



Elektronik seyir cihazlarının deniz kazalarına etkileri

Mehmet KAPTAN¹, Özkan UĞURLU²

Cite this article as:

Kaptan, M., Uğurlu, Ö. (2022). Elektronik seyir cihazlarının deniz kazalarına etkileri. *Aquatic Research*, 5(1), 89-98.

<https://doi.org/10.3153/AR22008>

¹ Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi,
Turgut Kıran Denizcilik Fakültesi, De-
repazarı, Rize, Türkiye

² Ordu Üniversitesi, Deniz Bilimleri Fa-
kültesi, Fatsa, Ordu, Türkiye

ORCID IDs of the author(s):
M.K. 0000-0003-3304-4061
Ö.U. 0000-0002-3788-1759

Submitted: 05.09.2021
Revision requested: 09.11.2021
Last revision received: 19.11.2021
Accepted: 23.11.2021
Published online: 31.12.2021

Correspondence:
Mehmet KAPTAN
E-mail: mehmet.kaptan@erdogan.edu.tr



Available online at
<http://aquatres.scientificwebjournals.com>

ÖZ

Son yıllarda denizcilikle ilgili kuruluşlar ve şirketler risk bazlı bir yaklaşıma geçmiştir. Riskleri belirlemek için, kazaların neden oluştuğunu ve nasıl geliştiğini kapsamlı bir şekilde anlamak gerekir. Kaza önleme tedbirlerinin başarıyla uygulanabilmesi için etkili önlemlerin belirlenmesi gerekmektedir. Geçmişte yapılan bilimsel çalışmaların sonuçlarına göre; seyir esnasında meydana gelen kazaların kaza nedenlerinin %80'inin insan faktörlü risklerden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Günümüzde insan kaynaklı risklerin azaltılmasında seyir teknolojilerinin kullanılması en etkili yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla birlikte, elektronik seyir cihazlarının kullanımı kazaları tamamen ortadan kaldırmamıştır. Bu çalışmada İnsan Faktörleri Analiz ve Sınıflandırma Sistemi (HFACS) yöntemi uygulanarak elektronik seyir cihazlarına dayalı risklerin neden olduğu çatışma ve karaya oturma kaza raporları incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda, kazaların görünür (aktif) nedenlerinin yarısından fazlasının elektronik seyir ekipmanları işletim hatası faktörlü olduğu tespit edilmiştir. Kaza faktörlerinin oluşumunu önleyici tavsiyelerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kaza araştırması, Elektronik Seyir Cihazları, HFACS

ABSTRACT

The effects of electronic navigation devices on marine accident occurrences

In recent years, maritime-related organizations and companies have moved to a risk-based approach. To determine the risks, it is necessary to understand comprehensively why accidents occur and how it develops. The most effective measures need to be identified to implement the accident prevention measures successfully. According to the results of scientific studies conducted in the past, 80% of human factors risks were effective in marine accidents. Nowadays, maritime technologies are the most effective method for reducing the risks of human factors. However, the use of electronic navigation devices has not eliminated accidents. In this study, the accident reports for collision and grounding due to the electronic navigation devices' risk was evaluated using Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) method. As a result of the study, more than half of the visible (active) causes of accidents have been identified as operating failure factors in electronic navigation equipment. Recommendations to prevent the occurrence of accident factors have been made.

Keywords: Accident investigation, Electronic Navigation Devices, HFACS

Giriş

Uluslararası denizcilik örgütü (IMO) kurulduğu tarihten itibaren deniz kazalarını önlemek adına personel ve gemi standartlarının minimum gereklerini belirlemektedir. Bunun sonucu olarak günümüzde meydana gelen kazaların çok azı teknik aksaklıklar veya makine problemi yüzünden meydana gelmesine rağmen kaza sayılarında anlamlı azalmalar görülmemektedir (Emsa, 2018). Geçmişte gerçekleştirilen kaza araştırmalarında kazaya sebep olan etkenlerin yüksek oranda insan kaynaklı hatalar olduğu belirtilmiştir (Emsa, 2018; Yıldırım vd., 2017; Chauvin vd., 2013; Celik & Cebi, 2009) İnsan kaynaklı hatalar sadece bir faktörden değil birçok farklı alt nedenin birleşimi sonucu meydana gelmektedir. Faktörlerden biri önceden fark edilebilseydi ve önleyici tedbirler uygulansaydı bu kazaların meydana gelmesi önlenebilirdi (Rashid vd., 2010; Chen & Chou, 2012; Chen vd., 2013; Akhtar & Utne, 2014).

IMO insan hatalarını azaltabilmek adına bazı çalışmalar gerçekleştirmektedir. Bu çalışmalardan biri 2006 yılında duyurulan e- seyir kavramıdır. Bu kavram elektronik seyir yardımcıları tarafından bilgilerin sunumu, cihazlar arası aktarımı, birleştirilmesi ve analizi işlemlerine uyumlu hale getirerek gemi seyir emniyetini ve ilgili hizmetleri daha emniyetli hale getirmesini sağlayan çalışmalara verilen isimdir (IMO, 2006). Çalışmanın sonucunda IMO tarafından tasarlanan insan-makine etkileşimi geliştirilerek daha kullanışlı ve deniz emniyetini arttıran standart köprüüstü seyir sisteminin oluşturulması amaçlanmaktadır. Çalışmanın başarıya ulaşması elektronik seyir cihazları ile alakalı insan faktörlü işletim hatalarının tespit edilmesine bağlıdır.

Bu çalışmayla amaçlanan geçmişte meydana gelen kazaların raporlarının kaza araştırma yöntemlerinden sistematik teknikler altında değerlendirilen HFACS modeli ile inceleyerek kazalara neden olan aktif ve gizli hataların tespiti ve köprüüstü seyir ekipmanlarının kazalar üzerindeki potansiyel etkilerinin belirlenmesidir. Çalışmanın sonunda belirlenen kaza faktörlerinin oluşumunu engelleyici tavsiyelerde bulunulmuştur.

