemi ) gibi kaynaklardan derlenen veriler yardımıyla 1998-2008 yılları arasında tehlikeli maddelerden kaynaklanan 6 ciddi yangın/patlama kazasının yaşandığı tespit edilmiştir (Ellis, 2010). Uğurlu'nun (2016) alışmasında 1998-2012 yılları arasında tehlikeli madde taşıyan tankerlerde yaşanan yangın ve patlamaların nedenleri irdelenerek kazaların nedensel faktörleri belirlenmiş ve nlenmesine yönelik olarak, bilinçli operasyon yönetimi, doğru ekipman kullanımı, planlı bakım ve risk analizi uygulaması tavsiye edilmiştir (Uğurlu, 2016). Baalisampang vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada; denizcilik sektöründe 1990-2015 yılları arasında meydana gelen yangın ve patlama kazalarının temel nedenleri insan hatası, ısıl reaksiyon, makine arızası ve elektrik arızası şeklinde sınıflandırılmıştır. Farklı yakıt türlerinin yangın ve patlama tehlikeleri kıyaslanmış ve yangın riskinin azaltılması için güvenli seçenekler önerilmiştir (Baalisampang, Abbasi, Garaniya, Khan, & Dadashzadeh, 2018).

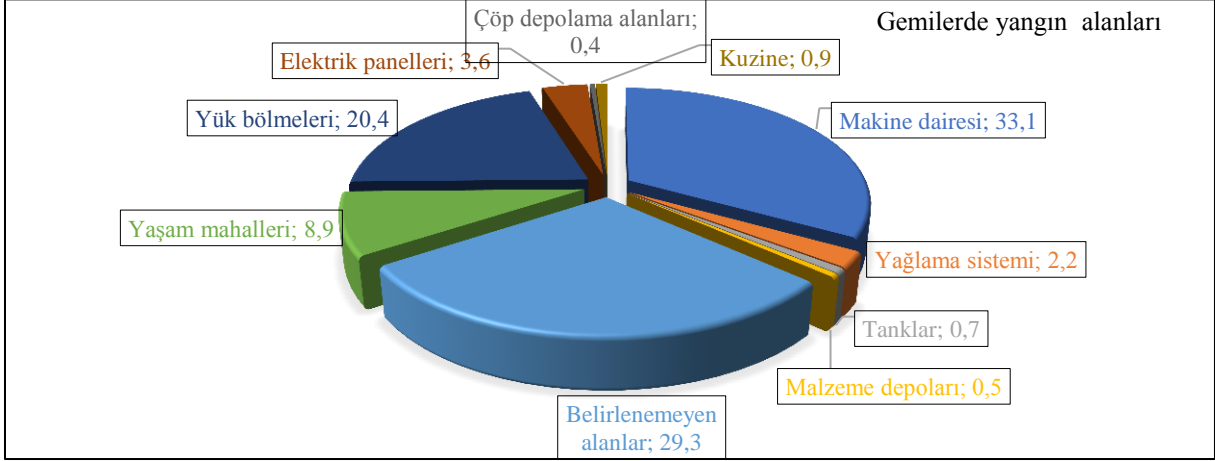
Kimyasal ve petrol türevlerini taşıyan tankerlerin operasyonları sırasında yangın riski ve emniyet konusunda yapılmış çalışmalara baktığımızda; ilk sırada IMO'nun (2008) yayınladığı MSC (Maritime Safety Committee-Deniz Güvenliği Komitesi) dokümanında tanker gemilerinde risk değerlendirmesinin onemine değinirken aynı zamanda riskin kontrolü ve maliyetine de dikkat çekmiştir. (Nikolaos & Dimitrios, 2013) alışmalarındaki değerlendirmenin amacı tankerler arasında yapılan yk operasyonlarındaki kaza faktörleri ve risklerini belirlemek olmuştur. (Jones & Bond, 1985) alışmalarında ise tank temizliği yapılırken oluşabilecek statik elektriği meydana getirebilecek risk faktörleri ele alınmıştır. Buna benzer başka bir çalışmada (Chopp & Pape, 1997) tankerlerde tank yıkaması yapılırken tutuşmanın oluşabilmesi için yeterli ve gerekli olan statik elektrik potansiyelinin ne olduğu ve su jetinin oluşturabileceği su buharı yüklemesinin riskini ve sonuçlarını araştırmışlardır.

Yapılmış birçok çalışmada kazaların büyük bir bölümü insan hatalarından kaynaklandığı ortaya konmuştur. (Eliopoulou & Papanikolaou, 2007), meydana gelen gemi kazalarının nedenlerini gemi büyüklüğü açısından inceledikleri çalışmalarında 80000 dwt ve üzeri gemilerin 1978-2003 yılları arasında karıştıkları deniz kirliliği kazaları inceleyerek kapsamlı bir analiz yapmışlardır. İnceleme sonucunda kazaların temel nedenlerinin başında insan kaynaklı hataların geldiğini tespit etmişlerdir. (Moore, Bea, & Roberts, 1993) yaptıkları çalışmada petrol tankeri operasyonlarında insan kaynaklı hataların kök nedenlerini tespit etmek için, ExxonValdez gemi kazasını incelemişler ve bunun sonucunda nitel ve nicel yöntemlerini beraber kullanarak analiz çalışması yapmışlar.

