

T.C.
GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YABANCI MADDE HASARI KAYNAKLI HAVA ARACI
KAZALARINDA İNSAN FAKTÖRÜNÜN
DEĞERLENDİRİLMESİ: CONCORDE UÇAK KAZASI ÖRNEĞİ

FATİH BASUT

YÜKSEK LİSANS TEZİ
STRATEJİ BİLİMİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: DOÇ. DR. BULUT GÜRPINAR

OCAK 2024

T.C.
GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YABANCI MADDE HASARI KAYNAKLI HAVA ARACI
KAZALARINDA İNSAN FAKTÖRÜNÜN
DEĞERLENDİRİLMESİ: CONCORDE UÇAK KAZASI
ÖRNEĞİ

Fatih BASUT

YÜKSEK LİSANS TEZİ
STRATEJİ BİLİMİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: DOÇ. DR. BULUT GÜRPINAR

OCAK 2024

T.R.
GEBZE TECHNICAL UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL

**EVALUATION OF HUMAN FACTOR IN AIRCRAFT
ACCIDENTS CAUSED BY FOREIGN OBJECT
DAMAGE: CONCORDE AIRCRAFT ACCIDENT
EXAMPLE**

Fatih BASUT

**A THESIS OF MASTER OF SCIENCE
DEPARTMENT OF STRATEGY SCIENCE**

ADVISOR: ASSOC. PROF. DR. BULUT GÜRPINAR

JANUARY 2024



YÜKSEK LİSANS JÜRİ ONAY FORMU

GTÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 27/11/2023 tarih ve 2023/21 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 04/12/2023 tarihinde tez savunma sınavı yapılan Fatih BASUT'un tez çalışması Strateji Bilimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE

(TEZ DANIŞMANI) : Doç. Dr. Bulut GÜRPINAR

ÜYE

: Doç. Dr. Kurtuluş DEMİRKOL

ÜYE

: Prof. Dr. Engin SELÇUK

ONAY

Gebze Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
...../...../..... tarih ve/..... sayılı kararı.

İMZA/MÜHÜR

ÖZET

Havacılıkta tarih boyunca kazalar meydana gelmiştir. Meydana gelen kazalar insan hatasından kaynaklansa da 2000 yılında Concorde kazasıyla yabancı madde hasarı kavramı gündeme gelmiş ve uygulanan prosedürlerin, emniyet tedbirlerinin yeniden gözden geçirilmesine sebep olmuştur.

Bu araştırmada yabancı madde hasarıyla ilgili Türkiye literatüründe yeteri kadar araştırma yapılmamış olması nedeniyle yabancı madde hasarının önemine vurgu yapmak amaçlanmıştır. Bu durumu insan faktörü nezdinde incelemek ve yabancı madde hasarı-insan faktörü ilişkisini tartışmak hedeflenmiştir.

Tezde “Yabancı madde hasarı nedir?”, “Ekonomik etkisi nelerdir?”, “Yabancı madde hasarının oluşmasında insan faktörü etkisi var mıdır?” ve “Kazaları azaltmak için neler yapılabilir?” sorularına yanıt aranmak istenmiştir.

İnsan faktörlerinin daha detaylı açıklanması için Concorde kazası örnek olarak seçilmiştir. Çünkü kazanın 113 kişinin ölümüyle sonuçlanması, kazadan 3 yıl sonra Concorde uçaklarının tamamen kullanımdan kalkmasına sebep olan en büyük etkenlerden biri olması, ayrıca kazanın meydana gelmesinde ana faktörlerin insan ve yabancı madde olması sebebiyle Concorde kazası örnek olarak seçilmiştir. Benzer kazaların meydana gelmemesi ve hava aracının uçuşunun emniyetli bir şekilde sağlanmasında rol alan tüm havacılık çalışanları ve yöneticilerinde farkındalık seviyesinin artırılması hedeflenmiştir. Bunun için öncelikle birinci bölümde hava aracı kazaları ve yabancı madde hasarı ile ilgili genel bilgilendirme yapılmış, ikinci bölümde yabancı madde hasarı kavramı, ikinci bölümde hava aracı kaza-kırımlarında insan faktörünün önemi ve insan faktörü eğitimleri incelenmiş, son bölümde ise kaza kapsamlı bir şekilde analiz edilmiştir.

Concorde kazasından yola çıkarak yabancı madde hasarına katkı sağlayan etmenleri incelediğimizde, insan faktörleri kazanın meydana gelmesinde etkili olmuştur. Bu faktörler, uçak personelinin doğru tepkiyi vermek için gerekli eğitimi almadığı veya yetersiz olduğu, yönetim hatalarının, önlemlerin alınmasını engellediği gibi etkilere yol açtığı tespiti yapılmıştır. Söz konusu kazaları önlemek için farkındalık ve eğitim kavramının önemi anlaşılmıştır. Havacılık sektöründe operasyonların güvenliğini sağlamak için uçuş ve bakım ekiplerine verilen Ekip Kaynak Yönetimi (EKY) ve Bakım Kaynak Yönetimi (BKY) eğitimlerinin olası ve öngörülemez kazalara karşı senaryolar oluşturarak kapsamlarının genişletilmesinin gerekli olduğu değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yabancı Madde Hasarı, İnsan Faktörü, Emniyet, Kaza

ABSTRACT

Accidents have occurred in aviation throughout history. Although the accidents that occurred were caused by human error, the concept of foreign object damage came to the fore with the Concorde accident in 2000 and caused the applied procedures and safety measures to be reconsidered.

In this research, it is aimed to emphasize the importance of foreign object damage since there is not enough research on foreign object damage in the Turkish literature. It is aimed to examine this situation in terms of the human factor and to discuss the relationship between foreign object damage and human factor.

In the thesis, questions such as "What is foreign object damage?", "What are its economic effects?", "Is there a human factor in the occurrence of foreign object damage?" and "What can be done to reduce accidents?" The questions were sought to be answered.

The Concorde accident was chosen as an example to explain human factors in more detail. The Concorde accident was chosen as an example because the accident resulted in the death of 113 people, was one of the biggest factors that caused the Concorde planes to be completely retired 3 years after the accident, and the main factors in the accident were humans and foreign objects. It is aimed to increase the awareness level of all aviation employees and managers who are involved in preventing similar accidents and ensuring the safe flight of the aircraft. For this purpose, firstly, the concept of foreign object damage was examined in the second part, the importance of human factor in aircraft accidents and human factor trainings were examined in the third part, and in the last part, the accident was analyzed comprehensively.

When we examine the factors contributing to foreign object damage based on the Concorde accident, human factors were effective in the occurrence of the accident. It has been determined that these factors lead to effects such as aircraft personnel not receiving the necessary training to respond correctly or being inadequate, and management errors preventing precautions to be taken. The importance of the concept of awareness and education is understood to prevent these accidents. In order to ensure the safety of operations in the aviation industry, it has been evaluated that it is necessary to expand the scope of the Crew Resource Management (CRM) and Maintenance Resource Management (MRM) trainings given to flight and maintenance teams by creating scenarios against possible and unforeseen accidents.

Key Words: Foreign Object Damage, Human Factor, Safety, Accident

TEŞEKKÜR

Başta, yüksek lisans eğitimimde ve akademik hayatımda desteğini ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyip sabrı, bilgisi ve yönlendirmeleriyle bu çalışmanın oluşmasının yolunu açan danışmanım, Sayın Doç. Dr. Bulut GÜRPINAR'a ve göstermiş olduğu desteklerinden dolayı sevgili eşim Sevilay BASUT'a en içten teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
TABLolar/ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. YABANCI MADDE HASARI	4
2.1. Yabancı Madde Hasarı Kaynakları	6
2.2. Yabancı Madde Hasarına Neden Olan Faktörler	7
2.2.1. İnsan Faktörü	7
2.2.2. Materyal Faktörü	9
2.2.3. Yabancı Hayat Faktörü	8
2.3. Yabancı Madde Hasarının Havacılık Sektörüne Ekonomik Etkisi	13
2.3.1. Yabancı Madde Hasarı Olaylarına Bağlı Direkt Giderler	14
2.3.1.1. Motor Hasarları	14
2.3.1.2. Lastik Hasarları	14
2.3.1.3. Gövde Hasarları	15
2.3.2. Yabancı Madde Hasarı Olaylarına Bağlı Dolaylı Giderler	15
2.3.2.1. Genel Giderler	16
2.3.2.2. Uçuş İptali	16
2.3.2.3. Yakıt Verimliliği	17
2.3.2.4. Personelde Moral Kaybı	17
2.4. Yabancı Madde Hasarından Korunma Yöntemleri	17
2.5. Yabancı Madde Hasarını Önleme programının Temel Unsurları ve Yabancı Madde Hasarını Önlemede Kullanılan Sistemler	18
3. HAVA ARACI KAZA-KIRIMLARINDA İNSAN FAKTÖRÜNÜN ÖNEMİ	20
3.1. İnsan Faktörü Kavramı ve Gelişimi	20
3.2. Kirli Düzine (Dirty Dozen)	24
3.2.1. İletişim Eksikliği	25
3.2.2. Kendine Güven	26
3.2.3. Bilgi Eksikliği	26
3.2.4. Dikkat Dağılması	27
3.2.5. Takım Çalışması Eksikliği	27
3.2.6. Yorgunluk	28
3.2.7. Kaynak Yetersizliği	28
3.2.8. Zaman Baskısı	29
3.2.9. Özgüven Eksikliği	29
3.2.10. Farkındalık Eksikliği	30
3.2.11. Stres	30
3.2.12. Normlar	31
3.3. Havacılıkta İnsan Faktörleri Analiz Modelleri	31

3.3.1. İsviçre Peyniri Modeli	31
3.3.2. İnsan Faktörleri Analiz ve Sınıflandırma Sistemi (HFACS)	33
3.3.2.1. Emniyetsiz davranışlar	34
3.3.2.1.1. Hatalar	35
3.3.2.1.2. İhlaller	37
3.3.2.2. Emniyetsiz Davranışlara Zemin Hazırlayan Koşullar	38
3.3.2.3. Emniyetsiz Yönetim	39
3.3.2.3.1. Yetersiz Yönetim	39
3.3.2.3.2. Planlanmış Uygun Olmayan Operasyonlar	39
3.3.2.3.3. Bilinen Problemin Düzeltilmesinde Başarısızlık	40
3.3.2.3.4. Yönetim ihlalleri	40
3.3.2.4. Örgütsel Etkiler	40
3.3.2.4.1. Kaynak Yönetimi	41
3.3.2.4.2. Örgüt İklimi	41
3.3.2.4.3. Örgütsel Süreç	41
3.3.3. SHELL Modeli	42
3.3.3.1. SHELL Modelinin bileşenleri	42
3.3.3.1.1. Yazılım (Software)	43
3.3.3.1.2. Donanım (Hardware)	43
3.3.3.1.3. Çevre (Environment)	44
3.3.3.1.4. İnsan (Liveware)	44
3.3.3.2. SHELL Model Bileşenlerinin İnsan Unsuru ile Etkileşimi	45
3.3.3.2.1. İnsan–Yazılım (L–S)	45
3.3.3.2.2. İnsan – Donanım (L – H)	46
3.3.3.2.3. İnsan – Çevre (L – E)	46
3.3.3.2.4. İnsan–İnsan (L – L)	48
3.3.3.3. SHELL Model Kavramının Etkin Kullanımı	48
3.3.3.4. SHELL Modeli Avantaj ve Dezavantajları	49
3.3.3.4.1. SHELL Modeli Dezavantajları	49
3.3.3.4.2. SHELL Modeli Avantajları	49
3.3.4. PEAR Modeli	50
3.3.4.1. P – PEOPLE – İnsanlar	50
3.3.4.2. E – Environment – Çevre	51
3.3.4.3. A – Actions – Eylemler	52
3.3.4.4. R – Resources – Kaynaklar	53
3.4. Havacılık Sektöründe İnsan Faktörü Eğitimleri ve Gelişimi	53
3.4.1. Ekip Kaynak Yönetimi	54
3.4.1.1. 1.Nesil: Kokpit Kaynak Yönetimi:	55
3.4.1.2. 2. Nesil: Kokpit ve Kabin Kaynak Yönetimi	56
3.4.1.3. 3.Nesil: Hata Yönetimi Odaklı BKY	56
3.4.1.4. 4.Nesil: Bütünleştirme ve Usul Haline Getirme	57
3.4.1.5. 5.nesil: Tehdit Değerlendirmesi ve Hata yönetimi	57
3.4.2. Bakım Kaynak Yönetimi	60
3.4.2.1. BKY Tarihsel Gelişimi	60
3.4.2.2. BKY Konsepti	61
3.4.2.2.1. İnsan Faktörleri Bilgisi	62
3.4.2.2.2. Temel İnsan Faktörleri Sorunlarını Tanımlamak ve Anlamak	62
3.4.2.2.3. İnsan Hatalarına Katkıda Bulunan Nedenleri Tanımlamak	62

3.4.2.2.4.	İletişim Becerileri	62
3.4.2.2.5.	Takım Becerileri	63
3.4.2.2.6.	Durumsal Farkındalık	64
3.4.2.3.	BKY Eğitiminin Uygulanması	66
3.4.3.	EKY VE BKY Arasındaki Farklar	67
4.	YABANCI MADDE HASARI VE İNSAN FAKTÖRÜ: CONCORDE	
	UÇAK KAZASI	70
4.1.	Kazanın Analizi	70
4.2.	Araştırmanın Kapsam ve Sınırlılığı	74
4.3.	Araştırma Modeli	74
4.4.	Bulgular	75
4.4.1.	Kazanın HFACS Yönünden İncelenmesi	75
4.4.1.1.	Emniyetsiz Davranışlar	75
4.4.1.2.	Emniyetsiz Davranışlara Zemin Hazırlayan Koşullar	76
4.4.1.2.1.	Çevresel Faktör	76
4.4.1.2.2.	Kokpit Ekibi Koşulları	76
4.4.1.2.3.	Kişisel Faktörler	76
4.4.1.3.	Emniyetsiz Yönetim	77
4.4.1.4.	Örgütsel Etkiler	78
4.4.1.4.1.	Kaynak Yönetimi	78
4.4.1.4.2.	Örgüt İklimi	79
4.4.1.4.3.	Örgütsel Süreç	79
5.	SONUÇ	80
	KAYNAKLAR	82
	ÖZGEÇMİŞ	89
	TEZ METNİNDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR	90

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

ATC	: Hava Trafik Kontrolörü
BEA	: The French Bureau Enquêtes-Accidents
BKY	: Bakım Kaynak Yönetimi
BSAC	: Bird Strike Association of Canada
CMO	: Certificate Management Office
CVR	: Kokpit Ses Kayıt Cihazı
DGAC	: Fransız Sivil Havacılık Otoritesi
EASA	: European Union Aviation Safety Agency
EKY	: Ekip Kaynak Yönetimi
FAA	: Federal Aviation Administration
FOD	: Yabancı Madde Hasarı
FSF	: Flight Safety Foundation
HFACS	: Human Factor Analysis and Classification System
IBSC	: International Bird Strike Committee
ICAO	: Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü
JFK	: John F. Kennedy Airport
KLM	: Hollanda Kraliyet Havayolları
NTSB	: National Transportation Safety Board
PAA	: Pan American Airways
RAeS	: Royal Aeronautical Society
TKY	: Takım Kaynak Yönetimi

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1: Uçak motoru tarafından yutulmuş bir koni.	9
Şekil 2.2: Amerika Birleşik Devletleri'nde 1960-2020 tarihleri arasında 3 ve 4 motorlu ticari uçakların yüzdesi.	10
Şekil 2.3: Kuş çarpması sonucu uçağın gövdesinde meydana gelen hasar	11
Şekil 2.4: Amerika Birleşik Devletleri'nde hasarla sonuçlanan kuş/yabani hayvan yüzdesi.	12
Şekil 2.5: Amerika Birleşik Devletleri'nde 1990-2020 tarihleri arasında tanımlanan kuş türü sayısı.	12
Şekil 3.1: Motorlu uçuşta ilk ölümlü kaza.	20
Şekil 3.2: İsviçre Peyniri Modeli.	32
Şekil 3.3: Emniyetsiz Davranışlar.	35
Şekil 3.4: SHELL Model Kavramının Bileşenleri.	43
Şekil 3.5: Çevre faktörü ile ilgili örnekler.	52
Şekil 4.1: Concorde uçağı kalkışı.	71

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 3.1: EKY ve BKY arasındaki farklar

Sayfa
68



1. GİRİŞ

Havacılık endüstrisi, insanlık için büyük bir başarı hikayesini temsil ederken, uçak kazaları hala bu endüstrinin karanlık tarafını oluşturmaktadır. Uçak kazalarının nedenleri ve sonuçları incelendiğinde, yabancı madde hasarı kaynaklı kazaların önemli bir yere sahip olduğu görülmektedir. Uçak kazalarının %70-80'inin insan kaynaklı kazalardan meydana geldiğini göz önünde bulundurduğumuzda, insan faktörünün bu denklemin önemli bir parçası olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır.

Literatürde yabancı madde hasarına yönelik çalışmalar, ağırlıklı olarak uçakların yabancı maddeye en çok maruz kalan bölgelerini (motor, kanat) yapısal olarak güçlendirmeye yönelik çalışma yapılmıştır.

Zhang ve meslektaşları yaptıkları çalışmada (2023) 3 mm çapındaki merminin 350 m/s hızla çarptığı TC4 ve AM355 çelik ile simüle edilmiş motor kanatçık profili numuneleri üzerinde laboratuvar yabancı madde hasarı testleri yapılmış ve darbe hızının yabancı madde hasarı ve yabancı madde hasarı kaynaklı artık gerilim üzerindeki etkisini incelemiştir.

Frankel ve meslektaşları (2012) yabancı madde hasarına karşı hassas bir bölge olan kompresör kanatçıklarının bir gaz tabancası kullanılarak 200 ms hızla numunelerin kenarının merkezine dik açıyla ateşlenen 3 mm'lik sertleştirilmiş çelik küp aracılığıyla bir yabancı madde hasarı olayı uygulayarak malzemenin stres seviyelerini ölçmüş ve yabancı madde hasar bölgelerinin mikroyapısal karakterizasyonu ışığında yapısal bütünlük sonuçları, kompresör kanatlarının yorulma arızası açısından incelemişlerdir.

Zuo (2022) uçak motorlarının kompresör kanadında sonlu eleman modeli kurmuş ve hasar gören bölgeye taşıma ve onarım sonrası kanatlar üzerinde sonlu eleman analizi yapılmıştır. Farklı kanat türlerinin doğal frekansları ve dönme koşulları altında küresel ve yerel tepe gerilimleri karşılaştırarak onarılan kanatçıkların sertliğinin kabul edilebilir olduğunu doğrulayarak araştırmada bakım personelinin yabancı madde hasarı ile karşılaştırdıklarında yönlendirilmesine yardımcı olmak amacıyla en uygun tamir yöntemine yönelik incelemeler yapmıştır.

Ayrıca yabancı madde hasarının alt maddelerinden biri olan kuş-uçak çarpmasına yönelik bölgesel havaalanı bazında kuş davranışlarına yönelik ve havaalanının bulunduğu çevre, iklime göre önlemler alınmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır.

Çoban ve Bahar (2018) Hamid Karzai Uluslararası Havalimanındaki yabancı hayatı yönetimini yerinde inceleyerek bölgedeki risk unsurlarını incelemiş ve önlenmesine yönelik tavsiyelerde bulunmuşlardır.

Oruç ve meslektaşları (2022) Türkiye’de yaşanan kuş çarpmasına yönelik yaptığı incelemede, son yıllarda kuş çarpmasına yönelik alınan önlemlere karşın, 2017-2018 yılları arasında kuş çarpmasının maliyeti Türkiye’ye yaklaşık 78,26 milyon dolar olduğunu ve kuş çarpma oranlarını en aza indirmek için daha fazla çalışma yapılması gerektiği sonucuna varmışlardır.

Türkiye’de yaşanan kuş çarpması kazalarında ölümle sonuçlanan bir kaza gözlemlenmemiş olup münferit olarak bazı kuş çarpmaları gerçekleşmektedir. Bunların en önemlilerinden, İstanbul-Nevşehir seferini yapan Türk Hava Yollarına ait TK 2004 sefer sayılı Boeing 738 tipi uçak, Nevşehir-Kapadokya havaalanına inişi sırasında kuş sürüsüne çarpması sonucu burun ve kanat kısmında hasar oluşmuş fakat sorunsuz bir şekilde inişini gerçekleştirmiştir (Web 1, 2015).

2022 yılında Hava Kuvvetleri Komutanlığına bağlı Türk Yıldızları filosunda yer alan F-5 tipi bir uçak, kuş çarpması neticesinde motorlarının durması sonucu düşmüş ve pilot fırlatma koltuğuyla atlayarak kurtulmuştur (Web 2, 2022).

Yabancı madde hasarını önlemek için ICAO (International Civil Aviation Organization), FAA (Federal Aviation Administration), EASA (European Union Aviation Safety Agency), gibi uluslararası ve ulusal havacılık düzenleyicileri askeri ve ticari endüstri için bir dizi havacılık standartı oluşturmuştur. Yabancı madde hasarı önleme standardının amacı, zemin ve uçuş güvenliğini, özel ve ulusal varlıkların korunmasını teşvik etmektir. Bu işlemin temel yabancı madde hasarı önleme politikası/prosedürü olarak kullanılması amaçlanmıştır. Kullanıcılar, bu standardın içeriğini belirli ürünlerine veya şirketlerine ve/veya devlet ajanslarına uyacak şekilde uygulamaya teşvik edilir. Yabancı madde hasarına yönelik eğitimler de bu standartlara göre verilmesi tavsiye edilir. Ancak bu eğitimin periyotları kuruluşun faaliyet alanı, risk şiddeti ve kuruluşun politikasına göre değişebilmektedir. Genellikle bu eğitimler yılda bir olacak şekilde verilmesi tavsiye edilmektedir. Personel farkındalığı ve

yabancı madde hasarı önleme konusunda personeli taze tutmak amacıyla bazı kuruluşlar bu eğitimleri daha sık verebilmektedir. Hava aracı teknik dokümanlarında yapılacak her bakım adımında yabancı madde hasarına karşı tedbirli olmayı, hava aracı üzerinde malzeme vb. parça unutulmaması ve takımların işlerinin bittikten sonra yerine koyulması için ayrıca uyarılar bulunmaktadır.



2. YABANCI MADDE HASARI

Uluslararası havacılıkta “Foreign Object Damage” (FOD) olarak da adlandırılan Yabancı Madde Hasarı; hava aracına veya sistemlerine potansiyel olarak hasara neden olabilecek her türlü yabancı madde veya eşyalar olarak tanımlanmıştır (NAFPI, 2000). Yabancı madde hasarını geniş bir şekilde tanımlayacak olursak hava aracı harekât sahasında bulunabilecek herhangi bir malzeme olarak değerlendirebiliriz. Yabancı Madde Hasarı hem yabancı maddenin hava aracına verdiği zarar hem de yabancı maddenin kendisi olarak kullanılan bir kısaltmadır.

FAA’ya göre (2010) yabancı madde hasarı, temel olarak havalimanına, personele ve ekipmana ciddi şekilde zarar verebilecek bir tehlike unsuru olarak bilinir. Motor arızası ve insan yaşamının kaybı gibi uçakta ciddi tahribata neden olabilecek yabancı cisim olarak da tanımlanır.

Yabancı madde hasarı kavramı havacılık tarihiyle birlikte başlar. Havacılık tarihi boyunca kayıt altına alınan en popüler yabancı madde hasarı olaylarından biri Concorde kazasıdır (Procaccio, 2008).

24 Haziran 1982’de British Airways’in 9 sefer sayılı uçuşunda uçak, Hint Okyanusu üzerinde volkanik bir kül bulutunun içine uçtu. Boeing 747-200B, hepsi arızalanana kadar dört motorun tamamında motor dalgalanmalarına maruz kaldı. Uçak, kül bulutundan çıkana kadar aşağıya daldı ve havadaki külün motorları temizlemesini sağladı ve daha sonra yeniden çalıştırıldı. Kokpitin ön camı kül parçacıkları nedeniyle fena halde çukurlaşmıştı ancak uçak güvenli bir şekilde iniştir (Romo, 2013).

Tarihe geçmiş söz konusu kazalardan sonra yabancı maddenin önlenmesine ve hasar derecesinin düşürülmesine yönelik birtakım dersler çıkarılmıştır. Concorde kazasından sonra uçakların kanatları yapısal olarak güçlendirilmiş, lastikler ise yabancı maddeye karşı daha dayanıklı hale getirilmiştir. Ayrıca kazalardan alınan dersler sadece yapısal veya fiziksel olarak değil aynı zamanda insan faktörleri çerçevesinde de ele alınmıştır. Yabancı madde hasarının insan faktörleri özelinde ele alan bazı çalışmalar bulunmaktadır. Bunlardan;

Procaccio (2008) yaptığı çalışmada yabancı madde hasarının neden olduğu maliyetlerin farkındalığı ve standartlaştırılmış düzenlemelerin uygulanması yoluyla daha etkili yabancı madde hasarı kontrol metodolojilerine ulaşılabileceğini ve insan

faktörleri göz ardı edilmeyerek prosedürlerdeki gizli başarısızlıkların ortadan kaldırılması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca yapmış olduğu çalışmada, mevcut kontrol metodolojilerinin yabancı madde hasarını azaltmada veya yabancı madde hasarı ile ilgili maliyetleri azaltmada etkili olmadığını ortaya koymuştur.

Hussin ve meslektaşları (2016) yabancı madde hasarını ortadan kaldırmanın en etkili yolu havacılık sektöründe yer alan kişilerde yabancı madde hasarı farkındalığının geliştirilmesi olduğuna vurgu yapmıştır. Önleme programı yabancı madde hasarını ortadan kaldırmak için tüm teknikleri içermesi gerektiğini ve havacılık dünyasında yabancı madde hasarını ortadan kaldırmanın en etkili önlemlerinden biri olduğunu vurgulamıştır. Organizasyondaki herkesin yabancı madde hasarının etkisine karşı her zaman duyarlı olması ve bu sorunun ortadan kaldırılması için ekstra çaba sarf etmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Oruç ve meslektaşları (2022) yabancı madde hasarının önemli sorun sahalarından olan kuş uçak çarpması konusunu ele almış, Türkiye de dahil olmak üzere çeşitli ülkelerden kuş çarpması hakkında istatistiksel veriler toplamıştır. Çalışma, Türkiye ve diğer ülkelerde meydana gelen kuş çarpması olaylarını, hedeflenen ülkelerden kuş çarpması veri analizini araştırarak karşılaştırmış, bu bağlamda, 10000 uçuş başına kuş çarpmaları, aylara göre kuş çarpma sayısının dağılımı, uçuş aşamaları, incelenmiştir. Veriler Türkiye, ABD, İngiltere, Avustralya, Finlandiya, İran ve Çekya'nın bulgularını içermektedir. Sonuçlar değerlendirildiğinde, kuş çarpması güvenlik ve risk yönetimi için dikkate alınması gereken önemli bir faktör olduğu ve bu güvenlik sorununu yönetmek için ülkelerin kuş çarpması olaylarının düzenli olarak rapor edilmesi gerektiği ve bu raporlara istinaden proaktif önlemler alınması sonucuna varmışlardır.

Chauhan ve meslektaşları (2020) yabancı madde hasarından kaçınmanın en iyi yolu, uçak endüstrisiyle ilgilenen bireyler arasında yabancı madde hasarı farkındalığı oluşturma olduğunu, şu ana kadar tespit edilen ve kategorize edilen yabancı madde hasarı türlerine ilişkin bilgi, pist yönetimindeki önemin anlamasına ve yabancı madde temizliği hakkında farkındalık sahibi olmamıza yardımcı olduğunu belirtmiştir. Önleme programı, yabancı madde hasarı veya yabancı madde hasarına meyilli her şeyi yok etmeye yarayan önemli bir yöntem olduğunu ve bu programın, kuruluşun en üst düzeyinde başlayıp ve tüm organizasyona yayıldığında etkili olduğu sonucuna varmıştır. Organizasyondaki herkesin yabancı madde hasarı etkisine karşı her zaman

duyarlı olması ve bu sorunla baş edebilmek için ek enerji harcaması gerektiğine vurgu yapmışlardır.

2.1. Yabancı Madde Hasarı Kaynakları

FAA tarafından yapılan araştırmalar ve anketler sayesinde, birçok biçimde bulunabilen farklı yabancı madde türü vardır. Havayolu işletmecilerine, özellikle havaalanı operasyonlarında güvenliği sağlamada zorluklara neden oldukları için hiçbir faydalı değildir. Malzemelere, renklere ve boyutlara göre değişen birçok yabancı madde türü vardır “yabancı madde”nin kesin doğası da çeşitlidir. Yabancı madde herhangi bir malzemedan oluşabilir ve herhangi bir renk ve boyutta olabilir. Bir yıllık bir havaalanı araştırmasında toplanan yabancı madde öğelerinin %60’ından fazla metallerden oluşmaktadır. Bunu %18 ile kauçuk malzemeler izlemiştir (Hussin vd., 2016).

Tipik yabancı maddeler şunları içerir:

- Uçak ve motor bağlantı elemanları (somunlar, cıvatalar, rondelalar, güvenlik teli vb.)
- Uçak parçaları (yakıt kapakları, iniş takımı parçaları, yağ çubukları, metal levhalar, kapaklar ve lastik parçaları)
- Mekanik aletler,
- Yemek malzemeleri,
- Uçuş hattı öğeleri (çiviler, personel rozetleri, kalemler, kurşun kalemler, bagaj etiketleri, soda kutuları vb.)
- Apron öğeleri (yemek ve yük paletlerinden gelen kâğıt ve plastik döküntüler, bagaj parçaları ve rampa ekipmanından kaynaklanan döküntüler),
- Pist ve taksi yolu malzemeleri (beton ve asfalt parçaları, kauçuk bağlantı malzemeleri ve boya parçacıkları),
- İnşaat molozları (tahta parçaları, taşlar, bağlantı elemanları ve çeşitli metal nesneler),
- Doğal malzemeler (bitki parçaları, yaban hayatı, buz ve volkanik kül) (FAA, 2010).