Seyir kazalarına katkı yapan faktörlerin tespiti amacıyla geçmişte yapılan çalışmalarda elektronik seyir cihazı işletim hatalarıyla ilgili olarak çeşitli görüşler ortaya çıkmıştır. Sistem karmaşıklığı ve otomasyonu (Grabowski & Sanborn, 2003), eğitim ve aşinalık eksikliği (Uğurlu vd., 2015), insan merkezli sistem tasarımı (Sotiralis vd., 2016), potansiyel tasarım temelli hatalar (Hahn & Lüdtke, 2013), vardiya zabitanın zihinsel durumu (Akhtar & Utne, 2014), cihaz işletim hatalarına sebep olan etkenler için farklı perspektiflerdir.

Literatürde kaza raporu üzerinden köprüüstü elektronik cihaz işletim hatalarına odaklanan çalışma sayısı oldukça azdır. Graziano ve arkadaşları (2016) yapmış oldukları çalışmalarda bilişsel hataların geriye dönük ve öngüsel analizi (TRACER) metodunu kullanmışlardır. Çalışmanın veri setini 3 farklı kaza araştırma kurumunun yayınlamış olduğu 32 karaya oturma ve 32 çatışma kaza raporundan oluşturmuşlardır. Kaza raporlarını TRACER tekniğine göre kodlamış ve analizlerinin sonucunda toplam 289 adet görev hatası tespit etmişlerdir. Hataların %96,5 köprüüstü görev hataları, %3,4 makine kontrol odası görev hatalarından oluşmaktadır. Köprüüstü görev hatalarının ayrımı sonucunda en çok rastlanan %28,7 kılavuzlu, uydusal ve radar seyirlerinde cihaz kullanımını ve %17,2 seyir esnasında nezaret eksikliğinden kaynaklandığını belirlemişlerdir. Görev hatalarının oluşmasında yanlış kararlarla bağlantılı planlama eksikliği, organizasyonel eksiklikler, yorgunluk, uygun olmayan eğitim ve aşinalığın etkili alt faktörler olduğunu belirtmişlerdir (Graziano vd., 2016).

Parayis ve arkadaşları (2010) yapmış oldukları çalışmalarında 5 farklı kaza araştırma kuruluşunun yayınlamış olduğu 100 kaza raporunu incelemişlerdir. İnceledikleri kazaların %41 karaya oturma ve %39'u çatma/çatışma kazalarında elektronik seyir cihazı işletim hatası, cihaz arızası sebebiyle meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Çatma/çatışma kazalarında Radar, dümen sistemi karaya oturma kazalarında dümen sistemi ve küresel seyrüsefer uydu sistemi alıcısı (GNSS) cihazının etkili cihazlar olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmanın devamında farklı ehliyetlere sahip 50 güverte sınıfı vardiya zabiti ve kaptanla yaptıkları yüz yüze görüşmelerde elektronik seyir cihazları ile ilgili aldıkları eğitim memnuniyetlerini, cihazların işlevselliklerini ve etkinliklerini vardiya zabitanın vardiyadaki görevlerine göre değerlendirmeleri istenmiştir. Çalışmanın sonuçlarında ankete katılan vardiya zabitanın %35'nin aldığı eğitimden memnun olmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca geminin mevki ve rota takibinde (%48) elektronik harita görüntüleme ve bilgi sistemi (ECDIS) cihazına, çatışma tehlikesi tespitinde (%74) Radar cihazına güvendikleri sonucuna varmışlardır (Parasyris vd., 2010).

Diğer bir elektronik seyir ekipmanı kaynaklı kazaların incelendiği çalışmada 2000-2017 yılları arasında meydana gelen 290 çatma/çatışma ve karaya oturma kazası Kaptan ve arkadaşları (2021) tarafından incelenmiştir. Onlar kaza raporlarından tespit edilen uygunsuzluklar ve arasındaki ilişkileri oluşturdukları Bayes ağıyla nitel ve nicel olarak değerlendirmişlerdir. Çalışmalarının sonucunda köprüüstü seyir cihazlarının

işletiminde yapılan hataların kazaya direk olarak sebep olmadığı ama karar hatasına zemin hazırlayan önemli unsurlardan biri olduğunu belirtmişler ve kazaların önlenmesine ilişkin önerilerde bulunmuşlardır (Kaptan vd., 2021a).