Tanker tipi gemiler için yükleme tahliye operasyonları en kritik operasyonlardır. Yük operasyonları ile ilgili yaptıkları çalışmada (Akyüz & elik, 2015) petrol ve kimyasal tankerlerinde insan hatası olasılığı belirlerlerken uzman görüşlerinden faydalanmışlardır. Aynı çalışmada kargo tanklarının gazdan arındırma işlemleri sırasında muhtemel riskler ve operasyonel tehlikeler bulanık DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory -Karar Verme Yolu ve Değerlendirme Laboratuvarı) yöntemi ile araştırılmış ve bunların onlenmesi için gerekli emniyet tedbirleri belirlenmiştir. Emniyet tedbirlerinin arttırılması konusunda daha başarılı olabilmek için risk değerlendirilmesinin de yapılması sayesinde operasyonlar sırasında insan hatlarının en aza indirgenerek olası can kaybının onne geçmektedir.

Karadan bağımsız ve açık denizde olan gemilerde yangın riski şüphesiz kritik oneme sahiptir. Yapı malzemeleri, insan faktörleri, taşınan yükler, teknik hatalar ve oluşabilecek kazalar da

yangın riskini arttıran etmenlerdir. Şekil 1’de, gemi tiplerine bakılmaksızın, gemilerde meydana gelen yangınların meydana geldiği yerlerin karşılaştırması verilmiştir. Tüm gemi tiplerinde belli bölmelerde çıkan yangınların benzerlik gösterdiği görülmüştür (Şahin, 2017).



Şekil 1. Gemilerde yangınların meydana geldiği alanlar (Şahin, 2017).

Şekil 1’den de anlaşılacağı üzere gemilerin tiplerine bakılmaksızın bölmelerde meydana gelen yangınlar incelendiğinde yük alanlarında, makine dairesinde, yaşam alanlarında ve kuzinelerde çıkan yangınların, gemilerde çıkan yangınların toplamı %60’ın üzerinde olduğu görülmektedir. Böylece gemilerde yangın risklerinin en yüksek olduğu alanlar makine daireleri, güverte ve kargo alanları, yaşam mahalleri ve malzemelerin stoklandığı yerler şeklinde sıralayabiliriz. Bu bölümlerde meydana gelen yangınların temelinde dikkatsizlik yani insan hatası yatmaktadır. Tehlikeli, yanıcı ve patlayıcı özelliğe sahip olan yüklerin operasyonlarında, transferlerinde gemiye ait sistem ve ekipmanlardan oluşabilecek kıvılcımlar bile yangına neden olabilmektedir. Bu tür yangınların çıkmasını önlemek için öncelikle risk değerlendirmesi yapılmalıdır. Böylece tespit edilen riskli bölgelerde oluşabilecek tehlikelere karşı gerekli emniyet tedbirleri alınması kolaylaşır. Alınan önlemlerin uygulanabilirliği denetlenerek gemide bulunan kargo sistemi, yangınla mücadele sistemi ve ekipmanların periyodik bakımları zamanında yapılmalıdır.

### 2.1.1. Kök– Neden Analiz Yöntemi

Meydana gelebilecek ve sonucunda zarar veya kaybın oluşmasına neden olacak bir olayın gerçekleşmesi olasılığı risk olarak tanımlanmaktadır (Ridley & Channing, 2003). Risk genel olarak, “zarar görme tehlikesi” olarak da tanımlanabilir (Kır & Büyük, 2018). Bir işyerinde bulunanların yaralanması, herhangi bir sağlık sorunu yaşaması, ekipmanların, malların veya binanın hasar görmesi veya bunların hepsinin bir arada gerçekleşmesine yol açabilecek her

türlü durum tehlike olarak tanımlanmaktadır (Ridley & Channing, 2003). Risk analizi yapılacak işletme veya işyerinde öncelikle riskli bölümlerin tehlike derecelerine göre sınıflandırılması ve ayrıştırılması gerekmektedir. Bu işleme çalışma yapılan yerin risk haritası çıkarılması adı verilir (Özkılıç, 2005). Böylece risk analizi yapılırken tehlike derecesinin yüksek olduğu noktalar tam olarak belirlenerek daha isabetli ve önlemler alınabilir. Daha etkili önlemlerin alınabilmesi için kazalara sebep olan kök neden analizlerin yapılması gerekmektedir. Kök neden analizi, istenmeyen olayın olası bir şekilde meydana gelmesi, performans değişikliğinin altında yatan temel nedenlerin veya etkili faktörlerin belirlenmesi sürecidir. Kök neden analizi, sorunların veya olayların temel nedenlerini belirlemeyi amaçlayan bir problem çözme tekniğidir. Kök neden analizi, olumsuz olayları analiz etmek için yaygın olarak kullanılan, yapılandırılmış bir yaklaşımdır. Kök neden analizinin inceleme konusu, kişiler değil, olay ve nedenleridir. Bu analiz; en iyi çözümün kök nedenleri ortadan kaldırmak veya düzeltmek olduğu fikrine dayanır. Bu yaklaşımda amaç, kimin ihmali olduğunu bulmak değil, tüm olayları gözden geçirerek sistemde iyileştirmeler yapmaktır (Hand & Seibert, 2016). Kök neden analizi öncelikle sorunlar ortaya çıktıktan sonra kullanılır, ancak analizde uzmanlık kazandıktan sonra gelecekteki olayları tahmin etmek için de kullanılabilir. Kök neden analizinde kullanılan birden fazla teknik vardır.

Kök nedenlerin ve bunların çözümlerinin saptanmasında anket, beyin fırtınası ve balık kılıcı diyagramı metotları ile hata ağacı analizi ve pareto analiz teknikleri tercih edilmektedir. Bu analiz teknikleri farklı amaçlar için kullanılsalar da hepsi için ortak özellikler olarak kabul edilebilecek gereksinimler vardır (Konstantoulakis, 2010). Bu çalışmada kök neden analizi yapılırken, beyin fırtınası ve hata ağacı metotları kullanılmıştır.