2.2. Yabancı Madde Hasarına Neden Olan Faktörler

Havacılıkta yabancı madde hasarına neden olan faktörleri 3 başlık altında inceleyebiliriz. Bunlardan ilki, havacılıkta kazalara sebep olan faktörlerin başında gelen İnsan faktörü, ikincisi ise havaalanı altyapısından veya harici olarak pistte bulunan, personelin bakım esnasında hava aracı üzerinde veya içinde unutulması sonucu hava aracına zarar verebilecek taş, metal, tahta vb. materyal faktörü sonuncusu ise pilotların havada veya yerde sık sık maruz kaldığı havada çarpma sonucu hava aracının düşmesine neden olabilecek veya uçağa zarar verebilecek her türlü kuş, memeliler, sürüngenlerin neden olabileceği yabancı hayat faktörüdür.

2.2.1. İnsan Faktörü

Havacılığın ilk günlerinde, uçak tasarımı, uç-düzelt-uç yaklaşımını izledi ve bakımda insanların yaptığı hatalar, ilkel uçakların doğal güvenilmezliği nedeniyle ihmal edilebilirdi. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra, uçak teknolojisi ilerledikçe, endüstri liderleri, uçakların geliştirilmesindeki sınırlayıcı faktörün, insanların sağlanan kaynakları etkin bir şekilde çalıştırma ve yönetme yeteneği olduğunu fark ettiler. Bu, insan faktörü çalışmalarının doğuşuydu (Procaccio, 2008).

İnsan hataları, ICAO tarafından “planlanan eylemlerin istenilen hedefe ulaşamaması” olarak tanımlanmaktadır (Prather, 2011). İnsan faktörünü yabancı madde hasarı kapsamında ele aldığımızda yabancı hayat kaynaklı (kuş çarpması vb.) veya havaalanı altyapısı kaynaklı tüm olaylar dışında her yabancı madde hasarı kazasının sonucu insan faktörüne dayanmaktadır. Bunlar uçak üzerinde, pistte, apronda unutulmuş veya düşen bir parçadan tutun, yanlış bakım uygulaması (teknik kitaplara riayet etmeden tatbik edilen bakım uygulaması) sonucu düşen parçanın meydana getirebileceği kazaların hepsi insan temelli kazalardır.

Günümüzde hava aracı kazalarının %70-80'i insan hatasından kaynaklanmaktadır (Karakuş, 2006). Kaza istatistikleri ile ilgili diğer bir önemli bulgu, insan hatasından kaynaklanan kazalardaki azalma oranının, mekanik ve ortamdaki kaynaklanan kaza oranlarındaki azalma kadar büyük olmamasıdır. Dolayısıyla uçak teçhizatı daha güvenilir hale geldikçe, kazalardaki rolleri itibariyle insanlar ile makineler yer değiştirmiştir (Wiegmann ve Shappell, 2003).

Yabancı madde hasarı kaynaklı bir kaza olarak bilinen ve 113 kişinin ölümüyle sonuçlanan Concorde kazasına, yanlış tatbik edilen bakım uygulaması sonucu başka bir uçaktan düşen bir titanyum parçanın neden olduğu 2002 tarihinde yayınlanan kaza sonuç raporunda belirtilmiştir. Kaza sonuç raporunda, Douglas DC-10 (Concorde uçağı pistten kalkış yapmadan önce kalkan uçak) uçağına uygulanan bakımda değişmesi gereken parçanın Concorde uçağı teknik kitabında belirtilen bir parçası olmadığı, işlemi yapan teknisyen tarafından titanyum bir parça takıldığı tespit edilmiştir. Teknik kitaplara riayet edilmeden tatbik edilen bir bakım prosedürü, havacılık tarihinin en ölümlü kazalardan birine sebep olmuştur (BEA, 2000).

Nihayetinde hava aracı en gelişmiş teknolojik donanımlara sahip olsa da uçağın hazırlanmasından havalanması ve havada emniyetli bir şekilde idare edilmesinde belirleyici ve temel unsur yine insandır.

2.2.2. Materyal Faktörü

Materyal faktörü hem insan kaynaklı nedenlerden meydana geleceğı gibi havaalanı altyapısından kaynaklı nedenlerden de meydana gelebilir. Örneğın pistten çıkan beton parçaları veya yapı malzemeleri rüzgarla kolayca savrulabilir veya inşaat alanlarından uçak manevra alanlarına herhangi bir araçla taşınabilir. Bu küçük nesneler, uçağın hava girişleri tarafından kolayca emilebilir ve araçta ve yolcularda potansiyel hasara neden olabilir. Bakım personelinin uçak üzerinde uyguladığı bakım esnasında uçağın üzerinde unutacağı takım, emniyet teli, somun, cıvata vb. malzemeler de telafisi olmayan kazalara neden olabilir.

Yabancı madde; pistte, taksi yolunda veya apronda bulunabilir ve hava aracını çeşitli şekillerde etkileyebilir. Yabancı madde hava aracı lastiğinin yırtılmasına, gövdenin yırtılmasına, motor türbinlerinin zarar görmesine hatta motor kaybına dahi sebep olabilir. Özellikle hava araçlarını kalkış gibi kritik uçuş aşamalarında doğrudan etkileyebilir. Yabancı madde, havaalanı ortamında uçakların jet motorlarının *blast*¹ etkisiyle personel yaralanmalarına ve hatta can kaybına dahi sebep olabilir. Bu da gösteriyor ki yabancı madde sadece uçak üzerinde hasara neden olmayıp aynı zamanda havaalanında çalışan personelin yerde yaralanmasına da sebep olabilir.

¹ Jet motorlarının arkasından çıkan itiş gücünün yarattığı etki



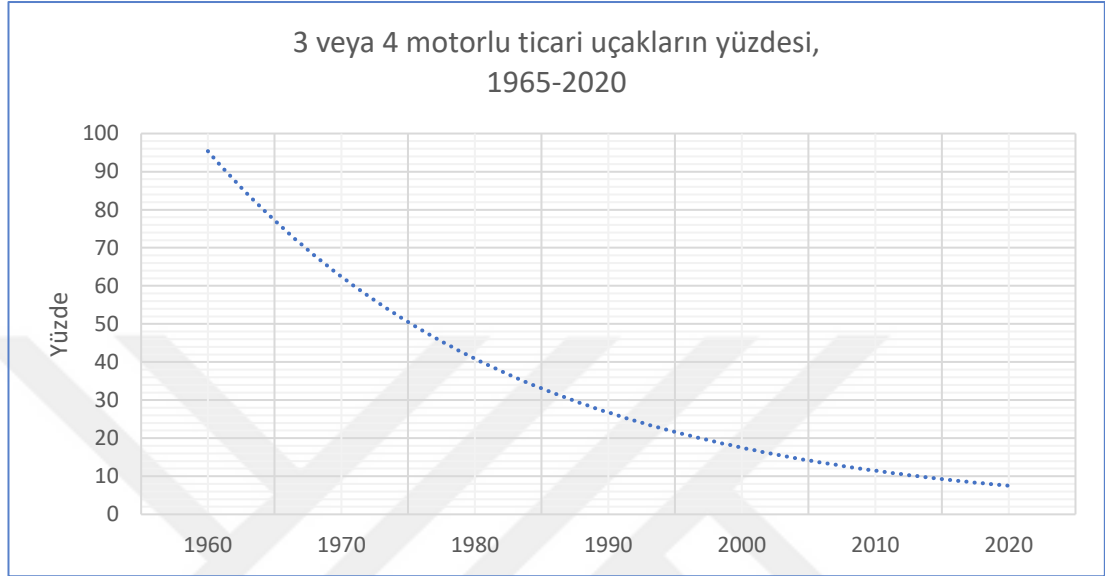
Şekil 2.1: Uçak motoru tarafından yutulmuş bir koni (Web 3, 2018).

2.2.3. Yabani Hayat Faktörü

Dünya üzerinde kuşlar, memeliler ve sürüngenler de dâhil olmak üzere birçok yabani tür, havalimanının bulunduğu çevrenin içinde ya da hemen yakınlarında yaşamaktadır. Çünkü bu geniş çevre ve bitki örtüsü gerek kent hayatına uyum sağlamış gerek yabani birçok kuş türüne beslenme ve yuva yapmak için gerekli olan cazip ortamı sağlamaktadır. Sadece kuşlar değil, aynı zamanda köpek, tilki, çakal, sürüngen ve kemirgenler gibi diğer kara hayvanları da aynı sebeplerden dolayı bu çevrenin yanında ya da içinde olmayı tercih etmektedir (Çoban, 2017b).

Yabancı madde hasarına neden olan kontrol edilmesi en güç faktörlerden biri de yabani hayat faktörüdür. Bu faktörün arasında en sık karşılaştığımız ise kuş-uçak çarpmasıdır. Wright kardeşlerin günlüğünden elde edilen bilgilere göre modern bir uçakla yaşanan ilk kuş çarpması olayı, 7 Eylül 1905 tarihinde meydana gelmiştir. İlk ölümcül kaza bundan yedi yıl sonra 1912 yılında meydana gelmiştir. 3 Nisan 1912 tarihinde, Long Beach, Kaliforniya’da havacılığın öncülerinden Calbraith Perry Rodgers, kuş çarpması sonucu hayatını kaybeden ilk kişi olarak havacılık tarihine geçmiştir (ICAO, 2012a). Bu kazadan sonra 1960 yıllarına kadar kuşlar havacılık sektörüne adına uçuş güvenliği açısından büyük bir etken olmamıştır. Teknolojinin gelişmesiyle pistonlu motorların yerini türbinli motorlar almasıyla birlikte uçak motorları daha sessiz ve kuşlar

tarafından daha az fark edilir olmuştur. Söz konusu yıllarda ticari yolcu uçakları 3 veya 4 motorluydu. Motor sayısının fazla olması da kuşların motora girme olasılığını arttırıyordu. Bu riski azaltmak için havayolları şirketleri uçaklarını 2 motorlu ve daha etkili motorlarla donatmaya başlamışlardır (Çoban, 2017b).



Şekil 2.2: Amerika Birleşik Devletleri’nde 1960-2020 tarihleri arasında 3 ve 4 motorlu ticari uçakların yüzdesi (Dolbeer vd., 2022).

Kuş-uçak çarpması olaylarının en çok uçağın kalkış ve iniş anında diğer bir deyişle ilk 1500 feet’te meydana geldiği görülmektedir. Özellikle ilk 500 feet’te çarpmalar yoğunlaşmaktadır. Bu durum, kuşların beslenmek, dinlenmek ve göç etmek amacıyla bu irtifalarda uçmalarından kaynaklanabilir. EASA tarafından yapılan araştırmaya göre kuş çarpmalarının %44’ü motor, %31’i kanatlar, %13’ü kokpit, %8’i burun kısmı ve %4’ünün ise gövde kısmında meydana geldiği görülmüştür (Maragakis, 2010) . Bu araştırma göstermektedir ki kuş çarpmaları, uçak motorlarının hava girişi ve kompresör *palelerine*² ciddi hasarlar vermektedir.

Kuş çarpması havacılık sektörü için o kadar hayati bir öneme sahiptir ki, kuş çarpması olaylarını azaltmak amacıyla 1966 yılında Uluslararası Kuş Çarpması Komitesi (IBSC) kurulmuştur.

IBSC uluslararası sivil havacılık örgütü ile bağlantılı olup havacılık sektöründe kuş uçak çarpması sorunlarına yardımcı olmak ve havaalanı habitat yönetimi, vahşi yaşam

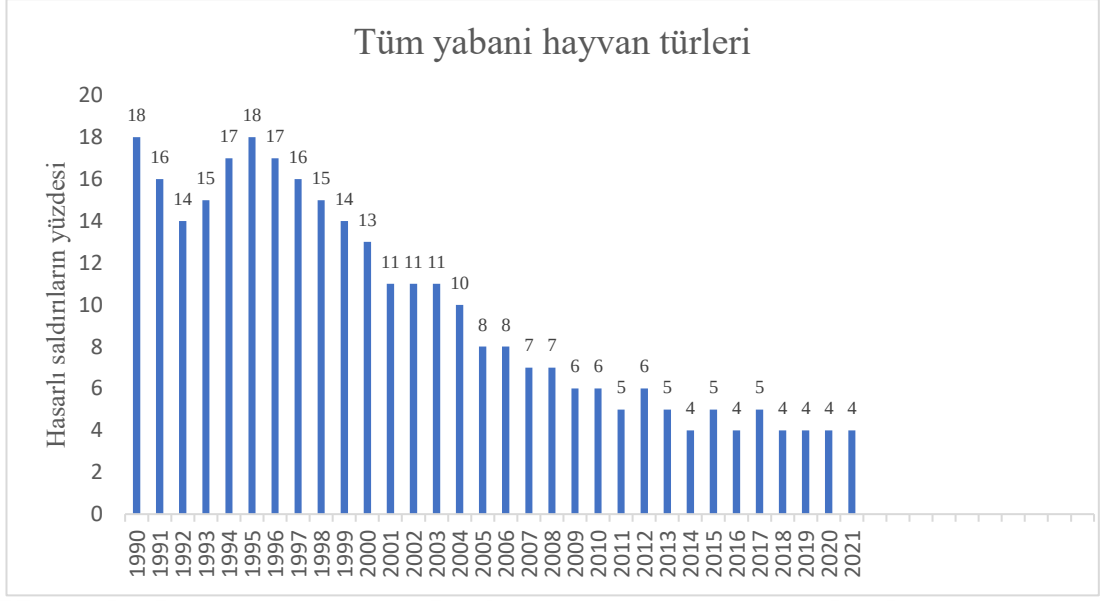
² kanatçık

kontrolü, organizasyon, ekipman, kuş çarpması raporlamaları ve bunların istatistiksel analizlerine yönelik uygulama standartları oluşturarak bu alandaki çalışmaları koordine etmeyi amaçlamaktadır (IBSC, 2006). IBSC yılda bir kez emniyet ve iş birliğini artırmak maksadıyla konferanslar düzenler.

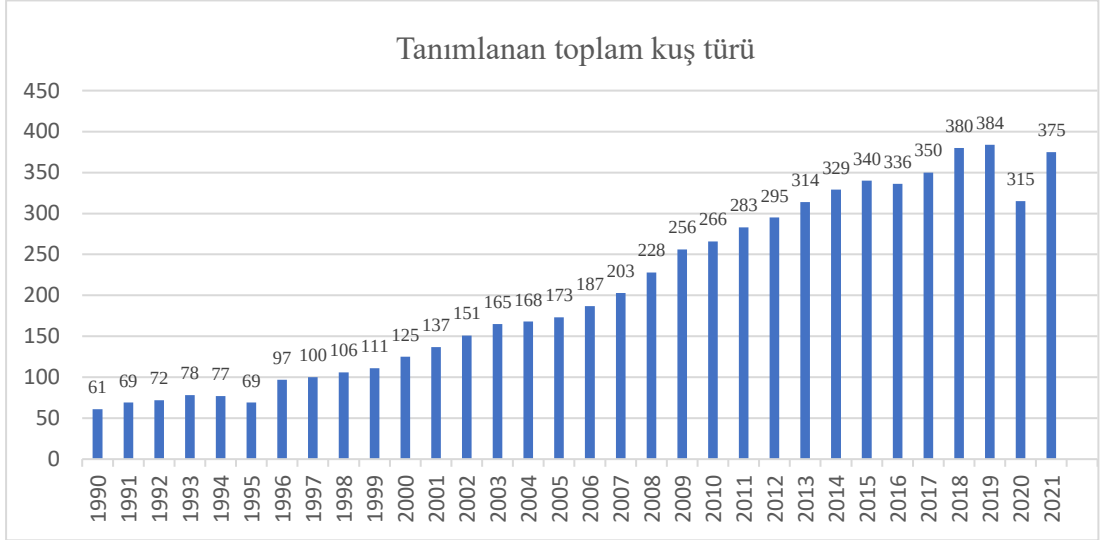


Şekil 2.3: Kuş çarpması sonucu uçağın gövdesinde meydana gelen hasar (Web 4, 2015).

Gelişen teknoloji ve yaşanan kazalardan edinilen tecrübelerle istinaden alınan önlemlerle artan canlı tür çeşitliliğine rağmen hasarla sonuçlanan kazalarda azalma olduğu gözlemlenmiştir. Havaalanlarındaki kuş ve yabani hayvanların olası çarpmalarını engellemek için radar tabanlı teknolojilerle anında tespit yapılabilmektedir.



Şekil 2.4: Amerika Birleşik Devletleri'nde 1990-2021 yılları arasında hasarla sonuçlanan kuş/yabani hayvan yüzdesi (Dolbeer vd., 2022).



Şekil 2.5: Amerika Birleşik Devletleri'nde 1990-2020 tarihleri arasında tanımlanan kuş türü sayısı (Dolbeer vd., 2022).

Kanada'da 2023 yılında gerçekleştirilen havaalanları vahşi yaşam yönetimi konferansında özellikle havaalanı yaban hayatı risk değerlendirmesi için gerçek zamanlı kuş aktivitesini izlemek amacıyla kullanılan radarların öneminden bahsedilmiş ve bu radarlardan toplanan veriler aynı zamanda günlük aktivitedeki artış veya azalmaların veya farklı havalimanlarındaki mevsimler arasındaki aktivite

düzenlerindeki genel değişikliklerin öngörülmesi gibi kuşların hava alanı aktivitelerindeki değişiklikleri değerlendirmek için de kullanılabileceği, bununla birlikte radarlardan toplanan verilerin, konuma, engellere, iklime ve mevcut türlere bağlı olarak bir havaalanından diğerine farklılık gösteren bazı sınırlamaların olduğu bildirilmiştir.

Bu sınırlamalara rağmen, radar verilerinin, müdahale ve kuş çarpması verilerinin nasıl kullanılabileceğine yönelik kuş aktivitelerini gözlemlemek için kullanılan radarı saha gözlem verileriyle birlikte kullanarak, genel biyolojiyi ve havaalanında meydana gelen kuş aktivitesinin daha kolay anlanabileceği ve burada kuşların hava sahası faaliyetlerini daha iyi anlamak için diğer yaban hayatı verilerini desteklemek üzere radar verilerinin nasıl kullanılabileceğini sunulmuştur. Bu yaklaşımın, daha kesin ve hedefe yönelik uyarılar sağlama ve havaalanlarındaki radarların operasyonel kullanımlarını daha ileri düzeyde sağlama potansiyeli ile çoğu havaalanında kullanılabileceği bildirilmiştir (BSAC, 2023).

2.3. Yabancı Madde Hasarının Havacılık Sektörüne Ekonomik Etkisi

Yabancı madde sadece uçuş ve yer emniyetini etkileyen bir faktör olmayıp, aynı zamanda ciddi ekonomik etkileri olan bir faktördür. Hava aracının yabancı maddeye maruz kalması durumunda gövde üzerinde yırtık, uçuş kontrol yüzeylerin hasarlanması, uçuş kumandalarının sıkışması ve motor kaybı gibi hava aracı üzerinde ciddi tahribata yol açabilmektedir. Ortalama bir ABD havayolu her 10.000 hareket için Yabancı Madde kaynaklı hasarlar sonucu 250.000 \$ bakım giderine maruz kalmaktadır (Prather, 2011). Bir uçak motoru hasar görürse, kanatçık yenileme, kanatçık ve fan değiştirme veya komple motor revizyonu gerektirebilir.

Yabancı madde hasarı vakaları organizasyona finansal anlamda direk veya dolaylı olarak büyük zarar vermektedir. Motor, lastik, gövde hasarı diğer bir deyişle uçağın yabancı maddeye direk maruz kalması sonucu oluşan hasarlar kaynaklı oluşan giderler doğrudan giderler olarak adlandırılır. Uçağın rötör yapması sonucu uçuş ertelenmesi, pist kapanması sonucu iniş yapmak için bekleyen uçakların yakıt giderleri, hasar sonucu plansız bakım giderleri, personelde moral kaybı gibi durumlarda dolaylı giderler olarak adlandırılır.

2.3.1. Yabancı Madde Hasarı Olaylarına Bağlı Direkt Giderler

Yabancı madde hasarına bağlı direkt giderler havacılık endüstrisinde yabancı maddelerin neden olduğu hasarın doğrudan sonuçlarına ilişkin maliyetleri ifade etmektedir. Bu giderler, yabancı maddelerin neden olduğu hasarı tamir etmek veya değiştirmek için yapılan harcamaları, diğer bir deyişle hasar sonucu hemen ortaya çıkan görünür mali etkileri içerir.

2.3.1.1. Motor Hasarları

Uçak motorları yabancı madde emilimine yüksek derecede eğilimlidir. Emilen obje hangi formda olursa olsun ister sert ister yumuşak olsun, motor tarafından emildiğinde motor kanatçıklarına ciddi anlamda zarar vermekte ve motor bileşenlerinin mukavemetimi azaltmaktadır (Nicholas, 2006). Dahası motorlar sert bir cisme maruz kaldığında döner kanatlara parçalarına zarar vererek titreşime yol açar. Bu titreşim kompresör kademesinde hava akışının bozulmasına sebep olarak motorun *stall*³ olmasına ve motorda performans kaybına neden olabilir.

Sabit kanatlı uçaklardan farklı olarak, helikopterler, motorları helikopterin üzerinde olduğundan, yutma yoluyla yabancı madde hasarlarına karşı daha az hassastır. Öyle olsa bile, helikopterlerde yabancı madde ile ilgili hasar, kum, toprak ve diğer partiküllerin birikim yoluyla zamanla meydana gelebilir. Afganistan ve Irak'taki savaşlarda ABD helikopter kazalarının %75'ine doğrudan yabancı madde neden olmuştur (Prather, 2011).

2.3.1.2. Lastik Hasarları

Lastik hasarları yabancı madde hasarı konusunda en hassas ve yeterli tedbirler alınmadığında telafisi en zor hasarlardandır. Pistte bulunan bir yabancı madde hasarı, bir hava aracının en hassas zaman dilimi olan kalkış ve iniş sırasında lastiği kesmesi istenmeyen sonuçlara yol açabilir. Lastik patlaması sonucu ana ve burun iniş takımlarında ayrılmaya bunun sonucunda gövde, kanat, motor hasarına sebep olarak can kaybına bile sebep olabilir.

³ Uçağın kanatlarında kaldırma kuvvetinin kaybedilmesi sonucu havada tutunamaması

Temel olarak yabancı madde kaynaklı iki tip lastik hasarı vardır. İlki yabancı madde tarafından gözle görülür şekilde yırtılmış ve hemen değiştirilmesi gereken lastikler diğeri ise yabancı maddeye maruz kalmış gömülü olan ve muayene sırasında tespit edilemeyen lastiklerdir (Mccreary, 2008).

Tarihte yabancı madde hasarı kaynaklı en ölümlü kazalardan biri olarak bilinen Concorde kazası başka bir uçaktan düşen küçük bir titanyum parçanın lastiğe saplanarak lastiği patlatmış ve patlayan lastiğin yakıt deposuna çarpması sonucu oluşan basıncın etkisiyle ortaya çıkan yakıt kaçağı ve yine lastikten fırlayan parçanın iniş takımı kablolarını kesmesi sonucu oluşan ark nedeniyle oluşan yangın sonucu uçağın düşmesine sebep olmakla birlikte 113 kişinin ölümüne neden olmuştur (BEA, 2000). Bu hadise, küçük bir yabancı maddenin ne kadar büyük felaket doğurabileceğini göstermiştir.

2.3.1.3. Gövde Hasarları

Yabancı madde tarafından zarar görme potansiyeli yüksek olan birkaç alan vardır. Bu alanlar gövde, burun, radom ve ön camı içerir. Bunun yanı sıra, yabancı madde'nin uçak kanadına çarpma eğilimi de yüksektir, bu da kanatlarda perçin atığına veya kanatların spar hattında ciddi hasarlara neden olabilir. Meydana gelen çoğu olayda bu hasarlar aerodinamik kayıplara yol açmış, bu da uçağın kontrol edilmesinde zorluklara ve ayrıca *aerofil*⁴ yapısındaki değişiklikten dolayı titreşime neden olmuştur (Hussin vd., 2016).

Bazı durumlarda, Yabancı Madde ön camdan içeri girebilir ve pilotların yaralanmasına neden olabilir. Dahası uçağın burun kısmına çarpan bir yabancı madde, uçağın radar sisteminin bozulmasına ve ölümcül kazalara yol açabilir.

2.3.2. Yabancı Madde Hasarı Olaylarına Bağlı Dolaylı Giderler

Yabancı madde hasarı olaylarına bağlı dolaylı giderler, yabancı madde hasarının doğrudan maliyetlerinin ötesinde, genel işletme maliyetleri üzerindeki etkileri ifade eder. Bu tür giderler, hasarın neden olduğu olumsuz etkileri ve işletme faaliyetlerini

⁴ kanat profili.

etkileyen diğer faktörleri içerir. Bu dolaylı giderler, yabancı madde hasarının uzun vade mali etkilerini ve işletme stratejilerini de içerir.

2.3.2.1. Genel Giderler

Yabancı madde hasarı olaylarına bağlı olarak dolaylı giderlere ilişkin kesin bir durum olmasa da US Flight Safety Foundation'a (FSF) göre dolaylı giderler, direkt giderlerin 12/13 katına kadar ulaşabilmektedir.

FSF'de yardımcı başkan olan Bob Vandels verdiği bir örnekte, bir catering kamyonunun uçağa çarpmasıyla meydana gelen gerçek bir apron hasarı vakası, doğrudan maliyetin 17.000 ABD doları, dolaylı maliyetin ise 230.000 ABD doları, yani toplam 247.000 ABD doları olduğunu gösterdi. Başka bir olayda jet yolu operatörü jet yolu ile bir uçağa çarptı. Uçak, doğrudan maliyet olarak 50.000 ABD doları, dolaylı maliyet olarak ise 600.000 ABD doları hasara uğradı (Vandel, 2004).

2.3.2.2. Uçuş İptali

Uçuş iptali bir havayolu şirketinin dolaylı giderler kategorisinde yer alır. Bunun nedeni, uçuş iptalinin havayolu için doğrudan bir ürün veya hizmetin maliyetiyle ilişkilendirilmesi zor olmasıdır. Yabancı madde hasarı kaynaklı bir kaza olduğunda, uçak ancak hasar onarıldıktan sonra hizmete dönecektir. Büyük bir onarım yapılması gerekiyorsa, uçak uzun süre yerde kalır ve bu da uçuşun iptaline neden olur. Uçak gecikme ve iptal ücretlerinin maliyeti önemli ölçüde yüksektir, bu nedenle havalimanı ve havayolu işletmecileri üzerinde büyük etki yaratır. Ayrıca dolaylı giderler havayolu şirketlerini etkileyebilir.

Örneğin:

- Yolcu Memnuniyetsizliği: Uçuş iptali nedeniyle oluşan memnuniyetsizlik havayolu şirketinin gelirlerini ve yolcu sadakatini etkileyebilir.
- İkame Uçuşlar: Uçuş iptali sonucu düzenlenen ikame uçuşlar ilave maliyetlere yol açabilir.
- Yolcu Tazminatları: İptal edilen uçuş nedeniyle havayolu şirketlerinin yolculara sağlamak zorunda kaldığı konaklama veya yolcu tazminatları dolaylı maliyetlere sebep olabilir.

- Operasyonel etkiler: Uçuş iptali havayolu firmaları için ilave işgücü yükü getirebilmektedir. Bu personel yönetim süreçlerini daha karmaşık hale getirerek ekstra işgücü maliyetlerine yol açabilir. Ayrıca iptal edilen uçuş, havayolu şirketinin bakım, yakıt ikmali gibi durumları revize etmesine neden olabilir (Vandel, 2004).

2.3.2.3. Yakıt Verimliliği

Yabancı madde alımı, motorun çalışma verimliliğini düşürme eğilimindedir. Bu genellikle kanatçıklar zarar gördüğünde meydana gelir ve bu da yakıt tüketiminde hafif bir artışa neden olur. Boeing 767 uçağı için yapılan bir araştırmaya göre, harmanlama kanatları, uçuş başına işletme maliyetlerini 147,85 ABD doları artıran bir verimlilik kaybına neden olabilir (Mccreary, 2008). Bu 47 ABD doları olan normal bir motorun maliyetinin üç katından fazladır.

2.3.2.4. Personelde Moral Kaybı

Yabancı madde hasarı kaynaklı bir hava aracı kazası ve hava aracı olayı meydana geldiğinde söz konusu kaza sonucu personelde moral ve motivasyon kaybı meydana gelebilir. Örneğin bu durumu bakım yapan bir personel üzerinden değerlendirecek olursak; Hangarda bakım yapan personel, meydana gelen kaza sonucu oluşan moral kaybı kişiyi etkin ve verimli çalışmadan alıkoyarak, teknik dokümanların dikte ettiği zaman aralığında bakımı icra edememesinden dolayı uçağın uçuş hattına geç teslim edilmesi bir dolaylı gider olarak yansımaktadır. Ayrıca bakım personelinin moral/motivasyon kaybı ile tatbik ettiği bakım prosedürlerini emniyetli bir şekilde icra edemeyeceğini göz önünde bulundurursak hava aracının emniyetsiz bir şekilde uçuşması ve kaza-kırım riskini de tekrar gündeme getirecektir. Böylelikle yabancı madde hasarı kavramına gereken önem verilmeyip bunu bir kurum kültürü olarak benimsenmezse kaza kaçınılmaz olacaktır.

2.4. Yabancı Madde Hasarından Korunma Yöntemleri

Yabancı madde hasarından korunmak için gerek sivil havacılık gerek askeri havacılık olsun her havaalanının bulunduğu bölgeye göre, uçuş yoğunluğuna göre kendine has yöntemleri vardır. Fakat FAA'ın yayınlamış olduğu “Advisory Circular” yabancı

madde hasarı hadiselerini azaltmak adına tavsiye niteliğinde genelge yayınlamıştır. Bunlar 4 ana başlıktan oluşur; Korunma, tespit, ortadan kaldırma ve değerlendirmedir.

Yabancı madde hasarı ile mücadelede en etkili silah, eğitim ve farkındalıktır. Fakat her ne kadar personel farkındalığı üst düzeyde olsa da insan faktörleri devreye girdiği için ilave tedbirlere ihtiyaç duyulmaktadır. Dünya ordularında uçuş hattı personelinin omuz omuza sıraya girdiği ve kontrolsüz hareket alanlarından ve taksi yollarında yabancı madde topladığı, yabancı madde hasarı yürüyüşleri yapılmaktadır. Bu genellikle günün ilk görevidir, uçuş operasyonları başlamadan önce ve tüm hava operasyonları personeli katılır. Gerçek pist taramaları, sivil havacılıkta olduğu gibi mekanik süpürücüler kullanılarak gerçekleştirilir. Örneğin, yabancı madde hasarı yürüyüşleri Amerikan Hava Kuvvetleri talimatlarında ele alınmaktadır. Yabancı maddeyi park sahalarından, kontrolsüz pistlerden ve erişim yollarından kaldırmak için yabancı madde hasarı yürüyüşlerinin zorunlu olduğunu özellikle belirtir ve bu yürüyüşlere ek olarak, vakumlu/manyetik süpürücüler veya elle süpürme, bu çabaları tamamlamaları için teşvik edilir (Procaccio, 2008).