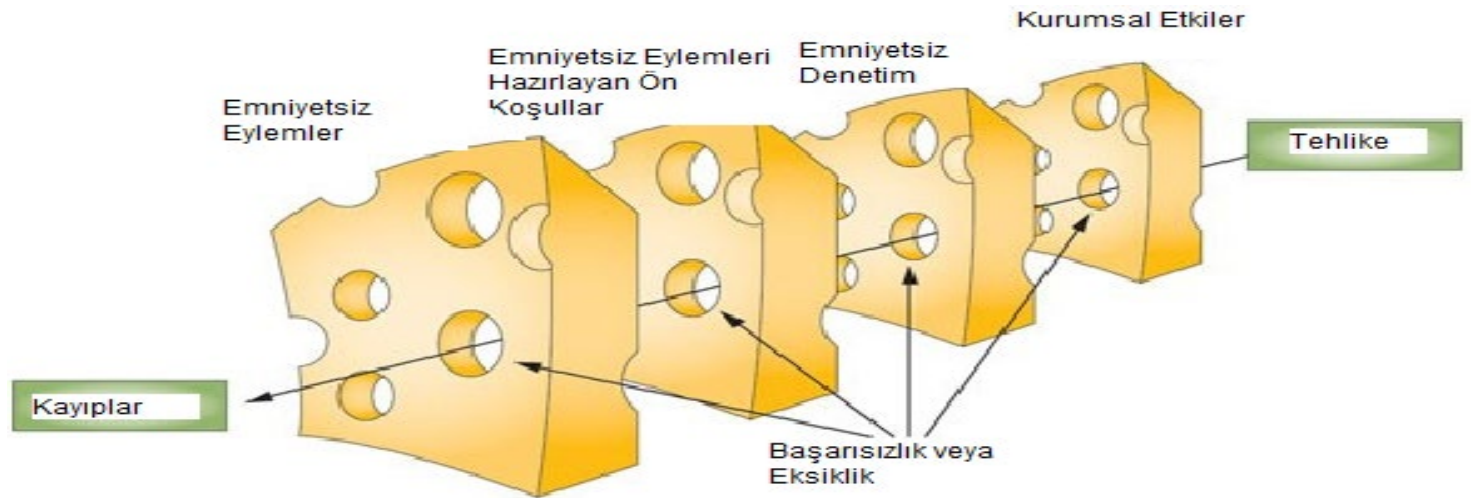
Materyal ve Metot

İnsan faktörleri analiz ve sınıflandırma sistemi, Shappell ve Wiegmann tarafından Reason'ın İsviçre peyniri modeli temelinde kaza analizinde kullanılmak üzere geliştirilmiştir. HFACS insan hatalarını tanımlamak için kanıtlanmış bir yöntemdir ve hiyerarşik bir yapıda kaza oluşumlarının araştırılmasına izin verir (Shappell & Wiegmann, 2000; Weigmann & Shappell, 1997).

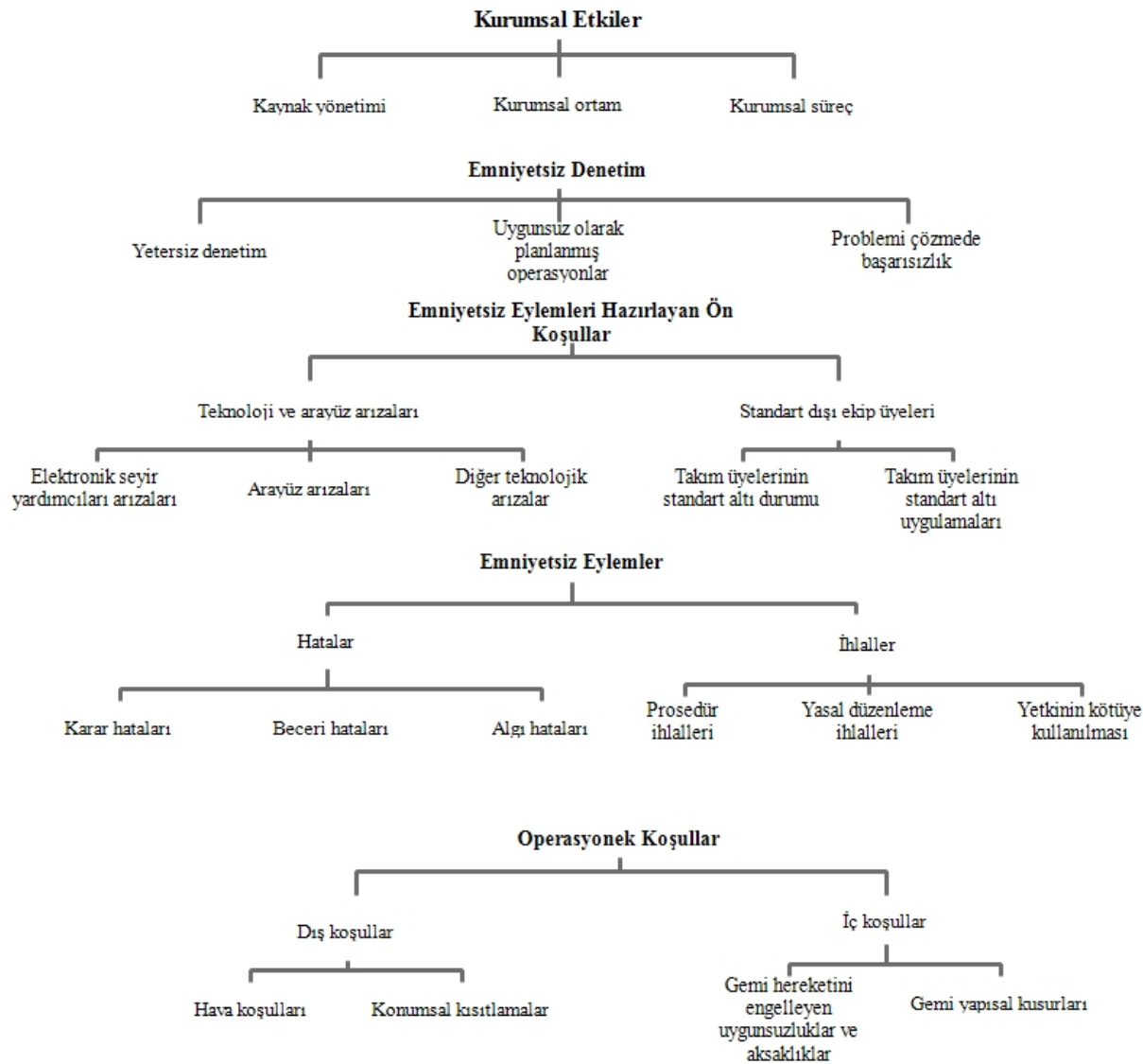
HFACS'ın ana çerçevesinde kazaya neden olan olaylar dört farklı seviyeye ayrılır ve bu seviyeler iki ana başlık altında pasif ve aktif hatalar şeklinde gruplandırılır. İlk üç seviye (emniyetsiz eylemleri hazırlayan ön koşullar, emniyetsiz denetim ve kurumsal etkiler) gizli hataları temsil eder. Son seviye olan (emniyetsiz eylemler) aktif hataları tanımlar (Şekil 1). Bu modele göre aktif başarısızlıkların ardında gizli hatalar vardır (Reason, 1990).

