

HAVACILIK KAZALARINDA İNSAN FAKTÖRÜNÜN ANALİZİ

Hasan KOLDAŞ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
KAZALARIN ÇEVRESEL VE TEKNİK ARAŞTIRILMASI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAYIS 2006
ANKARA**

Hasan KOLDAŞ tarafından hazırlanan HAVACILIK KAZALARINDA İNSAN FAKTÖRÜNÜN ANALİZİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

.....
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırılması Anabilim Dalında Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : _____

Üye : _____

Üye : _____

Üye : _____

Üye : _____

Tarih :/...../.....

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Hasan KOLDAŞ

HAVACILIK KAZALARINDA İNSAN FAKTÖRÜNÜN ANALİZİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Hasan KOLDAŞ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Mayıs 2006

ÖZET

Bu tez çalışmasının amacı ülkemizde üzerinde henüz akademik olarak çalışılmamış olan havacılık kazalarında insan faktörü kavramını ortaya koymak, bu kavramın oluşturduğu çok geniş yelpaze içinde yer alan hususlardan bazılarına değinerek insan faktörünün havacılık kazaları içindeki konumunu belirtmek ve ülkemizde bu alanda yapılacak çalışmalara ışık tutacak bir karar sisteminin geliştirilmesine yardımcı olmaktır. Havacılıkta insan faktörü; insan fizyolojisi ve insan psikolojisinin çalışma alanları ile etkileşim içindedir. Bu çalışmada, genelden özele bir bakış açısı ile yapılan literatür taraması sonucu elde edilen bilgilerden de istifade edilmiştir. İstatistiksel veri derleme ve yorumlama çalışması ile ticari havayolu şirketlerinde meydana gelen uçak kazaları ve bunların nedenleri, insan faktörünün çok baskın olarak öne çıktığı Tenerife uçak kazası, kazaların değerlendirilmesi doğrultusunda ortak noktalar ve bunlara karşılık emniyet tedbiri olarak ifade edilebilecek hususlar, kaza ve insan faktörü konusunda bilgiler, insanın biyolojik yapısından kaynaklanan bazı özellikleri irdelenerek ortaya çıkan biyomekanik sınır değerleri ortaya konulmuştur. Havacılıkta insan faktörü hakkında daha tekamül etmiş bilgilere sahip olunması ile havacılık kazalarının önlenmesinde daha öngörülü olunabileceği değerlendirilmektedir. Bu tez çalışması; ulaştırma kazaları içinde yer alan havacılık kazalarında insan faktörünün önemine dikkat

ekerek insan faktörü alanında, gelecekte ülkemizde de gerçekleştirilecek farklı disiplinlerin koordineli çalışmalarına temel oluşturmak maksadıyla hazırlanmıştır.

Yapılan çalışmada; havacılıktaki tüm olayların sistem yaklaşımı ile ele alınması gerektiği, yolcu uçaklarında çarpma ve çarpımlara karşı yolcuların kişisel emniyetlerini artırıcı donanım tasarımları (hava yastıkları, geliştirilmiş emniyet kemeri sistemleri gibi) zerinde çalışabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Bilim Kodu : 906.1.140
Anahtar Kelimeler : İnsan faktörü, kaza, havacılık
Sayfa Adedi : 122
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Serpil EROL

ANALYSIS OF HUMAN FACTORS IN AVIATION ACCIDENTS
(M.Sc. Thesis)

Hasan KOLDAŞ

GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
May 2006

ABSTRACT

The purpose of this study is to bring up the matter of human factors in aviation accidents, to indicate the importance of location of human factors in aviation accidents by touching on some issues in the very large spectrum of that concept, and by means of this to assist developing a decision making system which could be a guidance to studies to be done in that subject matter. Human factors in aviation are the study of human physiology and psychology as it relates to the interaction of people with each other and machines in an abnormal environment so called flight. Human factors are important aspects of aviation mishap prevention. In this study, with an approach from general to relatively private prospects of human factors, presented that the accident statistics and the causes of the accidents apply to worldwide commercial jet airplanes, Tenerife accident which is a significant example of human factors related accidents, overlapping common points which are cumulated as a result of assessments of aviation accidents and precautionary measures for flight safety, general information on accidents and human factors, biological boundaries of human beings. Assessed that it is essentially important and achievable to prevent from aviation accidents by having reached maturity supported with background and experience on human factors. This study is done to

establish a groundwork for coordinated studies of assorted disciplines in the future by focusing on the importance of human factors in aviation accidents which have been located in the area of transportation accidents.

In this study, it is concluded that all events in aviation should be covered with system analysis approach, and designing personal safety equipments (like airbags, improved safety belt systems) for augmentation of passengers' self protection during collisions can be worked on.

Science Code	: 906.1.140
Key Words	: Human factors, accident, aviation
Page Number	: 122
Adviser	: Prof. Dr. Serpil EROL

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca zaman ve mekan kavramını hiçe sayarak değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren Sayın Prof. Dr. Serpil EROL'a, yüksek lisans programına başlamama manevi desteği ile vesile olan ancak programı tamamladığımı kendisine müjdeleyemeyeceğim merhum ressam Fahrettin BAYKAL'a, daima samimi desteklerini benimle paylaşan eşim Ayzin'e ve kızım Kardelen'e, teknik konularda katkılar sağlayan kardeşim Gürkan'a ve Fen Bilimleri Enstitüsü bünyesinde aldığım eğitimde katkısı bulunan herkese teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvi
1. GİRİŞ	1
2. TİCARİ JET UÇAK KAZALARININ İSTATİSTİKSEL ÖZETİ	4
2.1. Genel	4
2.2. Tanımlar.....	6
2.3. Terimler ve Hariç Tutulanlar.....	8
2.3.1. Bölgesel tanımlama	9
2.3.2. Uçak çarpışmaları	9
2.3.3. Kaza oranları	9
2.3.4. Hariç tutulan olaylar.....	9
2.4. Sefer Adetleri, Uçuş Saatleri ve Hizmetteki Jet Uçakları.....	10
2.5. Kullanım Tipine Göre Kazaların Özeti.....	11
2.6. Hasar ve Yaralanmalara Göre Kazaların Özeti.....	12
2.7. Yıllara Göre Kaza Oranları ve Ölümler	14
2.8. Uçakların Envantere Girişini Takip Eden Yıllara Göre Kaza Oranları	15

Sayfa

2.9. Görev Tipine Göre Kaza Oranları	16
2.10. Uçak Tipine Göre Kaza Oranları	17
2.11. Uçuşun Safhalarına Göre Kazalar ve Uçakta Ölümölmler	18
2.12. Ana Sebebine Göre Kazalar (Küllü Hasarlı Kazalar).....	20
2.13. Kaza Sebebi Sınıflandırmasına Göre Ölümcül Kazalar	22
2.14. Diğer Olaylar	23
2.14.1. Düşmanca hareketler	23
2.14.2. Düşmanca olmayan hareketler	24
3. TENERİFE UÇAK KAZASI.....	26
3.1. Genel	26
3.2. Kazanın Meydana Gelişü	26
3.3. Stres	28
3.4. Gerileme	30
3.5. Performans	31
3.6. Stres Altında Küçük Grup İletişimi.....	32
3.7. Küçük Grup Dinamikleri	34
3.8. Birlik ve Beraberlik.....	35
3.9. Gelişim İçin Yeniden Yapılanma.....	36
3.9.1. İletişim eğitimi.....	37
3.9.2. Stresle başa çıkma eğitimi	37
3.9.3. Teknolojinin uygun kullanımı	38
3.10. Değerlendirme	39

Sayfa

4. HAVACILIKTA İNSAN FAKTÖRÜNE BÜTÜNCÜL YAKLAŞIM	41
4.1. Genel	41
4.2. Kazalara Neden Olan Ortak Noktalara Yönelik Saptamalar	42
4.3. Değerlendirme	54
5. HAVACILIK KAZALARINDA İNSAN FAKTÖRÜ	57
5.1. Genel	57
5.2. Kaza ve İnsan Faktörü	58
5.3. İnsan Faktörü	60
5.4. Kaza Değerlendirmeleri	61
5.5. İnsan Hataları	63
5.6. Dikkat Bozucu Tehditler	64
5.7. Uçuşa Hazır Olmak	65
5.8. Fizyolojik Faktörler	67
5.8.1. İş yükü ve stres	69
5.8.2. Yorgunluk	71
5.9. Değerlendirme	77
6. BİYOMEKANİK SINIR DEĞERLERİ	81
6.1. Genel	81
6.2. Biyomekanik	82
6.3. Biyomekanikte Temel Konseptler	83
6.3.1. Kuvvet ve moment	83
6.3.2. Yük, deformasyon ve iş	84

Sayfa

6.3.3. Baskı (stress) ve baskısal değişim (strain)	87
6.3.4. Yapısal sertlik (structural stiffness).....	88
6.4. Kemiğin Dayanıklılığını Etkileyen Faktörler.....	89
6.4.1. Kemiğin hiyerarşik yapısı	90
6.4.2. Mineral ve kolajen (collagen) oranı.....	91
6.4.3. Kemiğin farklı kuvvet uygulamaları altında dayanıklılığı	91
6.4.4. Yükleme oranı	92
6.4.5. Yaş.....	93
6.4.6. Kullanma ve kullanmama.....	94
6.4.7. Kemiksi materyaller ve bütün haldeki kemiğin dayanıklılığı.....	95
6.5. Şokun (Akselerasyon veya Deselerasyon) İnsan Üzerindeki Etkileri.....	97
6.6. Önemli Yük Sınırları.....	102
6.7. Değerlendirme.....	103
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	105
KAYNAKLAR.....	110
EKLER.....	113
EK-1 Kaza sebepleri sınıflandırmasındaki terminolojik ifadeler.....	114
EK-2 Akselerasyon kuvvetlerine yönelik deneysel veriler.....	116
EK-3 Bazı akselerasyon yüklerinin büyüklükleri ve süreleri.....	120
EK-4 Vücudumuzun bütünü ve bazı parçalarına ait yük sınırları.....	121
ÖZGEÇMİŞ.....	122

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Brüt ağırlığı asgari 60 000 libre olan ticari jet uçakları	5
Çizelge 2.2. Kuşaklar ve uçak modelleri	8
Çizelge 2.3. Meydana gelen kazalar	12
Çizelge 6.1. Kabuksu ve süngerimsi kemiklerin materyal özellikleri.....	96
Çizelge 6.2. İskelet sistemindeki bazı önemli kemiklerin dayanıklılıkları.....	97
Çizelge 6.3. Önemli sınır değerleri.....	103
Çizelge 6.4. Ölümcül kazalarda hayatta kalma oranları.....	104

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Sefer sayıları ve uçuş saatlerinin yıllara göre dağılımı	10
Şekil 2.2. Toplam uçak sayılarının yıllara göre dağılımı	11
Şekil 2.3. Hasar ve yaralanmalara göre kazalar.....	13
Şekil 2.4. Yıllara göre kaza oranları ve ölümler.....	14
Şekil 2.5. Uçakların envantere girişini takip eden yıllara göre kaza oranları	15
Şekil 2.6. Görev tipine göre kaza oranları	17
Şekil 2.7. Uçak tipine göre kaza oranları.....	18
Şekil 2.8. Uçuşun safhalarına göre kazalar ve uçakta ölümler.....	20
Şekil 2.9. Ana sebebine göre kazalar.....	21
Şekil 2.10. Kaza sebebi sınıflandırmasına göre ölümcül kazalar	22
Şekil 2.11. Düşmanca hareketler	24
Şekil 2.12. Düşmanca olmayan hareketler.....	25
Şekil 5.1. Öldürücü üçlü	59
Şekil 5.2. İş yükünün geliştirilebilir kapasite kullanılarak hafifletilmesi	71
Şekil 5.3. Uykunun performans ve hata yapma ihtimali üzerindeki etkisi	72
Şekil 5.4. Ses seviyesi ile ilgili örneklemeler	73
Şekil 5.5. Sıcaklık ve sıcaklığa maruz kalma süresi arasındaki ilişki.....	74
Şekil 6.1. Kütleye etki eden kuvvet ve kütlenin pozisyonu.....	83
Şekil 6.2. Kuvvetin dengelenmesi	84

Şekil	Sayfa
Şekil 6.3. Uygulanan kuvvet bileşenleri.....	85
Şekil 6.4. Kuvvete gösterilen reaksiyon	85
Şekil 6.5. Kuvvet-deformasyon eğrisi.....	86
Şekil 6.6. Baskı ve baskısal değişim	87
Şekil 6.7. Elastiklik katsayısı	88
Şekil 6.8. Eksenel sertlik	88
Şekil 6.9. Burkma sertliği	89
Şekil 6.10. Eğme sertliği	89
Şekil 6.11. Fibrillerin kuvvetsel özellikleri	90
Şekil 6.12. Kemikteki kireç miktarının etkisi	91
Şekil 6.13. Farklı kuvvetler altında kemiğin dayanıklılığı.....	92
Şekil 6.14. Baskısal değişim oranının etkilenmesi	92
Şekil 6.15. Bağ kopması	93
Şekil 6.16. Elastiklik katsayısının yaş ile değişimi.....	94
Şekil 6.17. Kemiğin dayanıklılık ve sertliğinin kıyaslanması.....	95
Şekil 6.18. Çarpışma hasar ölçüm maketi.....	98
Şekil 6.19. Koltuğa bağlanma şekilleri.....	98
Şekil 6.20. Koltuğa bağlanma şekillerinin etkisi.....	99
Şekil 6.21. Tolerans eğrisi.....	101
Şekil 6.22. Ağır yaralanma indeksinin ivme ve zaman ile etkileşim.....	102

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
a	Akselerasyon
dB	Desibel
g	Yerçekimi kuvveti
GPa	Giga paskal
HCl	Hidroklorik asit
Hz	Hertz
MPa	Mega paskal
N	Newton
t	Zaman
Kısaltmalar	Açıklama
ATC	Hava Trafik Kontrol
CAST	Ticari Havacılık Emniyet Timi
CFIT	Kontrollü Uçuş Şartlarında Araziye Çarpma
CRM	Ekip Kaynak Yönetimi Eğitimi
FAA	Federal Havacılık İdaresi
ICAO	Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü
IFR	Aletli Uçuş Şartları
LOC-I	Uçuşta Kontrolü Kaybetme
NTSB	Amerikan Ulusal Uçuş Emniyeti Kurulu

1. GİRİŞ

Havacılıkta insan faktörü; insan fizyolojisi ve insan psikolojisinin çalışma alanları ile etkileşim içindedir. Etkileşim içindedir; çünkü, insanların birbirleriyle ve makinelerle etkileşim halinde olduğu farklı bir çevre, yani uçuş ortamına yoğunlaşmak zorundadır. Havacılıkta insan faktörü bu ortamı ve bu ortamı oluşturan parçaları tek tek veya bir bütün olarak ele almak zorundadır.

Havacılıkta insan faktörü hakkında daha tekamül etmiş bilgiler sahip olunması ile uçuş ortamındaki uçuş emniyet elemanları, gözeticiler ve yöneticiler havacılık kazalarının önlenmesinde daha öngörülü olabilirler.

Muhtemelen, hiçbir iş alanı, modern uçuş yaşamında olduğu kadar, insanların birbirleri ile ve kullandıkları makineler ile olan karşılıklı ilişkilerine bu derece bağımlı değildir.

İnsan faktörü, havacılık kazalarının önlenmesinde önemli bir bakış açısını oluşturur. Hava araçlarını kullananlar; çok karmaşık bir yapıya sahip olan havacılık sistemlerinin kullanılmasını öğrenen, bakımını gerçekleştiren, işletimini sağlayan birçok insana yani bu sistemi oluşturan birçok sistem elemanına güvenmek zorundadır.

Mevcut birçok uçuş sistemi ve bunları destekleyen aviyonik sistemler, onları kullanacakların özelliklerini yansıtan insan faktörleri ile sınırlandırılmıştır.

İnsanların, fonksiyonel bir sistem elemanı olarak, hata yapabileceği bilinen bir gerçektir. Hata miktarı; yapılan işin tekrar sayısı ve yoğunluğu ile bir ilişki içindedir. İnsan hatası; uçuş ekibinin performans grafiği görevin gerektirdiği standartların altına doğru bir sapma gösterdiğinde, yani görevin gereğini yerine getiremediğinde uçak kazalarının meydana gelmesine neden olan alt

yapıyı hazır hale getirir. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki; insan hatası, havacılık kazalarının yaklaşık %70-80'inin sebebidir.

Sunulacak tez çalışmasının amacı; ülkemizde üzerinde henüz akademik olarak çalışılmamış olan havacılık kazalarında insan faktörü kavramını ortaya koymak, bu kavramın oluşturduğu çok geniş yelpaze içinde yer alan hususlardan bazılarına değinerek insan faktörünün havacılık kazaları içindeki konumunu belirtmek ve ülkemizde bu alanda yapılacak çalışmalara ışık tutacak bir karar sisteminin geliştirilmesine yardımcı olmaktır.

Bu kapsamda, genelden özele bir bakış açısı ile, yapılan literatür taraması sonucu elde edilen bilgilerden de istifade edilerek;

- a. İstatistiksel veri derleme ve yorumlama çalışması ile ticari havayolu şirketlerinde meydana gelen uçak kazaları ve bunların nedenlerinin ortaya konulması,
- b. İstatistiksel veri derleme ve yorumlama çalışmasının çizdiği genel çerçeveden sonra, biraz daha özele inilerek, insan faktörünün çok baskın olarak öne çıktığı Tenerife uçak kazasının irdelenmesi,
- c. Kazaların değerlendirilmesi doğrultusunda bütüncül bir yaklaşım ile ortak noktalar ve bunlara karşılık emniyet tedbiri olarak ifade edilebilecek hususların belirlenmesi,
- ç. Daha bireysel boyuta inilerek kaza ve insan faktörü konusunda bilgi aktarılarak ve değerlendirmelerin yapılması,
- d. Başlangıçta yapılan istatistiksel veri derleme ve yorumlama çalışmasında yer alan kazalardaki ölümler ile insanların biomekanik sınır değerlerinin aşılması arasındaki neden sonuç ilişkisinden hareket edilerek konu kapsamındaki temel biomekanik ilkelerin kısaca hatırlatılması, insanın

biyolojik yapısından kaynaklanan bazı özelliklerin irdelenmesi ve bunların sonucunda ortaya çıkan biomekanik sınır değerlerinin ortaya konması hedeflenmiştir.

Bu tez çalışması; ulaştırma kazaları içinde yer alan havacılık kazalarında insan faktörünün önemine dikkat çekerek insan faktörü alanında, gelecekte ülkemizde de gerçekleştirilecek farklı disiplinlerin koordineli çalışmalarına temel oluşturmak maksadıyla hazırlanmıştır.

2. TİCARİ JET UÇAK KAZALARININ İSTATİSTİKSEL ÖZETİ

2.1. Genel

Bu bölümde sunulacak istatistiksel veri derleme ve yorumlama çalışması, Boeing firması tarafından 2005 yılında yayımlanan verilere dayanarak hazırlanmıştır [1]. Analizde, brüt ağırlığı asgari 60 000 libre olan ticari jet uçakları temel alınmıştır. Yani, brüt ağırlığı 60 000 libreden daha az olan ticari jet uçakları bu analizin dışında tutulmuştur. Bunun nedeni ise, ticari jet uçuşları ele alındığında, bu alanda etkin ve yoğun olarak kullanılan uçakların belirtilen kategorideki jet uçaklarından oluşmasıdır.

Havacılık sektöründe ticari uçaklar dışında askeri amaçlı çok sayıda uçak da yer almaktadır. Ancak; askeri amaçla kullanılan uçaklara ait kaza raporlarının istatistiksel verilerinin genel analiz yapılabilecek şekilde tüm ülkeler tarafından düzenli olarak yayımlanmaması nedeni ile, askeri uçaklara ait kazalara burada yer verilmemiştir.

Sunulacak istatistiksel veriler iki kısma ayrılmıştır. Bu kısımlar;

- a. Külli hasar (hull loss), büyük hasarlar (substantial damage), ölümcül yaralanma (fatal injury) ve ciddi yaralanma (serious injury) ile sonuçlanan istatistiksel kazalar,
- b. Düşmanca hareketler (hostile actions) ve düşmanca olmayan olaylardan (non-hostile events) oluşan diğer olaylar olarak ifade edilebilir.

Eski Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği tarafından üretilen uçaklara ait operasyonel bilgilerin yetersiz olması nedeni ile, bu bölümdeki istatistiksel veriler içinde, bu uçaklara ait değerlendirmeler yer almamaktadır. Ayrıca, silahlı kuvvetler bünyesinde yer alan uçaklar da daha önce belirtilen nedenle analiz dışında tutulmuştur. Fakat, silahlı kuvvetlerin bünyesinde yer alan

ancak ticari maksatla gerçekleştirilen sivil hizmet uçuşları bu bölümde belirtilen istatistiksel veriler içinde yansıtılmıştır.

Bu kapsam içinde yer alan uçak tipleri Çizelge 2.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Brüt ağırlığı asgari 60 000 libre olan ticari jet uçakları

Boeing 717	A300	L-1011
Boeing 707, 720	A300-600	BAC1-11
Boeing 727	A310	Concorde
Boeing 737	A319/320/321	L-1011
Boeing 747	A330	BAC1-11
Boeing 757	A340	Comet 4
Boeing 767	BAE 146	Trident
Boeing 777	RJ-70/-85/-100	Caravelle
DC-8	CRJ-700/-900	Mercure
DC-9	F-28	CV-880/-990
DC-10	F-70	VC-10
MD-11	F-100	
MD-80/-90	Concorde	

Uçuş süreleri ve sefer sayıları, asli olarak, uçak ve motor üreticilerinden sağlanan bilgiler doğrultusunda derlenmiştir. Ayrıca; Boeing firması tarafından üretilmemiş uçaklara ait bilgiler, İngiltere’de AvSoft firması tarafından yayımlanan AirCraft Analytical System (ACAS) verilerinden yararlanılarak oluşturulmuştur.

Kaza verileri, mevcut olması durumunda, resmi kayıtlardan elde edilmiştir. Bunun dışında; kullanıcılardan, üreticilerden, özel ve resmi farklı bilgi servislerinden ve basın kayıtlarından elde edilen bilgiler derlenmiştir.

2.2. Tanımlar

Bu bölümdeki istatistiksel verilerin derlenmesinde faydalanılan tanımlar, temel olarak, Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (International Civil Aviation Organization (ICAO)) tarafından belirlenmiş terimlere uygun olarak oluşturulmuştur.

Uçak kazası (Airplane accident)

Bir kişinin uçuş maksadı ile uçağa binmesinden aynı amaçla binmiş herkesin inmesine kadar geçen süre içerisinde, uçağın kullanımı ile ilgili olarak;

- a. Uçağın büyük hasarlara maruz kaldığı,
- b. Uçakta ya da üzerinde olma, uçakla ya da onunla bağlantılı herhangi bir şey ile doğrudan temas etme, doğrudan jet blastına maruz kalma sonucu ölüm ve ciddi yaralanmaların meydana geldiği hadisedir.

Külli hasar (Hull loss)

Onarılması maliyet ve etkinlik açısından ekonomik olarak değerlendirilmeyen büyük uçak hasarıdır. Uçağın kaçırılması, kaza enkazı bulunamadan sonlandırılan enkaz arama çalışmaları ve uçağın büyük hasar görmesi ile birlikte enkaza ulaşılmasının mümkün olmadığı durumlar da külli hasar tanımı içinde değerlendirilen olaylardır.

Büyük hasar (Substantial damage)

Yapısal kuvveti, performansı ya da uçağın uçuş karakteristiğini olumsuz olarak etkileyen ve normal şartlarda bu durumlardan etkilenen unsurların büyük ölçüde onarım ve parçalarının değişimini gerektiren hasar veya yapısal arızalar bütünüdür.

Büyük hasar olarak kabul edilmeyen durumlar şunlardır:

- a. Bir motorun arızalanması veya hasarlanması sonucu sadece ilgili motorla sınırlı kalan motor arızası ya da hasarı,
- b. Burkulmuş aerodinamik kaplama,
- c. Yüzeyde meydana gelen çöküntü,
- ç. İniş takımlarının, tekerleklerin, lastiklerin ve/veya flapların hasarlanması.

Ölümcül kaza

Ölümcül yaralanma ile sonuçlanan kazadır.

Ölümcül yaralanma

Kaza nedeni ile 30 gün içinde ölüm ile sonuçlanan yaralanmadır.

Ciddi yaralanma

Kaza sonucunda;

- a. Yaralanmadan sonraki 7 gün içinde ihtiyaç duyulan ve 48 saatten fazla hastahanede kalmayı gerektiren,
- b. El veya ayak parmaklarının ya da burun kemiğinin kırılması gibi basit kırıklar dışındaki kalan herhangi bir kemiğin kırılmasına neden olan,
- c. Ciddi kanama ya da sinir, kas, tendon hasarı ile sonuçlanan yırtılmalar oluşturan,
- ç. Herhangi bir iç organın yaralanmasına, vücudun %5'inden daha fazlasında ikinci veya üçüncü derece yanıkların oluşmasına, yaralanmaya neden olacak miktarda bulaşıcı maddelere veya radyasyona maruz kalınması sonrasında olduğu belirlenen yaralanmalardır.

Kuşak (Generation)

Sahip olduğu bazı ortak özellikler nedeni ile daha önce hizmete girmiş olanlardan farklı uçak modellerinin oluşturduğu gruplardır.

Kuşaklar ve hizmete giriş sırası dikkate alınarak belirtilen uçak modelleri Çizelge 2.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. Kuşaklar ve uçak modelleri

1 nci Kuşak	2 nci Kuşak	İlk Geniş Gövdeliler	3 ncü Kuşak (Şimdiki Kuşak)
Boeing 707, 720	Boeing 727	Boeing 747-100/-200/-300/SP	MD-80/-90
DC-8	BAC1-11	DC-10	Boeing 757
Comet 4* ¹	DC-9	L-1011	Boeing 767
CV-880/-990	Boeing 737-100/-200	A300	BAE 146
Caravelle*	F-28		RJ-70/-85/-100
Mercure*	Trident*		A310
	VC-10*		A300-600
			Boeing 737-300/-400/-500
			A319/320/321
			F-100
			F-70
			Boeing 747-400
			MD-11
			A340
			A330
			Boeing 777
			Boeing 737-600/-700/-800/-900
			Boeing 717
			CRJ-700/-900

2.3. Terimler ve Hariç Tutulanlar

Bu bölümdeki istatistiksel veriler derlenirken kullanılan terimlere ve değerlendirme dışı kalan hususlara ait açıklamalar bu alt bölüm içinde belirtilmiştir.

¹ * ile işaretli uçak modelleri artık ticari maksatlı olarak pek kullanılmamaktadır.

2.3.1. Bölgesel tanımlama

Olaylar kullanıcıların ulusal ikamet yerlerine göre tanımlanmıştır. Yani olayların geçtiği yerler dikkate alınmamıştır.

2.3.2. Uçak çarpışmaları

İki veya daha fazla uçağın söz konusu olduğu olaylar her bir uçak için ayrı bir olay olarak belirtilecek sayılara dahil edilmiştir. Örneğin, iki uçağın çarpışması sonucu meydana gelen hasar iki ayrı külli hasar olarak değerlendirilmiştir.

2.3.3. Kaza oranları

Genel olarak, oran ifadeleri, bir milyon uçak seferi sonunda meydana gelen kaza miktarını belirtmektedir. Oranları hesaplamada sefer adetleri temel olarak alınmıştır. Bunun nedeni; kazalar ve sefer adetleri arasında, kazalar ve uçuş saatleri arasındakinden çok daha kuvvetli bir istatistiksel korelasyon olmasıdır. Uçak sefer bilgilerinin sürekli olarak güncellenmesi, düzeltmelerin daha doğru ve zamanında yapılması kaza oranlarının ölçülmesinde ana referans noktası olarak kullanılmasını daha etkin kılmaktadır.

2.3.4. Hariç tutulan olaylar

Bunlar;

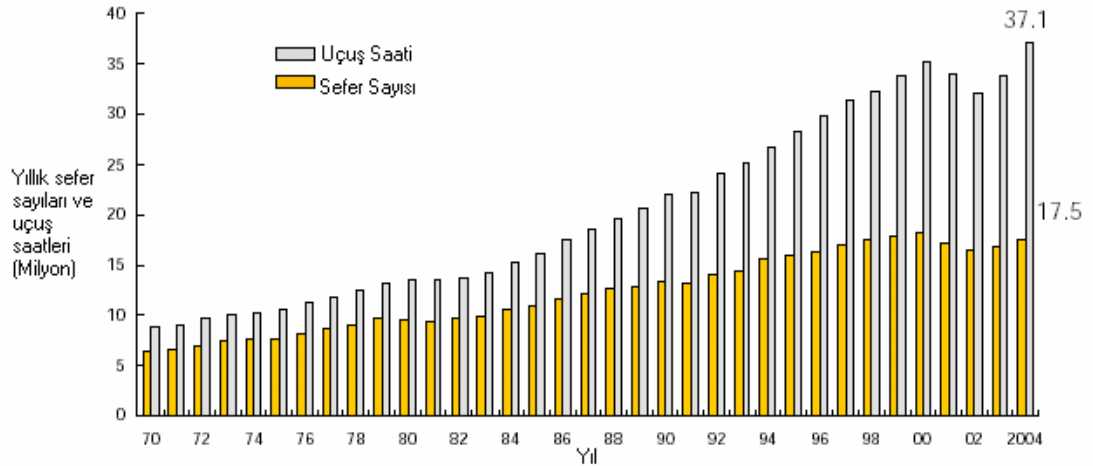
- a. Doğal sebeplerle oluşan ölümcül ve ölümcül olmayan yaralanmalar,
- b. Kişisel sebeplerle meydana gelen ölümcül ve ölümcül olmayan yaralanmalar,
- c. Kaçak yolculuk yapanların maruz kaldığı ölümcül ve ölümcül olmayan yaralanmalar,

- ç. Deneysel test amaçlı uçuş kazaları (bakım tecrübe uçuşları, bir yerden bir yere intikal, eğitim ve gösteri uçuşları dahil edilmiştir),
- d. Atmosferik türbülans, manevra, sabitlenmemiş gevşek malzemeler, uçağa binme, uçağı boşaltma, tahliye, bakım ve servis hizmetleri esnasında meydana gelen ölümcül olmayan yaralanmalar,
- e. Uçakta uçuş maksadı ile bulunmayan kişilerin maruz kaldığı ölümcül olmayan yaralanmalardır.

2.4. Sefer Adetleri, Uçuş Saatleri ve Hizmetteki Jet Uçakları²

Dünya çapında 1970 yılından 2004 yılı sonuna kadar;

- a. Toplam olarak 443,7 milyon sefer yapılmıştır³.
- b. Toplam olarak 748,6 milyon saat uçuş gerçekleştirilmiştir⁴.
- c. 31 Aralık 2004 tarihi itibarı ile 7 üretici firma tarafından 33 farklı model⁵ uçak hizmette kalmıştır.



Şekil 2.1. Sefer sayıları ve uçuş saatlerinin yıllara göre dağılımı [1]

2 Brüt ağırlığı asgari 60 000 libre olan sertifikeli edilmiş ticari jet uçakları. Geçici olarak uçmayan durumdaki uçaklar ve havayolu firmaları tarafından kullanılmayan uçaklar dahil edilmiştir. Askeri uçaklar ve Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği tarafından üretilen uçaklar hariç tutulmuştur.

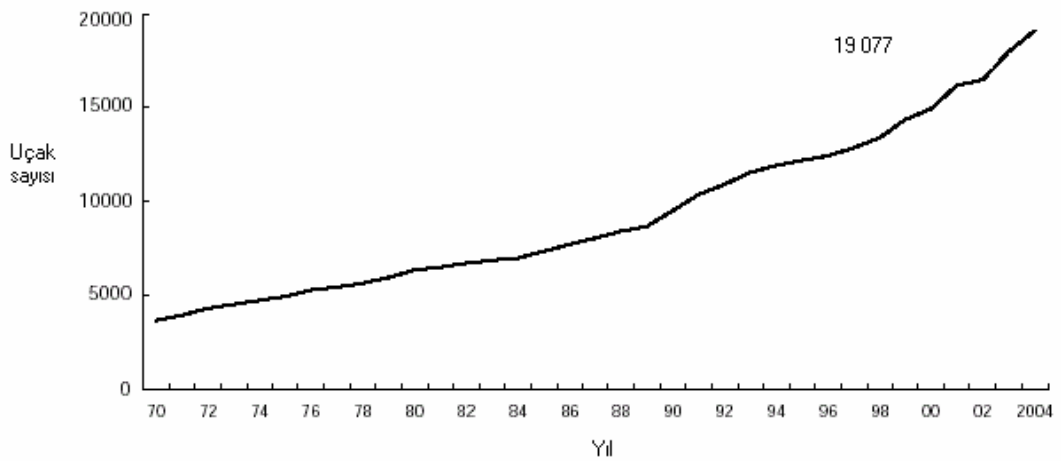
3 Bunların 365,9 milyonu Boeing firması tarafından üretilen uçaklarla gerçekleştirilmiştir.

4 Bunların 621,9 milyon saati Boeing firması tarafından üretilen uçaklarla gerçekleştirilmiştir.

5 Bunların 13 adedi Boeing firması tarafından üretilen uçaklardır.

Sefer sayıları ve uçuş saatlerinin yıllara göre dağılımı incelendiğinde (Şekil 2.1), uçuş saatlerinin sefer sayılarına oranı; 1975 yılında yaklaşık olarak %30, 1990 yılında %65 ve 2000 yılında %100 daha fazladır. Bu durum; uçak sayılarının artması ile birlikte uçuş mesafelerinin de belirgin bir oranda artış gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Toplam uçak sayılarının yıllara göre dağılımı Şekil 2.2’de gösterilmiştir. Uçak sayılarındaki artış miktarları yıllara göre incelendiğinde; 1975 yılında 5 000 olan uçak sayısının 15 yıl sonra yani 1990 yılında 10 000’e, müteakip 10 yılda yani 2000 yılında 15 000’e yükseldiği görülmektedir.



Şekil 2.2. Toplam uçak sayılarının yıllara göre dağılımı [1]

Uçak sayılarının artışını gösteren eğrinin sürekli olarak eğimini yukarı doğru artırması; insanların daha uzak mesafelere ulaşabilmek için havayolu ulaşımını tercih ettiğini, bunun da uçak üretimini kamçıladığını görsel olarak ifade etmektedir.

2.5. Kullanım Tipine Göre Kazaların Özeti

Tüm dünyadaki ticari jet uçağı filosu dikkate alındığında 1959 yılından 2004 yılı sonuna kadar olan zaman diliminde 1402 adet kaza meydana gelmiştir (Çizelge 2.3).

Son 10 yılda meydana gelen kaza miktarı bu toplam içinde (376/1402) yaklaşık %26,8'i oluşturmaktadır. Külli hasarlar ve/veya ölümcül kazalar incelendiğinde 798 adet kazanın %24'ü (192) son 10 yılda gerçekleşmiştir. 45 yıllık periyotta 25 664 kişi uçaklarda hayatını yitirmiştir. Ancak, son 10 yılda ölenlerin oranı azalma eğilimi göstererek (5612) yaklaşık %21,86'ya gerilemiştir.

