

**T. C.  
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

Havacılık Yönetimi Anabilim Dalı

**HAVACILIKTA METEOROLOJİ VERİLERİNİN UÇUŞ  
EMNİYETİ AÇISINDAN EKİP KAYNAK YÖNETİMİNE  
ETKİLERİ**

Yüksek Lisans Tezi

**Altuğ Aykan BAYAZITOĞLU**

Danışman  
Dr. Öğr. Üyesi Habibe GÜNGÖR

**İstanbul – 2023**



## TEZ TANITIM FORMU

**Yazar Adı Soyadı** : Altuğ Aykan BAYAZITOĞLU

**Tezin Dili** : Türkçe

**Tezin Adı** : Havacılıkta Meteoroloji Verilerinin Uçuş Emniyeti Açısından  
Ekip Kaynak Yönetimine Etkileri

**Enstitü** : İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

**Anabilim Dalı** : Havacılık Yönetimi

**Tezin Türü** : Yüksek Lisans

**Tezin Tarihi** : 02.01.2023

**Sayfa Sayısı** : 186

**Tez** : Dr. Öğr. Üyesi Habibe GÜNGÖR

**Danışmanları**

**Dizin Terimleri** : Meteoroloji verileri, Uçuş emniyeti, Ekip kaynak yönetimi,  
Uçak kazaları

**Türkçe Özet** : Meteoroloji verilerinin uçuş operasyonları sırasında meydana getirdiği olumsuz süreçler ve pilotların bu süreçler esnasında uyguladıkları ekip kaynak yönetimine dair operasyonları analiz edilerek, uçuş emniyeti üzerindeki etkilerine yönelik bir araştırmadır.

**Dağıtım Listesi** : 1. İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsüne  
2. YÖK Ulusal Tez Merkezine

*İmzası*

*Altuğ Aykan BAYAZITOĞLU*

**T. C.  
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

Havacılık Yönetimi Anabilim Dalı

**HAVACILIKTA METEOROLOJİ VERİLERİNİN UÇUŞ  
EMNİYETİ AÇISINDAN EKİP KAYNAK YÖNETİMİNE  
ETKİLERİ**

Yüksek Lisans Tezi

**Altuğ Aykan BAYAZITOĞLU**

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Habibe GÜNGÖR

**İstanbul – 2023**

## BEYAN

Bu tezin hazırlanmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğu, kullanılan verilerde herhangi tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez olarak sunulmadığını beyan ederim.

Altuğ Aykan BAYAZITOĞLU

.../.../2023



**İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**

Altuğ Aykan BAYAZITOĞLU'nun Havacılıkta Meteoroloji Verilerinin Uçuş Emniyeti Açısından Ekip Kaynak Yönetimine Etkileri adlı tez çalışması, jürimiz tarafından Havacılık Yönetimi anabilim dalı, Havacılık Yönetimi bilim dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

*İmza*

Başkan *Dr. Öğr. Üyesi Habibe GÜNGÖR*  
(Danışman)

*İmza*

Üye *Dr. Öğr. Üyesi Sarp GÜNERİ*

*İmza*

Üye *Dr. Öğr. Üyesi Kağan Cenk MIZRAK*

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

... / ... / 20..

*İmzası*

*Prof. Dr. İzzet GÜMÜŞ*

Enstitü Müdürü

## ÖZET

Havacılık sektöründe meteoroloji verilerinin öngörülemeyen ve ani gelişen etkili karmaşık yapıları neticesinde, uçuş sırasında her daim takip edilmesi gereken ve yer kontrol birimleriyle kontrollü olarak iletişim halinde kalınması gereklidir. Meteorolojinin hava araçları üzerinde meydana gelmekte olan etkileri, havayollarının uçuş verimliliğini etkileyen başlıca faktörlerden biri olmaktadır. Uçuş emniyeti hususunda, meteoroloji kaynaklı risklerin uçuş mürettebatı tarafından süreklilik gerektiren analiz ve dikkatli bir yönetim yapılması gerekmektedir. Ekip kaynak yönetimi ise, uluslararası havacılık alanında emniyetli uçuş operasyonlarını hedeflemekte ve meteoroloji kaynaklı gelişen zorlu hava şartlarında, uçuş verimliliğinin artırılması için çeşitli ekip kaynak yönetimi araçlarının yeterli olup olmadığı konusunda, zorlu eğitimler ile pilotları olumsuz şartlara hazırlanması çalışılmıştır.

Bu çalışmada son yıllarda yaşanan havacılık operasyonlarında meteoroloji hadiselerinin ekip kaynak yönetimi üzerindeki olumlu ve olumsuz etkilerini araştırmak hedeflenmiştir. Aynı zamanda emniyetli bir uçuş operasyonu için gerekli olan yönetsel uygulamalar incelenerek, bu uygulamaların veri analizi süreçlerindeki modellemeleri üzerinde ekip kaynak yönetimi ile ilişkisi kurulmaya çalışılmıştır.

Bu tez çalışmasının amacı, ülkemizde yer alan ticari uçuşların ekiplerine yönelik henüz akademik olarak yeteri kadar çalışılmamış olan meteoroloji faktörünün, uçuş emniyeti ve ekip kaynak yönetimi üzerindeki olumsuz etkilerine değinerek, geçmişte meydana gelen olumsuz meteoroloji şartları sebebiyle gerçekleşmiş olan kaza ve olaylar eşliğinde, içindeki konumunu belirtmek ve ülkemizde bu alanda yapılması planlanan çalışmalara, yeni bir bakış açısı kazandırması açısından bir karar ve eğitim sisteminin geliştirilmesine yardımcı olmaktır.

Nitel araştırma yöntemlerinden yüzyüze kullanılan görüşme tekniği kullanılmış ve 50 kişilik pilot havuzundan elde edilen bilgiler ışığında veriler toplanmıştır. Yapılan çalışmada, meteoroloji, uçuş emniyeti ve ekip kaynak yönetimi

faktörleri üzerinden yönlendirilen sorular eşliğinde, ekiplerin nasıl bir uçuş yönetimi ve veri analizi uygulaması gerçekleştirdiklerine yönelik görüşleri alınmıştır. Toplanan veriler içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir. Analiz sonucunda stres yönetimi konusunda teorik bilginin ve meteorolojinin iyi analiz edilmesinin hayati bir öneme sahip olduğu görüşüne varılmıştır. Havacılıkta meteoroloji dolaylı gerçekleşen kaza ve olayların tamamen önlenabilir olunabileceği değerlendirilmiş ve ekip kaynak yönetimi faktörünün önemine dikkat çekerek, gelişmiş meteoroloji sistemleri ve güncel bir eğitim ile ortak çalışarak önlenabilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Meteoroloji, Veri Analizi, Uçuş Emniyeti, Ekip Kaynak Yönetimi (EKY)



## SUMMARY

As a result of the unpredictable and rapidly developing complex structures of meteorological data in the aviation industry, it is necessary to keep in touch with the ground control units in a controlled manner, which should always be followed in the flight operation, because the effects of meteorology on aircraft are one of the main factors that affecting the flight efficiency of airlines. In terms of flight safety, risks are arising from meteorological side, which require continuous analysis and careful management by the flight crew. On the other hand, crew resource management aims at safe flight operations in the field of international aviation, and it has been tried to prepare pilots for adverse conditions with rigorous training on whether various crew resource management tools and these are sufficient to increase flight efficiency in harsh weather conditions caused by meteorology.

In this study, it is aimed to investigate the positive and negative effects of meteorological events on crew resource management in aviation operations in recent years. At the same time, the administrative applications required for a safe flight operation were examined and it was tried to establish a relationship with the crew resource management on the modeling of these applications in the data analysis processes.

The aim of this thesis study is to indicate the position of the meteorology factor, which has not been studied academically enough for the crews of commercial flights in our country, on flight safety and crew resource management, together with the accidents and events that took place due to the negative meteorological conditions in the past and it will help to the development of a decision and education system, in order to give a new perspective to the studies planned to be done in this field and in our country.

