



Geliş/Received : 25.09.2018 & Kabul/Accepted : 05.11.2018 & Yayınlanma/Published (online) : 23.12.2018

## İnsan Faktörleri Analiz ve Sınıflandırma Sistemi'nin (HFACS) Literatürde Yaygın Kullanımının Değerlendirilmesi

Kadir DÖNMEZ<sup>1\*</sup>, Suat USLU<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Eskişehir Teknik Üniversitesi, Hava Trafik Kontrol Bölümü, Eskişehir, Türkiye

<sup>2</sup> Eskişehir Teknik Üniversitesi, Hava Trafik Kontrol Bölümü, Eskişehir, Türkiye

### Özet

İnsan Faktörleri Analiz ve Sınıflandırma Sistemi (HFACS) 2000 yılında Shappell ve Wiegman tarafından tanıtılmıştır. Temeli Reason'un İsviçre Peyniri Modeline dayanan HFACS insan faktörlerini 4 seviye hata ile tanımlar; emniyetsiz davranışlar (seviye-1), emniyetsiz davranışlara zemin hazırlayan koşullar (seviye-2), emniyetsiz yönetim (seviye-3), örgütsel etkiler (seviye-4). Bu sistem ilk olarak Amerikan Deniz Kuvvetleri için veri toplama ve analiz aracı olarak geliştirilmiştir. Günümüzde HFACS'in sivil ve askeri alanda birçok uygulaması mevcuttur. İnsan faktörlerinden kaynaklanan kaza ve olayların veri toplama sürecinin kalitesini ve niceliğini artırırken veri odaklı araştırma stratejilerinin verimini de artıran HFACS literatürde en yaygın kullanılan kaza analiz aracıdır. Bu çalışmada HFACS içerisinde bulunan insan hatası seviyelerinin detaylı anlatımı yapılmıştır. Bununla birlikte HFACS'in havacılık literatüründe ve diğer sektörlerdeki yaygın kullanımı araştırılmıştır. Son olarak HFACS'in havacılık uygulamaları, insan hatası ve emniyet yaklaşımları açısından değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** İnsan faktörleri, HFACS, Örgüt, Yönetim, Havacılık kazaları.

## Evaluation of the Widespread Use of Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) in Literature

### Abstract

Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) was introduced by Shappell and Wiegman in 2000. The origin of HFACS is based on Reason's Swiss Cheese Model. HFACS identifies human factors with 4 levels of error; unsafe acts (level-1), preconditions for unsafe acts (level-2), unsafe supervision (level-3), organizational influences (level-4). HFACS was originally designed as a data collection and analysis tool for the US Navy. Since its first design, HFACS has many applications in civil and military fields. HFACS is the most widely used accident analysis tool in the literature, which increases the quality and quantity of the data collection process while increasing the efficiency of data-driven research strategies. In this study, human error levels in HFACS were explained in detail. In addition, the widespread use of HFACS in the aviation literature and other sectors was studied. Finally, the aviation applications of HFACS were evaluated in terms of human error and safety approaches.

**Keywords:** Human factors, HFACS, Organization, Supervision, Aviation accidents

\* Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Arş. Gör. Kadir Dönmez  
kadirndonmez@anadolu.edu.tr

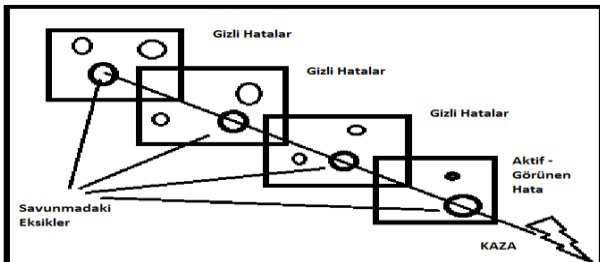
Alıntı/Citation: K. Dönmez and S. Uslu "İnsan Faktörleri Analiz ve Sınıflandırma Sistemi'nin (HFACS) Literatürde Yaygın Kullanımının Değerlendirilmesi". Journal of Aviation, 2 (2), 156-176, DOI: 10.30518/jav.463607

## 1. Giriş

Bir uçak kazası meydana geldiğinde eğer kazanın sebebi teknik bir faktör ise bu durum kaza araştırmacıları tarafından verilere dayalı olarak (uçuş veri kaydedicisi ve ses kaydedicisi vb.) ya da belirli testlerle (metal yorgunluk testi vb.) tespit edilebilmektedir. Daha sonra tespit edilen bu faktör kaza veri tabanına sağlıklı ve iyi tanımlanmış bir şekilde girilmektedir (örneğin; “pitot tüpü arızası” şeklinde). Dolayısıyla bu durum kaza sonrası veri tabanı analizlerinin sağlıklı bir şekilde yürütülmesi için havacılık otoritelerin işini kolaylaştırmaktadır. Ancak meydana gelen kaza insan faktörlerinden kaynaklanıyorsa bu duruma neyin sebep olduğunu bulmak daha zor olacaktır. Yapılan kaza analizi veri esaslı bir analiz yerine daha çok sezgisel bir analiz olacaktır. Ayrıca mekanik arızaların tespitinde kullanıldığı gibi gelişmiş testler yapmak mümkün olmayacaktır. Bununla birlikte kaza veri tabanına girilen ifadeler iyi tanımlanmamış veriler olacaktır. Bu durum daha sonra yapılan veri tabanı analizleri için havacılık otoritelerine kolaylık sağlamayacaktır [1]. İnsan Faktörleri Analiz ve Sınıflandırma Sistemi (The Human Factor Analysis and Classification System-HFACS) bu ihtiyacı karşılamak için Shappell ve Wiegmann tarafından geliştirilmiştir. HFACS’ın temeli, Reason’un İsviçre Peyniri Modeli’ne dayanmaktadır [2].

### 1.1. İsviçre Peyniri Modeli

1990’ların sonlarına doğru, teknolojik gelişmelerin kazaların önlenmesi üzerindeki etkisi azalmış ve normal seviyelere ulaşmıştır. Bu zamana kadar kazalarda örgütsel etkileri araştırmak adına atılan en büyük adım, James Reason’un kaza nedenselliği düşüncesine dayanan İsviçre Peyniri Modeli’dir. Bu model birçok kişi, şirket ve ICAO gibi dünya havacılık otoriteleri tarafından kabul görmüştür [3]. Reason’un İsviçre Peyniri Modeli Şekil 1’de gösterilmiştir;



Şekil 1. Reason’un İsviçre Peyniri Modeli [4]

Şekilde görüldüğü gibi Reason (2000) çeşitli katmanlar ve bu katmanların üzerindeki delikleri yani patojenleri tanımlamıştır. Bu deliklerin üst üste gelmesi felaketlere neden olmaktadır [5].

Kazaların çoğunda bir katman, felakete sonuçlanacak kazayı durdurabilmektedir. Delikler sistemin veya örgütün zihinsel ve fiziksel yapısına bağlı olarak görünebilir, kaybolabilir veya büyüklükleri değişiklik gösterebilir. Kazalara görünen sebepler neden olmuş gibi görünse de kazaların arkasında örgütsel etkilere kadar uzanan gizli hatalar da bulunmaktadır. Reason’a (1997) göre olayların tamamında görünen hatalar var olmasına rağmen, genellikle tespit edilememekte ya da kötü sonuçlara yol açmadığı için göz ardı edilmektedir [6].

Bu durum Reason’un çalışmasının kendi içinde en büyük problemini ortaya çıkarmaktadır. Bu problem; tahmin edici bir unsur olmadan bazı görünen ve gizli hataların var olmaya ve problemlere yol açmaya devam edecek olmasıdır. Bu da modeli kaza öncesi analiz yapılabilecek bir model olmaktan çıkarıp kaza sonrası inceleme kalıbıyla sınırlamaktadır. Dolayısıyla bu modelin altında yatan tehlikeler, model üzerinde daha çok çalışmaya ihtiyaç olduğunu düşündürmektedir [3]. Reasonun modelinin geliştirilmesi gerekmekteydi, HFACS bu ihtiyacı karşılamak üzere ilk olarak Amerikan Deniz Kuvvetleri için bir kaza araştırma ve veri analiz aracı olarak tasarlanmıştır. İlk tasarımından bu yana HFACS birçok askeri alanda kullanılmıştır. Günümüzde 1000 den fazla askeri havacılık kazasına uygulanan HFACS insan faktörleri veri toplama sürecinin kalitesini ve niceliğini artırırken veri odaklı araştırma stratejilerinin verimini de artırmıştır. FAA ve NASA gibi kuruluşlar HFACS’in sivil havacılık için de kullanışlı olduğunu ortaya koymuşlardır. HFACS’in sivil havacılık ve diğer alanlarındaki uygulamaları için çabalar devam etmektedir [2].

## 2. İnsan Faktörleri Analiz Ve Sınıflandırma Sistemi

İnsan Faktörleri Analiz ve Sınıflandırma Sistemi (HFACS), kaza ve olaylara katkı sağlayan sebep faktörlerinin tanımlanması ve analizi için geliştirilmiş bir sınıflandırma aracıdır. Bu model

Reason'un İsviçre Peyniri Modeli'ne dayanmaktadır [7]. Reason'un modeli havacılıkta ve diğer endüstriyel kuruluşlarda kazalardaki insan hatasının nedenselliği konusunda bir devrim niteliğindedir. Ancak gerçek hayata uygulanabilir olmaması ve yeterince ayrıntılı olmamasından dolayı yeni bir arayış gerekliydi [8]. Bu boşluğu doldurmak için HFACS'in temelleri 1997 yılında emniyetsiz durumlar için geliştirilen bir kaza sınıflandırma aracı ile atılmıştır. Bu sınıflandırma aracının geliştirilmesi sonucu bugünkü HFACS modeli ortaya çıkmıştır. 2000 yılında Shappell ve Wiegmann tarafından tanıtılmasıyla HFACS havacılık literatürüne girmiştir [9].

Daha sonra HFACS'in literatürde birçok alanda uygulanabilirliği kanıtlanmıştır. Shappell ve Wiegmann'ın geliştirdiği HFACS Reason'un gizli ve görünen hatalar fikrini destekler niteliktedir. HFACS dört seviyeden ve bu seviyelerin ayrıldığı alt sınıflardan oluşmaktadır. Bu alt sınıfların her biri "sebebe faktörleri" olarak adlandırılmaktadır. HFACS'in en güncel halinde Reason'un İsviçre Peyniri Modeli'ndeki dört seviye toplamda 19 sebebe faktörüne ayrılmıştır. HFACS insan hatasını genel olarak 4 seviyede incelemektedir. Bu seviyeler şu şekildedir:

- Emniyetsiz davranışlar
- Emniyetsiz davranışlara zemin hazırlayan koşullar
- Emniyetsiz yönetim
- Örgütsel etkiler [9].

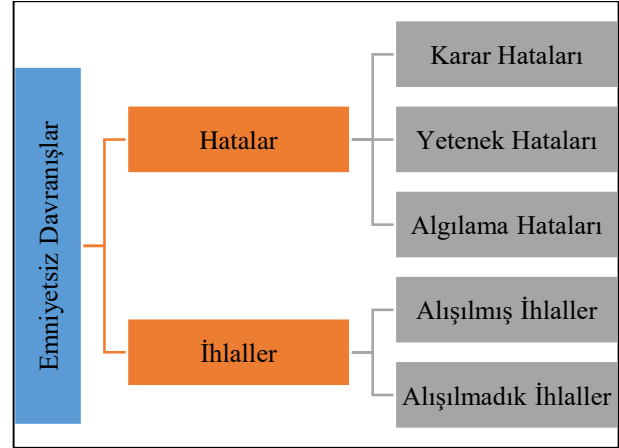
Her bir seviyedeki hata diğerini etkilemekte ve kaza ortaya çıkmaktadır. Aşağıda bu seviyeler sırasıyla anlatılmıştır.

## 2.1. Emniyetsiz Davranışlar (Seviye-1)

Emniyetsiz davranışlar iki grupta sınıflandırılır:

- Hatalar
- İhlaller.

Birçok benzerlikleri olmasına rağmen bu iki sınıf; kurallar, düzenlemeler ve bir örgüt yapısı düşünüldüğünde belirgin bir şekilde ayrılmaktadır. Emniyetsiz davranışlar Şekil 2'de gösterilmiştir;



Şekil 2. Emniyetsiz davranışlar [9]

Hatalar istenilen sonuçlara ulaşmak için gerçekleştirilen ve yasal olarak değerlendirilen emniyetsiz davranışlardır. İhlaller ise genellikle kuralların ve düzenlemelerin bilerek görmezden gelinmesi sonucu ortaya çıkan emniyetsiz davranışlardır. Hatalar; karar, yetenek ve algılama hataları olmak üzere üç sınıfa ayrılırken, ihlaller; alışılmış ve alışılmadık ihlaller olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır. Kaza araştırmalarında hatalar ve ihlaller birbirinden ayrıntılı bir şekilde ayrılamamaktadır [10].