Diğer taraftan geçmiş orijinal HFACS yapısına uygulama alanlarına, kaza türlerine göre ana yapıda revizyonlar yapılmıştır. Sadece deniz kazalarının incelenmesinde HFACS'ın beş farklı revizyonlu yapısı karşımıza çıkmaktadır (Kaptan vd., 2021b). Bunlardan biri olan Uğurlu ve arkadaşlarının yolcu gemilerinin karışmış olduğu karaya oturma ve çatma/çatışma kazalarına sebep olan kaza faktörlerini tespit ettikleri çalışmalarında ana HFACS yapısında revizyon yapmışlardır. Yapmış oldukları revizyonda HFACS yapısını 5 seviyede tanımlamışlardır (Uğurlu vd., 2018). İlk üç seviyesi gizli hatalar kurumsal etkiler, emniyetsiz denetim ve emniyetsiz eylemleri hazırlayan ön koşullardır. Son iki seviyesi aktif hatalar, emniyetsiz eylemler ve operasyonel koşullardır (Şekil 2). Kazaların meydana gelmesinin operasyonel koşulların mevcudiyetine bağlı olduğunu ispatlamışlardır. Bu kapsamda gerçekleştirilen kaza analizleri revizyonlu HFACS yapısına göre gerçekleştirilmiştir.

Yapılan çalışmayla; 2008-2018 yılları arasında en az bir tane elektronik seyir cihazı kaza etken faktörünün etkili olduğu çatma/çatışma ve karaya oturma kazaları incelenmiştir. Çalışma kapsamında, 9 farklı kaza araştırma kuruluşunun yayınlamış olduğu detaylı kaza raporları arasından toplam 153 adet kaza raporunun HFACS analizi yapılmıştır (Tablo 1).



Şekil 1. Reason'un İsviçre peyniri modeli



Şekil 2. İnsan Faktörleri Analizi ve Sınıflandırma Sistemi (HFACS-PV)

Tablo 1. Kaza veri tabanları inceleme durumu

Table 1. Accident databases review status

Veri Tabanı	Karaya Oturma	Çatma/Çatışma	Toplam
MAIB	11	15	26
ATSB	15	13	28
JTSB	2	14	16
TSB	12	6	18
NTSB	2	7	9
EMSA	9	18	27
MARDEP	1	13	14
BMA	5	2	7
KAİK	2	6	8
Toplam	59	94	153

Analizi edilen her bir kaza raporunda meydana gelen kazaların aktif nedenleri ve gizli kusurları belirlenmiştir. Belirlenen kusurlar HFACS yapısı altında sınıflandırılmıştır. Sınıflandırılan aktif nedenleri ve gizli kusurlar için frekans analizi yapılmıştır. Elde edilen sayısal veriler göz önünde bulundurularak, elektronik seyir cihazları etkenli çatma/çatışma ve karaya oturma kazalarına neden olan etken faktörler ve öncelikli ağırlıkları ortaya konmuştur.

Bulgular ve Tartışma

Karaya oturma ve çatma/çatışma kazalarının kaza oluşum yapıları gereği farklı olarak analizleri yapılmıştır. Analizler sonucunda elde edilen kaza faktörlerinin HFACS modeli kapsamında seviyelerine göre yüzdeler dağılımları Tablo 2 'de gösterilmiştir.

Table 2. Elektronik seyir cihazı faktörlü çatma-çatışma ve karaya oturma kazaları HFACS kategorilerinin yüzdesel dağılımları

Table 2. Percentage distribution of HFACS categories of collision-collision and grounding accidents with electronic navigational device factor

HFACS Kategorileri	Çatma/Çatışma Kazası	Karaya Oturma Kazası
	%	%
1-Kurumsal Etkiler	14	22
a- Kaynak Yönetimi	9	11
b- Kurumsal Ortam	0	0
c- Kurumsal Süreç	5	10
2-Emniyetsiz Denetim	9	11
a- Yetersiz Denetim	4	6
b- Uygunsuz Olarak Planlanmış Operasyonlar	5	4
c- Problemi Çözmede Başarısızlık	0	1
3-Emniyetsiz Eylemi Hazırlayan ön Koşullar	30	27
a-Standart Dışı Ekip Üyeleri	28	23
b-Teknoloji ve Arayüz Arızaları	2	4
4-Emniyetsiz Eylemler	34	27
a-Beceri Hataları	6	6
b-Karar Hataları	7	5
c-Algı Hataları	7	7
d-İhlaller	13	10
5- Operasyonel Koşullar	13	13
a- Dış Koşullar	13	13
b-İç Koşullar	0	0

Kaza faktörleri HFACS kategorilerine göre incelendiğinde öne çıkan alt kategoriler ve yüzdeleri şu şekildedir;

Kurumsal etkiler seviyesi HFACS modelinde organizasyonel faktörleri kapsayan birinci seviyedir. Bu seviyede çatma/çatışma kazalarında kaynak yönetimi alt başlığında değerlendirilen gemiye eğitim ve aşinalık (% 4) , personel donatımı (%3) ön plana çıkmaktadır. İnsan kaynakları yönetimindeki uygunsuzluklar tüm gemi operasyonlarını etkileyen önemli aktivitedir. Bu aktivitenin önemi birçok kaza araştırmacısı tarafından vurgulanmıştır (Akyuz, 2017; Mazaheri vd., 2015; Uğurlu vd., 2013). Karaya oturma kazalarında ise; kurumsal süreç alt başlığında değerlendirilen prosedür kaynaklı eksiklikler (%6) en çok karşılaşılan kaza faktörü olarak tespit edilmiştir. Prosedürel eksiklikler hem bireysel hem de işletenin emniyet performansını etkileyen önemli kök uygunsuzluktur.

Denizcilikte bunun önüne geçilmesi amacıyla emniyetli yönetim sistemi (SMS) uygulaması benimsenmiştir. Fakat bazı durumlarda yetersiz kaldığı görülmektedir (Chauvin vd., 2013).

