



İnceleme Makalesi

Deniz Kazaları ve Deniz Olaylarını İnceleme Çalışmalarında Kullanılan Analiz Yöntemleri Üzerine Bir Değerlendirme

Turuğsan OLGAÇ¹

Yayın Geliş Tarihi

21 Şubat 2021

Yayına Kabul Tarihi

04 Mayıs 2021

Elektronik Yayın Tarihi

29 Haziran 2021

Öz

Deniz kazaları ve deniz olayları can, gemi ya da yük kayıpları ve kaza sonrasında çevre zararı da oluşturabilen yaşanması arzu edilmeyen olaylardır. Deniz kazaları gerçekleştikten sonra kazanın gerçek nedeninin bulunarak benzer kazaların tekrar yaşanmaması için kaza incelemeleri yapılmaktadır. Deniz kazaları sonrasında ciddi derecede olumsuz sonuçlar meydana gelebileceği için kaza incelemeleri üzerinde önemle durulmakta ve kazaların önüne geçebilmek için incelemeler sonrasında gerekli kapsamlı tedbirler alınmaktadır. Bu çalışmada gerçekleşen deniz kazaları sonrasında kaza nedenlerinin bulunup kazaların analiz edilmesinde kullanılan deniz kaza analiz yöntemleriyle ilgili literatür taraması yapılmış ve deniz kaza analiz yöntemleri tanıtarak bu yöntemlerin kullanımlarına ilişkin genel bilgiler verilmiştir. Deniz kazalarını incelemek ve incelemelerin sonucunda kazaya sebep olan kök nedenleri bulmak amacıyla kullanılan birçok yöntem mevcuttur. Deniz emniyetinin sağlanması, deniz çevresinin korunması ve tüm denizcilik paydaşları tarafından deniz kazalarına dikkat çekilebilmesi için gerçekleşen deniz kazalarının analizlerinin etkin ve etkili şekilde yapılması gerekmektedir. Deniz kazaları gerçekçi şekilde uygun yöntemler ile analiz edildiğinde kazaların kök nedenlerinin bulunduğu ve benzer kazaların yaşanmaması için önemli dersler çıkarıldığı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler

Deniz Kazası

Deniz Olayı

Analiz

İnceleme

Review Article

A review on the Analysis Methods Used in Maritime Casualty And Maritime Incident Studies

Article Submitted

21 February 2021

Article Accepted

04 May 2021

Available Online

29 June 2021

Abstract

Marine casualties and marine incidents are undesirable events that can cause loss of life, ship or cargo and environmental damage after the accident. After marine casualties occur, accident investigations are carried out to find the true cause of the accident and to prevent similar accidents from happening again. Since serious negative consequences may occur after marine accidents, accident investigations are emphasized and necessary comprehensive measures are taken after investigations in order to prevent accidents. In this paper, a literature review was made on the marine casualty analysis methods used to find the causes of the accidents and analyze the accidents, marine casualty analysis methods are introduced and general information is given on using of these methods. There are many methods used to investigate marine accidents and to find the root causes of the accident as a result of the investigations. In order to ensure maritime safety, to protect the marine environment and to draw attention to maritime accidents by all maritime stakeholders, it is necessary to make effective and efficient marine accident analysis. When marine casualties are analyzed realistically with appropriate methods, it is seen that the root causes of the accidents are found and important lessons are learned in order to prevent similar accidents.

Keywords

Marine Casualty

Marine Incident

Analysis

Investigation

¹  Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, Türkiye, turuğsan2531@gmail.com.

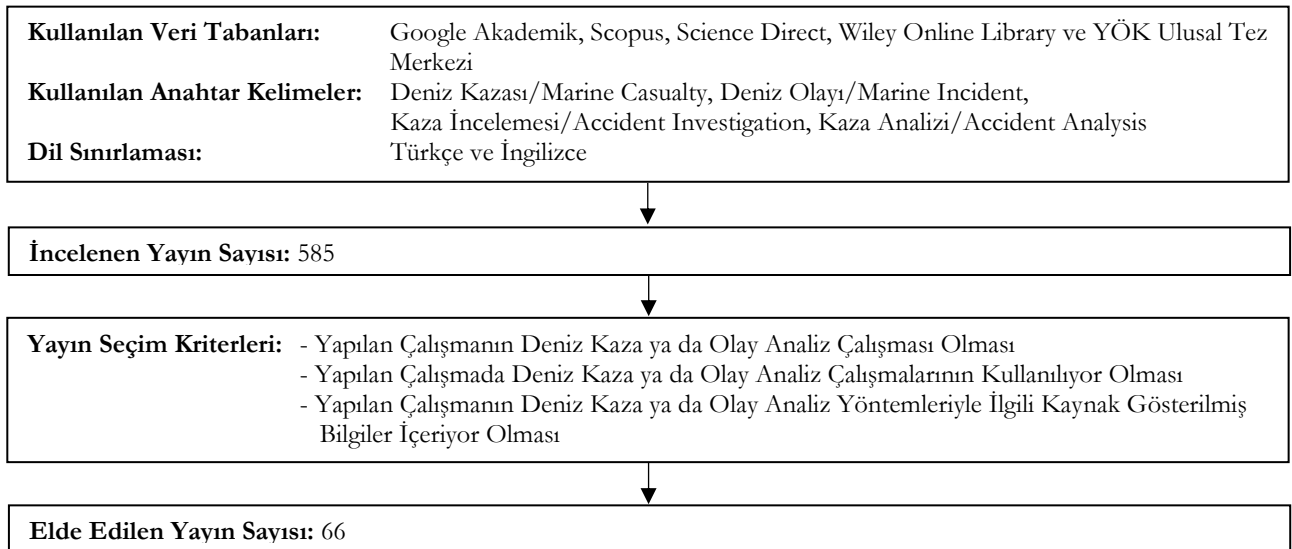
1. Giriş

Deniz kazaları yüzyıllardır kamuoyunun gündeminde olan bir konudur. Deniz kaza/olaylarının incelenmesinin ana amacı, denizde seyrüsefer emniyetini geliştirmektir (Forbes, 2010; 1368). Deniz kazaları sonuçları itibariyle büyük kayıplara neden olabilmektedir, özellikle can kayıpları, yaralanmalar, deniz ulaştırmasının aksaması, çevreye zarar gibi sonuçlar, yeri doldurulamayacak maliyetler getirebilmektedir. Dolayısıyla bu kayıpların önüne geçebilmek için kazaların en uygun şekilde analiz edilmesi gerekir. Bu kapsamda kazaya sebebiyet veren kök nedenlerin bulunması ve bu nedenlerin ortadan kaldırılarak gelecekte benzer kaza ya da olayların yaşanmasına engel olunması denizcilik ile ilgili tüm paydaşlar ve kamuoyu bağlamında farkındalık oluşturmaktadır (Demir, 2016; 881). Deniz kazalarının birbirinden farklı çeşitli sebepleri olabilir. Bununla birlikte günümüzde deniz kazalarının yaklaşık %80'inin insan hatasından kaynaklandığı kabul edilmektedir (De la Campa Portela, 2005; 3). Deniz emniyetinin sağlanmasına ilişkin geleneksel yaklaşım proaktif olmaktan çok reaktiftir yani kazalar gerçekleştikten sonra önleyici tedbirlerin uygulanmaya konulması şeklindedir (Awal ve Hasegawa, 2017; 300). Bununla birlikte proaktif bir yaklaşımla deniz kaza/olayları gerçekleşmeden önce önleyici, düzeltici ve iyileştirici tedbirlerin belirlenerek ortaya konulması daha yararlı olacaktır (Ghirxi, 2003; 61). Tarihsel olarak ele alındığında deniz kazalarının listesi oldukça uzun ve kapsamlıdır. Gerçekleşen deniz kazaları sonrasında, deniz emniyeti, deniz kazalarıyla ilgili uygulamalar ve konuyla ilgili yasal mevzuat açısından bazı eksikliklerin tespit edildiği ve uluslararası boyutta düzenlemelerin yapıldığı görülmektedir (Awal ve Hasegawa, 2017; 298). Geçtiğimiz yüzyıl içerisinde meydana gelen bu kazalar deniz kazalarındaki emniyet, sorumluluk ve çevrenin korunması konularına dikkat çekerek devletler arasında uluslararası anlaşmaların yapılmasını sağlamıştır. 1912 yılında meydana gelen Titanik kazası denizcilik alanındaki emniyet hususlarını belirleyen Denizde Can Güvenliği Uluslararası Sözleşmesinin (International Convention for the Safety of Life at Sea-SOLAS) bu kazadan iki yıl sonra 1914 yılında imzalanmasına sebebiyet verdiği için belki de en önemli deniz kazasıdır (Töz ve Olgaç, 2020; 46). Daha sonraki yıllarda gerçekleşen kazalardan alınan dersler ile deniz emniyeti açısından zafiyet alanları tespit edilerek belirlenen ihtiyaçlara uygun olarak SOLAS'ta gerekli güncellemeler ve SOLAS dışında yeni anlaşmalar yapılmıştır (Keefe, 2016). Deniz kaza/olay incelemelerine yönelik yapılan çalışmalara ilişkin literatür incelendiğinde birbirinden farklı, ilişkili ya da birkaç yöntemin birbirine entegre edilmesiyle oluşturulan yöntemlerin deniz kaza/olay incelemelerinde kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada deniz kaza/olaylarının analiz edilmesinde hangi yöntemlerin kullanıldığı araştırılmış ve deniz kaza/olaylarının en uygun şekilde analiz edilebilmesi için nasıl bir uygulamaya gidilmesi gerektiğine ilişkin önerilerde bulunulmuştur.

