

Yayına Geliş Tarihi: 16-01-2022
Yayına Kabul Tarihi: 26-01-2022
DOI:10.54410/denlojad.1058401

Mersin Üniversitesi
Denizcilik ve Lojistik
Araştırmaları Dergisi
Cilt: 4 Sayı:1 Yıl:2022
Sayfa:1-24
E-ISSN: 2687-6604

Araştırma Makalesi

TANKERLERDE BULUNAN GÖRSEL VE İŞİTSEL ALARMLARIN ZABİTLERE OLAN FAYDALARI

Devran YAZIR¹

ÖZET

Tanker gemileri ile taşınan yükler birbirlerinden farklı teknik özelliklerinin olmasının yanı sıra birçoğu, insan yaşamı ve deniz kirliliği için tehlikeler içermektedir. Bu yüzden bu tür yükler gemilerde bulunan çeşitli güvenlik duvarları ile korunmaktadır. Gemilerde bulunan alarmlar zabıtlar için önemli bir durumsal farkındalık kaynağı oluşturmaktadır. Özellikle tankerlerde kargo operasyonlarına ait otomasyon sistemlerinde güvenlik amaçlı bulunan alarmlar görevli zabiti operasyon esnasında oluşabilecek herhangi bir aksiliği karşı uyarılmaktadır. Zabıtların gemilerde bulunan çeşitli alarmlara karşı olan duyarlılığı birçok kriter ile desteklenmektedir. Alarm konumu, çalma sıklığı, desibeli, rengi anlaşılabilirliği gibi kriterler doğru şekillerde entegre olarak alarmların etkinliğini arttırmakla birlikte otomasyon sistemlere olan güveni de arttırmaktadır. Bu çalışmada, Bulanık Analitik Hiyerarşı Prosesi (BAHP) yöntemi ile gemilerde bulunan alarmların en belirgin özelliklerinin referans alınması ile oluşturulmuş olan beş kriter ve üç farklı alternatif arasında seçim yapılmıştır. Yapılan çalışma ile hangi tip alarmın en faydalı alarm tipi olduğunu saptayarak elde edilen cevabın otomasyon sistemlerin gelişim aşamalarına katkı sağlaması beklenmektedir.

Anahtar kelimeler: Tanker Gemileri, Alarm, Durumsal Farkındalık, Bulanık Analitik Hiyerarşı Prosesi, Denizcilik Sektörü.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Deniz Ulaştırma Mühendisliği Bölümü, Trabzon, Türkiye, orcid.org/0000-0002-6825-8142, dyazir@ktu.edu.tr

"Yapılan bu çalışmaya gösterdiği özveri ve tutumdan dolayı Batuhan KARAYEL'e teşekkür ederim."

THE BENEFITS OF AUDIBLE AND VISUAL ALARMS ON TANKERS FOR OFFICERS

ABSTRACT

The cargoes carried by tanker ships have different technical characteristics from each other on the other hand many of them contain hazards to human life and marine pollution. That is why these cargoes are protected by various safety walls located on the ships. Alarms on ships are an important source of situational awareness for officers. Especially in the automation systems of cargo operations on tankers, alarms for security purposes warn the officers against any mishap that may occur during the operation. The sensitivity of officers to various alarms onboard ships are supported by many criteria. Such as the location, sound frequency, decibel, color clarity of the alarms are integrated in the right ways to increase the effectiveness of them as well as the increase confidence in automation systems. In this study, a choice has been made between five criteria and three different alternatives that were created by referencing the most obvious characteristics of the alarms onboard using the Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP) method. With this study, it is expected that the answer obtained by determining which type of alarm is the most useful alarm type that will contribute to the development stages of automation systems.

Key Words: Tanker Ships, Alarm, Situational Awareness, Fuzzy Analytical Hierarchy Process, Maritime Industry.

1.GİRİŐ

Dnya tanker endstrisinde byk miktarlarda ham petrol trevleri, kimyasal maddeler, LPG ve LNG rnleri tanker gemileri ile deniz yolu vasıtasıyla taşınmaktadır (Arslan, 2009: 157). Tankerler dökme halde sıvı ve gaz formda kargo taşıyabilen, deniz üzerinde hareket edebilen deniz taşıtları olarak adlandırılmaktadır (Papanikolaou, 2016; 285-320). Kendi içlerinde başlıca kimyasal, ham petrol ve gaz tankeri olmak üzere sınıflara ayrılırlar. Özellikle tanker gemilerinde taşınlan yüklerin sahip olduğu navlun değerlerinden dolayı meydana gelebilecek kazaların doğuracağı sonuçların önlenmesi için birçok nlem alınmıştır (Güler, 2014: 99). Alınan önemlerin başlıca sebepleri meydana gelen kazalar sonucunda oluşan maddi kayıplar,

deniz kirliliği ve insan sağlığını etkileyen büyük zararlardır (Altun, 2013: 155). Güvenli bir kargo operasyonu gerçekleştirmek ve oluşabilecek kazaları engellemek için insan faktörü bu açıdan önemli bir rol oynamaktadır (Zhou vd., 2017: 183-191). Özellikle tanker gemilerinde personelden beklenen, görevlerini doğru ve hatasız bir Şekilde yapmalarıdır. Çünkü bu tip gemilerde operasyonun sağlıklı bir Şekilde tamamlanması ve yürütülmesi hayati bir önem taşımaktadır (Arıcı vd., 2020: 10). Ancak hata yapmak insana mahsus olduğu için insan hatalarından kaynaklı çeşitli kazalar oluşmaktadır (Wu vd., 2022: 12). Bu hataları minimize etmek için geliştirilen önlemlerin ilk başında uyarıcı bir sistem olarak gemilerde bulunan alarmlardır. International Maritime Organization (IMO) alarm kavramını yüksek önceliğe sahip bir uyarı olarak, geminin emniyetli bir Şekilde seyrüseferini ve operasyonunu sürdürmek için acil dikkat ve eylem isteyen bir durum olarak tanımlamıştır (IMO, 2009: 4-7).

Günümüzde inşa edilen gemiler, karmaşık bir yapıda gözlem ve kontrol sistemlerine sahip olmasının yanı sıra zabıtlere gelişmiş bir düzeyde teknik ve operasyonel alarm vermektedir. Bu alarmlar geminin emniyetli bir Şekilde seyir yapıp, operasyonunu emniyetli bir Şekilde gerçekleştirmesi için büyük bir öneme sahiptir (Rodseth vd., 2006: 1-10). Bir gemi personelinin her Őeyden önce önemli olan görevi içinde bulunduğu gemiyi güvenli bir Şekilde bir limandan diğer bir limana ulaştırmasıdır (Kamis vd., 2021: 156-174). Gelişmiş köprüüstü ve kargo ekipmanları yüksek düzeyde otomasyon sistemlerine sahip olmasına rağmen bir kullanıcı tarafından yönetilmesi ve anlaşılması gereken sistemlerdir. Çünkü birbirine entegre edilmiş çeşitli sistem ve algılayıcılardan gelen alarm sinyalleri bazı durumlarda alarm kümelenmesini oluşurmaktadır (Toloue ve Jahan, 2018: 10-12). Bu esnada oluşan alarmları anlamak olayın kök analizini yapabilmek önemlidir. Bu yüzden, zabıtın tüm dikkatini, geminin güvenli bir Şekilde seyir yapmasını sağlamaya ve geminin emniyetli seyrini sürdürmesine vermesi gerekmektedir. Bunun için ise eylem ve aksiyon gerektiren herhangi bir anormal durumu derhal tespit etmek için alarmları zabıtlere için anlaşılır hale getiren bir alarm yönetimi gereklidir (Moz ve Baldauf, 2007: 1-6). Çünkü insan unsurunun içinde bulunduğu karmaşık teknik sistemler içindeki rolü, teknolojik ilerlemeyle sürekli olarak dönüştürülmekte ve kendini geliştirmektedir. Bu yüzden kullanıcının alarmla olan uyumu önemlidir (Wu vd., 2021: 1-28). Bilim ve teknolojinin gelişmesi ile modern gemilerin daha fazla işleve sahip olmasına aynı zamanda sistemlerin daha fazla veri toplamasına ve herhangi bir hata da daha fazla alarm vermesine olanak sağlamıştır (Wrbel vd., 2021: 1-17). IMO alarmlarının kullanıcıya gösterim

şekillerini beş farklı gösterim şekli altında toplamıştır. Bunlar; sesli alarm gösterimi, gorsel alarm gösterimi hem sesli hem gorsel alarm gösterimi, gorsel gosterge, olcüm gostergerleridir. Tablo 1' de IMO'ya ait olan alarm tip ve alarm gösterim şekilleri bulunmaktadır.