Emniyetsiz denetim, yönetim eksiklikleri ve sonuçlarını, personel kaynakları yönetimini, operasyon planlamasını, bilinen problemleri çözmeyi ve benzeri durumları inceleyen HFACS seviyesidir (Patterson & Shappell, 2010). Bu seviyede öne çıkan kaza faktörleri çatma/çatışma kazalarında uygunsuz planlanmış operasyonlar (%5), karaya oturma kazalarında (%6) yetersiz denetim bu kategoride en fazla kaza faktörüne sahip alt kategorilerdir. Her iki kaza faktörü geçmişte yapılan çalışmalarda önemle vurgulanmıştır (Sotiralis vd.,2016; Hulme vd., 2019; Altınpinar & Başar, 2021)

Emniyetsiz eylemleri hazırlayan ön koşullar seviyesi, kazalarda vardiya zabitanın standart altı koşulları ve standart altı uygulamalarının tespit edildiği kategoridir. Bu kategori emniyetsiz eylemlerin ortaya çıkmasında rol oynayan son aşamadır. Her iki kaza türünde de takım üyelerinin standart altı uygulamaları en etkili alt başlık olarak tespit edilmiştir. Çatma/Çatışma kazalarında (%7) iletişim yoksunluğu karaya oturma kazalarında (%7) uygunsuz yönetim faaliyetleri ön plana çıkan kaza etmenleridir. Çatma/çatışma kazalarında ön plana çıkan iletişim eksikliği durumsal farkındalığın giderilmesi ve yabancı dil kaynaklı zorlukların aşılmasına bağlıdır (Kaptan vd., 2021a). Diğer taraftan karaya oturma kazalarında ön plana çıkan yönetsel faaliyetler otorite ve yönetsel uygunsuzlukları içermektedir. Günümüz teknolojisinde gemilerin emniyetli seyri ekip çalışmasına bağlıdır. Bu kapsamda ekip amiri olan gemi kaptanları kilit rol oynamaktadır (Akhtar & Utne, 2014; Chauvin vd., 2013).

Emniyetsiz eylemler kazaların görünür nedenlerini kapsayan seviyedir. Kaza araştırmacılarının çoğunluğunun odak noktasıdır. Bu seviyede tespit edilen en önemli kaza faktörlerinin dağılımı çatma/çatışma kazalarında ihlaller alt kategorisinde yer alan yasal düzenleme ihlalleri denizde çatışmayı önleme tüzüğü (COLREG) %9, karaya oturma kazalarında %6 beceri hatalarıdır. COLREG kuralları çatışmayı önlemede vardiya

zabitanın uygun hareket tarzını belirlemesi için oluşturulmuş uluslararası kurallardır. Vardiya zabitanı tarafından eksiksiz ve doğru olarak eksiksiz uygulanması gerekir. Fakat günümüzde uygulama eksiklikleri sıklıkla rastlanmaktadır (Perera & Guedes Soares, 2015; Martins & Maturana, 2013). Beceri hatası kaynaklı uygunsuzluklar vardiya zabitanın köprüüstü donanımlarına hakimiyeti eksikliği kaynaklı kaza faktörlerini içermektedir. Geçmişte yapılan çalışmalarda ifade edildiği üzere eğitim sisteminin geliştirilmesi veya otonom köprüüstü sistemlerinin devreye alınması bu tür uygunsuzlukların önüne geçilmesindeki çözüm yoludur (Kaptan vd., 2021a).

Elektronik Seyir Ekipmanları İşletim Hatalarının Cihaz ve Hata Türüne Göre Dağılımı

Köprüüstü elektronik seyir ekipmanları insan faktörlü işletim hataları diğer kaza faktörleri gibi HFACS hiyerarşik yapısında sınıflandırılmıştır. Çalışmada tespit edilen emniyetsiz eylemler seviyesinde kaza faktörlerinin karaya oturma kazalarında %55'i çatma/çatışma kazalarında %57'i seyir cihazlarının işletim hatası ile alakalı olduğu tespit edilmiştir. Seyir işletim hataları emniyetsiz eylemler seviyesinde ihlaller, algı ve beceri hataları içerisinde değerlendirilmiştir. Verilerin büyüklüğü nedeniyle kaza faktörlerinin bazıları Tablo 3 de gösterilmiştir.

Tablo 3. Kazalardan elde edilen elektronik seyir cihazları görev hataları örnekleri

Table 3. Examples of electronic navigational equipment mission errors from accidents

Faktörler	Görev Hatasını Hfacs sınıfı	İlgili Cihaz	Kaza Türü
Cihaz güncellemesi	Prosedür ihlali	ECDIS	Karaya Oturma
Çalıştırılmayan Cihaz	Prosedür ihlali	BNWAS	Karaya Oturma
Çalıştırılmayan cihaz	Prosedür İhlali	Derinlik Ölçer	Karaya Oturma
Alarm sesinin kısılması	Süistimaller	ECDIS	Karaya Oturma
Alarm sesinin kısılması	Süistimaller	Radar	Çatma/Çatışma
Gemi pozisyonu takibi	Algı hatası	GNSS	Karaya Oturma
Trafik takibi	Algı hatası	Radar	Çatma/Çatışma
İşitsel gözcülük	Algı hatası	VHF	Çatma/Çatışma
Sistemsel sorunu sezinleyememe	Algı hatası	Cayro	Çatma/Çatışma
Hedef gemi varlığı	Algı hatası	AIS	Çatma/Çatışma
Paralel index özelliğinin kullanılmaması	Beceri hatası	Radar	Çatma/Çatışma
Dümen modu ayarları	Beceri hatası	Dümen kontrol sistemi	Karaya Oturma
İstasyon seçimi	Beceri hatası	Navtex	Çatma/Çatışma
Kumanda paneli kullanımı	Beceri hatası	Makine kontrol sistemi	Çatma/Çatışma
Rotadan düşme özelliği kullanılmamış	Beceri Hatası	ECDIS	Çatma/Çatışma
Guard zone alarmı kullanılmamış	Beceri Hatası	Radar	Çatma/Çatışma