One of the qualitative research methods: face-to-face interview technique was used and data were collected in the light of the information obtained from a pilot pool of 50 people. In the study, the opinions of the crew on what kind of flight management and data analysis application that they carried out were taken and accompanied by questions directed through meteorology, flight safety and crew

resource management factors. The collected data were analyzed by content analysis method. As a result of the analysis, it was concluded that theoretical knowledge on stress management and a good analysis of meteorology are of vital importance. It has been evaluated that accidents and incidents that occur indirectly in aviation and in meteorology can be completely prevented, and by drawing attention to the importance of the crew resource management factor, it has been concluded that they can be prevented by working together with advanced meteorology systems and an up-to-date training.

**Keywords:** Meteorology, Data Analysis, Flight Safety, Crew Resource Management (CRM)

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
SUMMARY .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	v
KISALTMALAR .....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	x
GRAFİKLER LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
RESİMLER LİSTESİ.....	xiii
ÖNSÖZ.....	xiv
GİRİŞ .....	1

### BİRİNCİ BÖLÜM METEOROLOJİ VE VERİ YÖNETİMİ

1.1. Havacılıkta Meteoroloji Kavramı .....	3
1.2. Havacılıkta Meteorolojinin Tarihsel Gelişimi .....	5
1.3. Havacılıkta Meteorolojinin Önemi .....	7
1.4. Havacılıkta Meteorolojinin Uçuşa Etki Eden Faktörleri .....	8
1.4.1. Atmosferin Yapısı .....	11
1.4.2. Bulut Tabakası.....	15
1.4.3. Rüzgâr.....	17
1.5. Meteoroloji Hava Raporları.....	18
1.5.1. METAR .....	19
1.5.2. TAF.....	22
1.5.3. SIGMET .....	26
1.6. Meteoroloji Verilerinin Yönetimi ve Uçuş Safhaları .....	28
1.6.1. Uçuş Öncesi Briefing (Pre-Flight) .....	29
1.6.2. Kalkış Safhası (Take-Off) .....	30
1.6.3. Seyir Safhası (Cruise).....	31
1.6.4. İniş Safhası (Landing) .....	32

### İKİNCİ BÖLÜM UÇUŞ EMNİYETİ VE EKİP KAYNAK YÖNETİMİ (EKY)

2.1. Havacılıkta Emniyet Kavramı .....	34
2.2. Uçuş Emniyetinin Önemi .....	34
2.3. Uçuş Emniyetinin Gelişimi .....	36
2.4. Uçuş Emniyeti Safhaları .....	38
2.4.1. Kalkış Safhası (Take-Off) .....	41
2.4.2. Seyir Safhası (Cruise).....	43
2.4.3. İniş Safhası (Landing) .....	44

2.5. Uçuş Emniyetini Etkileyen Hava Olayları .....	46
2.5.1. Fırtına Bulutları .....	47
2.5.2. Sis .....	50
2.5.3. Buzlanma .....	52
2.5.4. Mikro Patlama .....	55
2.6. Uçuş Emniyeti ve Süreçlerinin Yönetimi .....	59
2.7. Ekip Kaynak Yönetimi Kavramı .....	63
2.8. Ekip Kaynak Yönetimi'nin Havacılıkta Önemi .....	64
2.9. Ekip Kaynak Yönetimi'nin Safhaları .....	66
2.9.1. Birinci Safha .....	68
2.9.2. İkinci Safha .....	70
2.9.3. Üçüncü Safha .....	72
2.9.4. Dördüncü Safha .....	73
2.9.5. Beşinci Safha .....	74
2.10. Ekip Kaynak Yönetimi'nin Faktörleri .....	76
2.10.1. Karar Verme .....	77
2.10.2. Liderlik Yönetimi .....	80
2.10.3. Mürettebat İş Birliği .....	81
2.10.4. Durumsal Farkındalık .....	83
2.11. Ekip Kaynak Yönetiminde Uçuş Emniyeti Safhaları Yönetimi .....	85
2.11.1. Brifing Safhası (Pre-Flight) .....	86
2.11.2. Kalkış Safhası (Take-Off) .....	87
2.11.3. Seyir Safhası (Cruise) .....	88
2.11.4. İniş Safhası (Landing) .....	89
2.12. Uçuş Emniyetini Etkileyen Meteoroloji Verileri ve Hatalı Ekip Kaynak Yönetimi Sonucu Gerçekleşen Ticari Uçak Kazaları .....	91
2.12.1. American Eagle ‘‘Uçuş 4184’’ Kazası (1994) .....	98
2.12.2. USair ‘‘Uçuş 1016’’ Kazası (1994) .....	101
2.12.3. British Airways ‘‘Uçuş 009’’ Olayı (1982) .....	105
2.12.4. Singapore Airlines ‘‘Uçuş 006’’ Kazası (2000) .....	108
2.12.5. FedEx Express ‘‘Uçuş 80’’ Kazası (2009) .....	111
2.12.6. American Airlines ‘‘Uçuş 1420’’ Kazası (1999) .....	116
2.12.7. Wayne County Havalimanı Çarpışması: Northwest Airlines ‘‘Uçuş 1482 - 299’’ Kazası (1990) .....	118
2.12.8. Air France ‘‘Uçuş 358’’ Kazası (2005) .....	121
2.13. Havacılıkta Meteoroloji Verileri, Uçuş Emniyeti ve Ekip Kaynak Yönetimi İlişkisi .....	126

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### ARAŞTIRMA

3.1. Araştırmanın Konusu.....	130
3.2. Araştırmanın Amacı.....	130
3.3. Araştırmanın Yöntemi .....	131
3.4. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi.....	134
3.5. Veri Toplama Araçları.....	135
3.6. Verilerin Analizi .....	136
<b>BULGULAR.....</b>	<b>136</b>
3.7. Kaza Faktörleri .....	136
3.8. Katılımcı Pilotlar ile ilgili Demografik Bilgiler .....	137
3.9. Ekip Kaynak Yönetimi ve Uçuş Emniyet Safhaları .....	141
3.10. Kaza Hadiseleri ve Faktörleri .....	143
<b>SONUÇ VE TARTIŞMA .....</b>	<b>146</b>
Öneriler .....	150
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>152</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>166</b>
Ek.1 Görüşme Soruları.....	166

## KISALTMALAR

<b>AAIB</b>	:	Air Accidents Investigation Branch
<b>AFSS</b>	:	Automated Flight Service Station
<b>AIM</b>	:	Aeronautical Information Manual
<b>AIRMET</b>	:	Airmen's Meteorological Information
<b>AOA</b>	:	Angle Of Attack
<b>ASAP</b>	:	Aviation Safety Awareness Program
<b>ASC</b>	:	Aviation Safety Council
<b>ATC</b>	:	Air Traffic Control
<b>ATIS</b>	:	Automatic Terminal Information Service
<b>BTS</b>	:	Bureau of Transportation Statistics
<b>CAST</b>	:	Commercial Aviation Safety Team
<b>CB</b>	:	Cumulonimbus
<b>CIWS</b>	:	Corridor Integrated Weather System
<b>CRM</b>	:	Crew Resource Management
<b>CTOP</b>	:	Yörünge Seçenekleri Programı
<b>CVR</b>	:	Cockpit Voice Recorder
<b>DHMI</b>	:	Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü
<b>FAA</b>	:	Federal Aviation Administration
<b>GPWS</b>	:	Ground Proximity Warning System
<b>GSIP</b>	:	Global Safety Information Project
<b>ICAO</b>	:	International Civil Aviation Organization
<b>IFR</b>	:	Instrument Flight Rules
<b>ILS</b>	:	Instrument Landing System
<b>IMC</b>	:	Instrument Meteorological Conditions
<b>IMO</b>	:	International Meteorological Organization
<b>JAWS</b>	:	Joint Airport Weather Studies Project
<b>JTSB</b>	:	Japan Transportation Safety Board
<b>LLW</b>	:	Low Level Windshear
<b>LLWAS</b>	:	Low Level Windshear Alert System
<b>LOFT</b>	:	Line Oriented Flight Training