Çizelge 2.3. Meydana gelen kazalar

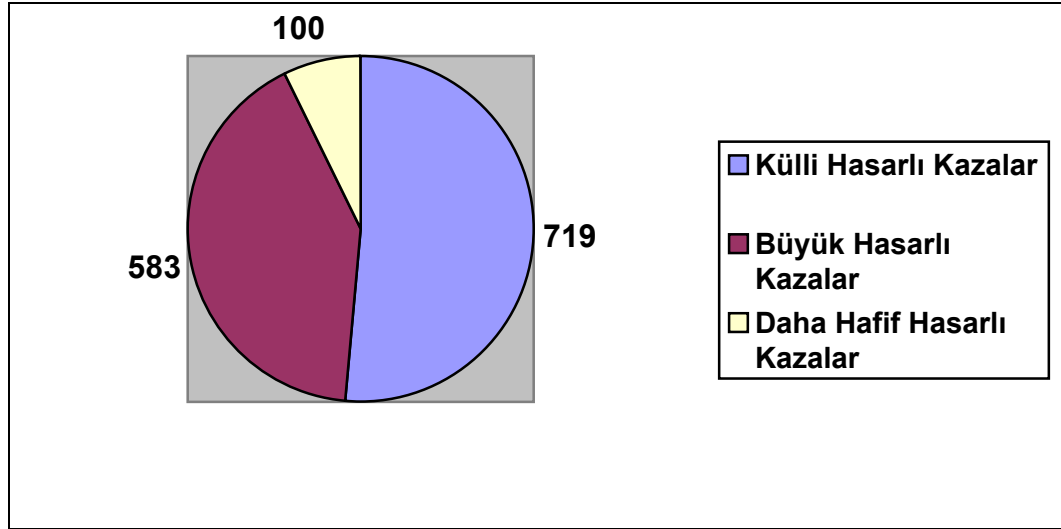
Görev Tipi	Tüm Kazalar		Külli Hasar ve/veya Ölümcül Kazalar		Uçakta Ölümler	
	1959-2004	1995-2004	1959-2004	1995-2004	1959-2004	1995-2004
Yolcu	1104	285	604	135	25237	5550
Kargo	192	79	131	50	227	45
İntikal, Test	104	12	61	7	189	17
Diğer	2	0	2	0	11	0
TOPLAM	1402	376	798	192	25664	5612

Burada vurgulanması gereken en önemli husus; daha önce açıklandığı üzere, dünya çapında ticari uçak sayısı son 10 yılda çok daha hızlı bir artış gösterirken, kazaların ve kazalardaki kayıpların bu artış eğilimine bir paralellik göstermemiş olmasıdır. Başka bir ifade ile; daha çok uçulmasına karşın daha az kaza yaşanmıştır, yani kazaların gerçekleşme oranı azalmıştır. Bu tespit, ticari jet uçağı işleten kurumların kazaların önlenmesi amacı ile uyguladıkları sıkı politikaların bir yansımasıdır.

2.6. Hasar ve Yaralanmalara Göre Kazaların Özeti

Meydana gelen 1402 kaza, oluşan hasar derecesine göre sınıflandırıldığında;

- a. 719'u (%51,28) külli hasarla,
- b. 583'ü (%41,58) büyük hasarla,
- c. 100'ü (%7,14) daha hafif hasarla sonuçlanmıştır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Hasar ve yaralanmalara göre kazalar

Ancak, üç farklı gruptaki hasarlı kazalar incelendiğinde; 438 külli hasarlı kaza, 19 büyük hasarlı kaza ve 100 daha hafif hasarlı kazada ölümler meydana gelmiştir.

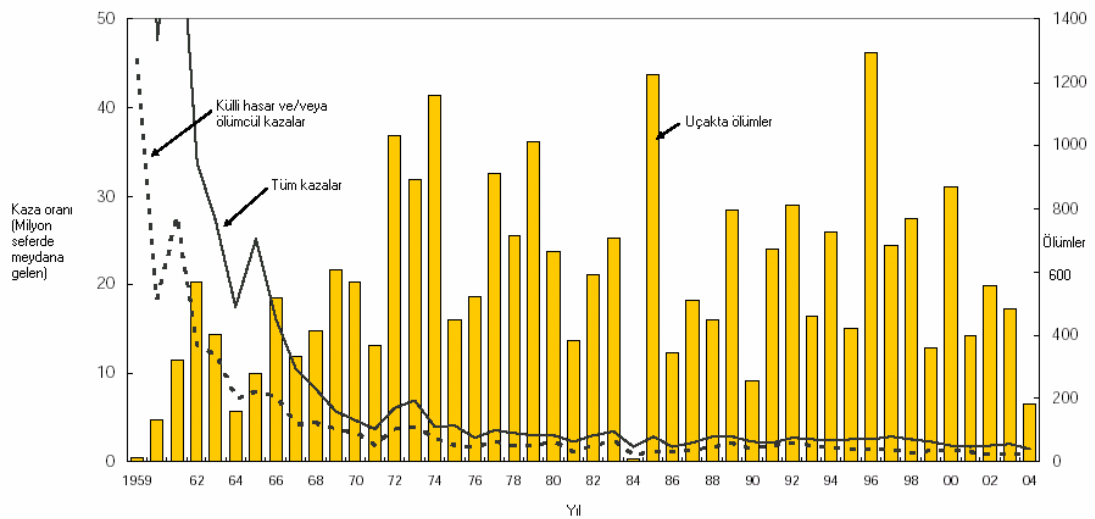
Toplam 517 ölümlü kaza sonucunda 25 664 kişi hayatını yitirmiştir (Bkz. Çizelge 2.3). Bu ise ölümlü kaza başına yaklaşık 49,64 can kaybı anlamına gelmektedir. Ancak; daha hafif hasarlı kazalarda can kaybının daha az olacağı düşünüldüğünde, hasar derecesi büyük olan kazalarda can kaybının çok daha büyük bir oranda arttığı gözlerden kaçmamalıdır. Hasar derecesi büyük olan kazalarda ölümlü kaza oranının fazla olması beklenen bir durum iken, daha hafif hasarlı kazaların %60 gibi yüksek bir oranının can kaybı ile sonuçlanması burada tespit edilen en ilginç husustur.

2.7. Yıllara Göre Kaza Oranları ve Ölümölmler

1959 ile 2004 yılları arasındaki kaza oranları ve ölümölmler Şekil 2.4'te gösterilmiştir. Toplam uçak sayıları açısından daha önce referans olarak belirlenen 1975, 1990 ve 2000 yıllarına ilişkin dönemsel aralıklar incelendiğinde, yaklaşık olarak;

- 1975 yılına kadar toplam 8 300,
- 1990 yılına kadar toplam 17 000,
- 2000 yılına kadar toplam 24 300 ölümölmler yaşanmıştır.

1975 yılından itibaren külli hasar ve/veya ölümölmlü kaza oranlarında görölmlen yüksek değölmler, yerini istikrarlı bir görölmlüm oluşturan, daha düşük değölmlere bırakmıştır. Fakat, bu durum, can kayıpları ele alındığında kaza oranları ile bir paralellik göstermemektedir. Bir başka ifade ile kaza oranları dikkat çekici şekilde azalmasına rağmen kaza sonucu meydana gelen ölümölmler oransal olarak çok daha yükselmiştir. Buna örnek olarak 1985 ve 1996 yıllarındaki uçaktaki ölümölmler (yaklaşık 1220 ve 1300 ölümölmler) gösterilebilir.

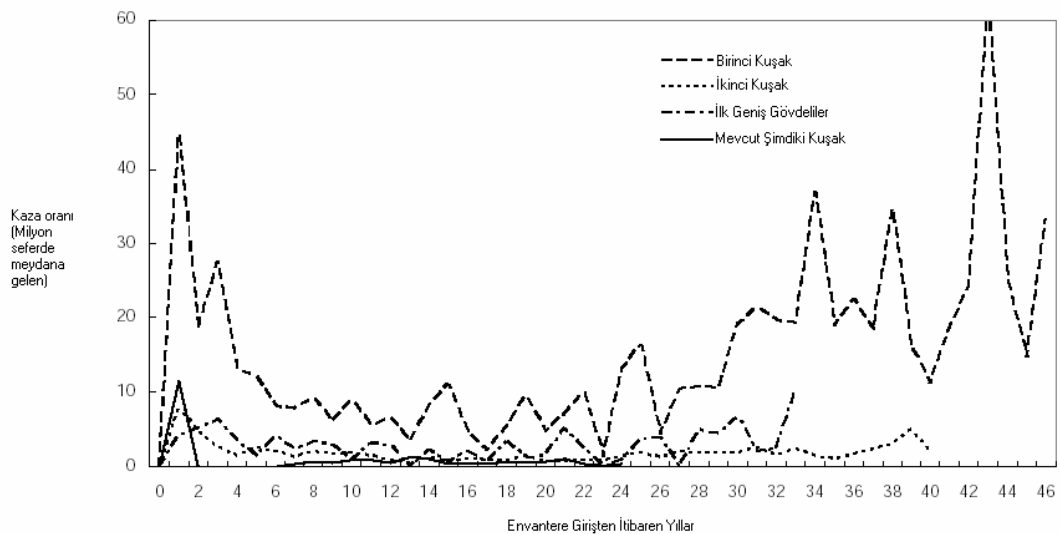


Şekil 2.4. Yıllara göre kaza oranları ve ölümölmler [1]

Burada belirtilmesi gereken bir diğer husus ise; bir önceki yılda gerçekleşen uçakta ölüm sayısı ile müteakip yılda gerçekleşen ölüm sayısı arasında hiçbir doğrusal ilişkinin söz konusu olmamasıdır. Bu ise, kazalara yönelik olarak alınan tedbirlerin; kazaların oluşumuna olumlu yönde etkideği, ancak kazaların meydana gelmesi halinde yetersiz kaldığıdır.

2.8. Uçakların Envantere Girişini Takip Eden Yıllara Göre Kaza Oranları

Külli hasar ve/veya ölümcül kazalar dikkate alınarak dünyadaki ticari jet uçak filosu incelendiğinde (Şekil 2.5); hangi kuşaktan olursa olsun, uçakların envantere girişini takip eden ilk birkaç yılda kaza oranlarının en yüksek değerlere ulaştığı görülmektedir. Bu nedenle; başlangıç yıllarında yapılan çalışmalar, müteakip yıllarda yaşanabilecek kazaların azaltılabilmesi için en kritik yıllardır. Bu süreçte alınan etkin önlemler, düzenlemeler, yapılan yenilikler, kazanılan tecrübeler kaza oranlarını daha aşağılara çekmeye yardımcı olmaktadır. Şekil 2.5 dikkatle incelendiğinde; birinci kuşak uçaklarla ilk geniş gövdelilerde kaza oranlarını 10-12 yıl sonra tekrar artış göstermeye başladığı görülebilir. Bu durum daha gelişmiş uçaklara yani ikinci kuşak uçaklara olan ihtiyacı ve üretimleri sonrasında onlara çok daha fazla güvenilmesinin temel nedenini oluşturur.



Şekil 2.5. Uçakların envantere girişini takip eden yıllara göre kaza oranları [1]

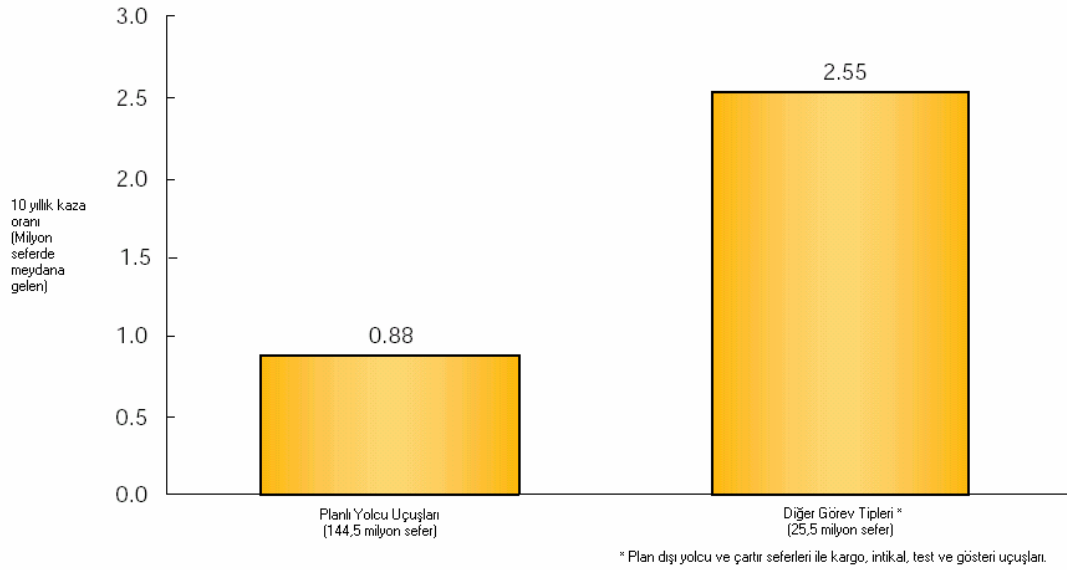
Ancak, ticari jet taşımacılığına yönelik hızlı talep artışı; daha düşük kaza oranlarına sahip olan ikinci kuşak uçaklardan elde edilen tecrübeler ışığında üretilecek mevcut şimdiki kuşağın envantere girmesini zorunlu hale getirmiştir. Kaçınılmaz gerçek burada da kendini yinelemiş ve şimdiki kuşak uçaklarda da en yüksek kaza oranlarına ilk yıllar içinde ulaşılmıştır. Fakat, bu dönem önceki tecrübelerden de yararlanılarak, çok daha kısa sürede atlatılmıştır. Diğer kuşaklarla karşılaştırıldığında, sonraki yıllarda yakalanan çok daha düşük kaza oranları, üretilen uçakların ve alınan kararların doğruluğunu teyit eder niteliktedir.

2.9. Görev Tipine Göre Kaza Oranları

Görev tipleri;

- a. Planlı yolcu uçuşları,
- b. Plan dışı yolcu ve charter (charter) seferleri ile kargo, intikal, test ve gösteri uçuşlarını kapsayan diğer görev tipleri olarak iki grupta sınıflandırılmışlardır.

Bu sınıflandırma doğrultusunda, 1994 yılından 2004 yılı sonuna kadar gerçekleştirilen seferlerde meydana gelen kaza oranları Şekil 2.6'da görülmektedir.

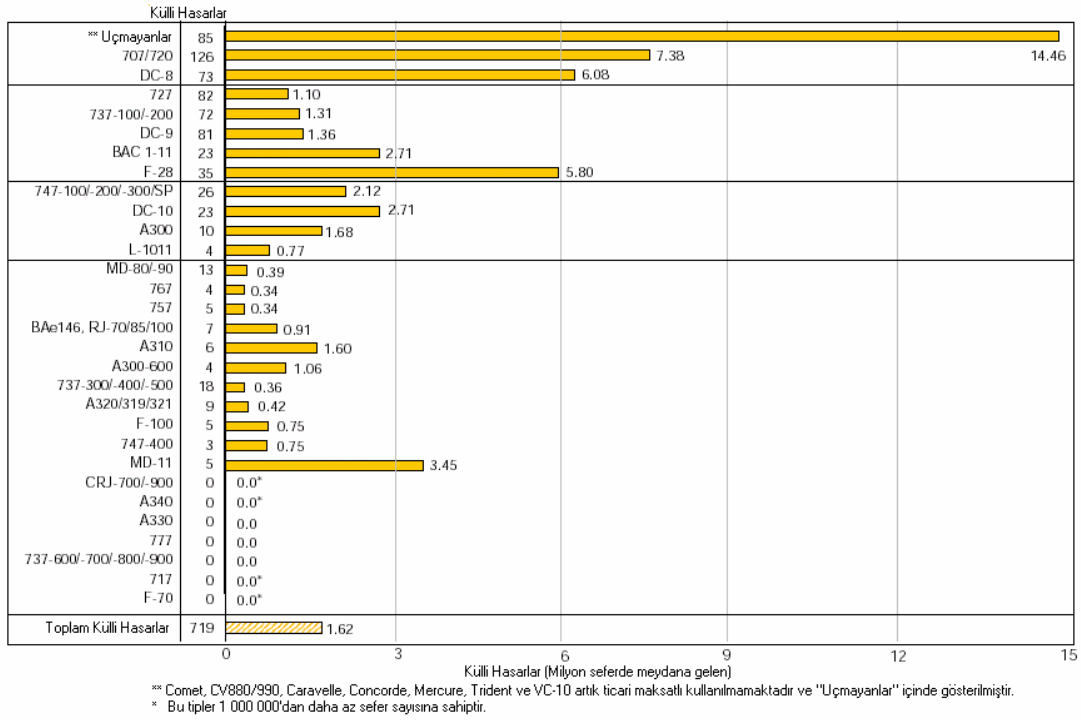


Şekil 2.6. Görev tipine göre kaza oranları [1]

Buna göre; gerçekleştirilen 144,5 milyon planlı yolcu uçuşundaki kaza oranı %0,88 iken diğer görev tiplerindeki kaza oranı ise, bunun yaklaşık üç katı yani, %2,55'dir. Belirtilen oranlar da göstermektedir ki; planlı yolcu uçuşları söz konusu olduğunda kazaları önleme adına uygulanan usullerde diğer görev tiplerine göre çok daha başarılı olunmaktadır.

2.10. Uçak Tipine Göre Kaza Oranları

Kaza oranları uçak tiplerine göre tasnif edilirken; birinci kuşak, ikinci kuşak, ilk geniş gövdeliler ve şimdiki kuşak olarak kendi içlerinde gruplandırılmıştır (Şekil 2.7). Böylece daha önce belirtilen Uçakların Envantere Girişini Takip Eden Yıllara Göre Kaza Oranları (Bkz. Şekil 2.5) ile ilgili değerler daha özele indirgenerek somutlaştırılmıştır.



Şekil 2.7. Uçak tipine göre kaza oranları [1]

Böylece daha önce belirtilen uçakların envantere girişini takip eden yıllara göre kaza oranları (Bkz. Şekil 2.5) ile ilgili değerler daha özele indirgenerek somutlaştırılmıştır.

2.11. Uçuşun Safhalarına Göre Kazalar ve Uçakta Ölüm

Bir uçuş görevi, başından sonuna kadar aynı faaliyetlerin tekrarlanma geldiği bir faaliyet değildir. Her uçuş görevinin kendine has özellikleri olan bölümleri vardır. Ancak, tüm uçuş görevlerinde ortak olan noktaları belirleyerek havacılıkta uçuş kazalarını bu ortak noktalardan faydalanarak değerlendirmek varılacak sonuçlara daha somut bir bakış açısı ile yaklaşmayı sağlayacaktır. Bu amaçla, bir uçuş görevi sırası ile şu safhalara ayrılmıştır:

- Rule, yükleme ve park: Bu safha; uçuş öncesinde uçağın görev için hareket edeceği noktaya park etmesi, taşınacakların uçağa aktarılması ve

sonrasında uçağın park ettiği noktadan kalkış yapacağı piste kadar taksi yollarını (taxiways) kullanarak hareket etmesidir.

b. Kalkış: Uçağın kalkış maksadıyla pist içinde yerini alması, kalkış kontrollerini tamamlaması ve frenleri bırakarak kalkış rulesine başlaması ve gerekli sūrate ulaştıktan sonra havalanarak pistten temasını kesmesidir.

c. Başlangıç tırmanışı: Uçağın pistten temasını kesmesinden iniş takımlarını ve kaldırmayı artırıcı yüzeyleri (flaplar gibi) yukarı alarak irtifa almasıdır.

ç. Tırmanış (Flaplar yukarıda): Uçağın başlangıç tırmanışından sonra kendisine tahsis edilen seyir irtifasına ulaşmasıdır.

d. Seyir rotası: Uçuş görevinin gerektirdiği irtifada ya da irtifalarda uçağın yol almasıdır.

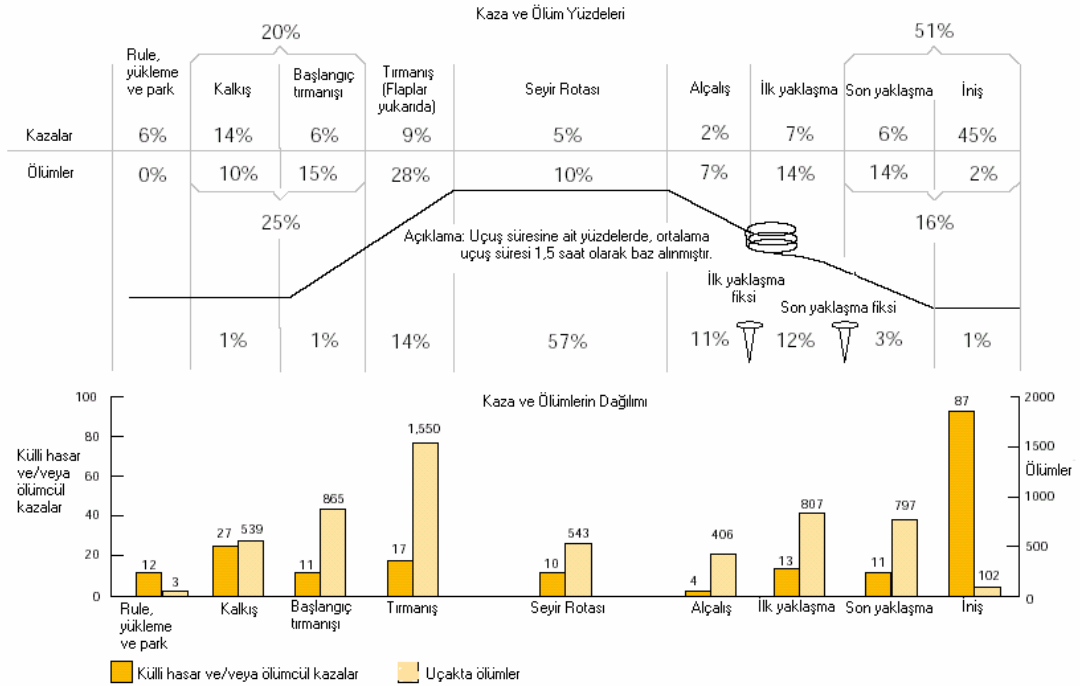
e. Alçalış: Uçağın iniş yapacağı meydan için seyir irtifasını terk etmesinden ilk yaklaşma fiksine ulaşana kadar irtifa vermesidir.

f. İlk yaklaşma: Uçağın iniş yapmak maksadı ile sūratını düşürmesi, iniş hazırlıklarını yapması ve istikrarlı bir şekilde son yaklaşma fiksine ulaşmasıdır.

g. Son yaklaşma: Uçağın iniş hazırlıklarının son kez gözden geçirilerek aletli uçuş şartlarında (IFR) ya da görerek uçuş şartlarında piste yaklaşmanın sürdürülmesidir.

ğ. İniş: Uçağın piste temas etmesinden uygun frenleme tekniği kullanarak emniyetle sūratını istenen değerlere düşürmesi ve iniş rulesi sonrasında pisti terk etmesidir.

Belirtilen safhalar ışığında, uçuş kazaları ve ölümler tasnif edilerek Şekil 2.8'de gösterilmiştir. Bu tasnifte, ortalama uçuş süresi 1,5 saat olarak alınmıştır.



Şekil 2.8. Uçuşun safhalarına göre kazalar ve uçakta ölümler [1]

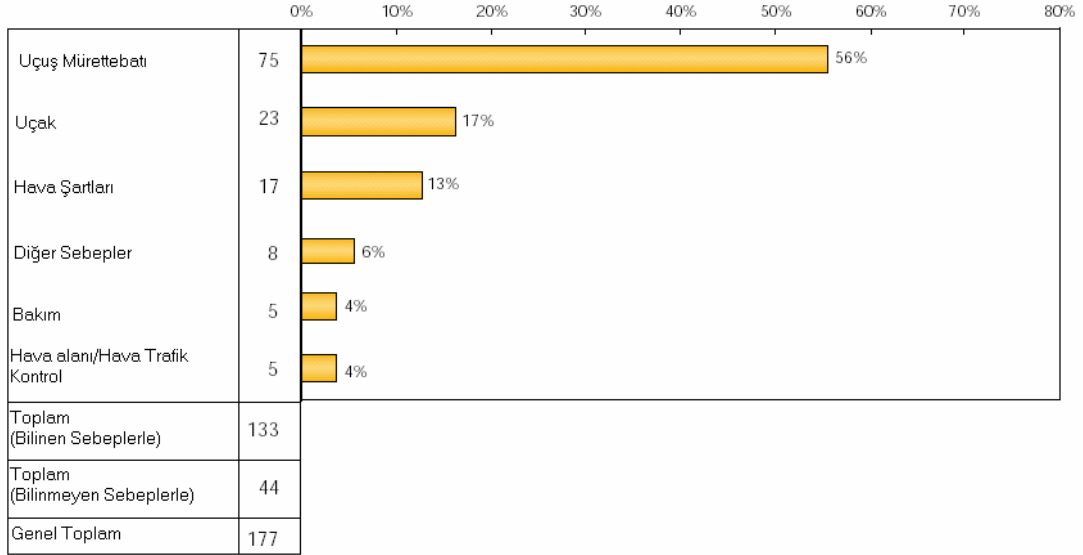
Şekil 2.8 incelendiğinde; kazaların %71'inin, uçuş süresinin sadece %6'sını oluşturan kalkış ve sonrasındaki başlangıç tırmanışı ile iniş ve hemen öncesindeki son yaklaşma safhalarında gerçekleştiği ortaya çıkmaktadır. Bir başka şekilde ifade etmek gerekirse; ortalama 1,5 saatlik uçuşun ilk 1,8 dakikalık bölümü ile son 3,6 dakikalık bölümünde meydana gelen kazalar, tüm kazaların %71'ini oluşturmaktadır.

Kazalar sonucu gerçekleşen ölümler incelendiğinde ise, ölümlerin %41'inin belirtilen safhalarda meydana geldiği görülmektedir.

2.12. Ana Sebebine⁶ Göre Kazalar (Külli Hasarlı Kazalar)

Meydana gelen kazalara ait raporlar doğrultusunda elde edilen kaza sebepleri ve bunların kazaya etki yüzdeleri dikkate alınarak oluşturulan değerler (bilinen sebeplerle) ışığında ortaya çıkan ana sebepler Şekil 2.9'da gösterilmiştir.

⁶ Kazayı araştıran yetkili kurum ya da kuruluş tarafından bilinen nedenlerle meydana gelen kazaların yüzdesine göre belirlenmiş sebeplerdir.



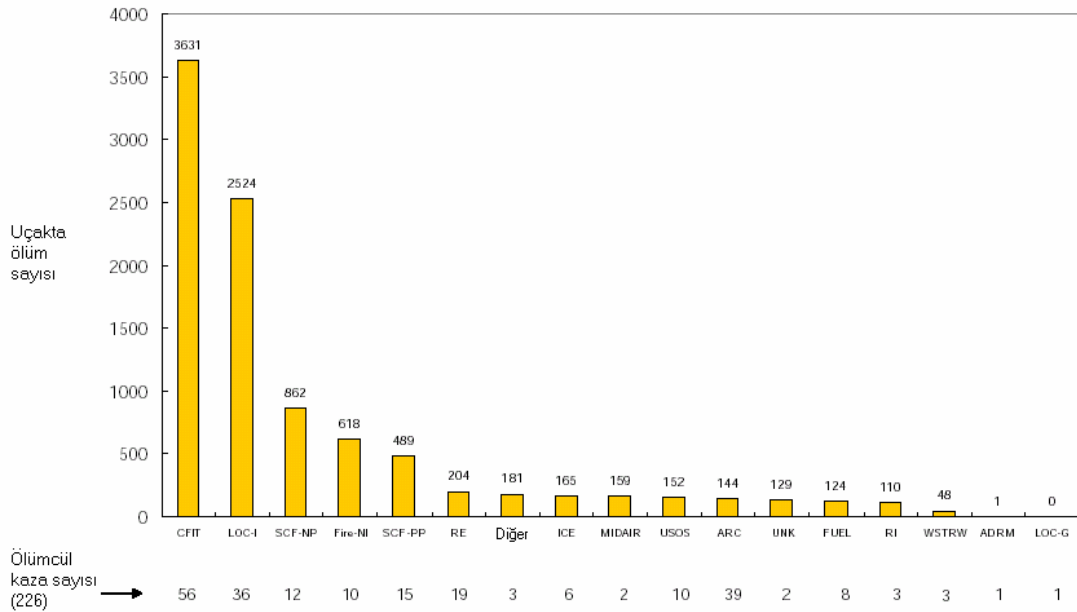
Şekil 2.9. Ana sebebine göre kazalar [1]

Şekil 2.9 açıkça ortaya koymaktadır ki; kazaların %56'sının ana sebebi uçuş mürettebatından kaynaklanmaktadır. Ancak bu noktadan hareketle, kazaların asıl sorumlularının, uçuş mürettebatını oluşturan kişiler olduğu şeklinde bir genellemeye gidilmesi çok yanlış bir yaklaşım ile sonuçlanabilir. Çünkü; kaza oluşmadan önce ortaya çıkan normal dışı durumları bertaraf eden ya da edecek olan kişilerin çoğunluğunu da uçuş mürettebatı, oluşturmaktadır. Eğer; ortaya çıkan problem doğru analiz edilir ve çekliste uygun hareket edilirse, problem en doğru şekilde ve en az zararlarla çözülebilir. Ancak; analizde yapılacak hata, yani durumsal farkındalıkta meydana gelebilecek bir eksiklik, problem çözümünde yanlış uygulamalara gidilmesine, hatalı çözüm yollarının denenmesine neden olabilir. Bu durum kazanın meydana gelmesi yönünde katalizör etkisi yapabilir.

Burada vurgulanması gereken asıl nokta; bu olağan dışı durumlarda, gerçekleştirilmesi gereken sorun giderme işlemlerinde yapılan hatalı uygulamalar ve bu konuda daha önceden eğitim almış olmasına rağmen uçuş mürettebatını hatalı muhakeme yapmaya iten sebeplerdir.

2.13. Kaza Sebebi Sınıflandırmasına Göre Ölümcül Kazalar

Havacılıkta meydana gelen kazaları değerlendirebilmek maksadı ile ilgili resmi kurumlardan yetkililer ile havacılık endüstrisinin tüm bölümlerinden temsilciler ortak çalışmalar icra etmektedir. Bu çalışmalar kapsamında; ulaşılan hedeflerden birisi de kazaların değerlendirilmesinde kullanılabilecek terminoloji birliğinin sağlanması olmuştur. Bu doğrultuda; ICAO ve CAST (Commercial Aviation Safety Team) tarafından yapılan kaza sebebi sınıflandırmasına sadık kalınarak, 1987 ile 2004 yılları arasındaki ölümcül kazalar ve meydana gelen ölümler Şekil 2.10'da tasnif edilmiştir⁷. Belirtilen sınıflandırma içindeki her kaza en temel sebebe indirgenerek yansıtılmıştır. Bir başka ifade ile, en baskın özellikteki sebep kazanın sınıflandırılmasında belirleyici olmuştur.



Şekil 2.10. Kaza sebebi sınıflandırmasına göre ölümcül kazalar [1]

⁷ Şekil 1.10'da yer alan kaza sebepleri sınıflandırmasındaki terminoloji, ICAO ve CAST tarafından belirlenen çalışmaların bir ürünüdür. Benzer amaçlarla yapılacak müteakip çalışmalarda ilişkilendirmelerin ve analizlerin kolaylıkla gerçekleştirilmesine yardımcı olmak maksadı ile sözü edilen ifadelerin orijinal şekilleri muhafaza edilerek bu bölüme aktarılmıştır.

Burada belirtilen kaza sebepleri sınıflandırmasındaki terminolojik ifadeler ve karşılıkları EK-1’de sunulmuştur.

1987 ile 2004 yılları arasında meydana gelen toplam 226 ölümcül kaza dikkate alındığında;

- a. 3631 adet ölümün CFIT (Kontrollü uçuş şartlarında araziye çarpma),
- b. 2524 adet ölümün LOC-I (Uçuşta kontrolü kaybetme) nedeni ile gerçekleştiği ortaya çıkmaktadır.

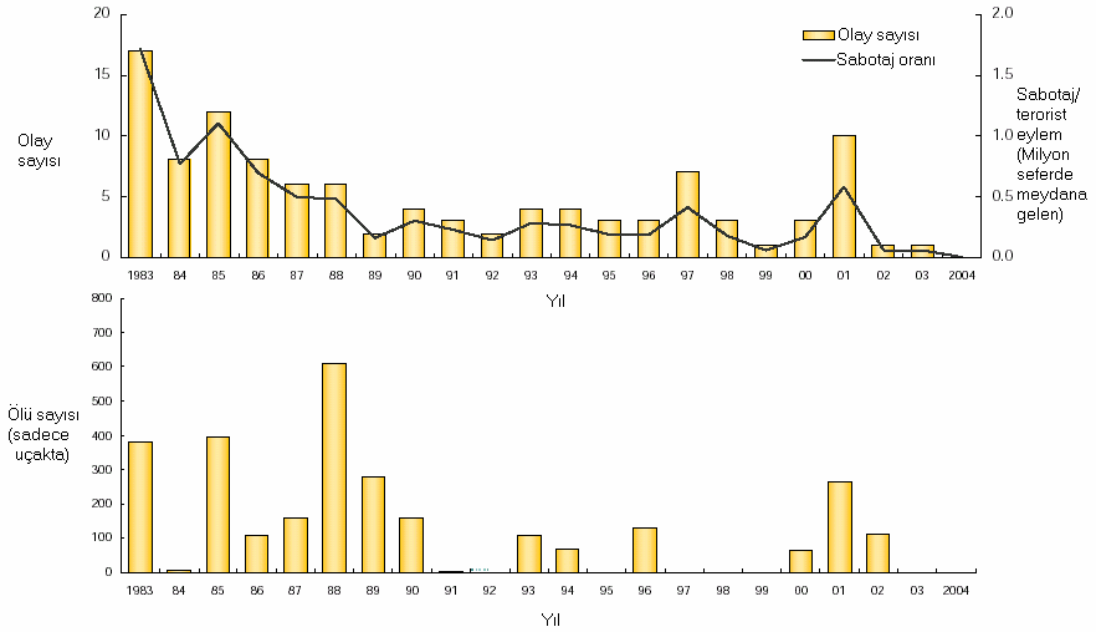
Belirtilen iki kaza sebebi (CFIT ve LOC-I) gerçekleşen toplam 9541 ölümün %64’ünü oluşturmaktadır. Bu tespit, havacılık kazalarında insan faktörünün analizinde yoğunlaşılması gereken ana noktalara ışık tutacaktır.

2.14. Diğer Olaylar

Düşmanca hareketler (hostile actions) ve düşmanca olmayan olaylardan (non-hostile events) oluşan bu kısımdaki değerler istatistiksel kazalar kısmında yer alan istatistiksel veri derleme ve yorumlama çalışmasının dışındaki değerlendirmeleri yansıtmaktadır. Ancak, bu kapsamdaki tüm olayların rapor edilmemiş olması nedeni ile tam bir değerlendirmenin ortaya konamadığı unutulmamalıdır. Bu kısım, sadece genel bir fikir oluşturmak maksadı ile hazırlanmıştır.

2.14.1. Düşmanca hareketler

Bu kapsamda, uçaklara düzenlenen sabotaj ve terorist eylemler değerlendirmeye alınmıştır.