2. Yöntem

Araştırma kapsamında, deniz kazalarını incelemek için kullanılan yöntemlere yönelik literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Literatür taraması internet üzerinden erişim sağlanan Google Akademik, Scopus, Science Direct, Wiley Online Library ve YÖK Ulusal Tez Merkezinin veri tabanlarındaki 2001-2021 yılları arasında hazırlanmış olan ulusal ve uluslararası yayınlar incelenerek yapılmıştır. Türkçe ve İngilizce anahtar kelimeler (deniz kazası, deniz olayı, kaza incelemesi, kaza analizi, marine casualty, marine incident, marine accident, accident investigation, accident analysis) kullanılarak erişim sağlanan toplam 66 yayın (makale, bildiri, lisansüstü tezler ve hazırlanan raporlar) incelenerek deniz kaza/olaylarını incelemek için kullanılan analiz yöntemlerine ulaşılmıştır.

Şekil 1. Literatür taraması süreci.



Kaynak: Liberati ve diğerleri, 2009.

3. Deniz Kazaları ile İlgili Yapılan Kaza İnceleme Çalışmalarında Kullanılan Analiz Yöntemleri

Bu bölümde deniz kazaları ile ilgili yapılan kaza inceleme çalışmalarında kullanılan analiz yöntemleri hakkında bilgiler verilmektedir. Deniz kazaları üzerine yapılan çalışmaların büyük bir kısmı kazaların nedenlerini ve sonuçlarını tespit etmeye yönelik yapılan çalışmalardır. Hata Ağacı Analizi, Olay Ağacı Analizi, Papyon Analizi Yöntemi, Sıralı Olayları Plotlama Metodu ile Yönetim Bakışı ve Risk Ağacı Metodolojisi deniz kazalarının nedenlerini ve sonuçlarını tahmin etmeyi amaçlayan analiz yöntemleridir. Deniz kaza analiz yöntemlerinin bir kısmının deniz kazalarına sebebiyet veren insan kaynaklı ya da insanlar ile etkileşimli sosyal etmenleri tespit etmeye çalışan yöntemler olduğu görülmektedir. SHELL Modeli, İnsan Faktörleri Analiz ve Sınıflandırma Sistemi, İşlevsel Birleştirme Analiz Modeli, Bilişsel Hataların Geriye Dönük ve Tahmine Dayalı Analizi Tekniği (TRACer) deniz kazalarına sebebiyet veren insan kaynaklı etmenleri belirlemeyi amaçlayan analiz yöntemleridir. Deniz kazaları için risk durumunu belirlemeye çalışan analiz yöntemleri de mevcuttur. Formal Emniyet Değerlendirmesi, Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Bayes Ağları deniz kazalarına yönelik risk tahmini yapan yöntemlerdir. Deniz kazalarının nedenlerini, görüşmeler, beyin fırtınaları, vb. diğer metotları kullanarak tahmin etmeye amaçlayan nitel yöntemlerin kullanıldığı kaza inceleme yöntemleri de bulunmaktadır. Tehlike ve İşlerlik Çalışması Metodu, Beş Neden Analizi gibi yöntemler deniz kaza incelemeleri için kullanılan nitel analiz yöntemleridir. Kaza faktörlerini sınıflandırarak kazaların nedenleri ile ilgili olasılıksal değerler bulmayı amaçlayan diğer bir kaza analiz yöntemi de Karar Ağacı Yöntemidir. Deniz kazaları ile ilgili literatür incelendiğinde, yukarıda belirtilen yöntemlerin dışında, gerçekleşen kaza türleri, kazalara karışan gemi tipleri, kazaların meydana geldiği bölgeler, kazaların gerçekleştiği mevsimler vb. parametreler arasındaki ilişkiyi ortaya koymayı amaçlayan birçok deniz kaza analiz çalışmasının yapılmış olduğu görülmektedir. Bu çalışmalarda Frekans Analizi, Ki-Kare İlişki Analizi ve diğer istatistiksel analiz yöntemleri kullanılmaktadır. Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) bilgisayar programı üzerinden yapılan bu yöntemler hazırlanan bu çalışmanın dışında bırakılmıştır.

3.1. Hata Ağacı Analizi

Hata ağacı analizi tümdengelim yaklaşımı ile arzu edilmeyen (en üst olay olarak ele alınan) olayların yukarıdan aşağıya doğru olacak şekilde varsayılması ve arzu edilmeyen olayın oluşmasında sistematik şekilde sonuçların elde edilmesini sağlayan ve 1962 yılında H.Watson tarafından geliştirilen bir analiz yöntemidir (Kum, 2005; 88). Deniz kaza analizleriyle ilgili yapılan literatür taramasında hata ağacı analizinin kullanıldığı birçok çalışmanın olduğu görülmektedir. Arslan ve diğerleri, 2018 yılında yaptıkları çalışmada 2000-2014 yılları arasında yükleme ve boşaltma faaliyeti maksadıyla tanker terminallerinde bulunan tanker sınıfı geminin karıştığı 10 deniz kazasını hata ağacı analizi yöntemiyle analiz etmişler ve insanlardan kaynaklanan hataların (prosedürlere uymama ya da bilgi eksikliği) en sık karşılaşılan kaza nedeni olduğu sonucuna varmışlardır (Arslan ve diğerleri, 2018). Budiyanto ve Fernanda yaptıkları çalışmada 2013-2017 yılları arasında Endonezya'nın Jakarta Konteyner Limanında meydana gelen deniz kazalarını hata ağacı analizi yöntemiyle analiz etmişler ve bu liman için risk oluşturan en önemli durumun deniz trafik kazaları olduğu sonucuna varmışlardır (Budiyanto ve Fernanda, 2020). Asuelimen ve diğerleri, beş alan uzmanının değerlendirmelerinden yararlanarak Kuzey Denizde sismik araştırma yapan gemilerin karıştığı deniz kazalarını, hata ağacı analiz yöntemi ile analiz etmişler ve en riskli kaza çeşidinin denize adam düşme kazası olduğu sonucuna varmışlardır (Asuelimen ve diğerleri, 2020).

3.2. Olay Ağacı Analizi

Olay ağacı analizi başlangıçta meydana gelen, seçilmiş bir olayın meydana geldikten sonra oluşabilecek sonuçların akışını diyagramlar ile gösteren, hata ağacı analizi yönteminin tersine tümevarım yaklaşımıyla çalışan bir analiz yöntemidir. Raiyan ve diğerleri, yapmış oldukları çalışmada 1974-2014 yılları arasında Bangladeş'te gerçekleşen deniz kazalarını incelemişler ve gerçekleştirdikleri olay ağacı analizi sonucunda aşırı yükleme yapılmış gemilerde hava koşulları açısından görüş durumu bozukluğunun ana kaza nedeni olduğu sonucuna varmışlardır (Raiyan ve diğerleri, 2017). Chai ve diğerleri, Singapur Boğazı'nda gerçekleşen ölüm ya da çevre kirliliği ile sonuçlanan çatışma tipi deniz kazalarıyla ilgili risk değerlendirmesini amaçlayan bir matematiksel model geliştirmek amacıyla beş ara duruma dayalı olay ağacı analizi yapmışlar ve yolcu ya da RoRo gemilerinin çatışma gerçekleştirdiklerinde en çok can kaybına sebebiyet verecek gemi tipleri olduğu sonucuna varmışlardır (Chai ve diğerleri, 2017). Fu ve diğerleri, 2016 yılında yapmış oldukları çalışmada LNG gemilerindeki yakıt sızıntıları için bir risk değerlendirmesi yapmak üzere Hongri 166 isimli gerçek bir gemi üzerinde vaka çalışması yapmışlar ve bu çalışmada olay ağacı analiz yöntemini, hesaplamalı akışkanlar dinamiği simülasyonu ile birlikte bütünleşik bir araştırma yöntemi olarak uygulamışlardır, çalışma sonucunda LNG tip gemilerin depo tanklarında meydana gelen sızıntının kazalara neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Fu ve diğerleri., 2016).