<b>METAR</b>	:	Meteorological Aerodrome Report
<b>MGM</b>	:	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
<b>MLS</b>	:	Microwave Landing System
<b>NAS</b>	:	American National Airspace System
<b>NASA</b>	:	National Aeronautics and Space Administration
<b>NIMROD</b>	:	North Illinois Meteorological Research on Downburst
<b>NOAA</b>	:	National Oceanic and Atmospheric Administration
<b>NTSB</b>	:	National Transportation Safety Board
<b>PF</b>	:	Pilot Flying
<b>PIREP</b>	:	Pilot Report
<b>PM</b>	:	Pilot Monitoring
<b>SIGMET</b>	:	Significant Meteorological Information
<b>SMS</b>	:	Safety Management System
<b>SOP</b>	:	Standard Operating Procedures
<b>SPECI</b>	:	Special Weather Report
<b>TAF</b>	:	Terminal Area Forecast
<b>TC-AIM</b>	:	Transport Canada Aeronautical Information Manual
<b>TSBC</b>	:	Transportation Safety Board Canada
<b>UTC</b>	:	Coordinated Universal Time
<b>UV</b>	:	Ultraviolet
<b>V1</b>	:	Uçağın Kalkış Sürecindeyken Karar Hızı
<b>VFR</b>	:	Visual Flight Rules
<b>VOLMET</b>	:	Meteorological Information for Aircraft in Flight
<b>WMO</b>	:	World Meteorological Organization

## TABLolar LİSTESİ

<b>Tablo 1.</b> Atmosfer içerisinde yer alan elementler Kaynak: Meteoroloji Ders Kitabı, (2018) .....	12
<b>Tablo 2.</b> Bulut kapalılık (okta) oranlarını Kaynak: Meteoroloji Ders Kitabı, (2018) .....	17
<b>Tablo 3.</b> METAR veri analizi .....	21
<b>Tablo 4.</b> METAR veri analizi .....	21
<b>Tablo 5.</b> MDW havalimanı raporları Kaynak: Gallo & Kepto (2011) .....	25
<b>Tablo 6.</b> SEA havalimanı raporları Kaynak: Gallo & Kepto (2011) .....	25
<b>Tablo 7.</b> 2000-2011 arası kaza sayıları Kaynak: Üçkardeş, İpek (2012).....	92
<b>Tablo 8.</b> Kaza ve Olay Raporu.....	96
<b>Tablo 9.</b> Kaza Raporu.....	97
<b>Tablo 10.</b> Araştırma Soruları.....	133
<b>Tablo 11.</b> Katılımcılara İlişkin Bilgiler.....	137
<b>Tablo 12.</b> Ekip Kaynak Yönetimi ve Uçuş Emniyet Safhaları.....	141
<b>Tablo 13.</b> Kaza Hadiseleri Faktörleri .....	144



## GRAFİKLER LİSTESİ

<b>Grafik 1.</b> Amerikan Ulusal Hava Sahası Sisteminde Ocak 2001 ile Temmuz 2002 arasındaki yer alan gecikmeler Kaynak: Kulesa, G (2003).....	24
<b>Grafik 2.</b> EKY ve Meteoroloji Veri Yönetimi .....	40
<b>Grafik 3.</b> NTSB Havacılık Kaza ve Olay Veritabanı Kaynak: FAA, (2013) .....	48
<b>Grafik 4.</b> NTSB Havacılık Kaza ve Olay Veritabanı Kaynak: FAA, (2013) .....	49
<b>Grafik 5.</b> NTSB Havacılık Kaza ve Olay Veritabanı Kaynak: FAA, (2013) .....	54
<b>Grafik 6.</b> NTSB Havacılık Kaza ve Olay Veritabanı Kaynak: FAA, (2013) .....	55
<b>Grafik 7.</b> Uçuş aşamalarında hava koşullarının yüzdelerdeki etkisi Kaynak: Mazon, vd., (2017) .....	61
<b>Grafik 8.</b> Hava radarı içerisinde yer alan bulut yoğunluk seviyeleri.....	100

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<b>Şekil 1.</b> Uçağa etki eden buzlanma sebebiyle kuvvetlerin değişimi Kaynak: Ünlü ve Hilmioğlu, (2017).....	10
<b>Şekil 2.</b> Atmosferin katmanları.....	14
<b>Şekil 3.</b> Bulut yapılarının genel sınıflandırılması.....	15
<b>Şekil 4.</b> Rüzgârın uçak üzerindeki açıları.....	18
<b>Şekil 5.</b> Kalkış sırasında mikro patlama sebebiyle ortaya çıkan rüzgar kesmesine tipik jet nakliye uçağının tepkisi Kaynak: Elmore, vd., (1986). .....	58
<b>Şekil 6.</b> American Airlines Uçuş 1420'nin piste yaklaşma sırasında uçuş rotası .....	116

## RESİMLER LİSTESİ

<b>Resim 1.</b> SIGMET grafiği Kaynak: Girina (2010).....	27
<b>Resim 2.</b> Kuzey Pasifik bölgesindeki başlıca uçuş rotaları ve rotalar üzerinde yer alan volkanik kül bulutlarının şematik gösterimi .....	28
<b>Resim 3.</b> Radar ekranında rüzgâr verileri.....	56
<b>Resim 4.</b> Örnek kokpit hava radarı .....	99
<b>Resim 5.</b> Navigasyon ekranında tahmini rüzgar kesmesi örneği.....	104
<b>Resim 6.</b> Volkanik külün jet motoru üzerindeki etkileri .....	106
<b>Resim 7.</b> Kaza sonrası.....	110
<b>Resim 8.</b> Rüzgâr kesmesi sonrası kumanda kaybı ve sert iniş sonrası Uçuş 80.....	112
<b>Resim 9.</b> Uçuş sırasında hava durumu radarlarının yansıma, rüzgar hızı, kuvveti ve fırtına yönüne dair radar görüntüleri .....	118
<b>Resim 10.</b> Uçuş 1482'nin aktif bir pistte durması(sol), Uçuş 299'un aksi istikamette kalkış safhasına başlaması(sağ) ve iki hava aracının çarpışma anları.....	119
<b>Resim 11.</b> Uçak inmeden 2 dakika önce hava durumu .....	122
<b>Resim 12.</b> Uçak son yaklaşımda .....	122
<b>Resim 13.</b> İnişten kısa bir süre sonra hava durumu .....	122

## ÖNSÖZ

Bu çalışmada meteoroloji verilerinin farklılıklarının ekip kaynak yönetimi ile ortak tutumu ve bunların uçuş emniyetine yönelik olumlu, olumsuz etkilerinin nasıl ortaya çıkarılması ve önlenbilmesinin gerekliliği üzerine, emniyetli bir yönetim tutumunun nasıl olmasına dair faktörleri ve etkileri analiz edilmeye çalışılmıştır.

Geçmişten günümüze havacılık sektöründe yapılan tüm zamanlı araştırmalar, uçak kaza ve olaylarının en önemli faktörlerinden biri olarak meteoroloji hadiselerinin hava aracına olan etkisini belirlemede olup, meteoroloji verilerinin insan eliyle yetersiz gözlem ve analizi sonucu uçuş emniyetine yönelik yetersiz bir ekip kaynak yönetiminin uygulandığını ortaya koymaktadır. Havayolu şirketlerinin sağlamış olduğu ekip kaynak yönetimi eğitimlerinin, pilotların kötü hava koşullarında meteoroloji verilerine karşın göstermekte olduğu analiz ve yönetim sürecinin, uçak kaza ve olaylarında yeteri kadar efektif olmadığı ve insan limitlerinin geliştirilmesine yönelik uygulanan yoğun eğitimlerden ziyade, zorlu ve ani gelişen olumsuz hava şartları karşısında yapılacak olan güncel ve sürekli bir simülasyon eğitim süreçlerinin, uçuş emniyetini en üst seviyede tutulmasına yönelik daha fazla katkısı olduğu görülmektedir.