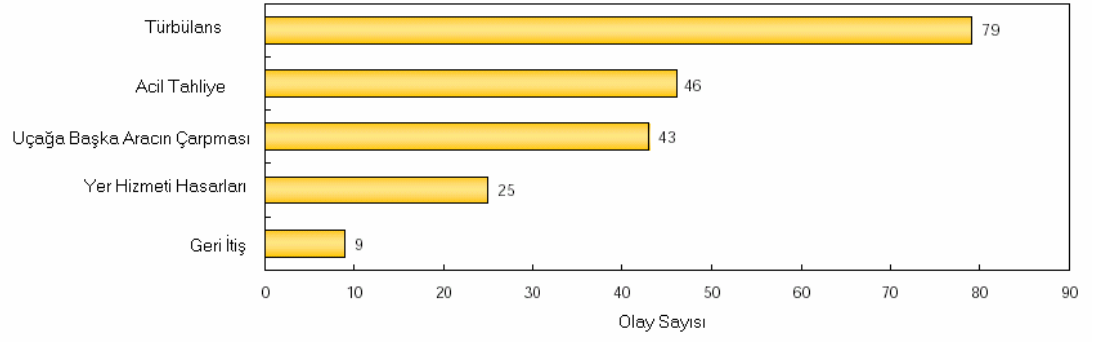
Şekil 2.11. Düşmanca hareketler [1]

Şekil 2.11’de 1983 ile 2004 yılları arasındaki sabotaj/terorist eylem sayısı ile sefer sayısına göre eylemlerin oranları ve bu esnada uçakta meydana gelen ölümlerin sayısı gösterilmiştir.

Uçaklara düzenlenen sabotaj ve terorist eylemlerine; havacılık kazalarında insan faktörünün analizi ile doğrudan bir bağlantısı olmamasına karşın, uçuş ortamında karşılaşılan bir gerçek olması nedeni ile, burada yer verilmiştir.

2.14.2. Düşmanca olmayan hareketler

Şekil 2.12’de beş ayrı kategoride gösterilen olaylardan sadece bir tanesinde can kaybı yaşanmıştır. Yer hizmeti hasarları kategorisindeki bu olayda çalışan motor tarafından emilen bir yer personeli ölmüştür.



Şekil 2.12. Düşmanca olmayan hareketler [1]

3. TENERİFE UÇAK KAZASI

3.1. Genel

Bu bölümde, Tenerife'deki Los Rodeos hava alanında iki uçağın çarpışması sonucu meydana gelen kazanın insan faktörü açısından değerlendirilmesi [2] yapılmıştır.

Bu çarpışma; kritik anlarda insanlar tarafından yapılan basit hataların ne kadar büyük facialara dönüşebileceğinin, yeterince etkili olmayan bireysel ve örgütsel davranışlar sonrasında neler olabileceğinin çarpıcı bir kanıtı olması nedeni ile örnek olay olarak incelenmiştir.

İncelenecek kaza, iki adet Boeing 747 jumbo jet yolcu uçağının çarpışması sonucu 583 insanın ölümüne neden olmuştur.

Burada, kazanın oluşumuna etken temel faktörler belirlenerek bunların kaza içinde analizi yapılacak ve benzer faciaların tekrar yaşanmaması için ne tür önlemlerin alınabileceği belirtilecektir.

3.2. Kazanın Meydana Gelişi

Tenerife, Kanarya Adaları'nda bir yerleşim yeridir. Mart 1977'de, biri KLM diğeri Pan Am şirketine ait olan iki adet Boeing 747 jumbo jet yolcu uçağı, Kanarya Adaları'ndaki Las Palmas hava alanına iniş için yaklaşırken, Las Palmas hava alanının teröristler tarafından bombalı bir eylem gerçekleştirilir. Patlatılan bomba nedeni ile Las Palmas hava alanı trafiğe kapatılır. Yaklaşmakta olan KLM ve Pan Am uçakları iniş için geçici olarak Tenerife'ye yönlendirilir.

KLM uçağı Tenerife'ye iner ve yolcularını boşaltır. 45 dakika sonra da Pan Am uçağı iner ancak yolcularını boşaltmaz ve uçak içinde bekletir. Bundan

15 dakika sonra Las Palmas hava alanı tekrar açılır. Pan Am uçağı Las Palmas hava alanından derhal kalkış yaparak ayrılacak şekilde hazırdır, ancak, KLM uçağının arkasına park ettiği için KLM uçağı kalkış için rule alana kadar beklemek zorundadır. KLM uçağının tekrar yakıt alması, yolcularının uçağa binmesi ve kalkışa hazır hale gelmesi için iki saatten daha fazla bir zaman geçer.

Bu sırada meteorolojik şartlarda olumsuz gelişmeler yaşanır. Sis nedeniyle meydana görüş 300 metreye kadar düşer; öyle ki, kuledeki kontrolörler ve her iki uçağın mürettebatı pist üzerindeki ve taksi yollarındaki pozisyonları anlayabilmek için tamamen telsiz konuşmalarından edindikleri bilgilere güvenmek zorunda kalırlar. Yani, görüş sınırlı olduğu için diğer uçakların yerleri ve durumları telsizden aktarılan bilgiler doğrultusunda tahayyül edilecektir. Bu durum, kısıtlı görüş şartlarında yapılan normal bir uygulamadır.

Kule, KLM'yi kalkış pistine doğru ruleye başlatır, döndürür ve müteakip talimatlar için beklemede kalmasını söyler. Pan Am, kalkış pistinde KLM'den sonra yerini alacaktır. Bunun için belirtilen C3 taksi yolundan çıkış yapar ve rulesinin geri kalanını paralel pisti kullanarak yapar. Pan Am pistin sonunda geriye dönüşünü tamamladıktan sonra, KLM kalkış talimatını ve Air Traffic Control (ATC) kleransını birlikte ister. Birinci pilot telsizden "KLM 4805 kalkış için hazır ve ATC kleransı için beklemede" ikazı yapar. Kule ATC kleransını verir. KLM'nin birinci pilotu kuleye verilen ATC kleransını tekrarlarlarken, KLM kaptan pilotu frenleri bırakır ve "Kalkışta" ikazı yaparak kalkış rulesine başlar. ATC kleransını tekrarlamayı tamamlayan birinci pilot duralayarak telsizden "Kalkıştayız" ikazı yapar. (Kayıtlarda bu ifadeler net olarak anlaşılamamaktadır.)

Daha sonraki ifadelerde kuledeki kontrolörün, birinci pilotun ifadesini "Kalkış için yerimizi aldık" şeklinde anladığı belirlenmiştir. Kontrolör "Tamam" ikazını yapar ve birkaç saniye sonra "Kalkış için beklemede kalın, arayacağım"

talimatını bildirir. Bu esnada, Pan Am kokpitindeki kaptan, KLM'nin ATC kleransını kalkış izni şeklinde algılamış olabileceğini belirtir. Bu nedenle, kulenin "Tamam" ikazı ve birkaç saniyelik beklemesi esnasında Pan Am birinci pilotu hemen araya girer ve "Biz pistte rulemize devam ediyoruz" ikazını yapar. Pan Am'ın bu ikazı, kulenin KLM'ye verdiği "Kalkış için beklemede kalın, arayacağım" ikazı ile aynı anda gerçekleştiği için KLM kokpitindeki telsizde çok kuvvetli tiz bir ses duyulur. KLM kokpitinde her iki talimat da anlaşılamaz. Kontrolör Pan Am uçağına pisti terk ettiklerinde bildirmesini söyler ve Pan Am uçağı terk edişini bildireceklerini belirtir.

KLM kokpitinde sadece uçuş mühendisi belirtilen son iki talimatı duyar ve şu diyalog yaşanır:

- Uçuş mühendisi, "Söyledikleri net olarak anlaşılmadı değil mi?"
- Kaptan, "Ne dedin?"
- Uçuş mühendisi, "Söyledikleri net olarak anlaşılmadı mı, Pan Am'ın?"
- Kaptan, "Anlaşıldı".
- Kaptan bu karşılığı oldukça emin bir şekilde verir. Uçaklar bundan yaklaşık 13 saniye sonra çarpışır.

3.3. Stres

Stres ve stresin bireysel ve örgütsel davranışlar üzerindeki etkisi Tenerife kazasının ana faktörleridir. Psikolojik stres; bireyin, çevresel ve/veya içten gelen taleplerini düzenlemek için sahip olduğu kaynaklarına aşırı yüklendiği ya da kaynaklarının yetersiz kaldığı durumlarda ortaya çıkar.

KLM uçuş ekibinin karşılaştığı çevresel ve/veya içten gelen talepler arasında; varış meydanındaki terörist eylem nedeni ile yaşanan gecikme, kötüleşen ve kararsız bir görünüm sergileyen meteorolojik şartlar, çok sıkı olarak takip ve kontrolü yapılan uçuş ve görev süreleri ile ilgili sınırlamalar (ki, ekibin görev süresinin dolmasına çok az kalmıştır, yani ICAO tarafından belirlenen görev

süresi dolarsa uçağın kalkış yapabilmesi için yeni uçuş ekibin gelmesi gerekecektir) sayılabilir.

Pan Am ekibi de benzer çevresel şartlara maruzdur. Onların görev süresi sınırını aşma gibi bir endişeleri yoktur. Ancak, onlar da KLM uçağı nedeniyle gereksiz yere beklemek zorunda kalmışlar ve yaklaşık 11 saattir mesai yapmaktadır.

Kuledeki İspanyol kontrolörler ise talimat vermeye alışık oldukları uçaklardan boyutsal olarak çok daha büyükleri ile ve daha zorlu bir trafik ortamı ile uğraşmaktadır. Bunlara ilave olarak, kontrolörler talimatları yabancı bir dilde, İngilizce, vermek ve anlamak zorundadırlar. Bu gibi talepler kavramsal işlem sürecini olumsuz etkiler, dikkati dağıtır ve muhakeme yeteneğini zayıflatır.

Komplike, bir başka ifade ile karmaşık, işler yaparken stres performans üzerinde bazı etkiler yaratır. Ortaya çıkan belli başlı etkiler şu şekilde sıralanabilir:

a. Dikkatin dağılması ve algılamamanın bozulması,

(1) Durumdan kaynaklanan farklı bakış açıları dikkat gerektiren tetkiklerin göz ardı edilmesine neden olabilir.

(2) Çelişen değerler ve hususlar görmezlikten gelinebilir.

(3) Algılanan seçeneklerin sayısı sınırlanır, fakat bu sınırlama en iyi seçeneği bulma önünde olmayabilir.

(4) İlintili seçeneklerin belirlenmesinde geçmiş tecrübelerin dominant özellik gösterme eğilimi vardır. Mevcut duruma uygun olsun ya da olmasın, geçmişte karşılaşılan benzer durumlarda uygulananları doğru çözüm yolu olarak seçme eğilimi kendini gösterir.

b. Artan algısal katılık,

(1) Doğaçlama yeteneğinde bozulma ve yaratıcılığın azalması.

(2) Mevcut inanışlarla çelişen bilgilerin kabul edilirliliğinin azalması.

- (3) Basmakalıp düşünmenin artması.
- (4) Muğlaklığa tahammülün azalması sonucu bilgilerin sorgulanmasına son verilmesi ve aceleci karar verme eğilimi.

c. Azalan ve daralan perspektif,

- (1) Üzerinde daha uzun vadeli düşünme gerektiren durumlara ve faaliyetlerin sonuçlarına karşı daha az dikkat sarf etme.
- (2) Seçeneklerin yan etkilerine daha az önem verme.

ç. Yükü başkasına aktarma,

- (1) Birisinin sunduğu seçeneklerin çok sınırlı olabileceğine inanma.
- (2) Karşısındakinin (başkasının) olası durumu kurtarmak için bir şey yaptığına inanma yani yaptığını makul karşılamama.

Tümü olmasa bile belirtilen etkilerin birçoğu Tenerife kazasında mevcuttur. KLM kaptan pilotu Pan Am uçağının hala pist üzerinde olduğunu bir an bile düşünmemiştir. Uçuş mühendisi tarafından ifade edilen muğlak durumu dikkate bile almamış ve çok aceleci bir karar vermiştir. Derhal kalkış yapmak yerine birkaç saniye daha beklemek gibi bir seçeneği alternatif olarak görmemiştir.

3.4. Gerileme

Tenerife kazasını anlamamanın anahtarı, stresin ilk öğrenilen davranışlara geri dönüşe neden olma kuralında yatıyor olabilir. Bu kurala göre, insanlar stresli durumlarda, davranışlarında geriler ya da ilk öğrendikleri şekilde davranırlar.

KLM kaptan pilotu on yıldan daha uzun bir süredir öğretmen pilot olarak görev yapmaktadır ve kısa bir süre önce tekrar planlı yolcu uçuşları yapmaya başlamıştır. Bunun anlamı şudur; simulatör ile uçuş eğitimi sırasında, öğretmen pilotlar kontrolörler gibi davranırlar ve bu eğitim sırasında diğer birçok talimat gibi kalkış talimatını da kendileri verebilirler. Kule tarafından

kalkış izni verilmeden önce KLM pilotunun kalkış yapması, KLM kaptan pilotunun öğretmen pilot davranış modeline geri dönmesi ile açıklanabilir.

KLM birinci pilotu ve uçuş mühendisi, kaptanın kıdemli oluşu ve prestijinin etkisinde kalarak, kalkış izninin henüz alınmadığını kaptan pilota açık olarak ifade etmemişlerdir. Ayrıca, Pan Am uçağının pist içinde olabileceğini düşünmelerine rağmen astların amirlerine gösterdikleri ast davranışını sergileme yönünde bir gerileme yaşamışlar ve kaptan pilotu gerektiği gibi uyarmamışlardır.

Pan Am uçağı pilotunun davranışlarında da bir gerileme görülmüştür. Şöyle ki; o da, ana pisti terk etmeyi düşünmesine rağmen, tereddütlü olduğu noktayı kuledeki kontrolör ile konuşup açıklığa kavuşturmak yerine doğrudan kule talimatlarına uyma gibi daha basit olan bir davranışı tercih etmiştir.

3.5. Performans

Stres ile performans arasındaki ilişki ters U ($\cap$) şekli ile görsel olarak özetlenebilir. Stresi belirli bir noktaya kadar artırmak performansı olumlu yönde artırabilir. Fakat; bu belirli nokta, eşik noktası, aşıldığında performans artışı yerini performans düşüşüne bırakır. Gerçi, performans eğrisinin eğimi bireyden bireye ve görevden göreve farklılık gösterse dahi, bu genel eğrisel yapı şekli birçok durumda bireylerin performansı üzerinde stresin etkisini algılayabilmek için yeterlidir.

Bununla beraber, gruplar üzerinde yapılan araştırmalar stres ve performans arasında daha doğrusal bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Bir başka deyişle, etkin olarak çalışan organize gruplar stres altında daha iyi performans sergileyebilirler.

3.6. Stres Altında Küçük Grup İletişimi

Bu örnek olayda, iki kez açık olarak, mekaniksel grup davranışı sonucunda stres ve kriz eğilimi ile bozulan iletişimi gözlemlemek mümkündür.

İlk olarak; kalkış için KLM uçağı hazırlık yaparken ve hatta frenleri bıraktıktan sonra, KLM birinci pilotu hava trafik kontrol tarafından kalkış izni verilmediğini bilmesine rağmen, uçak içinde kendisinin yerine getirmesi gereken görevinin gereğini yapmamış ve müsaade alınmadan kalkış yapılmasına engel olmamıştır.

İkinci olarak; KLM uçuş mühendisi, Pan Am uçağının pist üzerinde rule yapmakta olduğundan şüphe duyuyor olmasına rağmen, kaptan pilota algıladığı şüpheli durumu daha açık olarak ifade etmemiştir.

Buradaki iletişim eksikliği uçuş mühendisinin konuşmaya isteksiz oluşu ve bu nedenle öyle davranmış olabileceği şeklinde yorumlanamaz. Çok büyük bir olasılıkla, aynı grup dinamikleri altında, mükemmel olarak nitelendirilen birçok uçuş mühendisi de aynı şekilde davranmayı tercih ederdi.

Her iki durumda da grup içi iletişim eksikliği söz konusudur ve tercih edilen davranış modeli, felakete daha da yaklaşılmaya neden olmuştur.

1994 yılında, Amerikan Ulusal Ulaşım Emniyeti Kurulu (National Transportation Safety Board (NTSB)) tarafından 1978 ile 1990 yılları arasında gerçekleşen 37 önemli kaza analiz edilerek bir rapor hazırlanmıştır. Bu raporda, incelenen 37 kazanın 17'sinde, yani yarısından fazlasında, kazaya durumu takip ederek gerektiğinde kaptan pilotların kararlarına müdahale etmeyen uçuş mühendislerinin neden olduğu belirtilmiştir [2].

Buradan çıkarılması gereken şudur; kokpit içinde yer alan uçuş ekibindeki her bireyin farklı görevleri vardır, ancak her birey görevinin gereklerini tam anlamı ile yaparsa asıl görev başarıya ulaşır.

Örgütsel davranışlar üzerine yapılan bir çalışmada, kriz esnasında karar verme süreci ile ilgili olarak, mekaniksel grup yapısının üyelerinin dışarıdan gelen stres ile karşılaşana kadar birliktelik içinde uyumlu hareket ettikleri ortaya konmuştur [2]. Kriz esnasında üç farklı iletişim modeli geliştirilmektedir. İncelediğimiz kazada; bu iletişim modelleri şu şekilde ortaya çıkmıştır:

a. Grubun çok safhalı ve bürokratik özellikleri ağır basan karar verme yapısı hızla çok merkeziyetçi bir yapıya dönüşmüştür. KLM kaptan pilotu, kuledeki kontrolör dahil, olay ile doğrudan ilgili olan herkesi karar verme sürecinin dışına itmiştir. Yani, çok merkeziyetçi bir yaklaşımla zaman ve hava koşulları gibi dışarıdan gelen çevresel stres kaynaklarına da reaksiyon göstermiştir.

b. Bir grupsal düşünme hipotezi olan sözlü eleştiri, ihtilaf ve karşılıklı şikayetler kriz atlatılana kadar sonlandırılmalı yani kriz sonrasına ötelenmeli anlayışı kriz esnasında sıklıkla uygulama alanına taşınır. KLM ekibi, mekaniksel grup davranışının etkisi ile, sessiz kalmalarının ve tek karar verici olarak gördükleri kaptan pilotun konsantre olması için ona fırsat vermelerinin en uygun hareket tarzı olduğunu düşünmüştür. Çünkü, hangi şekilde olursa olsun, sözlü eleştiri KLM kaptan pilotu tarafından hiç hoş karşılanmayacak bir durumdur. Bu konuya paralel olarak, grubun algılama kabiliyeti üzerine yapılan başka bir çalışmada; belirlenmiş görev ortamı koşullarında, aynı durumun farklı şekilde algılanmasının grup içinde yukarıda belirtilen grupsal düşünme hipotezini yansıtan bir iletişim modeline dönüştüğü ortaya konmuştur [2].

c. Tecrübeli elemanlar diğerlerine göre daha tecrübesiz olarak değerlendirdikleri grup elemanını sık sık merkezi karar verme sürecinin

dışında tutarlar. Asli elemanlar gruptaki en yetenekli, en güvenilen, en güçlü olan ile meseleyi müzakere ederler.

Tecrübesiz KLM birinci pilotu, birinci pilot olarak ilk uçuşuna çıkmıştır. Eğer birinci pilot yeterince tecrübeli olarak değerlendirilseydi, kaptan pilot onun ifadelerini daha dikkatli değerlendirerek onu da karar süreci içerisine alır, karar verirken ondan da faydalanırdı. Daha önce belirtilen NTSB raporunda bu husus da ayrıca yer almaktadır.

Uçağın elde edilen kayıtlarında yer alan KLM birinci pilotunun konuşmaları dilbilimi açısından analiz edildiğinde yukarıda belirtilenleri destekleyen bilgilere ulaşılmıştır. Analizde; birinci pilotun ifadelerini soru kalıbına dönüştürdüğü, böylece söylediklerinin yaratabileceği olumsuz tepkileri yumuşatmaya çalıştığı sonucuna varılmıştır. Muhtemelen, düşünce ve yorumlarının değerlendirme dışı kalabileceğini bilerek, KLM birinci pilotu şüphelerini kendine saklamayı ve konuşurken kaptan pilotu daha az sınırlendirecek bir üslup seçmeyi kendisi için en uygun davranış olarak benimsemiştir.

3.7. Küçük Grup Dinamikleri

Grup dinamiklerinde sosyal gücün temeli üzerine yapılan bir çalışmada, gücün beş temeli olduğu ifade edilmektedir [3]. Bunlar;

- a. Ödül,
- b. Ceza,
- c. Meşruluk,
- ç. Tecrübe,
- d. Sembol olmadır.

Olaydaki kaptan pilot; inkar edilemez bir tecrübe, bariz bir meşruluk ve sembol olma gücüne sahiptir. Onun sembol olma gücü, kontrol pilotu olarak

yakın zamanda birinci pilotun kontrol uçuşunu yapmasından ve gelecekte de yapabileceği gerçeğinden kaynaklanmaktaydı.

Her birey, başkaları için farklı bir anlam ifade eden bazı karakteristik özelliklere sahiptir. Örneğin toplumun geneli mal ve mülk sahibi olmaya daha büyük önem verirken, aynı toplumdaki bazı insanlar arkadaşlık, dürüstlük gibi kişisel özellikler çok daha büyük önem verirler. Güçlü insan, başkaları tarafından değerli görülen bir veya birden fazla özelliğe sahip olan kişidir. Doğal olarak; grubun bir üyesi, ne kadar fazla değerli görülen özelliğe (bu olayda bilgi ve tecrübeye) sahipse, grup üzerinde o oranda potansiyel bir güce sahip olur. Olayda KLM kaptan pilotu tecrübe kaynaklı gücünü grup üzerinde çok baskın şekilde kullanmıştır. Ne birinci pilot, ne de uçuş mühendisi kaptan pilotun onlar üzerinde oluşturduğu bu gücü bastırarak tereddütlerini ifade edememişlerdir. Şüphesiz ki; KLM kaptan pilotluğunun güvenilirliğini ve grup içi birlik ve beraberliği zedelememe gibi bir anlayışla savunma mekanizmalarını güçlü tutmuşlardır.

3.8. Birlik ve Beraberlik

Bir grup; ne kadar birlik ve beraberlik içinde ise, grubun bir grup elemanı üzerindeki etkisi o derece büyük olur. Yani, grubun birbirine bağlılık seviyesi, bir grup elemanı üzerinde o oranda grupsal baskı oluşmasına neden olabilir. Buna karşılık olarak, birey gerçek davranış şeklini değiştirerek duruma uyum sağlama ya da kendisine psikolojik olarak farklı bir durum yaratarak grup baskısını ret etme yolunu seçebilir. İkinci yol; bireyin yarattığı durumu dışarıdan gelecek baskılara karşı koruyabilmek için daha kararlı ve kuvvetli bir kişilik yapısına sahip olmayı gerektirir.

Grup dinamiği ve kaptan pilotun katı tutumu KLM ekibinin sadece iş performansı ile açıklanamayacak daha kuvvetli bir stres altında olmasından kaynaklanıyordu. Bu stresin nedeni, tüm ekip olarak yönergelerle belirlenmiş olan azami uçuş görev süresinin sınırını aşmaya çok yaklaşmış olmalarıydı.

Kaptan ekibini ve kendisini bu konuda kollama görevini üzerine almıştır. Birinci pilot ve uçuş mühendisi, kaptanın tecrübelerinden kaynaklanan bir güvenle onun kararlarına sonuna kadar uymak zorunda olduklarını hissetmişlerdir. KLM kokpitinde yaşanan atmosferden; birinci pilot ve uçuş mühendisinin kaptana muhalefet etmek yerine grup birlik ve beraberliğini sürdürme yönünde bir seçim yaptığı sonucuna ulaşılabilir. Ancak; onların , kendilerine göre bir üst konumda değerlendirdikleri kaptanın kararını sorgulayarak müdahale etmek istememeleri Tenerife faciasının oluşumunda çok büyük bir paya sahiptir.

3.9. Gelişim İçin Yeniden Yapılanma

Örnek olaydaki gibi durumları çözüme kavuşturmak için yeni bir yöntem bulmanın gerekmediğini değerlendiren Amerikan Ulusal Ulaşım Emniyeti Kurulu (NTSB), Federal Havacılık İdaresine (FAA); kaptan pilotların birinci pilotlar tarafından yapılan girdilere daha sıcak bakmaları ve onları cesaretlendirmeleri yönünde düzenlemeler hazırlayarak yayınlanmasını tavsiye etmiştir. Çünkü bu durum, tamamıyla bir davranış problemidir ve doğru davranışların cesaretlendirilip hatalı olanların azaltılması ile çözüme ulaşmak mümkündür. Ancak, hazırlanacak bu düzenlemelerin sonuçlarının alınabilmesi ve ulaşmak istenen insan faktörü üzerindeki etkilerinin görülebilmesi uzun bir süreci gerektirmektedir.

Bu düzenlemeler paralelinde ilerlemek için izlenecek iki farklı yoldan söz etmek mümkündür. Bunlardan biri Crew Resource Management (CRM) yani Ekip Kaynak Yönetimi Eğitimi, diğeri ileri teknolojinin kullanılmasıdır. Her iki yolun da ortak noktası, insan faktörü ile ilişkili kazaları azaltmak için yol göstericilik rolünü üstlenmiş olmalarıdır. Ancak, her iki yolun da etkin olabilmesi, yol gösterici olarak seçilmelerindeki nedene; asıl olan akışı yani kokpit ekibinin mekaniksel grup yapısını değiştirmemek amacıyla kullanılmalarına ve geliştirilmelerine bağlıdır. Bu maksatla insan faktörü ile ilintili hataların üstesinden gelinebilmesi için Ekip Kaynak Yönetimi havacılık

ortamını kullanan tüm kurumların ortak kültürünün bir parçası haline getirilmelidir.

Bu ortak kültürün yapı taşları ise; iletişim eğitimi, stresle başa çıkma eğitimi ve teknolojinin uygun kullanımıdır.

3.9.1. İletişim eğitimi

Uçuş eğitimi ile ilgili bir konferansta⁸, havacılık sektörü gibi, özellikle emir alma ve emir vermenin günlük yaşamın bir parçası olarak kabul edildiği toplumsal kültürlerde iletişim eğitiminin bir zorunluluk olduğu belirtilmiştir. Tam bir ekip koordinasyonunun kurulması, iş yükünün dengeli dağılımı, görevlerin herhangi bir şüpheye neden olmayacak şekilde çok net çizgilerle belirlenmesi, kokpit içi ve kokpit dışı uygulamalarda kullanılan ifadelerin açık ve anlaşılır olmasına özen gösterilmesinin gerekliliği etkili bir iletişim eğitiminin de ana temalarını oluşturmaktadır.

3.9.2. Stresle başa çıkma eğitimi

CRM'nin bir parçası olarak, iletişim eğitiminin yanı sıra, stresle başa çıkma eğitimi de ön plana çıkmaktadır. 1988 yılında çoğunluğu psikologlardan oluşan uzmanların katılımı ile gerçekleştirilen bir panelde, silahlı kuvvetlerin bazı unsurlarında, özellikle, muhafaza edilen mekaniksel grup yapısı ve stresin bu yapı üzerindeki etkileri hakkında bazı saptamalar yapılmıştır. Bunlardan konu kapsamında en önemli olarak değerlendirileni; ekipler kendilerini stresten yalıtmış gibi görmelerine rağmen, eğer kendilerine kolaylıkla zarar görmelerinin (özellikle eğitim sürecinde) normal bir durum olduğu yönünde bir güdüleme yapılmışsa, stresin etkilerini genellikle üstlerinden daha kolay atmayı başardıklarıdır. Bu ise, stresin olumsuz

⁸ Amerika Birleşik Devletleri'nde 1990 yılında yapılan Uçuş Emniyet Vakfı (Flight Safety Foundation)'nın konferansında Lufthansa Havayolu şirketinin denetleme ve uçuş emniyeti bölüm başkanı Heine Caesar'ın yaptığı konuşmadan alınmıştır.

etkilerini bilerek stresle birlikte yaşamayı öğrenme anlamına gelmektedir. Özellikle; silahlı kuvvetlerin, hata yapma ihtimalini azaltmak için bilgi ve kararların birçok kişi tarafından teyit edilmesini gerekli kıldığı, mekaniksel gruplarında, stresle daha kolay başa çıkıldığı belirlenmiştir.

Havacılıkta stres yönetimi üzerine yapılan birçok çalışma ile; uçuş ekiplerinin insan ve stres ilişkisinin doğası üzerine yoğunlaşmalarına, bunu daha iyi anlamalarına yardımcı olunmakta, stres yönetimine yönelik stratejilerle donatılmış uçuş ekiplerinin oluşturulmasına çalışılmaktadır.

3.9.3. Teknolojinin uygun kullanımı

Havacılıkta insan faktörü ile ilintili hataların üstesinden gelinebilmesi için teknolojinin iki farklı şekilde kullanımı söz konusu olabilir. Bu farklı yaklaşımlar tabii ki farklı sonuçlara ulaşılmasına neden olacaktır.

Bu yaklaşımlardan ilki, gelişmiş teknoloji sayesinde; insanların daha iyi düşünmesine, kavramasına ve problemleri en doğru şekilde çözümlemesine yardımcı olacak ve etkinlikle kullanılabilecek insan-sistem ara yüzlerine sahip makinelerin yaratılmasına dönük çalışmalardır.

Diğer yaklaşım ise; kokpit ekibinin yönetim yapısını değiştirmeyi vaat eden uzaktan kokpit yönetimi anlayışıdır. Uzaktan kokpit yönetimi anlayışı iletişim teknolojisinin ulaştığı nokta ile doğrudan bağlantılıdır. Bu anlayış, uçuş ekibinin uçuş esnasında normal ve emercensi (acil) durumlarda uçağın idaresine yönelik karşılaşılabileceği ihtiyaçları gerçek zamanlı olarak karşılayabilecek dijital data link desteğinin tüm uçaklara sağlanabileceği bir iletişim teknolojisi ile gerçekleştirilecektir. Yer kontrol istasyonu tarafından oluşturulacak diğer bir yönetim kademesinin sisteme dahil edilmesi ile pilotun patron konumundan çıkarılarak daha geniş bir yönetim sisteminin parçası haline gelmesi sağlanabilir. Böylece mekaniksel uçuş dinamikleri en aza indirgenerek pilotun; yer kontrol tarafından sağlanan desteği de kullanması,

merkeziyetçi karar veren kişi rolünden çıkarılması, çok kademeli ve bürokratik yapıya sahip karar destek sistemi içinde tutulması sağlanabilir.

3.10. Değerlendirme

Uçuş ekipleri; iletişim ve karar alma mekanizmalarındaki hataların nelere mal olabileceği bilinerek çok iyi yapılandırılmış mekaniksel gruplar olarak nitelendirilmektedir.

Mekaniksel grupların tipik özelliği, görevlerin planlandığı şekilde rutin çizgisinde devam ettiği sürece oldukça iyi bir performans sergileyebilmeleridir. Ancak, olağan dışı durumlarda yani kriz durumlarının ortaya çıktığı anlarda bu yapı bozulma eğilimi gösterir.

Bu bozulma, havacılık ortamında olduğu kadar hiçbir ortamda, çok hızlı ve ciddi boyutlarda kayıpların yaşanmasına neden olabilecek şekilde kendini hissettirmez.

Havacılık alanında meydana gelen kazalar ana sebebine göre incelendiğinde (Bkz. Şekil 2.9) kullanılan araç yani uçaktan kaynaklanan kazaların yüzdesi sadece %17'dir. Hava şartlarından kaynaklanan kazaları da toplamdan çıkardığımızda, kazaların %70'inin insan kaynaklı hatalar, yani insan faktörü nedeniyle oluştuğu sonucuna ulaşılmaktadır. İnsan hatasından kaynaklanan kazaların yaklaşık dörtte üçünün ise iletişim kanallarındaki zafiyetlerden kaynaklandığı değerlendirildiğinde etkili iletişimin rolü çok daha somut olarak ortaya çıkmaktadır.

Federal Havacılık İdaresi (FAA), rapor edilen kazaların %70'inden fazlasının bilgileri aktarırken yapılan hatalardan kaynaklandığını belirtmiştir. NASA⁹ tarafından yapılan başka bir çalışma sonucunda, dünyada meydana gelen

⁹ Amerikan Ulusal Uzay ve Havacılık Kurumu (NASA) Ames Aerospace Human Factors Research Division

tüm havacılıkla ilgili kazaların %80'e varan bölümünün koordinasyon ve mevcut kaynak kullanımındaki eksiklerden kaynaklandığını ortaya koymuştur [2].

Tüm bu istatistiksel değerlere bakarak umutsuzluğa kapılmamak gerekir. Rakamlar cesaret verici değildir. Ancak, uçucular tarafından, bu bölümde irdelediğimiz örnek olayda belirtilene benzer şekilde, verilen kararların azaltılmasına yönelik yöntemlerin bulunması için çözüm arayışlarının sürdürülmesi bir zorunluluktur.

Havacılık; çok dinamik ve inisiyatif gerektiren esnek bir yapı özelliği taşır. Uçuşta karşılaşılan olağan dışı her durum, tek bir kelime (evet/hayır) ile yönlendirilerek doğru çözüme ulaşmayı sağlayabilecek şartlara sahip olmayabilir. Tamamıyla kesin çizgiler barındıran ve elastikiyetten yoksun bir sistem topyekün kabul edilmediği sürece insan faktörü ve bunun neden olacağı kazalar daima var olacaktır.

İnsan hatalarının kazalar içindeki payı bundan yaklaşık 30 yıl önce ortaya konmuştur. 1974 yılında gerçekleştirilmiş Uçuş Emniyet Vakfı ve 1975 yılında gerçekleştirilmiş Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği toplantılarında insan hatasının ortadan kaldırılması uçuş emniyetinde ulaşılacak nihai nokta olarak nitelendirilmiştir [2].

Yapılacak araştırmalar, çıkarılacak dersler, kazanılacak bilgi ve tecrübeler gelecekte de Tenerife faciasına benzer olayların yaşanma ihtimalini azaltmak için kullanılabilecek en etkin çözüm yollarına yaklaşılmasının anahtarı olacaktır.

4. HAVACILIKTA İNSAN FAKTÖRÜNE BÜTÜNCÜL YAKLAŞIM

4.1. Genel

Kazalar ve kazaların nedenleri hakkında genel anlayış seviyesinin yükselmesine, hava araçlarının dizaynına yönelik yeni teknolojilerin ortaya çıkmasına, insan davranışları ile karar alma faktörlerinin analizine dönük yeteneklerdeki ilerlemelere, eğitim metot ve araçlarındaki gelişmelere rağmen havacılık kazaları meydana gelmeye devam etmektedir.

Havacılık endüstrisinin farklı alanlarında ulaşılan teknik ilerlemeler kaza oranlarının azaltılmasına aynı oranda yansıtılamamaktadır. Bu gerçek, bu bölümde yapılacak olan saptamaların temelinde yatan sorgulama güdüleyicisidir.

Yaşanan kazalar arasında çok iyi eğitilmiş ve tecrübe sahibi uçucuların (sistem içindeki diğer insanlar tarafından etkileniyor olsalar dahi) doğrudan verdiği kararlar veya yaptığı eylemler sonucu meydana gelen kazalar da yer almaktadır.