Ayrıca, gelişen teknolojiye paralel olarak bazı hava alanlarında yabancı madde hasarını tespit etmek maksadıyla radar tabanlı yabancı madde tespit sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistem, pist ve taksi yollarında yabancı maddeleri tespit etmek için kullanılan bir sistemdir. Pist ve taksi yolları kenarlarına yerleştirilen sensörler sayesinde radyo dalgaları yayarak pist ve çevresinde uçuş güvenliğine tehlikeye atabilecek tüm cisimleri tespit edilmesine yardımcı olur.

2.5. Yabancı Madde Hasarını Önleme Programının Temel Unsurları ve Yabancı Madde Hasarını Önlemede Kullanılan Sistemler

Yabancı madde hasarı önleme eğitimi: Havacılık personeli ve çalışanları için düzenli olarak Yabancı Madde Hasarı eğitimleri düzenlenir. Bu eğitimler, yabancı maddenin ne olduğu, tehlikesini, tespiti ve önlenmesi gibi konularda bilgilendirme yapar.

Aletlerin ve kişisel eşyaların kontrolü: Uçakların bakımı sırasında kullanılan araç-gereçlerin hava aracı üzerinde unutulmaması ve sürekli kontrol altında tutulması için programlar oluşturulur.

Kontrol noktası programları: Pist, taksi yolu ve apronda kontrol noktaları oluşturulur. Bu noktalarda araçlar ve personeller kontrol edilir, aracın tekerine sıkışmış olan bir taşın bile Yabancı Madde Hasarı oluşturacağı göz önünde bulundurulduğunda riski sıfıra indirmek için kontrol noktalarında gereken önlemler alınır.

Olay araştırması/raporlaması, “Alınan dersler.”: Havacılık çalışanları, Yabancı madde durumunu raporlamak için özel programlar kullanır. Bu programlar sayesinde Yabancı madde durumu hızlı bir şekilde tespit edilir ve önlemler alınır.

Pist ve taksi yolu temizleme programları: Pist, taksi yolu ve apronların düzenli olarak temizlenmesi için programlar oluşturulur. Bu programlar kapsamında, yabancı madde tespiti ve temizliği için özel ekipler görevlendirilir.

Yabancı madde tespit programları: Pist, taksi yolu ve apronda bulunan yabancı maddelerin tespit edilmesi için özel programlar kullanılır. Bu programlar, özel kameralar, radar ve sensörler gibi teknolojileri kullanır.

Bu programlar, yabancı madde hasarını önlemek için önemli bir role sahiptir ve havacılık endüstrisi, yabancı Madde Hasarına karşı sürekli olarak çalışmaya devam etmektedir.

3. HAVA ARACI KAZA-KIRIMLARINDA İNSAN FAKTÖRÜNÜN ÖNEMİ

Bu bölümde hava aracı kaza kırımlarında insan faktörünün önemi ele alınarak insan faktörü sınıflandırma modelleri ve insan faktörleri eğitimlerinin gelişim süreci ve kapsamı ele alınacaktır.

3.1. İnsan Faktörü Kavramı ve Gelişimi

İnsanoğlu doğası gereği hataya meyilli varlıklardır. Havacılık tarihinin ilk yıllarında kazalar mekanik nedenlerden kaynaklanmaktaydı fakat teknolojinin gelişmesine paralel olarak hava araçlarının daha kompleks yapıda olması nedeniyle mekanik hatalar büyük ölçüde ortadan kalkmış ancak insan faktörü daha fazla önem kazanmıştır.

İnsan faktörlerinin temelleri havacılığa sıkı sıkıya bağlıdır. İnsan performansı ile ilgili tanımlanabilir ilk çalışmalar 2. Dünya Savaşı sırasında yapılmıştır. Savaşla ilgili araştırmalardan önce, çoğu insan, insanların çevreleriyle nasıl etkileşime girdiğine dair oldukça basit bir görüşe sahipti. İnsanların sonsuz derecede “esnek” olduğu fikri çoğu tasarıma rehberlik ediyor gibiydi. Ancak çok geçmeden insan kullanıcıların işleri ve ekipmanlarıyla etkileşimi düşündüğümüzden çok daha karmaşıktı.



Şekil 3.1: Motorlu uçuşta ilk ölümlü kaza (Web 5, 2022).

Son 20-30 yılda, uçaklar giderek daha güvenilir hale geldi. Bu iyileştirmeler özellikle motorlar için dikkate değerdir. Yaşanan her bir kaza yeni önlemlerin alınmasına sebep olmuştur. Havacılıkta kurallar kanla yazılmıştır sözünün de en güzel örneğidir.

Aynı dönemde, otomatik uçuş destek sistemlerindeki artış ve EKY tekniklerinin yaygınlaşması nedeniyle uçak operasyonu daha güvenli hale geldi. Bu iyileştirmeler nedeniyle, havacılık kazalarının odağı yavaş yavaş uygunsuz yer operasyonuna ve bakım faktörlerine, dolayısıyla insan faktörlerine kaymıştır. Bazı tahminler artık ciddi havacılık olaylarının %20-30'unun temel nedeni olarak bakım hatalarını göstermektedir (FAA, 2014).

“İnsan faktörü” kavramı ilk kez 1969'da ortaya çıktığında, dünyada “uçak kazalarına neden olan insan hatalarının ortaya çıkarılmasına ilk teşebbüs” olarak yankı bulmuştu. Fakat 1977 yılında iki Boeing 747'nin pist üzerinde çarpışması ve havacılık tarihinin bilinen en ölümlü kazası olan ve 583 kişinin yaşamını yitirdiği uçak kazasına kadar uçak üreticileri, işleticileri, hatta pilotlar uçak kazalarında insan faktörünün rolüne karşı direndiler. Bu olayla birlikte havacılık dünyası konu üzerinde durmaya ve iyileştirme çalışmalarının yapılması gerekliliği anlaşılmıştır (Türk, 2021).

Tenerife kazasının meydana gelmesinde rol oynayan tüm etkenlerde insan faktörü yer almaktadır. Las Palmas de Gran Canaria Havalimanı'nda bomba patlaması meydana gelmesinden dolayı Las Palmas Havalimanı'na giden güzergahtaki tüm uçuşlar Los Rodeos'a yönlendirildi. Los Rodeos Havaalanı bu kadar trafiği kaldıracak kadar büyük değildi. Ayrıca havaalanında sadece tek bir paralel taksi yoluna sahip tek bir pist vardı. Tüm uçaklar taksi yoluna park edildiğinden dolayı normal uçağın kalkış, geri taksi veya geri dönüş maksadıyla kendilerini konumlandırmak için pist boyunca taksi yapması gerektiği anlamına gelmektedir (Dhaliwal vd., 2021).

Kule tarafında Pan Am havayolları kokpit ekibine pist üzerinden 3 numaralı taksi yoluna geçmesi talimatı verildi. Ayrıca pist başında KLM (Hollanda Kraliyet Havayolları), kontrol listesini tamamladıktan sonra birinci pilot, kule ile temasa geçti ve kule onlara izin verdi fakat bu izin kalkış izni değildi, bu izin rota izni içindi (kalkıştan sonra pilotlar tarafından izlenecek talimatlar ve hedefe güvenli bir şekilde ulaşmak için). KLM uçağındaki pilotlar evlerinden uzakta oldukları ve bir an önce kalkmak istedikleri için sabrını kaybediyorlardı. Bu, kalkış izni değildi, ancak yine de başlık gaz kolunu ileri itti ve uçak hızlanmaya başladı ve yardımcı pilot kuleye,

kaptanın motoru hızlandırdığı, “Gidiyoruz” dediği “Şimdi kalkıştayız” bilgisini verdi.” Şimdi kalkıştayız” bu, radyo yayınında gerçekleşen uygun bir konuşma değildi. Bundan sonra hava trafik kontrolörü açıkça “Kalkış için beklemede kalın, sizi arayacağım” dedi. Ancak çok geçti, uçak zaten hareket halindeydi.

PAA (Pan American Airways) uçağının radyosu üzerinde çok fazla parazit vardı, KLM’yi dinledikten sonra PAA pilotları ATC (Hava Trafik Kontrolörü)’ye “Hala pistte taksi yapıyoruz”, dedi fakat ATC duymadı. Az görünürlük nedeniyle uçakların hiçbirini birbirini göremedi. Ayrıca havaalanının, uçağın konumlarını tespit etmek için kullanılan yer radarına sahip olmadığından, ATC pistin KLM uçaklarının kalkması için net olmadığını göremedi. KLM kalkış pistine baktıktan sonra ATC, PAA’dan “Pist temiz olduğunda rapor vermesini” istedi ve PAA, “Tamam, temiz olduğumuzda rapor verilecek” yanıtını verdi. PAA uçağı ile ATC arasındaki bu konuşmayı dinledikten sonra, KLM uçuş mühendisi pilotlarına karşı endişesini dile getirdi ve “PAA pistten çıktı mı? “ uyarısını yaptı fakat KLM kaptan pilotu uyarıyı dikkate almamıştır (Tamer, 2021). KLM kaptan pilotunun deneyimli ve uçuş saati oldukça yüksek bir pilot olduğu için uçuş mühendisi endişesini yineleyememiş ve kazanın meydana gelmesine mâni olamamıştır.

PAA 4 numaralı taksi yoluna yaklaşırken KLM’nin geldiğini gördü. KLM durmayacak kadar hızlandığı için kalkmaya çalıştı fakat KLM pilotu zaman kazanmak için Las Palmas havaalanından Amsterdam’a kadar yakıtın yetmesi için fazladan yakıt almış olması sebebiyle yeterli seviyede kalkamayarak PAA uçağının üst kısmına çarpmış ve 583 kişinin ölümüyle sonuçlanmıştır.

Söz konusu kazada insan faktörü unsurları şunlardır;

- Pilotla kule arasındaki iletişim eksikliğine istinaden yanlış anlamaların meydana gelmesi,
- KLM kaptan pilotunun hem ticari kaygı hem de zaman baskısı altında doğru karar verememesi,
- KLM kaptan pilotun deneyimli ve KLM havayollarında yüksek uçuş saatine sahip kıdemli bir pilot olması sebebiyle kabin ekibi içinde otoriter bir hava oluşturması,
- Kule personelinin ana dili İspanyolca olması sebebiyle uçak ile yapılan muhaberenin anlaşılır şekilde yapılmamış olması,

- Kule personelinin Pan Am havayollarına ait uçağı 3 numaralı taksi yoluna yönlendirmiş olması fakat uçağın boyutundan dolayı 3 numaralı taksi yoluna geçememesinden dolayı Pan Am pilotlarının 4 numaralı taksi yoluna geçmeye çalışması ve kazanın tam da bu sırada gerçekleşmiş olması gösteriyor ki söz konusu kazada baştan sona insan faktörü etkili olmuştur.

Nihayetinde hava aracı en gelişmiş teknolojik donanımlara sahip olsa da uçağın hazırlanmasından havalanması ve havada emniyetli bir şekilde idare edilmesinde belirleyici ve temel unsur yine insandır. Tarihte ilk uçak havalandığında, uygun teknik iletişim araçlarının olmaması nedeniyle pilotlar ve yer hizmetleri arasındaki iletişim mümkün değildi. Uçakla insan etkileşimi süreci, pilotun basit hareket tepkileriyle sınırlıydı. Ancak günümüzde uçakların sürekli gelişmesi nedeniyle, pilot karmaşık bilgi sistemleri ile çalışmak zorundadır. Bu sistem, tüm uçak bakım hizmetlerinin ve havalimanının işleyişini bir araya getirmektedir. Yüksek teknolojili sistemlerinin kullanılması da havacılıkta insan faktörlerinin rolünü azaltmaz. Günün sonunda o teknolojiye kumanda eden yine insandır. ICAO'ya göre (1998) “İnsan faktörleri, insanların yaşam ve çalışma durumları ile ilgili; makineler, prosedürler ve çevre ile olan ilişkileri ve ayrıca diğer insanlarla olan ilişkileridir.

Uçak kazaları havacılık endüstrisindeki en ciddi olaylardan biridir ve genellikle insan faktörünün bir araya gelmesi sonucu oluşur. İnsan faktörü uçak kazalarında önemli bir rol oynar çünkü gerek uçuş ekibi olsun gerek yer personeli gerek bakım personeli olsun uçak üzerinde verdikleri bir karar uçağın güvenliği için hayati önem taşır. Havacılık endüstrisi, insan faktörünü değerlendirmek için birçok yöntem geliştirmiştir. Bu yöntemler arasında, uçuş simülatörleri, psikolojik testler, eğitim programları, hata raporlama sistemleri ve alınan dersler gibi yöntemler uygulanır. Bunlardan hata raporlama ve alınan dersler uygulaması uçuşun gerçekleştirilmesi için uçuş emniyetine etki eden tüm personelin hatalarını raporlamasına ve bunlardan ders alınarak gelecekte aynı hataların tekrerrür etmemesi ve gelecekte oluşabilecek kazaların önlenmesine yardımcı olur.

İnsan faktörünü yalnızca insanın makineler ve prosedürler ile olan ilişkisi bağlamında değerlendirmek doğru bir tanım olmaz. Yorgunluk, beslenme, stres, sağlık kapsamında da değerlendirmek gerekir. Çünkü insanın fizyolojik, biyolojik eksikleri çalışma sahasına yansıdığına, kazaya neden olabilecek zincirler silsilesinin bir halkasını oluşturabilir. Kazaların tek bir sebebi olmadığını, tüm kazaların hem aktif hataların

hem de gizli koşulların-gizli hataların bir kombinasyonu içerdiğini savunan James Reason'ın İsviçre peyniri modelinde olduğu gibi kazaya giden yolda peynirin deliklerinden birine sebep olabilecektir. Bu sebeplerden ötürü insan faktörü disiplinler arası bir kavram olarak ele almak gerekmektedir. İnsanların uçak kazalarındaki rolünün her geçen gün artması, pilotları uçurdukları makinalardan daha tehlikeli hale getirmiştir. Havacılık kazaları %70-80 oranında insan hatasından kaynaklanmaktadır (Wiegmann ve Shappell, 2003). Kaza istatistikleri ile ilgili diğer bir önemli bulgu, insan hatasından kaynaklanan kazalardaki azalma oranının, mekanik ve ortamdan kaynaklanan kaza oranlarındaki azalma kadar büyük olmamasıdır. Dolayısıyla uçak teçhizatı daha güvenilir hale geldikçe, kazalardaki rolleri itibariyle insanlar ile makinalar yer değiştirmiştir (Wiegmann ve Shappell, 2003). Buradan da anlaşıldığı üzere teknoloji ne kadar gelişirse gelişsin ona komuta edecek kişi yine insandır ve insan faktörü hep başrolde olacaktır.

3.2. Kirli Düzine (Dirty Dozen)

Transport Canada çalışanları tarafından bakım kaynaklı kazalarda en yaygın olan 12 insan faktörünün sebeplerini tespit etmek için geliştirilmiştir (Dirty Dozen Canada 2003). Transport Canada bakımda insan faktörleri programlarını geliştirirken bakımda hatalara yol açabilecek 12 faktörü belirlemiştir. Faktörler, bakımda insan faktörleri eğitimini tamamlayanlara hatırlatma amacıyla dağıtılan posterlerde gösterilmekteydi. 1990'ların ortalarında bakımda insan faktörü eğitimleri gelişimini denetleyen Transport Canada'da insan faktörleri özel program koordinatörü Gordon Dupont, asıl amacın, 12 faktörün her birini göstermek üzere her ay bakım işyerinde sergilenmek üzere döndürülebilecek posterler üretmek olduğunu söyledi. "Amaçları bakımda insan faktörüne ilişkin farkındalığı sürdürmek olduğundan posterlerin duvar kağıdının bir parçası olmasını istemedik. 12 sayısını bu şekilde ortaya çıkardık" demiştir (McKenna, 2002).

Bakım faktörlü kazalarda yaygın olarak görülen 12 insan faktörü şunlardır:

- İletişim eksikliği (Lack of communication)
- Kendine güven (Complacency)
- Bilgi Eksikliği (Lack of knowledge)
- Dikkat Dağılması (Distraction)

- Takım Çalışması Eksikliği (Lack of teamwork)
- Yorgunluk (Fatigue)
- Kaynak Yetersizliği (Lack of source)
- Baskı (Pressure)
- Özgüven Eksikliği (Lack of assertiveness)
- Farkındalık Eksikliği (Lack of awareness)
- Stres (Stress)
- Normlar (Norm)

3.2.1. İletişim Eksikliği

İletişim eksikliği, yetersiz, yanlış veya hatalı bakımla sonuçlanabilecek önemli bir insan faktörüdür. İletişim, teknisyen ile birçok kişi (yönetim, pilotlar, parça tedarikçileri uçak hizmetleri) arasında gerçekleşir. Her değişim yanlış anlama veya ihmal potansiyeline sahiptir. Ancak teknisyenler arasındaki iletişim en önemlisi olabilir. Teknisyenler arasındaki iletişim eksikliği bakım hatasına ve uçak kazasına neden olabilir. Bu, özellikle uçakta birden fazla teknisyenin işi yaptığı prosedürler sırasında geçerlidir. Tüm çalışmaların herhangi bir adım atlanmadan tamamlanmasını sağlamak için doğru ve eksiksiz bilgi alışverişinin yapılması kritik öneme sahiptir. Bir görevle ilgili bilgi ve spekülasyon açıklığa kavuşturulmalı ve karıştırılmamalıdır. Bakım prosedürünün her adımı, işi yalnızca tek bir teknisyen yapıyormuş gibi onaylanmış talimatlara göre yapılmalıdır.

İletişimin kritik olduğu ortak bir senaryo ve eksikliği sorunlara neden olabilir. Bir bakım prosedüründeki birçok adım, işi gizleyen bileşenlerin kurulumu nedeniyle tamamlandıktan sonra görülemez veya doğrulanamaz. Prosedürdeki hiçbir adım atlanamaz ve gerçekleştirilmesi gereken bazı adımlar halihazırda tamamlanmış olan işe bağlı olabilir. Giden teknisyen, gelen teknisyenin işi doğru bir şekilde tamamlayabilmesi için neler olduğunu iyice açıklamalıdır. Kritik adımların ve karşılaşılan zorlukların anlatılması içgörü sağlar. Bu noktada iletişim eksikliği, belirli gerekli işlemler yapılmadan işin devam etmesine neden olabilir. Bir bakım prosedürünün onaylanmış adımları, işi yapıldığı gibi yapan teknisyen tarafından imzalanmalıdır. Başkası tarafından başlatılan bir işe devam etmek ancak teknisyenlerin yüz yüze görüşmesinden sonra gerçekleşmelidir. İlgili evraklar gözden

geçirilmeli, tamamlanan çalışmalar tartışılmalı ve bir sonraki adıma dikkat çekilmelidir.

İşe başlayan teknisyen ile devam eden teknisyen arasında hem sözlü hem de yazılı iletişim olmadan bir proje üzerinde çalışmaya devam edilmemesi hayati önem taşımaktadır. İş her zaman onaylanmış yazılı prosedüre uygun olarak yapılmalı ve gerçekleştirilen tüm adımlar işi yapan teknisyenin imzasını taşınmalıdır. Gerekirse, teknisyenler çalışma alanında yüz yüze görüşemediğinde sözlü devir almak için telefon görüşmesi yapılabilir. Genel olarak teknisyen, rolünü güvenli uçak operasyonuna odaklanan daha büyük bir sistemin parçası olarak görmeli ve etkili olması için o sistemdeki herkesle iyi iletişim kurmalıdır (FAA, 2014).

3.2.2. Kendine Güven

İnsanlar, tehlikelerin farkındalığını maskeleyebilecek belirli bir görevde yetkin hale geldikten sonra aşırı özgüven kazanma eğilimindedir. Bir kişinin veya bir ekibin görevlerini rutinleştirdikleri ve gereken dikkati veya özeni kaybettikleri durumu ifade eder. Havacılıkta bu, bakım personelinin işlerini rutin bir şekilde yapmaya veya emniyet faktörlerini göz ardı etme eğilimine girdiği bir durumu tanımlar.

Kendine güven havacılık emniyeti açısından büyük risk teşkil eder ve güvenlik ihlaline yol açabilir. Bu nedenle rutinleşen işler asla küçümsenmemelidir.

Kendine güven faktörüyle mücadele etmek için, bir teknisyen, ilk etapta denetim ögesini oluşturan hatayı bulmayı bekleyecek şekilde kendini eğitmelidir. Yerine getirilmekte olan görevle zihinsel olarak meşgul kalmalıdır. Tüm denetim kalemlerine eşit önem verilmeli ve bir ögenin denetlenmediğinde kabul edilebilir olduğu asla kabul edilmemelidir. Bir teknisyen, yapılmamış herhangi bir iş için asla imza atmamalıdır. Kalem imza için kâğıda dokunmadan önce, teknisyen imzalamadan önce ögeyi okumalı ve gerçekleştirildiğini onaylamalıdır.

3.2.3. Bilgi Eksikliği

Bilgi eksikliği kavramı havacılık personelinin yetersiz bilgi sahibi olması veya eksik bilgiye dayalı kararlar alması durumunu tanımlar. Bilgi eksikliği çeşitli varyasyonlarla ortaya çıkabilir. Örneğin, bakım personelinin hava aracı bakım onarım işlemleri için

gereken doğru teknik bilgilere sahip olmaması doğru dokümanı kullanmayı bilmemesi bilgi eksikliğidir.

Eksik veya yanlış bilgi hatalı kararlar alınmasına dolayısıyla ihlallere neden olabilir. Bu nedenle havacılık personeli uçağın emniyetli bir şekilde uçurulmasını sağlamak için eğitim ve sürekli bilgi güncellemelerine önem vermelidir.

3.2.4. Dikkat Dağılması

Dikkat dağılması etkeninin tüm bakım hatalarının yaklaşık %15'inden sorumlu olduğu düşünülmektedir (Kraus ve Watson, 2001). Dikkat dağılması olarak kişinin bir görevi herhangi bir nedenle bıraktığında ve geri döndüğünde, kendini görevde daha ileride olduğunu düşünerek işine devam etmesi olarak da düşünülebilir.

Dikkat dağılmasının önüne geçmek ve işi emniyetli bir şekilde yapmak için her zaman işi bitirmek yarım bırakmamak gerekir veya tamamlanmamış işi işaretlemek veya not olmak gerekir. Ayrıntılı bir kontrol sayfası kullanmalı ve işe tekrar başladığında birkaç işlem maddelerinden birkaç adım geriye giderek başlanmalıdır.

3.2.5. Takım Çalışması Eksikliği

Takım çalışması eksikliği, iletişim eksikliğiyle yakından ilişkili uçak bakımındaki hatalara da katkıda bulunabilir, havacılık bakım endüstrisinde birçok durumda takım çalışması gereklidir.

Teknisyenler arasında bilgi paylaşımı, bakım işlevlerini koordine etme, işi vardiyadan vardiyaya devretme ve uçakları test etmek için uçuş personeli ile çalışmak, ekip çalışması ortamında daha iyi yürütülür. Genellikle işyerinde iyileştirilmiş güvenlikle ilişkilendirilen ekip çalışması, herkesin yapılacak eylemleri anlamasını ve kabul etmesini içerir.

Teknisyen öncelikle uçağın fiziksel yönü ve uçuşa elverişliliği ile ilgilenir. Kuruluştaki diğerleri rollerini yerine getirir ve tüm organizasyon bir ekip olarak işlev görür. Ekipler, organizasyondaki herkesin ortak bir hedefe doğru ne kadar iyi çalıştığına bağlı olarak kazanabilir veya kaybedebilir. Takım çalışması eksikliği tüm işleri zorlaştırır ve bakımda uçağın uçuşa elverişliliğini etkileyen bir iletişimsizliğe neden olabilir (FAA, 2014). Ayrıca işyerindeki kişilik farklılığı kapıda bırakılmalıdır. Kuruluşlar,

ekip çalışması eksikliğinin nihayetinde bakım çalışmalarının güvenliğini etkileyebileceğini vurgulamalıdır.

3.2.6. Yorgunluk

Yorgunluk havacılık güvenliği açısından son derece önemli bir faktördür. Yorgunluk, uzun süreli fiziksel ve/veya zihinsel strese karşı verilen doğal bir fizyolojik tepkidir. Uzun süreli çalışmalardan sonra yorulabildiğimiz gibi yoğun çalışma dönemlerinden sonra da yorulabiliyoruz. Yorgunluk kronik bir durum haline geldiğinde tıbbi müdahale gerektirebilir ancak çalışanlar asla kendi kendine ilaç kullanmamalıdır (Web 6, 2021).

Bakım personeli uçakların bakım, onarım ve testlerini gerçekleştirmektedirler. Fakat bu prosedürleri yorgun olarak yapmak telafisi mümkün olmayan tehlikeleri doğurabilir. Yorgun bir şekilde yapılan bir bakım sonucu yanlış parça montajı ve bakım hatalarına neden olabilir. Bu nedenle bakım personeli yorgunluklarını iyi yönetmek ve emniyetli bir bakım işlemi için dinlenme sürelerine kati bir şekilde özen göstermelidir. Aşırı çalışma ve uykusuzluğun sebep olduğu yorgunluk, bakım faaliyetlerinin etkin ve emniyetli bir şekilde icra edilmesini tehdit edebilir.

Havayolu operasyonlarındaki teknisyenler, bakımın çoğunun gece yapıldığı bir sistemin parçasıdır. Bu nedenle uçuş faaliyetinin kesintisiz bir şekilde icrası için vardiyalı çalışma gereklidir. Vardiya değişimi sırasında işi başka teknisyenlere devretmenin iletişim eksikliğinden dolayı hatalara yol açabilecek bir sorun olduğu zaten bilinmektedir. Ancak vardiyalı çalışma tek başına performansı düşürebilecek ve hatalara da yol açabilecek bir yorgunluk nedenidir.

3.2.7. Kaynak Yetersizliği

Kaynak eksikliği, bir görevi tamamlamak için yeterli insan gücüne, ekipmana, belgeye, zamana, parçalara sahip olmamayı içerir. Dolayısıyla arz ve destek eksikliği meydana gelmektedir (Tamer, 2021). Bir şeyi düzgün bir şekilde düzeltmek için yeterli kaynak olmadığında, uygun parçalar bulunana kadar bakımın durdurulmasına karar verilmelidir. İş yapmak uğruna uyumlu olmayan bir parça asla değiştirilmemelidir. Nitekim Concorde kazası tamamen uygun olmayan bir parçanın değişmesi sonucu meydana gelmiştir. Bu bağlamda;

- Parçaları gerekmeden önce sipariş edilmeli
- Parçaları birleştirmek veya ödünç vermek için bir plan yapılmalı,

Uygun bakım ile tüm ekipman korunmalıdır.

3.2.8. Zaman Baskısı

Uçak bakım/onarımında hatalara yol açabilecek çalışanları strese sokan ve bakım faaliyetleri sırasında kasıtlı olmayan hatalara neden olan faktörlerden biri de zaman baskısı kavramıdır. İngilizce’de “time pressure” kelimesi ile ifade edilen zaman baskısı, bir çalışan ya da kişinin bir görevi yerine getirmek amacıyla gerekenden daha az zaman olduğunda ortaya çıkan psikolojik bir durumdur (Çoban, 2019).

Havayollarının, havayolu endüstrisinin hareket etmeye devam edebilmesi için mekanik sorunları hızlı bir şekilde tespit etmek ve onarmak için bakım personeli baskı altında tutmaya zorlayan sıkı uçuş programları vardır. Kuruluşlar, bakım personeline uygulanan zaman baskılarının farkında olmalı ve tamamlanması gereken tüm görevleri yönetmelerine yardımcı olmalı, böylece tüm onarımlar zamanında yapılırken nihai hedef güvenlik olacak şekilde doğru bir şekilde tamamlanmalıdır. Zaman uğruna kalite ve güvenlik ödün verilmesine müsamaha gösterilmemeli veya kabul edilmemelidir. Aynı şekilde teknisyenlerin, zaman baskılarının kararlarını bulanıklaştırdığı ve gereksiz hatalar yapmalarına neden olduğu zamanları fark etmeleri gerekir. Zaman baskısı, hızlı karar almayı gerektirebilir ancak bu durum güvenlik önlemlerinin atlanması risklerini doğurur.

3.2.9. Özgüven Eksikliği

Atılganlık eksikliğinin bir örneği, işler doğru görünmediğinde konuşamamaktır. Bu, güçlü bir hiyerarşi sisteminin olduğu bölümlerde en belirgindir (Nzeli, 2018).

Bakım personelinin endişelerini ve görüşlerini dile getirmelerine izin verilip verilmemesinden ziyade havacılık onarımı ile ilgili olduğunda özgüvenli olmaları önemlidir. Özgüvenli olmamanın doğrudan sonucu nihayetinde insanların hayatlarına mal olabilir.

Yanlış olduğunu bildiğiniz bir şeyi görmezden gelerek devam etmesine izin vermek, özgüven eksikliğinden dolayı başkalarını bu hususlarda uyarmamak, birçok ölümcül kazaya neden olabilir.

3.2.10. Farkındalık Eksikliği

Farkındalık eksikliği, bir eylemin tüm sonuçlarının tanınmaması veya öngörü eksikliği olarak tanımlanır. Durumsal farkındalık eksikliği genellikle uyanıklık eksikliği ile ilişkilidir. Bir bireyin etrafında neler olup bittiğine ve nasıl evrimleşebileceğine dair belirsiz bir zihinsel tablodan kaynaklanır.

Farkındalık eksikliği potansiyelini azaltmaya yönelik stratejiler arasında sık sık güvenlik toplanmaları ve tek bir görev tespitinden kaçınma yer alır. Mevcut durumunu kontrol etmek ve onaylamak için sık iletişim kurmak da farkındalığın oluşmasına yardımcı olur (Prieto, 2021).

3.2.11. Stres

Havacılık bakımı hem sivil hem askerî açıdan stresli bir iştir. Sivil sektörde ekonomik kaygılardan dolayı uçuşlarda gecikme veya iptal yaşanmaması için bakımların belirlenen zaman dilimi içinde yetişmesi gerekmektedir. Askerî açıdan ise görevin icra edilmesi için bakımın, emniyet kuralları ve teknik dokümanlar rehberliğinde yetişmesi gerekmektedir. Bu durum personelde stres yarabilir.