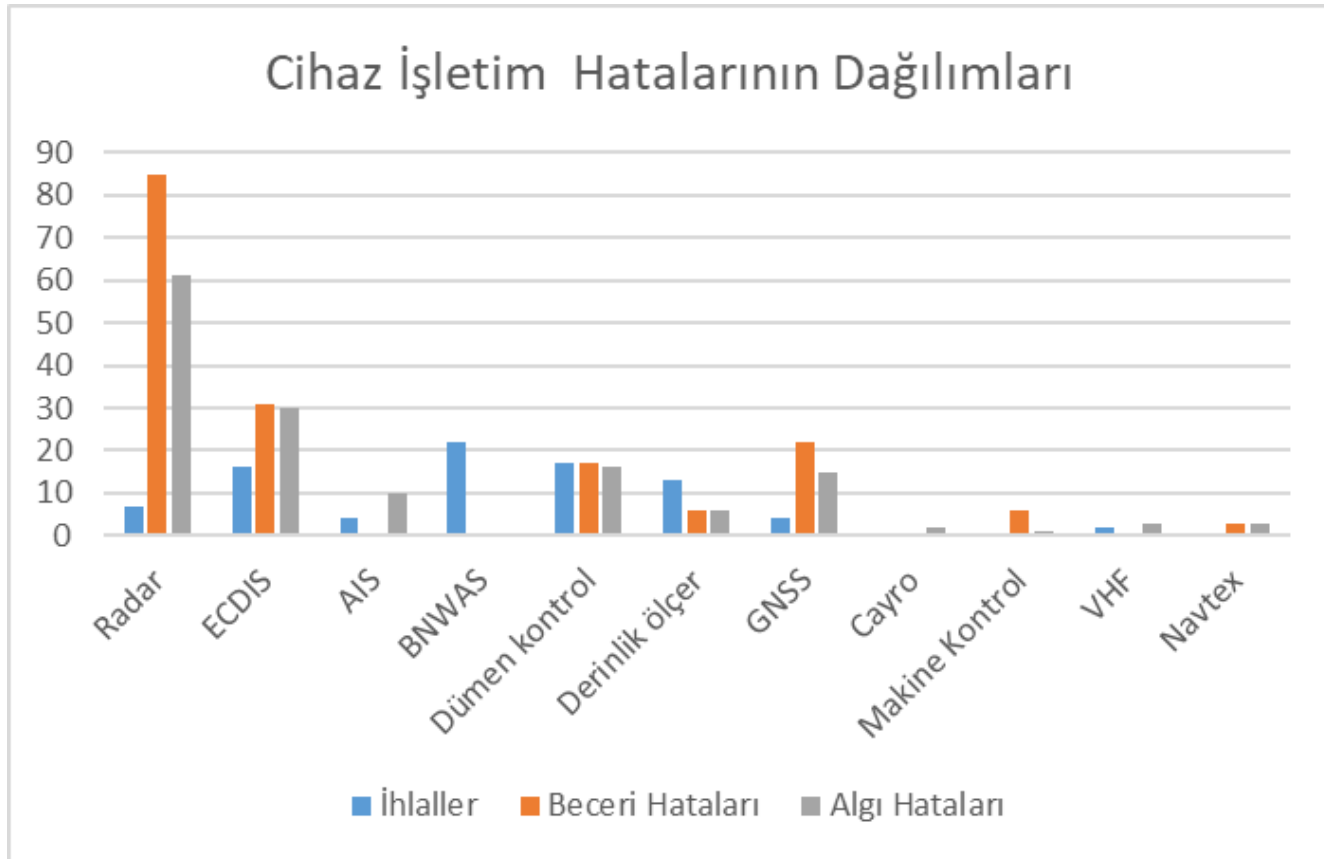
Karaya oturma kazalarında ihlaller kategorisinde değerlendirilen kaza faktörlerinin %48'i seyir ekipmanları ile alakalı prosedür ihlalleri ve suistimaller kaynaklı olduğu görülmüştür. Köprüüstü seyir vardiyası alarm sistemi (BNWAS) ve derinlik ölçer cihazının prosedürlere aykırı olarak aktif kullanılmaması en çok karşılaşılan ihlal türüdür. Çatma/çatışma kazalarında ihlaller kategorisinde değerlendirilen kaza faktörlerinin %11'i seyir ekipmanları ile alakalı faktörlerdir. Radar ve ECDIS cihazının alarmlarının kısılması en çok karşılaşılan ihlal türüdür.

Karaya oturma kazalarında algı hataları kategorisinde değerlendirilen kaza faktörlerinin %66'si seyir ekipmanları ile ilgili hatalardan kaynaklanmaktadır. ECDIS cihazı 2012 yılından itibaren gemilerde zorunlu elektronik seyir ekipmanı olmaya başlamıştır. Bundan dolayı çalışmada incelenen tüm gemilerde cihaz bulunmamaktadır. ECDIS cihazı bulunan gemilerde ECDIS, bulunmayan gemilerde GNSS cihazı ve haritada mevkii takibinin düzenli olarak takip edilmemesi öne çıkan kaza faktörü olarak tespit edilmiştir. Çatma/çatışma ka-

zalarında algı hatası kategorisinde değerlendirilen kaza faktörlerinin %68'i seyir ekipmanları ile alakalı faktörlerdir. Radar cihazının sağlamış olduğu gemilere ait verilerin plotlanmaması veya düzenli takibinin gerçekleştirilmemesi sonucunda kaza riskinin algılanamaması en çok karşılaşılan kaza faktörleridir.

Karaya oturma ve Çatma/çatışma kazalarında beceri hataları altında sınıflandırılan kaza faktörlerinin tamamı elektronik seyir cihazları ile alakalı faktörlerden oluşmaktadır. Tespit edilen beceri hataları içerisinde karaya oturma kazalarında ECDIS ve GNSS, çatma/çatışma kazalarında Radar cihazının özelliklerinin etkin kullanılmaması veya doğru ayarlanmaması sonucu oluşan faktörler ön plana çıkmaktadır.