Üçüncü bölümde örnek olay olarak irdelenen Tenerife kazası da dahil olmak üzere, ikinci bölümde sunulan kazaların istatistiksel veri derleme ve yorumlama çalışması sonucunda ortaya çıkan en önemli soru şudur:

Tecrübeli ve iyi eğitilmiş uçuş personeli, bazen tecrübelerinin ve aldığı eğitimlerin aksine neden hareket eder ve kazalara sebep olur? Bu soruya cevap bulabilmek için; etken faktörler, belirti göstermeyen potansiyel faktörler ve hatalı davranışların arkasında yatan nedenler üzerine geniş bir spektrumda yoğunlaşmak gerekmektedir.

Bu bölümde, bütüncül bir yaklaşım ile havacılıkta insan faktörü irdelenerek [4] kazalara neden olan ortak noktalara yönelik saptamalar yapılacak ve uçuş emniyetini artırmak için bunlara karşılık nelerin yapılabileceği belirtilecektir.

4.2. Kazalara Neden Olan Ortak Noktalara Yönelik Saptamalar

Burada belirtilecek olan saptamalardan bazıları, herkes tarafından kolaylıkla gözlemlenebildiği için, çok aşikar olarak değerlendirilebilir. Ancak belirtilecek saptamalar, aşikar olan saptamalar da dahil olmak üzere, günümüz havacılık faaliyetlerinin bizleri düşünmeye kışkırtan resminin sunumunu tamamlamaktadır.

Bir bütün olarak değerlendirildiğinde; saptamalar, birçok insanın yaşamı da dahil olmak üzere maddi ve manevi kayıpların azaltılması, sınırlı kaynakların yitirilmesine yönelik problemlerin çözümüne yoğunlaşmak için bir ara yüz niteliği taşımaktadır.

Kokpitteki davranışlar birçok faktörün ortak ürünüdür.

Uçuş ekibinde yer alanların bireysel ve toplu davranışları kokpitteki faaliyetlerin şekline etki eder. Ekip koordinasyonu, kokpit iletişimi (harici ünitelerle olduğu kadar kokpit içindekilerle de) ve karar alma süreçlerinin tümü kokpitteki uyumun en somut göstergesidir ve bu uyum tüm ekibi doğrudan etkiler. Ekip üyeleri, sık sık kendilerinin ve kendileri dışındakilerin dikkatlerini başka yöne çekebilen ve yaptıkları görevlerle hiçbir ilgisi olmayan meseleleri kokpite taşıyabilir.

Organizasyonların çalışma felsefesi kokpitteki baskın davranış modellerini etkiler. Bireysel faktörler sık sık duruma müdahil olur. Kişilik uyumsuzlukları bazı bireyler tarafından kontrol altında tutulamaz. Uçağın genel durumu, hava trafik kontrol ünitesi, meteorolojik şartlar, havadaki ve yerdeki iletişimin

istenilen sonucu verebilme yeteneği gibi önemli bilgilerin elverişliliği uçuş ekibinin çalışmasını etkileyebilir.

Şahsi disiplin ve standart hareket usullerine uyum disiplininin seviyesi tüm kokpit ortamını etkiler ve uçuş ekibinin çalışırken karşılaşacağı risk ortamını belirler. Bir başka deyişle; uçuş ekibinin karşılaşacağı risk ortamı, sahip olunan disiplin anlayışı doğrultusunda kokpit ortamındaki durumun ne kadar sağlıklı olacağını belirler.

Yönetim mekanizmaları tarafından bu ve buna benzer diğer tüm faktörlerin organizasyonel ve operasyonel seviyelerde sağduyulu ve doğru zamanlı karar alma süreci üzerindeki potansiyel etkileri daima dikkate alınmalıdır.

Sistem her zaman bunu sağlamasa da, sağduyulu ekip kararları her zaman desteklenmeye ve teşvik edilmeye ihtiyaç duyar.

Organizasyonel ve alt yapısal sistemler kritik durumlarda uçuş ekibinin karar alma sürecini güçlendirmek ve karar birliğini en üst düzeye çıkartmak için uçuş ekibine yeterli eğitim, yönlendirme, bilgi ve yardım desteği sağlamalıdır. Bu olmaz ise; meydana gelecek hatalar emniyet sınırlarını aşındırarak kaza riskini artıracaktır. Bu risk; uçak ve uçaktakilerle birlikte tüm sisteme ve sistem ile etkileşim içindeki diğer unsurlara yansıyacaktır.

Böyle bir destek, diğerleri yanında; istikrarlı bir örgütsel davranışa sahip olunmasını, özellik arz eden farklı görevler ve kullanılacak teçhizata yönelik yeterli eğitim verilmesini, alt yapı eksiklerinin anlaşılacak çözüm alternatiflerinin üretilmesini, meteorolojik şartlar ve meydan kolaylıkları gibi çok önemli hususlar hakkında güvenilir bilgi edinilebilmesini gerektirir.

Bu destekleyici faktörlerin her birinin her durumda yeterli olamayacağı çok açıktır. Bu nedenle uçuş ekibi her zaman son dakika stratejileri geliştirerek potansiyel problem sahalarını sınırlama zorunluluğu içinde olacaktır.

Yönetim kararları ortak kültürlerde yapılacak değişiklikleri destekleme açısından hayati öneme sahiptir.

Organizasyonların ortak kültürlerini tanımlarken çok değişik ifadeler kullanmak mümkündür. Ancak, tüm farklı tanımlamalarda müşterek olan şey; organizasyonların zaman içinde karşılaştıkları farklılıkların üstesinden gelebilmek için benimsedikleri mihenk taşı niteliğindeki davranış şekillerinin onların ortak kültürünü oluşturduğudur.

Organizasyonların ortak kültürünü riskleri en aza indirecek şekilde yönlendirebilmek için gereken en önemli husus, organizasyonları tehdit eden tüm risklere karşı yönetimlerin yeterli bilinç düzeyine sahip olmasını sağlamak ve böylece yönetimlerin desteğini almaktır. Aksi halde; ortak kültüre etki edecek gerekli güç sağlanamadığından, tüm çabalar yüzeysel olacak ve çabalar ortak kültürün gelişimine etki edemeden yok olup gidecektir.

Alınacak yönetim kararlarında; organizasyonun liderlik etme yönünde isteği ve desteği hissedilmediği, risk yönetimi kapsamında değerlendirmelere yer verilmediği sürece çalışanlar arasında uçuş emniyetine yönelik olumlu ve kalıcı davranış değişiklikleri yaratılmasından söz etmek gerçekçi bir yaklaşım olamaz. Bu ise, uçuş emniyetine yönelik kalıcı davranışların ortak kültür içinde yer alamaması anlamına gelir.

Faaliyetlere yönelik direktifler gerçekçi olmalı ve yönetimlerin sergiledikleri tutarlı davranışlarla desteklenmelidir.

Gerçeklikten uzak ve tutarsız direktiflerin verildiği çok sayıda organizasyonun var olduğunu bilmek aslında etkili bir yapı hedefleyen toplumlar için oldukça şaşırtıcı bir gerçektir. Nasıl kötü hazırlanmış yasalar insanlarda onlara uygun davranışlar sergilemeye dönük bir istek uyandırmıyorsa, organizasyon

içindeki tutarsız davranışlar da aynı etkiyi yaratır. Yönetimlerin; profesyonellik ve etkinliğin artırılırken risklerin azaltılmasını ön plana almadığı bir anlayış içinde vereceği direktifler onları uygulayacak kişiler tarafından yeterince benimsenemez ve benimsettirilemez [5]. Art niyet olmamasına rağmen yeterince detaylı değerlendirme yapılmadan oluşturulan direktifler de aynı etkiyi yaratır. Öncelikle organizasyona yönelik manevi duygular zayıflar ve çaresi bulunmazsa, bunun sonucunda organizasyonun uçuş ile ilgili faaliyetleri büyük bir risk altına girer. Bu durum, sadece uçuş faaliyetlerini etkilemekle kalmaz, aynı zamanda organizasyonun kendi devamlılığını da tehlikeye sokar.

Eşdüzey etkisinin (peer influence) uçuş emniyetinin muhafaza edilebilmesi üzerinde çok büyük bir etkisi vardır.

Yalın bir şekilde; aynı görevi yapan, aynı haklara sahip olan, birbirleri arasında eşdeğerde görülen veya mesleki olarak akran durumundaki kişilerin etkileşimini eşdüzey etkisi olarak tanımlamak mümkündür. Sosyal ve örgütsel davranışlar yakın arkadaş ya da akran grupları tarafından daima etkilenir. Bu etkiyi günlük yaşamda rahatlıkla gözlemlemek mümkündür.

Havacılık faaliyetleri de eşdüzey etkisinin hüküm sürdüğü akran davranışlarından etkilenmektedir. Eşdüzey etkisi iki yönlü olarak değerlendirilebilir. Buna

- a. Olumsuz bir örnek olarak; bir uçucu rekabet etme ve bireysel üstünlüğünü ispatlama düşüncesi ile oldukça riskli bir durumda kendisinden yapması beklenenden çok daha farklı bir davranış sergileyebilir,
- b. Olumlu bir örnek olarak; bir uçucu belirli bir konudaki kişisel zayıflığını diğer uçucuların desteği ile ortadan kaldırarak kendisini geliştirebilir.

Eşdüzey etkisini iki yönlü olarak değerlendirmek mümkündür. Eşdüzey etkisi ölümcül kazaların artmasında olduğu gibi bir uçuş şirketindeki uçucuların

mesleki standartlarının yükseltilmesinde de etkili olabilir. Eşdüzey etkisi oldukça güçlü bir araçtır. Bu güçlü araç, profesyonel davranışların geliştirilmesini ve sağduyulu kararların alınmasını destekleyecek şekilde kullanıldığında büyük yararlar sağlayacaktır.

Uçuş ile ilgili kuruluşlar ve gruplar tarafından mesleki standartlara yüksek öncelik verilmelidir.

Mesleki standartların uçucu davranışları ve performansları üzerindeki etkisi oldukça yüksektir. Bu husus eşdüzey etkisi üzerine yukarıda belirtilen saptamanın doğal bir sonucudur. Uçuş ile ilgili kuruluşlar, kendi üyeleri ve organizasyon içindeki diğer unsurlar üzerinde kuvvetli bir eşdüzey etkisi oluşturabilir. Organizasyonlar içinde mesleki standartların belirlenmesinde yaşanacak eksiklikler yüksek riskli uygulanmaların benimsenmesi şeklinde algılanabilir. Standartlardaki yetersizlikler risk seviyesi yüksek bir ortam oluşmasına neden olabilir. Bununla beraber, etkinliği sağlamak için mesleki standartların teşvik edilerek desteklenmesinde öncelik uçuş emniyetini sağlamaya verilmeli ve önemsiz örgütsel politikaların savunulmasına dönük çabalardan kaçınılmalıdır.

Hataların asıl nedenlerini oluşturan kökler uzun süre gizli kalabilir ya da kendilerini gizleyebilir.

Hataların kökleri derinlerde gizli olabilir. Derinlerde gizlenen kökler; arızalar, teknik problemler ya da karşıt sistemler tarafından tetiklendiklerinde ortaya çıkarak gözle görülür hale gelebilirler.

Gerçek kazaların meydana geliş zamanları ve yerlerinden çok daha önce etken faktörlerin varlığını ortaya çıkarmak maksadıyla sistem güvenlik analizleri kullanılabilir. Sistem güvenlik analizleri, kazaların ilk halkasını oluşturan başlangıç olayı ile bunu takip eden ve pilotun kendisine kadar ulaşan olaylar zincirinin daha önceden görülerek önlem alınabilmesi için çok

önemli bir fırsattır. Böylece tüm kullanıcılar olabileceklere karşı önceden hazırlık yapabilirler.

Eğitim, kazalara neden olan olaylar zinciri içindeki birçok durumun üstesinden gelmek için yeterli olabilir. Ancak, sistem içinde yer alan her eleman potansiyel problemleri bulmak ve bu problemleri doğru şekilde çözümleyerek ortadan kaldırmak zorundadır. Bu, kalitenin artırılmasına dönük hareketlerin temelini oluşturur. Böyle bir yaklaşımı etkin olarak uygulayan organizasyonlar can ve mal kayıplarına neden olabilecek riskleri kolaylıkla azaltabilirler.

Ekip kaynak yönetimi uçucu davranış modeli içine dahil edilmelidir.

Ekip kaynak yönetimi; uçucuların eğitim sürecinin en başından itibaren anlatılarak temel bir yapı taşına dönüştürülmeli, sonrasında ise uçucuların mesleki yaşamları boyunca alacakları tüm eğitim faaliyetlerinin içine entegre edilerek ortak mesleki kültürün vazgeçilmez parçası haline getirilmelidir.

Doğru şekilde öğretildiği ve uygulandığında ekip kaynak yönetiminin göreve ilişkin riskleri azaltmada ne kadar etkili olduğu yapılan çalışmalarda somut olarak ortaya konmuştur.

Yüksek seviyede uçuş emniyet bilinci ile kaynakların kullanımı havacılık ortamındaki tüm organizasyonların ortak hedefidir. Ancak, bazı kültürel faktörler ekip kaynak yönetiminin adaptasyonunda özel tekniklerin kullanılmasını gerekli kılabilir.

Ekip kaynak yönetimi felsefesinin uçucu davranışlarına bir an önce uyarlanması ve sonrasında verilecek eğitim faaliyetleri içinde güçlendirilerek yerini muhafaza etmesi, insan doğası gereği oluşabilecek hataların önlenmesinde büyük fayda sağlayabilecektir.

Yüksek teknolojiye sahip modern kokpitlerin etkinlikle kullanılabilmesi için kesin ve katı kurallar gereklidir.

Modern uçaklar kokpit ortamında köklü değişikliklere neden olan teknolojik imkanlar sunmaktadır. Bu değişiklikler içinde en dikkat çekici olanı; uçağın kontrolüne yönelik doğrudan ya da dolaylı olarak pilotun uygulayacağı usullerin miktarındaki artıştır. Bu usullerden bazıları görevle ilgili özel durumlar için çok daha uygun olabilir. Ancak, tüm bu usullerin tatbikine yönelik olarak çok net kurallar belirlenmeli, müphem hiçbir nokta kalmamalıdır. Uygulamalara yönelik direktiflerin yeterince açık olmaması durumunda, uçuş ekiplerinin hata yapmalarına neden olacak standart dışı usullere yönelmeleri olasıdır.

Uçaklardaki yeni teknolojiler mevcut hava trafik kontrol sistemlerinin üstündedir.

Uçaklardaki modern teçhizat ve sistemler ile çok hassas seyrüsefer yapabilme kabiliyeti, mevcut hava trafik kontrol sistemleri ile tam bir uyum içinde değildir. Bu durum, havacılık sistemini oluşturan parçaların (uçak, hava trafik kontrol sistemleri gibi) birbirleri ile tam bir uyum içinde çalışabilmesini engellemektedir.

Hava trafik kontrol ünitesinin kabiliyetlerine bağlı olarak hareket etmek, uçaktaki iş yükünü azaltan sistemlerin yarattığı avantajları uçuş ekibinin tam olarak kullanamaması anlamına gelmektedir. Yani; uçak çok gelişmiş sistemlerle donatılmış olsa bile hava trafik kontrol sistemleri daha sınırlı imkanlara sahip ise, uygulanacak usuller hava trafik kontrol sistemlerinin limitleri ile sınırlı tutulacaktır.

Uçuşla ilgili sistemler içinde en düşük teknolojik yeteneğe sahip olan sistem elemanı, gerçekleştirilecek uygulamaların teknolojik seviyesinin en üst

sınırını belirlemektedir. Böyle bir teknolojik farklılık kokpit içinde potansiyel bir iş yükü uyuşmazlığını artırabilir.

Uzun menzilli uçuşlarda ve uzayan görev sürelerinde uçuş ekibinin tetikte olabilmesi ve dikkatini muhafaza edilebilmesi üzerine çalışmalar yapılmalıdır.

NASA tarafından, yorgunluğun uzun menzilli uçuşlarda ve uzayan görev sürelerinde uçuş ekibinin göreve uygunluğu ve karar alma mekanizmalarında yarattığı etkiler üzerine yapılan çalışmalar, bu alanda yeni çalışmalar yapılmasının gerekliliğini açıkça ortaya koymuştur [6]. Bu alanda sürdürülecek çalışmalar; etkili ve düşük riskli insan ve iş çevrimini sağlayacak kokpit dizaynı, yerleşim, aydınlatma gibi ergonominin de ön plana çıkacağı yeni araştırmalara yoğunlaşmayı gerekli kılmaktadır.

Toplam uçuş saati uçucuların sahip oldukları tecrübenin bir göstergesi olarak kabul edilirken, geçmiş tecrübelerin niceliksel değerlendirmesi yanında niteliksel değerlendirmesi de dikkate alınmalıdır.

Geleneksel olarak; uçuş tecrübesi toplam uçuş saati ve tipteki uçuş saati gibi kriterler ile ölçülür. Toplam uçuş saatinin fazla olması sahip olunan tecrübenin doğru olarak belirlenmesi için her zaman yeterli olabilecek bir ölçüt değildir. Uçucunun tecrübe seviyesinin doğru olarak algılanabilmesi için, sahip olduğu toplam uçuş saatini oluşturan geçmiş uçuş yaşantısının analiz edilmesi de gerekmektedir. Böyle bir analiz tecrübenin niteliği konusunda çok daha faydalı bilgiler içerir. Bu tür niteliksel bilgiler uçucu seçimi ve değerlendirmelerinde daha fazla dikkate alınmalıdır.

Uygun eğitim ile desteklenmiş profesyonel uçuş yönetimine ihtiyaç vardır.

Yönetim sorumluluğu taşıyacak bireylere (özellikle kokpit pozisyonundan gelenlere) uygun eğitim verilmesi oldukça büyük faydalar sağlayabilir. Gelecekteki kariyer basamakları dikkate alınarak kokpitte uçan kişilere uçuş

yönetim sorumluluğu verilmesi düşünülüyorsa, bu kişilere kokpit içi uçuş ortamından çok daha farklı olan uçuş yönetimi hakkında gerçek dünyada karşılaşacakları zorluklara yönelik olarak, profesyonel bir bakış açısı ile, eğitim verilmelidir. Bir uçucuyu doğrudan kokpit görevinden yönetim ağırlıklı bir göreve atamak, özellikle yönetim konusunda yeterli eğitim verilmeden, gerçekleştirilmemelidir.

Bu geçiş süreci kapsamında verilecek eğitim; yönetim sorumluluğu taşıyacak bireyin organizasyon içindeki verimliliğini artırırken, can ve mal kaybına neden olabilecek hata risklerini de en aza indirebilir.

Her geçen gün uçak teknolojisi daha karmaşık bir boyuta ulaştıkça teknolojiye ve insan faktörüne yönelik ihtiyaçları karşılayacak daha disiplinli bir eğitim gereksinimi ortaya çıkmaktadır.

Uçak ve sistem dizaynlarındaki teknolojik ilerlemeler etkinlik ve güvenilirliği artırmayı hedeflemektedir. Eğitim verenlerin ve bakım teknisyenlerinin teknolojik alanda yaşanan ilerlemelere ayak uydurabilmesi için gelişmelerden haberdar olması gereklidir.

Bu kapsamda, eğitim, yeni teknolojilerin uygulamaya geçirilebilmesi için daha kolay öğrenilen yollardan bilgi transferinin yapılabilmesini sağlayan bir vasıtaadır. İnsan performansının seviyesi ile sistemlerin yetenekleri arasındaki ilişkinin doğru olarak algılanması hedeflenen etkinliğe ve azaltılmış risk ortamına ulaşabilmenin en temel gereğidir.

İnsan performansının seviyesi dikkate alınmadan sistemlerin yapabildikleri üzerine bir eğitim programı oluşturmak insan gerçeğini göz ardı etmek anlamına gelmektedir. Sistemleri kullanacakların insan olduğu düşünüldüğünde, böyle bir anlayışın sistemlerin kullanımını tehlikeye sokacağı ve riski artıracığı çok açıktır.

Teoride ulaşılan sonuçlara pratikte ulaşmak isteniyorsa; insan gerçeği üzerine kurulmuş, farklı disiplinlerin görüşleri ile desteklenmiş, uygulamada arzu edilen sonuçlara ulaşmayı hedefleyen koordineli ve tutarlı eğitim programları oluşturulmalıdır.

Bir şirketin mali açıdan sağlıklı olması sadece potansiyel kazaların doğrudan maliyeti ile değil, aynı zamanda o şirketin uçuş emniyetine ilişkin taahhütlerinin halk tarafından algılanma şekli ile de ilişkilendirilir.

Bir organizasyonun mali açıdan iyi durumda olması, o organizasyonun sektör içinde belirlenen risk seviyesine yönelik standartları yerine getirebilme başarısını etkilemektedir. Yolcu taşıyan şirketlerin uçuş emniyet seviyesinin toplum tarafından algılanma şekli, şirketin sektör içinde lider duruma gelebilmesi ve mali yönden karlılığını sürdürebilmesi açısından önemli bir faktördür.

Kaza potansiyeli mali konularda yaşanan sorunlardan da etkilenir. Ancak, kaza riskini en aza indirmeyi hedefleyen bir çalışma felsefesi doğrultusunda geleceği planlamak gereklidir. Yani, kazaları önleyebilmek için mali durumun iyi olması tek başına yeterli olamaz. Mali açıdan sahip olunan bu olumlu portrenin riskleri en aza indirmeyi ilke haline getirmiş bir yönetim ile desteklenmesi gereklidir. Aksi durumda, mali güç meydana gelen kazalar sonrasında kayıpları maddi boyutta karşılamaktan öte bir fayda sağlayamaz.

Kaza sonrası maddi olarak ödenen tazminatlar şirketlerin gider hanesini artırırken, aynı zamanda uçuş emniyetine yönelik standartlardaki zafiyetler nedeniyle halkın o şirketlere olan güvenini azaltır. Bunun doğal bir sonucu olarak, orta ve uzun vadede şirketlerin sağlıklı mali yapısı bozulurken en büyük etki havacılık kazalarındaki insan faktörü üzerinde oluşur.

Mali açıdan faydaları ortaya çıkana kadar uçuş emniyetine yönelik çabalar sürekli olarak sorgulanır, eleştirilir.

Yeni teknolojiler, yeni usuller, yeni teçhizatlar, ilave eğitimler uçuş emniyet seviyesinin yükseltilmesine yönelik bir potansiyele sahiptir. Ancak, bunların her birinin belirli bir maliyeti vardır ve bu maliyet daima uçuş emniyetinin sağlayacağı mali fayda ile mukayese edilir.

Kontrol edilebileceği değerlendirilen riskler daima makul kabul edilir. Bu bağlamda, niceliksel yaklaşım daha fazla kabul görür ve uçuş emniyetine yönelik bazı çabaların uçuş emniyetine sağlayacağı gerçek faydanın hesaplanmasında maliyet ön planda tutulur. Bu ise, sınırlı kaynakların kullanımında uçuş emniyetine yönelik çabalara, başlangıçta daha az olan ve zaman içinde artırılması planlanan, bir kaynak aktarımı anlamına gelir ve uçakların envantere girişini takip eden ilk yıllarda en yüksek kaza oranlarına ulaşılmasının altında yatan en önemli gizli etken olarak değerlendirilebilir (Bkz. Şekil 2.13).

Uçucuların arzu edilen davranışlara ve kişilik özelliklerine sahip olmasına özen gösterilmelidir.

Uçucuların kişilik özellikleri onların gelecekteki mesleki gelişimlerini doğrudan etkileyecektir. Bu husus uçuşu seçiminde önemle üzerinde durulması gereken bir konudur.

Uçucuların seçiminde mevcut kriterler geleceğin havacılık ihtiyaçlarına yeterince cevap vermiyor olabilir. Bu nedenle; mevcut kriterler çok iyi analiz edilmeli, uçucuların gelecekteki performansının da değerlendirilebilmesine ışık tutacak sorgulamalar yapılmalıdır. Aksi halde, sistem içinde kısa vadeli öngörülere göre yerini almış uçucuların orta ve uzun vadede birer potansiyel kaza faktörüne dönüşmesi önlenemez. Uçucuların seçimindeki mevcut

kriterler çok iyi sorgulanarak, başlangıçta insana yapılan yatırımların geleceği daha emniyetli kılması sağlanabilir.

İletişimde lisan sorunları uçuş ortamındaki stresin artmasına neden olur.

Lisan ile ilgili sorunlar iletişimin her safhasında kendini gösterir. İletişim üzerinde bu denli etkili olan lisan sorunlarının, uçucu yetiştirmenin ilk safhalarında başlatılarak sürdürülecek planlı bir çalışma ile ortadan kaldırılması gerekir.

İngilizce havacılıkta ortak dil olarak belirlenmiştir. Ana dili İngilizce olmayanlar tarafından İngilizce olarak aktarılan hava trafik malumatlarının doğru olarak algılanamaması, hava trafik kontrol üniteleri tarafından farklı coğrafi bölgelerde (aynı ülke içinde olanlar da dahil olmak üzere) kullanılan değişik İngilizce aksanların kullanılması ve lisan seviyeleri farklı olan bireylerden oluşan uçuş ekiplerinin aynı ortamı paylaşmaları iletişimde lisan konusunda yaşanan sorunlardan bazılarıdır.

Etkili iletişim yıllardır süre gelen bir tartışma konusudur. Havacılıkta yer alan şirketlerin küreselleşmeye paralel olarak farklı dilleri konuşan uluslardan gelen personeli aynı çatı altında birleştirme zorunlulukları, kiralandıkları ülkelerin dilini konuşamayan uçuş ekiplerinin her geçen gün sayısının artması ve bu ekiplerin farklı dil ve kültürlerle sahip coğrafi alanlar üzerinde görev yapması eksik ya da yanlış anlama gibi iletişim hatalarının da artması anlamına gelmektedir. Tüm bunlara ilave olarak; bazı hava trafik kontrolörlerinin de İngilizce'yi akıcı olarak konuşamamaları, iletişim konusundaki lisan kaynaklı sorunları daha da artırmaktadır.

İletişimde lisan sorunu konusunda vurgulanması gereken en önemli husus olağan dışı durumlarda yaşanabilecek sıkıntılardır. Uçucuların ve kontrolörlerin standart terminolojiyi kullanarak görevlerini sürdürmeleri

mümkündür. Ancak, olağanüstü durumlarda (emergensi olaylar gibi) etkili iletişimin sürdürülmesi mümkün olmayabilir.

İletişimdeki lisan sorunları, aksanlı İngilizce'yi anlayamamaktan tamamı ile muhakeme yapamamaya kadar varan geniş bir yelpaze içinde kendini gösterebilir. Etkili ve hızlı sözel bilgi iletişimine bağımlı olan sistemlerin kullanımını gerektiren havacılık ortamı; bilgilerin yanlış iletildiği, yanlış anlaşıldığı ya da hiç iletilmediği durumlarda büyük bir risk altına girmektedir. Bu; ileri teknoloji ile yetersiz lisan seviyesinin birbirini olumsuz etkilemesi anlamına gelmektedir. Bunlara bir de lisan sorunları nedeni ile yaşanan ciddi olaylar ve kazaların delillerini elde etmenin güçlüğü eklenince, lisan sorunlarının havacılık kazalarında yaratabileceği olumsuz etkinin boyutları daha güçlü bir anlam kazanmaktadır.

Teknolojiyi ve sahip olunanları en iyi şekilde kullanabilmek için öncelikle etkili iletişim kurulması şarttır [7].

4.3. Değerlendirme

Bu bölümde belirtilen saptamalar doğrultusunda yapılması gerekenler şu şekilde ifade edilebilir:

- a. Uçuşla ilgili kuruluşların üst yönetim kademelerine uçuş emniyetini ilgilendiren hususlarda briefingler verilmelidir. Briefinglerin içerikleri
 - (1) Uçuş ekiplerinin sağduyulu kararlarının desteklenmesi ve cesaretlendirilmesi,
 - (2) Uçuş emniyetine yönelik yönetim kararlarının gözle görülür hale getirilmesinin, operasyonel ve teknik yönetim desteğinin önemi,
 - (3) Farklı kariyer basamakları olarak uçuş yönetimi ve bakım yönetimi eğitimlerine duyulan gereksinim,
 - (4) Gizli veya potansiyel sistem arızalarına karşı hazırlıklı olunması ve bunların yaratacağı mali risklerin algılanması,

(5) Modern yüksek teknolojiye sahip kokpitlerin etkin kullanımını sağlayıcı katı ve kesin kurallara duyulan gereksinim,

(6) İnsan ve makine arasında köprü görevi yapacak disiplinli eğitimlerin uçak teknolojileri ile uyumlu hale getirilmesi konularında geliştirilebilir.

b. Üniversiteler ve araştırma kuruluşları, uçuş emniyeti felsefesini öğrencilerine aktarabilmek için, eğitimcilerine uçuş emniyeti konusunda bilgi aktarıcı programlar hazırlamalıdır. Çünkü; öğrenciler, gelecekte bu konularda yapılacak uygulamaları yönlendirecek olan kişilerdir. Ayrıca, ekip kaynak yönetimi konusunda eğitim programları hazırlanarak bunların uygulanması takip edilmeli, elde edilen sonuçlar doğrultusunda geliştirici düzenlemeler yapılmalı, mesleki kültür içindeki yeri gözlemlenerek kayıt altında tutulmalıdır.

c. İleri teknolojiye sahip uçakların kullanımı ile uçuş ekiplerinin kokpit içinde yaşayabileceği karmaşa en aza indirilmelidir. Bunun için duruma en uygun olan usulün seçilerek uygulanması konusunda eğitimler verilmelidir. Uçucular belirlenen usullere sadık kalacak şekilde yetiştirilmelidir. Kaptan pilot konumundaki uçucuların duruma uygun olarak daha önceden belirlenmiş usullerin dışında hareket etme serbestisi, sadece farklı usulü seçme sebebini uçuş ekibinin diğer üyelerine aktarması koşulu ile sınırlı olarak kullanılmalıdır. Ayrıca, uçuş kontrollerini yapmaya yetkili makamlar tarafından, belirlenmiş olan standart hareket usullerinin uçucular tarafından uygulanması titizlikle değerlendirilmelidir.

ç. Uçuşa hazır olma açısından yorgunluğun yaratacağı etkiler üzerinde daha dikkatle durulmalıdır. Yapılacak araştırmalarda, evde ve uçuş rotasında gece kalışlı görevlerde sağlanan dinlenme ortamlarının etkileri de dinlenme kalitesinin belirlenmesi maksadıyla sorgulanmalıdır.

d. Tüm kullanıcılar lisan yeterliliği sınırlı olan uçuş ekibi ile olağan dışı durumlarda yaşanabilecek sorunlar konusunda bilinçlendirilmelidir.

e. Uçucu seçimi ve uçuş ile ilgili faaliyetlerde yer alacak kişilerin seçiminde kullanılmak üzere örnek kişilik özellikleri belirlenmeli ve belirlenen kişilik özelliklerine uygun seçimler yapılmalıdır. Uçucu seçiminde geçmişteki eğitim alt yapısı ve sahip olduğu tecrübenin kalitesi de değerlendirme içine alınmalıdır.

5. HAVACILIK KAZALARINDA İNSAN FAKTÖRÜ

5.1. Genel

Mitolojide İkarus adında eski bir Yunan tanrısından bahsedilir. Babası Daedalus tarafından armağan olarak bir çift kanat verilen İkarus kendisine o kadar güvenmekte, o kadar gözü kara davranmaktadır ki; babasının çok yükseklerde uçmaması konusundaki uyarılarına bile kulak vermez. Derken bir gün, İkarus güneşe o kadar yaklaşır ki; tüylerden oluşan kanatları kopar ve düşerek sulara gömülür. Bu mitolojik olayda yer alan İkarus; hatalı davranış, ihmal edilen çevresel koşullar ve tasarım eksiklikleri sonucu kaza geçiren ilk havacı olarak gösterilir [8].

İkarus'tan bugüne bu alanda neler değişti, neler değiştirilemedi?

İnsan faktörü kavramı ilk kez 1969 yılında ortaya konmuştur. Kavram, dünya medyasında uçak kazalarına neden olan insan hatalarının ortaya çıkarılmasına yönelik ilk teşebbüs olarak yorumlanmıştır [9].

1977 yılının Mart ayında, iki adet Boeing 747 uçağının Kanarya Adalarının Tenerife kentindeki Los Rodeos Hava alanında çarpışması sonucu 583 kişinin yaşamını yitirdiği ve bu tezde örnek olay olarak incelenen (Bkz. Bölüm 3) kaza meydana gelene kadar; uçak üreticileri, havayolu işletmecileri ve uçucular uçak kazalarında insan faktörünün rolünün büyüklüğünü tam ve doğru olarak algılayamamışlardır. Bu olay sonrasında, havacılık dünyası uçak kazalarında insan faktörü üzerinde daha ciddi şekilde durmaya ve sorun alanlarını belirleyerek çözümlere yönelik adımlar atmaya başlamıştır.

Teknolojideki ilerlemeler ile birlikte uçak kazaları havacılığın ilk yıllarına nazaran hızla düşüş kaydetmesine rağmen belirli bir seviyenin altına indirilememiştir. Bunun sebebi, kazalardaki insan faktörü payının hiçbir şekilde tamamıyla ortadan kaldırılamamasıdır [10].

Birleşmiş Milletler Deniz Güvenlik Merkezinde davranış psikologları organizasyondaki hataları gözden geçirerek insan kaynaklı hataları;

- a. Emniyetsiz hareketler,
- b. Emniyetsiz hareketleri hazırlayıcı şartlar,
- c. Güvenilmez denetlemeler,
- ç. Organizasyonun etkileri şeklinde gruplandırmıştır [3].

Emniyetsiz hareketler; hatalar ve kural ihlalleri olmak üzere iki şekilde değerlendirilmektedir. İnsanın hata yapması şaşırtıcı değildir. Çünkü doğası gereği hata yapabilir. Hatalar talihsizlik olarak görülebilir. Ancak; kural ihlali, kasıtlı olarak yapılan, bilinçli olarak uygulanan ancak pek sık karşılaşılmayan hareketlerdir.

Bu bölümde; insan faktörü kapsamında kural ihlalleri dışında kalan hatalara yer verilirken daha bireysel boyuta inilerek kaza ve insan faktörü konusunda bilgiler aktarılacak ve değerlendirmeler yapılacaktır.

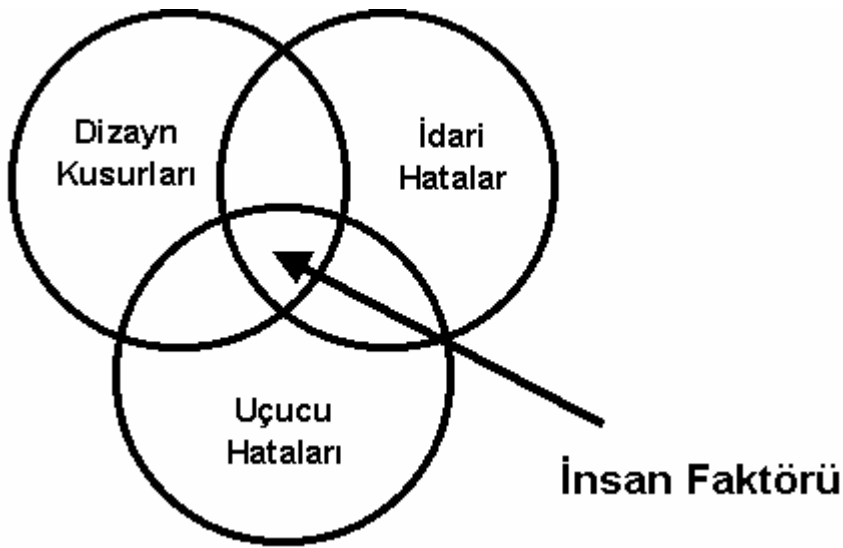
5.2. Kaza ve İnsan Faktörü

Pek çok uçak kazası önlenabilir niteliktedir. ABD’de, Ulusal Sivil Havacılık Planına göre tüm uçak kazalarının %70-80’inin insan hataları sonucu meydana geldiğinin yayımlanması üzerine havacılık kazalarının 10 yıl içinde %80 oranında azaltılmasına yönelik bir program başlatılmıştır [11].