### 2.1.1. Hatalar

Kanunlara ters düşmeyen emniyetsiz davranışlar olarak nitelendirilen hatalar üç grupta incelenmektedir:

- Karar hataları
- Yetenek hataları
- Algılama hataları [10].

#### 2.1.1.1. Karar hataları

En yaygın hata türlerinden biri olan karar hataları, planlanan bir sürecin planlandığı gibi işlemesi ancak başlangıçta planın yanlış yapılması olarak nitelendirilebilir. Bu hata türü "dürüst hatalar" olarak da adlandırılmaktadır. Karar hataları, bireyin vicdan olarak doğru olduğunu düşündüğü fakat doğru bilgi ve doğru seçimin yapılması konusunda eksik kaldığı durumlardır [9]. Yöntemlerin eksik ya da zayıf uygulanması, yanlış seçimler, bilginin yanlış yorumlanması veya kullanılması gibi durumlar bu hata grubuna örnektir [10]. Havacılıkla ilgili olarak, uygun olmayan bir şekilde uçağın kalkışının geciktirilmesi, kalkışın iptal edilmesi, uçağın pisti

pas geçmesi, fazla yük ile kalkma, yakıt seviyelerini tamamen kontrol etmeme veya uçuş öncesi hava tahmini istememe gibi durumlarda alınacak yanlış kararlar bu hata grubuna örnek verilebilir [7].

Karar hataları üç farklı sınıfta değerlendirilebilmektedir. Bunlar; yönetsel hatalar, eksik seçim ve problem çözme hatalarıdır.

Yönetsel hatalar kural temelli hatalar olarak da bilinmektedir. İyi derecede belirtilmiş (eğer a ise b'yi yap) görevlerde yapılan hatalardır. Özellikle sivil ve askeri havacılık sektörlerinde yapılan pilot hataları genellikle yönetsel hatalardır. Uçuşun tüm safhalarında izlenecek yöntemler çok açıktır. Ancak hala hatalar yapılmaktadır. Bu tür hatalar özellikle motor arızası gibi zaman kısıtlaması olan acil durumlarda ortaya çıkmaktadır [9].

Ancak havacılıkta da tüm sıkıntılar yöntemlere uyularak çözülememektedir. Bazen seçim yapılmasını gerektiren kritik durumlar olmaktadır. Örneğin; ailesinden uzak, bir hafta boyunca uçuş yapmış ve evine dönmek üzere olan bir pilotun rotasına çıkan bir fırtına olduğu varsayıldığında; bu pilot ya rotasını çevirip başka bir yere yönelecek veya doğrudan fırtınanın içinden geçerek bir an önce evinde olacaktır. Bu gibi durumlarda karar hataları ya da bilinen diğer adıyla bilgi temelli hatalar meydana gelmektedir. Genellikle yeteri kadar tecrübe edilmemiş durumlarda veya dışardan bir baskı olduğunda bu tür hataların gerçekleşmesi muhtemeldir. Basit düşünmek gerekirse insanlar bazen doğruyu bazen yanlış seçmektedir [9].

Son olarak, problemin tam olarak anlaşılmadığı durumlar ve net yöntemlerin ya da sorunlara verilecek cevap seçeneklerinin mevcut olmadığı durumlar da olabilmektedir. Net olarak tanımlanmamış durumlarda yeni bir çözüm yolu üretilmesi gerekmektedir. Yani pilotlar kendilerini daha önce kimsenin bulmadığı bir durumda bulabilirler. Yavaş ve yoğun bir çözüm çabası gerektiren bu gibi durumlarda zamanın bir lüks olduğu gerçektir. Bu tür karar hataları diğerlerinden daha seyrek görülmektedir. Ancak problem çözme konusunda yapılan hataların oranı yine de yüksektir [9].

### 2.1.1.2. Yetenek hataları

Karar hatalarının aksine yetenek hataları herhangi bir bilinçlilik hali ya da düşünce gerektirmeyen durumlarda yapılan hatalardır.

Örneğin; otomobil kullanırken direksiyonun kontrolü veya vites geçişleri yapmak gibi hareketler otomatikleşen davranışlardır. Aynı şekilde uçak içinde lövyenin kontrolü veya rudder hareketlerinin kontrolü gibi uzun süre tecrübe edilmiş ve otomatik hale gelmiş davranışlar söz konusudur. Bu tür otomatikleşen davranışlarda yapılan hatalar yetenek hatalarına örnek olarak gösterilebilir. Ekranları taramada başarısızlık, yanlış tuş veya butonların aktif veya pasif hale getirilmesi, kontrol listesi öğelerini atlamak, niyetini unutmak gibi hatalar da bu hata grubuna örnektir [10].

Sonuç olarak yetenek hataları özellikle dikkat, teknik ve hafızadaki eksikliklerden meydana gelen hatalardır. Dikkat hatalarına verilebilecek en klasik örnek; yanan uyarı ışığına odaklanan kokpit ekibinin giderek araziye yani yere yaklaştıklarını fark edememesidir. Bu örnekteki dikkat hatası çok sık görülen yüksek derecede odaklanma davranışıdır. Bu dikkat dağınıklığı normal yaşamda veya araba sürerken üzücü sonuçlara yol açarken havada ise felaketlere yol açabilmektedir [9].

Dikkat hatalarının tersine hafıza hataları; kontrol listesinde atlanan öge, kayıp öge veya unutulmuş niyet olarak ortaya çıkmaktadır. Örneğin birçok insanın buzdolabına gittiğinde ne almak için geldiğini unuttuğu olmuştur. Benzer şekilde, havacılıkta da yoğun stres altında veya acil durumlarda yerine getirilmesi gereken yöntemlerin bazıları kokpit ekibi tarafından atlanabilmektedir. Ancak stres altında olmaları bile bireyler bazen iniş sırasında iniş takımlarını açmayı ya da flapları ayarlamayı unutabilmektedir [9].

Üçüncü ve son yetenek hatası tipi ise teknik hatalardır. Bireyin eğitimine, eğitim alt yapısına ve tecrübeye bakmaksızın teknik davranışlar zinciri büyük farklılıklar gösterebilmektedir. Başka bir deyişle aynı eğitimi alan ve eşit tecrübedeki iki pilotun uçağa vereceği manevralar çok büyük farklılıklar göstermektedir. Bir pilot uçağı süzülen bir kartal edasıyla uçururken diğeri aynı uçağı bir serçenin ani dönüşleri gibi sert bir şekilde uçurabilmektedir. İkisi de emniyetli bir uçuş sürdürse de, karşılaşacakları hata tipleri çok farklı olabilmektedir. Aslında bunun gibi teknikler, doğuştan gelen yetenek ve kabiliyetler kadar önemlidir [9].

### 2.1.1.3. Algılama hataları

Karar hataları ve yetenek hataları birçok kaza veri tabanında en baskın hatalar olarak görüldüğü için üçüncü ve son hata gurubu olan algılama hataları daha az dikkat çekmektedir. Gerçekte en az diğer hata gurupları kadar önemli olan algılama hataları, algısal girdiler azaldığında veya gece koşulları, kötü hava koşulları gibi alışılmışın dışında çevresel etmenler algıyı azalttığında ortaya çıkmaktadır. Yanlış ve eksik bilgiyle hareket edilmesi, mesafenin, alçalma oranının veya yüksekliğin yanlış ölçülmesi veya görsel yanılgılardan dolayı yanlış geri bildirimler verilmesi bu hata gurubuna örnektir [10].

Bireyin algısı gerçeklikten uzaklaşırsa o kişi hata yapmaktadır. Görsel yanılgılara örnek olarak; gece veya kötü hava koşullarında görselliğin azalması sonucunda beynin kendince boşlukları doldurmaya çalışması gösterilebilir. Benzer şekilde kötü hava koşullarında veya geceleyin, bireyin denge (vestibüler) sistemi havadaki pozisyonunu çözemezse mekânsal yönelim bozukluğu meydana gelmektedir. Bu durumda birey elindeki ipuçlarını kullanarak en iyi tahmini yapmak zorunda kalmaktadır. Her iki durumda da, şüpheli olmayan bir şahıs sıklıkla hatalı bilgilere dayanan bir karar vermeye yatkındır ve dolayısıyla hata yapma potansiyeli yüksektir. Burada dikkat edilmesi gereken konu; görsel yanılgılar veya mekânsal yönelim bozukluğunun değil, pilotun bunlara verdiği hatalı cevapların algılama hatası olduğudur. Örneğin; genellikle görsel referanslarla (göl, akarsu, arazi) uçmaya alışkın olan birçok pilot, gece koşullarında “kara delik etkisi” denilen bir durumla karşılaşabilmektedir. Bu durum pilotun karanlıkta uçtuğunu iyi bilmesine rağmen, olduğundan daha yüksek veya alçak irtifada uçtuğunu düşünmesine sebep olmaktadır. Bu gibi durumlarda pilotların dış çevreden görsel bir referans olmadan, özellikle uçuşun yaklaşma safhasında sadece öncelikli uçuş göstergelerine güvenmeleri gerekmektedir. Hatta bazı pilotlar gece uçuşlarında göstergeleri okumakta bile başarısız olabilmektedir. Sonuç olarak algıda zorluk yaşayan bu pilotlar veya diğer personel, ölümlü kazalara sebep olan hatalar yapabilmektedir [9].

### 2.1.2. İhlaller

Hatalar, kurallar dâhilinde meydana gelen emniyetsiz davranışlar olarak tanımlanırken, ihlaller kuralların bilinçli olarak görmezden gelinmesi olarak tanımlanmaktadır [9]. Birçok ihlal çeşidi olmasına rağmen, ihlaller genel olarak iki sınıfta incelenmektedir:

- Alışılmış ihlaller
- Alışılmadık ihlaller [10].

#### 2.1.2.1. Alışılmış ihlaller

Alışkanlık haline gelen bu davranışlara genellikle sistem veya yönetimler tarafından da izin verilir. Kuralları esnetmek olarak da nitelendirilen bu durumun tipik örneği; 50 km hız sınırı olan bir yolda 55 km hız yapma durumudur. Hız sınırının 5-10 km üzerinde ilerlemek çoğu zaman kanunlar tarafından da izin verilen bir durumdur [10]. Tanımdan da anlaşılacağı gibi eğer alışılmış ihlaller tespit edilirse hata zincirinde daha yukarıya yani yöneticilere bakmak gerekmektedir. Alışılmış ihlaller, kurallara uymayan yöneticilerin otoritesi altındaki bireyler tarafından yapılmaktadır. Havacılıkta alışılmış ihlallere örnek olarak, sürekli şekilde olumsuz hava koşullarının içinden uçan pilotlar verilebilir [9].

#### 2.1.2.2 Alışılmadık ihlaller

Bu ihlal türleri otoritelerle ters düşülen durumlar olarak nitelendirilebilir. Ne yöneticiler ne de bireyler tarafından göz yumulmayan durumlardır. Bu ihlallere verilecek en tipik örnek ise yine 50 km hız sınırı olan bir yolda 105 km hız yapma durumudur. Bu duruma ne otorite ne de kanunlar izin verir. Bu durumu gören bir polis mutlaka cezai işlem uygulayacaktır. Bu ihlaller doğası gereği alışılmadık olduklarından bu isim verilmiştir [10].

Havacılıkta ise yasaklı bir hava sahasında uçmak, uçakla bir köprünün altından geçmek veya alçak kanyon uçuşu yapmak gibi durumlar alışılmadık ihlallere örnektir. Alışılmadık veya sıra dışı olarak adlandırılan bu ihlaller yaşanan olaylar sıra dışı olduğu için değil, kurallar ve kanunlar dışında gerçekleştiği için sıra dışı olarak nitelendirilmektedir. Alışılmadık ihlalleri sıra dışı yapan, bu ihlal türü gerçekleşmeden önce herhangi bir belirti veya tahmin edici unsurun olmamasıdır.

Bu nedenle alışılmadık ihlallerle başa çıkmak çok zordur [9].

Hata ve ihlallerin daha iyi anlaşılabilmesi açısından, HFACS sınıfları altında bulunan, uçuş

operasyonlarında karşılaşılan hata ve ihlallerin bazıları Şekil 3'te gösterilmiştir.