Bu çalışmada yapılan kök sebep analizinin aşamaları aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.





Şekil 2. Kök neden analizinin aşamaları

(**Kaynak:** Yazar tarafından derlenmiştir).

Kazalara sebebiyet veren kök nedenlerin tespitini ve analizi yapılırken dört aşama halinde bir çalışma yapılmaktadır. Şekil-2’de de görüldüğü gibi ilk aşama olan inceleme aşamasında literatür taraması yapılmış ve çalışmaya konu olacak olan problem tanımlanmıştır. Bu aşamada hem meydana gelmiş olan kaza raporları hem de akademik yayınlar ve raporlar incelenmiştir. Sürecin ikinci aşaması olan araştırma aşamasında ise sorunların temel sebeplerinin tartışması oluşturulan uzman ekiple beraber beyin fırtınası yapılarak veriler değerlendirilmiş ve analize hazır hale getirilmiştir.

Etkili bir kök neden analizi ve bunun devamında geliştirilen iyileştirme çalışmaları gerçekleşmez ise, hatanın tekrarlanma olasılığı yüksektir. Kök neden analizi, aynı sorunun gelecekte de sürekli tekrarlanarak aynı tespitinin yinelenmesini de önler.

### 2.1.2. Risk Yönetiminde Proaktif ve Reaktif Yaklaşım

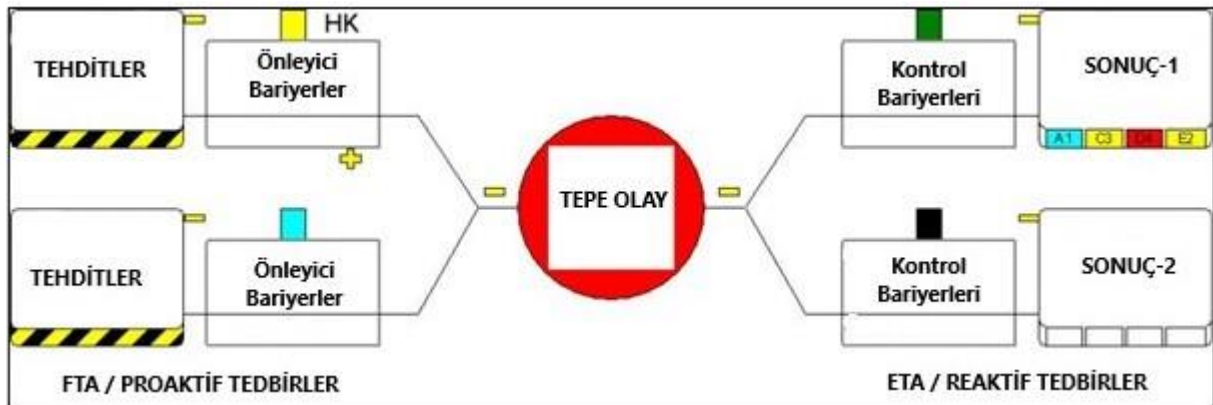
Doğru bir kriz yönetiminin yapılabilmesi için hem kriz öncesi (proaktif) hem de kriz sonrası (reaktif) gerçekleştirilecek faaliyetler ve atılacak adımlar doğru belirlenmesi gerekir.

Proaktif yaklaşım; risk veya tehlike meydana gelmeden önce risk olasılıklarının tespit edilerek gerekli adımların atılmasıdır. Kazalar, meydana gelmeden önce uyarıcı etkilerini gösterirler. Bu uyarıcı etkilerin yönetici veya kullanıcılar tarafından farkına varılırsa alınacak tedbirler sayesinde kaza önlenmiş olur. Bu yöntem proaktif kriz yönetimi yaklaşımıdır (Tutar, 2007).

Reaktif önlem anlayışına yaklaşım bir anlamda proaktif anlayışının tam tersi yaklaşım ile hareket etmeyi yansıtmaktadır (Akar, 2021). Böylece ortaya çıkan krizin ortadan tamamen kaldırılması veya olumsuz etkilerinin asgariye indirilmesi hedeflenmiş olur. Proaktif yaklaşım önlem almak ve kazayı önlemek için fırsat yaratırken; reaktif yaklaşım ise krizin meydana gelmesinden sonraki süreci kapsadığı için olayın etkilerini ortadan kaldırma veya mevcut durumu korumayı hedeflemektedir.

### 2.1.3. Bow-Tie (Bow-Tie) Analizi

Bow-Tie Metodu, bir tesis, işletme veya sistemde bulunan ve kazaya neden olabilecek temel risklerin (tehditler) kritik olaya (kaza) sebep olma olasılıkları ile bunun sonuçları arasındaki ilişkiyi tespit etmek için geliştirilmiş bir risk analizi yöntemidir (Özkılıç, 2007). Endüstride yaygın olarak kullanılan Bow-Tie diyagramı, potansiyel tehlikeleri tanımlamak için tercih edilen bir risk değerlendirme şeklidir. Bow-Tie metodu, günlük operasyonlarda risk yönetimini daha iyi anlayabilmek ve herhangi bir risk durumunda karar vermeyi kolaylaştırmak amacı ile gerçek zamanlı risk yönetim sistemini tanımlamak ve sürdürmek için kullanılmaktadır (Muniz, Lima, Caiado, & Quelhas, 2017). Proaktif ve reaktif risk yönetimi arasında açık bir farkındalık oluşturan Bow-Tie risk analizi metodu, anlaşılması kolay bir resim içerisinde ele alınan riskleri görsel hale getiren Bow-Tie şeklinde bir diyagramdır. Oluşturulan Bow-Tie diyagramlarının merkez noktasında kritik olay vardır. Bow-Tie analizlerinde sol tarafta tehlikenin sebeplerini bulmaya yarayan hata ağacı yöntemi, sağ tarafta tehlikenin sonuçlarını bulmaya yarayan olay ağacı yöntemi kullanılır. Şematik bir yöntem olan Bow-Tie metodu sebepler ve sonuçların risk kapılarının tanımlanmasında ve bunların analizlerinde kullanılmaktadır.