Kaza; istenmeyen durumlar olarak ölüm, yaralanma ve maddi hasara yol açabilen travmatik olay olarak tanımlanabilir. Kazalar, bazı problemlili kişilerin (accident-prone personality) kazaları davet eden yaşama biçimleri hariç tutulduğunda, genel olarak kaçınılan ve dramatik sonuçlara varabilen durumlardır. Söz konusu kazalar kapsamında uçuş kazaları ele alındığında; uçakların parasal değeri, kullanıcısının yetiştirilmesindeki zorluklar ve

kazanın geniş kitleler üzerinde yarattığı farklı etkiler havacılıktaki en hafif kazaların dahi ne denli önem taşıdığını ortaya koymaktadır.

Uçuş kazalarının etiolojisinde (sebepler bilimi); dizayn kusurları, idari hatalar ve uçucu hataları öldürücü üçlü (Şekil 5.1) olarak adlandırılmaktadır [12]. Öldürücü üçlüyü dikkatle incelediğimizde kesişim noktasını oluşturan kümenin insan faktörü olduğu görülmektedir.



Şekil 5.1. Öldürücü üçlü

Bu durum; insan faktörü çalışmalarına karşı kurumlar ve kişilerin gösterdiği direncin kaynağını daha anlaşılır kılmaktadır. Direnç, doğal olarak ortaya çıkan savunma mekanizmasından kaynaklanmaktadır. Çünkü; özellikle uçak kazası gibi ağır sonuçları olan olaylar karşısında, toplum içinde suçlanacak veya ağır cezalara maruz kalacak olmak insanın yaradılışından gelen savunma mekanizmasının kolaylıkla kabullenebileceği bir durum değildir.

Buna rağmen; yapılan çalışmalar olumlu sonuçlar vermeye başladıkça, kurumların ve kişilerin konuya bakış açısında da olumlu yönde gelişmeler kaydedilmiştir. Kazalardan sonra bir günah keçisi (genellikle pilot) bulmak yerine hatalar zinciri (collective mistakes) anlayışı ile olayların temeline

inilmesi insan faktörü alanında sürdürülen çalışmaların destek bulmasına yardımcı olmuştur. Böylece; kazanın kaynağı olarak sadece bir şahsın üzerinde yoğunlaşmak yerine aynı kazaya sebep olabilecek hatalar zinciri ortaya konularak benzer kazaların da önüne geçilebilecektir. Günümüzün modern kaza inceleme ve önleme sistemi bu anlayış üzerine tesis edilerek insan faktörü üzerine yoğunlaşmaktadır.

5.3. İnsan Faktörü

Peki nedir bu *insan faktörü* kavramı? İnsan faktörü günümüzde terim olarak tam anlamı ile tanımlanamamıştır. Bunun nedeni terimin titizlikle kullanılmaması olarak ifade edilebilir. Yapılan araştırmalar sonucu elde edilen yeni bilgi ve fikirler doğrultusunda; uçuş emniyetinin en dinamik bölümünü insan faktörü konusunun teşkil ettiği söylenebilir. Uçucular kadar, çalışanların da tüm performansını etkileyebilen yegane faktör, insan faktörüdür. Ultrasonik bir cihazla yüzlerce perçini kontrol eden bir bakımcı 50-60 perçinden sonra işini yapar gözükse bile ilgisini kaybetmeye başlar. Hiç sorunu olmasa bile uçuş kulesinde görevli bir personel görevi esnasında en fazla 25-30 dakika çok dikkatli çalışabilir. Herkes telsiz konuşmaları sırasında yanlış anlayabilir. Pilotlar göstergelere baktıklarında bazı parametreleri hatalı algılayabilir. İşte bunlar ve benzeri tüm olaylar insan faktörü kapsamında yer almaktadır.

İnsan faktörünün;

- a. Hiç kimse tarafından tartışılmak istenmemesi,
- b. Arkasında takip edilmesi kolay izler bırakmaması,
- c. Çok değişkenli ve kolay etkilenebilen bir yapıya sahip olması,
- ç. Verilerin sayısal değerlere dönüştürülerek analizinin güçlüğü,
- d. Eldeki sınırlı bilgiler nedeniyle sonuca ulaşmanın zor olması gibi hususlar karşılaşılabilecek önemli ortak sorun alanlarını oluşturmaktadır.

Tüm bunlara rağmen, insan faktörü kavramını öz olarak, *insan performansının optimize edilmesi ve insan hatasının en aza indirilmesine yönelik çok disiplinli bir alan ve insanların diğer insanlarla ve makinelerle olan ilişkisini araştıran uygulamalı bir bilim* şeklinde tanımlamak mümkündür. İnsan performansının optimize edilmesi; performansın, çeşitli yöntemlerle (eğitim, tecrübe, teknoloji gibi) artırılarak içinde bulunulan zamanın şartlarında en uygun seviyeye ulaştırılmasını hedefleyen ve değişen şartlara paralel olarak süreklilik gerektiren bir döngüsel faaliyetler bütünüdür.

5.4. Kaza Değerlendirmeleri

Uçak kazalarındaki insan faktörü ile ilgili dikkat çekici en önemli nokta yapılan hataların ortak alanlarda toplanmasıdır. Bu düşünceden hareketle; birçok durum değerlendirmesinde olduğu gibi kaza değerlendirmelerinde geçerli olan 5-M formülünden de yararlanılmıştır.

5-M formülü İngilizce'de M harfi ile başlayan Machine, Medium, Manner, Mission, Man kelimelerinin kısaltmalarından oluşmaktadır. Bu formülasyonu, bazı M'leri çıkararak yerlerine başka M'ler (Money, Material, Method, Mind, Morale, Maturity, Management, Motivation gibi) koymak suretiyle geliştirmek mümkündür. Bu faktörlerin her biri; tek başına başarılı ve etkin görev yapmanın ya da ciddi bir kazanın nedeni olabilecek kadar önemlidir ve hepsi birbirleriyle etkileşim içindedir [12].

a. Machine (Makine): Uçuşta makine birinci derecede uçağın kendisi, ikinci derecede ise yer destek cihazları ve bakım aletleridir. Uçağın tipi, performansı, yükü, yakıtı, özel alet donanımı, motor adedi, iç ve dış aydınlatması, seyrüsefer yardımcıları, akselerasyon sınırları, bakımı, fırlatma sistemi ve paraşüt imkanları, tek veya çift kumand oluşu gibi uçuş emniyeti yönünden ayrı öneme sahip unsurlardır. Uçak dizaynının insan-makine ilişkisine ve bütünleşmesine uygun olması, antropometri ve endüstri mühendisliğinin ortak konusudur. Uçuşta uçucu kendisini uçakla

bütünleştirerek, uçağın bir parçası (uzantısı) gibi hissedebilir. Uçak dizaynının bunu sağlayacak ergonomik yapıya sahip olması gereklidir.

b. Medium (Ortam): Uçuş değişen meteorolojik şartlarda gündüz veya gece yapılıyor olabilir. Yabancı cisimler veya kuşlar tehlike yaratabilir. Pist ışıklandırması zayıf, meydan kolaylıkları yetersiz olabilir. Uçulan irtifa %100 saf oksijen kullanımını zorunlu kılabilir. Tüm bunlar ya da bunların bazıları uçağın ve pilotun uçuş ortamını oluşturarak kaza potansiyeli üzerinde etkili olabilir.

c. Manner (Usul, Tarz): Aynı uçuş görevi, değişik kişilerin yönetimi altında veya farklı yöntemlerle icra edildiğinde risk düzeyi değişebilir. Yönetim, inisiyatif, liderlik gibi idari nedenler başlığı altında toplanan belirli unsurlar kaza nedenleri arasında önemli bir paya sahiptir.

ç. Mission (Görev): Uçuş görevinin çeşidi (hava muhaberesi, atış, akrobasi, tecrübe uçuşu, gece uçuşu, bulut içi alet uçuşu, keşif, ulaştırma, eğitim gibi), süresi gibi görevin özelliği doğrultusunda oluşabilecek kaza potansiyeli değişiklik gösterir.

d. Man (İnsan) : Çeşitli kaynaklar insan faktörünün kaza ve kırımlar üzerinde % 70-80 civarında etkiye sahip olduğunu belirtmektedir. İnsanlı ya da insansız uçuşlarla ilgili tüm faaliyetleri yapanların insan olduğu değerlendirildiğinde oran daha da yükselmektedir. Uçan insanın; beceri, refleks ve yetenekleri, bilgi düzeyi, muhakemesi, eğitim ve deneyimleri, heyecan ve duygusal durumu, dikkati, yorgunluğu, stresi, kişilik özellikleri, sağlığı gibi pek çok faktör uçuş emniyetini çeşitli ölçülerde etkileyebilmektedir. Daha da geniş düşünüldüğünde, sadece uçucunun değil, uçuş görevine yardımcı olan her kademedeki görevlilerin de motivasyonlarının azalabileceği dikkate alınmalıdır.

5.5. İnsan Hataları

Uçuş emniyet programlarının ilk yıllarında hava kazalarında çarpıcı artışlar meydana gelmiştir. Gerçek anlamda bu artışlar 1980'li yılların başına kadar sürmüştür. Daha sonra meydana gelen düşüşler; kısmen izlenilen yöntem, büyük oranda ise daha iyi ve daha fazla standart hale getirilmiş eğitime, uçak dizaynı ile üretimde kullanılan malzemelerdeki yenilik ve gelişmelere bağlı olarak gerçekleşmiştir (Bkz. Şekil 2.14). Ancak, son 20 yıldır kaza maliyetleri sürekli artmakta ve bu artış kullanıcılar kadar, toplumun da bu kazalara tahammülünü azaltmaktadır [11]. Kazaların çoğunun sebebi olan insan hataları; bir yandan onun yaratıcı gücünü gösterirken, diğer yandan da büyük zayıflığını ortaya koymaktadır. Bu durum; insanoğlunun yaratıcılıktaki güçlülüğü yanında, yaptığı hatalarıyla da ne kadar güçsüz olduğunu gözler önüne sermektedir.

İnsan hatalarını anlamaya ve azaltmaya yardımcı olacak bazı prensipler şunlardır:

- a. Yaşı, ırkı, cinsiyeti, milliyeti, ana dili, boyu, zeka seviyesi ne olursa olsun, hata herkes için geçerlidir!
- b. Hatayı anlamanın ilk ve en önemli adımı, hatayı sonuçlarından ayrı olarak değerlendirmektir. Çünkü; hata, ancak insanın kendisini savunmaya geçmeden ve duygularını katmadan yapılan analizlerle net olarak görülebilir.
- c. Bu yaklaşım açık olmayı teşvik ederek, insanların kendi beyinsel işlevlerini anlamasını sağlar. Sonuç olarak, bir kez hata tipi belirlendi mi, karşı stratejiler geliştirmek mümkündür.

Beklenmedik halleri dışında, insanlar normal olarak yanlış yapmaz veya kuralları ihlal etmezler. Genelde, değişken durumlar veya uygunsuz şartlar insanların hata yapmasına neden olur. Kazaya sebebiyet veren insan hatalarının temelinde doğru durum muhakemesi yapamamak yatmaktadır. Durum muhakemesinde yapılacak hata, yani durumsal farkındalıkta meydana

gelebilecek bir eksiklik, problem çözümünde yanlış uygulamalara gidilmesine, hatalı çözüm yollarının denenmesine neden olabilir. Bu durum, aynı zamanda, kazanın meydana gelmesi yönünde katalizör etkisi yapabilir.

5.6. Dikkat Bozucu Tehditler

Birçok kazanın sebebi dikkate bağlı tehditlerden oluşan durum muhakemesi kaybıdır. Dikkat bozucu tehditler uygun durum muhakemesi yapmayı engeller. Dikkat bozucu tehditler; muhakemenin bilinç seviyesinin bozulduğu, yönetecek çok iş olduğu veya çevreyi gözlemlemede hataya düşüldüğü zaman oluşur.

Ayrıca, kişinin kendisi tarafından yaratılan stresler de aynı şekilde dikkat tehditlerini oluşturur. Kötü beslenme, yorgunluk, kötü fiziksel durum, ilaç kullanımı dikkati uygun teksif etme kabiliyetlerini olumsuz etkileyen unsurlardır. En önemli dikkat bozucu tehditler; kanalize olmuş dikkat, görev yorgunluğu, dikkatin dağılması, alışkanlık ve negatif transfer şeklinde sayılabilir [13].

a. Kanalize olmuş dikkat: Bilinçli dikkatin öncelik verilen durum veya faaliyetten farklı olarak, sınırlı çevresel faktöre verilmesidir. Örnek olarak kokpit içinde meydana gelen beklenmedik bir durum nedeniyle dikkati o noktaya yönlendirilerek uçağın kontrolünün kaybedilmesi verilebilir.

b. Görev yorgunluğu: Aynı anda yapılacak bir çok işin olması durumunda oluşur. Uçak içinde birçok işi aynı anda yapabilme becerisi eğitimle geliştiği halde uçucunun psikolojik ve fizyolojik durumuna bağlı olarak günden güne de değişiklik gösterebilir.

c. Dikkatin dağılması: Bir işe yoğunlaşmış dikkatin görevle ilgili olmayan başka bir nedenle kesintiye uğramasıdır. Dikkatin dış etkenlere (gürültü, ışık

gibi) veya iç etkenlere (ailevi problemler, maddi problemler gibi) bağlı olarak dağılmasıdır.

ç. Alışkanlık ve negatif transfer: Alışkanlık; bir işlevin uyum içinde ve ilave dikkat göstermeye gerek duyulmadan yapılmasıdır. Alışkanlıklar güven duygusunu artırırken kontrol gereksinimini azalttığı için defalarca yapılan bir işlemi yapılmış gibi gösterebilir. Örneğin pilota; her zaman iniş takımlarını aşağıya koymak için verdiği kumandayı yoğun iş yükü altında vermemesi durumunda bile, iniş takımlarını aşağıdaymış gibi hissettirebilir. Dikkat konusunda bir önemli etken de negatif transferdir. Negatif transfer, bir işin bilinçaltı seviyesinde yapılacak şekilde öğrenilmiş olması durumunda meydana gelir. Ancak burada önemli olan o hususta uygulanan usullerin değişmiş olmasıdır. Negatif transfere örnek olarak; bir savaş uçağı pilotunun atlama kolları yanda olan bir uçaktan sonra, atlama kolları bacak arasında olan bir uçakla uçmaya başladığı dönemde yaşadığı tereddüt verilebilir. Bu durum atlamada gecikme veya başarısız atlama ile sonuçlanabilir.

Uçak kazalarındaki insan faktörü ile ilgili dikkat çekici bir gerçek de yapılan hataların ortak alanlarda toplanmasıdır. Konu çok geniş olduğundan; müteakip başlıklarda uçucuları en çok ilgilendiren konular üzerinde durulmuştur. Burada ele alınacak konular; kişisel yeteneklerden çok, insan faktörü ile ilgili olanlardır. Bir başka ifadeyle; bir uçucunun kabiliyeti ile ilgili konulardan ziyade insan olma durumundan kaynaklanan hatalara yönelik değerlendirmelere yer verilmiştir. Bu tür hatalar, genellikle, tek tek ortaya çıkmak yerine bir kaç bir arada veya diğer faktörlerle birlikte hatalar zincirinin halkaları olarak ortaya çıkar [14]. Bunların başında da dikkat bozucu tehditler yer alır. Dikkat bozucu tehditlerden kaçınmanın tek yolu uçuşa hazır olmaktır.

5.7. Uçuşa Hazır Olmak

Uçuşa yönelik olarak uçucunun en büyük sorumluluğu kendisini uçuşa hazır bir şekilde tutmasıdır [15].

Pilot, kendisini uçuşun insan olmaktan kaynaklanan olumsuz yönleri hakkında yeterli bilgi ile donatmalıdır. Kişisel bilinç düzeyini ve fiziksel yaşam standartlarını yükselterek kendisini her yönden uçuşa hazır hale getirmelidir.

Eğer; göz görmez, kulak işitmez ve beyin çalışmazsa insan hatası kaçınılmazdır.

İnsan beyni kalıcı ve geçici hafıza bölümlerine sahiptir. İnsan üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda; geçici hafızanın, yani kısa süreli olarak saklanacak bilgileri işleyen bölümün, işleyişini ilgilendiren bazı özellikler ve sınırlamalar tespit edilmiştir.

Buna göre; görsel kalıcılık 200 milisaniye, işitsel kalıcılık 1500 milisaniye, göz hareketi 230 milisaniye, gözün gördüğünü ya da kulağın duyduğunu algılama süreci 100 milisaniye, kavramsal işlem süreci 70 milisaniye ve harekete geçirme süreci 70 milisaniye olarak belirlenmiştir [15].

Tüm bu bilgiler ışığında yapılan denemeler sonucunda; pilotun gördüğünü ve duyduğunu değerlendirerek verdiği kumandaya yönelik değerlendirme yapması ve bu değerlendirme sonucunda gereken hata düzeltmesine yönelik olarak belirlediği yeni düzeltici komutun beyin tarafından vücudunun ilgili uzvuna göndermesi için geçen süre yaklaşık 7 saniyedir [15]. Burada unutulmaması gereken en önemli husus bu işlemin sürekli ve hatasız olarak yapılması zorunluluğudur. Aksi durumda, hatalı kararın da yaratacağı olumsuzlukları ortadan kaldırmayı gerektirecek, ilave düzeltme komutlarına ihtiyaç duyulacaktır. Bu durum; daha sınırlı zamanda, daha fazla, daha hızlı ve doğru kararlar verilmesini gerektirecektir. Bu yapılamaz ise; hatalı kararlar zinciri, durumun kontrolden çıkmasına kadar gidebilecek hızlı bir sürecin yaşanmasına neden olacaktır.

Bu nedenle; insan performansının doğru olarak sergilenebilmesi için sürekli bir denge durumunun mevcudiyeti zorunludur. Dengeli bir performansı etkileyen birçok faktör söz konusu olabilir. Performansı etkileyen faktörleri;

- a. Fizyolojik faktörler,
- b. Kişisel özelliklerden kaynaklanan faktörler,
- c. İnsanın psikolojik yapısından kaynaklanan faktörler şeklinde ifade etmek mümkündür.

Bu çalışmada, insan performansını etkileyen faktörlerin temelinde yer alması ve insan faktörü doğrudan etkilemesi nedeni ile sadece fizyolojik faktörler detaylı olarak ele alınmıştır.

5.8. Fizyolojik Faktörler

İnsan performansını etkileyen faktörlerin temelinde yer alan fizyolojik faktörler; hareketle ilgili faktörler, duyularımızla ilgili faktörler, patolojik faktörler, kişinin yaptığı işteki yeterliliği, durum değerlendirmesi, yorgunluk, verilen görevlerin ağırlığı, karar verme yeteneğinde zafiyet olarak sıralanabilir.

- a. Hareketle ilgili faktörler: Uçuşta oksijenin azalması, aşırı G'den kaynaklanan kısa süreli bilinç kaybı, aniden uçuş şartlarının değişmesi, kabin basıncının boşalması örnek olarak verilebilir.

- b. Duyularımızla ilgili olan olumsuzluk: Bulut içinde veya gece uçuşunda durum muhakemesi problemleri, kokpit içi aşırı gürültü, titreşim ve bunların sebep olabileceği algılama problemleri, uçak performansından kaynaklanan uyumsuzlukları örnek olarak verilebilir.

- c. Patolojik faktörler: Uyuşturucu, alkol, madde ve nikotin bağımlılığı, beslenme bozukluğu, yoğun mesai ortamında iş bölümü ve sorumluluk

paylaşımının yapılmaması, kısaca fiziki performansımızı etkileyen unsurları örnek olarak verilebilir.

ç. Kişinin yaptığı işteki yeterliliği: Mesleğe yeni başlayan genç bir uçucunun genel tecrübe ve eğitim seviyesine bakılmaksızın her türlü havada her türlü uçuş görevine planlanması, teknik bilgi seviyesi kısıtlı olan eğitimdeki bir uçucunun herhangi bir emercensi durum karşısında sınırlı olarak müdahale etmesi örnek olarak verilebilir.

d. Durum değerlendirmesi: Kişinin özelliğinden kaynaklanan dikkatsizlik, uçak olayı esnasında meydana gelen ölüm korkusunun sebep olduğu şok etkisiyle, şaşkınlık, zihin karışması (örneğin, herhangi bir uçak olayı esnasında, uçucunun ya da uçucuların meydana gelen emercensiye ait çeklist maddeleri yerine, o anda yaşanan şok sebebiyle farklı bir emercensiye ait maddeleri okuması) gibi unsurlar örnek olarak verilebilir.

e. Yorgunluk: En temel risk kaynağı olan yorgunluk verimlilik kaybı ya da çalışmaya karşı bir isteksizlik durumu şeklinde kendini gösterir.

f. Verilen görevlerin ağırlığı: Bir başka deyişle iş yükü, diğer unsurlarla koordine zorunluluğu ve başka unsurlara bağımlılık, uçucunun beceri eksikliği, idarecilerin aşırı kontrol yapma isteği ile birleşince performans olumsuz etkilenir.

g. Karar verme yeteneğinde zafiyetler: Mevcut emir ve direktiflerin dışına çıkma eğilimi, maçoluk ve kuralların dışına çıkma, meydana gelebilecek tehditlere karşı önceden önlem almama ve yönetime kulak asmama şeklinde ortaya çıkan bir davranıştır.

Ancak bu faktörleri birlikte ele alarak bir değerlendirme yaptığımızda; çevre, iş yükü kaynaklı stres ve bunların ivme kazandırdığı yorgunluk nihai ürün olarak ortaya çıkmaktadır.

5.8.1. İş yükü ve stres

İş yükü görevin gereği olan üç unsurun birleşimi sonucu ortaya çıkar. Bunlar; çok sayıda girdinin oluşturduğu yükleme, çalışanın çabaları ve iş sonuçları olarak ifade edilebilir.

Performans ve stres arasında ters ilişki söz konusudur. Bunun sonucu olarak daha fazla iş yükü ve daha fazla stresten oluşan bir sarmal ortaya çıkar [16]. Görevin başarı şansının az olması durumunda bile gereksiz risklerin kabul edilmesi, bireyin kendi kendine görevi tamamlamak için gereksiz istek içine girmesi ve hiç gereği yokken limitleri aşarcasına zorlaması başlıca stres kaynağıdır. Genellikle de böyle durumlarda hedefler kişiseldir ve asıl görevle tutarsızlık gösterir.

Aşırı iş yükü veya az iş yükü verimsiz iş yönetiminin en büyük sebebidir. Herhangi bir eğitime ilk başlandığında (örneğin pilotaj eğitime) başlangıçta çok sıkıntı çekilir. Deneyim kazandıkça dağılım diğer yöne doğru kaymaya başlar ve daha az iş yükü yaşanır. Burada önemli olan her iki aşırı uç arasındaki ideal çizginin yakalanması ve bu çizgide hareket edilmesidir. Bu ise iş yönetimi ile mümkündür.

İş yönetiminde bilginin önemi çok fazladır. Her bir üye veya personel kendi alanı ile ilgili olarak kısa zamanda çok fazla bilgiyi sentezleme ve bunları önem derecesine göre sıralayabilme özelliğine sahip olmak zorundadır. İşleri akla uygun olarak önem derecesine göre dizebilmek durum muhakemesini geliştirir.

İş yönetimini oluşturan temel elemanların bazıları; hareketlerin derecelendirilmesi, iş yükünün dağıtımı ve beklenmeyen olayların yönetimi şeklinde ifade edilebilir. İş yönetimi; kişiyi, kendi kapasitesi kadar birlikte uçtuğu diğer personelin de kapasitesini düşünmeye sevk eder. Öncelikle

herkes kendi, performans sınırlarını bilmelidir. Bazen performans arzu edilenden daha düşük olabilir. Bu durum her zaman akılda tutulmalı ve özellikle planlanmamış görevlere katılırken riskler iyi değerlendirilmelidir. Herhangi bir konuda eksiklik hissedildiğinde; en tehlikeli görevleri sıralamak ve bu görevlerle karşılaşmadan önce hazırlıklı olmak büyük bir öneme sahiptir.

İşleri sınıflandırmak her zaman yarar sağlar. İşler; hassas (kritik) işler ve önemli fakat her zaman tekrarlanan (rutin) işler şeklinde iki ana sınıfa ayrılabilir.

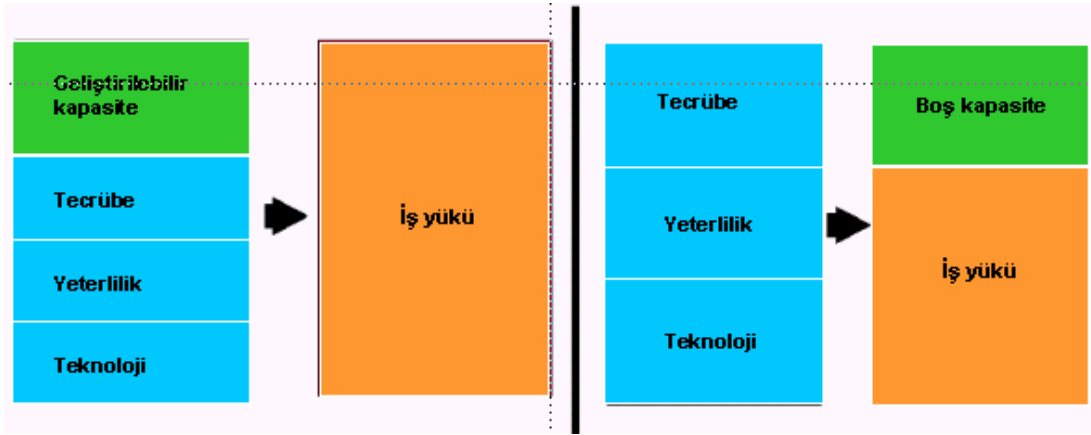
İş yönetiminde aşırı iş yükü ile az iş yükünün etkileri fazladır. Aşırı iş yükünün en açık etkisi, iyi performansa ulaşmada güçlük çıkarması ve durum muhakemesinde düşüş sağlamasıdır.

Standartlardaki düşme, hataların çoğalması, performans eğrisinin altına düşme, uçak kontrolünde belirsizlik, kararsızlık, fiks olma, zaman ve mesafe algılamada geçici bozukluk ve iletişim kaybına uğranması durum muhakemesi kaybının en belirgin görüntüleridir.

Aşırı iş yükü; işleri tayin etme, öncelik ve önem sırası verme, hassas parametrelerle her bir işin izlenmesi, izleme sorumluluğu, tanımlanmış sınırlar içinde kalma gibi faaliyetlerle iyi bir şekilde yönetilebilir. Şunu asla unutmamak gerekmektedir. Çok iyi bir havacı bile en temel uçak kontrolünü ihmal ederse, bir emercensiyi çözmek için girdaba girmek zorunda kalır.

Diğer taraftan az iş yükünün de negatif etkileri vardır ve bunlar çok sinsi gelişir. Örneğin çok rahat geçen bir uçuş uçucuyu önemli ölçüde rahatlatır ve aşırı iyimserlik veren bir duygu geliştirir. Böyle bir durum, durum muhakemesinin azalmasına sebep olur ve dikkat dağılmasına neden olur. Eğer uçak içinde birşeyler yapmıyorsanız, birşeyler mutlaka yanlış gidiyordur.

Kişinin yaptığı işteki yetersizliğine ilave olarak teknolojik yetersizlikler de iş yükünü artırır. İş yükünün geliştirilebilir kapasite kullanılarak hafifletilmesi mümkündür (Şekil 5.2).



Şekil 5.2. İş yükünün geliştirilebilir kapasite kullanılarak hafifletilmesi

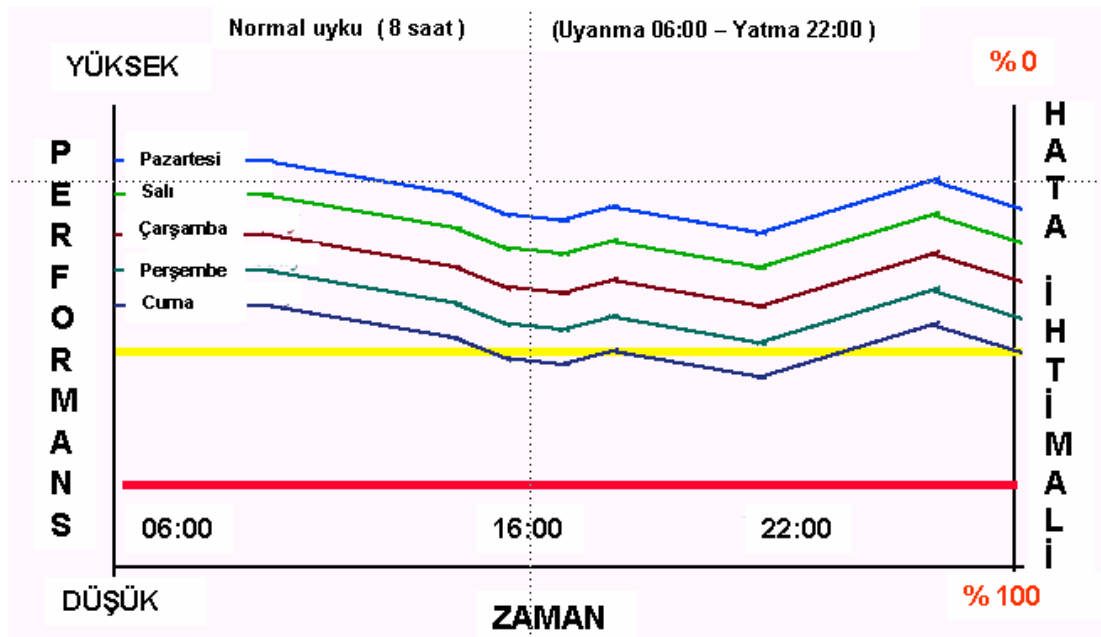
Bu maksatla; tecrübe, yeterlilik ve teknolojinin birlikte etkinlikle kullanılması gereklidir. Böylece birey üzerindeki iş yükü azalarak boş kapasite oluşur. Oluşan boş kapasite bireyin rahatlamasında ve yorgunluğun en aza indirilmesinde anahtar roldedir. İş yükü boş kapasite alanlarına kaydırılabildiği sürece iş yükü kaynaklı yorgunluklar da azalır.

5.8.2. Yorgunluk

Uzmanlar yorgunluğu yeterli dinlenme ve yenilenme imkanı olmaksızın uzun süreli monoton veya kısa süreli yoğun fiziksel ve zihinsel aktivite sonucu kaslarımızın ve beynimizin çalışma kapasitesinin ve veriminin azalması durumu olarak tanımlamaktadır. Her iki çeşit yorgunluk da yönetenler tarafından dikkate alınmalıdır. Zorunluluk hallerinde bile, personelini değişik hedeflerle motive ederek, onların dinlenmelerine müsaade eden yöneticiler yollarına kazasız devam edebilirler. Uçuş emniyeti ile doğrudan ilgili olan yöneticiler, her türden insanları ve yaşanan bütün durumları kapsayan bir yorgunluk yönetimini sürekli ve bilinçli olarak uygulamalıdır.

İnsanların doktora başvurma nedenleri arasında ilk beş sebepten biri olarak yer alan yorgunluğun nedenleri arasında, uyku ihtiyacı, iş yükü, çalışma ortamından kaynaklanan sıcaklık, gürültü, türbülans ve titreşim gibi etkenler sayılabilir.

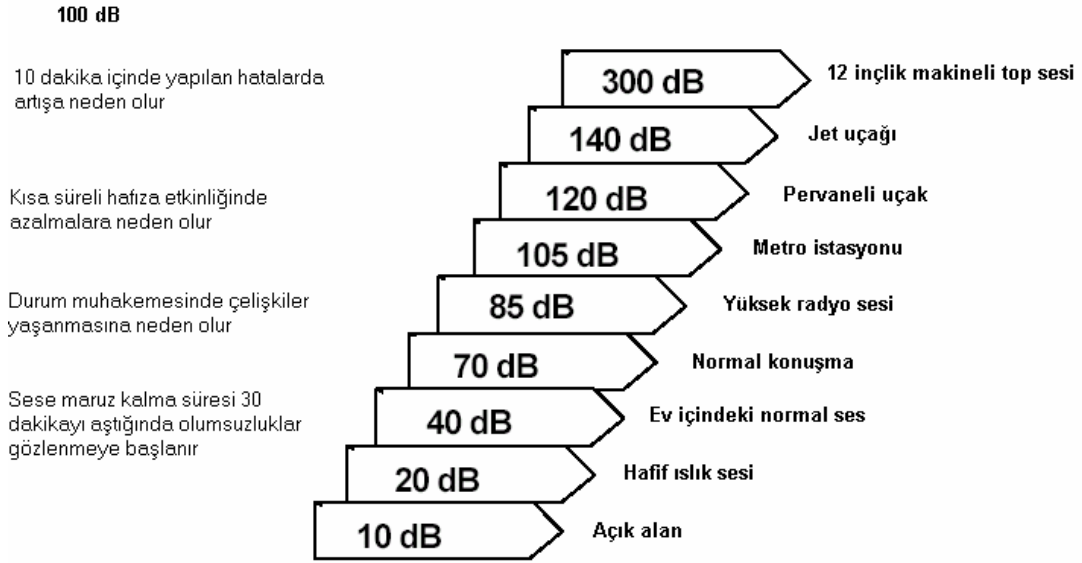
Ölümcül ulaşım kazaların %30'u uykulu sürücülerden kaynaklanmaktadır.



Şekil 5.3. Uykunun performans ve hata yapma ihtimali üzerindeki etkisi

Günde sekiz saat uyuyan bir kişinin günlük performansı incelendiğinde gün içinde değişimler olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 5.3). Bu gözlem sonuçlarına göre gün içinde performans düşerken hata yapma ihtimali artış göstermektedir. Geçtiğimiz yüzyıl içinde insanların gece uykusu saatlerini %20 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Bu tespit doğrultusunda; gün sonunda ulaşılan performans düşüşünün yetersiz uyku sebebi ile ertesi gün daha düşük seviyeli bir performans eğrisine neden olmaktadır. Bu ise çok daha yüksek hata yapma ihtimalinin en temel nedenidir.

Gürültü bir başka yorgunluk kaynağıdır.