3.3. Papyon Analizi

Papyon analiz yöntemi, gerçekleşmesi arzu edilmeyen ve risk oluşturan bir olaya sebebiyet veren kök nedenleri ve olay meydana geldikten sonraki sonuçları tanımlayarak şema şeklinde analiz etmektedir. Hata ağacı ve olay ağacı

analiz yöntemlerinin kombinasyonundan oluşur (Koçak, 2019; 23). Literatür incelendiğinde, Sotiralis ve diğerleri, denetim ile ilgili konularla ilişkili olabilecek deniz kazalarının altında yatan nedenleri ve bunun sonucunda ortaya çıkabilecek sonuçları belirlemek için çalışmalarında papyon analizi yöntemini kullanmışlardır (Sotiralis ve diğerleri, 2019). Arici ve diğerleri, gemiden gemiye yapılan yük transferlerinde riski sayısal olarak ifade edebilmek için bulanık yöntemler ile papyon analiz metodunu entegre etmişlerdir (Arici ve diğerleri, 2020). Mokhtari ve diğerleri., limanlarla ilgili bir risk değerlendirmesi yapmak üzere hazırladıkları çalışmalarında İran'ın Shahid Rajae Limanındaki pilotaj hatalarını vaka çalışması olarak belirlemişler ve bu çalışmalarında popyon analizi yöntemini kullanmışlardır (Mokhtari ve diğerleri, 2011). Smolarek, Papyon Analizi yönteminin gerçek zamanlı bir risk durumunu ifade etmek ve deniz taşımacılığı için gerçek zamanlı bir risk analizi yapabilmek için çok uygun bir yöntem olduğunu ifade etmiş ayrıca bu yöntemde hata nedenleri ve sonuçları diyagramlarla gösterildiği için analizlerin gemi personeli tarafından anlaşılmasının kolay olacağını belirtmiştir (Smolarek, 2016).

3.4. Sıralı Olayları Plotlama Methodu

Sıralı Olayları Plotlama Metodu (Sequentially Timed Events Plotting -STEP), 1987 yılında geliştirilmiş bir kaza araştırma metodudur. Kaza araştırmasında olayların tanımlanması açısından bir çerçeve çizer. Kaza süreci bir akış şemasını ifade eden bir matris ile anlatılır ve matrisin tamamı, istenmeyen sonuçları üreten ve gelecekteki performansı iyileştirmek için değiştirilmesi gereken davranışlara veya eylemlere odaklanmaktadır (Sothivanan ve Siddiqui, 2015; 680). Eun ve diğerleri, kimyasal döküntüye neden olan deniz kazalarındaki hangi aktörlerin kazaya neden olduğunu, hangi hataları yaptıklarını ve bu hataları neden yaptıklarını bulmak için STEP metodunu kullanarak bir model geliştirmişlerdir (Eun ve diğerleri, 2017). Holen ve diğerleri, Norveç'te bir balık üretim çiftliğinde kullanılan bir botun batmasıyla ilgili bir kazayı STEP metodu ve bir diğer kaza inceleme metodu olan CAST (Causal Analysis based on STAMP) metodu ile incelemişler ve bu iki metodu birbirleriyle karşılaştırarak avantaj ve dezavantajlarını tartışmışlardır (Holen ve diğerleri, 2014).

3.5. Yönetim Bakışı ve Risk Ağacı Metodolojisi

Yönetim Bakışı ve Risk Ağacı Metodolojisi (Management Oversight and Risk Tree/MORT) Yöntemi 1973 yılında W.G. Johnson tarafından kullanılmaya başlanan ve gerçekleşen kazaların/olayların nedenlerini ya da kazalara/olaylara katkı sağlayan faktörleri bulmayı amaçlayan analitik bir kaza analiz yöntemidir ve genellikle nükleer emniyet ile ilgili alanlarda kullanılmaktadır (Ziedelis ve Noel, 2011; 25). Literatür incelendiğinde denizcilik ile ilgili alanlarda bu yöntemin kullanıldığı görülmektedir. Whitaker-Sheppard ve diğerleri, ABD deniz ulaştırma yolları üzerinde meydana gelen kimyasal döküntü kirliliğini önleyici ve karşı tedbirlere yönelik ABD Sahil Güvenliği için hazırladıkları raporda deniz kazalarını MORT yöntemiyle analiz etmişlerdir (Whitaker-Sheppard ve diğerleri, 1996). Xie, hazırladığı yüksek lisans tezinde MORT yönteminin sistematik, kapsayıcı ve etkili olması sebebiyle kaza araştırmaları yapılırken deniz emniyetinin sağlanması adına etkin bir yöntem olduğunu ifade etmiştir (Xie, 2001).

3.6. SHELL Modeli

1972 yılında geliştirilmiş olan SHELL Modeli, kazaların nedenlerini kazaya neden olan unsurların insan ile etkileşimleri bağlamında ele alarak analiz etmeyi amaçlayan bir yöntemdir (Aydemir, 2017; 672). SHELL, İngilizce, Software (yazılım: yazılı talimat, kurallar, prosedürler), Hardware (donanım: malzeme, ekipman), Environment (çevre: sosyal, ekonomik, kültürel ortam vb.), Liveware (canlı/çalışanlar: becerileri, nitelik durumları vb.), Liveware (canlı/ekip çalışması: iletişim, uyum, liderlik) kelimelerinin kısaltmasıdır. Literatür incelendiğinde, SHELL modelinin, deniz kazalarının araştırılmasında kullanılan bir yöntem olduğu görülmektedir. Kim ve diğerleri, römorkörlerin karıştığı 18 adet çatışma kazasını SHELL yöntemini kullanarak analiz etmişler ve bilişsel bir süreç modeli oluşturmuşlardır (Kim ve diğerleri, 2010). Saragih ve diğerleri, MT Delta Victory isimli tankerin elektrik sisteminde gerçekleşen bir kazayı SHELL yöntemi ve AHP yöntemiyle analiz ederek kazanın oluşmasında insan kaynaklı hataları ortaya koymuşlardır (Saragih ve diğerleri, 2020). Lee ve Chang, balıkçı teknelerinde meydana gelen ve yaralanmayla sonuçlanan deniz kazalarındaki insan hatasını araştırmak için SHELL yöntemini kullanmışlardır (Lee ve Chang, 2005).

3.7. İnsan Faktörleri Analiz ve Sınıflandırma Sistemi

İnsan Faktörleri Analiz ve Sınıflandırma Sistemi (Human Factors Analysis and Classification System) (HFACS), insan faktörleri nedeniyle meydana gelen kaza/olayları emniyetsiz davranışlar, emniyetsiz davranışlara zemin hazırlayan koşullar, yetersiz yönetim ve kurumsal etkiler başlıkları çerçevesinde inceleyerek kazaların nedenini bulmayı amaçlayan bir analiz yöntemidir (Dönmez ve Uslu, 2018; 157-158). Yıldırım ve Başar, balıkçı teknelerinin diğer farklı gemiler ile yaşadıkları 45 adet çatışma kazasını HFACS yöntemiyle analiz ederek kazalara neden olan insan kaynaklı kaza nedenlerini sıklık derecelerine göre sıralamışlardır (Yıldırım ve Başar, 2019). Chen, deniz kazalarının insan ve organizasyonel faktörlerini belirlemek için, Neden-Çünkü Analizi, Gri İlişki Analizi ve HFACS'ı içeren bir analiz prosedürü oluşturmuş ve bu prosedürü beş deniz kazasını içeren bir vaka çalışmasında

kullanmıştır (Chen, 2020). Qiao ve diğerleri, yaptıkları çalışmada gerçekleşen deniz kazalarındaki insan faktörünü analiz edebilmek için HFACS, iş süreci yönetimi, sezgisel bulanık küme teorisi ve bayes ağlarından oluşan kapsamlı dinamik bir analiz yöntemi geliştirmiş ve bu yöntemi kum taşıyan gemilerin karıştığı deniz kazalarıyla ilgili Çin'de bulunan bir veri tabanındaki senaryolara uygulayarak deniz kazalarındaki insan kaynaklı faktörleri ortaya çıkarmışlardır (Qiao, 2020). Schröder-Hinrichs ve diğerleri, gemilerin makine dairelerinde gerçekleşen 41 patlama ve yangın kazasındaki örgütsel faktörlerin kaza soruşturmacıları tarafından tespit edilip edilmediğini görebilmek için kazaları, HFACS yöntemini de içeren entegre bir yöntemle analiz etmişlerdir. (Schröder-Hinrichs ve diğerleri, 2011).