Köprüüstü elektronik seyir cihazları ile alakalı kaza faktörlerinin oluşumunda ön plana çıkan cihazlar %38 Radar, %19 ECDIS, %12 dümen kontrol sistemi ve %10 GNSS olarak tespit edilmiştir. Bu faktörlerin emniyetsiz eylemler seviyesinde dağılımı %42 beceri hatası, %37 algı hatası ve %21 ihlaller alt kategorisinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Köprüüstü elektronik seyir cihazlarının İşletim hatalarının dağılımı

Figure 3. Distribution of operational errors of bridge electronic navigation devices

Sonuç

Kazaların görünür nedenlerini içeren HFACS emniyetsiz ey-lemeler seviyesindeki kaza faktörlerinin yarısından fazlası köprüüstü seyir yardımcılarının işletim hatası ile alakalı fak-törler olduğu tespit edilmiştir. IMO' nun yayınlamış olduğu sirkülerlerinde (IMO, 2013; IMO, 2014) elektronik seyir sis-temlerinin etkin kullanımının denizde can güvenliği uluslara-rası sözleşmesine (SOLAS) tabi gemilerin seyir kazalarına karışma oranlarında %52,7 azaltacağı öngörülmektedir. Bu kapsamda çalışmada aktif kaza nedenlerinin dağılımına ba-kıldığında öngörüye destekler niteliktedir.

Çalışmada ön plana çıkan elektronik seyir cihazı işletim ha-talarının önlenmesine yönelik tavsiyeleri şu şekilde sıralaya-biliriz.

- Elektronik seyir cihazı işletim hatalarının yarısına yakını beceri hataları kaynaklı olması vardiya zabitlerinde cihaz eğitimi ve aşinalığının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Bu durumun önüne geçilebilmesi için belli aralıklarla var-diya zabitlerine hizmet içi eğitim verilmesinin IMO nez-dinde zorunlu hale getirilmesi uygun olacaktır.
- IMO tarafından elektronik seyir cihazı üreticilerinden ist-enilen cihaz performans standartının yanında arayüz (ek-ran görüntüsünün) standart haline getirilmelidir. Böyle-likle vardiya zabitinin geçmiş gemilerde farklı cihazlar üzerinde edindiği tecrübelerinin devamlılığı sağlanmış olacaktır.
- BNWAS ve derinlik ölçer cihazlarının prosedürlere aykırı olarak çalışır hale getirilmemesinin önüne geçilmesi en-tegre köprüüstü sistemi/ entegre seyir sistemine sahip ge-milerde sistemsel denetimle sağlanmalıdır. Eyer gemi bu sisteme sahip değilse ise sıkı liman devleti kontrolü (PSC) denetimi ile denetlenmelidir.
- Çalışmada tespit edilen cihazlarla alakalı algı hataları, ci-haz takibi eksikliğinden dolayı kaza riskinin veya cihaz arızasının algılanamaması kaynaklı hatalardır. Bunun önüne geçilmesini cihazların takip kabiliyetlerinin artırıl-ması ve ekran takibini zorunlu hale getirecek ara yazılım-ların eklenmesi ile sağlanabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada elde edilen bulgular sadece kaza raporlarına da-yanmaktadır. Bu durum elektronik seyir cihazlarının seyir emniyetine etkisi tek veriye dayalı olarak değerlendirilme-sine neden olmuştur. İleride yapılacak çalışmalarda araştı-rmacıların dijital verilerle gerçek verileri bir arada sunan artırı-lmış gerçeklik (AR) yazılımları üzerine çalışmalarına yo-ğunlaşmaları vardiya zabitlerinin cihazları kullanımında işle-tim hatalarını azaltacağını ve durumsal farkındalıklarını artı-racağı düşünülmektedir.

Etik Standart ile Uyumluluk

Çıkar çatışması: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışmasının olmadı-ğını beyan eder.

Etik kurul izni: Araştırma niteliği bakımından etik izin gerektir-memektedir.

Finansal destek: -

Teşekkür: -

Açıklama: -

Kaynaklar

Akhtar, M. J., Utne, I.B. (2014). Human fatigue's effect on the risk of maritime groundings - A Bayesian Network mo-deling approach. *Safety Science*, 62, 427–440.
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.10.002>

Akyuz, E. (2017). A marine accident analysing model to eva-luate potential operational causes in cargo ships. *Safety Sci-ence*, 92, 17-25.
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.09.010>

Altınpinar, İ., Başar, E. (2021). Investigation of the effect of vessel type on seafarers' safety culture. *International Jo-urnal of Occupational Safety and Ergonomics*,
<https://doi.org/10.1080/10803548.2021.1916209>

Celik, M., Cebi, S. (2009). Analytical HFACS for investiga-tion of human errors in shipping accidents. *Accident Analysis and Prevention*, 41(1), 66–75.
<https://doi.org/10.1016/j.aap.2008.09.004>

Chauvin, C., Lardjane, S., Morel, G., Clostermann, J.P., Langard, B. (2013). Human and organisational factors in maritime accidents: Analysis of collisions at sea using the HFACS. *Accident Analysis and Prevention*, 59, 26–37.
<https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.05.006>

Chen, S.T., Chou, Y.H. (2012). Examining human factors for marine casualties using HFACS- Maritime accidents (HFACS-MA). 94-96.
<https://doi.org/10.1109/ITST.2012.6425205>

Chen, S.T., Wall, A., Davies, P., Yang, Z., Wang, J., Chou, Y.H. (2013). A Human and Organisational Factors (HOFs) analysis method for marine casualties using HFACS-Mari-time Accidents (HFACS-MA). *Safety Science*, 60, 105–114.
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.06.009>

Emsa (2018). Annual overview of marine casualties and incidents 2018. Retrieved from <http://emsa.europa.eu/csn-menu/items.html?cid=14&id=3406> (accessed 15.03.2019).