Tablo 1: Alarm Tip ve Gösterim Şekilleri

(1) Öncelikli alarmların ve göstergelerin kısaltmaları (Abbreviation for priorities and indicators)	
EM	Acil durum alarmı (Emergency alarm)
A	Alarm (Alarm)
W	Uyarı (Warning)
C	Dikkat (Caution)
I	Gösterge (Indication / Indicator)
(2) Öncelikli alarmların ve göstergelerin kısaltmaları (Abbreviation for priorities and indicators)	
AU	Sesli alarm gösterimi (gorsel gösterim yüksek gürültüye sahip alanlarda gerekli olabilir) (Audible alert display (visual may be necessary in high-noise areas))
V	Gorsel alarm gösterimi (visual alert display)
AU, V	Hem sesli hem gorsel alarm gösterimi (Both audible and visual alert display)
VI	Gorsel gosterge (Visual indicator)
MI	Ölçüm göstergesi (Measuring indicator)

Kaynak: IMO, 2009:22

IMO' ya ait Code on Alerts and Indicators adlı kitapta ise gemilerde bulunan belli başlı alarmların tasarımı, konumu ve türü için genel bir rehber oluşturmak için tablo 2'deki gibi tablolar halinde belirtmiştir.

Tablo 2: Alarmların Tasarımı, Konumu, Türü

Konum: köprüüstü – makine dairesi / makine dairesi kontrol odası (Location: navigation bridge- machinery space/ machinery control room)			
IMO yayını (IMO instrument)	İşlev (Function)	Öncelik (Priority)	Gösterim şekli (Display)
SOLAS II-1 29.5.2	Dümen donanımı güç ünitesi güç kesintisi (Steering gear power unit power failure)	A	AU, V
SOLAS II-1 52	Ana makinenin otomatik durması (Automatic shutdown of propulsion machinery)	A	AU, V
Resolution MSC.128 (75), Annex 4.1.2.3, 5.2.3	Köprüüstü seyir vardiyası alarm sisteminin ilk adım sesli alarmı (BNWAS first stage audible alarm)	A	AU
2000 HSC Code 7.7.1.1.4	Yangın tespit sinyali (Fire detection signal)	A	AU
2000 HSC Code 10.2.7.3	Yüksek sıcaklık alarmı-fuel oil ya da çökertme tankı (High temperature alarm-oil fuel or settling tank)	A	V
2000 HSC Code 10.3.12	Boş alan sintine alarmı (Unattended space alarm)	A	V

Kaynak: IMO, 2009: 22-49

Otomasyon sistemlerin bir işlevi olarak ortaya çıkan alarmların gösterim şekli zabitin o alarmı olan tepkisini ve alarmı olan geri dönüş süresini de etkilemektedir. Alarm noktaları doğru konumlara yerleştirildikleri zaman alarmlar uyarıcı olmakta ve alarmların zabitler üzerindeki en belirgin faydası olan durumsal farkındalığı arttırmaktadır (Özkan ve Atik, 2016: 1-27). Alarmların öncelikli amacı, ekipmanların ya da sistemlerin arızalanmasından veya yanlış kullanılmasından kaynaklanan tehlikeyi kabul etmeleri için zabiti bilgilendirmektir. İkinci olarak ekipmanların ya da sistemlerin yanlış kullanımının sonucu olarak ortaya çıkabilecek tehlikenin olasılığı ve ciddiyeti hakkında bilgi sağlar. Üçüncü olarak ise zabiti,

tehlikenin olasılığı ve tehlikeyi ortadan kaldırmak ya da derecesini dūřürmek için gerekli olan tedbir hakkında bilgilendirir. Son olarak zabiti tehlike hissine karşı uyarır. Bu nedenle alarmlar, zabitlerin tehlikeye karşı olan tutum ve davranışlarını etkiler. Bu yüzden gemilerin tasarım aşamasında alarmların zabitlere ya da kullanıcıya karşı olan uyumu da incelenmeli ve ona göre ergonomik tasarımlar yapılmalıdır (Kim vd., 2021: 91-97). Eđer yapılan sistemin tasarımında bir uygunsuzluk ya da içinde bulunulan duruma uygun bir ergonomik tasarıma sahip bir gemi değilse alarm yorgunluğu meydana gelmektedir (Li vd., 2020: 212-232). Örnek olarak liman yaklaşım esnasında ya da dar bir boğaz ve kanal geçişi esnasında alarmların sürekli çalmasđ zabiti rahatsız edebilmektedir. Bu rahatsızlığu ortadan kaldırmak için alarmların neden çaldıklarına bakılmaksızın alarmlar kapatılabilmektedir (Özkan ve Atik, 2016: 1-27). Bu gibi durumlarda alarm yorgunluğunun oluşması oluşan alarma tepki vermeme ile sonuçlanabilir (Kim vd., 2020: 91-97).

Tanker türündeki gemiler için yükleme tahliye operasyonları taşıdığu yükün değer ve çevreye verebilecek zararından ötürü en kritik operasyonlardır (Sharma vd., 2020: 613-619). Gemi limanda ya da açıkta kargo operasyonu veya yakıt alımı sırasında iken herhangi bir dikkatsizlik sonucu oluşabilecek çevre kirliliğu, yangın ve patlama riski içeren kazalar yükleme ve tahliye operasyonlarını kritik hale getirmektedir (Çelik, 2010: 195-203). Oluşabilecek bütün aksilikleri önlemek için otomasyon sistemleri gemilerin seyir ve operasyon sistemlerine eklenmektedir. Otomasyon sistemlerinin sesli ve görsel güvenlik duvarları olduğundan insan hatasını kısıtlayarak kayıpları ve hasarları önlemektedir. Bu duvarlar emniyet açısında bir sıkıntı oluştuğu durumlarda alarm vererek zabiti uyarmaktadır (Altun vd., 2013: 47-58).

Bu çalışmada, uzman görüşleri de alınarak tankerlerde bulunan alarmların kullanıcıya gösterim şekillerinin referans alınması ile üç farklı başlık altında toplayarak, bu alarmları faydalı ve etkin kılan özellikleri ile beş farklı kriter ortaya çıkartılmıştır. Anket sektörde zabiti ve kaptanlık tecrübesine sahip kişilere uygulanmasının yanı sıra staj dolayısı ile gemi tecrübesi olan Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliğu ve Gemi Makineleri İşletme Mühendisliğu öğrencilerine de uygulanmıştır. Katılımcılara sunulan anketlerde beş farklı kriter ve üç farklı alternatifin karşılaştırılması yapılmıştır. Anketler aracılığu ile alınan katılımcı görüşlerine BAHP tekniğu uygulanmıştır. Sonuç olarak ise alternatifler önem sıralarına göre sıralandığında işitsel alarmlar ilk sırada yer almıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde direkt olarak alarm tiplerinin kullanıcı açısından hangisinin en faydalı olduğu konusunda bir çalışma bulunmamakla birlikte daha çok tek bir alarm tipinden, ya da otomasyon sistemlerin, alarmların ve durumsal farkındalığın kullanıcı üzerindeki etkileri veya alarm yönetimi gibi konularda çeşitli yöntemler ile yapılmış kısıtlı sayıda çalışmalar bulunmaktadır.