3.8. İşlevsel Birleştirme Analiz Modeli

İşlevsel Birleştirme Analiz Modeli (Functional Resonance Analysis Model-FRAM), 2004 yılında Hollnagel tarafından karmaşık sosyal teknik sistemlerdeki kaza/olayları araştırmak için geliştirilen bir analiz yöntemidir ve sadece kazalardan elde edilen öğrenilmiş kazanımları değil, teknolojiler, insanlar ve kuruluşlar gibi sistem fonksiyonları arasındaki etkileşimler ile de ilgilenir (Tian ve diğerleri, 2020; 1-2). Beşikçi ve Şıhmantepe, M/F Ankara isimli Türk bandıralı bir gemiyle M/V Reina 1 isimli Malta bandıralı bir geminin çatışma kazasını FRAM metoduyla analiz etmişler ve kazanın nedeninin birçok nedenin bileşkesi olduğu ve durumsal farkındalığın kazanın önlenmesinde önemli bir etken olduğu sonucuna varmışlardır (Beşikçi ve Şıhmantepe, 2020). Lee ve Chung, insan ve sistem etkileşimi ile yeni bir kaza inceleme metodolojisi geliştirmek için deniz kazalarında sistem ile ilgili hususları FRAM yöntemini kullanarak mürettebatın işlevi ile ilgili hususları ise HSI (Human-System Interaction/İnsan-Sistem Etkileşimi) yöntemini kullanarak analiz etmişlerdir (Lee ve Chung, 2018). Patriarca ve Bergström hazırladıkları çalışmada gemilerin rıhtıma bağlama manevralarında gerçekleşen kazaların etkilerini azaltabilmek, acil kritik durumları belirleyebilmek, karmaşık olay senaryolarını analiz etmek ve potansiyel hafifletici eylemleri belirleyebilmek üzere FRAM yöntemiyle bir model oluşturmuşlardır (Patriarca ve Bergström, 2017).

3.9. Bilişsel Hataların Geriye Dönük ve Tahmine Dayalı Analizi Tekniği (TRACer)

Bilişsel Hataların Geriye Dönük ve Tahmine Dayalı Analizi Tekniği (Technique for Retrospective and Predictive Analysis of Cognitive Errors/ TRACer), geçmişe dönük bir olay analiz tekniği kullanıp insan hatası tahminlemesi yaparak kazaları analiz etmeyi amaçlayan bir kaza analiz yöntemidir ve ilk olarak havacılık alanında kullanılmaya başlanmıştır (Shorrock ve Kirwan 2002). Schröder-Hinrichs ve diğerleri meydana gelen deniz kazalarını inceleyecek araştırmacıların faydalanmaları amacıyla TRACer yönteminin deniz kazalarını araştırırken nasıl uygulanacağını anlatan bir rehber kitap hazırlamışlardır (Schröder-Hinrichs ve diğerleri, 2017). Said ve Noor, kılavuz kaptanların pilotaj operasyonu esnasında gemi üzerinde bulunduğu durumlarda meydana gelen deniz kazalarındaki pilot hatalarını sınıflandırabilmek için 2007 ve 2016 yılları arasında gerçekleşen 50 deniz kazasını inceleyerek TRACer yöntemiyle analiz etmişlerdir (Said ve Noor, 2018). Graziano ve diğerleri, 2004 ve 2013 yılları arasında meydana gelen 64 geminin karıştığı 52 çatışma/karaya oturma kazasını incelemişler ve TRACer metodunu kullanarak kaza nedenlerini tasnif etmişlerdir (Graziano ve diğerleri, 2016).

3.10. Formal Emniyet Değerlendirmesi

Formal Emniyet Değerlendirmesi (Formal Safety Assessment-FSA), 1988 yılında Kuzey Denizinde Piper Alpha isimli açık deniz platformunda gerçekleşen patlama sonrasında 167 kişinin hayatını kaybetmesi sonucu Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) tarafından geliştirilmeye başlanmış olup 2002 yılında, IMO'nun MSC/Circ.1023/MEPC/Circ.392 düzenlemeleriyle yürürlüğe giren, risk analizi ve fayda-maliyet analizi gerçekleştirerek can, sağlık, deniz çevresi yük ve geminin korunması dahil olmak üzere deniz emniyetini artırmayı amaçlayan yapılandırılmış ve sistematik bir metodolojidir. FSA ile ilgili düzenlemelerde IMO tarafından değişiklikler yapılmıştır ve günümüzde MSC-MEPC.2/Circ.12/Rev.2 kodlu yönerge geçerliliğini korumaktadır. Bu yönergenin 3'üncü bölümü deniz kaza raporlarında verilerin nasıl değerlendirilmesi ve raporlanması gerektiğini belirtmektedir (<https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/FormalSafetyAssessment.aspx>, Erişim Tarihi: 02.02.2021). Literatür incelendiğinde FSA kullanılarak gerçekleştirilmiş deniz kaza incelemelerinin bulunduğu görülmektedir. Montewka ve diğerleri, hazırladıkları çalışmada RoPax sınıfı yolcu gemilerinin karıştığı bir çatışma kazasını inceleyerek FSA ile belirlenen standartlara uygun sistematik bir risk analizi yapmışlardır (Montewka ve diğerleri, 2014). Purba ve diğerleri, Endonezya'nın Surabaya Limanı Batı Giriş Kanalında gerçekleşen çatışma kazaları için FSA metodunu kullanarak risk analizi yapmışlar ve bu kazaların en çok ana makinenin aşırı harareti, gemi kumanda hataları, teknik arızalar ve diğer nedenler ile meydana geldiği sonucuna varmışlardır (Purba ve diğerleri, 2020). Wang ve diğerleri, tamamen elektrik enerjisiyle tahrik edilen katamaran tip bir geminin risk analizini yapmak, ilgili tehlikeleri tanımlamak ve bu tehlikelerin sıklığı ve sonuçlarını tahmin edebilmek için FSA ve olay ağacı analizini kullanarak bir model geliştirmişlerdir (Wang ve diğerleri, 2020).

3.11. Coğrafi Bilgi Sistemleri

Coğrafi Bilgi Sistemleri, konuma dayalı işlemler kullanılarak elde edilen coğrafi verilerin toplanması, depolanması, işlenmesi, yönetimi ve analizini yapan sistemlerdir (Büyükkarakurt ve Mutluoğlu, 2020; 11). Deniz kazaları ile ilgili literatür incelendiğinde bu sistemlerin kullanılarak kaza risk haritalarının oluşturulduğu görülmektedir. Acharya ve diğerleri, Güney Kore deniz alanlarında deniz kaza riski bulunan bölgeleri belirlemek amacıyla 2007-2014 yılları arasında bu bölgelerde gerçekleşen deniz kazalarıyla ilgili verileri coğrafi bilgi sistemleri vasıtasıyla analiz etmişler ve bir risk haritası oluşturmuşlardır (Acharya ve diğerleri, 2017). Büber ve Töz, hazırladıkları çalışmada 2005-2017 yılları arasında Ege Denizinde gerçekleşen 106 deniz kazasına ait verileri coğrafi bilgi sistemlerini kullanarak analiz etmişler ve Ege Denizindeki kaza riskine sahip bölgeleri ortaya çıkarmışlardır (Büber ve Töz, 2017). Bayazit ve diğerleri, Çanakkale Boğazına ait deniz kazası risk haritası oluşturmak amacıyla 2007-2018 yılları arasında Çanakkale Boğazında gerçekleşen 162 deniz kazasını coğrafi bilgi sistemlerini kullanarak analiz etmişlerdir (Bayazit ve diğerleri, 2020).