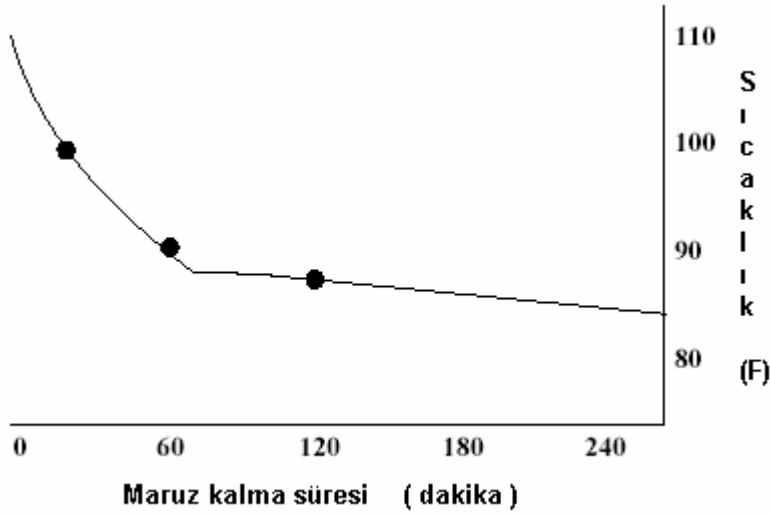


Şekil 5.4. Ses seviyesi ile ilgili örneklemeler

60 dB üzeri sesler sinirler üzerinden taşınarak zihinsel yorgunluğa neden olmaktadır. Şekil 5.4'te günlük yaşantı esnasında maruz kalınan seslerin seviyesini değerlendirebilmek maksadıyla bazı örneklemeler sunulmuştur. Bu kapsamda, 100 dB'lik gürültünün yaratacağı etkiler de ifade edilmiştir. 100 dB'lik gürültü; on dakika içinde hataların artmasına, kısa süreli hafıza etkinliğinin zayıflamasına, durum muhakemesi ve çevreye karşı duyarsızlaşmaya neden olmaktadır. Ayrıca aynı şiddetteki sese maruz kalma süresi arttıkça olumsuzluklar daha seri artış göstermektedir.

Türbülans ve titreşim görüş keskinliğini olumsuz etkilemektedir. Titreşim sinirler vasıtası ile beyne iletilmekte ve 2,5-3,5 Hz.lik titreşime 90 dakika boyunca maruz kalan bir kişinin görüş keskinliği %10 oranında zayıflamaktadır.

Sıcaklık insan davranışlarını etkileyen bir çevresel etmendir. Aşırı sıcak ortamlar insanın zihinsel faaliyetlerini ve hareket yeteneğini olumsuz yönde etkiler.



Şekil 5.5. Sıcaklık ve sıcaklığa maruz kalma süresi arasındaki ilişki

Hareketsizlik durumu (sedentary performance) 100°F'de 25 dakika, 90°F'de 60 dakika ve 86°F'de 120 dakika sonra meydana gelmektedir (Şekil 5.5).

Beslenme, uyku dışında, insanın maruz kaldığı yorgunluk sebeplerine karşı ihtiyaç duyduğu enerji açığını kapatması için gerekli en etkin girdi kaynağını teşkil eder. Kötü beslenme bazı işaretler vererek kendini gösterir. Örnek olarak; yağlar sersemlik haline, hipoglisemi düşük kan şeketine, şekerli yiyecekler şeker yüklemesi sonrasındaki 5-15 dakika içindeki zaman diliminde hızlı yükselişlere ve seri düşüşlere sebep olur. Ayrıca, yemek sonrası uyanıklık durumu olumsuz etkilenir ve reflekslerimiz geçici olarak yavaşlar. Beyin ve kas çalışmaları ile ilgili olarak baş ağrısı, zayıf muhakeme, hafıza zayıflaması ve hatırlama güçlüğü gibi problemler ortaya çıkar.

Bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak maksadıyla besin ihtiyacımızı karşıladığımız zamanlar yani öğünler konusunda dikkat edilmesi gereken bazı hususları bilmek gereklidir. Bunlar:

- a. Kahvaltı günün en önemli öğünüdür. Çünkü hafızayı ve kavramsal yetenekleri geliştirir. Uzun süren bir enerji kaynağı gibi değerlendirilebilir. Bu nedenle uçuş öncesi mutlaka kahvaltı yapılmış olmalıdır.
- b. Öğle yemeği: Karbonhidrat ve protein ağırlıklı olmalıdır. Böylece dikkat ve baskı altında muhakeme yeteneği artar. İnsan vücudu karbonhidrat alındıktan ancak 1,5 saat sonra onu kullanabilmekte ve yaklaşık 3 saat faydalanabilmektedir.
- c. Akşam yemeği: Dengeli bir akşam yemeği kişinin kendini daha zinde hissetmesine, daha üretken olmasına ve daha iyi düşünmesine yardımcı olur.
- ç. Ancak öğünler arası kuru ya da yaş meyve gibi yiyecekler ve bol su tüketilmelidir. Susamadan önce su içmek prensip haline getirilmelidir.

Yer kazaları üzerine yapılan bir araştırma; meydana gelen olayların %20-22'sinin olaylardan önceki 12-20 saat içinde yemek yenmemesi ve 6 saatten az uyku alınması sonucu oluştuğunu göstermiştir [15].

Görüldüğü gibi insan performansı üzerinde çok önemli etkilere sahip olan uyku, iş yükü, sıcaklık, gürültü, beslenme, türbülans ve titreşim etkin bir durum muhakemesi yapabilmenin temel yapı taşlarıdır.

Ayrıca, durum muhakemesi, pilotların ve uçuş ekibinin durumu, bilgisi, tecrübesi ve görevlerin zorluk durumu gibi faktörlere bağlı olarak günden güne değişiklik göstermektedir. Durum muhakemesi kaybını önlemek içinde üç ana araçtan faydalanmak mümkündür. Bunlar; *I'm Safe* çeklisti, brifingler ve uygun teknik belirleme şeklinde ifade edilebilir.

I'm Safe çeklisti İngilizce olan altı kelimenin baş harfleri alınarak ortaya çıkmıştır ve bu kelimeler personelin kendi durumunu belirlemesinde referans olarak kullanılabilir.

Illness (Hastalık): Şu anda hasta mısın?

Medication (İlaç): Uçuş öncesi ilaç kullanmadığından emin misin? Aldığın tüm ilaçlar doktor tarafından onaylanan ilaçlar mı?

Sleep (Uyku): Yeterince uyudun mu? Yeterince dinlendin mi?

Alcohol (İçki): Hala alkolün tesirinde misin?

Fatigue (Yorgunluk): Şu anda kendini yorgun hissediyor musun?

Eating (Beslenme): Uçuşa çıkmadan en az 2 saat önce uygun şekilde beslendin mi? Yeterince su içiyor musun? sorularına verilecek doğru yanıtlar fizyolojik faktörler açısından uçuşa hazırlık durumunu ortaya çıkaracak en temel hususlar olarak değerlendirilmektedir.

Durum muhakemesi kaybını önlemek için kullanılan bir başka araçta brifinglerdir. Brifing esnasında karşılıklı sorulan sorular ile görevin tam anlaşılması ve bilgi boşlukları doldurulması sağlanabilir. Böylece uçuş esnasında uygulanacak tüm hususlar daha önceden açıklığa kavuşturularak bir sonraki adımda yapılacaklar hakkında fikir sahibi olarak görevi sürdürmek mümkün olabilir. Aksi halde olayların takipçisi olmak dikkat bozucu tehditlerin etkisi altında kalma ile sonuçlanır. Bu durum ise kontrolü er ya da geç kaybetmeye neden olacaktır.

Durum muhakemesi kaybı sinsice gelişen bir durum olduğundan fark edilmesi kolay değildir. Ancak, fark edildiğinde uygulanacak teknikleri önceden belirlemek inisiyatifin tekrar uçuş ekibine geçmesine imkan sağlar. Bu maksatla; uçuşta yapılacak işlerin önceliği belirlenmeli, tekrar değerlendirme yapılmalı ve iletişim kurulmalıdır. Özellikle iletişim kurmak durum muhakemesi kaybını önlemede çok etkili olacaktır.

5.9. Değerlendirme

İnsanların ortak oldukları tek nokta hepsinin farklı oluşudur [17]. Bu nedenle tüm uçucuların kendi kişisel özellikleri ile fizyolojik özelliklerini bilerek davranış şekillerini belirlemesi çok büyük bir öneme sahiptir. Modern havacılıkta şahsi başarıyı sağlayan özelliklerden daha fazlasına ihtiyaç duyulmaktadır. Karar verme becerileri modern ekip tabanlı ortamların bile en önemli yapı taşıdır.

Nasıl iletişim kurulduğu, stresle nasıl başa çıkıldığı, nasıl karar verildiği uçuş kazalarında insan faktörünün incelenmesinde yoğunlaşılan alanları oluşturmaktadır.

Uçucu, bir zincirin en uç halkası olarak, diğer tüm halkaların da katkısıyla oluşan riski en yakından yaşayacak kişidir. Bu nedenle uçucuya, uçuş streslerine olabildiğince dayanıklı ve sürprizlere daima hazırlıklı olmak; diğerlerine de tam bir vicdani ve idari sorumluluk duygusu içinde, yapabileceklerinin azamisini yapmak görevi düşmektedir.

En sağlıklı kişiler için bile geçerli olmak üzere; insanoğlu, tıbbın uğraşı alanına giren bir dizi fizyolojik ve psikolojik zaaflar içindedir. Bünyesi yaradılış olarak uçmaya elverişli olmadığı halde uçmak için kendisini zorlayan insan, bazen ciddi kazalara yol açabilecek durumlara girebilir [18]. Bunların bir kısmı bedensel uygunluk, yüksek performans, bilgi, yüksek motivasyon ve iyi çevresel koşullar ile aşılabilsede, bu mükemmeliyet halini bütün uçucularda ve her zaman sağlamak mümkün değildir. Bu zorluğu yenmek için öncelikle insan faktörüne önem verilmesi gerekmektedir.

Stresin uçuş kazalarındaki etkinliğinin % 19 olduğu değerlendirildiğinde her beş kazadan birinin stres nedeniyle olduğu sonucuna varılmaktadır. Yapılan

çeşitli anketlerde, uçucuların kaza nedenleri arasında birinci önceliği stres faktörüne verdikleri ortaya çıkmaktadır.

Çevresel şartlar da kazalara neden olmaktadır. Uçuş hattında gece çalışan bir kişi, eğer alet çantasını unutup orada bırakırsa, kazaya neden olabilir. Emniyet söz konusu olduğunda, hem teçhizat, hem bulunulan ortam, hem de teçhizatın bu ortamdaki yeri düşünülmelidir. Çalışma sahaları sınırlandırılmış ve herkesin giremeyeceği yerler olmalıdır.

İnsan faktörlerinin analizinde sadece organizasyonun analizi yapılmakla kalmayıp, hataların düzeltilmesi konusunda da bir yönlendirme olmalıdır. Eğer organizasyon içinde yer alan herkes meydana gelen olayları ve tehlikeleri rapor ederse, kaza meydana gelmeden olabilecek riskler görülür ve kazalar engellenmiş olur.

Açık ve tehlike ihtiva etmeyen, serbestçe bilgi alışverişi yapılan bir ortam kazalara karşı en iyi savunmadır [19]. İnsan hatalarının tespiti ve önlenmesi için önerilen bu yeni analiz yönteminin organizasyon faaliyetlerinde yer alan bütün olasılıkların incelenmesine imkan sağlayacağı inkar edilemez. Böylelikle, hem hataların gerçek nedenleri belirlenebilecek, hem de emniyet faaliyetlerindeki etkinlik en üst düzeye çıkarılacaktır.

Havacılık kazalarında insan faktörünü ortadan kaldırmak mümkün görülmemektedir. Ancak, insan faktörünün söz konusu olduğu değişik alanlarda alınabilecek önlemlerle kazaların oluşmasına yardımcı olan unsurlar en aza indirilebilir [20].

Söz konusu değişik alanların başlangıç noktası olarak, fizyolojik faktörler kabul edildiğinde, bunların etkisi ile ortaya çıkabilecek olumsuz koşulların da kaynağında kontrol altına alınabilmesi için gerekli öncü adımlar atılmış olacaktır [21].

Bu doğrultuda, uçucular;

- a. Hareketlerinin farkına varabilecekleri bir yapı geliştirmelidir.
- b. Kendilerini değerlendirmeli, davranışlarımızı akılcı hale getirip kabullenmektense gerçekçi olarak değerlendirerek doğruluğunu sorgulamalıdır.
- c. Davranışlarının sonuçlarını yansıtmalı, onları gizlememelidir.
- ç. Kendi sınırlarını bilmelidir.
- d. Uçuş öncesi, uçuş sırasında, uçuş sonrası kendilerini ve birlikte uçtukları ekip arkadaşlarını değerlendirmelidir.
- e. İşindeki yeterliliği ile ilişkili olarak;
 - (1) Daha sık uçmalı,
 - (2) Simülasyon imkanlarından azami oranda yararlanmalı,
 - (3) Daha fazla pratik yaparak ve tecrübe kazanarak daha hızlı ve daha doğru karar vermeyi ve uygulamayı geliştirmelidir. Bu maksatla daha fazla araçtan faydalanmalıdır.
 - (4) İş yükünü doğru paylaşmalı, gereğinden fazla yük altında ezilmemeli, üstesinden gelebilecekleri iş yükünü kendi limitleri ile uyumlu olarak belirlemelidir. Limitlerini aşan kontrolsüz yükün kendisinden çok daha büyük hatalara neden olacağını daima hatırlamalıdır.
- f. Dinlenmenin, her zaman hızlı ve doğru karar vermek için ne kadar önemli olduğunu bilerek yaşam tarzlarını belirlemeli ve şekillendirmelidir. Doğru şekilde dinlenen uçucular daha doğru kararlar vermeye en uygun adaylardır.

g. İyi ve kaliteli uykuyu, planlı şekerlemeleri, kafein kullanımının kontrol altında tutulmasını, oturuş pozisyonunun uygunluğunu gün içinde dinlenmişlik durumunu etkileyen ana kriterler arasında görmelidir.

ğ. Beslenme konusunda vücudu dinlemeyi öğrenmeli, kendilerini tanımalı, normal biyolojik emarelerini belirlemeli, alışkanlıklarını (yemek yeme zamanını, miktarını, içeriğini ve sıvı tüketimi gibi konularda) gözden geçirmeli, hatalı olanları derhal değiştirmeli, beslenme programını tüm günü dikkate alarak yapmalıdır.

h. Uçuş esnasında performansı olumsuz yönde etkileyen self-imposed streslerden (alkol, sigara, yorgunluk, bioritim uyumsuzluğu, beslenme yetersizliği, bilinçsiz ve kontrolsüz ilaç kullanımı) kaçınmalıdır.

ı. Sıcaklığın olumsuz etkilerini en aza indirmek için; vücutlarını sıvılarla takviye etmelidir. Ancak; tüketilen içeceğin ne olduğunu ve vücuda nasıl bir etki yaptığını bilerek sıvı tüketimini planlamalıdır. Örneğin çay ve kahve birer içecek türü olmasına rağmen vücudun su ihtiyacını karşılamaya yardımcı olmadığı gibi vücuttan su çekilmesine neden olarak vücudun gerçek su ihtiyacının artmasına neden olmaktadır.

Yukarıda belirtilen hususların tümü insan performansını etkileyen faktörlerin temelini oluşturan fizyolojik faktörlerin taşıyıcı kolonlarını güçlendirmek içindir. Bu taşıyıcı kolonlar ne kadar güçlü olursa üzerine inşa edilecek yapı da o oranda güvenli olacaktır.

İnsanın kişiliği ile ilgili hususlarda değişiklik yaratmak pek kolay değildir. Ancak, fiziksel özellikleri doğru tanımlayarak bunların yaratabileceği olumsuzlukları en aza indirmek için öncü adımlar atmak mümkündür.

6. BİYOMEKANİK SINIR DEĞERLERİ

6.1. Genel

Bölüm 2'deki istatistiksel veri derleme ve yorumlama kapsamında sunulan uçakta ölümlerle ilgili alt bölümde; kazaların %71'inin, uçuş süresinin sadece %6'sını oluşturan kalkış ve sonrasındaki başlangıç tırmanışı ile iniş ve hemen öncesindeki son yaklaşma safhalarında olduğu ve meydana gelen ölümlerin %41'inin belirtilen safhalarda meydana geldiği ortaya konmuştur (Bkz. 2.11). Belirtilen safhalardaki sürat, uçuşun diğer safhalarına nazaran, birçok ulaşım kazasının yaşandığı süratlere yakın değerlerdedir.

Bu nedenle bu bölümde; başlangıçta yapılan istatistiksel veri derleme ve yorumlama çalışmasında yer alan kazalardaki ölümler ile insanların biyomekanik sınır değerlerinin aşılması arasındaki neden sonuç ilişkisinden hareket edilerek konu kapsamındaki temel biyomekanik konseptler kısaca hatırlatılacak, insanın biyolojik yapısından kaynaklanan bazı özellikleri irdelenecek ve bunların sonucunda ortaya çıkan biyomekanik sınır değerleri ortaya konulacaktır.

Literatür taraması esnasında, konu hakkında mevcut Türkçe kaynak sayısının oldukça sınırlı olduğu görülmüştür. Bu nedenle çalışmada faydalanan kaynakların çoğunluğunu yabancı yayımlar teşkil etmektedir. Böyle bir durumun doğal sonucu olarak, çalışma kapsamında karşılaşılan birçok kelimenin terminolojik olarak, Türkçe literatürde tam ve yaygın olarak kullanılan karşılıklarına ulaşılamamıştır. Tüm bu nedenlerle, genel olarak, faydalanan kaynaklarda yer alan gösterimlerin orijinal hallerine sadık kalınmıştır. Böylece bilgi aktarımında yanlış anlama ve yetersiz açıklamaların yol açabileceği bilgi kayıplarının önlenebileceği değerlendirilmiştir.

6.2. Biyomekanik

Biyomekanik, canlı dokuların mekanik özellikleridir şeklinde tanımlanabilir. Biyomekanik bizi saran fiziksel dünyadaki canlı sistemlerin mekaniğini anlamaya çalışan bir bilim dalıdır [22]. Bu alandaki araştırmaların motivasyon kaynağını oluşturan düşünce; biyomekanik olmaksızın biyolojinin anlaşılabilirliğinin, aerodinamik olmaksızın uçağın anlaşılabilirliğinden daha fazla olamayacağı yaklaşımına dayanmaktadır. Bir uçak için mekanik, uçağın dizayn edilmesini ve performansının tahmin edilmesini mümkün kılar. Bir organizma için biyomekanik, organizmanın normal işleyişinin anlaşılmasına, değişimler sonucu meydana gelebilecek farklı davranışların tahmin edilebilmesine, dışarıdan müdahale metotlarının oluşturulabilmesine yardımcı olur.

Prof. J. Michael Kabo Orthopedic Biomechanics adlı eserinde, biyomekanik; doğal ya da suni biyomateriyallerin, dışarıdan uygulanan ve içeriden oluşturulan yüklere dayanma, dağıtma ve destekleme yeteneklerinin araştırılmasıdır tanımına yer vermektedir. Başka bir deyişle; biyomekanik, biyomateriyallerin bir yapı olarak değerlendirilmesi için geliştirilen bir metottur. Biyomekanik, yüklerin nasıl oluştuğunu, bu yüklerin farklı yapı elemanları üzerinde nasıl dağıldığını anlamayı gerektirir. Farklı materyallerin farklı yükler altındaki davranışlarının değişiklik arz etmesi nedeniyle, yapısal oluşum içindeki materyaller arasındaki etkileşim çok önemli bir role sahiptir.

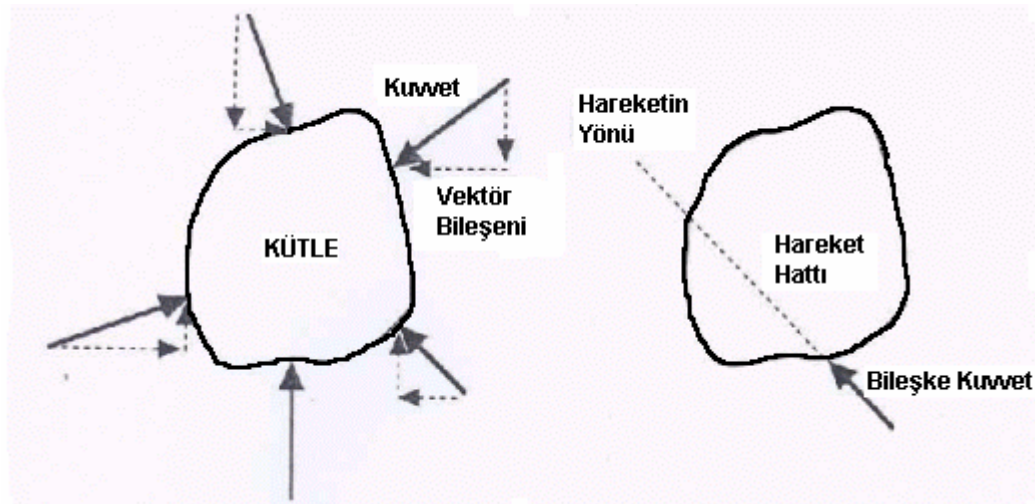
Belirtilen tanımlar ve bunların açıklamaları nedeniyle; tanı (diagnosis), ameliyat (surgery) ve protez uygulamaları (prosthesis) biyomekanik ile yakından ilgilenirken, günümüzde bunların sağladığı bilgiler daha da geliştirilerek araç tasarımlarında dikkate alınması gereken vazgeçilemez kriterlerin en baskın belirleyicileri haline gelmiştir.

6.3. Biyomekanikte Temel Konseptler

Biyomekanik sınır değerlerinin algılanmasını kolaylaştırmak için öncelikle insan biyomekaniğini de içine alan temel konseptler [23] üzerinde durulması gerekmektedir.

6.3.1. Kuvvet ve moment

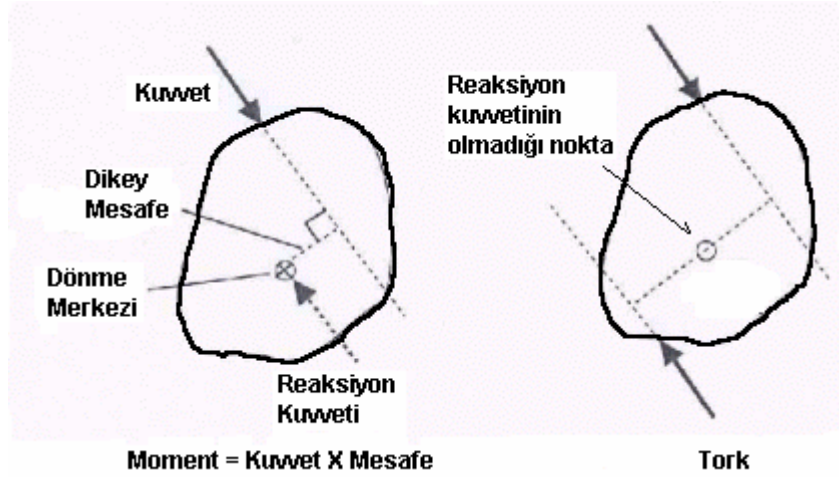
Bir kuvvet, bir kütlenin hızının ve/veya istikametinin değişmesine neden olur. Şekil 6.1'de görüldüğü gibi, kütleye etki eden kuvvetin vektörel birleşimi sonucu kütlenin pozisyonu değişir.



Şekil 6.1. Kütleye etki eden kuvvet ve kütlenin pozisyonu

Eğer kütle, bir eksen üzerinde (ön kolun dirsekle olan bağlantısı gibi) hareket edecek şekilde sabitlenmiş ise uygulanan kuvvet (bir kas tarafından uygulanan kuvvet gibi) bir moment oluşmasına neden olur ve kütle (kemik) dönme merkezi (bağlantı ekseni) çevresinde döner. Meydana gelen momentin büyüklüğü; kuvvetin büyüklüğü ve onun dönme merkezinden olan dik açısıl mesafesine göre değişir. Bu nedenle, kuvvetlerin dengede olabilmesi için bağlantı reaksiyon kuvvetinin mevcut olması zorunludur. Böylece bağlantı

noktasında, uygulanan kuvvetle büyüklük olarak eşit ancak istikamet olarak ters yönde bir kuvvet dengeli sağlar (Şekil 6.2).

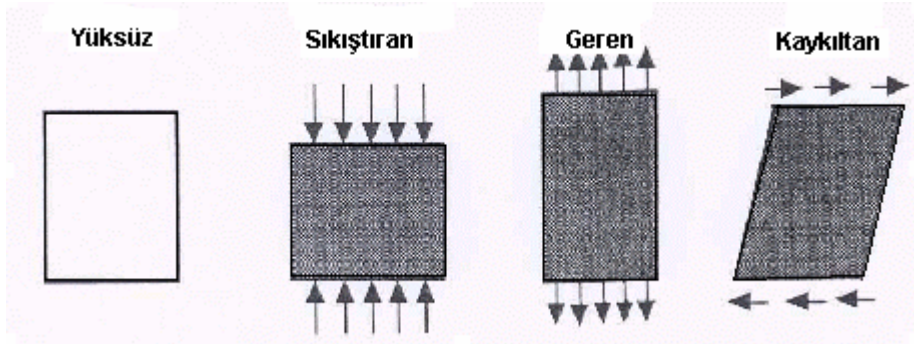


Şekil 6.2. Kuvvetin dengelenmesi

Tork (torque veya couple), net bir kuvvet ya da bağlantı reaksiyonu yaratmayan bir bükme hareketidir. Bu, bağlantının her iki tarafındaki zıt yönlü kasların olması durumunda meydana gelebilir. Moment oluştuğunda, bağlantının merkezinde kuvvete karşı koyan eşit ve zıt yönlü bir kuvvetin mevcut olması gerekir. Tork ile sadece dönme meydana gelir.

6.3.2. Yük, deformasyon ve iş

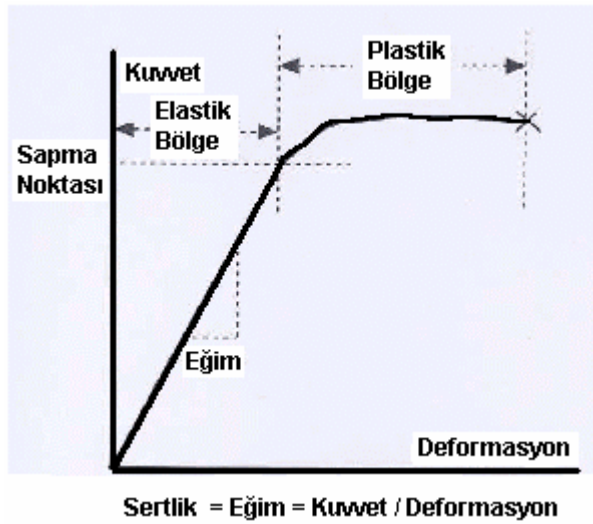
Bir materyale uygulanan kuvvet üç ana bileşene ayrılabilir. Şekil 6.3'te görüldüğü gibi, bunlar sıkıştıran (compressive), geren (tensile) ve kaykılta (shear) bileşenler olarak ifade edilebilir.



Şekil 6.3. Uygulanan kuvvet bileşenleri

Bir materyale uygulanan kuvvet deformasyona neden olur. Kuvvet ve deformasyon arasındaki bu ilişki birçok farklı uygulama alanının temel odak noktasını oluşturur.

Şekil 6.4'te bir yapının (construct) uygulanan kuvvete gösterdiği reaksiyon grafiksel bir ilişki ile belirtilmektedir.



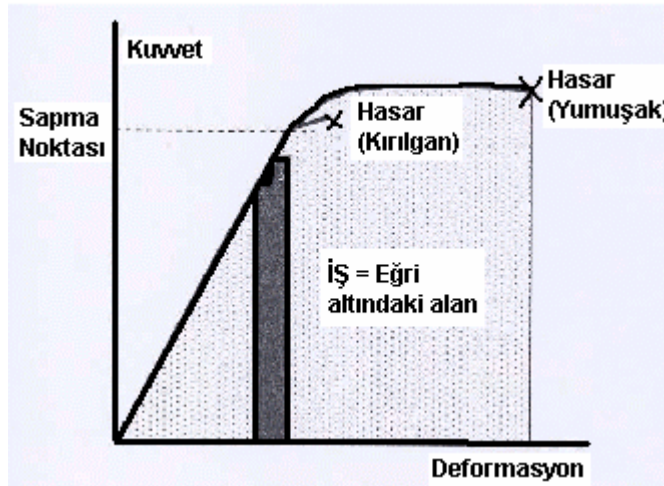
Şekil 6.4. Kuvvete gösterilen reaksiyon

Gösterilen eğrideki düz eğim elastik bölgedeki sertliği (stiffness) oluşturmaktadır. Elastik sınır ya da sapma noktası, kuvvet ortadan

kalktığında yapının tamamıyla başlangıçtaki şekline dönebileceği kuvvetin büyüklüğünü belirtir.

Eğer kuvvet artarak uygulanmaya devam edilirse nesnenin elastik sınır değeri bir noktada aşılar. Uygulanan kuvvete bağlı olarak, bu sapma noktasından sonra kalıcı deformasyonlar olduğu plastik bölgeye geçilir.

Kuvvet-deformasyon eğrisinin (Şekil 6.5) altında kalan alan, işi ya da yapıya uygulanan yük sonucu ortaya çıkan enerjiyi ifade eder.

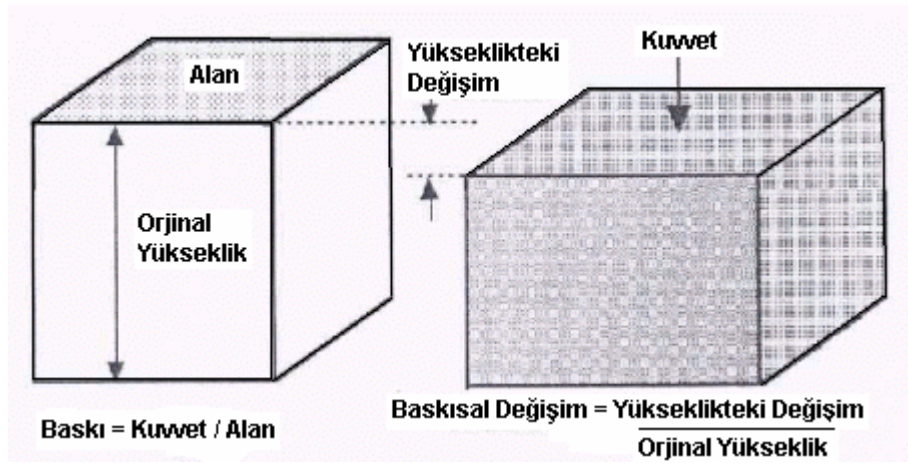


Şekil 6.5. Kuvvet-deformasyon eğrisi

İş ya da harcanan enerji (bir yay örneğinde olduğu gibi) elastik bölge içindeki durumlarda kendini daha belirgin olarak gösterir. Ancak bu bölge aşıldığı zaman durum değişir. Bu nedenle bir yapının bozulmasına neden olacak iş (veya enerji) hakkında yeterli bilgiye sahip olmak büyük önem taşır. Büyük miktarda deformasyona müsaade eden sistemler büyük miktarda işi (veya enerjiyi) kalıcı hasarlara neden olmadan sönmüleyebilmektedir. Bir tepeden aşağıya doğru kayak yaparak inen bir kişinin eklemlerine etkiyen yükü sönmüleyen mekanizma buna örnek olarak verilebilir. Ancak aynı koşullarda cam ya da sert plastiğin uygulanan yük altında sergileyeceği sönmüleme karakteristiği çok daha farklı olacaktır.

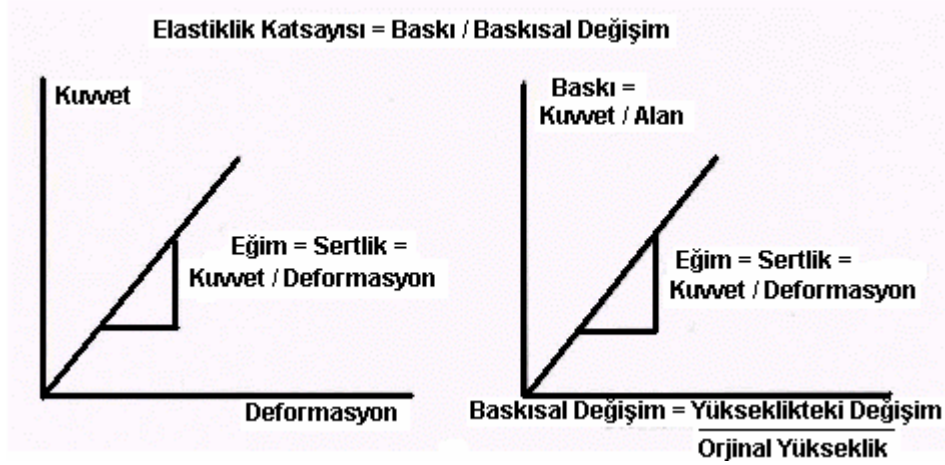
6.3.3. Baskı (stress) ve baskısal değişim (strain)

Bunlar; şeklinden bağımsız olarak, bir materyalin deneysel amaçla kullanılan bir başka materyalle karşılaştırılması sonucu ortaya çıkan, kuvvet ve deformasyon kaynaklı özelliklerin ifade edilebilmesi için kullanılan değerlerdir.



şekil 6.6. Baskı ve baskısal değişim

Baskı, bir materyale uygulanan kuvvetin onun alanına bölünmesi sonucu ortaya çıkan değerdir. Baskısal değişim ise, bir nesnenin orijinal ölçüsünde meydana gelen değişimdir. Baskı ve baskısal değişim şekil 6.6'da gösterilmektedir.



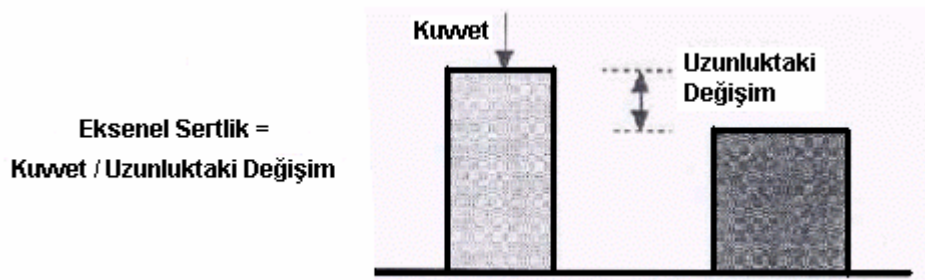
Şekil 6.7. Elastiklik katsayısı

Elastiklik katsayısı (elastic modulus) ise baskının baskısal değişime oranıdır (Şekil 6.7). Elastiklik katsayısına ulaşılabilmesi için bir kuvvetin sertlikten baskıya dönüştürülebilir bir yapıya kavuşturulması gerekmektedir.