Yapılan bir çalışmada ticari gemilerde seyir esnasında oluşan alarmların oluşma sıklığı ve alarmlarla bařa çıkabilme yöntemleri hakkında bir çalışma yapılmıştır (Rodseth vd., 2006: 1-10). Çalışmada bir ham petrol tankerine ait yetmiş iki saatlik seyri içerisinde oluşan ve jeneratörün çökmesi sonucu oluşan alarmları toplayarak zabitlerinde görüşleri ile alarmları beř farklı kategori ve gruba ayırmışlardır. Sonuç olarak ilk olayda dikkat edilmesi gerek yüz seksen dört adet alarm, jeneratörün çökmesinde ise iki yüz altı adet dikkat edilmesi gereken alarm bulunmuştur. Çalışmada sonuç olarak olaylarda oluşan alarm kümelenmesi yüzünden kritik veya acil bir durumda ortaya çıkan birden çok alarmın olayın kök analizini yapamamasına sebebiyet verdiği gözlemlenmiştir. Bu duruma çözüm olarak sistemdeki işlevsel entegrasyon eksikliğini gidermek için durum değerlendirme modülü oluşturma çözümü önerilmiştir. Diđer bir çalışmada ise gemi otomasyon sistemlerinin gemi kaptanlarının ve kılavuz kaptanların üzerindeki etkilerini görebilmek için nitel araştırma yöntemlerinden biri olan görüşme ve odak grup çalışması teknikleri kullanılmıştır (Özkan ve Atik, 2016: 1-27). Yapılan çalışmanın sonucu olarak doğru yerlere konulan alarm noktalarının durumsal farkındalık üzerinde olumlu anlamda uyarıcı bir etkisi olduğunu ortaya çıkartmıştır. Ama bazı bölgelerde ya da herhangi bir arıza durumunda alarmın sık sık çalması dikkat dağınıklığına ve alarmları görmemezlikten gelmeye sebep olduğuna da ortaya koymuştur. Bu sonuca bağlı olarak köprüüstü sistemlerinin kullanıcı ya göre tasarlanması otomasyon sistemlerini daha etkili kılacaktır. Diđer bir çalışmada ise potansiyel insansız gemilerin seyir güvenliği üzerindeki etkisini değerlendiren bir literatür oluşturmak için personel eksikliğinin acil bir durumda geminin güvenliği üzerindeki etkisini ve personelin acil durumlarda verdiği tepkiyi değerlendirmek için yüz on dokuz gemiyi içeren yüz adet farklı kaza raporlarının niteliksel analizi yapılmıştır. Çalışmanın gerçekçi ve literatüre katkı sağlaması için meydana gelen kazaların oluşum yerleri gelecekte insansız gemilerin muhtemel çalışacağı alanlardan seçilmiştir (Wróbel vd., 2017: 155-169). Diđer bir çalışmada ise auto-pilot'un arızalanması sonucu ortaya çıkan bir acil durumun zabitler tarafından ne şekilde

değerlendirileceğini görmek için bir araştırma yapılmıştır. Araştırma da farklı yaş gruplarından on iki adet güverte zabiti yer almıştır. Simülasyonda yapılan çalışmada katılımcıların yüzde ellisi arızanın farkına varmamıştır, bu durum ise çalışmada sözü geçen alarmların yeteri kadar etkili olmadığını ve durumsal farkındalık için yeterli bir yarar sağlayamadığını ortaya çıkartmıştır (Pazouki vd., 2018: 397-304). Diğer bir çalışmada gemilerde oluşan anormal ve beklenmedik davranışların tespiti için yöntem olarak gizli markov modeli kullanılmıştır. Anormalliğin nedenlerinden biri olan hız ve konum parametreleri ile ilgili çalışmalar incelenmiştir, çok fazla yanlış alarm oluşması ise ana nedenlerden biri olarak gösterilmiştir (Toloue ve Jahan, 2018: 10-12). Diğer bir çalışmada otonom bir geminin tasarım aşamasına katkı sağlaması için gemilerde dikkat edilmesi gereken, tehlike analiz ve yönetimini ele alan bir çalışma oluşturulmuştur. Bu alışma Finlandiya'nın Turku Őehrinde bulunan iki otonom geminin üzerinden yapılmıştır. Çalışma, tehlikelerin analizini detaylandırmak, tanımlanan tehlikeleri azaltmak ve tehlikeleri önlemek için gereken çeşitli adımlardan oluşmuştur (Banda vd., 2019: 1-16). Diğer bir çalışma da 2017 ve 2018 yılları arasında kprst alarmlarının zabitler üzerinde olan etkisini araştırmak için Londra'da bulunan Royal Holloway Universitesi Psikoloji Bölümü ile Shipowner club geniş çapta dağıtılan bir anket düzenledi. Ankete katılan kişiler gemilerde çalışmış olan güverte zabitlerini, kaptanları ve pilotları kapsamaktadır. Katılımcıların hepsi farklı tip gemilerde çalışmış kişilerden oluşmaktadır. Ankette nadiren oluşan yanlış alarmların gemide problem olup olmadığını ve oluşan alarmlar kendi içlerinde gemi personelini acil durumlara karşı uyarmak için bir önem sırasına sokuluyor mu soruları sorulmuştur. Daha sonra katılımcılardan alarmlar ve onlara olan bilinirlikleri ile ilgili yorum yapmaları istenmiş. Sonuç olarak %85'i alarmları algılayıp ayırt edebildiklerini %50'si ise alarmların formatı ile ilgili sıkıntılar olduğunu, alarmların aynı tonda olduğu ve ayırt edici faktörlerin bulunmadığını söylenmiştir. Başka bir çalışmada VLCC ve Suezmax tip tankerlerde bulunan speed log cihazında oluşan arıza tespit sistemi incelenmiştir (Lajic vd., 2019: 331-338). Çalışmada konvansiyonel bir sisteme sahip olan speed log cihazının hata toleranslı bir sisteme dönüşmesi için öneride bulunulmuştur. Başka bir çalışmada ECDIS ve seyir ile alakalı bazı alarmların vardiya süresince alarmların sık sık alması ya da sesi sebebi ile kapatıldığı ve görmezden gelindiği konusu üzerinde durulmuştur. Buna bağlı olarak çalışmada alarmların teknik özelliklerinin zabitler üzerindeki olumlu ve olumsuz etkilerinin saptanmasının yanı sıra alarm türlerine göre zabitlerin alarmlara olan tepki süreleri lmlmştr. Çalışmada sonuç olarak alarm yorgunluğunu önlemek için ve tepki süresini azaltıp hemen müdahale sağlamak için seyir ve ECDIS sistemi için doğrudan