3.12. Bayes Ağları

Bayes ağları 1985 yılından itibaren kullanılan bir istatistiksel modeldir, bayes ağlarında değişkenler düğümler ile ifade edilirken değişkenler arasındaki olasılıksal bağımlılık ilişkileri yönlü oklar ile ifade edilir (Babacan ve Karaduman, 2018; 25). Bayes ağları ile aralarında neden-sonuç ilişkisi olan birçok olayın gerçekleşme olasılıkları bu yöntem kullanılarak görselleştirilebilmektedir. Jiang ve diğerleri, 21 yy'ın Deniz İpek Yolu rotaları üzerinde gerçekleşen deniz kazalarını bayes ağlarını kullanarak analiz etmişler ve risk faktörlerini belirleyerek Deniz İpek Yolu üzerinde uygulanacak bir risk analizi yaklaşımı önermişlerdir (Jiang ve diğerleri, 2020). Jiang ve Lu, dinamik bayes ağlarını kullanarak deniz ulaştırmasında deniz emniyetini sağlamak amacıyla deniz kazası risk tahminlemesi yaparak gemiler erken uyarı mekanizması sağlayacak bir model oluşturmuşlardır (Jiang ve Lu, 2020). Jia ve diğerleri, çatışma kazalarının meydana gelme nedenlerini bulabilmek amacıyla hata ağacı ve bayes ağları metodlarını kullanarak, çatışma olasılığını hesaplayan ve nedenler arasındaki ilişkilere göre kazaların sebebini bulabilen bir model geliştirmişlerdir (Jia ve diğerleri, 2018). Banda ve diğerleri, deniz emniyet yönetimini temsil eden en önemli bileşenler ile bunların belirlenmiş gösterge seviyeleri arasındaki bağımlılık kalitesinin olasılıksal olarak tahminini yapabilmek amacıyla bir bayes ağları modeli önermişlerdir (Banda ve diğerleri, 2014). Uğurlu ve diğerleri, boyu 7 metre ve daha uzun balıkçı gemilerinin 2009-2018 yılları arasında karıştığı dünya genelindeki 6000'den fazla deniz kazasını, bayes ağları ve ki-kare analizinden oluşan bir yöntemle analiz etmişler ve balıkçı gemilerinde yaşanan kazalara sebep olabilecek koşullara yönelik tahminlerde bulunmuşlardır (Uğurlu ve diğerleri, 2020).

3.13. Tehlike ve İşlerlik Çalışması Methodu

Tehlike ve İşlerlik Çalışması Metodu- HAZOP, Hazard ve Operability kelimelerinin kısaltmasından oluşan bu yöntem, bir nitel araştırma metodu olmakla beraber istenmeyen kazaların sebeplerine ulaşılması ve bu kazaların sonuçlarının araştırılmasını hedeflemektedir. Ayrıca bu metod beyin fırtınası şeklindeki uygulamalar kullanılarak çalışan bir yöntemdir. Uygulamaya katılan kişilerin kazaların sonuçlarıyla ilgili verdikleri cevaplar analiz edilmektedir (Güneysu, 2016; 51). Gençsoy, deniz yapıları için güvenlik tabanlı karar destek sistemleriyle ilgili hazırlamış olduğu yüksek lisans tezinde LNG yakıt dolmuş operasyonunu vaka çalışması olarak seçmiş ve bu vaka için tehlikelerin tanımlanmasında HAZOP çalışmalarındaki prensipleri esas almıştır (Gençsoy, 2016). Zhan ve diğerleri, 10000 TEU'luk dev konteyner gemileri için HAZOP yöntemini kullanarak risk değerlendirmesi yapmış ve elde edilen riskleri; seviyelerine göre, yüksek, orta ve düşük olarak sınıflandırmışlardır (Zhan ve diğerleri, 2009). Zhang ve diğerleri, risk tahmini üzerine yapılan çalışmalarda, alan uzmanlarının yaptığı çıkarımlar kullanılarak oluşturulan bayes ağları yönteminin sıklıkla kullanılan bir yöntem olduğunu ifade etmiş ve içlerinde HAZOP yönteminin de bulunduğu risk tahmin yöntemlerinin gözden geçirilmesinin uzmanların çözüm sürecini kolaylaştırması, belirsizliklerin giderilmesi ve gemi kazalarıyla ilgili yapılacak risk modellemelerinde doğruluğu artırması açısından yararlı olabileceğini belirtmişlerdir (Zhang ve diğerleri, 2016).

3.14. Beş Neden Analizi

Bir problemi çözmek amacıyla sonuçtan başlayarak nedeni bulmak için cevabı beş defa sorgulamayla çalışan bir analiz metodu olmakla birlikte bu yaklaşım sorgulama yoluyla derin düşünmeyi teşvik eder ve kolay bir şekilde çoğu probleme uyarlanabilir (Serrat, 2017; 308). Bu yöntemde "Neden" sorusu tekrarlanarak hata ya da sorunun temel nedeni belirlenmeye çalışılır her cevap bir sonraki sorunun temelini oluşturur. Beş Neden Analizi Yöntemi, deniz kazalarıyla ilgili yapılan araştırmalarda da kullanılan bir yöntemdir. Banda ve diğerleri, Baltık Denizinde kış aylarında en çok hangi tip kazaların gerçekleştiğini bulabilmek amacıyla 2002, 2003 ve 2009-2013 yılları kış aylarında meydana gelen deniz kazalarını analiz ederken Beş Neden Analiz Yöntemini kullanmışlardır (Banda ve diğerleri, 2014). Craig, hazırladığı çalışmada beş neden analizinin deniz kazalarıyla ilgili analizlerde verilerin analiz edilmesi için uygun bir yöntem olduğunu ifade etmiştir (Craig, 2013).

3.15. Karar Ağacı Yöntemi

Karar Ağacı Yöntemi sınıflandırma, kümeleme ve tahmin yapmada kullanılan yorumlanması ve kullanımı kolay bir yöntemdir. Karar ağacı modelinde bir problemin çözümü için ağaç yapısı oluşturularak tümevarım yöntemi kullanılmaktadır (Tüminçin ve diğerleri, 2019; 350-351). Deniz kazalarını inceleyen çalışmalar ile ilgili literatürde karar ağacı yönteminin kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Youn ve diğerleri, Güney Kore'de gerçekleşen deniz kazalarının %79'unun insan hatalarından kaynaklandığını ifade etmişler ve deniz kazalarını azaltmak için simülasyon ortamında deniz kazalarındaki zabitan davranışlarını sınıflandırabilmek üzere içerisinde karar ağaçlarının da kullanıldığı bir model oluşturmuşlardır (Youn ve diğerleri, 2019). Tzannatos ve Kokotos, Uluslararası Emniyet Yönetimi Kodunun (ISM) yürürlüğe girmesinden önce ve yürürlüğe girdikten sonra Yunan bandıralı gemilerin karışıkları deniz kazalarındaki insan hatalarını analiz etmişler ve çalışmalarında ele aldıkları kazaları karar ağacı metoduyla sınıflandırmışlardır (Tzannatos ve Kokotos, 2009). Çakır ve Kamal, İstanbul Boğazında görev yapan gemi trafik hizmetleri sektörlerinde yaşanan kazaların istatistiksel analizini yaptıkları çalışmalarında 2001-2016 yılları arasında gerçekleşen 535 deniz kazasını karar ağacı yöntemi ile analiz etmişlerdir (Çakır ve Kamal, 2021). Erol ve Başar, Türk Arama ve Kurtarma Bölgesinde 2001-2009 yılları arasında gerçekleşen deniz kazalarının istatistiksel analizini yaparken karar ağacı yöntemini kullanmışlardır (Erol ve Başar, 2014).

4. Tartışma

Deniz kazalarının uygun yöntem ya da yöntemler kullanılarak analiz edilmesi deniz emniyetinin küresel çapta sağlanabilmesi adına büyük önem arz etmektedir. Hazırlanan bu çalışmada deniz kaza analiz yöntemleri tanıtılmış, kaza analizlerinin amaçları ifade edilmiştir. Çalışmanın, önümüzdeki dönemde deniz kaza analizi yapacak araştırmacılar için uygun kaza analiz yöntemini seçmelerine yönelik faydalı olacağı değerlendirilmektedir. Kaza analiz yöntemleri, kazaların kök nedenlerinin tespit edilmesi, kazaların gerçekleşmesi durumunda sonuçlarının neler olabileceğinin tahmin edilmesi gibi amaçlar için kullanılmaktadır. Bununla birlikte konuya ilişkin yapılan literatür taramasında deniz kaza analizleri ile ilgili yapılan birçok çalışmanın deniz kazalarıyla ilgili istatistiksel bilgilerin birbirleriyle ilişkilerini gösteren nicel veri analiz çalışmaları olduğu görülmektedir. Deniz kazalarıyla ilgili genel resmi görmek adına istatistik çalışmaları faydalı çalışmalar olmasına karşın deniz kazalarının nedenlerini tespit ederek kazaları gerçekleşmeden önce önleyebilmek için, deniz kaza analiz yöntemlerini kullanan, birbirleriyle entegre ederek geliştiren akademik yayınların sayısının artmasının yararlı olacağı düşünülmektedir. Deniz kaza incelemeleriyle ilgili yapılan literatür taramasında bazı çalışmaların tek bir analiz yönteminin kullanılması yerine kaza analiz yöntemlerinin birbirlerine entegre edilmesiyle oluşturulan yeni yöntemler kullanılarak yapılmış olduğu görülmektedir. Geleneksel kaza inceleme yöntemlerinin, bulanık mantık uygulamalarıyla entegre edilmesi sonucu uygulanan yeni yöntemler ile yapılan çalışmaların bazılarında tutarlılık analizlerine yer verilmediği tespit edilmiştir. Keçeci de kendi hazırlamış olduğu çalışmada, bulanık mantık yöntemleri kullanılarak yapılan birçok çalışmada tutarlılık analizlerine yer verilmediğini tespit ettiğini ifade etmiştir (Keçeci, 2015).