Hatalar	İhlaller
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Karar hataları</b></li> <li>• Uygun olmayan yöntem</li> <li>• Acil durumun yanlış teşhisi</li> <li>• Acil duruma yanlış yanıt verilmesi</li> <li>• Yeteneği aşan durumlar</li> <li>• Uygun olmayan manevra yapılması</li> <li>• Zayıf ya da eksik karar</li> <li>• Eksik veya uygun olmayan uçuş planlaması</li> <li>• Uygun olmayan kalkış/iniş iptal kararları</li> <li>• Uygun olmayan yakıt alma/boşaltma kararları</li> <li>• <b>Yetenek Hataları</b></li> <li>• Görsel taramada yanılma</li> <li>• Dikkat önceliğinde hata</li> <li>• Uçuş kontrollerinin uygun olmayan ya da yanlış kullanımı</li> <li>• Yöntemlerde atlanan adım</li> <li>• Atlanan checklist ögesi</li> <li>• Zayıf teknik</li> <li>• Uçakları aşırı kontrol</li> <li>• Kontrolsüz hız yapma</li> <li>• Uygun irtifayı koruyamama</li> <li>• Uygun süzülüş açısını sürdürmememe</li> <li>• <b>Algılama Hataları</b></li> <li>• Yanlış ölçülen mesafe / yükseklik / hava hızı</li> <li>• Mekansal yönelim bozukluğu</li> <li>• Görsel yanılma vb.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Alışılmış ihaller</b></li> <li>• Brifinglere uyulmaması</li> <li>• Radar altimetre kullanımında başarısız olunması</li> <li>• Yetkisi olmayan bir yaklaşma yapılması</li> <li>• Eğitim kurallarının ihlal edilmesi</li> <li>• Aşırı manevralarla uçulması</li> <li>• Uçuşa düzgün şekilde hazırlanılmaması</li> <li>• Bilgilendirilmiş yetkisiz uçuş gerçekleştirme</li> <li>• Görev için geçerli ya da nitelikli olmama</li> <li>• <b>Alışılmadık ihaller</b></li> <li>• Uçak sınırlarını kasıtlı olarak aşma</li> <li>• Görerek uçuş şartlarında düşük irtifada uçuşa ısrarla devam etme</li> <li>• Yetkisiz alçak irtifa kanyon uçuşu</li> <li>• Aletli uçuş şartlarında görerek uçuş yapma</li> <li>• Eksik ekipman olduğu bilindiği halde uçuş yapma vb.</li> </ul>

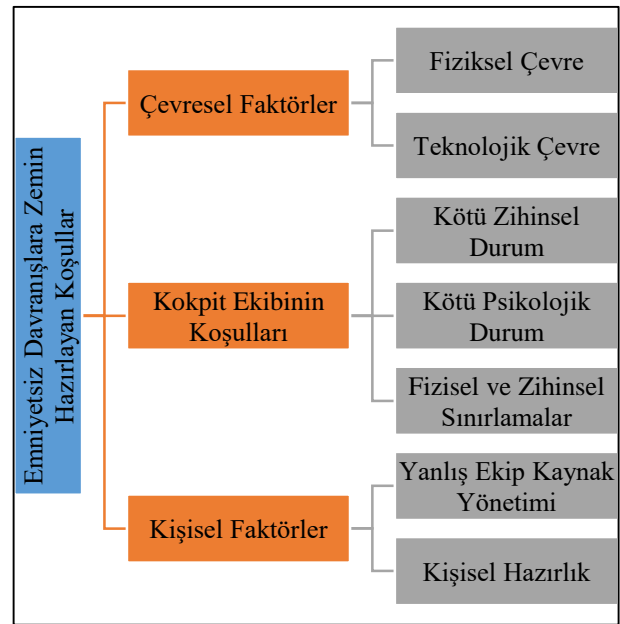
Şekil 3. Hatalar ve ihlaller [8, 9]

## 2.2. Emniyetsiz Davranışlara Zemin Hazırlayan Koşullar (Seviye-2)

Sadece emniyetsiz davranışlara odaklanmak, ateşi olan bir hastanın altında yatan sebeplere odaklanmadan sadece ateşine odaklanmaya benzemektedir. Emniyetsiz davranışlara zemin hazırlayan koşulları analiz etmek için araştırmacıların daha derin araştırmalar yapması gerekmektedir. HFACS içinde emniyetsiz davranışlara zemin hazırlayan koşullar üç sınıfta incelenmektedir.

- Çevresel faktörler
- Kokpit ekibinin koşulları
- Kişisel faktörler [10].

Emniyetsiz davranışlara zemin hazırlayan koşullar Şekil 4'te ayrıntılı olarak gösterilmiştir.



Şekil 4. Emniyetsiz davranışlara zemin hazırlayan koşullar [9]

### 2.2.1. Çevresel faktörler

Emniyetsiz davranışlara sebep olan çevresel faktörler HFACS içinde iki sınıfta incelenmektedir.

- Fiziksel çevre
- Teknolojik çevre [10].

#### 2.2.1.1. Fiziksel çevre

Kokpit ekibinin performansını oldukça etkileyen fiziksel çevre ekip performansına sayısız sınırlamalar getirmektedir. Operasyonel çevre ve ortamın havasını içermektedir. Örneğin; sıcak bir ortamda uçan pilotun sıcaktan etkilenerek emniyetsiz bir davranış sergilemesi muhtemeldir. Sıcaklık, gürültü, titreşim, dış kuvvetler, ışık vb. faktörler bu sınıfta incelenmektedir [11].

#### 2.2.1.2. Teknolojik çevre

Son yıllarda teknolojinin hızlı bir şekilde gelişmesiyle birlikte bu faktör havacılık literatürüne girmiştir. Bu faktör kokpit ekibinin performansını etkileyebilecek her türlü donanım ve kontrollerin tasarımını, gösterge karakteristiklerini ve otomasyonlarını içermektedir. Yeni ve yakın zamanda tanıtılmış bir donanımın kokpite girmesi karışıklığa yol açabilmekte ve bu da pilotun emniyetsiz davranışlarına sebep olabilmektedir [11].

### 2.2.2. Kokpit ekibinin koşulları

Emniyetsiz davranışlara sebep olan kokpit ekibinin koşulları üç alt başlıkta incelenmektedir. Bunlar;

- Kötü zihinsel durum
- Kötü fizyolojik durum
- Fiziksel ve zihinsel sınırlamalardır [10].

#### 2.2.2.1. Kötü zihinsel durum

Zihinsel olarak bir işe hazır hissetmek birçok alanda özellikle de havacılıkta çok önemlidir. Kötü zihinsel durum, performansı olumsuz etkileyen zihinsel koşullar olarak nitelendirilmektedir. Bu zihinsel koşullar; durumsal farkındalığın kaybedilmesi, zihinsel yorgunluk, biyolojik saat (sirkadyen ritim) bozukluğu, aşırı özgüven, memnuniyet veya yanlış motivasyon gibi kararları olumsuz etkileyebilecek ve emniyetsiz davranışlara yol açabilecek zararlı tutumları içermektedir [10]. Zihinsel olarak yorgun olan bireyin sebebi ne olursa olsun hata yapma olasılığı yüksektir. İnsan hatası

sınıflandırma çerçeveleri mutlaka kötü zihinsel durumları dikkate alınmalıdır [9].

#### 2.2.2.2. Kötü fizyolojik durum

Kötü zihinsel durum ile aynı öneme sahip olan kötü fizyolojik durum faktörü de uçuş emniyetini etkilemektedir. Özellikle havacılık için büyük öneme sahip olan mekânsal yönelim bozukluğu, zehirlenme, görsel yanılgılar, uykusuzluk, medikal ya da kimyasal anormallikler performansı etkileyen fizyolojik faktörler olarak bilinmektedir. Örneğin bir pilot mekânsal yönelim bozukluğu yaşadığında uçuş göstergelerine güvenmemesi kaza olasılığını artırmaktadır [10].

Görsel yanılgıların ve mekânsal yönelim bozukluğunun etkileri çoğu havacı tarafından iyi bilinmektedir. Havacılar tarafından iyi bilinmeyen ya da çoğu zaman göz ardı edilen ve kokpit performansını etkileyen durum ise basitçe ifade etmek gerekirse “hasta” olmaktır. Çoğu insanın işe hasta bir şekilde gittiği olmuştur. Genellikle ayaküstü içilen ağrı kesiciler veya antibiyotikler ile iyileşip iyi bir performans sergileyebilmektedir. Soğuk algınlığı olan bir pilot bu durumu ayaküstü bir ilaçla geçirebileceğini düşünmektedir. Aslında burunları tıkanıp zaman havacılar, kabin basıncından dolayı ağrı yapan sinüslerine odaklanırlar ve bunu daha fazla büyütmezler. Ancak bu durum orta kulak iltihabına sebep olabilmekte ve dolayısıyla mekânsal yönelim bozukluğuna yol açabilmektedir (ilaçların yan etkileri, yorgunluk, uyku gibi durumlar hariç). Bu nedenle medikal durumlara odaklanmak da emniyet uzmanlarının görevlerinden biridir [9].

#### 2.2.2.3. Fiziksel ve zihinsel sınırlamalar

Kokpit ekibinin fiziksel ve zihinsel sınırlamaları emniyetsiz davranışlara zemin hazırlayan üçüncü ve son koşuldur. Algısal girdilerin ulaşılabilir olmaması ya da ulaşılabilir fakat bireyin o anda buna ulaşabilecek kapasite, yetenek veya zamanı olmaması olarak nitelendirilir. Havacılıkta, görsel bir sınırlama yüzünden arkadaki uçağın öndeki uçağı görmemesi örneği verilmektedir. Bununla birlikte çoğu zaman hızlı bir zihinsel süreç veya tepki gerektiren durumlarda yeteri kadar zamanın olmaması örneği de verilmektedir. Ancak yeterli görsel imkânlar ve yeterli zaman olmasına rağmen bazen bireyin uçuşun emniyetini sürdüreceği gerekli

tutum, yetenek veya nitelikte olmadığı durumlara da rastlanmaktadır [10].

Uçağı kontrol noktasında bireyin limitlerini aşan durumlar olabilmektedir. Örneğin; insanın görsel algısı geceleri ciddi şekilde düşmektedir. Gece karanlığında araba kullanırken algı azaldığında yavaşlayarak ilave tedbirler alınabilir. Havacılıkta ise yavaşlamak bir seçenek değildir. Bu gibi durumlarda temel uçuş göstergelerine daha fazla dikkat etmek emniyeti artıran bir tedbir olacaktır. Ancak gerekli tedbirler alınmadığında pilotlar diğer uçakları veya engelleri görmekte zorlandığı için sonuçlar felaket olabilmektedir. Benzer şekilde bir manevrayı veya görevi tamamlamak için belirli bir zaman kısıtlamasının olduğu durumlar da vardır. Bireyler bilgiyi işleme ve cevap verme yetenekleri bakımından büyük farklılık göstermektedir. Ama yine de iyi pilotlar çoğu duruma genellikle hızlı ve doğru bir şekilde cevap vermektedir. Ancak hızlı cevap verilmesi gereken durumlarda genellikle hata yapma olasılığı da artmaktadır. Sonuç olarak havacılıkta bu durum düşünüldüğünde, acil durum içinde bulunan bir pilotun hızlı cevap vermesi gereken bir durumda yanlış cevap vermesi oldukça olasıdır [9].

Yukarıda belirtilen bilgiyi işleme ve cevap verme yeteneklerine ek olarak, zihinsel ve fiziksel sınırlamalara en az iki durum daha eklenmektedir. Bunlardan ilki bireyin yetenek ve fiziksel olarak havacılığa uygun olmamasıdır. Örneğin, bazı bireyler G kuvvetine dayanıklı olmayabilir ya da başka sebeplerden dolayı kontrol yeteneği bulunmayabilir. Diğer bir deyişle kokpitler her boyutta, kiloda veya fiziksel yetenekte bireyler için tasarlanmamıştır. Benzer şekilde bazı bireyler zihinsel olarak bir uçağı uçurmaya yetecek kabiliyette değildirler. Herkes bir piyanist gibi konser veremez aynı şekilde herkes doğuştan pilot olarak doğmamaktadır. Pilotluk hayatı kurtaracak durumlarda hızlı ve doğru kararlar vermeyi gerektiren bir meslektir. Emniyet uzmanları için ise kazaya sebep olan zincirde kırılan halkanın yetenek olup olmadığını bulmak oldukça zorlu bir görevdir [9].

### 2.2.3. Kişisel faktörler

Kokpit ekibinin kişisel faktörleri de emniyetsiz davranışlara zemin hazırlayan koşullardandır. Kişisel faktörler iki alt başlıkta incelenmektedir.

#### 2.2.3.1. Yanlış ekip kaynak yönetimi

Ekibin tüm üyelerinin koordinasyon içerisinde hareket ettiğinden emin olmamak kafa karışıklığına ve bu da kötü zihinsel duruma sebep olur. Dolayısıyla bu durum kokpitte zayıf ya da eksik kararlar verilmesine sebep olacaktır. Yanlış ekip kaynak yönetimi ise ekibin kokpit içi ve kokpit dışı (hava trafik kontrolörleri-yer personeli) iletişimindeki olumsuzlukları içerir. Bu sınıf, ekibin bir takım olarak birlikte uyum içerisinde çalışmaması durumlarını da içermektedir. Uçuş öncesinde, uçuş sırasında ve sonrasında uçuşu yöneten kokpit ekibinin koordinasyonundaki zayıflıklar da bu sınıfa girmektedir [10].

Kokpitte koordinasyon eksikliğinden meydana gelen kafa karışıklığının sebep olduğu bir kaza olma olasılığı oldukça yüksektir. Aslında uçak kazası veri tabanları eksik koordinasyondan meydana gelen birçok kaza ile doludur. En çok bilinen örneklerinden birisi; Florida Everglades Şehri'nde 1972'de gece karanlığında meydana gelen kazadır. Bu kazada ekip, ışıktandırmada meydana gelen bir arıza ile uğraşırken uçağın pozisyonunu kontrol etmeyi gözden geçiriyor. Genellikle herhangi bir arıza ile uğraşırken bile ekipten en az birinin temel uçuş göstergelerini kontrol etmesi gerekmektedir. Ancak bu kazada kimse temel uçuş göstergelerini kontrol etmemişti. Uçak fark edilmeyecek bir şekilde yavaşlamış ve Everglades Şehri'ne çakılmıştır. Sonuç olarak çok sayıda kayıp meydana gelmiştir [9].