6.3.4. Yapısal sertlik (structural stiffness)

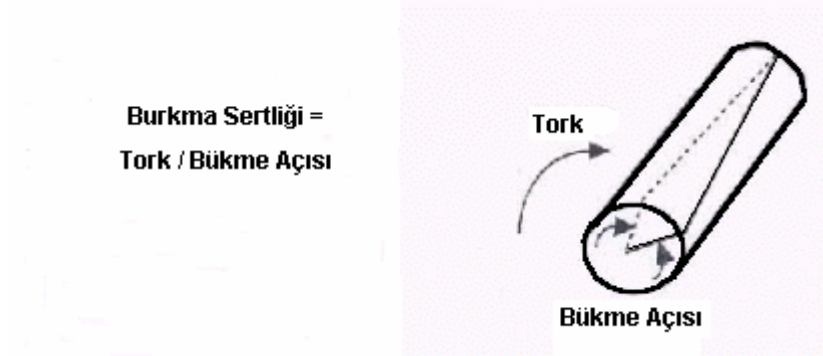
Sertlik algılaması, farklı materyallerin biyomekanik açıdan karşılaştırılması ve değerlendirilmesi kapsamında dikkate alınması gereken bir husustur. Genel anlamda, bilinen bir kuvvet uygulanır ve yarattığı deformasyon ölçülebilir.

Bir yapının eksenel sertliği (axial stiffness), uygulanan eksenel kuvvetin oluşan doğrusal deformasyona bölümüdür (Şekil 6.8).



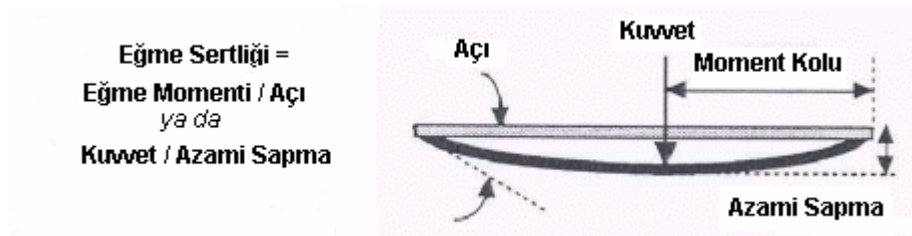
Şekil 6.8. Eksenel sertlik

Benzer şekilde, burkma sertliği (torsional stiffness) uygulanan torkun açısal deformasyona bölümüdür (Şekil 6.9).



Şekil 6.9. Burkma sertliği

Eğme sertliği (bending stiffness) ise, genellikle, eğme momentinin meydana gelen deformasyona (genellikle yükleme noktasındaki) bölünmesi şeklinde ifade edilir (Şekil 6.10).



Şekil 6.10. Eğme sertliği

Bu ölçümler; farklı materyallerin etki eden kuvvet altındaki davranışlarını belirlemek ve bu noktadan hareketle kuvvetin yaratacağı etkileri arzu edilen limitler içinde tutabilmek maksadıyla kullanılabilecek çalışmaların dayanak noktasını teşkil eder.

6.4. Kemiğin Dayanıklılığını Etkileyen Faktörler

İnsan vücudu, kemik dokusundan meydana gelen iskelet sistemi ve bunu destekleyen kas sisteminin bir bütünlük içinde bir arada olması ile şeklini

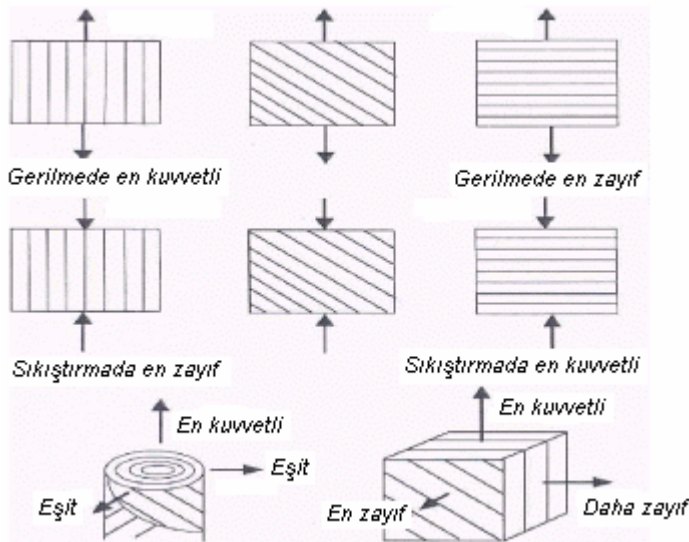
muhafaza etmektedir. İskelet sistemini oluşturan kemikler herhangi bir nedenle yapısal değişikliklere maruz kalırsa, bunun sonucu olarak insan vücudu da şekilsel deformasyona uğrar [24].

Bu nedenle kemiğin temel yapısı ve mekanik özelliklerini etkileyen faktörleri kısaca belirtmenin yararlı olacağı değerlendirilmiştir.

6.4.1. Kemiğin hiyerarşik yapısı

Kemik dört farklı katmandan oluşmaktadır. Bu katmanların en önemli özelliği, kemik yapısı içinde oluşturdukları dizilim sayesinde, her birinin tek tek sahip olduğu özelliklerin toplamından meydana gelebilecek yapıdan çok daha güçlü olan sinerjik bir yapı oluşturmalarıdır [25].

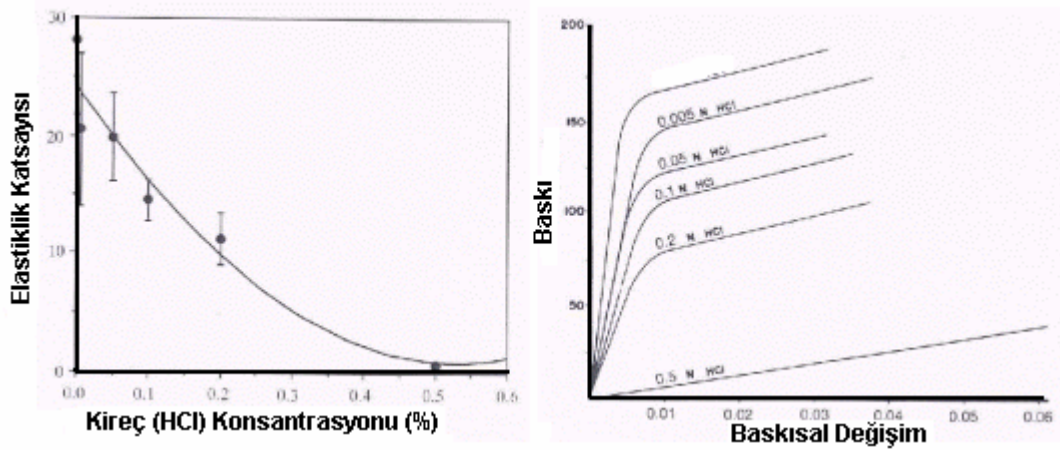
Kemik yapısının ikinci katmanını oluşturan collagen/hydroxyapatite fibriller yükün asli istikametine göre, Şekil 6.11’de görüldüğü gibi, farklı kuvvetsel özellikler sergilemektedir.



Şekil 6.11. Fibrillerin kuvvetsel özellikleri

6.4.2. Mineral ve kolajen (collagen) oranı

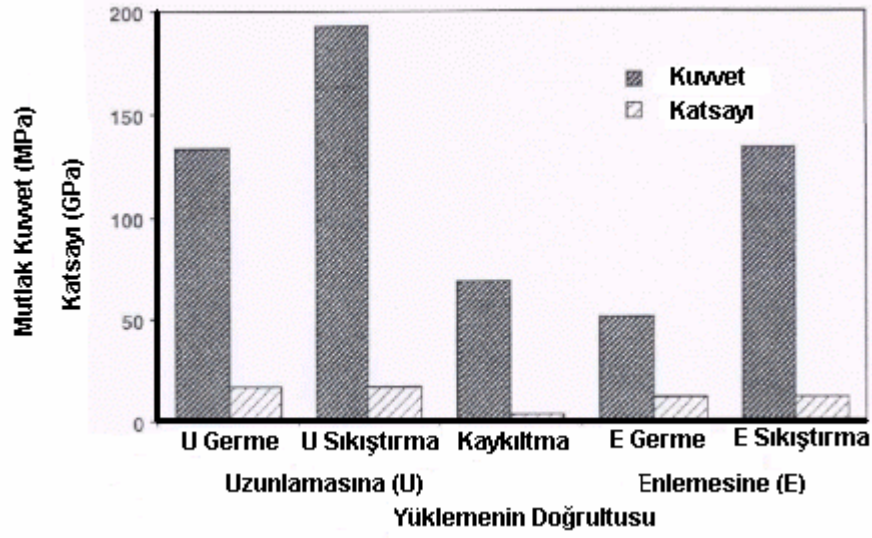
Kemik içindeki minerallerin kolajen ile oranı kemiğin mekanik özelliklerini etkilemektedir [26]. Kemiğin içindeki kireç miktarının azaltılması kemiğin zayıflamasına neden olduğu gibi elastiklik katsayısını da düşürmektedir (Şekil 6.12). Kemikteki minerallerin tamamıyla ortadan kaldırılması ise kemiğin kolajen hücre yapısı özellikleri sergilemesine neden olmakta ve kemiğin elastiklik özelliğini bozmaktadır.



Şekil 6.12. Kemikteki kireç miktarının etkisi

6.4.3. Kemiğin farklı kuvvet uygulamaları altında dayanıklılığı

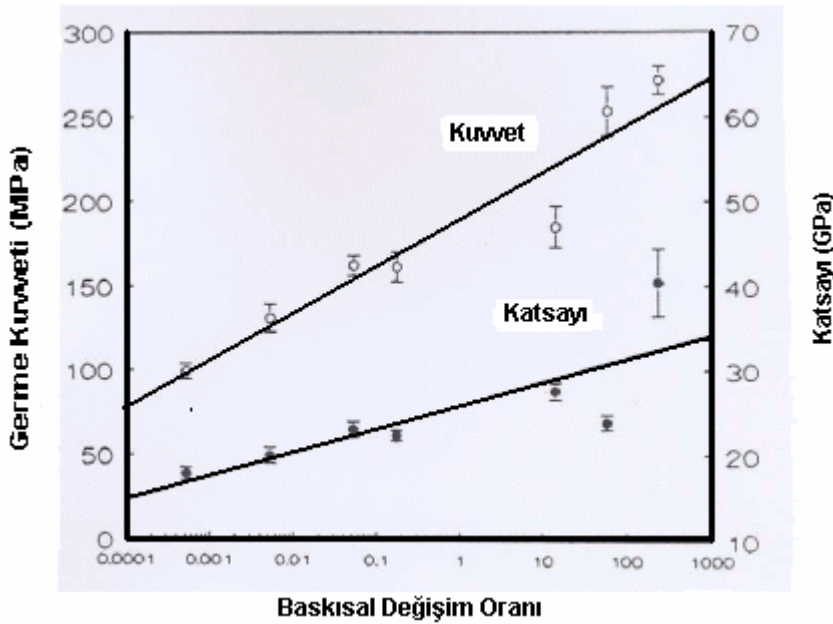
Kemik dokusu (Şekil 6.13), sıkıştırma (compression) kuvvetleri altında daha dayanıklı olma özelliği sergilemektedir [27].



Şekil 6.13. Farklı kuvvetler altında kemiğin dayanıklılığı

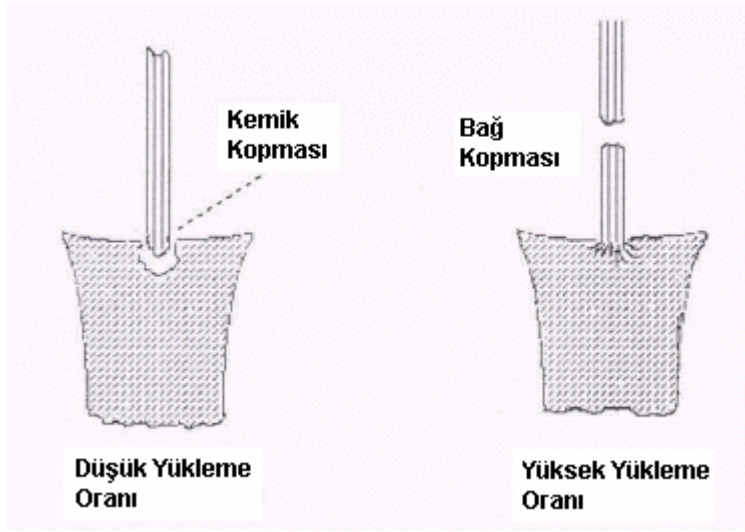
6.4.4. Yükleme oranı

Kemiğin dayanma noktasını aşan kuvvetlerin tespit edilmesinde yükleme oranlarının bilinmesi önem taşımaktadır [28]. Örneğin Şekil 6.14'te, baskısal değişim oranının sıkıştırıcı güç ve elastiklik katsayısı ile olan ilişkisi görülmektedir.



Şekil 6.14. Baskısal değişim oranının etkilenmesi

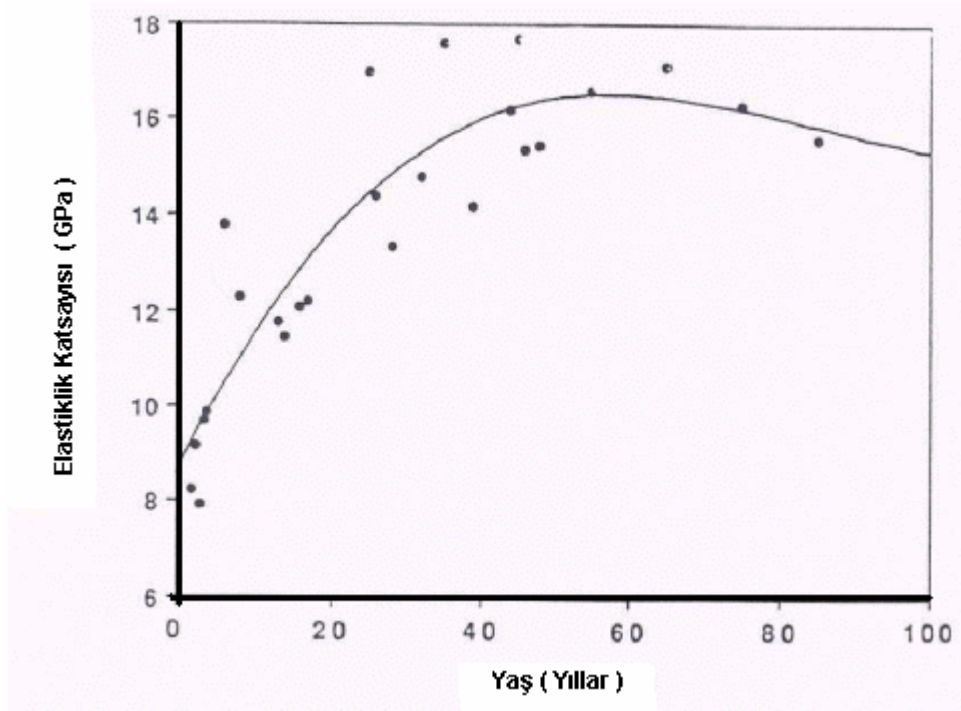
Buradan, baskısal değişim oranının artması ile kemiğin elastik davranışının da aynı şekilde artış gösterdiği anlaşılmaktadır. Daha yüksek yükleme oranlarında kemik mukavemetini daha da artırır [29]. Bu mukavemet artışı o kadar etkindir ki bağların (ligament) kopması ile sonuçlanabilir (Şekil 6.15).



Şekil 6.15. Bağ kopması

6.4.5. Yaş

Çocukluktan yetişkinliğe doğru gidildikçe kemiğin elastiklik katsayısı artış gösterir. Ancak yetişkin yaşlara gelindikten sonra bu artış hızı yavaşlar ve belli bir zaman içinde ise elastiklik katsayısı düşme eğilimine girer (Şekil 6.16).



Şekil 6.16. Elastiklik katsayısının yaş ile değişimi

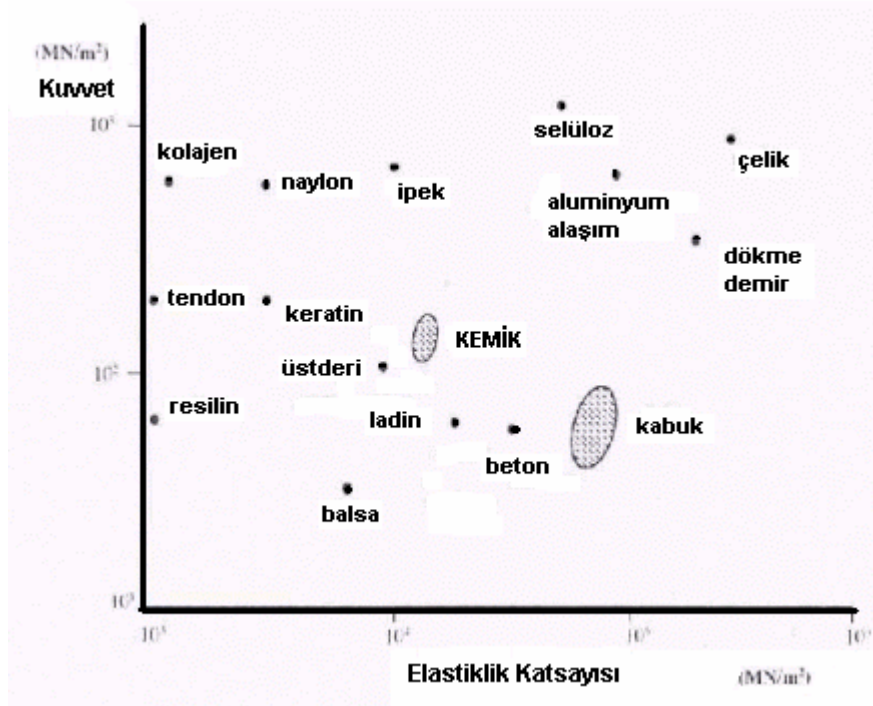
Yaşın artışı ile birlikte kemik dokusundaki mineral miktarı yükselir. Yüksek oranda minerale sahip kemik dokusu daha kırılgan bir özellik arz etmeye başlar. 1992 yılında yapılan bir çalışmada 60-75 yaş arasındaki deneklerin kalça kemiklerindeki mineral oranının 17-30 yaş arasındakilere göre % 140 daha fazla olduğunu göstermiştir [30].

6.4.6. Kullanma ve kullanmama

Kemik fonksiyonel kullanımına reaksiyon gösterir [31]. Kuşlara ait bir modelde varılan değerlere göre, 42 gün boyunca fonksiyonel olarak yükleme yapılmayan kemiğin mineral içeriğinin normalden %88 oranında daha düşük bir değere ulaştığı belirlenmiştir.

6.4.7. Kemiksi materyaller ve bütün haldeki kemiğin dayanıklılığı

Şekil 6.17’de görülen diğer materyallerle kıyaslandığında kemiğin hem orta dayanıklılıkta (strength) hem de orta sertlikte olduğu görülmektedir [32].



Şekil 6.17. Kemiğin dayanıklılık ve sertliğinin kıyaslanması

Kabuksu (cortical) ve süngerimsi (cancellous) kemiklerin materyal özellikleri [33] Çizelge 6.1’de görülmektedir.

Çizelge 6.1. Kabuksu ve süngerimsi kemiklerin materyal özellikleri

Kemik Tipi	Yük tipi	Elastiklik Katsayısı (10^9 N/m^2)	Mutlak Baskı (10^6 N/m^2)
Kabuksu	Germe	11,4 – 19,1	107 - 146
	Sıkıştırma	15,1 – 19,7	156 - 212
	Kaykılma		73 - 82
Süngerimsi	Germe	0,2 – 5	107 - 146
	Sıkıştırma	0,1 - 3	1,5 - 50
	Kaykılma		6,60 +/- 1,66

Buna göre, genel olarak; kabuksu kemiklerin süngerimsi kemiklere oranla sıkıştırma şeklinde etkiyen kuvvetler altında daha dayanıklı olduğu belirtilebilir.

Bütün haldeki (yekpare) kemiğin dayanıklılığı; yukarıda sunulan özelliklerden farklı olarak, aynı zamanda geometrik şekline (örneğin uzunluğunun çapına olan oranına) ve yoğunluğu, kabuk kalınlığı gibi materyal özelliklerine göre de değişiklik göstermektedir. Çizelge 6.2’de, iskelet sistemindeki bazı önemli kemiklerin dayanıklılıkları hakkında rakamsal veriler sunulmaktadır. Belirtilen dayanıklılık değerlerinin geniş bir yelpaze içinde sergilenmesinin nedeni kemiğin dayanıklılığını etkileyen faktörlerdeki farklılıkların etkileşiminden kaynaklanmaktadır.

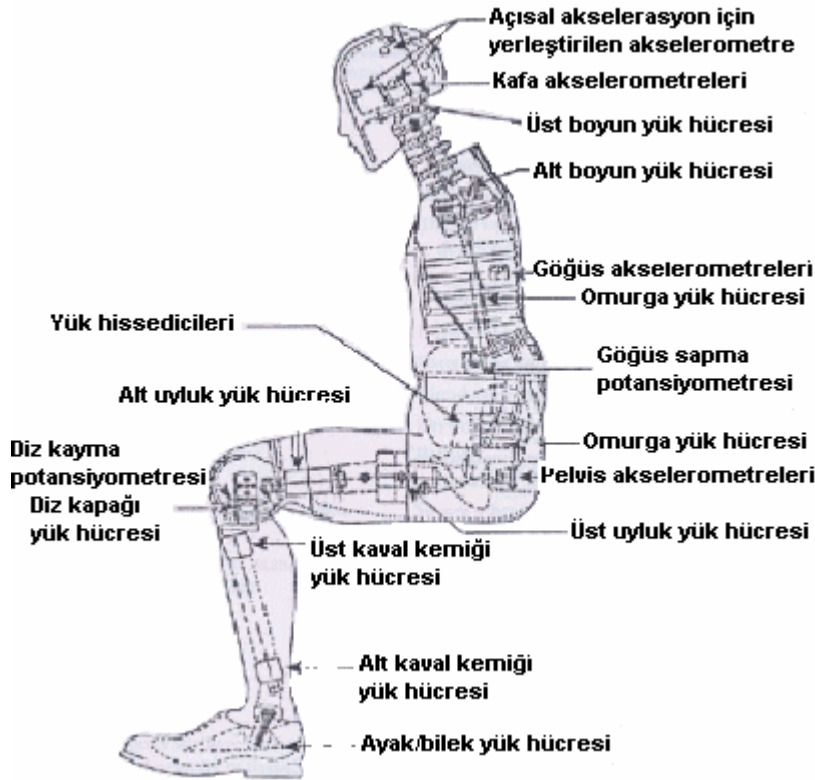
Çizelge 6.2. İskelet sistemindeki bazı önemli kemiklerin dayanıklılıkları

Kemik Tipi	Yükleme Yönü ve Tipi	Mutlak Kuvvet
Servikal omurga	Eksenel sıkıştırma ve darbe	980 – 7400 N
Lumbar omurga	Eksenel sıkıştırma ve darbe	1400 - 9000 N
Kuyruk sokumu- kalça kemiği eklemleri	Eksenel sıkıştırma ve darbe	3450 - 3694 N
Uyluk	Bükme	183 N m
Diz kapağı	Diz kapağına dik darbe	6900-10012 N
Kaval kemiği	Uzunluk ekseninde bükme	101 +/- 35 N m

Sonuç olarak; karmaşık bir yapıya sahip olan kemik, etkileşim içinde bulunduğu tüm faktörlerden yansımaları kendi dokusuna aktarmaktadır.

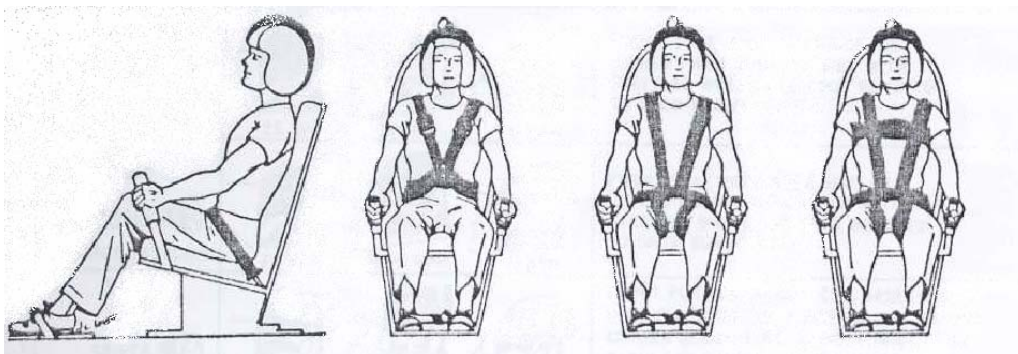
6.5. Şokun (Akselerasyon veya Deselerasyon) İnsan Üzerindeki Etkileri [34]

İnsan vücudunda mekanik hasara neden olacak kuvvetlerin büyüklüğü hakkında sınırlı miktarda güvenilir bilgi mevcuttur. Güvenilir bilgilere ulaşmak maksadıyla meydana gelebilecek hasarları en aza indirmek maksadıyla kadavralar, deney hayvanları ve maketler gibi deneysel yardımcılardan yararlanılmaktadır. Teknolojinin ilerlemesi ile birlikte gelişmiş maketlerin kullanımı artmıştır. Özellikle çarpmalar sonucu oluşacak hasarları tespit etmekte Şekil 6.18’de gösterilen maketlerden yaygın olarak istifade edilmektedir.



Şekil 6.18. Çarpışma hasar ölçüm maketi

Araba ve uçak gibi araç kazalarında insanın maruz kalacağı kuvvetlerin yaratacağı olumsuz etkileri en aza indirmenin en etkin yolu, etki eden kuvvetlerin mümkün olduğunca vücut üzerinde tek noktada yoğunlaşmasına engel olmaktır. Bu maksatla ani akselerasyon ve deselerasyonlardan kaynaklanan kuvvetler altında vücudun korunabilmesi için en temel ve etkili kural bu koşullar altında vücudun araç koltuğunda sabit kalmasını sağlamaktır [35].



Şekil 6.19. Koltuğa bağlanma şekilleri

Koltuğa bağlanma şekillerinin (Şekil 6.19) çarpma sonrası oluşan ölüm ve yaralanmaya etkisi Şekil 6.20’de gösterilmektedir.

YOLCU		Koltuğa bağlanmamış sürücünün muhtemel ölümü
YOLCU		Koltuğa belinden bağlanmış yolcunun muhtemel ölümü
SÜRÜCÜ		Koltuğa göğsünden bağlanmış sürücünün hayatta kalması
SÜRÜCÜ		Koltuğa omuzdan bağlanmış sürücünün hayatta kalması
SÜRÜCÜ		Koltuğa omuz ve belinden bağlanmış sürücünün hayatta kalması

Şekil 6.20. Koltuğa bağlanma şekillerinin etkisi

Uçak kazalarında dikey ve yatay yüklere, otomobil kazalarında ise yatay yüklere maruz kalma olasılığının daha fazla olacağı dikkate alınarak çalışmalar uygulama alanına taşınmıştır. Normal bir zamanda insan üzerindeki yükün yerçekimi kuvvetine eşit olduğu (yani “1 g”) kabul edilerek çalışmalarda değerler yerçekimi kuvvetinin rakamsal katları olarak ifade edilmiştir. Buna göre maruz kalınan akselerasyon kuvvetlerine yönelik deneysel veriler EK-2’de sunulmuştur.

EK-2’de sunulan değerlerin pratik uygulamalarla kıyaslanarak daha anlamlı kılınabilmesi için bazı akselerasyon yüklerinin büyüklükleri ve süreleri EK-3’te ifade edilmiştir.

Uçuşun kalkış, başlangıç tırmanışı, son yaklaşma ve iniş safhalarında meydana gelen kazalarda gerçekleşen ölümlerin toplam ölümler içindeki

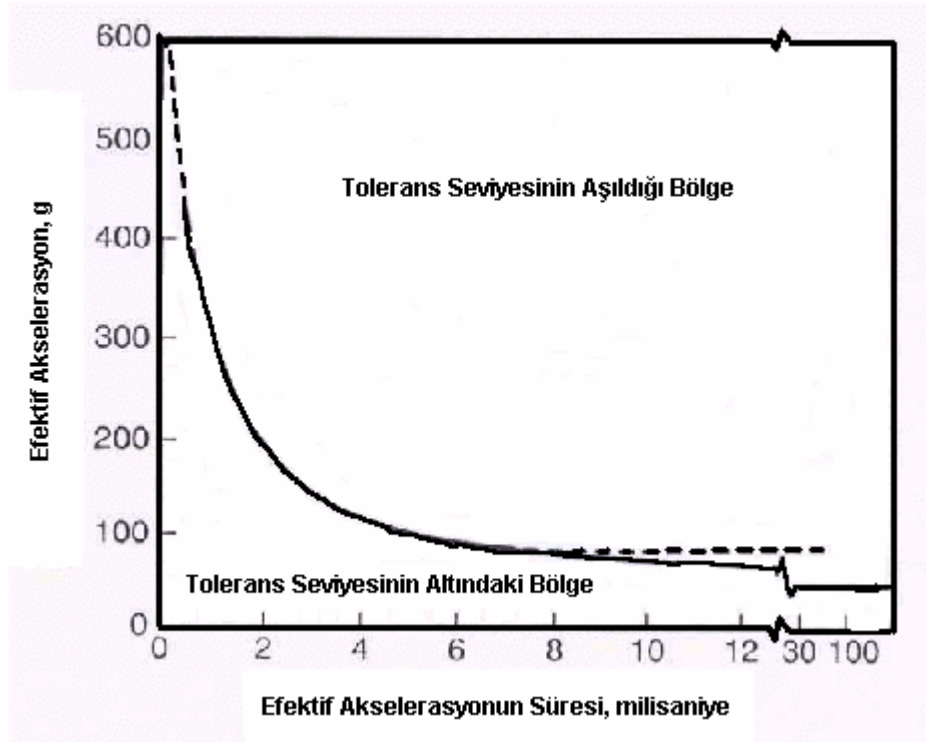
payının %41 olduğu daha önce belirtilmişti. Bu ölümlerin çarpma sonucu gerçekleşenlerinde ise en önemli faktör kafaya alınan darbelerdir.

Kazalar esnasında kafaya alınan darbelerin ciddi yaralanmalara hatta ani ölümlere neden olduğu bilinmektedir. Bunun nedeni çarpmalarda ya da çarpışmalarda beynin hasar görmesidir. Çoğu zaman kafatasını oluşturan kemiklerin özel yapısı beyni darbelerden korusa bile, beynin hasar görmesine engel olamamaktadır.

Bu kapsamda deneysel olarak yapılan çalışmalar sonucunda kafa yaralanma kriteri (Head Injury Criterion - HIC) [34] elde edilmiştir.

$$HIC = \left| (t_2 - t_1) \left[\frac{1}{(t_2 - t_1)} \int_{t_1}^{t_2} a(t) dt \right]^{2.5} \right|_{\max}$$

Çalışmalar sonucunda oluşturulan tolerans eğrisi Şekil 6.21’de görülmektedir. Kadavralar üzerinde yapılan denemelerde 1 den 6 milisaniyeye kadar süren darbeler için eğrideki veriler oluşturulmuştur. Ancak tolerans eğrisi, teorik olarak, insanın zarar görmeden dayanabileceği azami değer olan 42 g’ye maruz kalma süresi olarak belirlenen 100 milisaniyeye kadar uzatılmıştır.



Şekil 6.21. Tolerans eğrisi

Ancak gerçek hayatta meydana gelen motorlu araç kazalarında, aracın hızına bağlı olarak değişen darbe süresi 100 milisaniyeden daha kısadır.

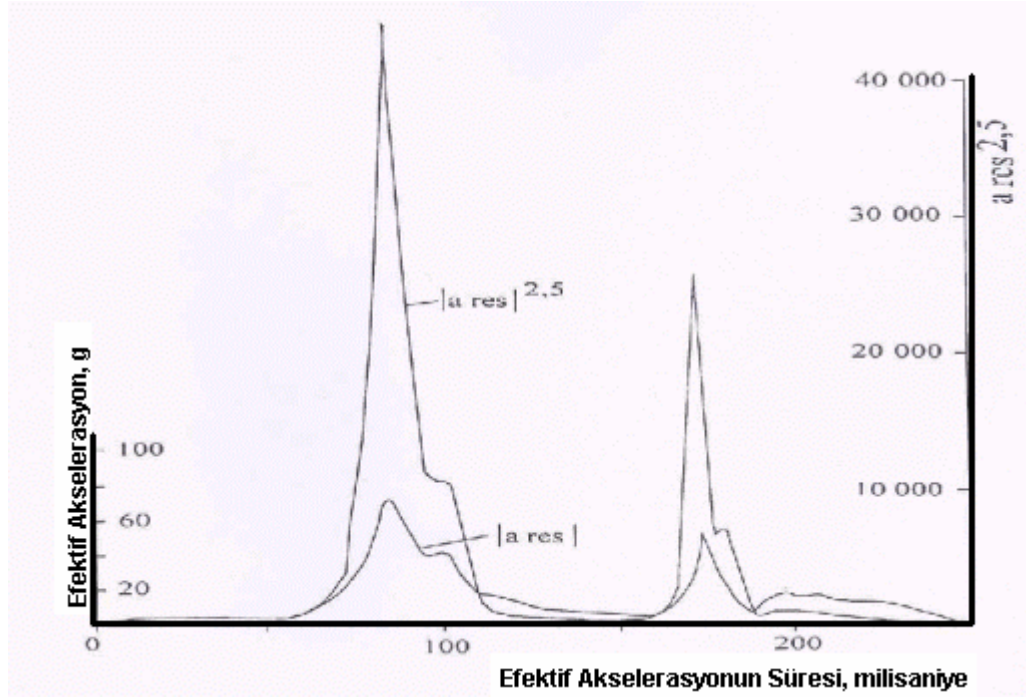
HIC'in ile birlikte ağır yaralanma indeksi (Severity Index – SI) olarak adlandırılan değer de beyin hasarlanmalarına yönelik koruyucu önlemlerin belirlenmesinde dikkate alınmaktadır.

Ağır yaralanma indeksi [34], zamana göre ivme değişimini veren bir sayıdır.

$$SI = \int_0^T a^{2.5}(t)dt$$

Üst değer altındaki alan ağır yaralanma indeksini vermektedir (Şekil 6.22). İnsan vücudu tarafından taşınabilir bir ivmenin sınır değeri için ağır yaralanma indeksi 1 000 olarak kabul edilmektedir [36]. Bu ivme değeri ile birlikte, beyin önden arkaya doğru hareketinde, beyin zedelenmelerinin tekrar iyileşebilmesi için ivme tesirinin devamı, yani darbe süresi önemli bir rol oynamaktadır. Kafatası kemikleri çarpmalara karşı oldukça dayanıklıdır.

Elastik malzemelerle kaplı parçalara çarpmada kafa tarafından dayanılabilecek yükler beyin yapısı nedeniyle sınırlandırılmıştır.



Şekil 6.22. Ağır yaralanma indeksinin ivme ve zaman ile etkileşimi

İnsan beyni çok kısa süre ile devam etmesi halinde çok büyük ivmelere dayanabilmektedir. Ancak, ağır yaralanma endeksi olarak belirtilen SI 1 000 değeri ölümden kurtulma sınırı olmayıp, beyinde meydana gelen zedelenmelerin herhangi bir kalıntıya sebebiyet vermeden iyileşmesine yönelik bir öngörüdür.

6.6. Önemli Yük Sınırları

Kemikler ile ilgili olarak daha önceki bölümlerde belirtilen biyomekanik sınır değerlerine ilave olarak hatırd a kalmasını kolaylaştırmak maksadıyla bu kapsamda kıymetlendirilen bazı değerler Çizelge 6.3'te sunulmuştur.