ilgili alarmı içeren yeni bir alarm seti ve tipi önerilmiştir (Kim vd., 2020: 91-97). Başka bir çalışmada Entegre Platform Kontrol ve İzleme Sistemi'nin gemi personeli üzerindeki etkisi ve bu kullanıma etki eden faktörler incelenmiştir. Bu araştırma için Türkiye'de bulunan iki yüz kırk yedi adet gemi adamına anket uygulanmış ve araştırma sonucu ortaya çıkan verilerin SPSS 25 programı ile analizi yapılmıştır. Araştırma sonucu birbirlerine entegre olmuş sistemlerin kullanıcı için yararlı ve olumlu bir etki bıraktığını ve alarm gibi tetikleyici sistemlerin ise durumsal farkındalığı olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir (zcan, 2020: 117). Başka bir çalışmada karaya oturma ile sonuçlanan gemi kazalarında ECDIS'in rol oynanıp oynamadığını saptamak için gemilerin güvenli seyrine ilişkin bir değerlendirme yapılmıştır. Çalışmada 2008 ve 2018 yıllarında oluşan toplam seksen adet kaza raporu analiz edilmiştir. Kazalar kendi içerinde gruplandırılarak ECDIS ve ENC ile ilgili yirmi iki kaza 4M Overturned Pyramid ile yeniden analiz edilerek kazaların özellikleri ve sebepleri belirlenmiştir (Turna ve ztrk, 2020: 792-803). Sonuç olarak ise gemi seyri için önemli olan ECDIS cihazının daha verimli kullanılması için öneriler verilmiştir. Başka bir çalışmada Kasım 2008 ve Ekim 2018 yılları arasında oluşan deniz kazalarının hata ağacı yöntemi ile analizi yapılmıştır (Tunçel, 2020: 136). Yapılan analizde dökme yük ve genel kargo gemilerinde oluşan kazalar ele alınmıştır. Yapılan analizde sonuç olarak kazalara neden olan en önemli hatanın COLREG kurallarının hatalı yorumlanması olduğunu ve kpryсті kaynak yönetiminde oluşan iletişim eksikliğinin de deniz kazalarına yol açtığı sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan başka bir çalışmada yetişilen bir geminin ele alınmasıyla COLREG kuralları ile uyumlu bir sistemin gelişimi için çalışma yapılmıştır (Du vd., 2020: 1-20). Çalışmada çeşitli senaryolar ile yetişilen geminin çatışma durumunda ya da riskinde COLREG'e göre yükümlü olduğu şartlar sayısallaştırılmış ve yeni bir çatışmayı nleme sistemi önerilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada otonom sistemlerin kullanıcı ile olan bağlantısını ve bu sistemlerin bağımsız ya da yarı bağımlı şekilde uygulanırsa ortaya çıkabilecek olan sorunlar incelenmiştir (Tam vd., 2021: 51-66). Otonom sistemlerin gelişmesi ve büyümesi durumunda insan unsurunun aşamalı olarak kalkabilme ihtimali ve otonom sistemlere duyulan güven konusu üzerinde durulmuştur. Başka bir çalışmada kimyasal tanker gemilerinde çalışma esnasında oluşabilen inert gaz zehirlenmesinin analizi yapılmıştır. Çalışmada inert gaz zehirlenmesini bir olasılıksal risk kabul ederek, çalışmada Bayes ağı ve bulanık mantık yöntemlerin kullanarak bir olasılıksal risk analizi yapılmıştır (Aydın vd., 2021: 532-542). Sonuç olarak yapılan çalışmanın amacı bu konu hakkında eksik kalan literatüre yeni bir kaynak

olmasının yanı sıra armatörlere ve deniz iş güvenliği uzmanlarına bu konu hakkında bilgi vermektir.

Literatür incelenmesi yapıldığında tek bir alarm tipinin etkisi ya da alarmların durumsal farkındalığa etkileri çeşitli yöntem ve tarzlarda ele alınmıştır. Bu çalışmada ise gemilerde farklı tipte bulunan alarmların hangisinin durumsal farkındalığa artırma yönünde etkili olduğunu ve bununla birlikte kullanıcıların alarmlara olan tepki süresini azaltmaya fayda sağlayan alarm tipini bulmak amaçlanmıştır. Bu amaçlar ışığında hazırlanan anket katılımcılara uygulanarak en faydalı alarm tipinin tespiti yapılmıştır.

3. MATERYAL VE METOD

Yapılan çalışmada tankerlerde bulunan alarmları en belirgin özellikleri ile üç farklı başlığa ayrılmıştır. Bu farklı türdeki alarmları ise kendi içlerinde ortak ve has özelliklerinin belirlenmesi ile beş farklı kriter oluşturulmuştur. Çalışma için oluşturulan anket denizcilik sektöründe halihazırda çalışan ve denizcilik okullarında eğitimine devam eden staj için gemiye çıkmış üniversite öğrencileri üzerinde uygulanmıştır. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden BAHF yöntemi kullanılarak, en faydalı alarm tipinin seçimi yapılmıştır. Yapılan ankete katılan katılımcı profilleri Tablo 3'te verilmiştir. Ankete toplamda otuz beş kişi katılmıştır. Üç anket verilen eksik cevap yüzünden çalışmadan çıkarılmış toplam otuz iki katılımcının verdiği cevaplar dikkate alınmıştır.

Tablo 3: Katılımcı Profilleri

KATILIMCI YETERLİLİĞİ	ÇALIŐTIĞI GEMİ TİPİ	ÖĞRENİM DURUMU	MESLEKTE TECRÜBESİ
Güverte Stajyeri	Tanker	Lisans	0-3
Güverte Stajyeri	Ro-Ro	Lisans	0-3
Üçüncü Mühendis	Tanker	Lisans	3-6
Makine Stajyeri	Tanker	Lisans	6-9
İkinci Zabit	Tanker	Lisans	2-3
Makine Stajyeri	Tanker	Lisans	0-1
Güverte Stajyeri	Tanker	Lisans	0-1
İkinci Zabit	Tanker	Lisans	2-3
Güverte Stajyeri	Tanker, Ro-Ro	Lisans	3-6
Güverte Stajyeri	Kuruyük, Tanker	Lisans	1-2
İkinci Zabit	Kuruyük	Lisans	0-1
Güverte Stajyeri	Kuruyük	Lisans	1-2
Güverte Stajyeri	Tanker	Lisans	0-1
Güverte Stajyeri	Tanker	Lisans	0-1
İkinci Zabit	Tanker	Lisans	2-3
Üçüncü Zabit	Kuruyük, Askeri Gemi	Lisans	9-12
İkinci Zabit	Tanker	Lisans	3-6
Birinci Zabit	Tanker	Lisans	9-12
Birinci Zabit	Tanker	Lisans	6-9
Güverte Stajyeri	Kuruyük, Konteyner	Lisans	0-1
Üçüncü Zabit	Tanker	Lisans	3-6
Birinci Zabit	Tanker	Lisans	3-6
Üçüncü Zabit	Tanker	Lisans	2-3
Üçüncü Zabit	Kuruyük, Tanker	Lisans	1-2
Üçüncü Zabit	Tanker, Ro-Ro	Lisans	1-2
Birinci Zabit	Tanker, Konteyner	Lisans	9-12
Birinci Zabit	Kuruyük, Tanker	Lisans	9-12
İkinci Zabit	Tanker, Ro-Ro	Lisans	2-3
İkinci Zabit	Tanker, Konteyner	Lisans	3-6
Kaptan	Kuruyük, Tanker	Lisans	9-12
Birinci Zabit	Tanker	Lisans	9-12
İkinci Mühendis	Tanker	Lisans	6-9

3.1 Bulanık Analitik Hiyerarşı Prosesi (BAHP)

Çok ölçütlü karar verme problemlerinde ilk akla gelen çözüm olan AHP yönteminin belirtilen durumlarda olasılıkların ve değişkenlerin artması sonucunda çözüm olarak tam anlamı ile doğru sonuçlar ortaya çıkartmadığı ortaya koyulmuştur (Kargın, 2010: 195-216). Bu nedenle yapılan işlemin daha doğru sonuçlar vermesi için bulanık mantık ile AHP'nin birleştirilmesi sonucu bulanık analitik hiyerarşı prosesi ortaya konulmuştur (Acıpınar, 2018: 131). BAHP'nin AHP'ye göre en belirgin üstünlüğü BAHP'de kullanılan bulanık sayıların gerçek değerlere göre bireylerin kararlarının belirli kriter ve alternatifler karşısında daha açık bir şekilde göz önüne çıkartmasıdır (Denizhan, 2017: 63-78). Tablo 6'da gösterilen üçgensel bulanık sayılara göre oluşturulan ara değerlerden oluşan değerlendirmeler yapılarak daha güvenilir sonuçlar ortaya konmaktadır.