#### 2.2.3.2. Kişisel hazırlık

Bireylerin kişisel olarak uçuşa hazır olmaları da CRM ile eşit derecede öneme sahiptir. Ekibin dinlenme sürelerini ihlal etmesi, alkol kısıtlamalarını ihlal etmesi, kendi kendine ilaç kullanması, diyet yapması bu sınıfa örnek verilebilecek durumlardır [10].

Birçok işte, çalışanın işe hazır bir şekilde gelmesi gerçekten önemlidir. Özellikle havacılıkta birey zihinsel ve fiziksel olarak hazır olmadığı zaman olumsuz sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Kişinin bireysel hazırlık kurallarını ihlal etmesi emniyetsiz davranışlar içerisinde bulunan ihlaller ile karıştırılmamalıdır. Çünkü bu ihlaller kokpitte gerçekleşmemektedir. Ayrıca bunlar uçuşu doğrudan etkileyen görünen hatalar değil gizli



hatalardır. Kişisel hazırlıkta yapılan tüm hatalar kuralları çiğnemek olarak değerlendirilemez. Örneğin; uçuşa gelmeden önce 10 km yürüyüş yapması pilotu zihinsel ve fiziksel olarak yorgun bırakacaktır ancak bu bir kural ihlali değildir. Fakat

kişisel hazırlıkla ilgili bazı konularda kesin kurallar olmaması pilotları en iyi şekilde uçuşa hazır olmaktan alıkoymamalıdır [10].

Emniyetsiz davranışlara zemin hazırlayan koşulların bazıları Şekil 5’te gösterilmiştir.

Çevresel faktörler	Kokpit ekibinin koşulları	Kişisel faktörler
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fiziksel Çevre</b></li> <li>• Uygun olmayan ortam (sıcaklık, gürültü, titreşim, ışık, dış kuvvetler vb.)</li> <li>• <b>Teknolojik Çevre</b></li> <li>• Uygun olmayan donanım (kontroller, göstergeler, koltuklar, iletişim araçları vb.)</li> <li>• Uygun olmayan yazılım - arayüz (otomasyon sistemleri, iletişim sistemleri vb.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Kötü Zihinsel Durum</b></li> <li>• Kanalize olmuş dikkat</li> <li>• Halinden memnun olma (öz tatmin)</li> <li>• Dikkat dağınıklığı</li> <li>• Zihinsel yorgunluk</li> <li>• Eve dönüş sendromu</li> <li>• Acelecilik</li> <li>• Özgüven</li> <li>• Durumsal farkındalığın kaybedilmesi.</li> <li>• Yetersiz motivasyon</li> <li>• Görev doygunluğu</li> <li>• <b>Kötü Fizyolojik Durum</b></li> <li>• Bozulmuş fizyolojik durum</li> <li>• Tıbbi hastalık</li> <li>• Yetersiz fizyolojik kapasite</li> <li>• Fizyolojik yorgunluk</li> <li>• <b>Fiziksel ve zihinsel sınırlamalar</b></li> <li>• Yetersiz reaksiyon süresi</li> <li>• Görsel sınırlamalar</li> <li>• Uyumsuz zeka/yetenek</li> <li>• Uyumsuz fizyolojik kapasite.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Yanlış ekip kaynak yönetimi (CRM)</b></li> <li>• Destek olma başarısızlığı</li> <li>• Koorsinasyon ve iletişimde başarısızlık</li> <li>• Eksik bilgilendirme</li> <li>• Kaynak kullanımında başarısızlık</li> <li>• Liderlik konusunda başarısızlık</li> <li>• Trafik işaretlerinin yanlış yorumlanması</li> <li>• <b>Personelin Hazırlık Durumu</b></li> <li>• Aşırı fiziksel eğitimler</li> <li>• Kendi kendine ilaç kullanımı</li> <li>• Dinlenme sürelerinin ihlal edilmesi</li> <li>• Alkol kullanımı kurallarının ihlali vb.</li> </ul>

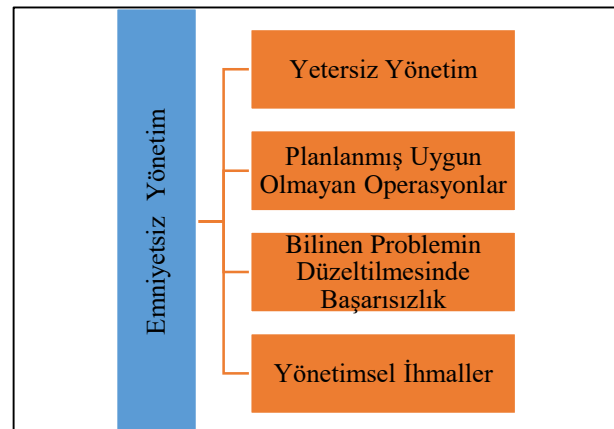
Şekil 5. Emniyetsiz davranışlara zemin hazırlayan koşulların faktörleri [9, 11]

### 2.3. Emniyetsiz Yönetim (Seviye-3)

Kokpit ekibinin kendi hareketlerinden sorumlu olduğu açıktır. Ancak yöneticilerin hataları ve gizli hataların, ekibin emniyetsiz davranışlarını tetiklediği birçok örnekte mevcuttur. Gizli hatalar düşünüldüğünde en kapsayıcı sınıf yönetimdir. Emniyetsiz yönetim dört sebep faktöründen oluşmaktadır.

- Yetersiz yönetim
- Planlanmış uygun olmayan operasyonlar
- Bilinen problemin düzeltilmesinde başarısızlık
- Yönetimsel ihlaller [10].

Emniyetsiz yönetim sebep faktörleri Şekil 6’da gösterilmiştir.



Şekil 6. Emniyetsiz yönetim [9]

#### 2.3.1. Yetersiz yönetim

İlk sınıf yetersiz yönetim, yönetimin tutumlarını ve hareketlerini etkileyen yönetimsel komuta zincirinde meydana gelen hataları içermektedir.

Yöneticiler kokpit ekibine başarıya ulaşmaları için fırsatlar sunmalıdır. Yöneticiler bireye karşı yeterli eğitimi vermek, profesyonel rehberlik sağlamak, örgütsel liderlik yapmak gibi konularda uygun ve gerekli tutumları sergilemelidir. Bu imkânlar sağlanmadığında gün geçtikçe operasyonel riskler artacaktır [10].

Yeterince eğitim sağlanmadığının ya da sağlanan eğitime katılım imkânlarının yeterli olmadığına farkına varmak zor değildir. Eğitim konusunda başarısızlık kokpit ekibinin koordinasyon kurmada başarısız olmasını tetikleyerek hata yapma riskini artıracaktır. Benzer şekilde profesyonel gözetim ve rehberlik sağlamak başarılı bir örgütün temel yapı taşlarıdır. Çalışanlarının bağımsız kararlar verebilmesi mutlaka önemlidir ancak bu, yönetimin gözetimi altında olmalıdır. Gözetim ve rehberlik eksikliğinin kokpit içerisinde bir çok ihlalin ortaya çıkmasına katkı sağladığı kanıtlanmıştır. Bunun gibi birçok konuda yöneticilerin kazalarda insan faktörünün genlerini etkilediği söylenebilir [9].

### 2.3.2. Planlanmış uygun olmayan operasyonlar

Yönetimsel hatalarla ilgili riskler birçok şekilde oluşabilmektedir. Genellikle operasyonel tempo veya çalışma takvimleri bireyi riske atacak ve performansını etkileyecek şekilde planlanmaktadır. Bunun gibi operasyonlar acil durumlar haricinde normal çalışma durumları için kabul edilemezdir. Bu durumlar planlanmış uygun olmayan operasyonlar sınıfı altında incelenmektedir. Aynı şekilde uygun olmayan ekip eşleştirmesi, ekibe uygun dinlenme zamanının tahsis edilmemesi, spesifik görevlerde riskin yönetilememesi gibi konular da bu sınıf altında incelenmektedir [10]. Bu konuya en iyi örnek yanlış eşleştirmelerdir. Baskın bir kaptan pilot ile işe yeni başlayan zayıf yardımcı pilotun eşleşmelerinde genellikle iletişim problemleri ortaya çıkmaktadır. “Kokpit içi otorite kayması” olarak adlandırılan bu durumun havacılık tarihinde büyük felakete yol açtığı tecrübe edilmiştir [9].

### 2.3.3. Bilinen problemin düzeltilmesinde başarısızlık

Emniyetsiz yönetim başlığı altında kalan diğer iki sınıf; bilinen problemin düzeltilmesinde başarısızlıklar ve yönetsel ihlallerdir. Bu iki sınıf benzer olsa da HFACS içinde ayrı ayrı ele alınmıştır. Bilinen problemin düzeltilmesinde başarısızlıklar; birey, donanım veya ilgili emniyet alanlarındaki problemlerin yöneticiler tarafından bilinmesi fakat bu problemler düzeltilmeden operasyonların devam ettirilmesidir. Örneğin; uygunsuz bir davranışın düzeltilmesindeki başarısızlıklar, emniyetsiz bir atmosferi teşvik eder. Ancak bu herhangi bir kanun çiğnenmediği veya düzenlenme görmezden gelinmediği için bir ihlal olarak düşünülmez [10].

Kaza araştırmacıları büyük felakete yol açan bazı kazalardan sonra pilotun yakınları, meslektaşları ve ailesinden “bir gün bunu yapacağını biliyorduk” cümlesini azımsanmayacak kadar çok duymuşlardır. Eğer yöneticiler pilotun kapasitesinin artık bu iş için uygun olmadığını biliyorsa uçuşuna izin vermekle pilota iyilik yapmış olmayacaklardır. Gerek ilaç tedavisi ile gerekse de pilotun lisansını askıya alarak davranışların düzeltilmesi yoluna gidilmezse pilotun ve uçak içindeki birçok kişinin hayatı riske atılmış olacaktır. Yanlış davranışların düzeltilmemesi ve disiplinsizlik emniyetsiz davranışlara ve kuralların ihlal edilmesine sebep olmaktadır. Havacılık tarihi alçak uçuşlarıyla övünen pilotların ifadeleri ve hikâyeleriyle doludur. Pilotlar bu hikâyeleri genellikle ego tatmini için anlatmaktadırlar. Birileri eğlenirken bazıları can pazarı yaşayabilmektedir. Bu gibi durumlar mutlaka tanık olanlar tarafından rapor edilerek bir sonraki olayın önüne geçilmelidir [9].

### 2.3.4. Yönetimsel ihlaller

Yönetimsel ihlaller, kuralların veya düzenlemelerin yöneticiler tarafından bilinçli olarak ihlal edilmesidir. Örneğin; geçerli lisans veya sertifikası olmayan personelin uçuşuna izin vermek felakete yol açacak olaylar zincirinin başlangıcı olabilmektedir [10]. Emniyetsiz yönetim faktörlerinden bazıları Şekil 7’de gösterilmiştir;

Yetersiz Yönetim	Planlanmış Uygun Olmayan Operasyonlar	Bilinen Problemi Düzeltmede Başarısızlık	Yönetimsel İhmaller
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rehberlik sağlamakta başarısızlık</li> <li>• Operasyonel doktrin sağlanmasında başarısızlık</li> <li>• Gözetim başarısızlıkları</li> <li>• Eğitim sağlamakta başarısızlık</li> <li>• Niteliklerin izlenmesinde başarısızlık</li> <li>• Performans takibinde başarısızlık</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Doğru verilerin sağlanmasında başarısızlık</li> <li>• Yeterli bilgilendirme zamanının verilmemesi</li> <li>• Uygunsuz eşleştirme</li> <li>• Kurallara uygun olamayan göreve atama</li> <li>• Kokpit ekibine uygun dinlenme zamanı tahsis etmeme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dökümanlardaki problemin düzeltilmemesi</li> <li>• Düzeltici eylemin başlatılması konusunda başarısızlıklar</li> <li>• Riskin belirlenmesi konusunda başarısızlık</li> <li>• Emniyetsiz girişimlerin rapor edilmesinde başarısızlık</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gereksiz tehlikelere izin vermek</li> <li>• Kuralların ve kanunların uygulanmasında başarısızlık</li> <li>• Uçuşa yetkisiz personele izin vermek</li> </ul>

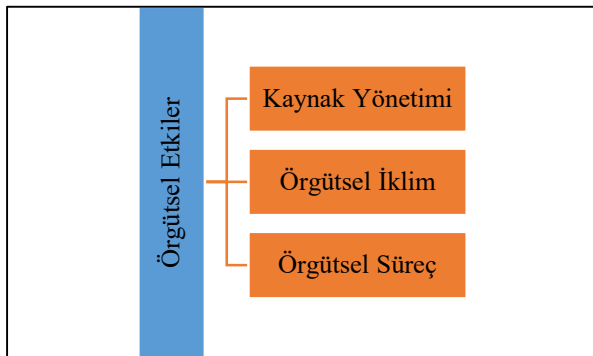
Şekil 7. Emniyetsiz yönetim faktörleri [9]

#### 2.4. Örgütsel Etkiler (Seviye-4)

Daha üst seviyedeki hatalı kararlar yönetim seviyesinin uygulamalarını hatta kokpit ekibinin koşullarını veya hareketlerini doğrudan etkileyebilmektedir. Ne yazık ki örgütsel etkiler en iyi kaza araştırmacıları tarafından bile çoğu zaman görmezden gelinmekte ve rapor edilmemektedir. Geleneksel olarak bu gizli örgütsel hatalar üç sınıfta incelenmektedir.