Şekil 3. Bow-Tie diyagramı

(Kaynak: Yazar derlemesi).

Bow-Tie analizi, Hata Ağacı Analizi yöntemi ile tespit edilen istenmeyen üst olayın Olay Ağacı analizi ile çeşitli senaryolara ayrılmasını içerir. Hata ağacı analizi (FTA-Fault Tree Analysis) kısmında ve olay ağacı analizi (ETA-Event Tree Analysis) kısmında koruyucu bariyerler kullanılarak risk azaltılmaya çalışılır. Bow-Tie metodu sadece kazaların önlenmesine katkı sağlamakla kalmaz, aynı zamanda kaza sonrası yaşanacak kayıpların azaltılmasına da katkı sağlar. Bow-Tie modeli kalitatif ve kantitatif olarak bir kaza senaryosunu tam olarak temsil eder. Bu model kaza senaryosu bileşenleri arasında mantıksal ilişkiyi nitel açıdan göstermektedir (Khakzad, Khan, & Amyotte, 2012). Bow-Tie metodunun grafiksel olarak hazırlanışı, tasarımı ve bariyerlerin seçimi için bilgisayar tabanlı profesyonel programlar kullanılır.

Büyük tehlikeler içeren yüksek risk oranlı çalışmalarını yönetirken Bow-Tie yöntemini kullanmanın dört temel amacı vardır.

- Büyük risk barındıran sektörlerde kazaya sebebiyet veren tehlikelerin yönetimini genel olarak değerlendirmek,
- Değerlendirme esnasında her bir aşamanın arasındaki karşılıklı bağımlılığı ve ilişkiyi belirlemek,
- Sürecin her bir aşamasında nasıl bir analizin uygulanacağına karar vermek,
- Ekibin bütün bireylerinin neyi, neden ve nasıl yapılması gerektiği konusunda ortak bir düşünceye ve anlayışa sahip olmasını sağlamak.

Bow-Tie analiz süreci; oluşabilecek tehlikeleri ve etkilerini sistematik olarak tanımlarken, süreçle ilgili risklerin değerlendirilmesine de olanak sağlar. Bunun yanısıra olay öncesinde, anında ve sonrasında yerine getirilmesi gereken kontrol ve kurtarma önlemlerinin belirlenmesine yardımcı olur (BowTie Pro, 2020).

### **3. Kaza Raporlarının İncelenmesi**

Son yirmi yılda meydana gelmiş tanker gemisi kazaları raporları ve yıllık değerlendirme raporlarından elde edilen ve kazaların meydana gelmesinde etkin olan 156 adet kök sebep listelenmiştir. Belirlenen kök sebepler 9 ana grupta toplanmıştır.

Bu gruplandırma aşağıda olduğu gibidir:

**I. Yetkinlik:** Kaptan, Zabitler, Personelin yetkinliği, becerisi ve bilgisine dayalı kök sebepler.

**II. Yönetimsel sebepler:** İşletmenin ve geminin yönetilmesine bağlı kök sebepler.

- III. Operatör hatası:** Gemideki herhangi bir cihaz veya işlemin operatöründen kaynaklanan kök sebepler.
- IV. Stres:** İş ve ortam stresi ve bu stresin faktörlerine bağlı kök sebepler.
- V. Eğitim/Deneyim:** Gemi adamlarının ve yöneticilerin deneyimlerinden ve eğitimlerinden kaynaklı kök sebepler.
- VI. İletişim:** Gemi içi iletişim ve gemi ile diğer birimler arasındaki iletişimden kaynaklanan kök sebepler.
- VII. Prosedürler:** Uluslararası regülasyonlar, Şirket prosedürleri ve/veya kaptanın talimatlarına uyulmamasına bağlı kök sebepler.
- VIII. Yük operasyonları:** Kargo operasyonlarına ve tank yıkama operasyonlarına bağlı kök sebepler.
- IX. Ekipman/Malzeme:** Kullanılan ekipman, malzeme ve teçhizata dayalı kök sebepler.

Kaza raporlarının ışığında derlenen ve bu gruplar altında toplanan yangın kazalarının meydana gelmesine neden olan kök sebepler yanı sıra düzeltici ve önleyici faaliyet olarak alınması gereken tedbir ve önlemler de raporlarda belirtilmiştir. Büyük bir kısmı insan kaynaklı olan bu hataların önlenmesi için en çok üzerinde durulan konu eğitim ve yönetim ayağı olmuştur. Bunun yanı sıra ulusal ve uluslararası regülasyonlar gereği tanker tipi gemilerin standart yangın güvenliği gereklilikleri de gözönünde bulundurulmuştur.

### 3.1. Bow-Tie Analiz Sonuçları

Kargo operasyonları sırasında meydana gelen yangın risklerine yönelik yapılan Bow-Tie analizlerinde elde edilen sonuçlar tehditler ve sonuçlar şeklinde sonuçlar elde edilmiştir.

Bow-Tie grafiğinin sol tarafını oluşturan kısımda proaktif tedbirlerin alınması sonucu istenmeyen olaylar engellenebilmektedir.

Analiz yapılırken tepe olay olarak kabul edilen yangına etki eden “*yetkinlik, beceri ve bilgi eksikliği*” kök sebebinin önlenmesi için dört farklı bariyer kullanılmıştır. Bu bariyerler sayesinde kök sebebin etkisi azaltılmaya ve tamamen ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır.