Grabowski, M., Sanborn, S.D. (2003). Human performance and embedded intelligent technology in safety-critical systems. *International Journal of Human Computer Studies*, 58(6), 637-670.
[https://doi.org/10.1016/S1071-5819\(03\)00036-3](https://doi.org/10.1016/S1071-5819(03)00036-3)

Graziano, A., Teixeira, A.P., Guedes Soares, C. (2016). Classification of human errors in grounding and collision accidents using the TRACER taxonomy. *Safety Science*, 86, 245-257.
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.02.026>

Hahn, A., Lüdtke, A. (2013). Risk assessment of human machine interaction for control and enavigation systems of marine vessels. IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline), 9(PART 1), 368-373.
<https://doi.org/10.3182/20130918-4-JP-3022.00004>

Hulme, A., Stanton, N.A., Walker, G.H., Waterson, P., Salmon, P.M. (2019). Accident analysis in practice: A review of Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) applications in the peer reviewed academic literature. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 63(1), 1849-1853.
<https://doi.org/10.1177/1071181319631086>

IMO (2006). MSC 85/26 Annex (20)- Strategy for the development and implementation of e-navigation. Retrieved from <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Safety/Documents/enavigation/MSC%2085%20-%20annex%2020%20-%20Strategy%20for%20the%20development%20and%20implementation%20of%20e-nav.pdf> (accessed 19.05.2021).

IMO (2013). Report of the Sub-Committee on Safety of Navigation on its fifty-nine (NAV 59/6). Annex 3. Preliminary maritime service portfolios. Retrieved from https://legacy.iho.int/mtg_docs/com_wg/CPRNW/S100_NWG/2014/NAV%2059-6_eNav_ReportCG_Norway-1.pdf (accessed 19.05.2021).

IMO (2014). Report of the Sub-Committee on Navigation, Communication, Search and Rescue on its first session (NCSR 1/28) Annex 7. Draft e-navigation strategy imple-

mentation plan. Retrieved from http://emsa.europa.eu/e-learning/cybersec/AMC005/story_content/external_files/strategy-implementationplan.pdf (accessed 19.05.2021).

Kaptan, M., Sarialioğlu, S., Uğurlu, Ö., Wang, J. (2021b). The evolution of the HFACS method used in analysis of marine accidents : A review. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 86(November), 86, 1-16.
<https://doi.org/10.1016/j.ergon.2021.103225>

Kaptan, M., Uğurlu, Ö., Wang, J. (2021a). The effect of nonconformities encountered in the use of technology on the occurrence of collision, contact and grounding accidents. *Reliability Engineering & System Safety*, 215(December 2020),107886.
<https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.107886>

Martins, M.R., Maturana, M. C. (2013). Application of Bayesian Belief networks to the human reliability analysis of an oil tanker operation focusing on collision accidents. *Reliability Engineering and System Safety*, 110, 89-109.
<https://doi.org/10.1016/j.ress.2012.09.008>

Mazaheri, A., Montewka, J., Nisula, J., Kujala, P. (2015). Usability of accident and incident reports for evidence-based risk modeling - A case study on ship grounding reports. *Safety Science*, 76, 202-214.
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.02.019>

Parasyris, G., Georgoulis, G.L., Nikitakos, N. (2010). Technological improvements on bridge systems as a key factor to marine accident prevention. Proceedings of 3rd International Symposium on Ship Operations, Management and Economics. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/277999839_The_technology_is_great_when_it_works_Maritime_Technology_and_Human_Integration_on_the_Ship's_Bridge (accessed 14.06.2021).

Patterson, J.M., Shappell, S.A. (2010). Operator error and system deficiencies: Analysis of 508 mining incidents and accidents from Queensland, Australia using HFACS. *Accident Analysis and Prevention*, 42(4), 1379-1385.
<https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.02.018>

Perera, L.P., Guedes Soares, C. (2015). Collision risk detection and quantification in ship navigation with integrated bridge systems. *Ocean Engineering*, 109, 344-354.
<https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2015.08.016>

Rashid, H.S.J., Place, C.S., Braithwaite, G.R. (2010). Helicopter maintenance error analysis: Beyond the third order of

the HFACS-ME. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 40(6), 636–647.

<https://doi.org/10.1016/j.ergon.2010.04.005>

Reason, J. (1990). Human error. Cambridge University Press. Cambridge: Cambridge University Press ISBN: 9780521314190

Shappell, S.A., Wiegmann, D.A. (2000). The Human Factors Analysis and Classification System–HFACS. Retrieved from <https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/21482> (accessed 14.02.2019).

Sotiralis, P., Ventikos, N.P., Hamann, R., Golyshev, P., Teixeira, A.P. (2016). Incorporation of human factors into ship collision risk models focusing on human centred design aspects. *Reliability Engineering and System Safety*, 156, 210–227.

<https://doi.org/10.1016/j.ress.2016.08.007>

Uğurlu, O., Yıldız, S., Loughney, S., Wang, J. (2018). Modified human factor analysis and classification system for passenger vessel accidents (HFACS-PV). *Ocean Engineering*, 161, 46–61.

<https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2018.04.086>

Uğurlu, Ö., Köse, E., Yıldırım, U., Yüksekıldız, E. (2015). Marine accident analysis for collision and grounding in oil tanker using FTA method. *Maritime Policy & Management*, 42(2), 163–185.

<https://doi.org/10.1080/03088839.2013.856524>

Uğurlu, Özkan, Köse, E., Yildirim, U., & Yüksekıldız, E. (2013). Marine accident analysis for collision and grounding in oil tanker using FTA method. *Maritime Policy & Management: The Flagship Journal of International Shipping and Port Research*, 42(2), 163–185.

<https://doi.org/10.1080/03088839.2013.856524>

Weigmann, D.A., Shappell, S.A. (1997). Human Factors Analysis of Postaccident Data: Applying Theoretical Taxonomies of Human Error. *The International Journal of Aviation Psychology*, 7(1), 67–81.

https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0701_4

Yıldırım, U., Başar, E., Uğurlu, Ö. (2017). Assessment of collisions and grounding accidents with human factors analysis and classification system (HFACS) and statistical methods. *Safety Science*, 119, 412–425.

<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.09.022>