Çizelge 6.3. Önemli sınır değerleri

KAFATASI	Kırılma yükü (0,3 cm. zımba ile)	Alın	5 000-11 000 N
		Şakak	2 500 N
		Çene kemiği	1 000 N
KABURGA	10 cm. genişlikte kırış ile		1 500- 6 000 N
ET	Çekme mukavemeti		170 N/cm ²
DERİ	Çekme mukavemeti		700 N/ cm ²

Vücutumuzun bütünü ve bazı parçalarına ait önemli olduğu değerlendirilen yük sınırları EK-4'te sunulmuştur.

6.7. Değerlendirme

Gerek aktif, gerekse pasif emniyet tedbirlerinin alınabilmesi için insan vücudunun mukavemet sınırları olan biyomekanik sınır değerlerinin yani insanın tahammül edebileceği kuvvetlerin ve ivmelerin bilinmesi gerekmektedir.

Biyomekanik sınır değerleri ve bunların etkileri dikkate alınarak yapılan çalışmalar sonucu önemli kazanımlar elde edilmiştir. Bunların en somut örneği olarak havacılık kazalarında hayatta kalma oranlarındaki artış gösterilebilir.

Havacılıkta 10 yıllık dilimlere göre ölümcül kazalarda hayatta kalma oranları [37] Çizelge 6.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 6.4. Ölümcül kazalarda hayatta kalma oranları

DÖNEM	Hayatta-Kalma
1930-1939	%18
1940-1949	%23
1950-1959	%22
1960-1969	%21
1970-1979	%24
1980-1989	%33
1990-+	%32

Belirtilen oranlardaki artış olumlu olmakla birlikte yeterli değildir.

Çünkü daha etkin önlemlerin alınarak bu oranların daha da yükseltilmesi mümkündür. Meydana gelen kazalardaki bazı ölümleri önleyebilmek, basit bazı hususlara dikkat etmekle mümkün olabilir. Örneğin; elastiklik katsayısının yaş ile değişimini (Bkz. Şekil 6.16) dikkate alarak belli bir yaş üzerindeki kişilerin, ulaşım araçlarında kaza esnasında meydana gelen darbelerden daha az etkileneceği değerlendirilen noktalarda oturmalarını sağlamak bu kişilerin ölmesini engellemek için pratik bir çözüm yolu olabilir.

Her uçak yolculuğu yapan kişinin kolaylıkla gözlemleyebileceği gibi; uçaklarda yolcuların çarpma ve çarpılmalara karşı sahip olduğu aktif emniyet tedbirleri karayollarında kullanılan şahsi araçlardaki donanımlarla (hava yastıkları, emniyet kemerleri gibi) karşılaştırıldığında daha sınırlı tutulmaktadır. Bunun; ağırlık, maliyet, risk yüzdesi gibi etkenlerle sınırlı tutuluyor olduğunun kabul edilmesi havacılık kazalarında insan faktörü konusunda yeni bir bakış açısı oluşturulmasının zorunluluğunu daha somut olarak ispatlamaktadır.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

İnsanların, fonksiyonel bir sistem elemanı olarak, hata yapabileceği bilinen bir gerçektir. İnsan hatası, havacılık kazalarının yaklaşık %70-80'inin sebebidir.

İnsan faktörü; insan performansının optimize edilmesi ve insan hatasının en aza indirilmesine yönelik çok disiplinli bir alandır ve insanların diğer insanlarla ve makinelerle olan ilişkisini uygulama alanına taşımaktadır.

Havacılıkta insan faktörü; insan fizyolojisi ve insan psikolojisinin çalışma alanları ile etkileşim içindedir.

Bu çalışmada genelden özele bir bakış açısı ile havacılık kazalarında insan faktörü analiz edilmeye çalışılmıştır. Yapılan analiz kapsamında;

a. Ticari havayolu şirketlerinde meydana gelen uçak kazaları ve bunların nedenleri ortaya konulurken;

(1) Bir önceki yılda gerçekleşen uçakta ölüm sayısı ile müteakip yılda gerçekleşen ölüm sayısı arasında hiçbir doğrusal ilişkinin söz konusu olmadığı, kazalara yönelik olarak alınan tedbirlerin kazaların oluşumuna olumlu yönde etkideği, ancak kazaların meydana gelmesi halinde yetersiz kaldığı,

(2) Kazaların %71'inin, uçuş süresinin sadece %6'sını oluşturan kalkış ve sonrasındaki başlangıç tırmanışı ile iniş ve hemen öncesindeki son yaklaşma safhalarında gerçekleştiği, kazalar sonucu gerçekleşen ölümlerin %41'inin belirtilen safhalarda meydana geldiği,

(3) Kazaların %56'sının ana sebebinin uçuş mürettebatından kaynaklandığı, ancak bu noktadan hareketle, kazaların tek sorumlusunun, uçuş mürettebatını oluşturan kişiler olduğu şeklinde bir genellemeye gidilmesinin çok yanlış bir yaklaşım ile sonuçlanabileceği,

(4) Kontrollü uçuş şartlarında araziye çarpma ve uçuşta kontrolü kaybetme nedeni ile (CFIT ve LOC-I) gerçekleşen kazaların havacılık kazalarında insan faktörünün analizinde yoğunlaşılması gereken ana noktalara ışık tutabileceği,

b. İstatistiksel veri derleme ve yorumlama çalışmasının çizdiği genel çerçeveden sonra, biraz daha özele inilerek, insan faktörünün çok baskın olarak öne çıktığı Tenerife uçak kazası irdelenirken;

(1) İnsan hatasından kaynaklanan kazaların yaklaşık dörtte üçünün iletişim kanallarındaki zafiyetlerden kaynaklandığı,

(2) Uçuş kazalarının insan faktörü açısından incelenmesinde nasıl iletişim kurulduğu, stresle nasıl başa çıkıldığı, nasıl karar verildiği hususlarının kazaya etken faktörleri belirlemede ana referanslar olabileceği,

c. Kazaların değerlendirilmesi doğrultusunda bütüncül bir yaklaşım ile ortak noktalar ve bunlara karşılık emniyet tedbiri ifade edilirken;

(1) Öncelikli olarak, uçuşla ilgili kuruluşların üst yönetim kademelerinin uçuş emniyetini ilgilendiren hususlarda bilinçlendirilmesinin gerektiği,

(2) Üniversitelerin, uçuş emniyeti felsefesini gelecekte havacılık alanında uygulamaları gerçekleştirecek kişiler olan öğrencilerine aktarabilmeleri için, eğitimcilerine uçuş emniyeti konusunda bilgi aktarıcı programlar hazırlamalarının önem arz ettiği,

(3) Uçuşa hazır olma açısından yorgunluğun yaratacağı etkiler üzerinde daha dikkatle durulmasının, bu kapsamda dinlenme kalitesinin de sorgulanmasının gerekebileceği,

(4) Geçmişteki eğitim alt yapısı ve sahip olunan tecrübenin kalitesi de değerlendirme içine alınarak uçucu ve uçuş ile ilgili faaliyetlerde yer alacak kişilerin seçiminde kullanılmak üzere örnek kişilik özelliklerinin belirlenmesinin ve bunlara uygun seçimler yapılmasının kazaları önlemede etkinliği artırabileceği,

ç. Daha bireysel boyuta inilerek kaza ve insan faktörü konusunda bilgi aktarılırken;

- (1) Uçucuların; havacılık kazalarındaki zincirin en uç halkasını oluşturduğu, ancak diğer tüm halkaların da katkısıyla oluşan riski en yakından yaşayan kişiler olduğu,
- (2) Uçucuların, uçuş streslerine olabildiğince dayanıklı ve sürprizlere daima hazırlıklı olarak kendilerini uçuşa hazırlamaları gerektiği,
- (3) Bedensel uygunluk, yüksek performans, bilgi, yüksek motivasyon ve iyi çevresel koşullar ile bünyesi yaradılış olarak uçmaya elverişli olmadığı halde uçmak için kendisini zorlayan insanın yol açabileceği kazalara engel olunabileceği, bunun da insan faktörüne önem verilmesi ile gerçekleştirilebileceği,
- (4) Serbestçe bilgi alışverişi yapılan bir ortamın kazalara karşı en iyi savunmayı destekleyebileceği, böylelikle, hem hataların gerçek nedenlerinin belirlenebileceği, hem de emniyet faaliyetlerindeki etkinliğin en üst düzeye çıkarılabileceği,
- (5) Havacılık kazalarında insan faktörünü ortadan kaldırmanın mümkün görülmediği, ancak, insan faktörünün söz konusu olduğu değişik alanlarda alınabilecek önlemlerle kazaların oluşmasına yardımcı olan unsurların en aza indirilebileceği,

d. Başlangıçta yapılan istatistiksel veri derleme ve yorumlama çalışmasında yer alan kazalardaki ölümler ile insanların biyomekanik sınır değerlerinin aşılması arasındaki neden sonuç ilişkisinden hareket edilerek tüm kazalarda kazazede durumundaki insanın biyomekanik sınır değerleri ortaya konulurken;

- (1) Biyomekanik sınır değerleri ve bunların etkileri dikkate alınarak yapılan çalışmalar sonucu önemli kazanımlar elde edildiği, ancak havacılık kazalarında hayatta kalma oranlarını daha da artırmanın mümkün olduğu,
- (2) Bu maksatla alınabilecek gerek aktif gerekse pasif emniyet tedbirlerinin belirlenmesinde, havacılık kazalarında insan faktörü açısından, maliyet-etkinlik analizini dışlayan, yeni bir bakış açısı oluşturulmasının zorunluluğu ortaya konulmuştur.

Havacılık sisteminin en etkin unsuru insandır. Havacılık kazalarının en aza indirilmesi için meydana gelen kazalar insan faktörü açısından detaylı olarak irdelenmeli, kazaların arkasında yatan ve kolayca fark edilemeyen asıl etken faktörler ortaya çıkarılmalıdır . Bu maksatla, havacılıktaki tüm olaylar sistem yaklaşımı ile ele alınmalıdır.

Türk havacılığında can ve mal güvenliğini korumak, uluslararası sahada ülkenin itibar ve ekonomik kayba uğramasını önlemek amacıyla uçuş faaliyetlerinin zamanında, istenilen standartlarda ve emniyetle icrasının sağlanması için havacılık olaylarının gerisinde kalınmamalıdır. Bunu gerçekleştirebilmek için havacılık sistemi içinde yer alanları sürekli eğitmek ve zincirin her halkasını güçlü tutmak gerekmektedir.

Türkiye, sivil hava taşımacılığı alanında hızla artan ve önümüzdeki yıllarda da artış eğilimini sürdürmesi beklenen büyük bir taleple karşı karşıyadır. Bu talebin karşılanabilmesi için daha fazla uçağa, daha fazla uçucuya, daha fazla yetişmiş insan alt yapısına ihtiyaç vardır.

Türkiye'nin sivil hava taşımacılığı alanında sağlıklı bir arz-talep dengesi oluşturabilmesinin yegane çözümü, insan faktörü alanına giren disiplinlerle koordineli bir çalışma ortamının yaratılarak Türk Sivil Havacılık Sisteminin irdelenmesinde yatmaktadır.

Gelecekte bu konu ile ilgili olarak çalışma yapacak kişilerin, havacılıktaki tüm olayları *sistem yaklaşımı* ile ele alarak;

- a. Kontrollü uçuş şartlarında araziye çarpma ve uçuşta kontrolü kaybetme nedeni ile (CFIT ve LOC-I) gerçekleşen kazaları inceleyebileceği,
- b. Türkiye'de meydana gelen ticari havayolu kazalarını (Özellikle Van ve Diyarbakır'da yaşanan uçak kazaları) insan faktörü açısından inceleyebileceği,

c. Ülkemizde havayolu taşımacılığı alanında artan talebi karşılamaya yönelik olarak yapılacak uygulamalar esnasında meydana gelebilecek potansiyel kazaları önlemede önemli kazanımlar yaratabilmek maksadı ile Türk Sivil Havacılık Sistemini oluşturan alt sistemleri insan faktörü açısından analiz edebileceği,

ç. Yolcu uçaklarında çarpma ve çarpımalara karşı yolcuların kişisel emniyetlerini artırıcı donanım tasarımları (hava yastıkları, geliştirilmiş emniyet kemeri sistemleri gibi) üzerinde çalışabileceği değerlendirilmektedir.

Bu tez çalışması; ulaştırma kazaları içinde yer alan havacılık kazalarında insan faktörünün önemine dikkat çekerek insan faktörü alanında, gelecekte ülkemizde de gerçekleştirilecek farklı disiplinlerin koordineli çalışmalarına temel oluşturmak maksadıyla hazırlanmıştır.

Bu maksat doğrultusunda; bir yol haritasının çizilebileceği, bu yol haritası kapsamında hazırlanan eğitim programları ile ihtiyaç duyulan yetişmiş insan alt yapısının oluşturulabileceği ve böylece farklı disiplinlerin koordineli çalışmalarının doğru yerden yönlendirilebileceği değerlendirilmektedir.

Öncü adımlar doğru yerden başlayacak şekilde atılmaz ise, sonraki adımlar ne kadar doğru atılırsa atılsın, varış noktası daima hedeflenenden farklı bir yer olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Aviation Safety Boeing Commercial Airplanes, "Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents", **Boeing Report, Seattle**, 2-22 (2005).
2. McCreary, J., Pollard, M., Stevenson, K. and Wilson M.B., "Human Factors: Tenerife Revisited", **Journal of Air Transportation World Wide**, 3 (1): 1-18 (1998).
3. Akgün, A.H., (Çeviri), "İnsan Hataları Konusunda Gelişen Analiz Yöntemleri", **Hava Kuvvetleri Uçuş Emniyet Dergisi**, 35-36, Ankara (2003).
4. Pinet, J. and Enders, J.H., "Human Factors in Aviation: A Consolidated Approach", **Flight Safety Digest**, 18 (5):15-20 (1999).
5. FSF Icarus Committee, "The Dollars and Sense of Risk Management and Airline Safety", **Flight Safety Digest**, 9-14 (1994).
6. İnternet: Sivil Havacılıkta Yorgunluğu Yönetmek, <http://www.havais.org.tr/Icerik.asp?MID=23>, (2004).
7. Flight Safety Foundation Icarus Committee, "Aviation Grapples with Human-factors Accidents", **Flight Safety Digest**, 18 (5) (1999).
8. Pinet, J. and Enders, J.H., "FSF Icarus Committee Cites Advantages of FOQA for Trend Analysis, Knowledge Building and Decision Making", **Flight Safety Digest**, 11 (2): 1-2 (1998).
9. İnternet: Uçuş Güvenliği Açısından İnsan Faktörünün Önemi, http://www.uted.org/dergi/1999/aralik/aralik_10.htm, (2005).
10. Federal Aviation Administration, "Workshop on Flight Crew Accident and Incident Human Factors", **Office of System Safety**, 21-23 (1995).
11. İnternet: U.S. Aviation In Crisis, http://www.todaysengineer.org/archives/te_archives/mar01/pp1.asp, (2004).
12. Çetingüç, M., "Uçuş Kazalarında Fizyolojik ve Psikolojik Etkenler", Havacılık Tıbbı El Kitabı,Muzaffer Çetingüç, **GATA Hava ve Uzay Hekimliği Merkezi**, Eskişehir, 427-430 (1997).
13. Üçer, Y., "İnsan Faktörü Eğitiminde CRM'nin Önemi", **Hava Kuvvetleri Uçuş Emniyet Dergisi**, 26, Ankara (2002).

14. FSF Icarus Committee, "The Airline Safety Department: A Solid Foundation for Confidence", ***Flight Safety Digest***, Washington D.C., 22 (1997).
15. Simmons, R., "Fit to Fly", AAR-100 ***Federal Aviation Administration, Office of the Chief Scientific & Technical Advisor for Human Factors***, Washington D.C., 1-27 (1998).
16. Internet: Human Factors in Accident Databases for Transport Aviation, http://humanfactors.jrc.it/ar_2000.htm, (2005).
17. Managing for Safety, "An In-house Incident-reporting Program: Overcoming Dormant Factors That Can Contribute to Accidents", ***Icarus Committee Briefing 3***, (1998).
18. FSF Icarus Committee, "Safety - Costs Avoided and Benefits Gained", ***Flight Safety Digest***, (1998).
19. Managing for Safety, "FOQA - Possibly the Best Safety Tool of the 21st Century", ***Icarus Committee Briefing 6***, Washington D.C., 26 (1998).
20. Flight Safety Foundation Icarus Committee, "Aviation Safety. Airline Management Self-audit.", ***Flight Safety Digest***, 18 (5):3-7, (1999).
21. Managing for Safety, "Protect Employees Who Identify Safety Issues", ***Icarus Committee Briefing 4***, Washington D.C., 24 (1998).
22. Internet: What is Biomechanics, http://yunus.hacettepe.edu.tr/~saritan/biom_hist.htm, (2005).
23. Tencer, A.F., Kenneth D.J., "Biomechanics in Orthopedic Trauma", ***Biomechanics of Bone and Fracture***, London, 2-31 (1994).
24. Fung, Y.C., "Biomechanics: Mechanical Properties of Living Tissues", ***Springer***, Verlag, 71-7 (1993).
25. Rubin, C.T., Lanyon, L.E., "Regulation of Bone Formation by Applied Dynamic Loads", ***J Bone Jt Surg***, 66A, 397-402 (1984).
26. Burstein A.H., Zika I.M., Heiple K.G., Klein L., "Contribution of Collagen and Mineral to the Elastic-Plastic Properties of Bone", ***J Bone Jt Surg***, 956 (1975).
27. Tencer, A.F., "Biomechanics in Orthopedic Trauma: Bone Fracture and Fixation", ***M. Dunitz***, Philadelphia, 23 (1994).

28. Burstein, A.H., "The Elastic and Ultimate Properties of Compact Bone Tissue", **J Biomech**, 58A, 82 (1975).
29. Cowin S.C., "Mechanical Properties of Bone", **Applied Mechanics Division of the American Society of Mechanical Engineers**, AMD 45 (254), New York, (1981).
30. Boyce, T.M., Bloebaum, R.D., "Age Related Hyper-Mineralization of the Femoral Neck and Possible Fracture Implications", **Trans 38th Orthopedic Research Society Meeting**, 27 (1992).
31. Chao, E., Lin, O., "Perspectives on Biomaterials", **International Symposium on Biomaterials: Materials Science Monographs**, 33 (1986).
32. Burstein, A.H., Wright, T.M., "**Fundamentals of Orthopaedic Biomechanics**", Williams & Wilkins, Baltimore, 372 (1994).
33. Hayes, W.C., "Biomechanics of Cortical and Trabecular Bone", **Basic Orthopedic Biomechanics**, New York, 254 (1991).
34. Harris, W.H., Harris' Shock and Vibration Handbook, "Effects of Shock and Vibration on Human", **John Willey & Sons**, New York, 42:5-60 (2002).
35. Society of Automotive Engineers, "Human Tolerance to Impact Conditions as Related to Motor Vehicle Design", **SAE J885**, Warrendale, Pa., 273 (1986).
36. Erhan, R., "Şehiriçi Ölümlü Trafik Kazalarının Analizi", Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 90-94 (2004).
37. İnternet: Accident Database, <http://www.planecrashinfo.com/cause.htm>, (2005).

EKLER

EK-1 Kaza sebepleri sınıflandırmasındaki terminolojik ifadeler

ARC (Abnormal Runway Contact): Piste anormal temas.

AMAN (Abrupt Maneuver): Ani manevra.

ADRM (Aerodrome): Meydan.

ATM (ATM/CNS (Air Traffic Management / Communications, Navigation, Surveillance)): Hava trafiğinin idare edilmesi ile muhabere, seyrüsefer ve trafiğin takibi.

CABIN (Cabin Safety Events): Kabin güvenlik olayları.

CFIT (Controlled Flight into or Toward Terrain): Kontrollü uçuş şartlarında araziye çarpma.

EVAC (Evacuation): Tahliye.

F-NI (Fire/Smoke (Non-Impact)): Yangın ya da duman (Olay öncesi).

F-POST (Fire/Smoke (Post-Impact)): Yangın ya da duman (Olay sonrası).

FUEL (Fuel Related): Yakıt ile bağlantılı.

GCOL (Ground Collision): Yerde çarpışma.

RAMP (Ground Handling): Yerda yükleme ve boşaltma.

ICE (Icing): Buzlanma.

LOC-G (Loss of Control - Ground): Yerde kontrolü kaybetme.

LOC-I (Loss of Control – In flight): Uçuшта kontrolü kaybetme.

LALT (Low Altitude Operations): Alçak irtifa görevleri.

MAC (Midair/Near Midair Collision): Orta irtifa veya yakın orta irtifa çarpışması.

OTHR (Other): Diğer.

RE (Runway Excursion): Pist dışında meydana gelen.

RI-A (Runway Incursion – Animal): Pist içinde meydana gelen - hayvan kaynaklı.

RI-VAP (Runway Incursion – Vehicle, Aircraft or Person): Pist içinde meydana gelen – yer aracı, hava aracı veya insan kaynaklı.

SEC (Security Related): Güvenlik ile ilgili.

EK-1 (Devam) Kaza sebepleri sınıflandırmasındaki terminolojik ifadeler

SCF-NP (System/Component Failure or Malfunction (Non-Power plant):
Üzerine takat uygulanmayan sistem/parça hatası veya arızası.

SCF-PP (System/Component Failure or Malfunction (Power plant): Üzerine
takat uygulanan sistem/parça hatası veya arızası.

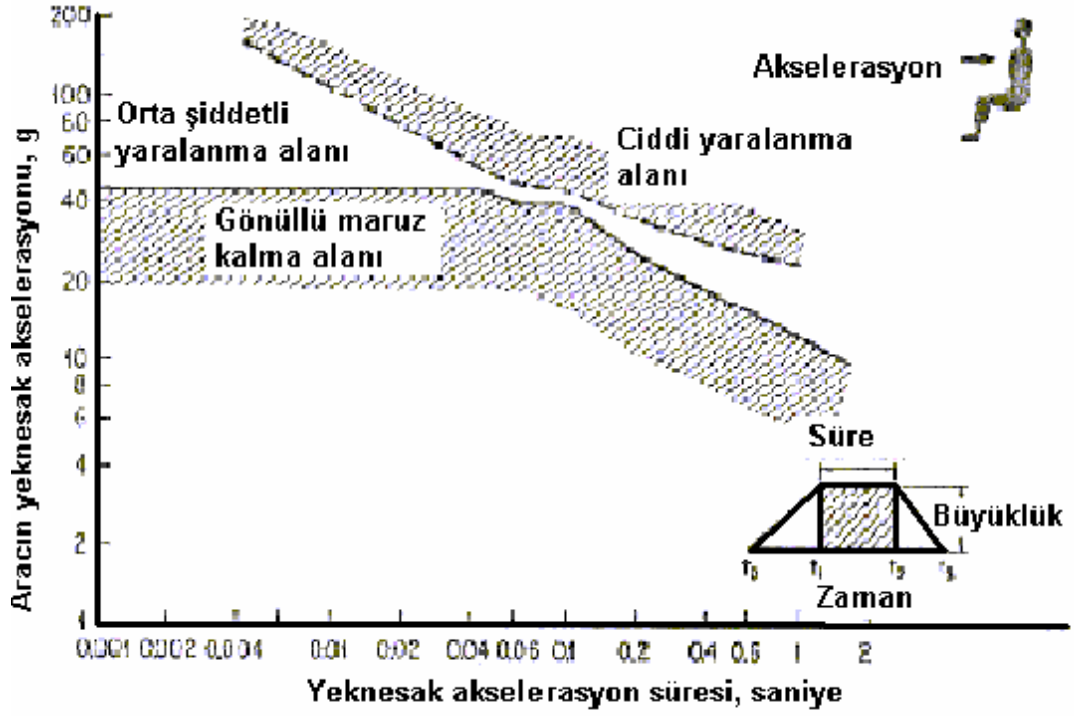
TURB (Turbulence Encounter): Türbülans.

USOS (Undershoot/Overshoot): İnişte piste kısa ya da uzun oturma.

UNK (Unkown or Undetermined): Bilinmeyen ya da belirlenemeyen.

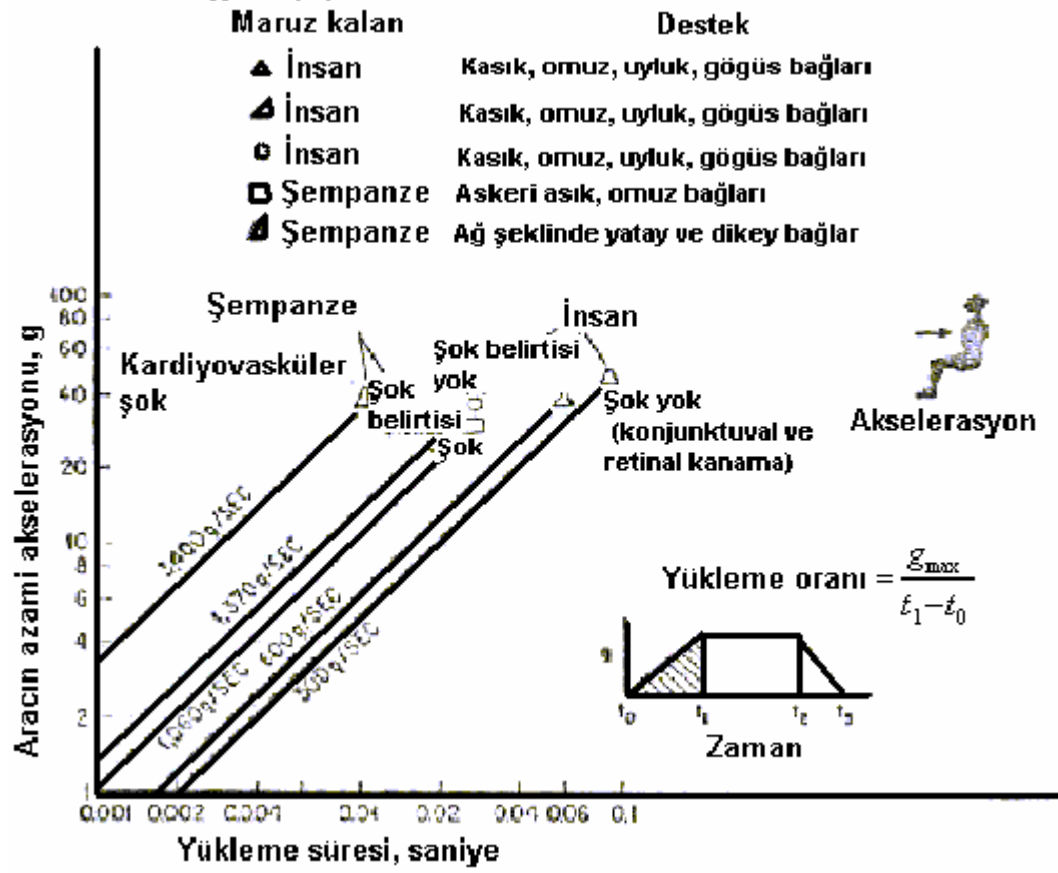
WSTRW (Wind shear or Thunderstorm): Wind shear ya da fırtına.

EK-2 Akselerasyon kuvvetlerine yönelik deneysel veriler



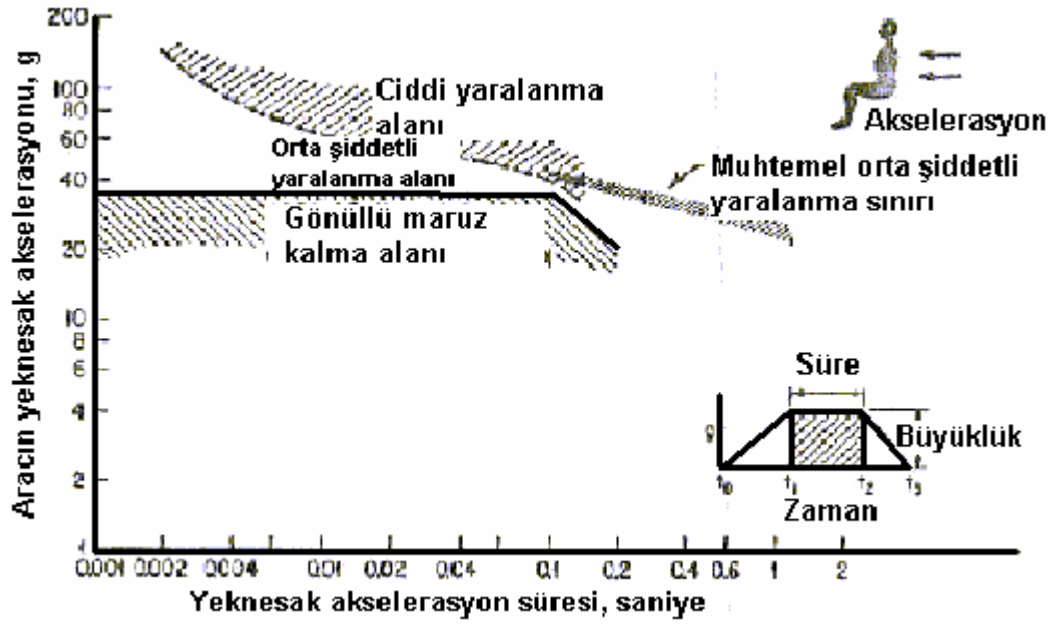
Etkinin büyüklüğünün ve süresinin bir fonksiyonu olarak omurgaya uygulanan akselerasyona dayanma

EK-2 (Devam) Akselerasyon kuvvetlerine yönelik deneysel veriler



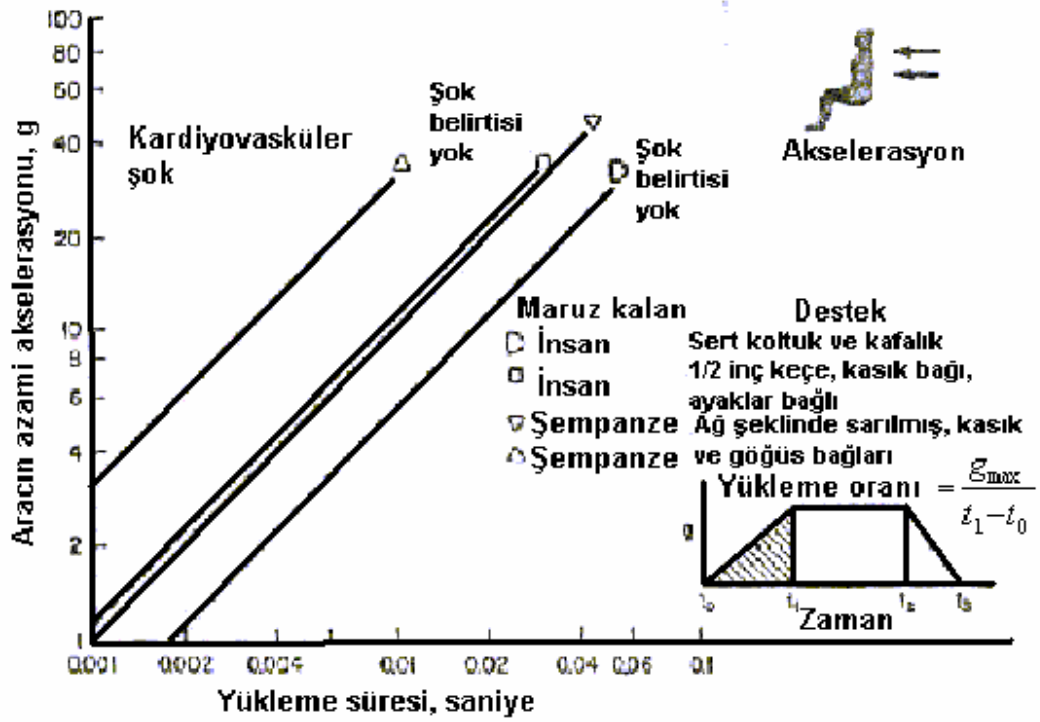
Omurgaya uygulanan akselerasyona dayanmanın yarattığı etki

EK-2 (Devam) Akselerasyon kuvvetlerine yönelik deneysel veriler



Etkinin büyüklüğünün ve süresinin bir fonksiyonu olarak göğüs kemiğine uygulanan akselerasyona dayanma

EK-2 (Devam) Akselerasyon kuvvetlerine yönelik deneysel veriler



Göğüs kemiğine uygulanan akselerasyona dayanmanın yarattığı etki

EK-3 Bazı akselerasyon yüklerinin büyüklükleri ve süreleri

Hareket Tipi	Akselerasyon (g)	Süre (saniye)
Asansörler		
Hızlı hareket edenler	0,1 – 0,2	1 - 5
Konfor limiti	0,3	
Acil deselerasyon	2,5	
Toplu taşıma araçları		
Normal akselerasyon ve deselerasyon	0,1 – 0,2	5
Acil frenleme (100 km/s hızdan)	0,4	2,5
Otomobiller		
Rahat duruş frenlemesi	0,25	5 - 8
İstenmeyen ani duruş	0,45	3 - 5
Elde edilen azami	0,7	3
Çarpışma (hayatta kalınabilir)	20 – 100	< 0,1
Uçaklar		
Normal kalkış	0,5	> 10
Katapultlu kalkış	2,5 - 6	1,5
Yere vurarak iniş (hayatta kalınabilir)	20 - 100	
Fırlatma koltuğu	10 - 15	0,25
İnsan		
Paraşüt açılması (40 000 fit)	33	0,2 – 0,5
Paraşüt açılması (6 000 fit)	8,5	0,5
Paraşütle iniş	3 - 4	0,1 – 0,2
Kafa		
Yetişkin (1,5 m.'den sert zemine düşme)	250	0,007
Koruyucu kask ile dayanılan darbe	18 - 23	0,02

EK-4 Vücudumuzun bütünü ve bazı parçalarına ait yük sınırları

Vücut Parçaları	Mekanik Büyüklükler	Yük Sınırları
Bütün vücut	$a_x \text{ max}$	40...80 g
Beyin	$a_x \text{ max}, a_y \text{ max}$	100...300 g
Kafatası kemikleri	$a_x \text{ max}, a_y \text{ max}$	80...300 g çarpma alınının büyüklüğüne göre
Alın	$a_x \text{ max}$	120...200 g 4000...6000 N
Boyun kemiği	$a_x \text{ max}$ F_x öne doğru max arkaya doğru max	30...40g 1200...2600 N $80^\circ \dots 100^\circ$ $80^\circ \dots 90^\circ$
Göğüs kafesi	$a_x \text{ max}$ F_x	40...60 g 4000...8000 N 5...6 cm
Kalça	F_x	6400...125000 N kuvvet tesiri dize
Kaval kemiği	$a_y \text{ max}$ F_x E_x M_x	50...80 g (kalça) 2500...5000 N 150...210 Nm 120...170 Nm

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : KOLDAŞ, Hasan
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 27.02.1967 İstanbul
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 555 3891244
 Faks : -
 e-mail : koldashasan@yahoo.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Hava Harp Akademisi	2003
Lisans	Hava Harp Okulu/Yönetim Bölümü	1990
Lise	Kuleli Askeri Lisesi	1986

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
1990-1996	Diyarbakır, Malatya	Pilot
1997-2003	İzmir	Öğretmen Pilot
2003-2006	Ankara, Hollanda	Kurmay Subay

Yabancı Dil

İngilizce, Hollandaca

Hobiler

Kayak, Snowboard, Atletizm