- Kaynak yönetimi
- Örgütsel iklim
- Örgütsel süreç [10].

Örgütsel etkiler faktörleri Şekil 8’de gösterilmiştir.



Şekil 8. Örgütsel etkiler [9]

##### 2.4.1. Kaynak yönetimi

İlk sınıf olan kaynak yönetimi örgütsel kaynakların yönetimi, tahsisi ve bakımı konularını içermektedir. Kaynak yönetimi sınıfı ayrıca insan kaynakları yönetimi (eleme, eğitim, personel

temini), bütçe yönetimi ve donanım tasarımı gibi konuları da içermektedir. Genel olarak emniyet hedefleri ve ekonomik hedefler arasındaki dengeyi sağlamak kaynak yönetiminin temel amacıdır. Bolluk zamanında bu iki amaç kolaylıkla dengelenebilirken, tarihte birçok örneğinde görüldüğü gibi mali sıkıntılar ortaya çıktığında emniyet ve eğitim konuları bütçe kısıtlamasına gidilen ve bu savaşı kaybeden ilk alanlar olmaktadır [10].

Aşırı bütçe kısıtlamaları şirket tarafından donanım teminini de etkilemektedir. Kokpit ekibi eskimiş, bozuk veya modası geçmiş donanımları kullanmak zorunda bırakılabilmektedir. Bakımları eksik yapılmış donanımlar, kötü çalışma ortamları, mevcut donanımlardaki sıkıntıların giderilmemesi gibi konular yine bütçe kısıtlamasına giden bir şirketin başvuracağı hilelerdir. Sonuç olarak lisansı olmayan pilotların, uçuşa uygun olmayan, sertifikasız, bakımları eksik bir uçakla, zorlu çalışma şartlarında ve ağır iş takviminde uçmak zorunda kaldığı bir senaryo ortaya çıkabilmektedir. Bunun gibi durumlarda felaket sonuçların ortaya çıkması oldukça muhtemeldir [9].

##### 2.4.2. Örgütsel iklim

Örgütsel iklim genel bir ifadeyle örgütün bireylere karşı davranış şekli olarak tanımlanır. Bireyin performansını etkileyen örgüt içerisindeki her türlü değişiklikler olarak da ifade edilebilir. Resmi hesap verilebilirlik, emir komuta zinciri,

otoritelerin ve sorumluların ataması, iletişim kanalları gibi konuları içermektedir. Kokpit içindeki iletişim ve koordinasyon ne kadar önemliyse örgüt içindeki iletişim ve koordinasyon da o kadar önemlidir. Sonuç olarak örgüt politikaları sıkıntılı veya tartışmalı olduğunda, örgüt içerisinde yolsuzluklar ve kural ihlalleri gerçekleştiğinde emniyet tehlikeye girmektedir [10].

Politikalar ve kültür örgütsel iklimin en iyi göstergelerinden bazılarıdır. Politikalar; işe alma, işten çıkarma, terfi, emekli etme, hastalık izni, alkol, ilaçlar gibi konularda yönetimin kararlarını etkileyen resmi rehberlerdir. Diğer bir yandan kültür ise bir örgütün resmi olmayan ya da yazılı olmayan değerleri, kuralları, normları, inançları ve gelenekleridir. Kültür; işlerin usulüne uygun olarak (eskiden nasıl yapılıyorsa) yapılması şeklinde de tanımlanabilmektedir. Kamuya, emniyet politikalarına ne kadar bağlı olduklarını anlatan yöneticiler sahne arkasında bu politikaları görmezden gelebilmektedir. Ancak düzen ve uyum böyle bir karmaşa tarafından üretilemez. Bu gibi durumlarda emniyet tehlike altına girmektedir [9].

### 2.4.3. Örgütsel süreç

Resmi süreçler (operasyonel tempo, zaman baskısı, iş takvimleri), yöntemler (performans standartları, amaçlar, yöntemlerle ilgili talimatlar)

ve örgüt içerisindeki gözetim (örgütsel çalışma, risk yönetimi, emniyet programlarının uygulanması ve hazırlanması) konularını kapsamaktadır. Üst seviyelerdeki yönetim ve kararlardaki eksikliklerin her biri kokpit ekibinin performansını ve sistem emniyetini dolaylı yoldan olumsuz etkilemektedir [10].

Üst seviye yönetimin verdiği operasyonel tempoyu artırma kararı yöneticileri daha sıkışık iş takvimleri hazırlamaya itmektir. Bu da çalışanların yeteri kadar dinlenmemesine, yanlış eşleştirmelere ve ekibi riske atmaya sebep olmaktadır. Ancak örgüt bu gibi sıkışık durumlarda resmi yöntemlere sahip olmalı, olası riskleri gözetmeli ve uygun emniyet programları uygulamalıdır. Ancak tüm örgütler çalışanlarının hatalarını veya insan faktörlerini raporlama sistemine ya da emniyet denetimlerine veya sorunları çözecek yöntemlere sahip değildir. Bu durumda yöneticiler de genellikle kaza olmadan önce bu problemlerin farkına varamamaktadır. Kazalar binlerce havacılık olayı arasından gerçekleşen bir tanesi olarak nitelendirilmektedir. Bir örgütün görevi felaketler gerçekleşmeden önce savunmadaki eksiklikleri bulmak ve onları gidermektir [9]. Örgütsel etki faktörlerinden bazıları Şekil 9'da gösterilmiştir.

Kaynak Yönetimi	Örgütsel İklım	Örgütsel Süreç
<ul style="list-style-type: none"> <li>• İnsan kaynakları; eleme, atama, eğitim</li> <li>• Bütçe yönetimi; eksik fon desteği, aşırı kesintiler</li> <li>• Ekipman kaynak tahsisi; uygun olmayan ekipman alımı, yanlış tasarım</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yapı; emir komuta zinciri, oterite belirleme, iletişim, yapılan işler için hesap verilebilirlik.</li> <li>• Politika; işe alma ve işten çıkarma, terfi, ilaçlar ve alkol.</li> <li>• Kültür; kurallar ve normlar, değerler ve inançlar, oraganizasyonel adalet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operasyonlar; iş temposu, zaman baskısı, ürün paylaşımı, teşvikler, değerlendirme, iş takvimi belirleme, eksik planlama</li> <li>• Yöntemler; standartlar, açıkça belirlenen amaçlar, dökümantasyon, talimatlar</li> <li>• Gözetim; risk yönetimi, güvenlik programları</li> </ul>

Şekil 9. Örgütsel etki faktörleri [9]

### 3. Literatürde HFACS

HFACS literatürde en yaygın kullanılan insan hatası modellerinden biridir. HFACS ilk olarak askeri havacılıkta yapılan uygulamaları sonucunda ortaya atılmıştır. Daha sonra ticari uçak kazalarında

ve havacılığın diğer alanlarında da uygulamaları yapılmıştır. Aynı şekilde sadece havacılıkla sınırlı kalmayıp diğer endüstri alanlarında da birçok uygulaması mevcuttur. Aşağıda HFACS'in literatürde çeşitli kullanım alanları verilmiştir.

### 3.1. Havacılıkta HFACS uygulamaları

HFACS'in havacılık literatüründe çok çeşitli alanlarda uygulamaları mevcuttur. Bu alanlardan bazıları; ticari havacılık kazaları, genel havacılık kazaları, askeri havacılık kazaları, hava trafik kontrol kaynaklı kazalar, bakım kaynaklı kazalar ve helikopter kazalarıdır. Aşağıda HFACS'in bu alanlardaki uygulamalarına ait literatürden örnekler anlatılmıştır.

#### 3.1.1. Ticari havacılık kazaları

Wiegmann ve Shappell (2001) yaptıkları çalışmada 1990-1996 yılları arasında meydana gelen ticari uçuş kazalarına HFACS'i uygulamış ve HFACS'in ticari uçuş kazalarına uygulanabilir ve güvenilir bir metot olduğunu kanıtlamışlardır. Sözü edilen çalışmada 119 adet ticari uçuş kazası incelenmiş ve 319 sebep faktörü tespit edilmiştir. Kaza verileri NTSB veri tabanından elde edilmiştir. Yine bu çalışmada HFACS'in kodlayıcılar arasındaki güvenilirliği de ölçülmüştür. Çalışma sonucunda en çok gözlemlenen emniyetsiz davranışlar; yetenek hataları, karar hataları, ihlaller ve algılama hataları olarak sıralanmıştır [1]. Wiegmann ve Shappell katıldıkları bir konferansta sözü edilen çalışmayı sunmuş ve HFACS'in ticari uçuş kazalarına uygulanabilirliğini uluslararası alanda dile getirmişlerdir [2]. Wiegmann ve Shappell (2001) bu çalışmayı geliştirerek 119 kazayı incelemiş ve FAA bünyesinde rapor olarak yayınlamışlardır [10].

Shappell vd. (2006) yaptıkları çalışmada 1990-2002 yılları arasında meydana gelen 1000'den fazla ticari uçuş kazasına HFACS'i uygulamışlardır. FAA bünyesinde rapor olarak yayınlanan bu çalışmada HFACS güvenilirliği ve kodlayıcılar arası uyum gibi ölçümler de yapılmıştır. Ayrıca meydana gelen bu kazaları görerek uçuş koşulları ve aletli uçuş koşulları olmak üzere ayrı ayrı ele almışlardır. Bu çalışma sonucunda en sık görülen emniyetsiz davranışlar şu şekilde sıralanmıştır; yetenek hataları, karar hataları, ihlaller ve algılama hataları [12]. Shappell vd. (2007) daha sonra sözü edilen çalışmanın revize edilmiş halini uluslararası alanda yayınlamışlardır [13].

Li, Harris ve Yu (2008) yaptıkları çalışmada 1999-2006 yılları arasında Çin Halk Cumhuriyeti'nde meydana gelen 41 sivil havacılık

kazasına HFACS'i uygulamışlardır. Çalışmanın sonucuna göre örgüt seviyesindeki eksikliklerin emniyetsiz davranışlara zemin hazırlayan koşulların oluşmasında önemli etkisi olduğunu gözlemlenmişlerdir. Yönetim düzeyinde meydana gelen eksikliklerle operasyon işleyişi arasında önemli derecede anlamlı ilişkiler tespit etmişlerdir. Üst seviyede alınan yanlış kararların yönetim seviyesini etkilediğini dolayısıyla kokpit ekibi üzerinde olumsuz psikolojik koşullar oluşturduğunu gözlemlenmişlerdir. Bu durumun pilotların performansını etkilediğini ve kazaya sebep olduğunu istatistiksel olarak kanıtlamışlardır [14].

Avustralya Taşımacılık Emniyeti Bürosu (Australian Transport Safety Bureau-ATSB) (2007) tarafından yapılan çalışmada Avustralya'da meydana gelen genel havacılık, ticari havacılık, tarım ve tarifersiz (karter) uçuş kazalarına HFACS uygulanmış ve elde edilen sonuçlar Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) meydana gelen kazaların sonuçları ile kıyaslanmıştır. Karşılaştırma niteliği taşıyan bu çalışmada ayrıntılı HFACS analizleri ve yorumlar mevcuttur [7].

Ting ve Dai (2011) yaptıkları çalışmada 1978-2008 yılları arasında meydana gelen 545 kazaya HFACS'i uygulamışlar ve sonuç olarak kazaya sebep olan emniyetsiz davranışların HFACS'in üst seviyeleri (örgütsel etkiler, yönetim, olumsuz koşullar) tarafından etkilendiğini istatistiksel olarak kanıtlamışlardır. Ayrıca bu çalışmada HFACS'in kaza analizinde ve kazaya sebep olan bir hata yolu (error path) tanımlamada etkili ve kullanışlı bir araç olduğunu vurgulamışlardır. Ting ve Dai bu çalışmada 545 kazada 1831 adet insan hatası tespit etmişlerdir. Emniyetsiz davranışları da görülme sıklığına göre şu şekilde sıralamışlardır; yetenek hataları, karar hataları, ihlaller ve algı hataları [15].