Özellikle eğitim konusunda şirket sorumluluğundaki herhangi bir ihmale karşı bariyer eskalatörü oluşturulmuştur. Böylece tedbirlerin uygulanmamasına karşı tedbir alınmış olur.

“*Yönetimsel eksiklikler*” kök sebebinin yangın olayına olan etkisini azaltmak için tamamı şirket yönetimi sorumluluğunda olan 4 farklı bariyer oluşturulmuştur. Etkisi ve önem derecesi

yüksek olan yönetimsel sorumluluklar kazaların önlenmesi konusunda önemli bir noktada olduğu görülmüştür.

Gemi kazalarına neden olan en büyük etken insan hatası olduğu her araştırmada ortaya konmaktadır. Özellikle kullanıcı hataları bu kazalara neden olan kök sebeplerin başında gelmektedir. Bu hataların etkilerini azaltmak için 3 önemli bariyer oluşturulmuştur.

Stres ve etkilerinin hem insan sağlığı hem de işgücü kaybının üzerindeki etkisi tartışmasız şekilde fazladır. Özellikle gemide çalışma koşullarının zor ve yoğun olması nedeniyle personel strese daha fazla maruz kalmaktadır. Stresin oluşturduğu fiziki ve mental yorgunluklar sonucunda istenmeyen kazalar meydana gelmektedir. Gemide çalışma şartlarının düzenlenmesi adına MLC-2006 (Marine Labour Convention) konvansiyonu hayata geçirilmiştir. Stresi ve etkilerini azaltma konusunda gemi kaptanının ve şirketin sorumluluğunda olan 3 önemli bariyer oluşturulmuştur.

Eğitim ve tecrübenin denizcilik sektöründeki önemi tartışmasızdır. Özellikle tanker gemilerinde yapılan denetimler sonucuda tecrübesiz personelin işine son verilebileceği çok kez görülmüştür. Yangına sebebiyet veren tecrübe ve eğitim eksikliğine karşı bariyerler oluşturulmuştur.

Kazaya neden olan kök sebeplerden birisi olan iletişim eksikliğinin önüne geçilmesi için 3 tane önemli bariyer oluşturulması konusunda fikir birliğine varılmıştır. Haberleşmenin standart şekilde yürütülebilmesi için SMCP (Standart Marine Communication Phrases- Standart Denizcilik Haberleşme Cümleleri) kurallarına uyulması gerektiği üzerinde durulmuştur. Bunun gemide uygulanması konusunda kaptandaki sorumluluğa değinilmiştir.

Gemide ISM ve SQEM (Service Quality Evaluation Model-Hizmet Kalitesi Değerlendirme Modeli) prosedürlerinin işletilmemesine bağlı olarak oluşan hatalar zinciri sonucunda meydana gelen istenmeyen olayların başında yangın gelmektedir. Şirketteki sorumluların kontrollerini eksik yapması sonucu gemide aksaklıklar meydana gelmektedir. Prosedür ve kuralların uygulanmaması sonucu oluşan yangın olayının önlenmesi için 2 adet önleyici bariyer oluşturulmuştur.

Yapılan araştırma ve analizlerin sonuçlarına göre tankerlerde meydana yangın kazalarının büyük kısmı tank işlemleri ve yük operasyonlarından kaynaklandığı görülmüştür. Özellikle tank yıkama operasyonlarında yangın ve patlama olaylarının sıkça meydana geldiği görülmüştür. Birinci zabıt kontrolünde ve kaptanın sorumluluğunda olan kargo

operasyonlarının daha emniyetli yapılması ve istenmeyen olayların önlenmesi açısından yangın risklerine karşı 4 tane bariyer oluşturulmuştur.

Yapılan kaza analizlerinde yangın olaylarının meydana gelmesinde en az etkiye sahip kök sebeplerden birisi de kullanılan malzeme ve ekipman hatalarıdır. Bu hatalar üretim kaynaklı olabilirken daha sonra kullanıcılardan kaynaklanan hatalar da olabilir. Yanlış ve standartlara uygun olmayan malzeme kullanımı, rutin kontrollerin yapılmaması bu hataların temel sebeplerinden sayılabilir. Bu hataların önlenmesine yönelik temel anlamda 4 tane bariyer oluşturulmuştur.

Yapılan analiz sonucunda tehditlere karşın elde edilen sonuçlar; istenmeyen tepe olayın gerçekleşmemesi için alınan tedbirler ve uygulanan bariyerlere rağmen gerçekleşmesi durumunda etkisini azaltmak için olay sonrası alınması gereken tedbirler belirlenmelidir. Buna göre her bir kök sebebin etkisini azaltmaya yönelik alınması gereken tedbirler ve bariyerler belirlenmiştir. Bu bariyerler sayesinde kazanın etkisi azaltılması veya tamamen ortadan kaldırılması mümkün olacaktır. Düşük olasılık dahilinde de olsa bütün bariyerlerin aşılması sözkonusu olabilir. Böyle bir durumda ise can ve mal kaybı meydana gelebilir, aynı zamanda çevre felaketi de gerçekleşebilir.

Tepe olay olan yangın kazasının gerçekleşmesi sonucunda etkisini azaltmak ve oluşturacağı daha büyük felaketleri önlemek için alınması gereken tedbirler ve oluşturulacak bariyerler risk değerlendirmesi aşamasında belirlenmelidir.