Tablo 4: Üçgensel Bulanık Sayılar

GERÇEK SAYI	ÜÇGENSEL BULANIK SAYI	ÜÇGENSEL BULANIK SAYILARIN TERSİ
1	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
2	(1, 2, 3)	(1/3, 1/2, 1)
3	(2, 3, 4)	(1/4, 1/3, 1/2)
4	(3, 4, 5)	(1/5, 1/4, 1/3)
5	(4, 5, 6)	(1/6, 1/5, 1/4)
6	(5, 6, 7)	(1/7, 1/6, 1/5)
7	(6, 7, 8)	(1/8, 1/7, 1/6)
8	(7, 8, 9)	(1/9, 1/8, 1/7)
9	(8, 9, 9)	(1/9, 1/9, 1/8)

Kaynak: Chan ve Kumar, 2007: 42

3.2 Buckley Yaklaşımı (1985)

Buckley bu yaklaşımda bulanık ağırlıkları ve performans skorlarını ortaya çıkarabilmek için geometrik toplama metodunu kullanmıştır (Yacan, 2016: 77). Bu metodun kullanılma amacı bulanık durumların rahatlıkla genelleştirilmesi ve karşılaştırma matrislerinde tek çözüm elde edebilmektir (Dayanandan ve Kalimuthu, 2018: 1-14). Geometrik ortalama metodu ile birden çok katılımcının olduğu anket sonuçlarını tek bir matrise indirgenmesini sağlar.

3.2.1 Buckley Yaklaşım Algoritması ve Çözüm Basamakları

\tilde{A}^k katılımcılara ait karar matrisleri olmak şartı ile Tablo 4'te yer alan üçgensel bulanık sayılara göre hazırlanır (Özdemir vd., 2018: 1-6).

$$\tilde{A}^k = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{A}_{12} & \dots & \tilde{A}_{1m} \\ \tilde{A}_{21} & 1 & \dots & \tilde{A}_{2m} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \tilde{A}_{m1} & \tilde{A}_{m2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Ardından katılımcıların cevapları sonucu elde edilen tüm veriler aşağıda verilen ağırlıklı ortalama formülü ile derlenir

$$\tilde{A}_{xy} = \frac{Z_1 A_{xy}^1 + Z_2 A_{xy}^2 + \dots + Z_k A_{xy}^k}{Z_1 + Z_2 + \dots + Z_k} \quad (2)$$

Eşitlik 2'de bulunan \tilde{A}_{xy} kriter x ve y'nin birbirleri arasındaki karşılaştırma değeridir. Z_k değeri ise k katılımcısına ait olan ağırlık değeridir. A_{xy}^k x ve y kriterlerine karşılık gelen katılımcılara ait olan değerlendirmelerin karşılaştırma değeridir. Ardından karar matrisi aşağıda bulunan matristeki gibi gösterilir.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{A}_{12} & \dots & \tilde{A}_{1m} \\ \tilde{A}_{21} & 1 & \dots & \tilde{A}_{2m} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \tilde{A}_{m1} & \tilde{A}_{m2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Karar matrislerini oluşturduktan sonra her bir katılımcıya ait olan kriter ağırlıkları geometrik toplama yöntemi ile teke indirgenir.

$$b_i = (a_{i1} \otimes a_{i2} \otimes \dots \otimes a_{in})^{1/n} \quad (4)$$

eşitliği bunun için kullanılır. Bu eşitlikte n toplam kriter sayısını temsil etmektedir, a_{in} i ve n kriteri arasında oluşan bulanık karşılaştırma değeridir.

b_i ise karşılaştırılan tüm kriterlerin geometrik ortalamasıdır. Her bir kriterin bulanık ağırlıkları ise,

$$w_i = b_i \otimes (b_1 + b_2 + \dots + b_n)^{-1} \quad (5)$$

eşitliği ile hesaplanır. Daha sonra bulanık sayıların karşılık geldiği mutlak değerlere dőnőřtőrőlmesi ve tüm kriterler arasındaki bağıl aralıkların hesaplanması gerekir.

$$B = \frac{b_1 + b_2 + b_3}{3} \quad (6)$$

Elde edilen değerlerin daha iyi değerlendirilebilmesi için normalizasyon işlemi uygulanır.

$$(W_i^R)^N = \frac{w_i^N}{\sum_{i=1}^n w_i^N} \quad (7)$$

$(W_i^R)^N$ her bir kritere ait normalize ait ağırlıklardır n ise kriterlerin toplam sayısıdır. Alt kriterlerin birbirleri arasındaki ۆnem derecelerini gۆrmek için bağıl bulanık ağırlıklar ve bağıl mutlak ağırlıklar hesaplanır.

$$(W_i^R)^{SN} = (W)^N \otimes (W_i)^{SN} \quad (8)$$

$$(W_i^R)^{SN} = (W^R)^N \otimes (W_i^R)^{SN} \quad (9)$$

Denklem 21'de $(W_i^R)^{SN}$ i alt kriterlerin bağıl bulanık ağırlıklarını, $(W^R)^N$ kriterleri içeren normalize edilmiş ağırlıkları $(W_i^R)^{SN}$ ise alt kriterlerin normalize mutlak ağırlıklarını ifade eder.

4. UYGULAMA

Çalışma, sektörde zabıt ve kaptanlık tecrőbesine sahip kişilere uygulanmasının yanı sıra staj dolayısı ile gemi tecrőbesi olan Deniz Ulaştırma İşletme Mőhendisliđi ve Gemi Makineleri İşletme Mőhendisliđi ۆđrencilerine de uygulanmıştır. Katılımcıların ankette bulunan ikili karşılaştırmalar için verdikleri seçim kararları Bulanık AHP metodu ile değerlendirilmiş ve belirlenen ağırlıkların yőzde ۆnemlerine ulaşılmıştır.

Elektronik ortamda yapılan ve otuz iki kişiye uygulanan anket sonuçları referans alınarak tutarlılık oranları hesaplanmıştır. Tutarlılık oranı 0.10'dan küçük olan otuz iki adet anket sonucu referans alınmıştır. Oluşturulan ikili karşılaştırmalar geometrik toplama yöntemi ile teke indirgenmiştir.

4.1 Alternatifler

Katılımcılara uygulanmış olan ankette tankerlerde bulunan alarmları en belirgin özelliklerine göre ayırıp üç farklı alternatif belirlenmiştir. Özellikle bu aşamada çalışmanın katılımcılar tarafından anlaşılır olması için alarm tasarımları için ortak bir rehber olarak gösterilen IMO'ya ait olan Code on Alerts and Indicators, (2009) adlı kitaptan yararlanılmıştır. Belirlenen üç alternatif aşağıdaki gibidir.