#### 3.1.2. Genel havacılık kazaları

Shappell ve Wiegman (2003) yaptıkları çalışmada 1990-1998 yılları arasında meydana gelen 16.500 adet kazayı beş tecrübeli pilota HFACS ile analiz ettirmişlerdir. Shappell ve Wiegman bu çalışmada kontrollü düz uçuşta araziye çarpma faktörünün genel havacılıkta görülme sıklığına vurgu yapmışlar ve analizlerini de bu doğrultuda gerçekleştirmişlerdir. HFACS analizini, kontrollü düz uçuşta araziye çarpma kazaları ve diğerleri olarak karşılaştırmalı bir şekilde

yürütmüşlerdir. Ayrıca kazanın gerçekleştiği görsel koşullara göre de ayrı ayrı analizler yapmışlardır. Analiz sonucunda genel havacılık kazalarında etkili emniyetsiz davranışın yetenek hataları olduğunu gözlemlemişlerdir. Emniyetsiz davranışlara zemin hazırlayan koşulların oranlarının, görsel koşullara bağlı olarak değiştiği sonucuna ulaşmışlardır [8].

Wiegmann vd. (2005) yaptıkları çalışmada genel havacılık kazalarına HFACS uygulamışlardır. Ayrıca analiz sonrası elde ettikleri bulgular, uzman görüşleri ve sorularıyla daha detaylı bir insan faktörü analiz çalışması ortaya koymuşlardır. Bu çalışma insan hatasının derinlerine inerek tam olarak ifade edilebilmesi için 10 adet kritik soru ve cevaptan oluşmaktadır. Sorulan soruların her biri insan hatasının nedenselliğine vurgu yapmakta ve verilen her bir cevap elde edilen analiz sonuçlarının araştırmacılar tarafından daha kolay anlaşılmasını sağlamaktadır [16].

Lenne, Ashby ve Fitzharris (2008) yaptıkları çalışma da genel havacılık kazalarının tüm havacılık kazalarının %70-80'ini oluşturduğu vurgulanmıştır. Bu kazalarda insan faktörünün %85 oranında katkısı bulunduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada Avustralya'da meydana gelen kazalardaki insan faktörünün önemini ortaya koymak için 169 genel havacılık kazası HFACS'e göre analiz edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre kokpit ekibinin personel hazırlığı, fiziksel ve zihinsel sınırlamalar ve kötü zihinsel durum gibi koşullarının etkisinde en çok yetenek ve karar hatası yaptığı saptanmıştır. Ekip kaynak yönetiminin de ihlaller ile istatistiksel olarak ilişkili olduğu saptanmıştır. Çalışmanın sonunda havacılık araştırmacıları tarafından kaza araştırmalarının sistem yaklaşımıyla yapılması ve eldeki verilerin diğer veri kaynaklarıyla kıyaslanmasının sonraki analizleri destekleyeceğini vurgulamışlardır [17].

### 3.1.3. Askeri havacılık kazaları

Shappell ve Wiegmann'ın (2004) yaptığı diğer bir çalışmada ise sivil ve askeri havacılık kazalarına HFACS uygulanmış ve Kuzey Amerika Bölgesi için bir kıyaslama yapılmıştır. Shappell ve Wiegmann bu çalışmada, HFACS'in yıllardır birçok alanda (askeri, sivil, genel havacılık vb.) uygulandığını ancak karşılaştırma niteliği taşıyan bir çalışmanın bu güne kadar yapılmadığını

vurgulamışlardır. Çalışmada Amerikan Deniz, Hava ve Kara Kuvvetlerinde meydana gelen kazalar ve sivil havacılık kazaları olmak üzere toplamda 16.000'den fazla kaza için karşılaştırma yapılmıştır. Sözü edilen çalışma farklı çalışmaların bulgularının tek bir çalışmada tekrar değerlendirilmesi (meta analiz) olarak belirtilmiştir. Bu çalışmada emniyetsiz davranış olarak tüm alanlarda yetenek hatalarının ilk sırada yer aldığı daha sonra karar hataları, ihlaller ve algı hataları şeklinde sıralandığı vurgulanmıştır. Yine bu çalışmada belirtilen alanlardaki kaza eğilimleri arasındaki farklar ortaya koyulmuştur [18].

Li ve Harris'in (2005) yaptıkları çalışmada HFACS'in kaza araştırmaları için ne derece güvenilir olduğunu ölçmüşlerdir. Bu çalışmada kodlayıcılar arası güveni de ölçerek HFACS'in askeri havacılık kazalarının analizi için kullanışlı ve güvenilir bir araç olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca 523 kaza verisinin analiz edildiği bu çalışmada, Çin ve ABD askeri havacılık kazalarının sebepleri arasında bir kıyaslama yapılmıştır [19].

Li ve Harris (2006) yaptıkları diğer bir çalışmada Çin Hava Kuvvetleri'nde 1978-2002 yılları arasında meydana gelen 523 kazaya HFACS'i uygulamışlar ve operasyonda meydana gelen hataların örgüt seviyesinde meydana gelen eksiklikler ile önemli ölçüde ilişkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Sonuç olarak yapılan bu çalışmanın Reason'un gizli ve görünen hatalar fikrini desteklediğini ve HFACS'in kazaları araştırmada ve kaza önleme stratejileri geliştirmede kullanışlı ve önemli bir araç olduğunu vurgulamışlardır [20].

Li ve Harris (2006) yukarıda sözü edilen çalışmaya benzer bir çalışmayı uluslararası alanda duyurmuş ve bir konferansta sunmuşlardır. Yapılan bu çalışmada da benzer bulgulara ulaşmışlardır. Emniyetsiz davranışların gözlenme sıklığına göre; yetenek hataları, karar hataları, ihlaller ve algılama hataları şeklinde sıralandığını belirtmişlerdir [21].

Olsen ve Shorrock (2009) tarafından yapılan çalışmada Avustralya Savunma Kuvvetleri tarafından revize edilen HFACS'i, Avustralya'da meydana gelen havacılık olayları üzerindeki güvenilirliğini test etmişlerdir. Bu çalışmada aynı olay raporlarını farklı uzmanlara kodlama yaptırarak kodlayıcılar arası güveni ölçmüşlerdir. Ayrıca aynı kodlayıcılardan birkaç ay sonra aynı

olay raporunu kodlamalarını istemişler ve aynı birey üzerinde kodlama güven düzeyini ölçmüşlerdir [22].

O' Connor ve Walker (2011) tarafından yapılan çalışmada 204 adet askeri öğrenci 30'arlı gruplara ayrılmış ve iki olay raporunu Amerikan Savunma Bakanlığının yayınladığı HFACS verisyonuna göre analiz etmeleri istenmiştir. Çalışma sonunda kodlayıcılar arası uyuma bakılmış ve yaklaşık %57 oranında uyum tespit edilmiştir. O'Connor ve Walker bu uyumu iyi derece olarak nitelmiştir [23].

### 3.1.4. Helikopter kazaları ve bakım hataları

Thaden, Gibbons ve Suzuki (2007) yaptıkları çalışmada o güne kadar bakım konusundaki HFACS uygulamalarını değerlendirmiş ve insan faktörlerinin birbirleriyle olan ilişkilerini istatistiksel olarak ölçmüşlerdir. HFACS'in sebep faktörlerinin birbirleriyle olan ilişkilerini istatistiksel olarak görselleştiren çalışmada o güne kadar yapılan birçok çalışma ele alınmış ve incelenmiştir. Sözü edilen çalışma literatür ve uygulama olarak kapsamlı bir çalışmadır [24].

Rashid (2010) yaptığı çalışmada 804 adet bakım kaynaklı helikopter kazasını incelemiş ve bunlardan 58 adet ölümlü kaza ve olaya HFACS'i uygulamıştır. Rashid bu raporlara Amerika, Avustralya, Yeni Zelanda, Kanada ve İngiltere havacılık otoritelerinden ulaşmıştır. Emniyetsiz olaya sebep olan helikopter sistemlerinin analizinin yanı sıra emniyetsizliğe sebep olan bakım faktörlerini tespit ederek oranlarını görselleştirmiş ve insan hatalarının detaylı analizleri yapmıştır [25].

Rashid, Place ve Braithwaite (2010) yukarıda sözü edilen çalışmanın benzer bir şeklini uluslararası bir dergide yayınlamıştır. Sözü edilen bu çalışmada yine 58 helikopter kazasına HFACS uygulanmış ve detaylı insan faktörü analizi yapılmıştır. Ayrıca helikopterlerde karşılaşılan ana ve alt sistemlerdeki arızalara ve bakım hatalarına vurgu yapılmıştır. Çalışma sonucunda yönetimlerin bakım konusunda yaptığı hata ve ihlaller oransal olarak ortaya koyulmuştur [26].

Liu, Chi ve Li (2010) yaptıkları çalışmada 1970-2010 yılları arasında Taiwan'da meydana gelen 83 adet sivil ve askeri helikopter kazasını HFACS ile analiz etmişlerdir. Bu çalışmada örgüt seviyesinde meydana gelen hataların kokpit ekibini etkilediği

istatistiksel olarak kanıtlanmıştır. Ayrıca hata yolları betimlenerek organizasyon operasyon arasındaki ilişki görselleştirilmiştir [27].

### 3.1.5. Hava trafik kontrol kaynaklı kazalar

Shappell ve Wiegmann (2001) yaptıkları çalışmada o güne kadar hava trafik kontrolörlerinin kazalara olan etkisinin tam olarak araştırılmadığını ve bu boşluğu doldurmak adına hava trafik kontrol kaynaklı kazaların analizi için yeni bir kaza araştırma modeline ihtiyaç duyulduğunu vurgulamışlardır. HFACS'in hava trafik kontrol için güncellenen biçimini 1985-1997 yılları arasında meydana gelen hava trafik kontrol kaynaklı kazalara uygulamışlardır. Sonuç olarak yetenek temelli hataların (dikkat ve hafıza eksiklikleri) en sık görülen hata türü olduğunu vurgulamışlardır. Hava trafik kontrol kaynaklı kazalarda yönetim ve örgüt etkisinin (eğitim sağlamak, gözetim, yöntemler vb.) oranı çok düşük çıksa da bunu kaza raporlarının gizli hataları rapor etmedeki eksikliklerine bağlamışlardır [28].

Broach ve Dollar (2002) yaptıkları çalışmada hava trafiğinin kontrolünde meydana gelecek operasyonel bir hatanın uçakları birbirinden ve engellerden yatayda ve dikeyde emniyetli bir şekilde ayırmada başarısızlığa dolayısıyla da kazaya sebep olabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca o güne kadar yapılan çalışmalarda uzmanların, hava trafik kontrolünde meydana gelen hataları bulmada ve incelemede sadece bireysel ve durumsal bir araştırma içinde olduklarını vurgulamışlardır. Broach ve Dollar bu çalışmada 21 hava trafik kontrol merkezinden aldıkları ve 1997-2000 yılları arasında düz uçuş safhasında meydana gelen operasyonel hata verilerine HFACS'i uygulayarak hava trafik kontrol operasyonlarında meydana gelen hataların yönetim seviyesinde yapılan hata ve ihlaller ile ilişkisini istatistiksel olarak ortaya koymuşlardır [29].

Scarborough vd. (2005) uçak kazalarındaki insan faktörlerini analiz etmeye yönelik onlarca model ve çalışma olmasına rağmen hava trafiğinin kontrolündeki insan faktörlerinin kök sebeplerini anlamaya yönelik yapılan çalışmaların yetersiz olduğunu vurgulamışlardır. Bu çalışmada hava trafik kontrolörleri için operasyonel hata kavramı, uçaklar arasındaki minimum ayırmaların sağlanamaması olarak nitelendirilmiştir. Çalışma üç

aşama şeklinde yürütülmüştür. İlk aşamada çalışmada kullanılmaya aday kaza modelleri tanıtılmıştır. Daha sonra hava trafik kontrol için en verimli ve uygun model birçok uzman tarafından yapılan değerlendirmeler sonucu seçilmiştir. Son olarak ise seçilen HFACS modeli 5.011 adet hava trafik kontrol kaynaklı kazaya uygulanmıştır. Sonuç olarak kazalara en çok sebep olan hava trafik kontrolör kaynaklı operasyonel hataların; karar ve yetenek hataları olduğu vurgulanmıştır [30].

### 3.1.6. İnsansız hava aracı kazaları

Yeşilbaş ve Cotter (2014) yaptıkları çalışmada HFACS'i 2000-2013 yılları arasında meydana gelen toplamda 347 adet askeri hava aracı kazası ve insansız hava aracı kazası ve raporlarına uygulamışlardır. Çalışmanın amacı HFACS yönteminin insansız hava aracı kazaları ve hava aracı kazalarına uygulanabilirliği açısından değerlendirmek ve HFACS analizi sonucu ortaya çıkan hata yolları arasındaki benzerliği ortaya koymaktır. Ayrıca çalışmada HFACS'in insansız hava araçlarına uygulanmasıyla alakalı geniş bir literatür taramasına da yer verilmiştir [31].