Tez çalışmamın tüm süreçlerinde bana değerli düşünceleri, fikirleri ve bilgileriyle yol gösteren, akademik gelişimime önemli bir katkı sağlayan tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Habibe GÜNGÖR'e şükranlarımı sunarım. Tez savunma aşamasında değerli katılımları ve yorumlarından dolayı jüri üyeleri Dr. Öğr. Üyesi Kağan Cenk MIZRAK'a ve Dr. Öğr. Üyesi Sarp Güneri'ye teşekkür ederim.

Ayrıca tez yazım sürecinde; manevi desteklerini esirgemeyen her zaman yanımda hissettiğim değerli aile üyelerimden annem Gönül BAYAZITOĞLU, babam Taner BAYAZITOĞLU, ağabeyim Alkın Ayberk BAYAZITOĞLU, yeğenim Ada BAYAZITOĞLU'na ve son olarak bu süreçte her zaman yanımda olan değerli kız arkadaşım Ferzan ANTAL'a sonsuz sevgi ile teşekkürlerimi sunarım.

## GİRİŞ

Hava içerisinde meydana gelen olağan ve değişken yapının olumsuz etkileri hava taşımacılığı tarihinden beri bizimle iç içe olmuştur. Günümüz teknolojisi ile meteoroloji'nin değişken yapısını ön görebilmekteyiz. Havacılık sektörü modern gelişmelerin ışığında ulaşım sektöründe çığır açan bir endüstri olarak, ekonomik ve kültürel açıdan kıtalar arasında önemli bir köprü konumunda olmaktadır. Bu ticaret ve turizm ağının zarar görmemesi ve bozulmaması için meteoroloji olaylarının takibi çok önemli olmanın yanı sıra, uçuş emniyetine etki edebilecek olumsuz durumların bertaraf edilmesinde ekiplerin kaynak yönetimi rolü büyük olmaktadır.

Hava aracının en hızlı ve en emniyetli olması hususunda paralel olarak havacılıkta yer alan ekiplerinde gelişmeleri kaçınılmaz olmuştur. Havacılığın en önemli önceliği emniyetli bir uçuş operasyonudur ve havacılık endüstrisinde meteoroloji kaynaklı meydana gelen olay ve kazalar hakkında insan faktörünün uçuş emniyeti açısından önemi ortaya çıkmaktadır. Burada meydana gelebilecek hava durumu kaynaklı sorunların analizi ve yönetiminde insan faktörünün baskın olduğu görülerek, hem pilot hatasının en azami seviye çekilmesi hem de uçuş yönetiminin emniyetli olabilmesi adına, Ekip Kaynak Yönetimi (EKY) konsepti şirketlerin eğitim süreçlerine dahil edilmiştir.

Etkin bir ekip çalışması ve kabin ile kokpit arasındaki iletişimin sağlıklı olarak yapılmasında, EKY kullanımı havacılık içerisindeki ilk yıllarında sadece teknik ve düşünme yöntemlerini içermektedir. Ancak bilişsel düşünme, veri analiz ve veri yönetim süreçlerinin önemlerinin ortaya çıkmasıyla, zamanla içeriği genişletilerek ekiplerin durumsal farkındalıklarını geliştirmelerine destek olmuştur. Uçuş ekiplerinin teknik yetkinliklerinin yanı sıra, emniyetli bir uçuş operasyonunun gerçekleştirilmesi için sağlıklı bir meteoroloji veri analizi ve yönetimi becerilerinin uygulanması büyük önem taşımaktadır.

Ekip Kaynak Yönetiminin (EKY), pilotlar tarafından emniyetli ve verimli bir hava operasyonu yürütebilmek için uçak sistemlerinin ve meteoroloji verilerini sağlayan kaynakların etkin bir şekilde kullanılarak, uçuş ekibi içerisindeki iletişim ve yönetim becerilerinin güçlendirilmesi uçuş emniyetine olumlu bir etki sağlamaktadır. Pilotların temel eğitim müfredatına bir gereklilik olarak dahil edilen EKY

eğitimlerinin havayolu şirketleri tarafından belirli takip sistemleri eşliğinde, olumsuz hava şartlarında veri analizi ve yönetiminde insan hatalarının önlenmesinde önemli bir araç haline gelmiştir. Özellikle meteoroloji kaynaklı meydana gelen kazalarda tüm ekip arasındaki koordinasyonun yeterli olmasının sağlanması ve olumsuz hava şartları altında karşılaşılan zorlukların giderilmesinde, EKY katkısının bir emniyet kültürü oluşturarak havayolu taşımacılığında uçuş emniyetini olumsuz etkileyen durumların ve faktörlerin ele alınması sağlanacaktır.

Meteorolojinin havacılıkta her daim dikkatlice incelenmesi önemli bir gereklilik olduğu ve diğer tüm ulaşım türlerine nazaran, hava değişimlerinin önemle analiz edilmesi gerekmektedir (Anaman, Quaye ve Brown, 2017). Bu değişimlerin uçuş emniyeti üzerindeki etkisinin bir hayli yüksek olduğu gözlemlenebilmektedir ve olumsuz hava şartlarında, pilotların risk senaryolarını uygulamaya her koşulda hazırlıklı olması gerekmektedir (Howell, 2019). Burada sağlanacak olan yüksek emniyet seviyesi için, pilotların olumsuz hava şartlarındaki veri takibi ve uçuş yönetimi performansına destek olacak güncel teknolojik sistemlerin ve eğitim prosedürlerinin uygulanması sağlanmalıdır (Stahl, 2016).

Derinlemesine literatür taraması sonucunda Türkçe ve İngilizce literatürde meteoroloji ve ekip kaynak yönetimi ilişkisinin henüz akademik olarak yeterince çalışılmadığı ve incelenmediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu araştırma uçuş yönetiminde önemli bir veri analizi ve yönetimi gerekliliğine sahip olan hassas hususlardan oluşan uçuş emniyeti, havacılık şirketlerinde geliştirilmesi planlanan eğitim modelleri ve ülkemizde bu alanda yapılacak çalışmalara önemli bir farkındalık sağlayacak ve planlanan eğitim süreçlerinin geliştirilmesine destek olacaktır.

Yukarıdaki bilgiler ışığında bu tez çalışmasının temel amacı, meteoroloji verilerinin uçuş emniyeti üzerindeki olumsuz etkilerini belirleyerek, ekip kaynak yönetimi uygulamasının mürettebat üzerindeki olağan ve değişken etkilerini inceleyip ortaya koymaktır. Bu amaçla birinci kısımda meteoroloji ve meteoroloji raporlarının veri yönetim süreçleri detaylıca incelenecektir. İkinci kısımda havacılıkta emniyet kavramı ele alınacaktır. Üçüncü kısımda ekip kaynak yönetimi süreci ve tarihte gerçekleşmiş uçak kazalarına değinilecektir. Araştırma kısmında ise pilotların olumsuz hava şartları altında göstermiş olduğu karar aşamalarına yönelik fikirleri ve eğitim süreçlerine dair incelemeler yapılacaktır.

# BİRİNCİ BÖLÜM

## METEOROLOJİ VE VERİ YÖNETİMİ

### 1.1. Havacılıkta Meteoroloji Kavramı

İnsanoğlu yüzyıllardır meydana gelmekte olan hava hadiselerini incelemeyi sürdürmekte olup, bunların emniyetli bir hava ulaşımına yönelik etkilerinin farkına varmaya çalışmaktadır. İnsanoğlunun havacılık denemeleri sırasında, meydana gelen hava hadiselerinin karmaşık yapılarını gözlemlene hususunda başarılı ve başarısız girişimlerde bulunmuşlardır. Geçmişten günümüze gerçekleşen meteorolojik beklenmedik ve etkili sonuçları neticesinde, her dakika güncelliğini koruması gerektiğini ortaya çıkarmıştır. Meteorolojinin günümüze kadar ki sürecinde hava araçları üzerinde meydana gelen olumsuz etkenleri, uçuş performansı açısından her zaman dikkat çeken sonuçlar olmuştur (Gultepe ve Feltz, 2019).