Deniz kaza analiz yöntemleri üzerine çalışma yapan araştırmacılar kaza analizlerinin daha etkili şekilde gerçekleşmesi için önemli noktaları belirterek önerilerde bulunmuşlardır. Keçeci, deniz kazalarının kök nedenlerinin araştırılmasında kullanılacak detaylı bir deniz kaza analiz prosedürüne ihtiyaç olduğunu, analiz yapılırken denizciliğin tabiatı gereği farklı yöntemlerin kullanıldığını, özellikle kök nedenleri ifade etmek için standart bir terminolojinin olmadığını belirterek deniz kazalarına özel bir terminolojinin kullanıldığı, sayısal veriler ile ölçümlerin yapılabildiği, kazaya sebebiyet veren kök nedenlerin tekrar etmemesi için sorumluların belirlenebildiği, risk azaltıcı önlemlerin oluşturulabildiği bir deniz kaza analiz yöntemine ihtiyaç olduğunu ifade etmiş ve kendisi de bu yönde bir deniz kaza analiz yöntemi önermiştir (Keçeci, 2015). Awal ve Hasegawa, deniz kazaları ile ilgili birçok istatistiksel çalışmanın yapıldığını bu çalışmaların yalnızca deniz kazalarındaki eğilimleri belirleyebileceğini çoğu deniz kazası tek seferlik bir olay olduğu için deniz kaza eğilimlerinin tespitinin her zaman yararlı olamayabileceğini ifade etmiştir (Awal ve Hasegawa, 2017). Gilberg ve diğerleri, deniz kaza analiz çalışmalarında, kaza ya da olaylar yaşandıktan sonra rapor edilmemesinin ve kayıt altına alınmamasının bu analizlerin etkililiğini azaltacak önemli bir etmen olduğunu belirtmişlerdir (Gilberg ve diğerleri, 2016). Psarros ve diğerleri, deniz kazalarıyla ilgili bilgilerin alındığı veri tabanındaki eksikliklerin kaza analizine katkı sağlayacak çok önemli (ana) bir hususun tespit edilememesine yol açabileceğini dolayısıyla raporlama ve kayıt altına alınmanın çok önemli olduğunu ifade etmiştir (Psarros ve diğerleri, 2010). Bye ve Almklov, AIS (Automatic Identification System) verilerinin denizcilik sektörü açısından deniz kaza riskinin gözlemlenebilmesi için güçlü bir temel oluşturduğunu ifade etmişlerdir (Bye ve Almklov, 2019). Salihoğlu ve Beşikçi, yaptıkları çalışmada, FRAM (İşlevsel Birleştirme Analiz Modeli) yönteminin kaza sırasında meydana gelen olaylar arasındaki ilişkiyi belirtme ve olaylara bağlı etmenlerdeki bir değişikliğin diğer etmenleri nasıl etkilediğini gösterme açısından kaza analizlerinde büyük kolaylık sağladığını ve FRAM yönteminin kaza nedenlerini

olabildiğince eksiksiz bir şekilde tanımlayabilme açısından deniz kaza analizlerinde kullanılan geleneksel diğer yöntemlere göre daha güvenilir bir yöntem olduğunu ifade etmişlerdir (Salihoglu ve Beşikçi, 2021). Li ve diğerleri, deniz kaza incelemelerinde, deniz kazalarıyla ilgili risk faktörleri ve bunların karşılıklı etkileri göz önüne alındığında Bayes Ağlarının meydana gelen kaza üzerinde en büyük etkiye sahip faktörlerin belirlenmesini sağladığını açıklamışlardır (Li ve diğerleri, 2014). Tunçel, çatışma kazalarının meydana gelmesinde en önemli kaza sebebinin Denizde Çatışmayı Önleme Tüzüğü'nün (Collision Regulations-COLREG) yanlış yorumlanması olduğunu ifade etmiştir (Tunçel, 2020). Schröder-Hinrichs ve diğerleri, deniz kaza incelemelerinde bazı raporların daha ziyade kazanın gerçekleşmesindeki sorumlu kişileri bulmak ve gerekli adli işlemleri başlatmak üzere hazırlandığını ancak deniz kaza inceleme raporlarının bilimsel bir bakış açısıyla hazırlanması gerektiğini ve kazanın gerçekleşmesine sebep olan veya katkı sağlayan tüm faktörlerin belirtilerek deniz emniyetinin sağlanması için gerekli sorun alanlarını ortaya koyması gerektiğini belirtmiştir (Schröder-Hinrichs ve diğerleri, 2011).

5. Sonuç

Deniz kaza ve olay incelemeleri, denizcilikle ilgili paydaşlar tarafından uzun süredir üzerinde önemle durulan bir alandır ve bu analizlerin gerçekçi ve etkili şekilde yapılması benzer kazaların tekrar yaşanmaması adına gereken tedbirleri almak için önem arz etmektedir. Bu çalışmada deniz kaza analizlerini yaparken hangi yöntem ve metodolojilerin kullanıldığı incelenmiştir. Deniz kazalarını incelemek için standart bir yöntemin belirlenmesinin denizciliğin yoğun, kompleks ve çok boyutlu doğası gereği çok mümkün olmayacağı düşünülmektedir ancak kaza tipi, kazaya karışan gemi tipi, kaza mevkileri, kazanın kök nedeni, katkı sağlayan faktörler vb. deniz kazalarıyla ilgili parametreler için standart terminoloji ve taksonomilerin kullanılmasının uygun olacağı değerlendirilmektedir. Deniz kaza raporlarıyla ilgili küresel bir ifade birliği sağlamak için, IMO tarafından yayınlanmış MSC-MEPC.3/Circ.4/Rev.1 (Casualty-Related Matters Reports on Marine Casualties and Incidents) dokümanında belirtilen taksonomilerden yararlanılmasının fayda sağlayabileceği düşünülmektedir.

Gerçekleşen deniz kazaları sonrasında incelemenin hangi analiz metodu ile yapılacağına deniz kazasını inceleyecek uzmanlar tarafından doğru şekilde karar verilmesi büyük önem taşımaktadır. Tamamlanacak inceleme sonrasında deniz kazalarının meydana gelmesine sebebiyet veren kök nedenin ve katkı sağlayan faktörlerin tespit edilmesi, alınan derslerin ortaya konularak kazanın tekrarlanmaması için düzenleyici ve önleyici tedbirlerin belirlenmesi gerekmektedir. Deniz kazaları gerçekleştikten sonra reaktif şekilde tedbir almak yerine alınan dersleri analiz ederek proaktif şekilde tedbirleri belirlemenin deniz kazalarının önüne geçmede daha faydalı olacağı düşünülmektedir. Deniz kaza incelemeleri konusunda çalışma yapan birçok yazar çalışmalarında, deniz kazalarının kayıtlarının tutulduğu veri tabanlarındaki verilerin eksik, yanlış kaydedilmesi ya da hiç kaydedilmemesi sebebiyle, araştırma verilerinde eksiklikler olduğunu ifade etmişlerdir. Dolayısıyla böyle bir zafiyet yaşamamak adına kazalar ile ilgili kayıtları tutan tüm birimlerin kayıtları zamanında, eksiksiz ve kolay anlaşılır şekilde tutmaları gerekmektedir.