- İşitsel alarmlar
- Görsel alarmlar
- İşitsel ve görsel alarmlar

Belirlenen alternatiflerin birbirleri arasında fiziksel, tekniksel ve kullanıldıkları yere göre farklılıklar bulunmaktadır. Görsel alarmlar farklı renkte, farklı çakma sıklığı ile ve farklı ışık şiddeti ile kullanıcının dikkatini çekmeyi amaçlar (Audry ve Garcia, 2019: 1-5). Gemilerde özellikle çok gürültülü çalışma alanlarında işitsel alarmlara yardımcı uyarı sistem olarak bulunur (IMO, 2009: 11) İşitsel alarmlar ise kullanıcıyı duyma duyusu ile harekete geçiren alarmlardır (Edworthy vd., 2018: 1-18). Oluşan sesli alarmın ilgili tüm alanlarda duyulabilir ve kolayca ayırt edilebilir olmalıdır (IMO, 2009: 9-10). İşitsel ve görsel alarmlar ise hem birbirlerine entegre edilmiş bir uyarı sistemi olarak hem de birbirlerinin yedeğı olan bir uyarı sistemi olarak karşımıza çıkar. Örnek olarak tankerlerde önemli bir alarm olan yüksek seviye alarmı hem sesli hem de görsel olarak uyarı vererek kullanıcıyı her iki şekilde de uyarmaktadır (Adamopoulos vd., 2021).

4.2 Kriterler

Anket sorularının hazırlık aşamasında belirlenmiş olan alternatiflerin ortak ve has özellikleri sektörde belli bir süre hizmet vermiş uzman kişilerinde görüşleri alınarak kriterler belirlenmiştir. Gemide bulunan bir alarmların hangi özelliğı onu daha faydalı kılar sorusuna takiben aşağıdaki

kriterlerin belirlenmesi kararlaştırılmıştır. Toplamda beş adet kriter belirlenmiştir.

- Alarm konumu (K1)
- Alarm anlaşılabilirliği (K2)
- Alarm sıklığı (K3)
- Alarm desibeli (K4)
- Alarm rengi (K5)

Oluşturulan kriterlerin her bir alternatifine ait, ortak veya sadece onlara özgü olan değerlerdir. Öncelikle alarm konumu kriteri alarmin konumlandırıldığı yerin direkt ilgili kişiye ulaşması açısından önemlidir. Bir geminin makine dairesi gün içinde insansız bırakılabilir (Sun, 2006: 1-15). Bu periyotlarda oluşan alarmin makine zabitlerinin kamaralarında bulunan ya da zabitin salonlarında bulunan alarm panolarında gözükmesi ilgilinin alarmdan haberdar olmasına ve direkt olarak müdahale etmesine olanak tanır. Alarm anlaşılabilirliği kriteri alarma olan tepki süresini düşürmeye yarayan bir kriterdir. Örnek olarak gemilerde yangın alarminin evrensel bir gösterim şekli olan sürekli ikaz şeklinde kullanıcıya gösterilmektedir. Bu alarmin duyulması ile gemi personeli alarmin yangın alarmı olduğunu ve gemide bulunan o anki durum hakkında bilgi sahibi olabilir (Simon vd., 2021: 1-9). Gemi alarmların bu tip kodlamalara sahip olmasının tepki süresine ve durumsal farkındalığa olumlu bir etkisi söz konusudur. Alarm sıklığı kriteri oluşan bir alarmin tekrar tekrar oluşması ya da art arda farklı alarmların yaptığı kümelenmedir. Alarm sıklığının aşırıya kaçması zabitler üzerin alarm yorgunluğunu oluşurmaktadır (Li vd., 2020: 212-232). Alarm desibeli işitsel alarmlara özgü olan bir kriterdir. Alarmların desibeli uygun seviyede olursa alarm ilgili ortamda rahatça duyulup anlaşılabilir. Alarm rengi ise sadece görsel alarmlara özgü bir kriterdir. Alarmin rengi çeşitli kodlamalara sahiptir. Genellikle sistemden sisteme değişen ve sistemin kendine özgü olan bu renk kodlamaları görüldüğünde direkt olarak kullanıcıya olayın önem derecesi hakkında bilgi verir. Örnek olarak ECDIS'te CPA (Closest Point of Approach) alarminin kırmızı renkte olması geminin emniyetli seyrine ilişkin acil müdahale gerektiren olumsuz bir unsur olarak algılanır. Tablo 5 'te katılımcılara uygulanmış olan anketin sonuçlarına dayanarak ikili kriter karşılaştırmalarının geometrik ortalaması verilmiştir.

Tablo 5: Kriterlerin İkili Karşılaştırma Sonuçlarının Geometrik Ortalaması

	K1	K2	K3	K4	K5
K1	1,00	0,76	1,75	1,79	2,57
K2	1,32	1,00	3,16	1,69	3,71
K3	0,57	0,32	1,00	0,97	3,06
K4	0,56	0,59	1,03	1,00	2,52
K5	0,39	0,27	0,33	0,40	1,00

Bulanık AHP tekniğinde kullanılmak üzere cevap olarak verilen gerçek sayıları Tablo 4'te ki değerler referans alınarak üçgensel bulanık sayılara dönüştürülmüştür. Tablo 6'da BAHP için oluşturulan kriterlerin ikili karşılaştırmalarının geometrik ortalamaları verilmiştir.

Tablo 6: Kriterlerin İkili Karşılaştırmalarının Geometrik Ortalaması

	K1			K2			K3			K4			K5		
K1				0,611	0,758	0,97	1,355	1,748	2,206	1,484	1,786	2,114	2,087	2,567	3,082
K2	1,031	1,319	1,638				2,499	3,159	3,803	1,49	1,73	2,001	3,095	3,715	4,275
K3	0,453	0,572	0,738	0,263	0,317	0,4				0,806	1,011	1,222	2,477	3,002	3,548
K4	0,473	0,56	0,674	0,5	0,578	0,671	0,818	0,989	1,241				2,092	2,472	2,835
K5	0,324	0,39	0,479	0,234	0,269	0,404	0,282	0,333	0,404	0,353	0,404	0,478			

Tablo 7 ve 8'de alternatiflerin kriterlere göre karşılaştırılmasının sonucu olarak elde edilen geometrik ortalamalar verilmiştir. Tablo 8'deki değerler BAHP için anket sonuçları üçgensel bulanık sayılara dönüştürülmüştür.

Tablo 7: Alternatiflerin Kriterlere Göre Karşılaştırılma Sonuçlarının Geometrik Ortalaması

	K1 ALARM KONUMU İÇİN			K2 ALARM ANLAŐILIRLIĐI İÇİN			K3 ALARM SIKLIĞI İÇİN			K4 ALARM DESİBELİ İÇİN			K5 ALARM RENGİ İÇİN						
	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3				
A1		0,70	0,61	A1		1,46	1,07	A1		1,64	1,01	A1		2,85	2,29	A1		0,37	0,31
A2	1,43		1,22	A2	0,68		1,09	A2	0,61		0,85	A2	0,35		0,41	A2	2,74		2,00
A3	1,64	0,82		A3	0,93	0,91		A3	0,99	1,18		A3	0,44	2,42		A3	3,25	0,50	

Tablo 8: Alternatiflerin Kriterlere Gre Karşılaştırmalarının Geometrik Ortalamaları