Bow-Tie ile yapılan analiz sonucunda elde edilen matriks değerlendirmesine göre, kazaların kök sebeplerine karşı alınması gereken reaktif tedbirler ile bu tedbirlerden sorumlu departman ve kişiler ile ilgili veriler belirlenmiştir. Bu matrikse göre en fazla görev 14 konudaki sorumluluğu ile gemi kaptanına düşmektedir. Özellikle çalışma saatleri, haberleşme, risk değerlendirmesinin yapılması ve ISM gibi önemli konularda gemi kaptanı büyük sorumluluk taşımaktadır. Risklerin önlenmesi konusunda ikinci sırada şirketin yönetimi gelmektedir. Özellikle yönetim ve organizasyon konusunda temelin oluşturulması, ulusal ve uluslararası regülasyonların takibi ve uygulanması, personellerin eğitimleri, risk değerlendirmelerinde gemi yönetimine destek sağlanması ve en önemlisi de hem şirkette hem de gemide emniyet kültürünün dizayn edilmesi konusunda gerekenler yapılmalıdır. Bunun yanı sıra risk değerlendirme ve takibinin daha verimli yapılabilmesi için risk değerlendirme sistemi formal bir düzene oturtulması sonucuna ulaşılmaktadır. Ayrıca eğitimin konusunda en önemli kısım

gemi zabitlerinin hem ilk eğitimleri hem de tazeleme eğitimleri simülatör ortamında yapılması gerektiği görülmüştür.

**Tablo 1.** Reaktif tedbirlerin uygulanmasından sorumlu olanlar matrisi.

		KONTROL	C/E	C/O	CR	HR	M	MD	OP
Olayın / Bölgenin Adı: Kargo Operasyonları Sırasında Yangın Kazaları Tehlike Türü: Kargo Operasyonları Sırasında Yangın	İşletmede ve gemide kurumsal yönetim anlayışının benimsenmesi.			X					
	Çalışma saatlerinin düzenlenmesi						X		
	MLC-2006'ya göre çalışma düzeni ve görev tanımlarının düzenlenmesi.						X		
	İlk aşamadan itibaren farkındalık ve aşinalık eğitimlerinin verilmesi.			X					
	Ölçüm cihazlarının ve dedektörlerin kontrol ve kalibrasyon testlerinin düzenli yapılması.	X							
	SMCP standartlarına göre haberleşme düzeninin kurulması.						X		
	İşletme tarafından tüm mürettebatlara uygun eğitim programının düzenlenmesi.							X	
	ISM ve Eğitim Kılavuzu prosedürlerine uygunluk.						X		
	Ulusal ve uluslararası düzenlemelere uygunluk.			X					
	Tank yıkama ve havalandırma prosedürlerine uygunluk.		X						
	Üreticinin kullanım talimatlarına uygunluk.								X
	Kriz yönetim ekiplerinin oluşturulması.							X	
	Haberleşme koordinasyonunun oluşturulması.						X		
	Elektriksel topraklama.	X							
	Gemi-sahil iletişim ağının kurulması.						X		
	Gemi tipine uygun deneyimli personel tercih edilmelidir.					X			
	Alanında uzman kişiler istihdam edilmelidir.						X		
	Örgütsel strese neden olan faktörler azaltılmalıdır.				X				
	Oluşabilecek riskler hakkında operatörün bilgilendirilmesi						X		
	Gemi kaptanı ve zabitlerle beraber risk değerlendirme toplantılarını koordine edilmeli.						X		
	Mobbing ve yoğun iş temposu önlenmelidir.						X		
	İSG ve risk yönetimi süreçleri uygulanmalıdır.				X				
	Kargo işlemleri deneyimli personel tarafından yapılmalıdır.						X		
	Gemide ve iş yerinde eğitim programlarının düzenlenmesi.				X				
	Düzenli olarak kaza risk analizinin yapılması.						X		
	Kargo ekipmanlarının periyodik bakımlarının yapılması.			X					
	Standartlara uygun ekipmanların tercih edilmesi.							X	
	Her türlü iletişim ortamının gemide sağlanması.						X		
	Gemi zabitlerine simülatör eğitimlerinin verilmesi.							X	
	Tazeleme eğitimlerinin bütün gemiadamlarına koordine edilmesi				X				

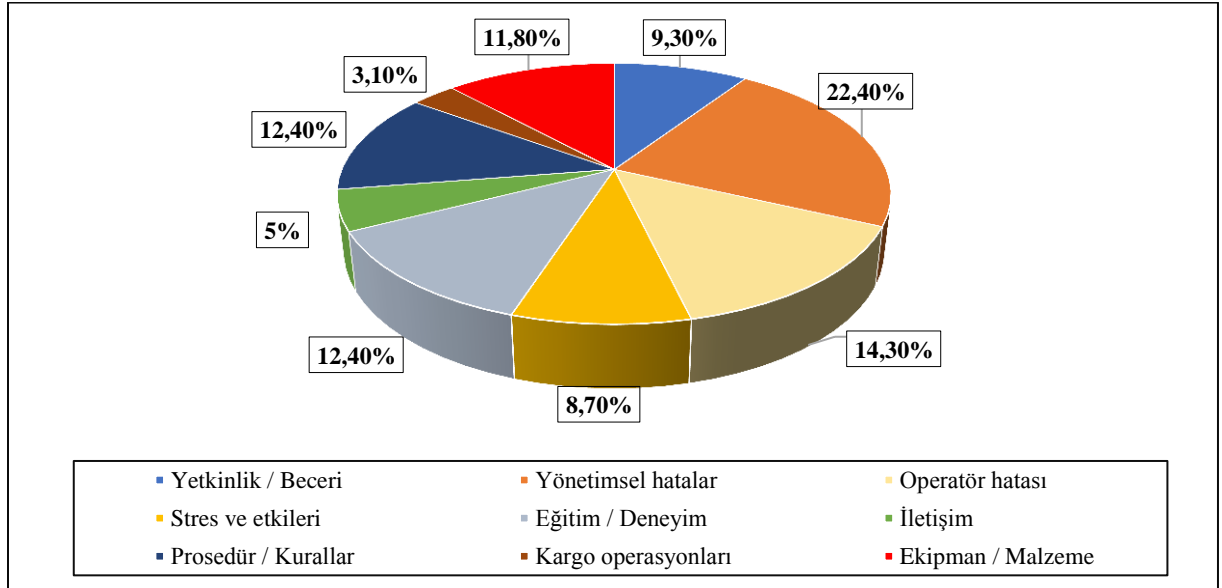
	Contaların yenilenmesi ve bakımı.	X						
	Tüm operasyonlardan önce risk değerlendirmesi ve güvenlik toplantılarının icra edilmesi.					X		
	Risk değerlendirme konusunda uzman firmalardan destek alınmalıdır.			X				
	Operatör, ekipmanı kullanmadan önce bakım ve kontroller yapılmalıdır.							X
C/E: Baş mühendis, C/O: I. Zabit, C/R: Şirket Sorumluluğu, HR: İnsan Kaynakları, M: Kaptan, MD: Genel Müdür, OP: Operasyon Departmanı								