Kaynakça

- Acharya, T. D., Yoo, K. W. ve Lee, D. H. (2017). GIS-Based Spatio-Temporal Analysis of marine accidents database in the coastal zone of Korea. *Journal of Coastal Research*, (79), 114-118. doi: 10.2112/SI79-024.1
- Arici, S. S., Akyuz, E. ve Arslan, O. (2020). Application of Fuzzy Bow-Tie Risk Analysis to maritime transportation: The case of ship collision during the STS operation. *Ocean Engineering*, 217. doi: 10.1016/j.oceaneng.2020.107960
- Arslan, Ö., Zorba, Y. ve Svetak, J. (2018). Fault Tree Analysis of tanker accidents during loading and unloading operations at the tanker terminals. *Journal of Eta Maritime Science*, 6(1), 3-16. doi:10.5505/jems.2018.29981
- Asuelimen, G., Blanco-Davis, E., Wang, J., Yang, Z. ve Matellini, D. B. (2020). Formal safety assessment of a marine seismic survey vessel operation, incorporating Risk Matrix and Fault Tree Analysis. *Journal of Marine Science and Application*, 19(2), 155-172. doi:10.1007/s11804-020-00136-4
- Awal, Z.I. ve Hasegawa, K. (2017). A study on accident theories and application to maritime accidents. *Procedia Engineering*, 194, 298-306. doi:10.1016/j.proeng.2017.08.149
- Aydemir, İ. (2017). Sağlık kurumlarında sistem kaynaklı tıbbi hataların analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(4), 665-681. doi:10.16953/deusosbil.281328
- Babacan, E.K. ve Karaduman, M.Ö. (2018). Bayes Ağları-K2 Algoritması üzerine bir çalışma. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 8(2), 24-38. doi:10.31466/kfbd.418862

- Beşikçi, E.B. ve Şihmantepe, A. (2020). Deniz kazalarının çözümlenmesine güncel bir bakış: Fram yöntemi ile analiz örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi, Özel Sayı*, 69-90. doi:10.18613/deudfd.740159
- Banda, O. V., Hänninen, M., Goerlandt, F. ve Kujala, P. (2014a). *Bayesian networks as a decision making tool to plan and assess maritime safety management indicators*. Paulos, T (Ed). 12th International Probabilistic Safety Assessment and Management Conference (PSAM). Honolulu
- Banda, O. V., Goerlandt, F., Montewka, J. ve Kujala, P. (2014b). *Winter navigation at the Baltic Sea: an analysis of accidents occurred during winters 2002–2003 and 2009–2013*. Nowakowski, T., Mlynczak, M., Jodejko-Pietruczuk, A. ve Werbinska-Wojciechowska, S. (Ed). Safety and Reliability Methodology and Applications 83-92. London: CRC Press.
- Bayazit, O., Toz, A. C. ve Buber, M. (2020). Spatial distribution analysis of ship accidents in the Çanakkale Strait. *Scientific Journals of the Maritime University of Szczecin*, 62, 9-17. doi:10.17402/414
- Budiyanto, M. A. ve Fernanda, H. (2020). Risk assessment of work accident in container terminals using the fault tree analysis method. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(6), 466. doi:10.3390/jmse8060466
- Büber, M. ve Töz, A. C. (2019). Liman sahasında meydana gelen gemi kazalarının konumsal analizi: Ege Bölgesi için bir uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 11, 1-16. doi:10.18613/deudfd.565124
- Büyükkarakurt, A. ve Mutluoğlu, Ö. (2020). Altyapı bilgi sistemi ve Konya örneği. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 2(1), 10-16.
- Bye, R. J. ve Almklov, P. G. (2019). Normalization of maritime accident data using AIS. *Marine Policy*, 109, 103675. doi:10.1016/j.marpol.2019.103675
- Chai, T., Weng, J. ve De-qi, X. (2017). Development of a quantitative risk assessment model for ship collisions in fairways. *Safety science*, 91, 71-83. doi:10.1016/j.ssci.2016.07.018
- Chen, S. T. (2020). An approach of identifying the common human and organisational factors (HOFs) among a group of marine accidents using GRA and HFACS-MA. *Journal of Transportation Safety and Security*, 12(10), 1252-1294. doi:10.1080/19439962.2019.1583297
- Craig, B. (2013). *Using safety performance metrics to support CSR goals and objectives*. Vappu Kunnaala and Jenna Viertola. Proceedings of The International Scientific Meeting for Corporate Social Responsibility (CSR) In Shipping, (s.77-91). Kotka. Publications of the Centre for Maritime Studies University of Turku.
- Çakır, E. ve Kamal, B. (2021). İstanbul Boğazı'ndaki ticari gemi kazalarının karar ağacı yöntemiyle analizi. *Aquatic Research*, 4(1), 10-20. doi:10.3153/AR21002
- De la Campa Portela, R. (2005). Maritime casualties analysis as a tool to improve research about human factors on maritime environment. *Journal of Maritime Research*, 2(2), 3-18.
- Demir, İ. (2016). Deniz kazalarını ve olaylarını araştırma ve inceleme yönetmeliği üzerine değerlendirmeler. *Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi*, 22(3), 879-904.
- Dönmez, K. ve Uslu, S. (2018). İnsan Faktörleri Analiz ve Sınıflandırma Sistemi'nin (HFACS) literatürde yaygın kullanımının değerlendirilmesi. *Journal of Aviation*, 2(2), 156-176. doi:10.30518/jav.463607
- Erol, S. ve Başar, E. (2015). The analysis of ship accident occurred in Turkish search and rescue area by using decision tree. *Maritime Policy and Management*, 42(4), 377-388. doi:10.1080/03088839.2013.870357
- Eun Jin Kim, Jae Man Kim, Sang Min Shin ve Hee Kyung Park. (2017). A study on analytical methodology in maritime HNS spill accidents cases focused on error of actors. *Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation*, 17(3), 381-389. doi:10.9798/KOSHAM.2017.17.3.381
- Fu, S., Yan, X., Zhang, D., Li, C. ve Zio, E. (2016). Framework for the quantitative assessment of the risk of leakage from LNG-fueled vessels by an event tree-CFD. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 43, 42-52. doi:10.1016/j.jlp.2016.04.008
- Forbes, T. D. (2010). *Marine casualty investigations*. Tul. L. Rev., 85, 1363-1382.
- Gençsoy, E. K. (2016). *Deniz Yapıları İçin Güvenlik Tabanlı Karar Destek Sistemleri* (Doktora Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Ghirxi, K. T. (2003). Implementation of the code for the investigation of marine casualties and incidents: A critical analysis (Yüksek Lisans Tezi). World Maritime University.
- Gilberg, A., Kleiven, E. ve Bye, R. J. (2016). *Marine navigation accidents and influencing conditions: An exploratory statistical analysis using AIS data and accident databases*. Lesley Walls, Matthew Revie, and Tim Bedford (Ed). In Proceedings of the ESREL 2016 Conference. (s. 97-104). Glasgow: Taylor & Francis.
- Graziano, A., Teixeira, A. P. ve Soares, C. G. (2016). Classification of human errors in grounding and collision accidents using the TRACER taxonomy. *Safety Science*, 86, 245-257. doi:10.1016/j.ssci.2016.02.026
- Güneysu, G. (2016). *Bir kereste işletmesi üretim sürecinde iş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirme çalışması* (Yüksek Lisans Tezi). Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Holen, S. M., Utne, I. B. ve Holmen, I. M. (2014). *A preliminary accident investigation on a Norwegian fish farm applying two different accident models*. Proceedings of the Probabilistic Safety Assessment and Management PSAM, 22-27. Honolulu.
- Jia, Y., Zhuang, Y., Wang, F. ve Lyu, P. (2018). *Causes analysis of ship collision accidents using Bayesian Network*. International Society of Offshore and Polar Engineers. The 28th International Ocean and Polar Engineering Conference, 18-99. Sapporo.
- Jiang, M. ve Lu, J. (2020). Maritime accident risk estimation for sea lanes based on a dynamic Bayesian network. *Maritime Policy and Management*, 47(5), 649-664. doi:10.1080/03088839.2020.1730995
- Jiang, M., Lu, J., Yang, Z. ve Li, J. (2020). Risk analysis of maritime accidents along the main route of the Maritime Silk Road: a Bayesian network approach. *Maritime Policy and Management*, 47(6), 815-832. doi:10.1080/03088839.2020.1730010
- Keçeci, T. (2015). *Gemi kazası probleminin incelenmesi için kök sebep analizi yaklaşımı önerisi* (Doktora Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Keefe, P. (2016). *Disasters at sea and their impact on shipping regulation*. Marine Link. Erişim adresi: <https://www.marinelink.com/news/regulation-disasters371542>
- Kim, H., Na, S., Kim, H. ve Ha, W. (2010, Eylül). *Marine accident investigation and analysis with focus on human factors*. Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 1440-1444. Los Angeles: CA: SAGE Publications. doi:10.1177/154193121005401918
- Koçak, D. (2019). *Bir kömür madeninde iş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirmesi için uygun yöntem seçimi* (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kum, S. (2005). *Petrol tankerlerinde risk değerlendirmesi* (Doktora Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Lee, H. K. ve Chang, S. R. (2005). Cause analysis and prevention of fishing vessels accident. *Journal of the Korean Society of Safety*, 20 (1), 153-157.
- Lee, J. ve Chung, H. (2018). A new methodology for accident analysis with human and system interaction based on FRAM: Case studies in maritime domain. *Safety science*, 109, 57-66. doi:10.1016/j.ssci.2018.05.011
- Li, K. X., Yin, J., Bang, H. S., Yang, Z. ve Wang, J. (2014). Bayesian network with quantitative input for maritime risk analysis. *Transportmetrica A: Transport Science*, 10(2), 89-118. doi:10.1080/18128602.2012.675527
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. ve Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Journal of Clinical Epidemiology*, 62(10), e1-e34. doi:10.1016/j.jclinepi.2009.06.006
- Mokhtari, K., Ren, J., Roberts, C. ve Wang, J. (2011). Application of a generic bow-tie based risk analysis framework on risk management of sea ports and offshore terminals. *Journal of Hazardous Materials*, 192(2), 465-475. doi:10.1016/j.jhazmat.2011.05.035
- Montewka, J., Goerlandt, F. ve Kujala, P. (2014). On a systematic perspective on risk for formal safety assessment (FSA). *Reliability Engineering and System Safety*, 127, 77-85. doi:10.1016/j.ress.2014.03.009
- Patriarca, R. ve Bergström, J. (2017). Modelling complexity in everyday operations: functional resonance in maritime mooring at quay. *Cognition, Technology and Work*, 19(4), 711-729. doi:10.1007/s10111-017-0426-2