### 3.2. HFACS'in Havacılık Harici Uygulamaları

Havacılığın yanı sıra, emniyet konusunun önem arz ettiği çeşitli alanlarda HFACS'in uygulamaları mevcuttur. Bu alanlardan bazıları; demir yolu kazaları, denizcilik kazaları, sağlık ve medikal alanlarındaki olaylar, madencilik kazaları vb. alanlardır. Aşağıda HFACS'in literatürde çeşitli alanlardaki uygulamalarından örnekler anlatılmıştır.

#### 3.2.1. Demir yolu kazaları

Reinach ve Viale (2005) HFACS'i demir yolu kazalarını inceleyebilmek için güncellemişlerdir. Ayrıca bu çalışmada uzaktan kontrol yapılan operasyonlara ait 6 kaza raporu incelenmiş ve sonuç olarak 36 adet operasyonel hata tespit edilmiştir. Bir kazanın birden fazla sebebi olduğuna ve kazaların hepsinde görünen ve gizli hataların bulunduğu vurgu yapılmıştır. Bununla birlikte HFACS'in demir yolu kazalarına uyarlanan bu biçiminin daha kullanışlı ve verimli bir kaza araştırma ve analiz aracı olması için yeni çalışmalara ihtiyaç olduğu da vurgulanmıştır [32].

Zhan, Zheng ve Zhao (2017) çalışmalarında insan faktörünün demir yolu kazalarındaki önemine değinmişlerdir. Ayrıca HFACS'in demir yolu kazaları için güncellenen biçimini çeşitli istatistiksel metodlarla birlikte kullanarak demir yolu kazalarındaki örgütsel etkileri araştırmışlardır. Sonuç olarak HFACS'in demir yolu kazaları için güncellenen biçiminin hem kazalara hem de olaylara uygulanabilir olduğunu vurgulamışlardır [33].

Baysarı vd. (2008) yaptıkları çalışmada demir yolu kaza ve olaylarında insan hatalarının detaylı analizinin kazaları önleme ve azaltmadaki önemine dikkat çekmişlerdir. Avustralya'da meydana gelen 19 adet kaza raporuna HFACS ile birlikte başka bir modeli daha uygulayarak insan faktörü analizi yapmışlardır. Araştırmanın sonuçlarına göre demir yolu kazalarında en sık görülen emniyetsiz davranış yetenek hataları olmuştur. Bu çalışmada ayrıca kodlayıcılar arası güven analizi de yapılmıştır [34].

Baysarı, McIntosh ve Willson (2008) yaptıkları çalışmada Avustralya'da meydana gelen 40 adet demir yolu kaza raporuna HFACS'in demir yolu kazaları için güncellenen biçimini uygulamışlardır. HFACS'in tüm sınıflarının demir yolu kaza ve olaylarının sebeplerini ortaya koyma ve analiz etmede kullanışlı olduğunu belirtmişlerdir. Kazaların neredeyse yarısının donanım hatasından meydana geldiğini ve bu durumun çoğunlukla bakım ve gözetim eksikliğinden kaynaklandığını vurgulamışlardır. Geriye kalan kazalarda ise fiziksel yorgunluk ve farkındalığın azalması sonucu ortaya çıkan dikkat hataları (yetenek hatası) ilk sırada yer almıştır. Yetersiz donanım tasarımının genellikle örgütsel bir faktör olarak nitelendirildiğini ve dikkat hatalarına neden olan muhtemel örgüt etkisinin bu faktör olduğunu vurgulamışlardır. Neredeyse tüm kazaların örgüt seviyesinde yapılan hatalar ile ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca örgütsel süreç, örgütsel iklim ve kaynak yönetimi gibi konularda geliştirmeye gidilerek Avustralya'da meydana gelecek olan demir yolu kazalarının önüne geçilebileceğini ya da sayısının azaltılabileceği belirtmişlerdir [35].

#### 3.2.2. Denizcilik kazaları

Hinrichs, Baldauf ve Ghirxi (2011) çalışmalarında denizcilik alanında makine



yangınları ve patlamalara ait 41 adet kaza raporunu HFACS'e göre incelemişlerdir. Çalışmanın amacını denizcilik kazalarındaki örgütsel etkileri ortaya koymak olarak belirlemişlerdir. Çalışmada kullanılan bu model HFACS'in denizcilik için güncellenmiş biçimidir. Çalışma sonunda denizcilik alanında meydana gelen kazalarda örgüt faktörünün etkisinin beklendiği kadar yüksek çıkmadığına vurgu yapılmıştır [36].

Akyüz ve Çelik (2014) yaptıkları çalışmada kaza araştırmalarının denizcilikte emniyetin ve çevresel farkındalığın artması adına bir dönüm noktası olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada operasyonel hataları göz önüne alarak HFACS'in denizcilik için tasarlanan biçimini farklı bir metotla birleştirerek kullanmışlardır. Olaylara ve kazalara bu modeli uygulayarak kazalardaki insan faktörünü analiz etmişlerdir. Vaka çalışması olarak ise bir cankurtaran tatbikatını incelemişlerdir. Sonuç olarak bu çalışmanın denizcilik kazalarındaki insan faktörünün rolünü ortaya koyduğunu ve kazaları azaltmaya katkı sağlayacağını vurgulamışlardır [37].

Çelik ve Çebi (2009) denizcilik alanında teknolojinin hızlı gelişmesi ve artan emniyet düzenlemelerine rağmen denizcilik kazalarının hala küresel sektör için en önemli problem olduğunu belirtmişlerdir. Kaza raporlarının düzenli ve istikrarlı bir şekilde tutulmasının kazaların kök sebeplerinin iyi tanımlanması adına önemli bir amaç olduğunu vurgulamışlardır. Denizcilik alanında meydana gelen kazalarda insanın rolünü ortaya koymak adına HFACS'i farklı bir metotla birlikte denizcilik kazalarına uygulamışlardır. Sonuç olarak yetenek hatalarının en sık görülen emniyetsiz davranış olduğunu tespit etmişlerdir [38].

Bilbro (2013) yaptığı çalışmada insan hatasının son on yılda neredeyse tüm denizcilik kazalarında tespit edildiğini vurgulamıştır. Amerikan Savunma Bakanlığı'nın son yıllarda insan hatasını tespit etmede HFACS'i kullandığını belirtmiştir. HFACS ve HFACS'in denizcilik kazaları için geliştirilen biçimini kıyaslamış ve bu iki model için de kodlayıcılar arası güven testi yapmıştır. Sonuç olarak HFACS'in denizcilik kazaları için geliştirilen biçiminin gerçekten daha verimli ve kullanışlı olduğunu tespit etmiştir [39].

### 3.2.3. Diğer sektörlerde HFACS uygulamaları

HFACS'in, demir yolu ve denizcilik kazalarının yanı sıra sağlık, madencilik vb. birçok alanda uygulamaları mevcuttur. Ayrıca HFACS'nin kodlayıcılar arası güveni ölçmek için yapılmış ve karşılaştırma niteliği taşıyan çeşitli uygulamaları mevcuttur. Aşağıda bu uygulamalara ait literatürden örnekler verilmiştir.

Harris ve Li (2011) yaptıkları çalışmada HFACS'in insan hatasını bulmada en çok kullanılan model olduğunu vurgulamışlardır. Ancak HFACS kodlamalarının bir analiz değil, yeniden sınıflandırma olarak nitelendirilebileceğini belirtmişlerdir. HFACS modelinin sınırlılıklarını vurgulamış ve çeşitli eleştiriler getirmişlerdir. Bu çalışmada HFACS başka bir metotla birleştirilerek bir kazanın analizi yapılmıştır. Bu yeni sistemin, bir kurumda meydana gelen örgütsel hatanın diğer seviyeleri nasıl etkilediğini ortaya çıkarmada daha kullanışlı olduğu belirtilmiştir. Bunun da ulaşım sistemleri gibi açık sistemlerde kazaları anlamada temel nokta olduğu vurgulanmıştır [40].

Cintron (2015) çalışmasında bireyin performansının kazalara ve felakete yol açabileceğini vurgulamıştır. Biyomedikal alanında insan hatasını tespit etmek ve kazaların kök sebeplerini bulmak için yapılan çalışmaların sayısının havacılık ve nükleer güç alanlarına göre oldukça düşük ve yetersiz olduğunu belirtmiştir. Sözü edilen çalışmada HFACS'in biyomedikal alanında uygulanabilir olup olmadığını ölçmek için birçok uzman tarafından 161 adet olaya HFACS uygulanmıştır. Ayrıca kodlayıcılar arası güven testi edilmiştir. Sonuç olarak HFACS modelinin biyomedikal alanında meydana gelen kazaları analiz etmek ve bu alanda insan hatası kaynaklı kaza ve olayları önlemek için kullanışlı olduğu vurgulanmıştır [41].

Diller vd. (2014) yaptıkları çalışmada 1999 yılından itibaren hasta emniyetini artıracak çalışmalar olmasına rağmen yine de hataların önlenmesi konusunda kaydedilen ilerlemelerin sınırlı olduğunu belirtmişlerdir. Birçok hastanenin kök analizi yaptığını ancak bu analizlerin yanlışlığını 4 aşama olarak şu şekilde belirtmişlerdir.

- Örgütlerin kullandığı kök analizleri standardize edilmemiş ve güvenilir değildirlir.
- Hastaneler hatanın “neden” olduğu sorusuna değil kimin ne yaptığına odaklanmaktadır.
- Tespit edilen sebepler belirgin değil ve etkili önlemlerin alınmasına katkı sağlamamaktadır.
- Örgüt içinde tekrar eden hatalar için standartlaştırılmış bir terminoloji kullanılmamaktadır.

Yaptıkları çalışmada HFACS’i sağlık alanına uyarlayarak yukarıdaki dört eksikliği çözeceklerini vurgulamışlardır. 105 adet olaya HFACS’i 2 yıl gibi bir sürede uygulamışlardır. Sonuç olarak karar hataları en sık görülen emniyetsiz davranışlar olarak tespit edilmiştir. Ayrıca ekip arasındaki koordinasyon ve iletişimdeki eksikliklerin oranının çok yüksek olduğu tespit edilmiştir [42].

Ergai (2013) çalışmasında HFACS’in sadece bireye odaklanmayıp sebep faktörlerini de analiz ettiğini, dolayısıyla günümüzdeki en kapsamlı insan faktörü analiz modeli olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada çeşitli sektörlerden alınan kaza raporlarına 125 kodlayıcı tarafından HFACS uygulanmış ve toplamda 95 sebep faktörü ortaya koyulmuştur. Sonuç olarak HFACS’in kodlayıcılar arası uyum testinden düşük düzeyden kabul edilebilir seviyelere kadar farklı sonuçlar elde edildiğini vurgulamıştır. Kodlamalar sonucu en düşük uyumun gözlemlendiği faktörlerden ilk beş tanesini şu şekilde sıralamıştır; yetenek hataları, karar hataları, yetersiz yönetim, planlanmış uygun olmayan operasyonlar ve yönetimsel ihlaller. Tüm bunlara rağmen HFACS kodlamalarının makul seviyede güvenilir olduğu sonucuna varmıştır [43].

Patterson ve Shappell (2010) çalışmalarında madenciliğin emniyet açısından en riskli endüstri olduğunu vurgulamışlardır. Ancak son yıllarda teknolojinin gelişmesi ve uygulanan emniyet tedbirleriyle birlikte kaza ve olayların sayısında azalma olduğunu belirtmişlerdir. Bu azalışın devam etmesi için kaza ve olaylardaki insan hatasının rolünü anlamak gerektiğini belirtmişlerdir. Kaza ve olaylardaki insan faktörlerinin eğilimini tespit etmek ve bu faktörleri tanımlayabilmek için HFACS’in madencilik alanına göre yeniden

düzenlenen biçimini, Queensland Eyaleti’nde meydana gelen 508 madencilik kazasına uygulamışlardır. Sonuç olarak madenin tipine bakılmaksızın en sık rastlanan emniyetsiz davranışların yetenek hataları olduğunu belirtmişlerdir. Karar hatalarının madenin tipine göre değişiklik gösterdiğini vurgulamışlardır. Yapılan bu analiz ve sonuçların madencilik kazalarını düşürmek için önemli ve gerekli olduğunu ifade etmişlerdir [44].

#### 4. Sonuç

HFACS’in literatürde yaygın kullanımı ile ilgili yapılan geniş kapsamlı tarama sonucu uygulama alanları genel olarak belirtilecek olursa; ticari havayolu kazaları, genel havacılık kazaları, askeri havacılık kazaları, demir yolu kazaları, bakım kaynaklı kazalar, denizcilik, madencilik, sağlık gibi alanlardır. Burada görüldüğü gibi HFACS’in havacılık uygulamalarında genellikle kazalardan bahsedilmektedir. Bu reaktif (sonuç odaklı) bir yaklaşımdır. Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM) emniyet yönetim sistemini; reaktif bir yaklaşım yerine proaktif (ön eylemci) ve tahmine dayalı bir yaklaşımla, tehlikelerin sonuçlarının emniyet riski oluşturarak kazaya neden olmalarından önce emniyet risklerini tanımlamanın, analiz etmenin, azaltmanın ve kontrol altına almanın yollarını sürekli olarak değerlendiren bir faaliyet olarak tanımlamaktadır [45]. Bu tanımdan da anlaşıldığı gibi emniyet araştırmalarında proaktif ve tahminci bir yaklaşım ön plana çıkmaktadır. Ayrıca Reason’un modelinin en büyük eksikliği kaza sonrası uygulanabilirliğidir. Reason’un modelinin geliştirilmiş biçimi olan HFACS’i kazalara değil havacılık olaylarına uygulayarak hem proaktif bir emniyet yaklaşımı sergilenmiş olur hem de bu eksiklik üstünlüğe çevrilebilir. HFACS’in havacılık olaylarına uygulandığı bir çalışma emniyet yaklaşımları açısından daha yenilikçi olacaktır.