(Kaynak: Yazar derlemesi).

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Dünyada uzun zamandır önemli yere sahip olan iş sağlığı ve güvenliği konusu son yıllarda ülkemizde de belli noktaya gelmiştir. Ancak uygulanma alanları arasında en sıkı Şekilde denetlenmesi ve uygulanması gereken sektör denizciliktir.

Yangın ve patlama kazalarına neden olan başlangıç olaylarının kazaların oluşumundaki etkisini görmek amacıyla yapılan analiz ve değerlendirmede, yangın kazalarına neden olan başlangıç olaylarının kazaların oluşumundaki payı, Şekil 4'te yer almaktadır.



Şekil 4. Başlangıç olaylarının yangın kazalarının oluşumundaki payı

(Kaynak: Yazar derlemesi).

Şekil 4'ten anlaşılacağı üzere yönetimsel hatalar kazaların oluşmasında en fazla etkiye sahip olduğu görölmektedir. Onu operatör hatası takip ederken, yük operasyonu kaynaklı hatalar en az etkiye sahip olduğu görölmüştür. P&I raporları, EMSA raporları, IMO verileri ve diğer



Çalışmalarda da insan kaynaklı hataların %80-90 aralığında olduğu belirtilirken bizim çalışmamızda da bu oran yaklaşık %88 olduğu grlmştr.

Daha önce yapılmış araştırmaların birçoğunda deniz kazaları ve bunlara neden olan sebepler tek bir kriterle değerlendirilmiştir. Çalışmamızda kazalara neden olan kök sebepler ve etkileri dokuz grupta değerlendirilmiş ve her birisinin etkisi ve nlenmesine yönelik gerekli tedbirler ele alınmıştır. Özellikle tecrübe ve beceri konusunda büyük ihmallerin olduğu ve işinin ehli olmayan kişilerin gemilerde görev yaptığı ve bunun sonucunda da kazaların meydana geldiği grlmştr. Görevinin gerekliliğinin yerine getirilmemesi, yk hakkında yeterli bilgi sahibi olunmaması, raporlama eksikliği ve tecrübesiz kişilerin tehlikeli işlerde görevlendirilmesi kazalara neden olan bazı sebeplerdir. Dolayısıyla tanker gemilerindeki tecrübeli personelin özellikle yönetim kadrosundakilerin önemi üzerinde durulmalıdır.

Kargo operasyonlarında en çok karşılaşılan risklerden birisi de statik elektriklenme ve topraklama sorunlarıdır. Tanklarda topraklama ve inertleme işlemleri yapılmadığı takdirde yükleme anında tankta patlamalar ve/veya yangın meydana gelebilmektedir.

Meydana gelen kazaların kök sebeplerinden biri de iletişim noksanlığı olduğu grlmştr. Birçok alanda olduğu gibi denizcilikte de iletişimin önemine değinmemek mümkün değil. Hem gemi içi hem de gemi sahil veya diğer istasyonlarla iletişim noksanlığı kazalara zemin hazırlamaktadır.

Petrol ve kimyasal tankerlerde kargo operasyonları sürecinde deniz kirliliği, ölümlü kaza, yaralanma, evre kirliliği ve yük kaybı gibi ciddi sonuçlar doğuran yangın/patlama kazaları yaşanmaktadır. Bu sebeple, kargo operasyonları sürecinde yangın/patlama kazalarının nlenmesine yönelik kapsamlı bir risk ve emniyet değerlendirmesinin yapılması büyük önem arz etmektedir. Emniyet ve risk değerlendirmesinin yapılmaması durumunda özellikle denizcilik işletmeleri büyük maddi kayıplar yaşaması kaçınılmazdır.

Deniz kazalarındaki insan hata faktörünün etkisini azaltmak için bilimsel çalışmalar arttırılmalı ve sektör tarafından bu çalışmalar desteklenmelidir. Ayrıca emniyet kültürü daha etkin hale getirilmeli, risk değerlendirmeleri daha etkin ve gerçekçi yapılmalı.

Kaza raporlarında yeterli veri bulunmadığı göz önüne alındığında kaza raporu hazırlama ve değerlendirme aşamasında yer alan kurum ve kuruluşlarca verilerin doğru ve tam aktarımının sağlanması yönelik çalışmalar yapılabilir. Kazalara sebebiyet veren kök nedenler belirlenirken daha uyumlu ve etkin analiz yöntemleri kullanılabilir.