Stres, kişinin kendisinden beklentilerini artırarak ve işi gereken zaman diliminde tamamlamak için gerekenden daha fazla çalışarak kendi kendine empoze edilebilir. Stres, bir yöneticinin çalışanları organize etmek için kullandığı yöntem veya yöntemden de kaynaklanabilir (Yazgan ve Kavsaoğlu, 2017).

Herkes stresi ve belirli durumları farklı şekilde ele alır farklı insanlar için farklı zorluk derecelerine neden olabilir. Örneğin, katı bir zaman çizelgesi altında çalışmak bir kişi için stres kaynağı, diğeri için normal olabilir. Stresin nedenleri stresörler olarak adlandırılır. Fiziksel, psikolojik ve fizyolojik stresörler olarak kategorize edilirler.

3.2.12. Normlar

Normlar, tanımlanmış gruplar tarafından takip edilen yazılı olmayan kurallardır. Benzer gruplar tarafından tolere edilen davranışlar olarak da sunulabilirler (Prieto, 2021).

Norm ihlalleri risk oluşturabilmektedir. Örneğin bir bakım personelinin bakım/onarım işlemi için gerekli standartlara uymaması durumunda kaza riski oluşturabilir. Bu nedenle havacılık personeli normlara uymak ve güvenlik kurallarına bağlı kalmak için sürekli eğitilmeli ve teşvik edilmelidir.

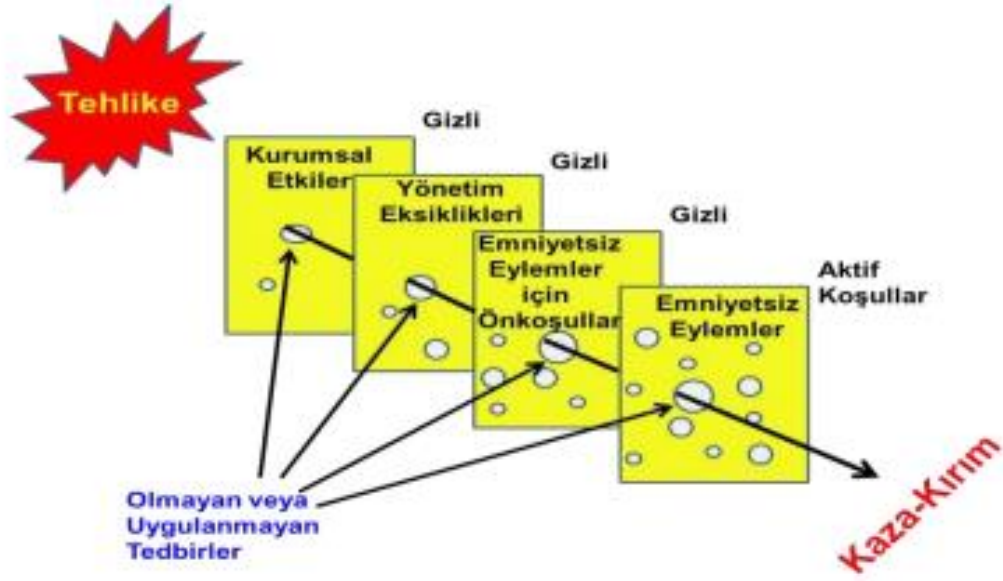
Normlar genellikle belirsiz çözümleri olan sorunları çözmek için geliştirilir. Belirsiz bir durumla karşı karşıya kaldığında, bir birey diğerinin davranışını kendi tepkilerini oluşturmak için etrafında bir referans çerçevesi olarak kullanabilir. Bu süreç devam ettikçe grup normları gelişir ve istikrara kavuşur (FAA, 2014).

3.3. Havacılıkta İnsan Faktörleri Analiz Modelleri

Havacılık sektöründe insan faktörleri analiz modelleri havacılık endüstrisinin emniyetli, etkili, güvenli ve daha verimli olmasına katkı sağlamak, insan davranışlarını, etkileşimlerini, karar alma süreçlerini anlamak ve incelemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu modeller, insanların sistem içindeki etki ve rolünü anlayarak uçuş güvenliğini en üst seviyede sağlamak için önemlidir.

3.3.1. İsviçre Peyniri Modeli

Reason modeli olarak da adlandırılan bu model 1990 yılında James Reason tarafından kazaların örgütsel etkilerinin araştırılması kapsamında ICAO gibi uçuş otoriteleri tarafından kabul edilen bir modeldir (Griffin vd., 2017). Kazaların oluşmasında tek bir sebebinin olmadığını, kazaların hatalar silsilesi sonucu meydana gelebileceğini kabul eder. Bu yaklaşım, havacılık endüstrisindeki tüm paydaşların bir araya gelerek emniyeti artırmak için birlikte çalışılması gerektiğini vurgular.



Şekil 3.2: İsviçre peyniri modeli (Turan, 2017).

Reason tarafından en geniş şekilde ifade edilen bu teoriye genellikle İsviçre peyniri modeli denir. Bu teori, hükümetlerin, kuruluşların ve insanların kazaların oluşmasına engel oluşturduğunu öne sürmektedir. Engel örnekleri arasında, uçuşlar arasında belirli dinlenme sürelerini öngören düzenlemeler, uçuşun planlanması ve yürütülmesi sırasında uyulması gereken kontrol listeleri, inişe yaklaşmanın uygulanmasına ilişkin prosedürler ve normal, anormal durumların çözümü için standart çalışma prosedürleri vardır. Bu engellerin her biri güvenli operasyonlarla sonuçlanan davranışları sağlamak için yaratılmıştır.

Bariyer yerinde ve sağlam olduğu sürece bariyerle ilgili hiçbir hata meydana gelemez. Bariyer, bunların oluşmasını önlemek veya diğer bariyerlerin arızalarının etkilerinin kazayla sonuçlanmasını önlemek için bir kalkan görevi görür. Bu engellerin birbirine karşı yığılmış olduğu düşünülebilir. Her biri, belirli bir bariyerle ilişkili savunmaların zayıf veya eksik olduğu alanlar olan “deliklere” sahip olarak tanımlanabilir, dolayısıyla İsviçre peyniri tanımı yapılabilir (Monica, 2016).

Peynir dilimlerin her biri alınan önlemleri temsil etmektedir. Katmanların çok olması alınan önlemlerin artması anlamına gelir. Peynirdeki delikler ise alınan önlemlerdeki eksiklikleri, çalışmayan unsurları ve hatalar olarak tanımlanır. Deliklerin üst üste gelmesi kazaların meydana gelmesine sebep olmaktadır. Katmanlardaki deliklerden birinin yok olması, kazanın meydana gelmesini engelleyebilmektedir.

Kazaların, birden fazla savunmanın ardışık ihlalleri içerdiğini göstermektedir. Bu ihlaller, ekipman arızaları veya operasyonel hatalar gibi birçok kolaylaştırıcı faktör tarafından tetiklenir. İsviçre Peyniri Modeli, tüm kazaların hem aktif hataların hem de gizli koşulların-gizli hataların bir kombinasyonu içerdiğini öne sürer. Havacılık sektöründeki kaza örnekleri, sektörün daha güvenli hale gelmesi için birer ders niteliğindedir. Bu kazaların kök nedenleri araştırılmalı önleyici tedbirler alınmalıdır.

Bir uçakta oluşan bir sorunun geçici olarak çözüldüğü bir durumda, havacılıkta İsviçre Peyniri kullanılmıştır. Bu geçici çözüm, sorunu çözmek için tasarlanmış özel bir parça, bir parça takviyesi veya geçici bir yama gibi bir şey olabilir. Ancak bu çözüm, sorunun nedenini ortadan kaldırmaz ve genellikle kalıcı bir çözüm bulunması için bir araç olarak kullanılır.

Havacılıkta İsviçre Peyniri, bir sorunun hızlı bir şekilde çözülmesi gerektiği durumlarda sıklıkla kullanılır. Örneğin, bir uçak kalkışa hazırlanırken bir parça hasar gördüğünde, havacılık mühendisleri ve bakım ekipleri hızlı bir şekilde bir İsviçre peyniri çözümü tasarlayarak, uçağın kalkışını ertelemekten sorunu çözebilirler.

3.3.2. İnsan Faktörleri Analiz ve Sınıflandırma Sistemi – HFACS (Human Factor Analysis and Classification System)

HFACS (Human Factor Analysis and Classification System) 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. HFACS Havacılık kazalarının incelenmesi ve araştırılmasında en çok kullanılan modellerden biridir. Reason'ın İsviçre peyniri modelinden yola çıkarak ve İsviçre Peyniri modelini daha kolay uygulanabilir kılmak amacıyla Wiegmann ve Shappell tarafından oluşturulmuştur (Shappell ve Wiegmann, 2000).

HFACS aynı zamanda Amerikan Deniz Kuvvetleri, Amerikan Deniz Piyadeleri kaza araştırma ve veri analizi amacıyla da geliştirilmiştir (Shappell ve Wiegmann, 2000). ABD Ordusu, Hava Kuvvetleri ve Sahil Güvenlik ile dünyanın dört bir yanındaki diğer askeri ve sivil havacılık kuruluşları da şu anda önceden var olan kaza inceleme sistemlerini desteklemek için HFACS kullanmaktadır. Gerçekten de HFACS artık

havacılığın birçok sektöründe nispeten iyi bilinmektedir ve dünya çapında artan sayıda kuruluş, kullanımını keşfetmekle ilgilenmektedir.

HFACS'ın amacı yaşanan kaza sebebinin tek bir personel ve personel grubuna değil, hava aracının uçuşa hazırlanmasından başlayıp uçuşun icra edilmesinde rol oynayan insan faktörlerinin tamamını ele almaktadır. Amaç sivrisinekleri öldürmek değil bataklığı kurutmak, diğer bir deyişle kazaya sebebiyet veren kök faktörü bulmaktır. HFACS insan hatasını genel olarak 4 seviyede incelemektedir. Bu seviyeler şu şekildedir (Shappell ve Wiegmann, 2000):

- Emniyetsiz davranışlar
- Emniyetsiz davranışlara zemin hazırlayan koşullar
- Emniyetsiz yönetim
- Örgütsel etkiler

3.3.2.1. Emniyetsiz Davranışlar

Emniyet, havacılığın en önemli konularından biridir. En temel anlamda emniyet (*safety*), kaza olmaması demektir. Emniyetli bir hava trafik akışı, uçaklarla uçaklar ve uçaklarla mâniyeler, araçlar, insanlar arasındaki çarpışmalar önlenerek sağlanır. Uzun yıllar boyunca dünya havacılık tarihinde edinilmiş önemli deneyimler sonucunda sürekli değişen ve geliştirilen kurallar da büyük ölçüde emniyete yöneliktir (Uslu, 2011).

Emniyetsiz davranışlar; hatalar ve ihlaller olmak üzere iki ana başlık altında incelenmektedir. Hatalar, pilot ya da kabin ekibinin farkında olmadan diğer bir deyişle kasıtsız bir şekilde kazaya, hasara ya da istenmeyen olaya sebep olmasıdır. İhlaller ise ekibin problemin farkında olmasına rağmen görmezden gelmesi ya da işine geldiği gibi davranması olarak nitelendirilir.

Shappell ve Wiegmann (2000) hataları kurallara uygun, diğer bir deyişle yasal olarak değerlendirilirken, ihlallerin yasaları çiğnemek olduğunu vurgulamışlardır. Hatalar ve ihlalleri de kendi içinde çeşitli sınıflara ayırmışlardır. Bu sınıflandırma şöyle gösterilebilir:

HATALAR	İHLALLER
Karar Hataları • Uygun olmayan prosedür • Acil durumu yanlış anlama • Uygun olmayan manevra • Yanlış karar • Kabiliyet hataları • Dikkat toplamada hata • Uçuş kumandalarının yanlış kullanımı Algılama Hataları • Mesafe/irtifa/süratin yanlış değerlendirilmesi • Oryantasyon bozukluğu	Rutin İhlaller • Brifinge katılmama • Radar altımetreyi kullanmama • Eğitim kurallarına uymama • Uçuş için yeterinde hazırlanmama • Görev için kalifiye olmama Rutin olmayan İhlaller • Akrobasi hareketleri yapmak • Uygun olmayan kalkış tekniği • Hava aracının limitlerini aşma • Onaylanmamış alçak irtifa uçuşu

Şekil 3.3: Emniyetsiz davranışlar (Shappell ve Wiegmann, 2000).

3.3.2.1.1. Hatalar

Kanunlara ters düşmeyen emniyetsiz davranışlar olarak nitelendirilen hatalar üç grupta incelenmektedir (Shappell vd., 2007).

Karar hataları: tasarlandığı gibi ilerleyen bilinçli, hedefe yönelik davranışı temsil eder, ancak planın durum için yetersiz veya uygunsuz olduğu ortaya çıkar. Bu hatalar genellikle kötü uygulanan prosedürler, uygunsuz seçimler veya ilgili bilgilerin yanlış yorumlanması ve/veya kötüye kullanılması olarak kendini gösterir (Ergai, 2013).

Karar hataları acil durumlarda veya zamansal baskıların olduğu durumlarda ortaya çıkabilir. Kişi kurallara uysa dahi zaman baskısı altında yanlış kararlar verebilir. Örneğin uçağa bakım yapan personel, yönetsel olarak baskı altında, bakımı hızlı yapması, olması gerektiğinden erken bitirmesi istendiğinde söz konusu personel bakım kontrol listeleri ve teknik dokümanlardan taviz verip eksik veya hatalı bakım yapması sonucu dönüşü olmayan kazalara sebep olabilir. Diğer bir deyişle kişinin rutin olmayan durumlarda karar vermede yaşadığı problemler olarak adlandırabiliriz. Karar hataları,

sonuç öyle olmasa bile planlandığı gibi ilerleyen kasıtlı davranışları temsil eder. Bu düşünme hataları genellikle bilgi, bilgi ve/veya deneyim eksikliğinden kaynaklanır. Başka bir şekilde ilerlemek veya süreci anında değiştirmek kötü sonuçlara veya kazalara yol açabilir. Öte yandan, en sıradan bakım görevi sırasında bile teknisyenlerin yaptığı birçok seçim gibi, iş planlarıyla ilgili değişiklikler de bazen kaçınılmazdır. Ne yazık ki en iyi bakım teknisyenleri bile bazen kötü seçimler yapabilir.

Yetenek hataları: Beceriye dayalı hatalar, pek çok kişinin otomatikleştirilmiş davranış olarak adlandırdığı şeyi çok az bilinçli düşünceyle veya hiç bilinçli düşünmeden yaptığımızda ortaya çıkar (Dönmez, 2017). Örneğin, çoğu insan klavyede yazmayı, arabasının kontağında anahtarı çevirmeyi veya bisiklete binmeyi düşünmek zorunda değildir; sadece yaparlar. Ne yazık ki, onları dikkat bozukluklarına, hafıza kayıplarına ve basit teknik hatalara karşı özellikle savunmasız kılan şey, bu davranışların otomatik doğasıdır. Örneğin, bir tamircinin yeni bir sorunu gidermeye o kadar dahil olduğunu ve asıl görevini ihmal ettiğini veya unuttuğunu hayal etmek zor değil. Gerçekten de kişinin dikkatini önceliklendirmemesi veya dikkatini vermemesi çoğu zaman hatalara yol açabilir. Aynı şekilde eşyaları unutmak veya çok adımlı bir görevde yerini kaybetmek, en iyi niyetli teknisyenin bile başına gelebilir. Alternatif olarak beceriye dayalı hatalar, zayıf tekniklerin benimsenmesinin bir sonucu olabilir.

Algılama hataları: Bir kişinin dünya algısı gerçeklikten farklı olduğunda hataların meydana gelebilmesi ve sıklıkla da meydana gelmesi şaşırtıcı değildir. Algısal hatalar genellikle duyuşal girdinin çalışma ortamı tarafından bozulması veya değiştirilmesi durumunda ortaya çıkar. Algısal hatalar tipik olarak, görsel yanılsamalar ve mekânsal yönelim bozukluğunda olduğu gibi “duyuşal girdi bozulduğunda veya “olağandışı” olduğunda veya uçak mürettebatı uçağın irtifasını, tutumunu veya hava hızını yanlış değerlendirdiğinde ortaya çıkar (Shappell ve Wiegmann, 2000).

Gürültülü işyerlerinde teknisyenlerin sözlü emirleri yanlış anlaması olağandışı bir durum değildir. Pilotların gökyüzü ile denizi karıştırması durumu yine algısal hatalara bir örnektir. Bu tür hatalar kötü hava şartları veya görsel algı problemleri nedeniyle meydana gelir. Örneğin, kötü hava koşullarında (bulut, yağmur, sis) pilotlar deniz ile gökyüzü arasındaki sınırları belirlemesini ve konumunu değerlendirmesini zorlaştırabilir. Özellikle düşük irtifalarda veya gece uçuşlarında bu tür hatalar büyük

risk taşır. Pilotlar bazen uzaklıkları veya objelerin boyutlarını yanlış değerlendirebilirler. Bu iniş veya yaklaşma sırasında pistin uzaklığını yanlış tahmin etme veya diğer uçakları yanlış şekilde değerlendirme gibi sorunlara yol açabilir.

3.3.2.1.2. İhlaller

İhlaller kasıtlı hatalardır. Örnekler arasında eğitim kurallarının ihlali, aşırı agresif bir manevra yapılması ve görev kısıtlamalarının kasıtlı olarak aşılması yer alır (Manning vd., 2004).

İhlal türlerini ayırt etmenin birçok yolu olsa da, kaza nedensel faktörlerini belirlerken iki farklı form belirlenmiştir (Shappell ve Wiegmann, 2000). Bunlardan ilki olan rutin ihlaller, doğası gereği alışkanlık haline gelme eğilimindedir ve yönetim tarafından sıklıkla hoşgörüyle karşılanır. Örneğin, uygun kişisel koruyucu ekipman kullanmadan rutin olarak uçak motorları üzerinde çalışan bir teknisyeni düşünün. Bu, kesinlikle kurallara aykırı olsa da başkaları da aynı şeyi yapabilir.

Daha da kötüsü, rutin ihlaller (genellikle “kuralların esnetilmesi” olarak anılır) genellikle hoşgörüyle karşılanır ve aslında denetim otoritesi tarafından yaptırıma tabi tutulur. Eğer amirler, teknisyenlerin kişisel koruyucu donanım giymedikleri için disiplin cezasına çarptırırsa, çalışanların bu kuralı ihlal etme olasılığı daha düşük olacaktır. Bu nedenle, tanım gereği, rutin bir ihlal tespit edilirse, kuralları uygulamayan yetkili kişileri belirlemek için denetim zincirinin daha yukarılarna bakılmalıdır.

Rutin ihlallerden farklı olarak istisnai ihlaller, otoriteden izole ayrılmalar olarak ortaya çıkar ve ne bireyin tipik davranışının göstergesidir ne de yönetim tarafından göz yumulur. Örneğin, bakımı gerçekleştirmeden veya işi incelemenden bir bakım formunun imzalanması genellikle istisnai bir ihlal olarak kabul edilir. Ancak, istisnai ihlallerin çoğu dehşet verici olsa da doğaları nedeniyle “istisnai” olarak değerlendirilmediklerini belirtmek önemlidir. Aksine ne bireye özgü oldukları ne de otorite tarafından göz yumuldukları için istisnai olarak kabul edilirler.

Rutin ihlaller: Havacılıkta rutin ihlaller, pilotların veya havacılık personelinin prosedürleri, yönergeleri, yönetmelikleri, kuralları bilerek veya istemeden ihlal ettiği yaygın hatalardır. Alışkanlık haline gelen bu ihlallere genellikle sistem veya

yönetimler tarafından da izin verilir (Dönmez, 2018). Havacılıkta sık görülen rutin ihlallerden bazıları şunlardır:

- Hız sınırlarını aşmak: Uçuş sırasında belirlenen hız sınırlarını aşma, güvenlik ihlali olabilir ve diğer uçaklarla çarpışma riskini arttırabilir.
- Raporlama gerekliliklerini ihmal etmek: Olayları veya tehlikeli durumları rapor etme yükümlülüğünü yerine getirmemek,
- İniş veya kalkış prosedürlerini ihmal etmek,
- Eğitim kurallarına riayet etmemek

Sıra dışı ihlaller: Bu tür ihlaller yönetim tarafından göz yumulmayan ihlallerdir. Hava aracının limitlerini aşma, uygun olmayan manevra, bir köprünün altından uçmak ya da müsaade edilmemiş bir manevrayı yapmak bu tip ihlallere örnektir (Baber, 2007).

3.3.2.2. Emniyetsiz Davranışlara Zemin Hazırlayan Koşullar

HFACS çerçevesinin ikinci seviyesi “Emniyetsiz davranışlara zemin hazırlayan koşullardır.” Bunlar, güvenli olmayan olayların oluşmasına katkıda bulunan temel koşulları ifade eder. Olayların nedensel sırası içerisindeki gizli hataların yanı sıra daha belirgin hataları da ele alır. Aynı zamanda operatörlerin standart altı koşullarının bağlamını ve benimsedikleri standart altı uygulamaları da açıklamaktadır (Li ve Harris, 2007). Bu seviye 3 kategoriden oluşur (Madigan vd., 2016):

- Operatörlerin koşulları
- Çevresel faktörler
- Personel faktörleridir

3.3.2.3. Emniyetsiz Yönetim

Emniyetsiz yönetimin dört kategorisi vardır (Web 7, 2023). Bunlar; yetersiz yönetim, planlanmış uygunsuz operasyonlar, bilinen bir sorunun düzeltilememesi ve yönetim ihlalleri. Her biri aşağıda kısaca açıklanmaktadır.

3.3.2.3.1. Yetersiz Yönetim

Her yöneticinin rolü başarılı olma fırsatını sağlamaktır. Bunu yapmak için, yöneticinin, hangi operasyon seviyesinde olursa olsun, rehberlik, eğitim fırsatları, liderlik ve motivasyonun yanı sıra örnek alınacak uygun rol modelini sağlaması gerekir. Ne yazık ki bu her zaman böyle değildir. Örneğin, yeterli mürettebat kaynak yönetimi eğitiminin verilmediği veya bu tür bir eğitime katılma fırsatının belirli bir uçak mürettebatı üyesine verilmediği bir durumu düşünmek zor değildir. Uçak mürettebatının koordinasyon becerilerinin tehlikeye gireceği ve uçağın olumsuz bir duruma sokulması durumunda, bir hata yapılma riskinin daha da artacağı ve kaza potansiyelinin belirgin şekilde artacağı düşünülebilir.

Benzer bir şekilde, sağlam profesyonel rehberlik ve gözetim, başarılı bir organizasyonun temel bir bileşenidir. Bireyleri bağımsız karar verme ve işlev görme konusunda güçlendirmek kesinlikle şart olsa da bu, amiri hesap verebilirlikten ayırmaz. Rehberlik ve gözetim eksikliğinin, kokpite sızan ihlallerin çoğunun üreme alanı olduğu kanıtlanmıştır. Bu nedenle, kaza nedensel faktörlerinin kapsamlı bir şekilde araştırılması, insan hatasının oluşumunda denetimin oynadığı rolü (diğer bir deyişle denetimin uygunsuz olup olmadığı veya hiç gerçekleşmediği) dikkate almalıdır (Shappell ve Wiegmann, 2000).

3.3.2.3.2. Planlanmış Uygun Olmayan Operasyonlar

Hava mürettebatının operasyonel temposu ve/veya programı, bireylerin kabul edilemez bir risk altına girmesine, mürettebatın dinlenmesinin tehlikeye atılmasına ve sonuçta performansın olumsuz etkilenmesine neden olabilir. Bu durumlar, operasyonların önceden planlandığı şekilde yürütülmediği veya operasyon planlarının eksik, hatalı veya yetersiz olduğu durumları içerir. Bu nedenle, emniyetsiz yönetimin ikinci kategorisi olan planlanmış uygun olmayan operasyonlar, bu başarısızlıkları hesaba katmak için oluşturulmuştur. Bu tür durumların bazı örnekleri (Shappell ve Wiegmann, 2000)

- Doğru verilerin sağlanamaması,
- Mürettebatın dinlenmesi için yeterli fırsat sağlanamaması,
- Görevin, kurallara ve yönetmeliklere uygun olmaması,
- Uygun olmayan personel kullanımı

3.3.2.3.3. Bilinen Problemin Düzeltilmesinde Başarısızlık

Organizasyonların bilinen güvenlik sorunlarını çözmede başarısız olduğu durumu ifade eder. Organizasyonun sorunlarını tanıdığı halde bunları düzeltme veya önleme konusunda yetersiz kaldığı anlamına gelir. Örneğin: Kaza yapan bir pilotun arkadaşlarıyla görüşüldüğünde “bir gün böyle olacağı belliydi” denilmesi bu kategoriye bir örnektir. Uçuşa elverişli olmayan bir pilotun göreve gönderilmesi veya uçuşa devam etmesine müsaade edilmesi kazaya bir davettir (Baber, 2007).

Organizasyonun güvenlik sorunlarını görmezden gelmesi veya küçümsemesi, bu sorunları çözmek için yeterli kaynak ayırmaması, alınan önlemlerin etkisini izlememesi, personel veya diğer kaynaklardan gelen önerilerin dikkate alınmaması, personelin güvenlik farkındalığının yeterli olmaması gibi sorunlar emniyet kültürünü zayıflatarak potansiyel riskleri arttırabilir.

3.3.2.3.4. Yönetim ihlalleri

Kuralların ve prosedürlerin yönetim tarafından kasıtlı olarak ihmalidir (Shappell ve Wiegmann, 2000). Havacılık organizasyonlarının risk değerlendirmesi yapmaması veya bu risklerle başa çıkmak için yeterli önlemleri almaması yönetsel ihlal olarak kabul edilebilir.

Örneğin uçuş ekiplerinin aşırı iş yüküne bağlı olarak uçuş sürelerinin aşılması bir yönetim ihlalidir. Bu, personeli yorgunluğa dolayısıyla hata yapmaya sevk edebilir. Uçak bakım perspektifinden baktığımızda ise bakım onarım standartlarının ihmal edilmesi hava aracının emniyetli bir şekilde uçuşmasına engel olarak kazaya davet çıkartabilir.

3.3.2.4. Örgütsel Etkiler

Bazı kazaların / olayların kökleri orta yönetim / denetim içinde olduğu gibi, diğerlerinin de kökleri örgütün en üst düzeyindedir (CEO'lar, başkanlar, başkan yardımcıları, vb.). Ne yazık ki, bu organizasyonel hatalar, büyük ölçüde bunları araştırarak net bir çerçevenin olmaması nedeniyle güvenlik uzmanları tarafından genellikle fark edilmez. Genel olarak konuşursak, gizli başarısızlıkların en zoru,

kaynak yönetimi, örgütsel iklim ve operasyonel süreçlerle ilgili konular etrafında döner (Maddox, 2017).

HFACS üç alt kategoriden oluşur;” kaynak yönetimi “,” örgüt iklimi “ve “örgütsel süreç.” Bir kaza / olayın analizinde, katkıda bulunan faktörler incelenir ve alt kategorilerden bir veya daha fazlasına atanır (Kılıç, 2019).

3.3.2.4.1. Kaynak Yönetimi

Kaynak yönetimi, bir organizasyonun kaynaklarını (malzeme, ekipman, vb.) etkili bir şekilde yönetme yeteneğidir. Kaynak yönetimi ayrıca insan kaynakları yönetimi (eleme, eğitim, personel temini), konularını da içermektedir (Dönmez, 2018).

Finansal kaynakların etkin bir şekilde kullanılması organizasyonun sürdürülebilirliği açısından önemlidir fakat sürdürülebilirliği sağlama adına ve ekonomik kaygı çerçevesinde organizasyonun ihtiyaç duyduğu malzeme ve ekipmanın uygunluğu, bakımı ve yenilenmesi gibi hususlar atlandığında iş gücü sorunları, ekipman arızaları, iş sürekliliği gibi sorunlara yol açarak uçuş güvenliğini doğrudan tehdit edebilir.

3.3.2.4.2. Örgüt İklimi

Örgüt İklimi, işçi performansını etkileyen geniş bir örgütsel değişkenler sınıfını ifade eder. Organizasyon içindeki çalışma ortamı olarak görülebilir. Bir kuruluşun ikliminin temel göstergeleri, yerleşik komuta zinciri, yetki ve sorumluluk devri, iletişim kanalları ve eylemler için resmi hesap verebilirliktir. Bir kuruluşun politikaları ve kültürü de ikliminin iyi göstergeleridir (Maddox, 2017).

Örgütsel iklim, çalışanların motivasyon ve performansı üzerinde olumlu etkisi olabilir. Çünkü olumlu bir örgütsel iklim personel üzerinde olumlu etki yaratarak daha üretken, kurallara ve prosedürlere bağlılığı artırır. Dolayısıyla havacılığın temel taşı olan emniyet kültürünü de tesis etmiş olur.

3.3.2.4.3. Örgütsel Süreç

Bu kategori, standartlaştırılmış işletme prosedürlerinin oluşturulması ve kullanılması ve işgücü ile yönetim arasındaki kontrol ve dengelerin (gözetim) sürdürülmesine yönelik resmi yöntemler de dahil olmak üzere, bir kuruluş içindeki günlük faaliyetleri

yöneten kurumsal kararları ve kuralları ifade eder. Örneğin, operasyonel tempo, zaman baskıları, teşvik sistemleri ve çalışma programları gibi faktörlerin tümü güvenliği olumsuz yönde etkileyebilecek faktörlerdir (Shappell ve Wiegmann, 2000).

3.3.3. SHELL Modeli

SHELL modeli, havacılıkta insan faktörlerinin kapsamını açıklayan ve havacılık sistemi kaynakları ile havacılık sistemindeki insan bileşeni arasındaki insan faktörü ilişkilerinin anlaşılmasına yardımcı olan insan faktörlerinin kavramsal bir modelidir (ICAO, 2012b).