Bu hava hadiselerinden başlıca olanları;

- Rüzgâr (hava aracının iniş ve kalkışları sırasındaki etkileri)
- Buzlanma şartları (hava aracının gövde ve motoru üzerindeki etkileri)
- Oraj (uçuşun bütün aşamalarında hava aracının anormal durumda kalması)
- Sis (uçuşun bütün aşamalarında görüş üzerindeki etkisi)

Bu gibi hava hadiselerinin yaratmış olduğu etkenler sebebiyle, hava aracının uçuş performansı, yakıt verimliliği ve şirketlerin ekonomik gelir ve giderlerine doğrudan etkileri olmuştur.

Yer ve hava operasyonlarının her aşamasını kapsayan meteoroloji durumları, bir operasyonun gerçekleşmesinde büyük bir rol oynamaktadır. Hava raporlarının içerdiği veriler neticesinde belli başlı özellikler ile ekipler operasyonlarını gerçekleştirmektedir. Meteoroloji verilerini analiz etme sırasında;

- Hava raporlarının daima güncel tutulması
- Operasyonun gerçekleştirileceği rota ve varılacak destinasyon üzerinde ne gibi hava şartlarının beklenmekte olduğu
- Var ise uçuş emniyetine yönelik negatif etkileri nelerdir

- Meteoroloji verilerinin doğru yönetimi ve emniyetli bir uçuşun gerçekleştirilmesi hedefinin olması

Bu sebeple havacılıkta meteoroloji kavramı, ekiplerin edindiği güncel veriler neticesinde belirlenen rotalarda hava aracının performansının en düşük seviyede etkilenmesini sağlanması ve operasyondan en yüksek verimin alınması amaçlanmıştır. Uçucu ekipleri için, meteorolojinin uçak üzerinde yaratmış olduğu olumsuz etkiler karşısında hangi prosedürlerin yapılması zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Artan sürtünme etkileri sebebiyle, motor performansının azalması ve iniş esnasında durma mesafesinin artması gibi meteoroloji sebepli olumsuz etkilerin, havacılık emniyeti doğrultusunda kritik sonuçlar ortaya çıkarmaktadır (TC-AIM, 2021).

Meteoroloji ile havacılık arasındaki önemli noktanın daha iyi anlaşılabilmesi için, pilotların hava verilerinin güncelliğini koruyan gözlemler noktasında bir öngörü oluşturmaları gereklidir. Ekip üyelerinin kokpit içerisinde başlıca görevleri olarak: uçağı uçuran pilot (PF) ve uçuşun seyrini izleyen, motor parametrelerini takip eden, gerekli olan Hava Trafik Kontrolörü (ATC) iletişimini sağlayan pilot (PM) gibi görev dağılımlarının yaratmış olduğu iş yükü sebebiyle, meteoroloji verilerinin takibini atlamamaları uçuş emniyeti açısından çok önemlidir.

Ticari havacılıkta gerçekleşen hava operasyonları esnasında, pilotların meteoroloji verilerini takibi ve yönetimi süreçlerinde stres seviyelerinde artış olduğu gözlemlenmiştir (TC- AIM, 2021). Meteoroloji kavramının iyi anlaşılmasının ve hava aracının emniyetli bir uçuş gerçekleştirmesi için, uçucu ekibin her bir veriyi doğru analiz etmesi ve başarılı takibi amaçlanmalıdır. Uçuş emniyetine doğrudan etkisi olan bu kavramın, hassas ve önemli bir eğitim sürecinden geçirilmesi gereklidir. Tamamıyla dijital veri formuna geçmekte olan dünya havacılığı, meteorolojik rasat tahminlerini uçucu personele en güncel ve en doğru sistemleri kullanarak iletmelidir. Ülkeler arasındaki bölgesel hava seyrüsefer anlaşmaları ile desteklenmesi önerilmektedir (ICAO Annex 3, 2010).

Uçuş ekiplerinin, günden güne sayısı artan uçuş operasyonlarını emniyetli bir şekilde gerçekleştirilmesi amacıyla meteoroloji kavramının doğru analiz edilmesine yönelik detaylı eğitim programları belirlenebilir. Havacılık sektöründeki hızlı büyümenin sonucunda, her geçen gün artan pilot talebinin hızla giderilmesi yeni



açılan okullar ile amaçlanmaktadır. Ancak meteoroloji kavramının ortaya çıkarmakta olduğu raporların doğru analizi edilmesi ve ekiplerin başarılı bir veri yönetimi sürecinde iyi bir eğitim almaları uçuş emniyeti açısından hayati bir öneme sahiptir. Havacılığın meteorolojik olaylara son derece duyarlı bir sektör olması ve sayıları hızla artan havaalanlarının gerekli meteorolojik hizmetini alabilmesi Meteoroloji Genel Müdürlüğüne, Dünya Meteoroloji Organizasyonu (WMO) ve Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonu (ICAO) standartlarında karşılanmaya çalışılması gerekmektedir (Havacılık Meteorolojisi, 2018, s. 1).

## **1.2. Havacılıkta Meteorolojinin Tarihsel Gelişimi**

Meteoroloji, milattan öncelerine kadar uzanmasına rağmen havacılıktaki asıl yerini ve gelişimini 20. Yüzyılın başlarında, Birinci Dünya savaşı itibariyle almıştır. Meteorolojinin gelişmesindeki en büyük faktörü, hava araçları odaklı askeri faaliyetlerin başlaması olmuştur. Wright kardeşlerin, ilk motorlu hava aracını başarılı bir şekilde uçurmasının ardından, sivil amaçlı havacılık faaliyetlerinin dünya çapında hızla yayılmasını sağlamıştır (Barata, Neves ve Fernando, 2017).

Meteorolojinin, hava trafiği üzerindeki etkisinin gözetilmesi ve planlamasının son derece önemli olduğu zamanla anlaşılmıştır. İkinci Dünya Savaşı sırasında, beklenmedik hava hadiselerinin uçuşlar üzerindeki etkisinin daha da belirginleşmesi neticesinde, hava hadiseleri tahmin etmek amacıyla üretilen elektronik aygıtların gelişimini son derece hızlandırmıştır (Barata vd., 2017)

Dünyada meteoroloji ile ilgili çalışmaların M.Ö. 350 yıllarında Yunan filozof Aristo'nun kendi gözlemleri ile oluşturduğu "Meteorologica" adlı eser ile hava faaliyetleri incelenmiştir. Hava ve iklim yapısına dair, hadiselerin yer aldığı çalışmada, yaşadığı dönemin durumunu temsil eden ve bizlere ilk bilgileri sağlayan bilinen ilk çalışma olmuştur (Toth, Garry, 2007; Hillger, Don, 2014).

Meteoroloji terimi bugün atmosfer bilimlerini tanımlamak için kullanılmış olsa da Aristoteles'in çalışması daha genel kapsamıştır. Günümüzde hava raporları teknoloji ile incelenip verileri basitleştirmiş olsa bile, Aristo'ya göre meteoroloji hadiseleri sezgiye ve gözleme dayanmaktadır (Aristotle Meteorology, 2004: Webster, 2007).

Ülkemizde ise meteoroloji faaliyetleri Osmanlı dönemine kadar dayanmaktadır. Bu dönemde hava hadiselerine yönelik gözlemlerin yapılması için Fransa'dan sıcak hava balonu siparişi verilmiştir (Dervişoğlu, 2014). Aynı dönemi takiben, 1867 yılında Kandilli Rasathanesi kurulmuştur. Devamında ise Cumhuriyetin ilk yıllarında meteoroloji çalışmaları adına önemli yatırımlar yapılmıştır. Gözlemevleri kurulması planlanmıştır ve yurt dışına meteoroloji alanında yetiştirilmek üzere havacılar gönderilmiştir (Öztürk, Fazla, Rukiye ve Kotil, 2021).