İş sağlığı ve güvenliği kapsamında risk ve tehlike dereceleri yüksek olan çalışmalara başlamadan önce risk analizi ve değerlendirmelerinin yapılması sağlanmalıdır. Bu analiz ve değerlendirme yapılırken etkin yöntemler kullanılmalı ve gemi zabitleri tarafından bu yöntemler ğrenilmeli.

Son olarak bu çalışmanın sonucundaki en önemli tavsiyemiz; risk değerlendirmelerinin yapılması için genel kabul görmüş analiz yöntemlerinin denizcilik şirketleri tarafından benimsenmesi ve uygulanması, ISM sistemine dahil edilmesidir.

### Kaynakça

- Akar, F. (2021). Kriz Yönetiminde Proaktif ve Reaktif Yaklaşım: Covid-19 Krizi zerine Bir Değerlendirme. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*(45), 244-259. doi:10.52642/susbed.899311
- Akyüz, E., ve elik, E. (2015). A Fuzzy DEMATEL Method to Evaluate Critical Operational Hazards During Gas Freeing Process in Crude Oil Tankers. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*(38), 243-253. doi:10.1016/j.jlp.2015.10.006
- Baalisampang, T., Abbasi, R., Garaniya, V., Khan, F., and Dadashzadeh, M. (2018). Review and Analysis of Fire and Explosion Accidents in Maritime Transportation. *Ocean Engineering*(158), 350-366. doi:10.1016/j.oceaneng.2018.04.022
- BowTie Pro. (2020). The Bowtie Methodology.
- Chopp, R., and Pape, R. (1997). The Potential of Sufficient Static Electricity for Ignition During Tanker Washing. *Process Safety Progress*, 16(1), 25-31.
- SGB. (2007). 5 Adımda Risk Değerlendirmesi. Ankara: alışma ve Sosyal Gvenlik Bakanlığı, Yayın No: 140.
- Eliopoulou, E., and Papanikolaou, A. (2007). Casualty Analysis of Large Tankers. *Journal of Marine Science and Technology*, Vol. 12(4), 240-250. doi:DOI: 10.1007/s00773-007-0255-8
- Ellis, J. (2010). Undeclared Dangerous Goods. *Journal of Maritime Affairs–Risk Implications for Maritime Transport*(9), 5-27. doi:10.1007/BF03195163
- Hand, M. W., and Seibert, S. A. (2016, Sep.). Linking Root Cause Analysis to Practice Using Problem-Based Learning. *Nurse Education*, s. 225-227. doi:10.1097/NNE.0000000000000256. PMID: 26963031
- İMEAK. (2020). *Denizcilik Sektr Raporu-2020*. İstanbul: İstanbul ve Marmara, Ege, Akdeniz, Karadeniz Blgeleri Deniz Ticaret Odası (İMEAK).
- Jones, M., and Bond, J. (1985). Electrostatic Hazards Associated with Marine Chemical Tanker Operations. Criteria of Safety in Tank Cleaning Operations. *Chemical Engineering Research and Design*, 63(6), 383-389.

- Khakzad, N., Khan, F., and Amyotte, P. (2012). Dynamic Risk Analysis Using Bow-tie Approach. *Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 104, 36-44. doi:10.1016/j.ress.2012.04.003
- Kır, F., ve Büyük, N. (2018). Gemi Yangınlarında Risk Analizi. *2ND International Symposium on Natural Hazards and Disaster Management (ISHAD2018)* (s. 512-516). Sakarya: Sakarya Üniversitesi.
- Konstantoulakis, I. C. (2010). Root Cause Analysis. *Yüksek Lisans Tezi*. Athens: National Technical University.
- Moore, W. H., Bea, R. G., and Roberts, K. H. (1993). Improving the Management of Human and Organization Errors (HOE) in Tanker Operations. *Ship Structure Symposium*, (s. 16-17). Virginia.
- Muniz, M. V., Lima, G. B., Caiado, R. G., and Quelhas, O. L. (2017). Bow-Tie to Improve Risk Management of Natural Gas Pipelines. *Process Safety Progress*, Vol. 37(2), 169-175. doi:DOI 10.1002/prs.11901
- Nikolaos, V. P., and Dimitrios, S. I. (2013). Ship to Ship (STS) Transfer of Cargo: Latest Developments and Operational Risk Assessment. *SPOUDAI Journal of Economics and Business*, 63(3-4), 172-180. doi:JEL Classification: R41; P41; Q51.
- Özkılıç, Ö. (2005). Ankara: Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu (TİSK).
- Ridley, J., and Channing, J. (2003). *Safety at Work, (6th Ed.)*, (ISBN 0-7506-5493-7). London: Butterworth-Heinemann.
- Soner, Ö. (2015). Gemilerde Yangın Emniyeti İle İlgili Uygunsuzlukların Önlenmesine Yönelik Bir İnsan Faktörü Analizi Yaklaşımı. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şahin, Ö. F. (2017). Gemilerde Yangın Riskinin Azaltılmasına Yönelik Yöntem Ve Uygulamalar. *Yüksek Lisans Tez*. İstanbul.
- Tutar, H. (2007). Kriz ve Stres Yönetimi / ISBN: 9789750239342. Ankara: Seçkin Yayınları .
- Uğurlu, Ö. (2016). Analysis of Fire and Explosion Accidents Occurring in Tankers Transporting Hazardous Cargoes. *International Journal of Industrial Ergonomics*(5), 1-11. doi:10.1016/j.ergon.2016.06.006
- Yorulmaz, M. (2009). Deniz Taşımacılığı ve Deniz Sigortaları. İstanbul: Akademi Denizcilik.