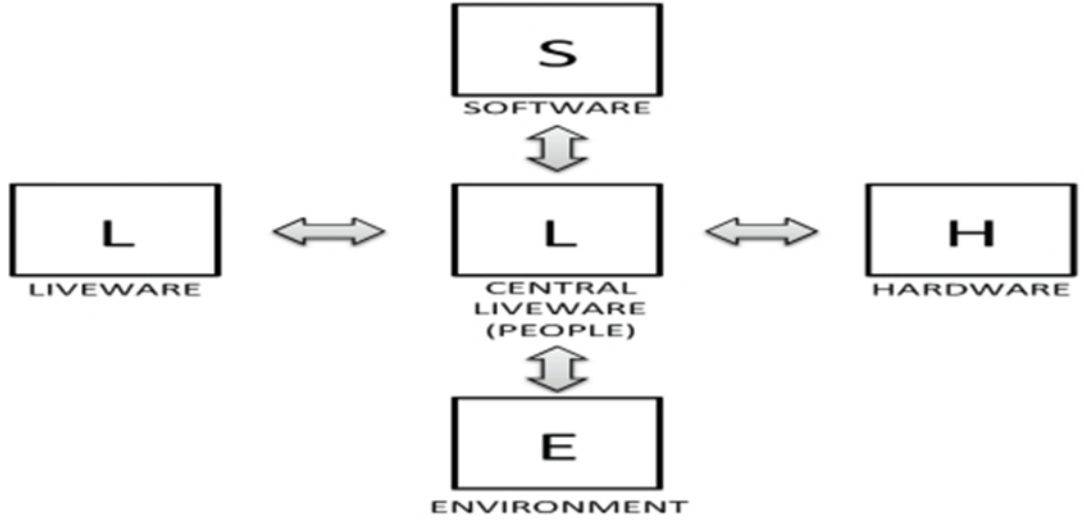
Modern hava taşımacılığı sistemini temsil eden SHELL modelinin merkezinde ilgili insan unsuru yer almaktadır. İnsan unsuru, sistemdeki en kritik ve esnek bileşendir ve yazılım, donanım, ortam ve canlı yazılım gibi diğer sistem bileşenleriyle doğrudan etkileşime girer (Hawkins, 1993).

Bununla birlikte, merkezi insan sınırlamalarını ve performanstaki varyasyonları temsil edecek şekilde çeşitlidir. Bu nedenle, diğer sistem bileşen blokları, insan sınırlamalarına uyum sağlamak ve havacılık sistemindeki stres ve arızaları önlemek için bu merkezi bileşene dikkatlice uyarlanmalı ve eşleştirilmelidir. Bu eşleştirmeyi gerçekleştirmek için, bu merkezi insan bileşeninin özellikleri veya genel yetenekleri ve sınırlamaları anlaşılmalıdır (Hawkins, 1993).

3.3.3.1. SHELL Modelinin bileşenleri

SHELL Modeli, birden fazla sistem bileşeninin etkileşimini analiz etmek için kullanılan kavramsal bir araçtır. Şekil 3.4 insanlar ve işyerinin diğer bileşenleri arasındaki ilişkinin temel bir tasvirini sunmaktadır. SHELL Modeli aşağıdaki dört bileşeni içerir:

- Yazılım (S) (prosedürler, eğitim, destek vb.)
- Donanım (H) (makineler ve ekipman)
- Çevre (E) (L-H-S sisteminin geri kalanının çalışması gereken çalışma ortamı)
- İnsanlar (L) (ICAO, 2012b)



Şekil 3.4: SHELL model kavramının bileşenleri.

3.3.3.1.1. Yazılım (Software)

Havacılık sisteminin nasıl çalıştığını ve sistem içindeki bilgilerin nasıl düzenlendiğini yöneten havacılık sisteminin fiziksel olmayan, maddi olmayan yönleridir (Hawkins, 1993).

- Yazılım, bilgisayar donanımı işlemlerini kontrol eden yazılıma benzetilebilir (Johnston ve McDonald, 1997).
- Yazılım; kurallar, talimatlar, yönetmelikler, politikalar, normlar, kanunlar, emirler, güvenlik prosedürleri, standart çalışma usulleri, gümrük, uygulamalar, kongreler, alışkanlıklar, sembol, denetçi komutları ve bilgisayar programları içerir.

3.3.3.1.2. Donanım (Hardware)

Havacılık sisteminin fiziki unsurları olan hava aracı, (kontroller, yüzeyler, ekranlar, işlevsel sistemler ve koltuklar dâhil) kullanıcı ekipmanı, bakım teçhizatları, malzemeler, binalar, taşıtlar, bilgisayarlar donanım unsurlarıdır.

3.3.3.1.3. Çevre (Environment)

Uçak ve havacılık sistemi kaynaklarının (yazılım, donanım, insan) faaliyet gösterdiği, işçi ve çalışanı etkileyebilecek fiziksel, organizasyonel, ekonomik, yasal, politik ve

sosyal değişkenlerden oluşur. İçsel çevre, çalışma alanıyla ilgili olup, kabin / kokpit sıcaklığı, hava basıncı, nem, gürültü, titreşim ve ortam ışığı seviyeleri gibi fiziksel faktörleri içerir.

Dışsal çevre ise, hava durumu (görüş / türbülans), hava alanlarının sıkışıklığı, fiziksel tesisler ve havaalanı dâhil olmak üzere altyapı gibi geniş çalışma alanları ile organizasyonel, ekonomik, yasal, politik ve sosyal faktörler gibi doğrudan çalışma alanının dışındaki fiziki çevreyi de kapsar (ICAO, 2012b).

3.3.3.1.4. İnsan (Liveware)

İnsan unsuru ya da havacılık alanındaki çalışanlar, örneğin uçakta görevli uçuş ekibi, kabin ekibi, yer görevlileri, yönetim ve idare personeli gibi insan unsurunun performansını, yeteneklerini ve sınırlamalarını kapsar. İnsan bileşeninin özellikleri şunlardır;

Fiziksel boyut ve şekil: Havacılık işyerleri ve ekipmanlarının tasarımında vücut ölçüleri ve hareket hayatı bir faktördür. Örneğin etnik köken, yaş ve cinsiyete göre farklılıklar ortaya çıkar. Tasarım kararları, tasarımın karşılaması amaçlanan insan boyutlarını ve nüfus yüzdesini dikkate almalıdır (Hawkins, 1993).

İnsan boyutu ve şekli, uçak kabini ekipmanının, acil durum ekipmanının, koltukların ve mobilyaların tasarımı ve konumu ile kargo bölmeleri için erişim ve alan gereksinimleri ile ilgilidir.

Yakıt gereksinimleri: İnsanların etkili bir şekilde çalışması için yiyecek, su ve oksijene ihtiyacı vardır ve eksiklikler performansı ve refahı etkileyebilir (Hawkins, 1993).

Girdi özellikleri: Hayati görev ve çevre ile ilgili bilgileri toplamak için insan duyuları, sınırlamalara ve bozulmaya tabidir. Örneğin insan gözü, düşük ışık seviyeleri nedeniyle geceleri bir nesneyi göremez. Bu, gece uçuşu sırasında pilot performansı için sonuçlar doğurur. Görmeye ek olarak, diğer duyular ses, koku, tat ve dokunmayı (hareket ve sıcaklık) içerir (Kiss, 2005).

Bilgi işlem: İnsanların, motivasyon ve stres ya da yüksek iş yükü gibi diğer faktörlerden de etkilenebilen bilgi işleme yeteneklerinde (işleyen bellek kapasitesi, zaman ve geri alma hususları gibi) sınırlamaları vardır (Hawkins, 1993). Hava taşıtı

ekranı, enstrümanı ve uyarı/uyarı sistemi tasarımı, insan hatasını önlemek için insan bilgi işleme yeteneklerini ve sınırlamalarını dikkate almalıdır.

Çıktı özellikleri: Bilgiyi algılayıp işledikten sonra, çıktı kararları, kas eylemini ve iletişimi içerir. Tasarım hususları, uçak kontrol-ekran hareketi ilişkisini, kontrollerin kabul edilebilir hareket yönünü, kontrol direncini ve kodlamayı, uçak kapılarını ve kargo ekipmanını çalıştırmak için gereken kabul edilebilir insan kuvvetlerini ve sesli iletişim prosedürlerinin tasarımındaki konuşma özelliklerini içerir (Hawkins, 1993).

Çevresel toleranslar: İnsanlar, yalnızca kısıtlı bir çevresel koşullar aralığında (optimum insan performansı için tolere edilebilir) etkili bir şekilde işlev görür ve bu nedenle performansları ve sağlıkları, sıcaklık, titreşim, gürültü, g-kuvvetleri, günün saati, stresli çalışma koşulları ve yüksek iş yükü gibi fiziksel çevresel faktörlerden etkilenir.

3.3.3.2. SHELL Model Bileşenlerinin İnsan Unsuru ile Etkileşimi

3.3.3.2.1. İnsan–Yazılım (L-S)

Havacılık sisteminin nasıl çalıştığını ve sistem içindeki bilgilerin nasıl düzenlendiğini yöneten havacılık sisteminin fiziksel olmayan, maddi olmayan yönleri diğer bir deyişle kurallar, prosedürler, talimatlar, yönetmelikler, politikalar, normlar, kanunlar, emirler, güvenlik prosedürleri, standart çalışma usulleri, gümrük, uygulamalar, kongreler, alışkanlıklar, sembol, denetçi komutları ve bilgisayar programları içerir. Yazılım, çizelgeler, haritalar, yayınlar, acil kullanım kılavuzları ve usul kontrol listeleri gibi belgelerin dâhil olduğu bir koleksiyon da içerebilir. İnsan ve yazılım bileşenleri arasında uyumsuzluklar olabilir. Bunlar;

- Eksik ve uygun olmayan prosedürler
- Kafa karıştırıcı veya belirsiz sembolojinin yanlış yorumlanması
- Kafa karıştırıcı, yanıltıcı belgeler, haritalar ve çizelgeler
- Operasyon el kitabının ölçsüz endekslemesi (Hawkins, 1993).

3.3.3.2.2. İnsan – Donanım (L – H)

L-H arayüzü, insan ve donanım (ekipman, makineler vb.) arasındaki ilişkiyi ifade eder. İnsan ve donanım arasındaki etkileşim, SHELL konseptinin etkileşimli unsurlarından biridir. İnsan-makine sistemlerinden bahsederken en çok bu arayüzden bahsedilir: İnsan vücudunun oturma özelliklerine uygun koltuklar tasarlamak, kullanıcının duyuşal ve bilgi işleme özelliklerine uygun ekranlar tasarlamak insan algısal özelliklerine göre yerleştirme bu etkileşimin çıktısı olarak örnek verilebilir.

Örneğin, hava trafik kontrolünde donanım, kontrol altındaki ortamın gerçek bileşenlerine, özellikle iş istasyonlarıyla ilgili olanlara atıfta bulunur. İnsanla etkileşime giren bir donanım ögesi, takım çantası kullanan bir bakım personeli, insan donanım etkileşimine birer örnektir. Bakım icra eden personel iş bitiminde takım çantasına rasgele atmış olduğu alet/edevatların tam olup olmadığını anlaması mümkün değildir. Fakat takım çantasına gölgeleme uygulandığında hangi takımın nereye koyulacağı kolay bir şekilde anlaşılabileceğinden takımların kaybolmasının önüne geçerek olası bir kazaya da mâni olacaktır. Bu bağlamda, ergonomik olarak dizayn edilen bir takım çantası dahi insan-donanım etkileşimine bir örnek olarak karşımıza çıkmaktadır.

İnsan ve makine bileşenleri arasında uyumsuzluklar olabilir;

- Kötü dizayn edilen ekipmanlar
- Uygun olmayan veya eksik operasyonel materyal
- Kötü yerleştirilmiş veya kodlanmış aletler ve kontrol cihazları
- Anormal durumlarda uyarı, bilgilendirme veya yönlendirme işlevlerinde başarısız uyarı sistemleri vb. (Cacciabue, 2004).

3.3.3.2.3. İnsan – Çevre (L – E)

Bu arayüz, insan ile hem iç hem de dış ortamlar arasındaki ilişkiyi içerir. Dahili çalışma alanı ortamı gürültü, ışık, hava kalitesi, sıcaklık, titreşimi içerir. Dış işyeri ortamları, hava faktörlerini, havacılık altyapısını ve araziye içerir. Havacılık çalışma ortamı, normal biyolojik ritimler ve uyku düzenlerindeki rahatsızlıkları içerir.

Ek çevresel hususlar, karar verme süreçlerini etkileyebilecek ve niteliklerle ilgili olabilir. Uçakların içinde çalıştığı fiziksel ortam- sıcaklık, hava durumu vb.- canlı

yazılım-ortam arayüzü olarak adlandırılır. Bu, insanların doğrudan kontrolü altında olmayabilecek etkileşimleri ifade eder. Radyasyona, gürültüye ve aydınlatmaya karşı koruyucu sistemlerin oluşturulması da dahil olmak üzere, insanlar veya makineler için güvenlik önlemlerinin tasarımı, bu alandaki insan faktörü gelişiminin önemli bir bölümünü işgal etmiştir.

Çevre çalışmaları, fizyoloji, psikoloji ve hatta fizik ve mühendislik dahil olmak üzere çok çeşitli disiplinler, insan-çevre etkileşimlerinin uygun şekilde eşleştirilmesinde yer alır. İnsan unsuru ile iç ve dış ortamlar arasındaki etkileşimi;

- Bakım ve yer personelinin en emniyetli şekilde çalışması için ergonomik hangar iç sistemleri,
- Uçak kabini sıcaklığını kontrol etmek için klima sistemleri,
- Gürültüyü azaltmak için ses geçirmezlik,
- Kabin hava basıncını kontrol etmek için kabin tazyik sistemleri,
- Hava taşımacılığındaki büyümeden dolayı daha fazla insanı barındıracak altyapı, yolcu terminalleri ve havaalanı tesislerinin genişletilmesidir.

İnsan ve çevre arasındaki uyumsuzluklara örnek vermek gerekir ise;

- Düşen performans, uzun menzilli uçuşta sonucunda (jetlag) bozulan biyolojik ritimlerden kaynaklanan hatalar ve düzensiz çalışma – uyku düzeni
- Gece yaklaşma ve iniş sırasında çevresel koşullar nedeni ile pilotların yaşadığı görsel yanılsamalar/algılama hataları

Yönetimsel hatalar nedeniyle çalışan performansının düştüğü durumlar İnsan-Çevre etkileşimine işaret edebilmektedir ve bunlara örnek vermek gerekirse, ekonomik dar boğaz ve durgunluk dönemlerinde hava taşımacılığı talebi ve kapasitesindeki değişmelere bağlı olarak şirketlerde yaşanan stres ve ekonomik baskının getirdiği havayolu rekabet koşulları ve maliyet düşürme önlemlerinin sonucu olarak çalışanların baskı altında verdiği kararlardır (Johnston ve McDonald, 1997). Hava aracını uçuşa hazırlayan bir bakım personelinin bu baskı altında icra etmiş olduğu bakım prosedürlerini eksik veya hatalı uygulaması telafisi olmayan kazalara davet çıkarabilir. Yetersiz veya sağlıklı bir organizasyonel çevre, kusurlu bir işletme felsefesini ve olumsuz örgüt kültürünü yansıtır.

3.3.3.2.4. İnsan–İnsan (L – L)

Yazılım, çevre, donanım etkileşimlerinde verilen örnekleri dikkate aldığımızda tüm etkileşimlerin merkezinde insan vardır. Teknoloji ne kadar gelişmiş olsa da ona kumanda eden yine insan olduğundan insan-insan etkileşimin merkezinde de insan vardır.

- Bakım personeli, yer ekibi, hava trafik kontrolörleri, pilotlar, kabin personeli, operasyon ekibi, yöneticiler gibi gruplar içindeki ve gruplar arasındaki ilişkileri içerir
- İnsan etkileşimi havacılıkta çok kritik öneme sahiptir. Uçuş ekibi üyeleri arasındaki etkileşimlerin kalitesi uçuş güvenliği açısından hayati önem taşır. Ekip üyeleri arasındaki net ve açık iletişim uçuşun emniyetli bir şekilde icra edilmesi açısından önemlidir.
- İnsanların davranışları, becerileri, motivasyonu ve etkileşimleri SHELL modelinde büyük önem taşır. Bu nedenle insan-insan etkileşimleri havacılıkta hayati öneme sahiptir. Havacılık sektörü insan faktörüne bağlı riskleri azaltmak için bir dizi önlemler alır. Bu önlemler arasında eğitim, simülasyon eğitimi, EKY, standart prosedürlerin oluşturulması ve takım çalışması gibi faktörler yer alır. Alınan bu önlemler ekip üyelerinin birbiriyle iletişim kurmalarını, destek olmalarını ve koordineli çalışmalarına yardımcı olur.

İnsan–insan etkileşimine iletişim eksikliği sonucu örnek vermek gerekir ise; 1966 yılında Charkhi Dadri, Hindistan’da gerçekleşen kazada Suudi Arabistan Havayollarına ait bir Boeing-747 ile Kazakistan Havayollarına ait İL-76 uçağı çarpışarak 349 kişinin ölümüyle sonuçlandı. Kazanın nedeni ise hava trafik kontrolörleri ve pilotlar arasında iletişim eksikliği ve talimatların yanlış yorumlanması sonucu uçaklar aynı irtifa ve aynı rotada uçtu ve bu nedenle uçaklar 14.000 feet yükseklikte birbirleriyle çarpışmıştır (Uncular vd., 2021).

3.3.3.3. SHELL Model Kavramının Etkin Kullanımı

SHELL modeli, havacılıkta sistem yaklaşımı ile birlikte kullanılarak, uçuş güvenliğini artırmaya yardımcı olur. SHELL modeli, havacılıkta kullanılan sistemlerin tasarımında, bakımında ve işletilmesinde kullanılır. Bu modelin etkin kullanımı, uçuş emniyetini artırır ve meydana gelebilecek hataların önlenmesinde yardımcı olabilir.

Örneğin: Bir uçak kazası gerçekleştiğinde kaza nedenleri incelenebilir. Burada kazanın donanımsal, yazılımsal, çevre faktörü ve insan faktörü gibi unsurları analiz edebiliriz. Bu analizler sonucunda aşağıda belirtilen amaçlara ulaşabiliriz.

- Uçuş güvenliğinin artırılması; SHELL modeli havacılık sistemlerindeki donanım, yazılım, insan ve çevre faktörü ile ilgili sorun sahalarını tespit ederek bunların düzeltilmesine yardımcı olur ve böylece uçuş güvenliği artar (Cacciabue, 2004).
- Kazaların önlenmesi: SHELL modeli havacılık sistemlerindeki yaşanmış kaza ve olaylardan dersler çıkararak ve bu kaza ve olayların kök faktörüne ulaşarak meydana gelebilecek hataları önceden tespit ederek oluşabilecek kazaların önüne geçilir.
- İşletme maliyetlerin düşürülmesi: SHELL modeli sayesinde emniyet kültürü artırılarak havacılık sistemlerindeki sorun sahaları tespit edilir. Bu sayede söz konusu sorun sahalarına yönelik önceden önlem alınacağından işletme maliyetleri düşürülmesine yardımcı olur.
- Kalitenin artırılması: Havacılık sistemlerindeki donanım, yazılım, çevre ve insan faktörü ile ilgili unsurları analiz ederek, bu unsurların kalitesinin artırılmasına yardımcı olur.

3.3.3.4. SHELL Modeli Avantaj ve Dezavantajları

3.3.3.4.1. SHELL Modeli Dezavantajları

SHELL modeli, insan faktörü dışındaki arayüzleri (donanım-donanım; donanım-ortam; yazılım-donanım) kapsamaz ve sadece insan faktörünün anlaşılmasına yardımcı olması amaçlanmıştır.

3.3.3.4.2. SHELL Modeli Avantajları

SHELL modeli, sistemlerin öğelerinin nasıl etkileştiğine ve birbirini nasıl etkilediğine dair görsel bir fikir vermede ve bu faktörlerin kişinin karar verme sürecini nasıl etkilediğine dair bir farkındalık yaratmada yararlıdır. Hataları azaltmak, kazaları ve olayları önlemek için faydalıdır. SHELL, modellenen sistemin analizini kolaylaştırır. Bu nedenle tasarım hatalarını da erken safhada tespit ederek analiz kolaylığı sağlar.

İnsan faktörleri bilgisi, daha iyi kalite, işçi ve uçak güvenliğini koruyan bir ortam ve daha ilgili ve hesap verebilir bir personel ile sonuçlanabilir. Daha doğrusu, küçük hataların bile azaltılması, maliyet tasarrufu, işle ilgili kazalarda azalma ve insan hatasıyla ilişkilendirilebilecek daha ciddi olaylarda azalma gibi ölçülebilir avantajlara sahip olabilir.

3.3.4. PEAR Modeli

PEAR Modeli, havacılık endüstrisinde kullanılan bir risk yönetimi modelidir. Bu model, insan faktörü kaynaklı risklerin yanı sıra çevresel faktörler, eylemler ve kaynaklar gibi diğer faktörleri de hesaba katarak bir bütünsel risk yönetimi yaklaşımı sunar. “PEAR Modeli Michael Maddox tarafından özellikle bakım çevresi için oluşturulmuş bir modeldir. Kişilerle diğer sistem elemanları arasındaki ilişkiyi vurgular” (Aksoy, 2006).

PEAR diğer modellerde de olduğu gibi elemanların baş harflerinin birleştirilmesiyle oluşturulmuştur. P-People (İnsanlar), E-Environment (Çevre), A-Actions (Eylemler), R-Resources (Kaynaklar).

3.3.4.1. P – PEOPLE – İnsanlar

İnsan, PEAR modelinde en önemli faktördür. Çünkü hava aracı bakımları insan tarafından gerçekleştirilir. Havacılık bakımı insan faktörleri programları insanlara odaklanır ve fiziksel, fizyolojik, psikolojik ve psikososyal faktörleri ele alır. Ayrıca bireylere, fiziksel yeteneklerine ve onları etkileyen faktörler ile birlikte zihinsel durumlarını, bilişsel kapasitelerini ve başkalarıyla etkileşimlerini etkileyebilecek koşulları da dikkate almalıdır (Johnson ve Maddox, 2007).

Halihazırda bakım prosedürleri insan tarafından gerçekleştirildiğinden hava aracının emniyetli bir şekilde uçuşa hazırlanması için söz konusu personelin bilgi seviyesinin üst düzey olması gerekmektedir. Çünkü bilgi eksikliği başlı başına bir risk faktörüdür. Ayrıca yetkinlik ve bilgi seviyesinin üst düzey olması tek başına hiçbir şey ifade etmez. Bu bağlamda sadece ticari amaçlarla personelin bilgi seviyesine güvenerek gerekli motivasyon, uygun çalışma ortamı gibi altyapılar sağlanmadığı sürece emniyet sözcüğünden bahsetmek manasız olur. Bakımın yetiştirilmesi için psikolojik baskı, yüksek iş yükü ve buna bağlı olarak artan stres risk faktörlerini artırabilir.

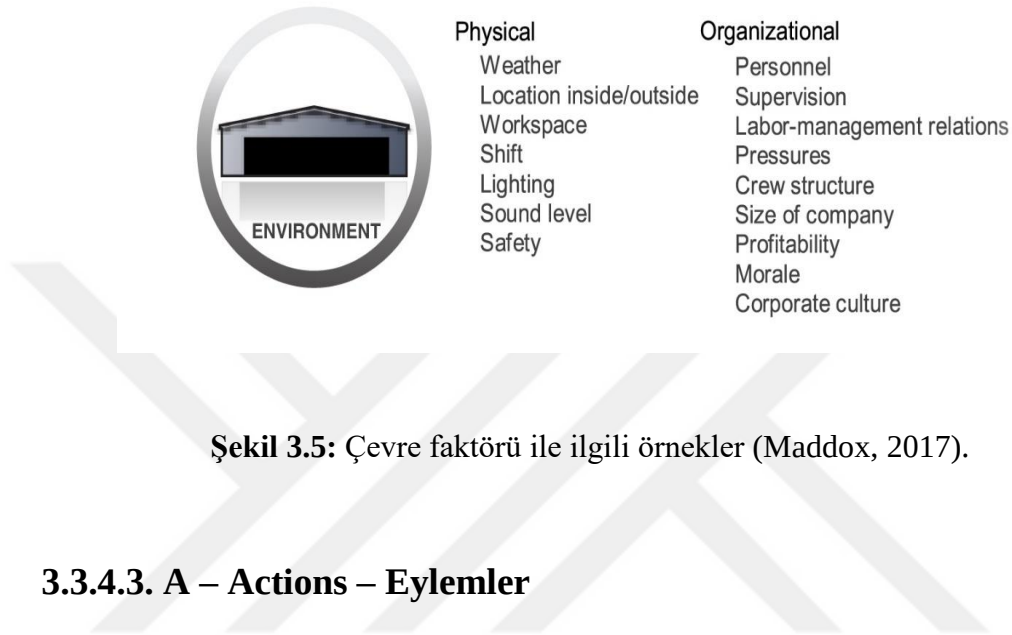
Motivasyon eksikliği gibi faktörler de hatalara yol açabilir. İyi bir insan faktörleri programı, performansı etkileyen fizyolojik ve psikolojik faktörleri ele almalıdır. Havacılık yöneticileri iyi bir fiziksel ve zihinsel sağlığı geliştirmek için ellerinden gelenin en iyisini yapmalıdır. Sağlık ve zindelik üzerine eğitim programları sunmak, sağlıklı olmayı teşvik etmenin bir yoludur.

Başka bir “İnsan” konusu, ekip çalışması ve iletişimi içerir. Güvenli ve verimli şirketler, çalışanlar, yöneticiler ve mal sahipleri arasında iletişim ve iş birliğini geliştirmenin yollarını bulur. Örneğin, çalışanlar iyileştirmenin yollarını buldukları için ödüllendirilmelidir. Sistem, israfı ortadan kaldırır ve sürekli güvenliğin sağlanmasına yardımcı olur (Johnson ve Maddox, 2007).

3.3.4.2. E – Environment – Çevre

Bu modelde hem fiziksel hem de organizasyonel çevreden bahsedebiliriz. İnsan, her ne kadar PEAR modelinin merkezinde olsa da çevre faktörü de insan faktörü kadar önemlidir. Amacı hava aracını günün her saati emniyetli bir şekilde uçuşa hazırlayan bakım personelinin uygun koşullar altında bakım faaliyetlerini icra etmesi önem arz etmektedir. Bundan dolayı faaliyetin icra edildiği bakım hangarının optimum koşulların sağlanması gerekmektedir. Sıcaklık temizlik, ses seviyesi, güvenlik, aydınlatma fiziksel koşullara birer örnektir. Organizasyonel koşullardan bahsedecek olursak, mükemmel bir organizasyon ortamı, güvenlik, kârlılık ve diğer kilit faktörlerle ilişkili liderlik, iletişim ve ortak hedeflerle teşvik edilir. En iyi şirketler, çalışanlarına rehberlik eder, onları destekler ve bir güvenlik kültürü geliştirir. Yöneticiler, oluşturulan bu örgüt kültürünü idame ettirebilmesi için cezaya dayalı yönetim biçiminden kaçınmalıdır. Bakım personeli, havacılığın doğası gereği yazılı teknik dokümanlar ve kendi kuralları çerçevesinde bakım, onarım ve arıza giderme işlerini yaparlar. Bu kurallar, bakım esnasında kullanılacak küçük bir perçinin özelliklerinden bakım sonu yapılacak kontrollere kadar birçok teknik işleyişi yönlendirir (Çoban, 2019). Bu nedenle, zaman baskısı altında çalışan bakım personelinin kuralları ihlal etmeden yerine getirmesi daha fazla önem kazanmaktadır (Çoban, 2019). Ancak teknisyenler zaman baskısına maruz kaldıklarında, kuralları tereddüt etmeden hatırlayabilmeleri ve uygulayabilmeleri gerektiğinden bu kurallar daha da önemli hale gelir (Warren, 2011). Havacılıkta parola sıfır hatadır. Baskı, personeli hatalı karar vermeye sevk edeceği gibi yapılan bir hatayı da saklamasına

sebepe olacaktır. Saklanan bir hata uçuş emniyetine direkt olarak etki edebilir. Tüm bu nedenlerden dolayı, havacılık sektöründe çalışan personelin psikolojik sağlığının korunması ve stresin azaltılması, uçuş emniyeti ve operasyonel verimlilik açısından büyük önem taşımaktadır.



3.3.4.3. A – Actions – Eylemler

“Eylemler”, havacılık bakımının, havacılık bakım emniyetini doğrudan etkileyen son uygulama kısmıdır (Yang ve Fan, 2016). “Eylemler” terimi, kişinin işini gerçekleştirmek için gerekli olan görevleri ifade eder. Havacılıkta bakım işi oldukça prosedürlüdür. Bir işteki her adım, bir iş kartında veya bilgisayarlı bir bakım kılavuzunda ayrıntılı olarak belirtilebilir. Bu gibi durumlarda iş görevlerini belirlemek, prosedürdeki her adımı kopyalamak kadar kolaydır. Ancak bakım prosedürlerindeki ayrıntı düzeyi işten işe önemli ölçüde değişir. Ayrıca bakım görevlerindeki belirli adımlar, bakım personelinin genel beceri ve bilgi setinin bir parçası olarak kabul edilir (Zimmermann ve Mendonca, 2021).

Havacılık sektöründe bakım personeli uzmanlaşmış olup her teknisyen kendi alanıyla ilgili işleri yapar. Yapılacak her türlü bakım işlemi her hava aracı tipinde ehil personel tarafından yapılmalı ve kontrole tabi olmalıdır. Hava aracı bakımının ana prensiplerinden biri de yazılanı yapmak, yaptığını yazmak diğer bir deyişle kayıt altına almaktır. Kayıt altına alınmayan bakım yapılmış sayılamaz. Kayıt aşaması genelde en

son noktada iş bitiminde yapıldığından, özellikle zor ve yorucu işlerde, sonraya bırakma veya unutma durumları ile sık sık karşılaşılır (Kabasakal, 2017).

3.3.4.4. R – Resources – Kaynaklar

Kaynakları PEAR modelinin diğer elementlerinden ayırmak oldukça zordur. PEAR modeli unsurlarının özellikleri kaynakları belirlemektedir. Test ekipmanları, yer destek teçhizatları, teknik dokümanlar, takım avadanlıklar somut kaynaklardır. Bir işi tamamlayacak personelin sayısı ve nitelikleri, ayrılan süre ve ekip, gözetmenler, satıcılar ve diğerleri arasındaki iletişim düzeyi de kaynaklar içerisinde yer alır (Johnson ve Maddox, 2007). Kaynaklar geniş bir çerçevede incelenmelidir. Kaynak, bir teknisyenin işi yapmak için ihtiyaç duyduğu herhangi bir şeydir. Örneğin, koruyucu giysi bir kaynaktır. PEAR'daki kaynak ögesi için önemli olan, ek kaynaklara olan ihtiyacı belirlemeye odaklanmaktır.