19. Yüzyıl da hava taşımacılığının etkili olmaya başlaması üzerine, bulut türlerinin tanımlanması için yazılı olarak latince adlar verilmesi sağlanmıştır. Bu tanımlar, meteorolojinin yapısal sistemine ve fiziksel görünümü sürecine yönelik kategori formu oluşturmasını sağlamıştır. Bu formlar sırasıyla ilk adlarını almıştır: Cirriform, Kümüliiform, Stratiform olarak üç fiziksel hava tabanı olarak adlandırılmıştır. Bu tanımlamalar havada yer alan bulut oluşumlarının alt ve üst sınıflandırılmasını sağlamış olmaktadır ve günümüze kadar havacılık raporlarında kullanılacak olan bulut tanımlamalarının mimarisi olmuştur (Met. Office: Clouds, 2013). Bu doğrultuda gelişim gösteren meteoroloji tanımlarına, 20 Yüzyıl da Luke Howard tarafından, bulut yapılarının daha detaylı ve rafine incelenmesine yönelik araştırmalar yapılmıştır. Yapılan araştırmalar neticesinde "Stratiform" bulut türü yeniden sınıflandırılarak yeni tanımı "Nimbostratus" olmuştur ve Uluslararası Bulutlar ve Gökyüzü Devletleri Atlası'nın 1932 baskısıyla tüm dünyaya duyurulmuştur (WMO, 2014).

Havacılık meteorolojinin gerekliliği zamanla daha iyi anlaşıldıkça, hava araçlarında maksimum verimliliğin sağlanması amacıyla uluslararası kurumların ve anlaşmaların gerekli görüldüğü ülkeler tarafından anlaşılmıştır. Milli Meteoroloji Teşkilatını kurmak için toplanan 20 ülkenin temsilcileri, Viyana'da 1873 yılında düzenledikleri bir kongre ile Uluslararası Meteoroloji Teşkilatının (IMO) temellerini atmıştır. 1951 yılında globalleşmeye başlanan havacılığın, dünya üzerinde meteoroloji verilerinin her kıtada sağlanması amacıyla IMO'nun yerini WMO olarak, Birleşmiş Milletler bünyesine alınmıştır (Havacılık Meteorolojisi, 2018, s. 9).

Günümüze kadar uzanan bu süreçte, teknolojinin hızla gelişimi ve havacılıkta meteorolojinin zamanla önemli bir rol alması sebebiyle, özellikle havaalanları yakınına kurulmaya başlanan "Doppler Radar" sistemleri, havada gerçekleşen

fırtınanın özelliklerini, rüzgârın hamlesini ve hareket açılarını belirli bir kilometre alanı içerisinde gerçekleştirdiği ölçümler ile, yerdeki ve havadaki ekiplere meteoroloji verileri sağlamasında ilk büyük rolü üstlenmiştir (Doviak ve Zrnica, 1993).

### 1.3. Havacılıkta Meteorolojinin Önemi

Havacılıkta meteoroloji, uçuşun her aşamasını kapsamakta olan ve genel havacılıktan ticari havacılığa kadar uzanan havacılık operasyonlarının tümünü doğrudan etkilemektedir. Meteoroloji verilerinin doğru incelenmesi hem havaalanı hem de hava trafik operasyonlarını kapsayacak şekilde, bütün hava araçlarının uçuş emniyetini ve verimliliğini etki etmektedir. Havacılık sektörü, en rahat, en kısa sürede ve en emniyetli ulaşımın önemli olmasına istinaden, 1948 tarihli Şikago Sözleşmesinin içerisinde yer alan ‘‘Annex 3’’ ekinde, meteorolojik desteğin nasıl sağlanmasına yönelik uygulamaları ve önemini belirtmiştir (Yılmaz, 2003).

Ülkemiz içerisinde, havacılık için gerekli bilgi aktarımını sağlayan tek milli kuruluşumuz Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü olmuştur. Ticari ve genel havacılık faaliyetlerine gerekli hizmeti vermektedir. Ülkemizin havacılık emniyetinin önemini gözetenek meteoroloji sistemlerine verdiği önem sebebiyle, Türkiye’nin çeşitli bölgelerinde yer ve hava personellerine 7/24 hizmet veren yaklaşık 54 tane meteoroloji istasyonu bulunmaktadır (MGM, 2021).

Meteorolojik hadiselerinin hızla oluşum gösterdiği bir bölgede belli koşullar çerçevesinde şartların incelenmesi gerekmektedir (Noyan, 2007). Bu şartlar;

- Uçuş rotasında beklenen meteorolojik şartlar
- Uçuş rotasında ani gelişen meteorolojik şartlar

Ekiplerin yukarıda belirtilen anlarda, uçuş rotasında gelişen meteorolojik şartlara hâkim olması bir zorunluluktur. Hava araçlarının operasyonlarını, meteoroloji adına bir bilgi olmadan emniyetli şekilde gerçekleştirmeleri beklenemez. Hava olaylarının ani değişebildiği bir bölgede pilotların, güncel hava verilerini incelemelerine dair hassasiyeti, uçuş esnasında ne tür hava hadiselerinin gelişebilmekte olduğuna dair ön hazırlık yapabilmesi, hava aracını emniyetli bir

rotaya yönlendirebilmesi ve gerektiğinde uçuş planlamasının iptal edilmesine kadar varan bir veri analizi sürecini iyi yönetebilmeleri gerekmektedir (Öztürk vd., 2021).

Havacılık ve meteoroloji birbiri ile daima bağlantıda kalan zorlu bir veri yönetimi önemine sahiptir. Bu iki sürecin uçuş operasyonları esnasında beklenen performansı gerçekleştirmesinin sağlanması, verilerin doğru analiz edilmesinden geçmektedir.

Havacılık, diğer ulaşım türlerinden bağımsız olarak hava koşullarından büyük ölçüde etkilenmektedir. Bizleri çevreleyen atmosferde meydana gelen bu gibi değişimlerin önemle analiz edilmesi, uçakların uçuş emniyetini ve yakıt tüketimi gibi bütün bir sürecini doğrudan olumlu ya da olumsuz etkileyebilmektedir. Bu olumsuz etkilerden ekstra yakıt giderleri, Amerika Birleşik Devletleri tarafından, ticari havacılık şirketlerine önemli bir maliyet yükü olarak geri yansıdığı fark edilmiştir ve bu sebeple olumsuz hava hadiselerine yönelik yeni rota güncellemeleri düzenli olarak devlet tarafından sağlanmaktadır (Qualley, 1997).

Meteorolojik şartların uçuş emniyeti açısından gerekli olan tahminlerin ve verilerin ekipler tarafından doğru yönetilmesi birçok ülkede önde gelen bir emniyet endişesi olmuştur (Robinson, Barnett ve Higgins, 1998). Uçuşlar sırasında değersiz görülen meteorolojik şartların önemi, fırtınalar, görüş kaybı ve sert rüzgarlar gibi ani gelişen hava şartları sonucunda dünya çapında gerçekleşmekte olan kazaların ana sebeplerindendir (Anaman, Quaye ve Brown, 2017). Dünyada hava taşımacılığına olan talebin hızla artması sonucunda, meteorolojik hadiselerle maruz kalan hava araçlarının sayısı da artmaktadır. Meteorolojik raporlara verilmesi gereken önemin, uçuş emniyetinin daha etkili bir şekilde gerçekleşebilmesinde büyük bir öneme sahip olmuştur. Havacılık meteorolojiye duyarlıdır, meteoroloji dikkate alınmadan kara alınamaz (Eze, 2015).