K1										K2								
A1			A2			A3				A1			A2			A3		
A1			0,6	0,7	0,84	0,53	0,62	0,74	A1			1,39	1,62	1,87	1,04	1,19	1,34	
A2	1,19	1	1,65			1,12	1,35	1,61	A2	0,54	0,62	0,72			1,06	1,21	1,37	
A3	1,35	2	1,87	0,62	0,74	0,89			A3	0,75	0,84	0,96	0,73	0,82	0,95			
K3										K4								
A1			A2			A3				A1			A2			A3		
A1			1,37	1,7	2,02	0,89	1,06	1,3	A1			2,88	3,27	3,54	2,06	2,46	2,78	
A2	0,49	1	0,73			0,77	0,89	1,06	A2	0,28	0,31	0,35			0,39	0,41	0,46	
A3	0,77	1	1,12	0,94	1,12	1,29			A3	0,36	0,41	0,49	2,17	2,42	2,56			
K5																		
A1			A2			A3												
A1			0,34	0,37	0,42	0,28	0,31	0,36										
A2	2,39	2,74	2,91							1,73	2,19	2,66						
A3	2,79	3,25	3,56	0,38	0,46	0,58												

4.3 BAHP İLE HESAPLAMA

BAHP Buckley (1985) yöntemini kullanmak amacı ile elde edilen cevaplar üçgensel bulanık sayılara dnştrlmştir. Ardından birden çok katılımcıya ait cevapları teke indirgemek için dönüştürülen üçgensel bulanık sayıların geometrik ortalaması alınmıştır. Ardından gerekli işlemeler uygulanarak en faydalı alternatif, işitsel alarmlar olarak elde edilmiştir. Oluşturulan alternatiflerin önem sırası tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9: BAHP Buckley alternatiflerin öncelik değerleri.

Alternatifler	önem derecesi	Yüzdesi (%)	Seçim sıralaması
İşitsel alarmlar	0,373985	37,399%	1
Görsel alarmlar	0,312978	31,298%	3
İşitsel ve görsel alarmlar	0,313037	31,304%	2

Sonuç olarak ağırlıklara bakıldığında, “İşitsel Alarmlar” adlı alternatif 0,373985 ağırlık değeri ile en faydalı alternatif olduğu anlaşılmıştır. “Görsel alarmlar” ve “İşitsel ve görsel alarmlar” adlı alternatifler birbirlerine çok yakın ağırlıklarda çıksalar da katılımcılar “İşitsel ve görsel alarmlar” adlı alternatif daha faydalı görmüşlerdir. Katılımcılar için ise “Görsel alarmlar” adlı alternatif en az yarara sahip alternatif olmuştur.

5. TARTIşMA VE SONUÇLAR

Günümüzde yapılan araştırmalar deniz kazalarının%90'dan daha fazlasının insan hatası olduğuna işaret etmektedir (Pense, 2018: 72-86). İnsan kaynaklı kazaların oluşma sebepleri arasında oluşan alarm yanıt vermeme, ya da alarm yorgunluğundan ötürü olayın kök analizini yapamama gösterilebilir. Bu çalışmada insan hatalarını ortadan kaldırmak için gerekli olan güvenlik duvarlarının türleri ve etkinlikleri hakkında bilgi vererek aralarından hangisinin en etkili olduğu konusu incelenmiştir. Denizcilik sektöründe kullanılan otomasyon sistemler git gide daha da gelişmiş bir hal almaktadır. Otonom sistemlerin gelişim aşamasında durumsal farkındalığı arttırmaya yönelik ergonomik tasarımları yapmak amacı ile şirketler kullanıcı tarafından hangi sistemin en etkili ve güvenilir sistem olduğunu bilmesi bu açıdan önemlidir. Bu yüzden önemli olan yapılan ya da yapılacak olan sistemin kullanıcıya olan uygunluğunu tartışmak gerekmektedir.

Tankerlerde taşınan yükün önemi, o yükün değerinden ve tekniksel özelliklerinden ötürü oldukça değerlidir. Özellikle herhangi bir aksilikte ciddi anlamda çevreye ve insan sağına zarar verebilir. Günümüzde hem bu aksiliklerin önüne geçilmesi için hem de yapılan operasyonu emniyete almak için çeşitli uyarıcı ve izleyici sistemlerin yapıldığı görülmektedir. Bu sistemleri daha etkili kılmak için gereken bilgiler sistemlerin yapım sürecinde kullanıcılardan toplanan bilgiler sayesinde toplanabilir. 2017 ve 2018 yılları arasında yapılan bir çalışmada köprüüstü alarmların zabıtlar üzerinde olan etkisini araştırmak için Londra'da bulunan Royal Holloway Üniversitesi Psikoloji Bölümü ile Shipowner club taraflarından hazırlanan bir anket çalışması yürütülmüştür. Ankette gemide bulunan alarmları gösterim şekillerine göre ayırmadan gemilerde bulunan alarmların kolayca tespit edilip edilemediğini, oluşan yanlış alarmın bir problem olup olmadığını ve oluşan alarmların kapatılıp kapatılmadığına dair sorular içermektedir. Başka bir çalışmada ise sadece işitsel alarmları ele alarak işitsel alarmların daha ergonomik bir hale gelmesi için gerekli olan veriler hakkında bir çalışma yapılmıştır (Edworthy vd., 2021). Aynı zamanda işitsel alarmların daha etkin bir hale getirilmesi için önerilerde bulunulmuştur. Bu yapılan çalışmada ise alarmları gösterim şekillerin ayırarak oluşturulan üç alternatifin kriterler altında karşılaştırılması sonucu hangi alarm tipinin en faydalı alarm tipi olduğunu saptanmıştır.

Bu çalışma, BAHP yöntemini kullanarak tankerlerde bulunan alarm tiplerinin hangisinin en faydalı tip olduğunu saptayarak, gemilerde bulunan

uyarıcı sistemlerin değiştirilmesi ya da geliştirilmesi konusuna bir öneride bulunmaktadır. Katılımcılar tarafından gerçek sayılar üzerinden verilen cevaplar daha detaylı ve doğru bir değerlendirme yapabilmek için bulanık sayı mantığı kullanılarak karşılaştırılmıştır. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden BAHP (Buckley yaklaşımı, 1985) tekniği kullanılarak kriterler ve her bir kritere göre alternatifler karşılaştırılmıştır. Alternatifler önem derecesine göre sıralandıktan sonra en faydalı alternatif işitsel alarmlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapılan bu çalışma ile elde edilen cevabın otomasyon sistemlerin gelişim aşamalarına ve gemide bulunan uyarı sistemlerin gelişimine katkı sağlanması düşünölmektedir.

KAYNAKÇA

- Acıpinar, E. (2018). *Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Tabanlı Kurumsal Karne Metodolojisi ve Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Adamopoulos, N. (2021, Nisan). Risk Management of Tank Overflow on Tankers Carrying Multiple Grades of Crude Oil. In *SNAME 7th International Symposium on Ship Operations, Management and Economics*.
- Altun, M. H. A. (2013). *Ham Petrol Tankerlerinde Ham Petrolle Tank Yıkamasının (COW) Emniyetli Optimizasyonu*, Doktora Tezi İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Altun, M. H. A., iek, i. ve Bilici, A. (2013). Tankerlerde Yükleme-Tahliye Operasyon Sisteminin Otomasyonu. *Journal of ETA Maritime Science. Journal of ETA Maritime Science Vol, 1(2)*, 47-58.
- Arıcı, S. S., Akyüz, 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*, 107960.
- Arslan, Ö. (2009). *Kimyasal Tanker İşletmeciliği İçin Stratejik Yönetim*, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Audry, E., ve Garcia, J. (2019). Towards congruent cross-modal audio-visual alarms for supervision tasks. In *International Workshop on Haptic and Audio Interaction Design-HAID2019*. Lille, France.
- Aydın, M., Arıcı, S. S., Akyüz, E., ve Arslan, O. (2021). A probabilistic risk assessment for asphyxiation during gas inerting process in chemical