PEAR modeli, bu faktörlerin her biri için olası riskleri değerlendiren bir yöntemdir. Model, riskleri önceden belirleyerek, risklerin boyutunu ve olası kayıpları minimize etmeye yardımcı olur. Böylece havacılık endüstrisi, uçuş güvenliğini artırarak kazaların ve olayların önlenmesine yardımcı olmayı amaçlamaktadır.

3.4. Havacılık Sektöründe İnsan Faktörü Eğitimleri ve Gelişimi

İnsan Faktörleri Eğitimi Neden Önemlidir: İnsan faktörü eğitiminin önemli olmasının temel nedenleri aşağıda listelenmiştir. Sebepler, ister düzenleyici bir havacılık emniyeti denetçisi tarafından mühendislik, emniyet, kalite ve eğitim departmanlarıyla etkileşimde bulunmak için, ister organizasyon içindeki bireyler tarafından etkili bir insan faktörü eğitim programına yönelik liderliğin taahhüdünü ve yatırımını kazanmak için kullanılıyor olsun, geçerlidir.

- İnsan faktörleri eğitimi, olumlu bir güvenlik kültürünün geliştirilmesinde etkilidir. İşgücünü risk değerlendirmesi, gönüllü raporlama, olay araştırması ve eşler arası destek ile ilgili kavramlarla tanıştırmaya hizmet eder.

- Liderlik de dahil olmak üzere işgücüne yönelik insan faktörleri eğitimi, insan performansını ve ilgili organizasyonel güvenlik sorunlarını tanıma, anlama ve yönetme yöntemlerini belirlemede kritik ve uygun maliyetli bir ilk adımdır.
- ICAO ve çoğu ulusal havacılık otoritesinin insan faktörleri eğitimini zorunlu kılması veya tavsiye etmesinin temeli olan iş performansını iyileştirir ve işçi güvenliğini ve sağlığını destekler.
- Yeni düzenlemeleri, prosedürleri ve ekipmanı kapsayan ilk ve tekrarlayan insan faktörleri eğitimi, iş performansını etkileyen konularda farkındalığı güçlendirmek için fırsatlardır.

3.4.1. Ekip Kaynak Yönetimi

Uçak kazalarının teknik arızalar, kuş çarpması, meteorolojik durumlar gibi birçok nedeni vardır. Havacılığın ilk yıllarında yaşanan kazaların çoğu teknik sebeplerden kaynaklanmaktadır. Havacılık sektörü yıllar geçtikçe büyük ilerlemeler kaydetmiştir. Şöyle ki uçak teknolojisinde yaşanan gelişmeler uçağı daha güvenli hale getirerek teknik hataların önüne önemli derecede geçmiştir. Fakat uçakların teknolojik gelişmelere paralel olarak güvenli hale gelmesi ona duyulan güveni artırarak bir rahvet ortamı oluşturarak insan hatasından meydana gelen kazaların artmasına neden olmuştur.

EKY eğitimleri, uçuş ekibi arasındaki iletişimin sağlanması, stres yönetiminin sağlanması, baskı altında doğru karar verme ve liderlik alanlarında eğitimler vererek insan hatasından kaynaklı kazaların önüne geçebilmek, insan kaynaklı hataları minimize etmek için geliştirilmiştir. Diğer bir deyişle uçuşun emniyetli bir şekilde gerçekleştirmek için mevcut tüm imkanları etkili bir şekilde kullanmak olarak da tanımlayabiliriz.

1977 yılında meydana gelen Tenerife kazasından sonra EKY önemi ortaya çıkmaya başlamış olup EKY'in kökleri, havacılık sektörünün geliştiğı Amerika Birleşik Devletleri'nde 1979 yılında NASA tarafından desteklenen "Kokpit Kaynak Yönetimi" projesine dayanmaktadır (Helmreich vd., 1999). Bu proje kapsamında yapılan araştırma insan kaynaklı kazaların meydana gelmesinde en büyük hataların kişilerarası iletişim, karar verme ve liderlik alanlarında olduğı ortaya çıktı. Burada pilotların teknik becerilerine ilave olarak kişiliklerinin performansına olan etkisi de incelenmeye başlandı (Erden, 2020). Uçuş esnasında mutlak otorite altında olan astlar, üstlerinin

kararlarını ve eylemlerini saygısız olarak algılanmamak için sorgulama konusunda isteksizdirler. Ekip üyelerinin kaptanlarına geldiklerinde soru sorması çok zordur. Bu durum kaptan pilot ile ikinci pilot arasında iletişimin olumsuz etkilenmesine yol açabilir. Bundan yola çıkarak takım çalışması kavramı için grup hedeflerine yönelik karşılıklı bağımlılığı ve önceliği vurgulayan ve etkili grup davranışı ihtiyacını vurgulayan eğitimler tasarlanmıştır. EKY, ekibin koordinasyonunu ve iletişimini, kokpit içi ve kokpit dışındaki tüm kaynakları, kaptanın diğer ekip üyelerinin desteğiyle sağladığı yetkiyi anlatan terimdir. Ayrıca ekip kaynak yönetiminin etkililiğini ispatlaması üzerine sadece havacılık alanında değil, riskli faaliyetler için denizcilik sektöründe, nükleer enerji sektöründe de EKY etkin olarak kullanılmaktadır.

EKY olgusu ilk ortaya çıktığında “Kokpit Kaynak Yönetimi” olarak adlandırılıyordu. İlerleyen süreçlerde teknolojinin etkisi, elde edilen tecrübeler doğrultusunda eğitim modeli, kapsam ve anlayış olarak değişime uğramıştır (Yanaz, 2017). Bu değişim günümüze kadar 5 bölüm halinde incelenmiştir (Helmreich vd., 1999). Bunlar: kokpit kaynak yönetimi, kokpit ve kabin kaynak yönetimi, hata yönetimi odaklı ekip kaynak yönetimi, bütünleştirme ve usul haline getirme, tehdit değerlendirme ve hata yönetimidir.

3.4.1.1. Birinci Nesil: Kokpit Kaynak Yönetimi

İlk kapsamlı EKY programı 1981 yılında United Airlines tarafından gerçekleştirilen yönetimin etkililiğinin artırılması amacıyla Robert Blake ve Jane Mouton tarafından ortaya konulan bir sistem olup çalışmaya katılanların yönetim biçimini ortaya koymaya çalışılmıştır (Mengenci, 2014). Bu programda yoğun baskı ve otoriter davranış sergileyen kaptanların genç pilotlara karşı sergilediği davranışların sonucu oluşabilecek iletişim eksikliğini düzeltmeyi amaçlamıştır. NTSB (National Transportation Safety Board) bu süreci desteklemiş ve genç mürettebatın, özellikle de genç kaptanların karar verme konusundaki eksikliklerinin, 1978’deki United Airlines kazasına neden olan faktörlerden biri olduğunu tespit etti.

Birinci nesil EKY eğitimleri genellikle psikolojik test ve liderlik gibi genel kavramlara odaklanır. Bu eğitimlerde uygun davranış tanımlamaları yapılmadan kişilerarası davranışları yansıtan kokpit personeli tarafından genel stratejiler savunulmuştur. Çoğu eğitimde belirtilen kavramların daha net anlaşılabilmesi için havacılık dışı örneklerle

yer verilmiştir. Ancak bu eğitimler ilgili örneklerle planlandığından pilotlar arası iletişim kavramına ilişkin tek eğitimin EKY içeriği olduğu, bu nedenle eğitimlerin yıllık olarak tekrarlanması ve sektörden örneklerin verilmesi gerektiği belirlendi (İnan, 2018).

3.4.1.2. İkinci Nesil: Kokpit ve Kabin Kaynak Yönetimi

NASA'nın 1986 yılında düzenlediği bir başka seminerde ise "EKY dersleri havayolu şirketlerinin eğitim programlarının sıradan bir parçası olarak kalırsa, zamanla ortadan kalkacaktır" deniyordu (Helmreich vd., 1999). Ancak aynı tarihte EKY eğitimlerinin havayolu şirketleri tarafından da benimsenip yaygınlaştığı görüldü. Eğitimlerde alınan geri bildirimlerin de etkisiyle Delta Havayolları ile başlayan bir süreçte kısaltmadaki "kokpit" kelimesi önce "mürettebat" olarak değiştirilmeye başlandı (İnan ve Bükeç, 2020). Bu süreçte bireysel veya liderlik kavramından ziyade adından da anlaşılacağı gibi daha modüler ve takım odaklı müfredat benimsenmiştir.

3.4.1.3. Üçüncü Nesil: Hata Yönetimi Odaklı EKY

3. Nesil temel anlayışı EKY eğitimlerini teknik eğitimlerle birleştirerek bir yandan pilotlara liderlik eğitimleri giderek daha fazla verilerken aynı zamanda uçağın uçuşa hazırlanmasında ve emniyetli bir şekilde uçuşmasında rol alan bakım ekibi, hava trafik personeli, uçuş planlayıcıları için EKY eğitimleri yaygınlaşmıştır. Havacılık maalesef yaşanan kazalar sonrasında EKY konusunda bazı gelişmelere yol açmıştır. Örneğin, 1989 yılında İngiltere'de yaşanan kazada kabin ekibi hangi motorun yandığını bilmesine rağmen kokpit ekibi yanlış motoru durdurdu. Böylece, kazanın ardından kabin ekibine ana konuların "kişilik farkındalığı, insan hatası, bilgi edinme ve işleme, durumsal farkındalık, iş yükü yönetimi, stres, yorgunluk ve atılganlık" olduğu EKY eğitimlerinin verilmeye başlandığı anlaşıldı. Daha da önemlisi James Reason'un 1990'lı yılların başından itibaren literatüre kazandırdığı "organizasyon hatası" kavramı, güvenlik ve EKY eğitimlerinde yeni bir anlayışın geliştirilmesinin itici gücü olmuştur. EKY eğitimleri organizasyonel hatalar ve güvenlik kültürü gibi kavramlar temel alınarak genişletildi (İnan ve Bükeç, 2020).

3.4.1.4. Dördüncü Nesil: Bütünleştirme ve Usul Haline Getirme

Federal Havacılık İdaresi 1990 yılının başlarından itibaren uygulamaya koyduğu ileri yeterlilik programını başlatmıştır. Eğitimde elastikiyet sağlamak amacıyla program uygulayıcılarının hem EKY hem de uçuş hattı eğitimlerini birleştirerek personel eğitimindeki tüm ekipmanlar programa dahil edilmiş, EKY eğitimi ekiplerin simülatör eğitimlerindeki resmi değerlendirmenin yanı sıra denetleme ve sertifikasyon için zorunlu bir program haline gelmiştir (Terzioğlu, 2007) . Bu nesil eğitimler, EKY eğitimini tüm uçuş eğitimlerine dahil ederek insan hatasına çözüm getirmiştir (Mengenci, 2014).

3.4.1.5. Beşinci Nesil: Tehdit Değerlendirmesi ve Hata Yönetimi

5. nesil EKY, havacıların hata yapmasının normalleştirilmesinin diğer bir deyişle insan hatasının kaçınılmaz olduğunu kabul eder ve üç temel savunma hattı ile bu hatayı durdurmaya yönelik bir dizi önlem olarak tanımlanır. Birincisi hatanın oluşmasını önlemek, ikincisi başlamadan önce yeni başlayanları tahmin etmek veya aramak, üçüncüsü ve sonuncusu ise oluşan ve önleyemediği hatalarla ilgili sonuçları hafifletmektir. Böylece EKY, bir uçağın felakete neden olabileceği durumları başarılı bir şekilde çözmek için bir dizi etkili karşı önlem veya stratejiyi içeren bir metodoloji haline gelir. EKY kavramı beşinci nesilde ortaya çıkan hem hataların tespit edildiği hem de bunların nasıl yönetildiğine dair olumlu örneklerin nasıl daha verimli hale getirilebildiği bir olgu haline gelmiştir (İnan ve Bükeç, 2020).

Etkili bir EKY için gerekli beceriler aşağıda listelenmiştir (Mızrak ve Mızrak, 2020).

Durumsal farkındalık: Bu kavram, Oswald Boelke tarafından, I. Dünya Savaşı sırasında ilk kez düşmandan önce durumun farkında olmak ve böylece üstünlük kazanmak için kullanıldı. Oswald Boelcke, I. Dünya Savaşı sırasında 40'tan fazla zafer kazanan Alman havacılık tarihinin büyük pilotlarından biriydi. 1980'lere kadar akademik çevrelere çok fazla ilgi çekmeyen bu kavram, 1980'lerden beri yeniden tanıtıldı, özellikle hava trafik kontrolörlerinin durum hakkında daha iyi farkındalığa ihtiyaç duydukları anlaşıldığında ilgi çekmeye başlamıştır. Daha sonra iş güvenliği, insan hayatı ve uluslararası ilişkiler konusu olmuştur (Mızrak ve Mızrak, 2020).

Durumsal farkındalık öncelikle pilot ve hava trafik kontrolörlerinin farkındalıklarını artırmak için geliştirildi. Durumsal farkındalık, bir uçağın güvenli çalışmasını etkileyen tüm faktörlerin ve durumun operasyonel, teknik ve insanın bilinçli olarak tanınmasını içerir. Durumsal farkındalığı oluşturmak için insanlar sezgilerini ve bilinçaltını kullanarak dokunuş, işitme, koku, görme ve tat ile bilgi alır ve beyin tarafından algıyı oluşturur. Aynı zamanda algı sadece mevcut zamanın ürünü olmayıp o zamana kadar elde edilen deneyimlerin çıktısı olarak da tanımlanabilir (RAeS, 1999).

Durumsal farkındalığı sürdürmek için:

- Mevcut konum, muhabere, hava durumu ve diğer birçok faktöre karşı sürekli tetikte olmak,
- Tüm uçuş ekibi, sürekli değişen uçak performansını, çeşitli ipuçlarını, uçuş araçlarını, kendi gözlemlerini ve diğer veri kaynaklarını kullanarak birçok sisteme uyum sağlamak,
- Her pilot, uçağın içinde, çevresinde, uçuğu hava sahasında ve çevresinde büyük resim farkındalığı denilen olup biten her şeyin farkında olmak,
- Uçuş ekibi tüm bu parametreleri değerlendirebilmeli ve mevcut durum krize dönüşmeden doğru karar verme becerisine sahip olması gerekmektedir.

İletişim becerileri: İletişim becerisi etkili bir EKY'nin ön koşullarından biridir. Kabin içi iletişimin kesintisiz ve anlaşılır bir şekilde olmalıdır. 25 Ocak 1990'da Bogota'dan John F. Kennedy New York (JFK) uluslararası havalimanına kalkan Avianca Havayollarınınin AVA 052 sefer sayılı B707B sefer sayılı uçuşunda uçağın yakıtı bitip Long Island'a düştü. Uçak kaza kayıtları incelendiğinde bariz iletişim hataları olduğu görülmüştür. Özellikle uçuş ekibinin hava trafik kontrolörüne az yakıtlarının kaldığını ve hemen inmeleri gerektiğini söylemesi sırasında iletişim hataları yapıldı. Kazanın koşulları incelendiğinde kritik iletişim hataları olduğu görülmüştür (Terzioğlu, 2007). Kötü hava koşulları, hava trafik kontrolörü tarafından bir saat ve 17 dakika havada tutulmasına neden oldu. Üçüncü bekleme süresine kadar uçuş ekibi, hava trafik kontrolörüne uçağın beş dakikadan fazla havada kalamayacağına dair bildirimde bulunmadı. Yedek meydan olan Boston-Logan Uluslararası Havalimanı'na ulaşamadılar. JFK Havaalanını geçtikten sonra dört motor durdu ve uçak JFK Havaalanından 16 mil uzaklıkta düştü. NTSB olası bir kaza nedeni olarak, uçuş ekibinin yakıt yükünü doğru planlayamadığı ve yakıtları bitmeden acil

yakıt durumları hakkında hava trafik kontrolörüne bilgi verilmesinde iletişim eksikliği olduğunu gösterdi (Şenol ve Acar, 2020).

Aşağıdaki havacılık felaketleri yetersiz dil becerisine bağlı olarak iletişim eksiliğinden kaynaklanan ölümcül kazalar arasında adını duyurmuştur;

- 1977 Tenerife kazası 583 ölü, (Kontrolörlerin ana dillerinin İspanyolca olması Pan Am kaptanlarıyla anlaşmakta güçlük çekmelerine sebep olmuştur. Bu iletişim eksikliğinin dile dayalı sorunlarından) (Dönmez, 2016).
- 1981 Corsica 180 Ölü (belirsiz dil)
- 1983 Madrid 169 ölü (Hatalı iletişim prosedürü)
- 1995, Kolombiya 159 ölü (Kontrolörün İngilizce konuşamaması)
- 1996, Hindistan 349 ölü (Hintli kontrolör, Arap pilot, Kazak pilot, farklı aksanlardan dolayı iletişim eksikliği) (Erkan, 2016).

Takım Kaynak yönetimi: Takım Kaynak Yönetimi (TKY) hava trafik hizmetlerinin güvenliğini ve verimliliğini optimize etmek için mevcut tüm kaynakların bilgi, ekipman ve insanların en iyi şekilde kullanılmasına yönelik stratejiler olarak tanımlanır (Web 8, 2021). EKY gibi, TKY’de birçok operasyonel olayın insan performansındaki ve ekip çalışmasındaki başarısızlıklara kadar izlenebileceğinin kabulüne dayanır.

TKY, esasen insanların hataya eğilimli olduğumuzu anlamamıza yardımcı olan bir felsefedir. Daha fazla ve daha iyi güvenlik ağları oluşturmamıza yardımcı olacak, her birimizin kendi ekibimizde ve içinde bulunduğumuz daha büyük havacılık ekibinde daha iyi ve yapıcı bir rol oynamamıza yardımcı olacak bir felsefedir. Sonuç olarak, TKY, profesyonel ATM (Air Traffic Manager) gruplarının her biri için bilgi, tutum ve davranış geliştirmede etkili programlar uygulayarak ATM sistemlerini yaygın bir sistem arızası nedeninden koruyan bir güvenlik yönetimi müdahalesidir.

Liderlik: Her alanda olduğu gibi havacılık sektöründe de liderlik ve yönetsel tutumların çalışanların performansını etkilediği bilinmektedir. Bu noktada uçuş ekiplerinin verimliliğini artırmak, havacılıkta insan faktörünün önemini fark etmek ve olası hataları azaltmak amacıyla mürettebat kaynak yönetimi uygulamaları önemli bir şekilde yürütülmüştür (Kutlu ve Başdemir, 2022).

Havacılıkta liderlik uçuş ekibi ve yolcuların güvenliğini sağlayabilmek adına kısa sürede doğru ve hızlı karar alması gerekmektedir. Aynı zamanda ekip üyeleri arasında

uyum ve iş birliğini temin etmelidir. EKY’de liderliğin, etkili karar verme için yüksek sorumluluk gerektiğinin farkında olmalıdır. Güvenli bir uçuş için liderler aşağıdaki rehberi mutlaka takip etmelidir.

- Bilgi akışını düzenleme
- Mürettebatın görevlerini yönlendirmek ve koordine etme
- Mürettebatı motive etme
- Karar verme

Karar verme: Bir pilot ne kadar deneyimli ve bilgili olursa olsun, koşullar izin verirse, ekibin karar vermesi, kararının doğruluğu açısından üstün olabilir. Ekip tarafından verilen bir karar birden fazla kişinin kararıdır. Kaptan karar vermekten sorumlu kişi olmasına rağmen, ekibin kaptanın kararlarını desteklemesi doğruluğunu güçlendirecektir. Takımlar bireylerden daha iyi kararlar verebilir (Mızrak ve Mızrak, 2020).

3.4.2. Bakım Kaynak Yönetimi

1990’lı yıllardan sonra bakım kaynaklı kazaların meydana gelmesi sonucu gündeme gelmiştir. Ekip Kaynak Yönetiminden evrilerek uçağın emniyetli bir şekilde uçuş ekibine teslim edilinceye kadar süreçte rol alan tüm personeli kapsamaktadır. Bunlar yöneticiler, teknisyenler, uçuş hattında görevli personellerdir. Bakım Kaynak Yönetiminin amacı uçak bakımında insan faktörünün önüne geçerek meydana gelmesi muhtemel kazaları engellemek ve bakımda emniyet kültürü oluşturarak çalışanlar arasında koordinasyonu sağlayarak durumsal farkındalığı arttırmak ve aynı zamanda çalışanların psikolojik sınırlarını tanımaktır (Çoban, 2017a). Aynı şekilde, herhangi bir BKY programının amacı, iş performansını ve güvenliğini sürekli iyileştirmektir. BKY programları bunu, gelişmiş koordinasyon, iletişim ve artan farkındalık yoluyla bakım hatalarını azaltarak yapar.

3.4.2.1. BKY Tarihsel Gelişimi

Kokpitteki mürettebat kaynak yönetimi düzenli olarak tartışılan bir konu olmasına rağmen, bakımla ilgili karşılığına nispeten az ilgi gösterilmiştir.

Oysa bir pilot veya pilot hataları anında ve oldukça görünür olabilir fakat bakıma dayalı bir hata için aynı etki söylenemez. Bu nedenle, ekip faaliyetlerine yönelik havacılık araştırmaları ilk olarak hava mürettebatı araştırmalarından gelişmiştir.

Bakım kaynaklı kazaların artmasından sonra BKY'nin önemi artmış olup havacılık topluluğu, insan hatasını azaltmaya yönelik yaklaşımını genişletti. İnsan faktörleri programları artık sadece uçuş ekibini değil, havacılığın bir insanın dahil olabileceği tüm yönlerini kapsamaktadır.

1990'da Pan American World Airways, yalnızca daha fazla çalışanı işe alarak değil, aynı zamanda kokpitte etkili olduğu kanıtlanmış iddialı ve açık iletişim teknikleri konusunda bakım yönetimini eğitmeye başlayarak, yaşlanan uçak gündemine hitap etmiş ve ilk BKY programları, 1980'lerin sonunda ve 1990'larda, yönetim felsefelerinin sürekli kalite iyileştirmelerine odaklanan dahili ekipler veya ortaklıklar yoluyla karlılığı artırmaya daha fazla önem vermesiyle başladı. Bundan dolayı EKY tekniklerini bakıma uygulayan ilk havayollarından biri Pan American World Airways'dir (Siddiqui vd., 2012).

3.4.2.2. BKY Konsepti

BKY bir eğitimden daha fazlasını içerse de eğitim programın üzerine inşa edildiği temeldir. BKY eğitimi bakım teknisyenlerine hem teorik hem de uygulanan bakım personeline özgü kavramları öğretir. Yönetimin pozitif bir güvenlik kültürüne yönelik olan bağlılığı, bakım personelinin öğrendikleri kavramları uygulamaya koymasını sağlar. EKY eğitimine aşina olan insanlar, BKY eğitiminde öğretilen becerilerle benzerlikler görecektir. Bu benzerlikler çoğunlukla iletişim, ekip oluşturma, iş yükü yönetimi ve durumsal farkındalık gibi kaynak yönetiminin geniş alanlarında bulunmaktadır. Ancak BKY, bakım topluluğunun benzersiz taleplerine uyacak şekilde uyarlanmıştır; içeriği özellikle sorunlarını ele alır.

Tipik bir BKY eğitimleri aşağıdaki bileşenlerden oluşur. Bunlar; İnsan faktörleri bilgisi, temel insan faktörleri sorunlarını tanımlamak ve anlamak, insan hatalarına katkıda bulunan nedenleri tanımak, iletişim becerileri, takım becerileri ve durumsal farkındalıktır (Sian vd., 1996).

3.4.2.2.1. İnsan Faktörleri Bilgisi

Bakım işlemini sistem olarak anlamak. Bakım operasyonunun sistemik doğasının anlaşılması, kişinin bireysel eylemlerinin tüm organizasyonu nasıl etkilediğini anlamak için hayati önem taşır. İnsan faktörleri eğitimleri havacılık eğitimlerinin temelini oluşturur.

3.4.2.2.2. Temel İnsan Faktörleri Sorunlarını Tanımlamak ve Anlamak

BKY eğitimi sırasında temel insan faktörleri kavramları da öğretilmektedir. Bu kavramlar tipik olarak insan algısı ve biliş, işyeri ve görev tasarımı, grup davranışlarını içerir. Bununla birlikte, bu liste kapsamlı olmaktan uzaktır ve öğretilen kavramlar her bir kitlenin ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde uyarlanmalıdır.

3.4.2.2.3. İnsan Hatalarına Katkıda Bulunan Nedenleri Tanımak

İnsan hatasının nedenleri tanımak BKY eğitiminin temel bir bileşenidir. Bakım personeli, gelecekte proaktif olarak önlenmeyi veya yönetmeyi öğrenebilir. Reason'ın İsviçre peyniri modeli, insan hata teorisi için iyi bir temel sağlar. Bununla birlikte, “kirli düzine” gibi diğer birçok insan hatası modeli mevcuttur. Bunlar BKY eğitiminde kullanım için de uyarlanabilir.

3.4.2.2.4. İletişim Becerileri

İletişim hem EKY hem de BKY'nin belkemiği olmaya devam etmektedir, ancak her çalışma ortamında iletişimin belirli yönleri farklıdır. Mekanik, mürettebat liderleri, amirler ve denetçilerin hepsi etkili bir şekilde iletişim kuracak bilgi ve becerilere sahip olmalıdır. 1974 yılında yaşanan ve 538 kişinin ölümüyle sonuçlanan Tenerife kazasının sebeplerden biri de iletişim eksikliğidir. Eksik iletişim aşağıdaki istenmeyen sonuçlara yol açabilir.

- İş ve performans kalitesi azaltılabilir,
- Önemli bilgiler iletilmediğinden veya mesajlar yanlış yorumlandığı için hatalar meydana geldikçe zaman ve para kaybedilebilir.

- Yanlış iletişim hayal kırıklığına ve yüksek stres seviyelerine neden olabilir.

Çoğu insan iletişimi sözlü iletişim ile ilişkilendirir. Bakım personeli için iletişim, takımlar arası sözel etkileşimden çok daha fazlasını kapsar. İletişim sadece yüz yüze etkileşimi değil, aynı zamanda bakım kartları, prosedür belgeleri ve günlük evrak işlerini de içerir. Buna ek olarak, bakım belirli ekiplerden bağımsız olarak devam eden bir süreç olduğundan, özellikle vardiyalar arasında takımlar arası iletişim son derece önemlidir. Bu şekilde, eş zamansız iletişim (yanıtlar arasında bir zaman gecikmesi olan iletişim) gerçek zamanlı, senkron iletişimden daha fazla kullanılır.

3.4.2.2.5. Takım Becerileri

Takım becerileri ve koordinasyon BKY konseptinin hayati bir parçasıdır. Takım becerilerindeki yetkinlik, teknik becerilerdeki yetkinlikten bağımsız olma eğilimindedir, ancak her iki beceri de nihai hedefe ulaşmada eşit derecede önemlidir (FAA, 2000). Ne yazık ki, kuruluşlar bu takım becerilerini resmi olarak öğretmek için nadiren zaman ve kaynaklar ayırmaktadırlar. BKY eğitimi, bakım kuruluşlarının bunu başarmasını sağlar.

Birincisi, takım büyüklüğü bir takımı oluşturan önemli bir konudur. Açıkçası, takımlar birden fazla kişiden oluşur. Daha fazla insanın eklenmesi, takım performansında bir artış anlamına gelmez. Ek ekip üyeleri, ekibin hedeflerine ulaşma konusunda tüm ekip üyelerinin zaman ve kaynakları harcama ihtiyacını artırır. Birçok üyeli bir ekip, ekibin birincil hedefinden farklı, hatta karşıt hedeflere sahip olan alt gruplar veya ikilikler yaratabilir. Bu anlamda, daha fazla insan eklendikçe performans getirisi önemli ölçüde azalır.

Belirli bir görev için, işi yapabilen optimum sayıda insan vardır; Daha fazla veya daha az insan performans kaybına neden olacaktır. İkincisi, bir takım birleşik bir hedef veya hedefe ulaşmak için birlikte çalışır. Bu hedef bir motor değişikliği veya ağır bakım kontrolü yapmak olabilir. Bir uçağın onarımı çok sayıda adımdan oluştuğu gibi, bir ekibin nihai hedefinin de alt hedeften oluştuğu anlaşılmalıdır. Ekibin nihai hedefine ulaşmak için her alt hedefin gerçekleştirilmesi gerekir.

3.4.2.2.6. Durumsal Farkındalık

Durumsal farkındalık, BKY'nin temel kavramlarından biridir. Tipik olarak, durumsal farkındalık bireysel bakım personeli açısından düşünülmektedir. Buna ek olarak, durumsal farkındalık, zihinsel uyarılma ve uyanıklık gibi diğer ilgili kavramları da kapsar. En yaygın bakım hatalarının çoğu, farklı bireyler arasında, genellikle farklı ekipler veya vardiyalar arasında durumsal farkındalık kaybını içerir. Takım durumsal farkındalığı kavramı, işle ilgili önemli koşullar ve olaylar hakkında toplu bir farkındalığı korumakla ilgilidir.

Bakım ortamında ekip durumsal farkındalığını artırmak için beş unsur ve faaliyet gereklidir (FAA, 2000). Bunlar:

- Paylaşılan zihinsel modeller.
- Kararların sözlü ifadesi,
- Daha iyi ekip toplantılar,
- Takım çalışması ve geri besleme,
- Bireysel durumsal farkındalık eğitimi.

BKY, stres faktörlerinin tanınmasını ve azaltılmasını vurgulamalıdır. Bakım personeli çok çeşitli fiziksel aktiviteler gerçekleştirir. Bazı rahatsızlıklar stres faktörleri haline gelir, çünkü bu fiziksel aktiviteler tarafından ağırlaştırılırlar. Bakım personeli sırt ağrısı, işitme hasarı, tehlikeli kimyasallara ve diğer çevresel koşullara maruz kaldığı için bu durumlara karşı savunmasızdır. Bu nedenle etkili bir BKY programı temel ergonomi (ne ve nasıl kaldırılacağı, çalışma alanı gereksinimleri, sıcaklık, gürültünün etkileri vb.) eğitimi sağlamalıdır. Buna ek olarak, etkili bir BKY eğitim programı bakım personeline bu sorunların nasıl değerlendirileceğini öğretmeli, onlara duyarlılığını yargılayacaklarını ve bu sorunların sonuçta refahı ve performansı nasıl etkileyeceğini belirlemelidir.