#### **1.4. Havacılıkta Meteorolojinin Uçuşa Etki Eden Faktörleri**

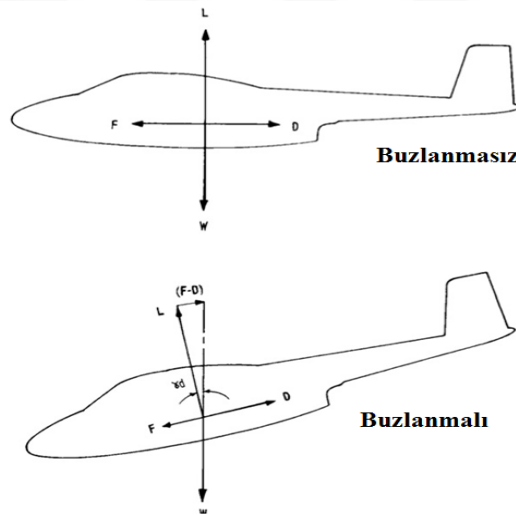
Ekipler, uçuş planlamasının önemli bir süreci olan güncel hava durumu bilgilerine ihtiyaç duymaktadır. Ticari hava operasyonlarının gerçekleştirildiği atmosferin troposfer tabakası, havadaki nem, basınç ve sıcaklık hareketleri sonucu ortaya çıkan meteorolojik faktörlere sıkça maruz kalmaktadır. Bilindiği üzere yüksek

irtifalarda hava katmanlarının daha ince olması sebebiyle, uçak sürüklenme etkisine daha az maruz kalmaktadır. Bu nedenle ticari amaçla gerçekleşen uçuşlarda, en çok tercih edilen irtifalar yerden yüksekliği 29.000 Feet ile 42.000 Feet arasında olmasına rağmen, su buharının tamamına yakını ve gazların büyük bir kısmının yer aldığı bu katmanda ani gelişen tehlikeli meteorolojik faktörlerde mevcuttur (Jeppesen Meteorology, 2004).

Havacılıkta, uçuş emniyetine olumsuz etki eden meteorolojik faktörler şunlar olmuştur;

- Sis: Bir meydana iniş için yaklaşmakta olan ya da bir meydana kalkış yapacak hava araçları için görüş mesafesi çok önemlidir. Bulutluluk, pus gibi görüş mesafesini düşüren ‘su buharı’ sonucu oluşan aşırı bulutluluk oranları, uçuşun iniş ve kalkış safhalarında emniyetsizlik sağlamaktadır (Öztürk vd., 2021). Görüş şartlarını en iyi belirten verilerden olan pist görüş mesafesi (RVR), düşük görüş koşullarına sahip havalimanı için tespit edilmiş bir verinin pilotlara iletilmesiyle, uçakların iniş aşaması için hayati bir önem taşır. Havalimanları çevresinde kurulu olan Aletli iniş sistemi (ILS) ve uçaklarda bulunan Yer yaklaşım İkaz Sistemi (GPWS) sistemi sayesinde görüşün düşük olduğu meteorolojik şartlarda, pilotlara kolaylık sağlanması amaçlanmıştır (Gök, 2015)
- Pilotlar tarafından CB kısaltması ile bilinen Cumulonimbus- Oraj bulutlarının yaratmış olduğu gök gürültüsü, şimşek, hamleli yer rüzgârı, türbülans, kuvvetli sağanak yağmur, dolu ve buzlanma gibi şiddetli hadiseler uçuş emniyetine etki eden önemli faktörlerden biri olmuştur (Öztürk vd., 2021). Orta veya kuvvetli dikey hareket ile karakterize edilen hava hadisesi çevresinde bulunan uçakların maruz kaldığı buzlanma ve şiddetli türbülans gibi etkenler büyük bir tehlike oluşturmaktadır. Oraj bulutlarının yaratmış olduğu kuvvetli akımlar, bulut içerisinde bulunan pozitif ve negatif yükün birbirlerine teması neticesiyle meydana getirdiği şiddetli hadisenin ve havalimanı bölgesinde yarattığı ters rüzgâr etkisi hava aracının özellikle iniş safhasında etki eden tehlikeli faktörleri oluşturmaktadır (NOAA, 2013)

- Buzlanma: Hava araçları üzerinde yaratmış olduğu etkili sürtünme katsayısı, hava aracının uçuş emniyetine etki eden önemli faktörlerden biri olmuştur. Kar ve buzun uçak yüzeyinde toplanması sonucunda uçağın ağırlığına etki etmesi, uçak üzerindeki sürtünme kuvvetini artırması, kaldırma kuvvetine negatif etkisi ve uçağın daha fazla motor performansına ihtiyaç duymasına sebep olmaktadır (Ünlü ve Hilmioğlu, 2017). Buzlanma sebebiyle uçak gövdesi ve kanatlarında yer alan, kanatçıklar, irtifa dümeni gibi uçuş kontrol yüzeylerinin donması, uçağın yerde ve seyir sırasında kontrolünü zorlaştırmaktadır (Jung vd, 2015; Wang vd, 2014)



**Şekil 1.** Uçığa etki eden buzlanma sebebiyle kuvvetlerin değişimi

**Kaynak:** Ünlü ve Hilmioğlu, (2017).

- Rüzgâr: Havanın sürekli yatay hareketi olarak, hava basıncındaki değişikliler sebebiyle yer değiştirmesi hadisesidir. Rüzgarlar karşılıandığı yöne göre belirli isimler almaktadır. Bunlar kafa rüzgârı (Headwind), kuyruk rüzgârı (Tailwind) ve yan rüzgâr (Crosswind) olarak hava aracına tesir eden çeşitli yönlerdeki rüzgarlar olmuştur. Uçaklar için en tehlikeli olanları yer rüzgârı kesmesi (Low Level Windshear) olmuştur. Şiddetli yer rüzgârı kesmesi sırasında meydana gelen rüzgâr hızının ve yönünün ani sert değişikliği, hava

taşıtlarını özellikle iniş ve kalkış safhalarında uçuş emniyetini etkileyen önemli bir faktör olmuştur. ICAO ve Amerikan Federal Havacılık İdaresi (FAA) gerçekleştirdikleri araştırmada: özellikle uçuşun en kritik safhaları olan yaklaşma ve iniş safhalarında, rüzgâr kesmesi hadisesinin çoğu kazalarda önemli bir rol oynadığını belirterek, uçaklar için potansiyel bir tehlike olarak kabul edilmektedir (Frost ve Bowles, 2012)

#### ***1.4.1. Atmosferin Yapısı***

Yaşadığımız gezegeni saran bir gaz küre olarak ve hava unsurlarının evi konumunda olan atmosfer tabakası, içerdiği gazların yoğunluğu ile meteorolojik hadiselerinin gerçekleşmesine olanak sağlar ve bizleri güneşten gelen zararlı ultraviyole (UV) radyasyon ışınlarından korumaktadır.

Atmosfer, yapısı itibariyle içerdiği belli miktardaki gazlar ve sıcaklık değerleri ile yeryüzündeki canlıların yaşamını sürdürebilmesini sağlayan bir yapı olmuştur. Bu yapı, meteoroloji hadiselerinin oluşumunda dünya yüzeyini ve uçuş operasyonlarını doğrudan etkilemektedir. Bu yapının yarattığı kuvvet içerisinde yer alan sürtünme direnci, buharlaşma, terleme, ısı transferi, emisyon ve arazi kaynaklı bir akış modifikasyonu yaratmaktadır (Luhunga, 2013).

Atmosfer, bol miktarda nitrojen ve oksijen içermektedir. Bu iki gazın oranı, kuru havanın yaklaşık %99'nu oluşturmaktadır. Atmosferi oluşturan diğer elementler ise Argon (Ar), Karbondioksit (CO<sub>2</sub>), Neon (Ne), Helyum (He), Kripton (Kr), Hidrojen (H<sub>2</sub>), Xenon (Xe) ve Ozon (O<sub>3</sub>) olan farklı miktardaki element yapıları olmuştur (Meteoroloji ders kitabı, 2018).