- tanker ship. *Process Safety and Environmental Protection*, 155, 532-542.
- Banda, O. A. V., Kannos, S., Goerlandt, F., van Gelder, P. H., Bergström, M. ve Kujala, P. (2019). A Systemic Hazard Analysis and Management Process for the Concept Design Phase of an Autonomous Vessel. *Reliability Engineering & System Safety*, 191, 106584.
- Celik, M. (2010). Enhancement of Occupational Health and Safety Requirements in Chemical Tanker Operations: The Case of Cargo Explosion. *Safety Science*, 48 195-203.
- Chan, F. T. S. ve Kumar, N. (2007). *Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP based approach*. *Omega*, 35 (4), 417-431.
- Dayanandan, U. ve Kalimuthu, V. (2018). *Software architectural quality assessment model for security analysis using fuzzy analytical hierarchy process (FAHP) method*. *3D Research*, 9(3), 1-14.
- Denizhan, B., Yalçın, A. Y. ve Berber, Ş. (2017). Analitik Hiyerarşi Proses ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Proses Yöntemleri Kullanılarak Yeşil Tedarikçi Seçimi Uygulaması. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(1), 63-78.
- Du, L., Banda, O. A. V., Goerlandt, F., Huang, Y. ve Kujala, P. (2020). A COLREG-compliant ship collision alert system for stand-on vessels. *Ocean Engineering*, 218, 107866.
- Edworthy, J., Reed, D., Wessel, C. ve Lawrence, L. (2021). Ergonomic auditory alarm signals for the oil and chemical processing industry. *IIEE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors*, 1-18.
- Edworthy, J., Reid, S., Peel, K., Lock, S., Williams, J., Newbury, C., ... ve Farrington, M. (2018). The impact of workload on the ability to localize audible alarms. *Applied ergonomics*, 72, 88-93.
- Güler, A. (2014). *Gemi Bakım Onarım Sektöründe Risk Envanteri Oluşturulması Tanker Gemileri*, Uzmanlık Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği, Ankara.
- International Maritime Organization (IMO), 2010. *Code on Alerts and Indicators, 2009*.
- Kamis, A. S., Fuad, A. F. A., Ashaari, A., Noor, C. W. M. ve Ali, S. A. (2021). Development of wop mathematical model for optimum track-keeping. A ship simulation study using VLCC, focusing on hard over rudder turning circle with three stages of validation analysis. *Polish Maritime Research*, 28(3), 156-174.

- Kargın, M. (2010). Bulanık Analitik Hiyerarşı Süreci ve İdeal Çözümeye Yakınlığa Göre Sıralama Yapma Yöntemleri ile Tekstil Sektöründe Finansal Performans Ölçümü. *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 195-216.
- Kim, B. S., Woo, Y. T., Yu, Y. H. ve Hwang, H. G. (2021). Fundamental Research for Video-Integrated Collision Prediction and Fall Detection System to Support Navigation Safety of Vessels. *Journal of Ocean Engineering and Technology*, 35(1), 91-97.
- Lajic, Z., Senteris, A., Filippopoulos, I. ve Pearson, M. (2019, November). Transformation of Vessel Performance System into Fault-tolerant System-Example of Fault Detection on Speed Log. In *2019 4th International Conference on System Reliability and Safety (ICSRS)* (pp. 331-338).
- Li, F., Chen, C. H., Lee, C. H. ve Khoo, L. P. (2020). A user requirement-driven approach incorporating TRIZ and QFD for designing a smart vessel alarm system to reduce alarm fatigue. *The Journal of Navigation*, 73(1), 212-232.
- Motz, F. ve Baldauf, M. (2007). Investigations into ship borne Alarm management. *ICEIS June*. Funchal, Madeira.
- Özcan, S. (2020). *Denizcilik sektöründe entegre platform kontrol ve izleme sistemlerinin teknoloji kabul modeli ile incelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Özdemir, Ü., Altınpinar, İ. ve Demirel, F. B. (2018). A MCDM Approach with Fuzzy AHP Method for Occupational Accidents on Board. *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 12(1).
- Özkan, E. D. ve Atik, O. (2016). Gemi Köprü Üstü Otomasyon Sistemlerinin Kaptan ve Kılavuz Kaptanların Durumsal Farkındalık Seviyesiyle İlişkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 8(2).
- Papanikolaou, A. (2016). Tanker design and safety: historical developments and future trends. *Environmental technology in the oil industry*, 285-320.
- Pazouki, K., Forbes, N., Norman, R. A. ve Woodward, M. D. (2018). Investigation on the Impact of Human-Automation Interaction in Maritime Operations. *Ocean engineering*, 153, 297-304.
- Pense, C. (2018). Deniz kazalarında insan faktörü ve bir çözüm olarak e-seyir. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 1(2), 72-86.

- Rødseth, Ø. J., Knight, M., Storari, R., Foss, H. ve Tinderhold, A. R. (2006, March). Alarm Management on Merchant Ships. *In Proceedings of World Maritime Technology Conference*. London, United Kingdom.
- Sharma, A., Kim, T. E., Praetorius, G., ve Nazir, S. (2020, July). Exploring Critical Success Factors for Safety Management of Tanker Vessels. *In International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics* (pp. 613-619). Springer, Cham.
- Simon, L., Guérin, C., Rauffet, P. ve Lassalle, J. (2021, September). Using cognitive work analysis to develop predictive maintenance tool for vessels. *In 31st European Safety and Reliability Conference*. Angers, France.
- Sun, J. B., Guo, C. ve Zhang, X. (2006). Design and Implementation of Monitoring and Alarm System for Marine Engine Room. *Journal of System Simulation*, 2.
- Tam, K., Hopcraft, R., Crichton, T. ve Jones, K. (2021). The potential mental health effects of remote control in an autonomous maritime world. *Journal of International Maritime Safety, Environmental Affairs, and Shipping*, 5(2), 51-66.
- Toloue, K. F. ve Jahan, M. V. (2018). Anomalous Behavior Detection of Marine Vessels Based on Hidden Markov Model. *In 2018 6th Iranian Joint Congress on Fuzzy and Intelligent Systems (CFIS)* (pp. 10-12). IEEE.
- Tunçel, A. L. (2020). *Dökme yük ve genel kargo gemi kazalarının analizi*. Yüksek Lisans Tezi, İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Turna, İ. ve Öztürk, O. B. (2020). A Causative Analysis on ECDIS-Related grounding accidents. *Ships and Offshore Structures*, 15(8), 792-803.
- Wróbel, K., Gil, M. ve Chae, C. J. (2021). On the influence of human factors on safety of remotely-controlled merchant vessels. *Applied Sciences*, 11(3), 1145.
- Wróbel, K., Montewka, J. ve Kujala, P. (2017). Towards the assessment of potential impact of unmanned vessels on maritime transportation safety. *Reliability Engineering & System Safety*, 165, 155-169.
- Wu, B., Yip, T. L., Yan, X. ve Soares, C. G. (2022). Review of techniques and challenges of human and organizational factors analysis in maritime transportation. *Reliability Engineering & System Safety*, 219, 108249.
- Wu, J., Thorne-Large, J. ve Zhang, P. (2021). Safety first: The risk of over-reliance on technology in navigation. *Journal of Transportation Safety & Security*, 1-28.

- Yacan, İ. (2016). *Eğitim kalitesinin belirlenmesinde etkili olan faktörlerin bulanık AHP ve Bulanık Topsis yöntemi ile değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.
- Zhou, T., Wu, C., Zhang, J. ve Zhang, D. (2017). Incorporating CREAM and MCS into fault tree analysis of LNG carrier spill accidents. *Safety science*, 96, 183-191.