Bilişsel ve duygusal stres faktörleri, işlerine bakılmaksızın tüm insanlar için mevcuttur. Öne çıkan bilişsel ve duygusal stres faktörleri, rahatlık ve yorgunluktur.

Rahatlık: Basitçe söylemek gerekirse, halinden memnun bir kişi bir görevi yerine getirirken dikkat etmez. Bu da hatalara yol açar. Rahatlık bir dizi faktör tarafından desteklenir, ancak üç birincil faktör şunlardır:

- Tükenmişlik,
- Aynı anda çok fazla şey olması
- Çok az şeyin meydana gelmesi,

Yorgunluk, bir kişinin etkili bir şekilde çalışma yeteneğini bozar. Yorgunluğun bir nedeni uyku yoksunluğudur. Uyku yoksunluğunun bazı etkileri reaksiyon süresi, bozulmuş kısa süreli bellek, azalmış uyanıklık, azalmış motivasyon, artan sinirlilik ve diğerleri arasında yapılan hata sayısında bir artıştır. Uyarılara, hatta tehlikeli olanlara bile göre hareket etmemesi de yorgunluğun yaygın bir sonucudur.

Zihinsel iş yükü, kişinin dikkat etme yeteneğini de etkiler. Birincisi, bir kişi sınırlı zihinsel kaynaklara sahiptir. Aynı anda çok fazla şey oluyorsa, bu kişi dikkatini bir görevden diğerine yönlendirmelidir yoksa bu durum dikkatin ve/veya seçici odağın azalmasına yol açar. Bir diğer durumda ise, bir kişinin yapacak çok az işi olabilir ve bu durum sıkıcı olabilir ki bu durumda da dikkat dağılabilir. Ya da bir görev bir kişi tarafından daha önce yüzlerce kez yapıldığından rutin halini almıştır ve bu durum o kişinin gereğinde fazla rahat davranmasına sebep olabilir. BKY eğitimi, bakımdaki rahatlığın ve insan hatası üzerindeki etkisinin doğrudan ele alınabileceği şekilde yapılandırılmıştır.

Liderlik: Geçmişte, çoğu insan liderlik yeteneğinin bir kişinin doğal bir özelliği olduğunu düşündü. Liderlik, bir kişinin kişiliğinin mantıklı bir büyümesi olarak görülüyordu. Bugün liderlik, bir özellik açısından daha az ve daha fazlasını yönetilen grubun bir fonksiyonu olarak tanımlamaktadır. Liderliğin, bireysel organizasyon bileşenlerinin yönetilmesinin yanı sıra kuruluştaki diğer gruplarla etkileşimlerini içerdiği görülmektedir.

Liderliğin birçok yönü vardır. En basit haliyle liderlik, grup üyelerinin faaliyetlerini yönlendirme ve koordine etme ve onları bir ekip olarak birlikte çalışmaya teşvik etme yeteneğidir. Bir grubun kaynaklarını kontrol edebilecek bir konumda olmayı içerir. Bir bakım vardiyası süpervizörünün, insanların görevlerini atama, departman bütçeleri belirleme ve hatta hangi uçaklara servis edileceğini belirleme söz konusu olmadığı takdirde liderlik etmesinin ne kadar zor olacağını düşünün. Liderliğin tanımı artık eskiye göre çok daha karmaşıktır (FAA, 2010).

İki spesifik liderlik tipi vardır bunlardan biri otoriter liderlik diğeri ise eşitlikçi liderliktir. Eşitlikçi lider her bir ekip üyesine takım süreçlerine katılmasına izin verir. Bununla birlikte, katılımcı lider nihayetinde ekibin eylemlerine karar verebilir, ancak ekip üyelerinin deneyimini, bilgisini ve tercihlerini dikkate alır. Otoriter bir lider, takım üyelerinden çok az girdi ile eylemi ve ekibin seyrini belirler. Katılımcı bir lider, ekibin harekete geçmesine yardımcı olmak için üye katılımını ve girdisini teşvik eder.

Bir liderlik biçiminin başka bir formdan daha iyi olup olmadığını sorulabilir. Bu sorunun cevabı genellikle ekibin organizasyonuna ve gerçekleştirilen göreve bağlıdır. Örneğin, oy kullanıldığı ve iş gününün her küçük ayrıntısında ankete katılan her ekip üyesinin görevlerini zamanında gerçekleştiremeyeceği aşıkardır. Bununla birlikte, herkesten girdi talep edemeyen aşırı yetkili bir amir veya yönetici, serbest fikir akışını bastırabilir ve güvenliği olumsuz etkileyen ekip faaliyetlerini dikte edebilir. İyi liderlik, ikisi arasında dengeleyici bir eylemdir.

3.4.2.3. BKY Eğitiminin Uygulanması

Bir eğitim programının uygulanması hem basit hem de karmaşık görünmektedir. Bir yandan her gün eğitim programları uygulanırken öte yandan yukarıda özetlenen yönergeler, doğru uygulamanın, her biri diğerrinin üzerine inşa edilen çeşitli görev ve alt görevlerden oluştuğunu göstermektedir. Ancak geliştirme, uygulama ve değerlendirme gibi temel bölümlere ayrıldığında eğitim karmaşık değildir. Yalnızca çeşitli görevleri yönetme becerisi ile bu görevleri bir bütün olarak algılama becerisi gerektirir.

Gelecek aylarda eğitimin nasıl değerlendirileceğini akılda tutmak, programın ilk tasarımında yardımcı olacaktır. BKY'nin bir eğitim programı veya onun parçalarından daha fazlası olduğu da unutulmamalıdır. Örneğin, insan Faktörleri kursu oluşturmanın ayrıntılarına takılıp kaldığınızda bunu unutmak kolaydır. BKY, kişinin işini nasıl yapacağına dair düşüncesinde bir değişimi temsil eder. Bireyleri güvenlikten kişisel olarak sorumlu hissetmeye teşvik eder ve onlara bu yolda ilerlemeye başlamaları için gerekli araçları sağlar. Bu amaçla BKY eğitim programı geliştirilirken ve uygulanırken bütünsel bir yaklaşım benimsenmelidir. Kalitesiz malzeme ve yetersiz kaynaklarla yarım yamalak yapılmamalıdır.

BKY'nin etkililiği mutlaka bir eğitim programında yer almaz; eğitim programı yalnızca BKY araçlarını sağlar. BKY'nin tamamen etkili olabilmesi için çalışanların bu araçları kullanmaya teşvik edilmesi, bu araçları kullanabileceklerine inanmaları ve bu araçların fark yarattığının gösterilmesi gerekir. Bu, BKY'nin temel felsefesi olmaya devam etmektedir.

3.4.3. EKY VE BKY Arasındaki Farklar

EKY ve BKY eğitimlerinin her ikisi de yapılan işteki insan faktörüne, tanımlanan insan hatalarının giderilmesi için eğitime, çalışan davranışlarına ve hataya sebep olacak faktörlerin azaltılmasına ve önlenmesine vurgu yapar (Çoban, 2017a). EKY ve BKY arasındaki benzerliklere rağmen bunlar iki ayrı programdır. Eğitim popülasyonu, bilgi ve beceri setleri ve hatta temel görevlerdeki farklılıklar, EKY'yi tamamen benzersiz bir girişim haline getirmektedir. EKY ve BKY hem amaç hem de kapsam açısından benzer olsa da hem hedef kitlelerinde hem de hitap ettikleri iş görevlerinde farklılıklar vardır. Uçuş ekipleri, bakım personeline göre daha homojendir. Öte yandan teknisyenlerin eğitimleri ve deneyimleri açısından büyük farklılıklar vardır. Bakım görevlerinin doğası, EKY ve BKY eğitimi arasındaki önemli farklılıkları belirler. Örneğin, bakım ekipleri sıklıkla zaman ve mekân nedeniyle birbirlerinden ayrılırlar (örneğin, ayrı vardiyalar veya atölye vb.). Bu nedenle, bakım personeline sistematik bir bakış açısı öğretmek için daha fazla çaba harcanır, böylece bireysel bakımlarının nasıl yapıldığını daha iyi öğrenebilirler. Eylemler bir bütün olarak bakım işlemlerine uyar. Konu üzerinde daha dikkatli düşünüldükçe daha fazla farklılık ortaya çıkıyor. Aşağıda her birinde öğretilen temel beceriler açısından EKY ve BKY'nin nasıl farklılaştığına dair bir örnekleme yer almaktadır. İnsan hatası ve nedenlerinin tartışılması, güvenlik odaklı herhangi bir programın önemli bir bileşeni olmaya devam etmektedir. İnsan hatasına ilişkin temel kavramların öğretilmesi, kursiyerlere gelecekteki hataları azaltacak veya önleyecek araçları sağlar.

Tablo 3.1: EKY ve BKY arasındaki farklar (Sian vd., 1996).

EKY VE BKY ARASINDAKİ FARKLAR	
EKY	BKY
Uçuş mürettebatı hataları, sonuçlarının aciliyetinden dolayı sıklıkla aktif arızalar olarak sınıflandırılır. Bu, hatalardan kaçınma ve önleme konusundaki sonraki eğitimin odağını etkiler.	Bakım teknisyenleri hataları, kamu güvenliği açısından düşünüldüğünde çoğunlukla gizli hatalar olarak sınıflandırılır. Bir teknisyen eylemlerinin “gecikmesi”, gelecekte hatalardan kaçınmak için teknisyenlerin nasıl eğitilmesi gerektiğini etkiler.
EKY eğitimi, insan faktörleri eğitiminin psikomotor yönlerini vurgular. Bu, uçağın pilotluğunda zihinsel iş yükü ve reaksiyon süresi gibi şeylerin acil etkileri (aktif hatalar) dikkate alındığında anlamlıdır.	Gizli hata potansiyeli nedeniyle, EKY eğitimi, havacılık bakım operasyonlarının sistematik bir perspektifine daha fazla önem vermektedir. Bu nedenle EKY, kaynak yönetiminde sosyal ve organizasyonel faktörleri insan mühendisliği kaygılarından daha fazla vurgular.
Uçuş operasyonlarının çoğu senkronize, “yüz yüze” iletişimlerle karakterize edilir. Hava Trafik Kontrolü (ATC) ile iletişim radyo aracılığıyla olmasına rağmen, bu iletişimler bile anında etkileşimden yararlanır.	Bakım operasyonları sıklıkla teknik kılavuzlar, notlar, tavsiye genelgeleri, uçuşa elverişlilik direktifleri, çalışma kartları ve diğer acil olmayan formatlar gibi eş zamanlı olmayan iletişimlerle karakterize edilir. Bu şekilde teknisyenler, uçuş ekipleri için mevcut olan bazı sözlü olmayan iletişim ipuçlarından mahrum kalır. Bu nedenle BKY’de eş zamanlı olmayan iletişim konusunda eğitim gereklidir.
Uçuş ekipleri çoğunlukla doğası gereği homojendir. Mürettebat üyelerinin çoğu bakım ekibindeki meslektaşlarına göre eğitim ve deneyim bakımından benzerdir	Teknisyenler, deneyim ve eğitim açısından çeşitlilik gösterir. Bu, bakım personeline ekip çalışması becerilerini aşılayanlar için yeni zorluklar yaratır. İyi bir BKY programı bu konuyu ele almalı ve buna göre uyum sağlamalıdır.

Devam

Uçuş ekiplerinin genellikle küçük (2-3 kişi) olması ve hepsinin aynı kokpitte bulunması nedeniyle, EKY'deki ekip davranışı eğitimlerinin çoğu, ekip içi (mürettebat içi) ekip becerilerini vurgular.	Bakım operasyonları, ayrık görevler üzerinde çalışan büyük ekiplerle karakterize edilir. Ayrıca bir bakım görevi, her birinin kendi sorumluluklarına sahip birden fazla ekibin kullanılmasını gerektirebilir. Bu nedenle BKY, ekipler arası (ekipler arası) ekip çalışması becerilerine eşit derecede önem verir.
Bilişsel ve duygusal göstergelerin yanı sıra, EKY'deki stres faktörlerinin tanınması, tepki süresi ve algısal yetenekler gibi psikomotor becerileri de içerir.	BKY, kişinin duygusal durumunun insan performansı üzerindeki etkilerine ek olarak, esas olarak bakım işinin konum ve faaliyet aralığı açısından yoğun fiziksel talepleri nedeniyle kaba fiziksel becerilere de vurgu yapar. Bu, çalışan sağlığı ve işyeri ergonomisi gibi kavramları kapsar.
Ekip çalışması konularına benzer şekilde, EKY'deki liderlik becerileri de çoğunlukla ekip içi davranışlara veya "ekibe nasıl liderlik edileceğine" ve aynı zamanda takip becerilerine odaklanır. Uçuş sırasında ekipler arası etkileşim bir miktar sınırlıdır.	Amirler veya takım liderleri rutin olarak organizasyonun birçok noktası arasında aracı olarak görev yaptığından, teknisyen liderleri sadece takım içi davranışlarda değil, aynı zamanda takım dışındakileri (diğer vardiyalardan personel, yakın çalışma grubu dışındaki yöneticiler vb.) idare etme konusunda da yetenekli olmalıdır.
Uçuş ortamı hızla değişmektedir ve aktif arızaların oluşmasına zemin hazırlar. EKY'deki durum farkındalığı bu hataları önleyecek şekilde tasarlanmıştır. Simülasyonlar, uçuş mürettebatına gelecekteki durum farkındalığını artırmak için gerçek zamanlı, simüle edilmiş ipuçları sağlar.	Bakım ortamı, yoğun olmasına rağmen, uçuş operasyonlarına göre yavaş yavaş değişmektedir. Teknisyenlerin, kişinin hatalarının sonuçlarını saatler, günler ve hatta haftalar boyunca tahmin edebilme yeteneğine sahip olması gerekir. Bunu yapmak için, öğretilen durum farkındalığı ipuçlarının, BKY'ye özgü simülasyonlar kullanılarak teknisyen ortamına uyacak şekilde uyarlanması gerekir.

4. YABANCI MADDE HASARI VE İNSAN FAKTÖRÜ: CONCORDE UÇAK KAZASI

Bu bölümde Concorde kazası, hava aracı kazalarında insan faktörlerini sınıflandırmada yaygın olarak kullanılan HFACS modeli çerçevesinde ele alınacaktır. HFACS sadece havacılık sektöründe değil denizcilik, demiryolu kazaları, madencilik ve sağlık sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır (Dönmez ve Uslu, 2018). Emniyet ve güvenliğin önem arz ettiği diğer sektörlerde de kullanılması sebebiyle çalışmada HFACS modeli seçilmiştir.

4.1. Kazanın Analizi

25 Temmuz 2000 kaza sonrası The French Bureau Enquêtes-Accidents (BEA) tarafından yayımlanan rapora göre (BEA, 2000) uçak normalden biraz fazla yüklenmişti. Concorde uçağının maksimum kalkış ağırlığı 185.070 kilogramdır. Kazanın gerçekleştiği uçağın sevk kağıdında (dispatch form) 184, 880 kg olarak belirtiliyordu. Müfettişler, kalkış ağırlığının 185.880 kilogram (409.791 pound) olduğunu tahmin ettiler. Fark, öncelikle taksi sırasındaki yakıt tüketimi tahminlerinden kaynaklanıyordu: Sevk formu, taksi sırasında 2.000 kilogram (4.409 pound) yakıt tüketileceğini gösteriyordu; müfettişler, taksi sırasında 1.000 kilogram (2.205 pound) yakıt tüketildiğini tahmin ediyordu. Raporda, bu fazla ağırlığın kalkış performansı üzerindeki herhangi bir etkisinin göz ardı dileyebilir düzeyde olduğu belirtildi.

Raporda, bundan birkaç saniye sonra, sol ana iniş takımlarındaki 2 numaralı lastiğin (sağ ön), beş dakika önce havalanan bir uçağın kaybettiği bir metal parçasının üzerinden geçmesi sonucu tahrip olduğu belirtildi. Lastiğin tahrip olması büyük olasılıkla sol kanadın alt tarafına büyük lastik parçalarının fırlamasına ve 5 numaralı deponun bir kısmının kırılmasına neden oldu. (5 numaralı depo, Concorde'daki 13 yakıt deposundan biridir.) Kalibre edilmiş hava hızı, lastik patladığında 175 knot'dı. Rapora göre yangın başlamadan önce tanktan piste büyük miktarda yakıt sızmıştır. Görgü tanıkları patlamalar duydu ve sol motor kaportası ile gövde arasında sol kanadın altında kalın siyah duman ve alevler gözlemledi.



Şekil 4.1: Concorde uçağı kalkışı (Web 9, 2010)

Mürettebat, uçuş fazına geçtikten sonra zihinsel olarak rotasyon için hazırlandığı bir uçuş aşamasında bununla yüzleşmek için önceden belirlenmiş bir çözümü olmayan, tamamen bilinmeyen, son derece dinamik bir durumdu. Bu istisnai ve bilinmeyen ortamda, mümkün olan en kısa sürede kalkış kararı zorlayıcı hale gelmiş gibi görünüyor.

Kaza sırasında uçuş ekibi tarafından:

- İkinci pilot “Dikkat” dedi
- Uçuş mühendisi daha sonra, kokpit ses kayıt cihazı (CVR) kaydından kesin olarak yazıya dökülmeyen bir ifade verdi; rapor, ifadenin ‘dur’ olabileceğini söyledi.
- Aşağı yukarı aynı zamanda, kontrolör, “Concorde sıfır dört beş dokuz sıfır, alevleriniz var arkanızda alevler var” dedi. Yardımcı pilot, kontrolörün iletimini onayladı.

Birkaç saniye sonra, CVR kimliği belirsiz bir kaynaktan bir radyo yayını kaydetti:

- “Gerçekten yanıyor ve motorlardan geldiğinden emin değilim.” Raporda, bu iletinin kalkış için bekleyen başka bir uçağın uçuş ekibi üyesi tarafından yapılmış olabileceği söylendi.

- Saat 16.43:20'de uçuş mühendisi "İkinci motor arızası" dedi. İki saniye sonra sesli motor yangın uyarısı etkinleştirildi ve uçuş mühendisi, "İkinci motoru kapatın" dedi. Kaptan daha sonra yardımcı pilota ve uçuş mühendisine motor yangın prosedürünü yürütmelerini söyledi ve 2 numaralı motor gaz kolu 'STOP'a getirilerek 2 numaralı motor yangın kolu çekildi.
- Saat 16.43:27'de 2.pilot "Hava hızına dikkat" dedi ve hava hızı o anda 200 knot'ı gösteriyordu.
- Saat 16.43:30'da Kaptan, ikinci pilota "İniş takımlarını kapat" komutu verdi. Bu sırada uçak yerden 100 feet yukarıda ve dakikada 750 feet ile tırmanmaya devam ediyordu.
- Saat 16.43:31'de hava trafik kontrolörü "Arkanızda güçlü bir alev var, piste dönmek için önceliklisiniz" komutu vermiş ve 2.pilot tarafından söz konusu çağrı alınmıştı.
- Saat 16.43:39'da kaptan ikinci pilota yeniden "İniş takımlarını kapat" komutu vermiş, rapora göre ikinci pilot "deniyorum" diyerek karşılık vermiştir.
- Saat 16.43:46'da kaptan uçuş mühendisine "2 numaralı motorun kapatıp kapatılmadığını" sordu, uçuş mühendisi ise kapattığını belirtmiştir.
- Saat 16.43:49'da 2. pilot hava hızı uyarısını tekrar yaptı bu sırada hava hızı 200 knot'tı fakat normal tırmanma hızı 220 knot olmalıydı.
- Saat 16.43:56'da 2.pilot tarafından "İniş takımı kapanmıyor" uyarısı gelmiştir. Rapora göre sol ana iniş takımı lastik patlamasının ve alevin etkisiyle alınan hasardan dolayı kapanmamıştır.
- Saat 16.44:11'da 1 numaralı motor dalgalanma sonrası normal itiş gücüne ulaşmış fakat hızlı bir şekilde yavaşlayarak güç kaybı meydana gelmiştir.
- Saat 16.44:18'de kontrolör tarafından "Uçak ve yangınla mücadele ekibinin 9 numaralı pist için hazır" olduğunu bildirdi fakat 2.Pilot "Olumsuz, Le Burget Havaalanını deniyoruz" diyerek karşılık vermiştir. (Le Burget Havaalanı Charles de Gaulle havaalanına yaklaşık olarak 7 kilometre uzaklıkta bulunmaktadır.)
- Saat 16.44:17'den 16.44:29'a kadar uçağın hücum kenarı 12 dereceden 25'ye yükselmiştir, gaz kolunun 'IDLE'a alınma sesi CVR kayıtlarında tespit edilmiş olup 3 ve 4 numaralı motorlarda itiş gücü hızlı bir şekilde düşmüştür. Bu aşırı koşullarda, yanal asimetri ve itme asimetrisi kombinasyonu ve bir alçalma ile telafi edilemeyen

büyük sürtünme/itme dengesizliği kontrol kaybına yol açtı. Bu kontrol kaybı muhtemelen yangının neden olduğu yapısal hasarla hızlanmışır (BEA, 2000).

Uçak 26R pistinin eşiğinin yaklaşık 9.5 kilometre güneybatısındaki araziye çarptı. Raporda, uçağın bir otele çarptığı ve neredeyse tamamen yerle bir olduğu, mürettebatın tamamı kalkış pozisyonlarında, yolcular ise uçağa binerken tahsis edilen koltuklarda bulundu, denildi. Koltuklar parçalanmıştı. Tüm emniyet kemeri takılıydı. Kazanın koşulları ve uçağın aldığı hasardan dolayı kazadan kurtulmak mümkün değildi.

43 cm uzunluğunda ve yaklaşık 3 cm genişliğinde olan metal parça kazadan sonra pistte bulundu. Rapora göre paslanmaz çelik olan metal parça Continental Havayollarına ait olan ve Concorde'dan 5 dakika önce kalkış yapmış olan McDonnell Douglas DC-10 uçağının solunda bulunan 3 numaralı motorun "Fan Reverser" kapağından düşmüştür. Rapora göre Fan Reverser kapağı kapandığında metal parçayı görmek hemen hemen imkânsız hale gelmiştir.

CMO (Certificate Management Office) DC-10 uçağının (Concorde'dan 5 dakika önce kalkan uçak) aşınma şeridinin değiştirilmesiyle ilgili olan her teknisyeni de araştırdı. Bugüne kadarki tek bulgu, bir teknisyenin kayıt defterinde uygunsuz bir manuel referans yapmış olmasıydı. Teknisyen ve Continental Havayolları hakkında idari işlem başlatıldı. Continental Havayolları bir iç soruşturma yürüttü ve tüm DC-10 filosunu aşınma şeridinin doğru takılması açısından inceledi.

BEA raporuna göre, eksik şeride bitişik şerit üzerindeki aşınma seviyesi, üreticinin izin verdiği toleransın büyük ölçüde üzerindeydi. Ayrıca düşen şeritle benzer bir şeridi karşılaştırarak, "bir perçinin eksik olduğu, şeridin bükülmüş olduğu ve orijinal parçaya kıyasla bu şerit çok uzundu. Paris pistinde bulunan şeridin, Concorde felaketinden 16 gün önce, Houston'daki onarımlar sırasında DC-10'a takılmış olduğu tespit edilmiştir. Soruşturma raporunda, Houston'da takılan aşınma şeridinin üreticinin teknik özelliklerine uymadığını belirtilmiştir.

Raporda, motor kaportası desteğinin 37 delikle açıldığı, oysa şeridin takılması için yalnızca 12 delik gerektiği belirtildi. Houston'da normalde bu operasyon için kullanılmayan bir yapıştırıcı ile birlikte titanyum bir parça kullanıldığı da belirtilmiştir.

Sonuç olarak BEA, Continental Havayolları'nın bakım denetimlerinin FAA tarafından hem ABD'de hem de yabancı alt yüklenicilerinde icra edilmesini tavsiye etmiştir.

Fransa’da havalimanı işletme kılavuzları, harekât alanlarının denetimiyle ilgili ICAO’nun tavsiyelerine dayanan talimatları içermektedir. Fakat bunların gözetimine dair ulusal bir düzenleme yoktu. Sonuç olarak BEA, DGAC’ın hızlı bir şekilde havalimanlarında yabancı maddelerin önlenmesine yönelik programların uygulanması ve bu programların harekât alanında faaliyet gösteren tüm kuruluş ve personeli kapsamasını tavsiye etmiştir. Ayrıca bu raporda yabancı cisimlere yönelik otomatik algılama sisteminin gerekliliği de ortaya çıkmıştır.

Concorde kazası sonucunda Continental Havayollarına ait uçağın teknisyeni hakkında devam eden mahkeme süreci 2010 yılında sonuçlanmış söz konusu teknisyenin kasıtsız kazaya sebep olduğu hükmü verilmiştir (Web 10, 2010). Continental Havayolları avukatlarının itirazları neticesinde Fransa mahkemesi 2012 yılında teknisyene verilen cezayı iptal etmiş kasıtsız kazaya sebebiyet verme suçlamasının haksız olduğu belirtilmiştir (Web 11, 2012).

4.2. Araştırmanın Kapsam ve Sınırlılığı

Bu araştırma Yabancı Madde Hasarının ve buna bağlı olarak kazaların meydana gelmesindeki en büyük sebebin insan faktörü olduğu kabul edilmektedir. Bu çalışmada yabancı madde hasarı kaynaklı en büyük kazalardan biri olan ve 113 kişinin ölümüyle sonuçlanan, ayrıca kazadan 3 yıl sonra tüm uçuş operasyonlarının sona ermesine sebep olan Concorde uçak kazası örneği üzerinden yabancı madde hasarı kavramı ve insan faktörleri detaylı bir biçimde incelenmiştir. Kazanın sebebinin hem insan faktörü ve hem de yabancı madde hasarı olması sebebiyle araştırmanın sınırı Concorde uçak kazası olarak belirlenmiştir. Ayrıca kaza insan faktörleri sınıflandırma modeli çerçevesinde incelendiği için araştırmanın bir diğer sınırı da HFACS modelidir.

4.3. Araştırma Modeli

Araştırma nitel araştırma kapsamında içerik analizi yapılarak ve kaza raporları derinlemesine incelenerek söz konusu kazanın meydana gelmesinde rol oynayan insan faktörleri detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

Nitel araştırma yöntemi, sosyal bir olguyu anlamak ve açıklamak için görüşme, belge ve gözlem gibi nitel verilerin kullanılmasını içerir. Bilgi teknolojisi ve iletişimde, araştırmada teknolojiye yönetsel ve örgütsel konulara genel bir kayma olmuştur ve

bu nedenle nitel araştırma yöntemlerinin uygulanmasına olan ilgi artmaktadır (Creswell, 2009).

Nitel araştırmalarda sayısal verilere ve istatistiklere daha az yer verilirken sözlü ve nitel analizlere daha çok vurgu yapılır. Nitel araştırmacılar olayların ve bağlamların dilini kullanır, olayları bağlamı içerisinde inceler (Karataş, 2015).

4.4. Bulgular

Uçak kazalarında insan faktörlerini belirlemek ve bunu sınıflandırmak için kullanılan HFACS insan faktörlerini temel olarak 4 hata ile tanımlar; emniyetsiz davranışlar, emniyetsiz davranışlara zemin hazırlayan koşullar, emniyetsiz yönetim ve örgütsel etkilerdir. Concorde kazasını HFACS yönünden incelediğimizde, kaza sadece tek bir nedenden meydana gelmediği, HFACS'ın esinlendiği model olan Reason'ın İsviçre peyniri modelinde belirtildiği gibi zincirleme hatalar silsilesiyle meydana gelmiştir. Ayrıca bahse konu kazanın temeli yabancı madde hasarına dayandığı için yabancı maddenin oluşmasına sebep olan insan faktörleri de HFACS çerçevesinde incelenecektir.

4.4.1. Kazanın HFACS Yönünden İncelenmesi

4.4.1.1. Emniyetsiz Davranışlar

HFACS tarafından analiz edilen en düşük insan hatası düzeyi, operatörlerin güvensiz eylemleridir. Bu, uçuş mürettebatının bizzat yaptığı eylemlere ve kararlara odaklanır. Bu güvenli olmayan eylemler iki kategoriye ayrılabilir: hatalar ve ihlaller, bunlar niyete göre ayırt edilebilir. Hatalar kasıtsız davranışlardır, ihlaller ise kural ve düzenlemelerin kasıtlı olarak göz ardı edilmesidir.

Concorde kazası soruşturma raporuna göre bakım belgeleri, 3 numaralı motordaki sol aşınma şeritlerinin, 11 Haziran 2000'de tamamlanan C kontrolü sırasında değiştirildiğini gösteriyor. Ayrıca bu motorun Engine Reverser kaportası üzerinde Houston'da çalışma yapılmıştır. Mekanik rapor, sol alt aşınma şeridinin bu iş sırasında değiştirildiğini belirtiyor. Bu raporu dolduran teknisyen, kaportadan dışarı çıkan, bükülmüş bir aşınma şeridi fark ettiğini belirtti. İş, özellikle onu değiştirmek için yapılmıştır.

Concorde'dan hemen önce kalkış yapan Continental Airlines'a ait DC-10 Douglas'tan düşen metal parça uçağın motor kapağından düşmüştür. Motor kapağı bir önceki bakım işlemi sırasında tamir edilmişti ve bu tamir sırasında kullanılan yapıştırıcın kalitesi yetersizdi. Ayrıca metal şeritin takılması için 12 delik açılması gerekirken 37 delik açılmıştı. Continental Airlines bakım ekibindeki kalite kontrol ekibinin yetersiz denetiminden ve söz konusu yapıştırıcının kullanılmasına engel olunamadığı ve bakım personelinin bakım dokümanlarında belirtilen işlem basamaklarına uymadığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle kazanın meydana gelmesinde ve yabancı madden hasarının oluşmasında bakım ihmali büyük oranda etkili olmuştur. Yukarıda belirtildiği gibi kural ve düzenlemelerin kasıtlı olarak göz ardı edilmesinden dolayı emniyetsiz davranışların bir alt maddesi olan "ihlal" söz konusudur.

4.4.1.2. Emniyetsiz Davranışlara Zemin Hazırlayan Koşullar

HFACS içinde emniyetsiz davranışlara zemin hazırlayan koşullar; çevresel faktörler, kokpit ekibi koşulları ve kişisel faktörler olarak üç sınıfta incelenmektedir (Dönmez ve Uslu, 2018).