- Psarros, G., Skjong, R. ve Eide, M. S. (2010). Under-reporting of maritime accidents. *Accident Analysis and Prevention*, 42(2), 619-625. doi:10.1016/j.aap.2009.10.008
- Purba, P. H., Dinariyana, A.A.B., Handani, D. W. ve Rachman, A. F. (2020). Application of formal safety assessment for ship collision risk analysis in Surabaya West Access Channel. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (1-10)*. Surabaya: IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/557/1/012034
- Raiyan, A., Das, S. ve Islam, M. R. (2017). Event tree analysis of marine accidents in Bangladesh. *Procedia Engineering*, 194, 276-283. doi:10.1016/j.proeng.2017.08.146
- Said, M. H. ve Noor, M. F. A. M. (2018). *Technique for the retrospective and predictive analysis of cognitive errors in maritime pilotage operations*. 12th International UMT Annual Symposium Advancements in Marine and Freshwater Sciences, 11-320.
- Salihoğlu, E. ve Beşikçi, E. B. (2021). The use of Functional Resonance Analysis Method (FRAM) in a maritime accident: A case study of Prestige. *Ocean Engineering*, 219 (2021), 108223. doi:10.1016/j.oceaneng.2020.108223
- Saragih, J. W. ve Hasibuan, A. (2020). *Analysis of damage to ship MT. Delta Victory due to Human Error and Electricity with the Shel Method*. 4rd International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering (ELTICOM), 48-51, Medan: IEEE. doi:10.1109/ELTICOM50775.2020.9230475
- Schröder-Hinrichs, J. U., Baldauf, M. ve Ghirxi, K. T. (2011). Accident investigation reporting deficiencies related to organizational factors in machinery space fires and explosions. *Accident Analysis and Prevention*, 43(3), 1187-1196. doi:10.1016/j.aap.2010.12.033
- Schröder-Hinrichs, J.-U., Graziano, A., Praetorius, G. ve Kataria, A. (2017). *TRACER-MAR: Technique for The Retrospective and Predictive Analysis of cognitive errors adapted to the maritime domain*. WMU Papers in Maritime and Ocean Affairs No.1, Malmö: World Maritime University. doi:10.21677/pmoa.20170630
- Serrat, O. (2017). *The five whys technique*. In Knowledge solutions. Singapore: Springer.
- Shorrock, S. T. ve Kirwan, B. (2002). Development and application of a human error identification tool for air traffic control. *Applied Ergonomics*, 33, 319-336. doi:10.1016/S0003-6870(02)00010-8
- Smolarek, L. (2016). Examples of bow-tie risk analysis at maritime transport. *Journal of KONES*, 23(3), 489-494. doi:10.5604/12314005.1216455
- Sotiralis, P., Louzis, K. ve Ventikos, N. P. (2019). The role of ship inspections in maritime accidents: An analysis of risk using the bow-tie approach. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of risk and reliability*, 233(1), 58-70. doi:10.1177/1748006X18776078
- Sothivanan, S. ve Siddiqui, N. A. (2015). Laconic study on Incident/Accident Investigation technique-Sequentially Timed Event Plotting (STEP). *International Journal for Scientific Research and Development*, 3(08), 680-683.
- Tian, W. ve Caponecchia, C. (2020). Using the Functional Resonance Analysis Method (FRAM) in Aviation Safety: A Systematic Review. *Journal of Advanced Transportation*, 8898903. doi:10.1155/2020/8898903
- Töz, A. C. ve Olgaç, T. (2020). Türk Arama ve Kurtarma Organizasyonu: Uluslararası iş birliği faaliyetleri ve yaşanan anlaşmazlıklar. *Gemi ve Deniz Teknolojisi*, (217), 45-57.
- Tunçel, A. L. (2020). Dökme yük ve genel kargo gemi kazalarının analizi (Yüksek Lisans Tezi). İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tüminçin, F., Aytekin, A. ve Ayaz, A. (2019). *Veri Madenciliğinde Karar Ağacı Algoritması*. Ph. D. Fatma Tüminçin, F. ve Baran, K. (Ed). SHADAB 5th International Conference on Social Researches and Behavioral Sciences 350-356. Tbilisi.
- Tzannatos, E. ve Kokotos, D. (2009). Analysis of accidents in Greek shipping during the pre-and post-ISM period. *Marine Policy*, 33(4), 679-684. doi:10.1016/j.marpol.2009.01.006
- Uğurlu, F., Yıldız, S., Boran, M., Uğurlu, Ö. ve Wang, J. (2020). Analysis of fishing vessel accidents with Bayesian network and Chi-square methods. *Ocean Engineering*, 198, 106956, 1-13. doi:10.1016/j.oceaneng. 2020.106956
- Yıldırım, U. ve Başar, E. (2019). Balıkçı gemilerinde çatışma kazalarının İnsan Faktörleri Analiz ve Sınıflandırma Sistemi (HFACS) ile İncelenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 11(2), 203-220. doi:10.18613/deudfd.659807

- Youn, I. H., Park, D. J. ve Yim, J. B. (2019). Analysis of lookout activity in a simulated environment to investigate maritime accidents caused by human error. *Applied Sciences*, 9(1), 1-10. doi:10.3390/app9010004
- Zhan, Y., Xu, F. ve Zhang, Y. (2009, Aralık). *The application of HAZOP analysis on risk assessment of the 10000TEU container ships*. International Asia Symposium on Intelligent Interaction and Affective Computing, 59-62. Wuhan:IEEE. doi:10.1109/ASIA.2009.9
- Zhang, G. ve Thai, V. V. (2016). Expert elicitation and Bayesian Network modeling for shipping accidents: A literature review. *Safety Science*, 87, 53-62. doi:10.1016/j.ssci.2016.03.019
- Ziedelis, S. ve Noel, M. (2011). *Comparative analysis of nuclear event investigation methods, tools and techniques*. European Commission. European Union Joint Research Center (EC/JRC). doi:10.2790/3097
- Qiao, W., Liu, Y., Ma, X. ve Liu, Y. (2020). Human factors analysis for maritime accidents based on a dynamic fuzzy bayesian network. *Risk Analysis*, 40 (5), 957-980. doi:10.1111/risa.13444
- Wang, H., Boulougouris, E., Theotokatos, G., Priftis, A., Shi, G., Dahle, M. and Tolo, E. (2020). Risk assessment of a battery-powered high-speed ferry using formal safety assessment. *Safety*, 6(3),39. doi:10.3390/safety6030039
- Whitaker-Sheppard, D., Kallen, E. and Wendel, T. (1996). *Analysis of the causes of chemical spills from marine transportation or related facilities*. USA Coast Guard Research and Development Center.
- Xie, H. (2001). Risk-Based Approach to maritime safety (Yüksek Lisans Tezi). World Maritime University.