Ayrıca yukarıda bahsedilen havacılık uygulamalarının büyük bir çoğunluğu 20. yüzyıldaki kazaların analizlerini içermektedir. Ancak 2000-2015 yılları arasında toplam ticari hava trafiği sayısının 2 katına çıkması ve bu yıllarda teknolojik açıdan son derece gelişmiş olan üçüncü ve dördüncü nesil uçakların kullanılmasıyla kazalardaki mekanik hataların payının önemli

ölçüde düşmesi, 2000 yılından sonra yaşanan ticari uçuş kazalarında insan faktörlerine odaklanmanın önemini artırmıştır [46]. Dolayısıyla HFACS'i kullanarak bir kaza/olay analizi gerçekleştirilmek isteniyorsa 21. yüzyıla odaklanmak araştırmacıların daha gerçekçi sonuçlar elde etmelerini sağlayacaktır.

Yukarıdaki durumlar gözetilerek literatürde HFACS'in gerçekçi ve ön eylemci bir yaklaşımla uygulandığı bir çalışmada Dönmez (2018) 2000-2016 yılları arasında meydana gelen havacılık olaylarını incelemiş ve incelediği 324 havacılık olayı arasından 74 adet kokpit ekibi kaynaklı olaya HFACS modelini uygulamıştır. Proaktif bir yaklaşım sergilenen bu çalışmada en sık gözlenen emniyetsiz davranışlar; yetenek hataları, karar hataları, ihlaller ve algılama hataları şeklinde sıralanmıştır. Bununla birlikte sözü edilen bu çalışmada havacılık olaylarının yarısından fazlasında gözlenen CRM faktörü havacılık olaylarının önüne geçebilmek adına anahtar faktör olarak nitelendirilmiştir [47]. HFACS'in havacılık uygulamalarında emniyetsiz davranışların oransal sıralaması genellikle sözü edilen çalışma ile benzerlik göstermiştir. Emniyetsiz davranışların oranlarının genel olarak yetenek hataları, karar hataları, ihlaller ve algılama hataları olarak sıralandığı gözlenmiştir.

HFACS modeli literatürde en yaygın kullanılan model olmasına rağmen yukarıda bahsedildiği gibi bazı eksiklikleri bulunmaktadır. Ancak yukarıdaki önerilerle birlikte uygulandığında kaza araştırmacılarının daha verimli ve güvenilir araştırmalar yapmalarına imkân verecektir. HFACS'in havacılık olaylarına uygulandığı çalışma sayısı oldukça azdır. HFACS'i kullanarak ileride meydana gelebilecek kazalar önlenmek isteniyorsa 21. yüzyıl gibi yakın tarihli havacılık olaylarının analiz edildiği daha çok çalışma yapılması gerekmektedir. Bu çalışmalar bir sonraki kaza veya havacılık olayının önlenmesi adına atılan ilk adımlar olacaktır.

### Kaynakça

[1] D. Wiegmann and S. Shappell, "Human Error Analysis of Commercial Aviation Accidents; Application of The Human Factor Analysis

And Classification System", Aviation, Space and Environmental Medicine, 72 (11), 2001.

- [2] D. Wiegmann and S. Shappell, "Applying The Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) to the Analysis of Commercial Aviation Accident Data", 11th International Symposium on Aviation Psychology, Columbus, OH, 2001.
- [3] T. Griffin, M. Young and N. Stanton, "Human Factors Models For Aviation Accident Analysis and Prevention", England: Ashgate Publishing Limited, 2015.
- [4] K. Dönmez, "Türk Hava Sahasında Meydana Gelen Ölümcül Uçak Kazalarına İnsan Faktörleri Analiz ve Sınıflandırma Sisteminin (HFACS) Uygulanması", The Journal Of Academic Social Science Studies, 6 (59), 229-253, 2017.
- [5] J. Reason, "Human error: Models and management", British Medical Journal, 172, 393-396, 2000.
- [6] J. Reason, "Managing the Risks of Organizational Accidents", Farnham: Ashgate, 1997.
- [7] ATSB (Australian Transport Safety Bureau), "Human factors analysis of Australian aviation accidents and comparison with the United States", Australia: Australian Transport Safety Bureau, 2007.
- [8] S. Shappell and D. Wiegmann, "A Human Error Analysis of General Aviation Controlled Flight Into Terrain Accidents Occurring Between 1990-1998", Virginia: FAA - Federal Aviation Administration, 2003.
- [9] S. Shappell and D. Wiegmann, "The Human Factors Analysis and Classification System-HFACS", Washington: U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, 2000.
- [10] D. Wiegman, and S. Shappell, "A Human Error Analysis of Commercial Aviation Accidents Using the Human Factors Analysis and Classification System (HFACS)", Oklahoma City: Federal Aviation Administration, 2001.
- [11] B. Villela, "Applying Human Factors Analysis and Classification System to Aviation Incidents in The Brazilian Navy", Florida: Embry-Riddle Aeronautical University, 2011.

- [12] S. Shappell, C. Detwiler, K. Holcomb, C. Hackworth, A. Boquet, D. Wiegmann, "Human Error and Commercial Aviation Accidents: A Comprehensive, Fine-Grained Analysis Using HFACS", Washington DC: Federal Aviation Administration, 2006.
- [13] S. Shappell, C. Detwiler, K. Holcomb, C. Hackworth, A. Boquet, D. Wiegmann, "Human Error and Commercial Aviation Accidents: An Analysis Using the Human Factors Analysis and Classification System", *Human Factors*, 227-242, 2007.
- [14] W. Li, D. Harris and C. Yu, "Routes to failure: Analysis of 41 civil aviation accidents from the Republic of China using the human factors analysis and classification system", *Accident Analysis and Prevention*, (40), 426-434, 2008.
- [15] L. Ting and D. Dai, "The Identification of Human Errors Leading to Accidents for improving Aviation Safety", 14th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Washington DC. pp.38, 2011.
- [16] D. Wiegmann, T. Faaborg, A. Boquet, C. Detwiler, K. Holcomb, S. Shappell, "Human Error and General Aviation Accidents: A Comprehensive, Fine-Grained Analysis Using HFACS", Oklahoma City: Federal Aviation Administration, 2005.
- [17] M. Lenné, K. Ashby, and M. Fitzharris, "Analysis of General Aviation Crashes in Australia Using the Human Factors Analysis and Classification System", *The International Journal of Aviation Psychology*, 340-352, 2008.
- [18] S. Shappell and D. Wiegmann, "HFACS Analysis of Military and Civilian Aviation Accidents: A North American Comparison", Texas: International Society of Air Safety Investigators, 2004.
- [19] W. Li and D. Harris, "HFACS Analysis of ROC Air Force Aviation Accidents: Reliability Analysis and Cross-cultural Comparison", *International Journal of Applied Aviation Studies*, 5 (1), 65-81, 2005.
- [20] W. Li and D. Harris, "Pilot error and its relationship with higher organizational levels: HFACS analysis of 523 accidents", *Aviation Space and Environmental Medicine*, 77 (10), 1056-1061, 2006.
- [21] W. Li and D. Harris, "Breaking the Chain: An Empirical Analysis of Accident Causal Factors by Human Factors Analysis and Classification System (HFACS)", ISASI 2006 Annual Air Safety Seminar, Mexico, 2006.
- [22] N. Olsen and S. Shorrock, "Evaluation of the HFACS-ADF safety classification system: Inter-coder consensus and intra-coder consistency", *Accident Analysis and Prevention*, (42), 437-444, 2009.
- [23] P. O Connor and P. Walker, "Evaluation of a human factors analysis and classification system as used by simulated mishap boards". *Aviation, Space and Environmental Medicine*, (81), 44-48, 2011.
- [24] T. Thaden, A. Gibbons, and T. Suzuki, "14 CFR Part 121 Air Carriers Maintenance Operations Casual Model: Human Error BBN Definitions and Integration", Illinois: Federal Aviation Administration, 2007.
- [25] J. Rashid, "Human Factors Effects in Helicopter Maintenance: Proactive Monitoring and Controlling Techniques", Cranfield: Cranfield University, 2010.
- [26] J. Rashid, C. Place and G. Braithwaite, "Helicopter maintenance error analysis: Beyond the third order of the HFACS-ME", *International Journal of Industrial Ergonomics*, (40), 636-647, 2010.
- [27] S. Liu, C. Chi and W. Li, "The Application of Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) to Investigate Human Errors in Helicopter Accidents", *Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics*, Taipei, 85-94, 2013.
- [28] S. Shappell and D. Wiegmann, "Air Traffic Control (Atc) Related Accidents And Incidents: A Human Factors Analysis", *International Symposium on Aviation Psychology*, Columbus, OH, 2001.
- [29] D. Broach and C. Dollar, "Relationship of Employee Attitudes and Supervisor-Controller Ratio to En Route Operational Error Rates". Oklahoma City: Federal Aviation Administration, 2002.

- [30] A. Scarborough, L. Bailey and J. Pounds, “Examining ATC Operational Errors Using the Human Factors Analysis and Classification System”, Federal Aviation Administration, Oklahoma, 2005.
- [31] V. Yesilbas and T. Cotter, “Structural Analysis of HFACS in Unmanned And Manned Air Vehicles”, Proceedings of the American Society for Engineering Management 2014 International Annual Conference, 2014.
- [32] S. Reinach and A. Viale, “Application of a human error framework to conduct train accident/incident investigations”. *Accident Analysis and Prevention*, (38), 396–406, 2006.
- [33] Q. Zhan, W. Zheng, and B. Zhao, “A hybrid human and organizational analysis method for railway accidents based on HFACS-Railway Accidents (HFACS-RAs)”, *Safety Science*, (91), 232-250, 2017.
- [34] M. Baysari, C. Caponecchia, A. McIntosh, J. Wilson, “Classification of errors contributing to rail incidents and accidents: A comparison of two human error identification techniques”, *Safety Science*, (47), 948-957, 2009.
- [35] M. Baysari, A. McIntosh and J. Wilson, “Understanding the human factors contribution to railway accidents and incidents in Australia”, *Accident Analysis and Prevention*, (40), 1750-1757, 2008.
- [36] J. Hinrichs, M. Baldauf, and K. Ghirxi, “Accident investigation reporting deficiencies related to organizational factors in machinery space fires and explosions” *Accident Analysis and Prevention*, (43), 1187-1196, 2011.
- [37] E. Akyüz and M. Çelik, “Utilisation of cognitive map in modelling human error in marine accident analysis and prevention”, *Safety Science*, (70),19-28. 2014.
- [38] M. Celik, and S. Çebi, “Analytical HFACS for investigating human errors in shipping accidents”, *Accident Analysis and Prevention*, (41), 66-75. 2009.
- [39] J. Bilbro, “An Inter-Rater Comparison Of Dod Human Factors Analysis And Classification System (HFACS) And Human Factors Analysis And Classification System-Maritime (HFACS-M)”, California: Naval Postgraduate School, 2013.
- [40] D. Harris and W. Li, “An extension of the Human Factors Analysis and Classification System for use in open systems”, *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 108-128, 2011.
- [41] R. Cintron, “Human Factors Analysis and Classification System Interrater Reliability for Biopharmaceutical Manufacturing Investigations”, Washington: Walden University, 2015.
- [42] T. Diller, G. Helmrich, S. Dunning, S. Cox, A. Buchanan and S. Shappell, “The Human Factors Analysis Classification System (HFACS) Applied to Health Care”, *American Journal of Medical Quality*, 29(3), 181-190, 2014.
- [43] A. Ergai, “Assessment of the Human Factors Analysis and Classification System (HFACS): Intra-rater and Inter-rater Reliability”, South Carolina: TigerPrints, 2013.
- [44] J. Patterson and S. Shappell, “Operator error and system deficiencies: Analysis of 508 mining incidents and accidents from Queensland, Australia using HFACS”, *Accident Analysis and Prevention*, (42), 1379–1385, 2010.
- [45] SHGM (Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü), “Emniyet Yönetim Sistemi Temel Esaslar”, Ankara: Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Yayınları, 2012.
- [46] Airbus, “A Statistical Analysis of Commercial Aviation Accidents 1958-2016”. France: Airbus S.A.S, (2017).
- [47] K. Dönmez, “21. Yüzyıl Havacılık Olaylarında Operasyon Organizasyon İlişkisi: İnsan Faktörleri Analiz ve Sınıflandırma Sistemi Uygulaması”, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Eskişehir, 2018.