4.4.1.2.1. Çevresel Faktör

Kazanın gerçekleştiği gün havalimanında görsel meteorolojik koşullar hakimdi. Görüş mesafesi dokuz kara miliydi ve tabanları 500 metre yükseklikte dağınık kümülüs bulutları vardı. Sıcaklık 18°C idi. 26. pist eşiğindeki rüzgarlar 090°'den 8 knot'taydı. Hava uçuş için elverişliydi, kazaya etki edecek bir faktör olmadığı tespit edilmiştir.

4.4.1.2.2. Kokpit Ekibi Koşulları

Kaza sonrası oluşturulan raporlarda emniyetsiz davranışlara sebep olabilecek zihinsel, fiziksel ve fizyolojik olarak olumsuz kokpit koşulları rapor edilmemiştir.

4.4.1.2.3. Kişisel Faktörler

Emniyetsiz davranışlara zemin hazırlayan koşullardan birisi de kişisel faktörlerdir. Kişinin uçuş öncesinde fiziksel ve zihinsel olarak kendini hazırlaması uçuş öncesi uyması gereken kısıtlara mutlak olarak riayet etmesi, uçuş öncesi alkol almama, yeterli

uyuma gibi durumları ihlal etmesi emniyetsiz durumları meydana getirebilir. Aynı zamanda Kaptanların otoriter bir şekilde iletişim kanallarını kapatması, ikinci pilotların bu tutumdan çekinerek kaptanın hatasını düzeltmemesi de emniyetsiz davranışlara zemin hazırlayacak koşullardandır.

Lastik patlamasından kazanın gerçekleşmesine kadar geçen süre içerisinde kokpit ekibi içerisinde iletişim ve koordinasyon açısından herhangi bir sorun yaşanmadığı tespit edilmiştir. Zira olumsuz bir durum olduğunu ilk tespit eden 2. Pilot “dikkat” uyarısını yapması üzerine uçuş mühendisi de motor arızası olduğunu tespit ederek kaptan pilotu uyarılmış ve kaptan pilot tarafından gerekli yangın ve motor arızası prosedürleri uygulanmıştır.

4.4.1.3. Emniyetsiz Yönetim

Concorde kazasında meydana gelen lastik parçalarının kanata çarpması ve oluşan basınç sonrası kanattan yakıtın sızması ve yangının ortaya çıkması çok kısa süre içinde gerçekleşmiştir. Pilot motorların yanmaya başladığını fark ettiği anda 175 knot hıza ulaşmış fakat pistin kalan mesafesi durmak için yeterli olmadığı için mecburen kalkış yapmak zorunda kalmış ve uçak havalimanının yanındaki otel’in üstüne düşmüştür. Burada, pilotun söz konusu kaza senaryosuna karşı hazırlıklı olmadığı, lastiğin patlamasını ilk anda fark edememesi, motor yangınını da geç fark etmesinden dolayı uygulanan prosedürlerin doğru şekilde yapılmasına rağmen kalkış yapmadan durmasına mâni olmamıştır. Ayrıca, BAE raporu şunu belirtiyor: “Air France 4590’ın kara kutu kayıt cihazının resmi transkripti, mürettebatın kule tarafından uyarılana kadar herhangi bir şeyin yanlış olduğunun farkında olmadığını gösteriyor.”

Havacılık tarihinin başlangıcından itibaren yabancı madde hasarı kaynaklı kazalar ağırlıklı olarak kuş çarpması sonucu meydana gelmesinden dolayı küçük bir parçanın iki motor kaybına gitmesi o dönem için tahmin edilemeyen bir durum olmuş olabilir. Uçağın sertifikasyonunda dikkate alınmayan ve dolayısıyla tip yetkisi ve mürettebat eğitimi sırasında ele alınmayan, kalkış sırasında çok düşük ihtimalli bir çift motor arızasına karşı hazırlıklı değillerdi. Sonuç olarak, bunu tanımlayacak bir referans noktaları yoktu ve bir motorun arızasıyla uğraşmak dışında, bununla yüzleşecek önceden belirlenmiş bir çözümleri yoktu. EKY’nin çıkış noktası tam da bu kazada meydana gelen ve öngörülemeyen koşullarda, aşırı stres altında pilotun doğru karar

vererek, eldeki tüm kaynakları etkili bir biçimde kullanarak süreci etkili bir biçimde yönetmektir. 2009 yılında kuş çarpması sonucu 4 motoru kaybederek Hudson nehrine herhangi bir can kaybı olmadan inen kaptan Sullenberger EKY'yi tam anlamıyla uygulayarak kısa sürede soğukkanlı ve doğru kararlar vererek havacılık tarihinde adını yazmıştır (Erden, 2020).

1979 yılında ortaya çıkmış olan EKY eğitimleri, söz konusu kazanın gerçekleştiği yıla kadar belirli bir olgunluğa ulaşmış ve 3.Nesil olan hata yönetimi odaklı EKY seviyesine gelmiştir. Şöyle ki bu evrede EKY eğitimleri organizasyonel hatalar ve güvenlik kültürü gibi kavramlar temel alınarak genişletilmiş ve yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. EKY'nin bu dönemde organizasyonel hatalar ve bir güvenlik kültürü temelinde genişlemesine rağmen bu kazada yaşanan senaryoya yönelik bir eğitim altyapısı olmuş olsaydı, kaza yaşanmayabilirdi.

EKY eğitimlerinin etkisiyle 2000'li yıllarda insan faktörü kaynaklı kazaların ciddi seviyede azalmıştır. Meydana gelen kazaların azlığı, yönetimde rehabet oluşturarak EKY eğitimlerini desteklemede yetersiz kalınmış olabilir. Çünkü EKY'nin etkili bir şekilde uygulanmasındaki kilit faktör yönetim desteğidir.

4.4.1.4. Örgütsel Etkiler

Concorde uçağı kazası çeşitli faktörlerin bir araya gelmesiyle meydana gelmiştir. Örgütsel etkiler, kazaya neden olan faktörler arasında şunları içerebilir: Kaynak yönetimi, örgüt iklimi ve örgütsel süreç.

4.4.1.4.1. Kaynak Yönetimi

Kaynakların etkili ve verimli kullanılması gerek askeri gerek sivil havayolları için önem arz etmektedir. Fakat ekonomik kaygılardan dolayı personele yüklenilen ilave iş gücü veya kullanılan malzemelerin teknik dokümanlara uygun ve güncel olması havacılık güvenliği açısından son derece önemlidir. Bu kazaya neden olan, kullanılması gereken parçanın kullanılmamış olması ve uygun olmayan yapıştırıcının kullanılmış olması, kaynak yönetimi yetersizliği kapsamında yönetimin bakım personellerine sağlaması gereken güncel ve doğru malzemeleri sağlamamış olmasından da kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.4.1.4.2. Örgüt İklimi

Organizasyonlarda örgüt ikliminin olumlu olması personelde performansı etkileyerek kural ve prosedürlere bağlılığı artırır. Aynı zamanda örgüt iklimi, personel eğitimi için ne kadar kaynak ayrıldığını yansıtır. Söz konusu kazada, mürettebat uygun prosedürleri uygulamış fakat karşılaşılan çift motor arızası daha önce karşılaşılan ve eğitim senaryolarında yer almayan bir hadise olduğu için pilotlar doğru prosedürleri uygulamış olsa da kazaya mâni olmak için saniyelerle yarışılmış fakat buna engel olunamamıştır. Eğitim eksiklikleri, personelin kriz anlarında doğru kararlar alması veya gerektiğinde uygun adımlar atmasını engelleyebilir.

Olumsuz, otoriter ve iletişim kanalları kapalı bir örgüt ikliminde ise tam tersi prosedürlere bağlılıktan uzak emniyet kültürünün oluşmadığı bir ortam oluşur. Örgütün bakım ve denetim süreçlerine verdiği önem, örgüt iklimini yansıyan önemli bir faktördür. Kazada yabancı madde hasarına oluşmasına sebep olan parça, BEA raporuna göre bakım prosedürlerine uygun olmayan bakım tatbiki sonucunda uçaktan düşmüştür. Bu durum da gösteriyor ki bakım sürecindeki eksiklikler olumsuz bir örgüt ikliminin olduğunu göstermektedir. Örgütsel iklimin otoriter olması personelin hataları veya güvenlikle ilgili endişeleri rapor etmekte tereddüt etmesine veya bunları görmezden gelmelerine neden olabilir. Kazaya neden olan sorunların önceden fark edilmesi veya çözülmesi için bir açık kültür ve destekleyici bir ortamın oluşturulmaması, örgütsel iklimin bir sonucu olabilir.

4.4.1.4.3. 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” (Dönmez, 2018).

Concorde uçağının ses üstü hıza çıkıyor olması nedeniyle hızlı seyahat etmek isteyen insanlar tarafından tercih ediliyordu. Bu tercih sebebi hızlı seyahat etme baskısı yaratarak operasyonel temponun arttırılmasına neden olarak ve uçağın bakım sürelerini kısaltma eğilimine yol açmış olabilir. Bu durumun potansiyel risk faktörlerini gözden kaçırma riskini arttırabileceği değerlendirilmektedir.

5. SONUÇ

Concorde kazasında, yabancı madde hasarı ve insan faktörleri arasında bir ilişki olduğu görülmektedir. Yabancı madde hasarı, uçakta meydana gelen teknik bir sorunun sonucudur ve kazanın başlangıcında önemli bir rol oynamıştır. Kazaya neden olan yabancı madde, öncelikle uçağın iniş takımlarına saplanarak tekerin parçalanmasına ve bu parçaların yakıt tanklarına zarar vermesiyle bir yangının başlamasına yol açmıştır.

İnsan faktörleri kazanın meydana gelmesinde etkili olmuştur. Örgütsel etkiler, yönetim ve liderlik hataları, iletişim eksiklikleri, eğitim yetersizliği ve kurumsal kültür gibi faktörler, insan faktörlerinin bir parçasıdır. Bu faktörler, uçak personelinin doğru tepkiyi vermek için gerekli eğitimi almadığı veya yetersiz olduğu, yönetim hatalarının önlemlerin alınmasını engellediği gibi etkilere yol açmıştır.

Concorde kazasına HFACS'ı uyguladığımızda BEA raporuna göre teknisyenin teknik dokümanlara uygun olmadan bakım yapmış olması, bu hatanın yabancı madde hasarına sebep olması, uçuş ekibinin yaşanan kazaya yönelik benzer senaryoyla karşılaşmadığından süreç yönetiminde reaksiyonlarının geç olması, EKY ve BKY eğitimlerinin uygulanmasında ve desteklenmesinde yönetim eksikliğinin olduğu göstermektedir. Ayrıca bakımın tatbik edilmesinde kalite kontrol mekanizmasının etkili bir biçimde işletilmediği, yabancı madde hasarı farkındalığının düşük seviyede olduğu ve “emniyet” kavramının bir kurum kültürü haline gelmediğini göstermektedir.

1979 yılından sonra EKY ve BKY eğitimlerinin ortaya çıkmasından sonra insan kaynaklı kazalarda azalma olduğu görülmüştür. Kazanın gerçekleştiği yıl EKY ve BKY eğitimleri belirli bir olgunluğa ulaşmış fakat kazaya engel olamamıştır. EKY’de yabancı madde hasarı kaynaklı olabilecek kazalara proaktif önlemler olarak farklı senaryolar çerçevesinde simülatör destekli eğitimlerin arttırılarak EKY eğitim periyotlarının arttırılması önerilmektedir. Ayrıca yabancı madde hasarı kaynaklı kazaların önüne geçmek için radar tabanlı yabancı madde tespit cihazlarının kullanım alanlarının arttırılarak söz konusu radardan alınan bilgilerin saha gözlemleriyle desteklenerek yabancı madde hasarı kaynaklı kazaların çoğunluğunu oluşturan kuş çarpması faktörünün kontrolünü sağlamak amacıyla istatistiki veriler çıkartıp bölgede bulunan kuşların davranışlarını kontrol ederek ve buna istinaden etkili önlemler olarak

yabancı maddenin kaynağını yok etmek insan faktörlü kazaların önüne geçmesinde faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

Bu çalışma, yabancı madde hasarı ve insan faktörlerinin uçak kazalarındaki rolünü anlamamızı sağlamaktadır. Kazadaki insan faktörleri HFACS çerçevesinde sınıflandırılmış, altında yatan insan faktörleri tespit edilmiştir. Sonuçlar, havacılık endüstrisi için önemli öğretiler sunmakta ve güvenlik önlemlerinin geliştirilmesi ve insan faktörlerinin dikkate alınması açısından değerli bilgiler sağlamaktadır.

Bu çalışmanın sonuçları, akademik çalışmaların artırılmasına, havacılık güvenliği konusundaki çalışmalara ve gelecekteki benzer olayların önlenmesine yardımcı olabilecek önlemlerin geliştirilmesini sağlayabilir. Ayrıca yabancı madde hasarında insan faktörüne ağırlıklı değinilmiş olup bu konuda çalışmanın kısıtı olduğu ancak kazalara sebep olan insan faktörü ve başka faktörlere değinen çalışmalarla bu alandaki yayın eksikliğinin aşılabileceği değerlendirilmektedir.

Kaza sebebiyle görülen dava neticesinde söz konusu teknisyenin önce suçlu bulunması ve sonradan cezasının iptal edilmesinden, yabancı madde hasarının ne kadar gri bir alan olduğunu, sektörde daha fazla dikkat gerektiren bir konu olduğunu ve üzerinden yıllar geçmesine rağmen kazanın sebebinin net bir şekilde tespit edilemediğini anlıyoruz. İlerleyen araştırma ve düzenlemeler, yabancı madde hasarı konusunda daha net politikaların geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Bu konuyu daha kapsamlı ele almak için havacılık endüstrisinde yabancı madde hasarı yönetimi konusunda yeni stratejilerin ve eğitim programlarının oluşturulması gerekebilir. Böylece, gelecekte benzer kazaların önlenmesine yardımcı olabilir. Aynı zamanda bu durum, havacılık sektöründe iş birliği ve iletişimi arttırmak için bir fırsat olarak görülebilir. Havacılık şirketleri, düzenleyici kurumlar ve uçağın bakımından uçmasına kadar geçen süreçte rol oynayan tüm personel arasında daha sıkı iş birliği, yabancı madde hasarının daha etkili bir şekilde ele alınmasına yardımcı olabilir. Bu, uçuş ve yer emniyetini artırmak için kritik bir faktördür.

KAYNAKLAR

Aksoy E., (2006), “Uçuş Emniyetinin Sağlanmasında İnsan Unsuru ve Bu Süreçte Mesleki Eğitimin Önemine İlişkin Bir Araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi.

Baber E., (2007). “İnsan Faktörü Analizi ve Sınıflandırma Sistemi (HFACS) ve Kara Havacılık Kazalarına Uygulanabilirliği”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi.

BEA, (2000), “Accident on 25 July 2000 at La Patte d’Oie in Gonesse (95) to the Concorde registered F-BTSC operated by Air France Report” Bureau Enquêtes-Accidents, France.

BSAC, (2023), Airport Wildlife Management Conference Program, Bird Strike Association of Canada.

Cacciabue P., Carlo P., (2004), “Guide to Applying Human Factors Methods” Human error and accident management in safety critical systems. London: Springer-Verlag London Ltd.

Chauhan T., Goyal C., Kumari D., Thakur A. K., (2020), “A review on foreign object debris/damage (FOD) and its effects on aviation industry”, Materials Today: Proceedings, 33, 4336–4339.

Çoban R., (2017a), “Bakım kaynak yönetimi: uçak bakımda insan faktörü üzerine bir araştırma”, Havacılık Emniyeti Yönetim Sistemi Sempozyumu, 88-113, Türkiye, 12-13 Nisan.

Çoban R., (2017b), “Sivil havacılık sektöründe kuş çarpması olayları üzerine bir araştırma: Amerika örneği”, 4. Ulusal Havacılık Teknolojisi ve Uygulamaları Kongresi 45-58, İzmir, Türkiye, Kasım.

Çoban R., Bahar İ., (2018), “Havacılık sektöründe yabancı hayatı yönetim üzerine Hamid Karzai Uluslararası Havalimanında (Kabil-Afganistan) bir araştırma”, Journal of Aviation, 2 (2), 87–104.

Çoban R., (2019), “Uçak bakım sektöründe iş yükü ve zaman baskısı üzerine bir örnek olay araştırması”, Journal of Aviation, 3 (1), 45–60.

Creswell J. W., (2007), “Qualitative inquiry and research design choosing among five approaches”, 2nd Edition, Sage Publications, Inc.

Dhaliwal S. E., Bhat S. Y., Jeyan J. M. L., Mushtaq U., Kashyap A., Shivam H. K., (2021), “Air crash investigation report, happened between two boeing 747 at Los Rodeos Airport, Tenerife, Spain”, Journal of Emerging Technologies and Innovative Research, 8, 2884-2888.

Dolbeer R. A., Begier M. J., Miller P. R., Weller J. R., Anderson A. L., (2022), “Wildlife strikes to civil aircraft in the United States, 1990–2021”, Federal Aviation Administration, U.S Department of Agriculture Wildlife Service, USA.

Dönmez K., (2016), “Havacılıkta iletişim kaynaklı kaza ve olaylar üzerine bir inceleme”, *Journal of International Social Research*, 9 (45), 1074–1074.

Dönmez K., (2017), “Türk hava sahasında meydana gelen ölümcül uçak kazalarına insan faktörleri analiz ve sınıflandırma sisteminin (HFACS) uygulanması” *Journal of Academic Social Science Studies*, 6 (59), 229–253.

Dönmez K., Uslu S., (2018), “İnsan faktörleri analiz ve sınıflandırma sistemi’nin (HFACS) literatürde yaygın kullanımının değerlendirilmesi”, *Journal of Aviation*, 2 (2), 156–176.

Erden N., (2020), “Ekip kaynak yönetimi (EKY) yetkinlikleri çerçevesinde Sully filmi incelemesi: Kaptan Sullenberger doğru kararı nasıl verdi?” *The Journal of International Scientific Researches*, 5 (2), 99–110.

Ergai A., Cohen T., Sharp J., Wiegman D., Gramopadhye A., Shappell S., (2016), “Assessment of the human factors analysis and classification system (HFACS): Intra-rater and inter-rater reliability”, *Safety Science* 82(December): 393–98.

Erkan D., (2016). “Aviation english and its importance in international”, 1–4.

FAA, (2000), Maintenance resource management training, AC No. 120-72, Federal Aviation Administration.

FAA, (2010), Advisory Circular, airport foreign object debris (FOD) management, Federal Aviation Administration.

FAA, (2014), Operators Manuel, human factors in aviation maintenance, Federal Aviation Administration.

FAA, (2014), Aircraft Maintenance Technician Handbook, Chapter 14, Federal Aviation Administration.

Frankel P. G., Withers P. J., Preuss M., Wang H. T., Tong J., Rugg D., (2012), “Residual stress fields after FOD impact on flat and aerofoil-shaped leading edges”, *Mechanics of Materials*, 55, 130–145.

Griffin T. G. C., Young M. S., Stanton N. A., (2017), “Human Factors Models for Aviation Accident Analysis and Prevention” 1st Edition, Ashgate Publishing Ltd.

Hawkins F. H. (1993), “Human Factors in Flight”, 5th Edition, Routledge.

Helmreich R. L., Merritt A. C., Wilhelm, J. A., (1999), “The evolution of crew resource management training in commercial aviation”, *The International Journal of Aviation Psychology*, 9 (1), 19–32.

Hussin R., Ismail N., Mustapa S., (2016), “A study of foreign object damage (FOD) and prevention method at the airport and aircraft maintenance area”, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 152 (1).

IBSC, (2006), Standards For Aerodrome Bird/Wildlife Control, International Birdstrike Committee.

ICAO, (1998), Human Factors Training Manuel 2, International Civil Aviation Organisation.

ICAO, (2012a), Airport services manual, part 3 wildlife control and reduction, 4th Edition, International Civil Aviation Organisation.

ICAO, (2012b), Safety Management Manual (SMM), 3rd Edition, International Civil Aviation Organisation.

İnan T.T., (2018), “Development of crew resource management concept in civil aviation.” Journal of Aviation, 2 (1), 45–55.

İnan T. T., Bükeç, C. M., (2020), “The analysis of civil aviation accidents and incidents with crew resource management (CRM) since the beginning year of 1979”, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Dergisi, 20, 223–243.

Johnson W., Maddox M., (2007), "A model to explain human factors in aviation maintenance", Avionics News, 38–41.

Johnston N., McDonald N., (1997), “Aviation Psychology in Practice”, 1st Edition, Routledge.

Kabasakal S. C., (2017), “Hava aracı bakımlarında insan faktörlü hatalar”, Hv.K.K.Lığı 2017 Havacılık Emniyeti Yönetim Sistemi Sempozyumu, 127–175, Türkiye, 12-13 Nisan.

Karakuş Ö., (2006), “Hava aracı kaza ve kırımlarında insan faktörünün araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi.

Karataş Z., (2015), “Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri”, Manevi Temelli Sosyal Hizmet Araştırmaları Dergisi, 62–80.

Kılıç B., (2019), “HFACS analysis for investigating human errors in flight training accidents”, Journal of Aviation, 3 (1), 28–37.

Kiss M., (2005), “The human factors SHELL model”, Academia Edu, 80, 152–155.

Kraus D. C., Watson J., (2001), “Guidelines for the prevention and elimination of foreign object damage/debris (FOD) in the aviation maintenance environment through improved human performance”, Federal Aviation Administration, 1-41.

Kutlu E. B., Başdemir M., (2022), “Examining of the relationship between pilot’s leadership styles and crew resource management practices (CRM) in airline operations”, *Havacılık ve Uzay Çalışmaları Dergisi*, 2 (2), 24–44.

Li W. C., Harris D., (2007), “A systems approach to training aeronautical decision making: from identifying training needs to verifying training solutions”, *Aeronautical Journal*, 111 (1118), 267–279.

Maddox M., (2017), “Human factors guide for aviation maintenance”, Federal Aviation Administration, 90-108.

Madigan R., Golightly D., Madders R., (2016), “Application of human factors analysis and classification system (HFACS) to UK rail safety of the line incidents. accident analysis and prevention”, 97, 122–131.

Manning S. D., Rash C. E., Leduc, P. A., Noback R. K., Mckeen J., (2004), “The Role of Human Causal Factors in Accidents U.S. Army Unmanned Aerial Vehicle Accidents” Report No. 2004-1, Aircrew Health and Performance Division, U.S. Army Aeromedical Research Laboratory, USA.

Maragakis I., (2010), “Bird population trends and their impact on aviation safety 1999-2008”, Safety Report, Safety Analysis and Research Department, European Aviation Safety Agency.

Martinussen M., Hunter D. R., (2016), “Aviation Psychology and Human Factors”, 2nd Edition, Taylor-Francis Group.

Mccreary I., (2008), “The economic cost of FOD to airlines”, *Insight SRI*, 400.

McKenna J. T., (2002), “Maintenance resource management programs provide tools for reducing human error” *Flight Safety Digest*, 1-7.

Mengenci C., (2014), “Ekip kaynak yönetimi ve sivil havayolu kazaları: Türkiye örneği”, *Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 1 (2), 45–61.

Mızrak K. C., Mızrak F., (2020), “The impact of crew resource management on reducing the accidents in civil aviation”, *Journal of Aviation*, 2 (1), 1–25.

NAFPI, (2000), Foreign Object Damage, 1-800-FOD-1121, National Aerospace fod Prevention, Inc.

Nicholas T., (2006), “High Cycle Fatigue. In High Cycle Fatigue”, 1st Edition, Elsevier.

Nzulu O. (2018), “Human factors: The dirty dozen in CTG misinterpretation”, *Global Journal of Reproductive Medicine*, 6 (2).

Oruç R., Aktemur Ş., Yaşar M., Kanat Ö. Ö., (2022), “Birds vs. metallic birds: a review of bird strikes in aviation”, *Journal of Aviation*, 6 (3), 372–379.

Prather C. D., (2011), “Current Airport Inspection Practices Regarding FOD (Foreign Object Debris/Damage)”, Prather Airport Solutions, Inc.

Prieto R., (2021), “Dirty dozen key points”, National Academy of Constuction, 1-7.

Procaccio F. A., (2008), “Effectiveness of FOD Control Measures”, Master's Thesis, Embry-Riddle Aeronautical University.

RAeS, (1999), Crew Resource Management, Royal Aeronautical Society.

Romo D. R., (2013), “Prediction of Foreign Object Debris / Damage Fod Type Based In Human Factors For Aeronautics Using Logistic Regression Model”, Master's Thesis, The University of Texas.

Shappell S. A., Wiegmann D. A., (2000), “Applying reason: the human factors analysis and classification system (HFACS)”, Human Factors and Aerospace Safety: An International Journal, 1 (1), 59–86.

Shappell S., Detwiler C., Holcomb K., Hackworth C., Boquet A., Wiegmann D. A., (2007), “Human error and commercial aviation accidents: an analysis using the human factors analysis and classification system”, The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 49 (2), 227–242.

Sian B., Robertson M., Watson J., (1996), “Maintenance resource management handbook” Washington DC, Federal Aviation Administration Office of Aviation Medicine.

Siddiqui M. H., Iqbal A., Manarvi I. A., (2012), “Maintenance Resource Management: A key process initiative to reduce human factors in aviation maintenance”, 2012 IEEE Aerospace Conference, 1–7, USA, 03-10 March.

Şenol S., Acar A. B., (2020), “Crew resource management in aviation: the analysis of the Air France Flight 447 crash”, Journal of Organizational Behavior Review, 2 (2), 172–200.

Tamer Ş., (2021), “Havacılıkta İnsan Faktörünün Uçak Kazalarına Etkisinin İncelenmesi: Tenerife Uçak Kazası Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi.

Terzioğlu M., (2007), “Uçak Kazalarının Nedeni Olarak İnsan Hatalarını Azaltmada Ekip Kaynak Yönetimi”, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi.

Turan K., (2017), “İnsan faktörleri analiz ve sınıflandırma sistemi üzerine karşılaştırmalı bir uygulama”, Havacılık Emniyeti Yönetim Sistemi Sempozyumu, 9-26, Türkiye, 12-13 Nisan.

Türk A., (2021), “Uçak Kazalarına Etki Eden İnsan Faktörlerinde Örgütsel Etkilerin Rolü”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi.

Uncular M. H., Çiçek M., Kaya L., (2021), “The Review of A Crisis: Charkhi Dadri”, Turkish Studies-Social, 16 (2), 781–795.

Uslu S., (2011), “Havacılık ve Hava Trafik Kontrol” Volume 19, Anadolu Üniversitesi Yayınları.

Vandel B., (2004), “Equipment damage and human injury on the apron: are they a cost of doing business?”, European Aviation Safety Seminar, EASS, 61–75.

Warren W. R., (2011), “The Effect of Shift Turnover Strategy and Time Pressure on Aviation Maintenance Technician Performance”, Master’s Thesis, Embry-Riddle Aeronautical University.

Web 1, (2015), <https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/thy-ucagina-kus-surusu-carpti/50359>, Erişim Tarihi: 13.08.2023

Web 2, (2022), <https://www.aa.com.tr/tr/gundem/turk-yildizlari-jeti-kus-carpmasi-nedeniyle-kaza-kirima-ugradi/2756666>, Erişim Tarihi: 09.08.2023

Web 3, (2018), <https://www.aviation-accidents.net/air-asia-airbus-a320-9m-aha/>, Erişim Tarihi: 09.09.2023

Web 4, (2015), <https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/thy-ucagina-kus-surusu-carpti/50359>, Erişim Tarihi: 13.08.2023

Web 5, (2022), <https://www.historynet.com/cal-rodgers-transcontinental-crashes/>, Erişim Tarihi: 13.11.2023

Web 6, (2021), <https://www.skybrary.aero/articles/human-factors-dirty-dozen>, Erişim Tarihi: 16.07.2023

Web 7, (2023), <https://skybrary.aero/articles/human-factors-analysis-and-classification-system-hfacs>, Erişim Tarihi: 04.05.2023

Web 8, (2021), <https://skybrary.aero/articles/team-resource-management-trm>, Erişim Tarihi: 16.07.2023

Web 9, (2010), <http://www.concordesst.com/accident/latest.html>, Erişim Tarihi: 19.08.2023

Web 10, (2010), http://www.concordesst.com/trial_verdict.pdf, Erişim Tarihi: 03.10.2023

Web 11, (2012), <https://www.nytimes.com/2012/11/30/business/global/french-court-overturns-conviction-in-concorde-crash.html>, Erişim Tarihi: 09.10.2023

Wiegmann D.A., Shappell S. A., (2003), “A Human Error Approach To Aviation”, 1st Edition, Ashgate Publishing Limited.

Yanaz E., (2017), “Ekip Kaynak Yönetimi ve Shell Model Anlayışının Havayolu İşletmelerinde Uçuş Emniyeti ve Zamanında Kalkış Performansına Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Arel Üniversitesi.

Yang K., Fan Y., (2016), “Pearl human factors model for aviation maintenance”, 2nd International Conference on Education Technology, Management and Humanities Science, 730–733, Beijing, China, 23-24 January.

Yazgan E., Kavsaoglu M. Ş., (2017), “Evaluation of stress affecting aircraft maintenance technician’s performance”, International Journal of Computing, Communication and Instrumentation Engineering, 4 (1), 96–101.

Zhang H., Hu D., Ye X., Chen X., He Y., Ma X., (2023), “Prediction on aeroengine blade foreign object damage validated by air gun tests”, Engineering Failure Analysis, 143, 106919.

Zimmermann N., Mendonca F. A. C, (2021), “The impact of human factors and maintenance documentation on aviation safety: An analysis of 15 years of accident data through the pear framework”, Collegiate Aviation Review, 39 (2), 1–25.

Zuo W. D. H., (2022), “Research on foreign object damage and grinding repair schemes of compressor blades”, Journal of Physics, Conference Series, 2403 (1).

ÖZGEÇMİŞ

Fatih BASUT, 2007 yılında başladığı Milli Savunma Üniversitesi Uçak Gövde Bakım Bölümü'nü 2009 yılında, 2014 yılında ise Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesini bitirdi. 2020 yılı yüksek lisans eğitimine Gebze Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Strateji Bilimi Anabilim Dalında başladı.



TEZ ÇALIŞMASI KAPSAMINDA YAPILAN YAYINLAR

Basut F., (2023), “Yabancı madde hasarının havacılık sektörüne etkisi”, Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 7. Lisansüstü Araştırmalar Sempozyumu, 31 Mayıs-01 Haziran.