**Tablo 1.** Atmosfer içerisinde yer alan elementler

GAZ'IN ADI	HACİMSSEL YÜZDESİ (%)	MOLEKÜLER AĞIRLIĞI	HAVAYA GÖRE YOĞUNLUĞU
<b>AZOT ( N<sub>2</sub>)</b>	78.084 ± 0.004	28.016	<b>0.967</b>
<b>OKSİJEN ( O<sub>2</sub>)</b>	20.946 ± 0.002	32.000	<b>1.105</b>
<b>Argon (Ar)</b>	0.934 ± 0.001	39.942	<b>1.379</b>
<b>Karbondiyoksit (CO<sub>2</sub>)</b>	0.030 ± 0.003	44.010	<b>1.529</b>
<b>Neon (Ne)</b>	(1.821 ± 0.004)X 10 <sup>-3</sup>	20.182	<b>0.695</b>
<b>Helyum (He)</b>	(5.239 ± 0.005)X 10 <sup>-4</sup>	4.003	<b>0.138</b>
<b>Kripton (Kr)</b>	(1.14 ± 0.01)X 10 <sup>-4</sup>	83.800	<b>2.868</b>
<b>Hidrojen (H<sub>2</sub>)</b>	5.0 X 10 <sup>-5</sup>	2.016	<b>0.070</b>
<b>Xenon (Xe)</b>	(8.7 ± 0.1) X 10 <sup>-6</sup>	131.3	<b>4.524</b>
<b>Ozon (O<sub>3</sub>)</b>	1 X 10 <sup>-6</sup> - 1 X 10 <sup>-8</sup>	48.000	<b>1.624</b>
<b>KURU HAVA</b>		<b>28.966</b>	<b>1.000</b>

**Kaynak:** Meteoroloji Ders Kitabı, DHMİ, (2018).

Atmosfer, artan yükseklikle birlikte hava sıcaklığındaki değişiklikler ile tanımlanan belli katmanlara ayrılmaktadır. Bu sıcaklık farklılıklarının uçaklar üzerindeki etkisi, uçak gövde yapılarının daha dayanıklı ve esnek materyallerden olmasına sebep olmuştur. Atmosferde yer alan beş ana ve birkaç ikincil katmanlar bulunmaktadır. En alttan katmandan en yükseğe sıralandığı zaman: Troposfer, Stratosfer, Mezosfer, Termosfer ve Ekzosfer katmanları bulunmaktadır (Buis, 2019).

- Troposfer, hava unsurlarının gerçekleştirdiği operasyonların çoğunluğunu kapsayan, etkileyen ve meteorolojik hadiselerin meydana geldiği en önemli katmandır. Bu çalışmada pilotları en çok ilgilendiren ve ekipleri zorlayan, bilinen tüm meteorolojik hadiselerin gerçekleştiği bu katman, pilotların uçuş emniyetini etkileyen hava hadiselerine yönelik planlamış oldukları veri yönetiminin ana merkez üssü olarak da adlandırılabilir. Dünya yüzeyinin ortalama olarak 12 kilometre (7.5 mil) yüksekliğine kadar erişmektedir Troposfer tabakasının yüksekliği, kutuplarda 8 km, ekvator üzerinde ise 18 km'ye kadar ulaşabilmektedir (DAAC, 2021). Troposfer içerisinde yer alan sıcaklık, yüksekliğin artması ile lineer (1000 metre de 6.5. C) olarak değer kaybetmektedir. Katmanın üst limitinde, sıcaklık-56.5 derecelere

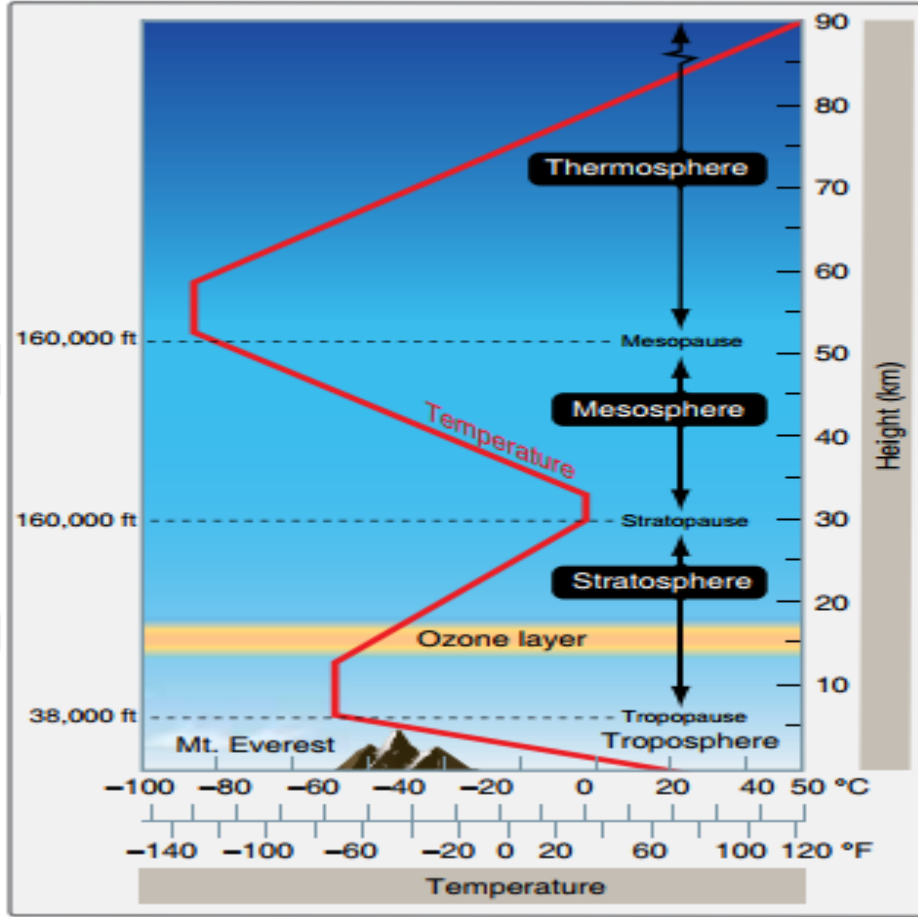


ulaşmaktadır ve bu üst limit ‘‘Tropopoz (Tropopause) olarak adlandırılmaktadır (Meteoroloji Ders Kitabı, 2018).

- Stratosfer, dünya yüzeyinden yaklaşık 12 ila 50 km arasında yer alan ve UV radyasyon ışınlarına karşı yeryüzünü koruyan ve Ozon tabakasına ev sahipliği yapan önemli bir katman olmuştur (Buis, 2019). Günümüzdeki teknoloji imkanları ile üretilen mevcut sivil uçakların ulaşabileceği en üst kısım burası olmaktadır
- Mezosfer, yer yüzeyinden yaklaşık 50 km yükseklikten başlamakta olup, 80 km'ye yüksekliğe kadar uzanan, Stratosferin üzerinde yer alan bir katmandır. Atmosferin bu tabakasında, herhangi bir ısı kaynağı bulunmaması sebebiyle, sıcaklık yükseklikle orantılı olarak azalmaktadır ve katmanın üst sınırında hava derecesi -80 ile -100 dereceleri arasında bir ısı değeri bulunmaktadır (Meteoroloji Ders Kitabı, 2018)
- Termosfer, dünya yüzeyinin 80 km üzerinde yer almaktadır ve bu katman 400 km yüksekliğe kadar uzanmaktadır. Atmosferin sondan ikinci katmanı olan Termosfer, yüksek enerjili UV ve zararlı X-ışınlarının, yüksek sıcaklık değişimlerinin neden olduğu kaynak ile emilmeye ve zararsız hale geldiği koruyucu bir katman olmuştur (NESDIS, 2016)
- Ekzosfer, dünya atmosferinin yavaş yavaş yerini uzaya bıraktığı kısmı olarak atmosferin son katmanıdır. Bu katman, dünyanın yaklaşık 700 km üzerinde yer alan ve düşük yörüngede yer almakta olan iletişim ve diğer amaçla kullanılan insan yapımı uyduların büyük bir bölümünü içeren, ince bir tabaka olmaktadır (NESDIS, 2016)

Atmosferin ve atmosferi oluşturan yapısal elementlerin, havacılıkta dikkat edilmesi gereken meteorolojik hadiseleri, ozon tabakası ve uçuş operasyonlarına etkileri, ekiplerin maruz kaldıkları radyasyon oranları ve

ekiplerin sağlığına y6nelik etkileri, hava operasyonlarının her aşamasında dikkat edilmesi gereken dinamikleri meydana getirmektedir. Ek olarak bu radyoaktif etkenlerin, uçakların g6vde yapıları 6zerinde yer alan sistemleri olumsuz etkileri de bu fakt6rlerin arasında yer almaktadır (Firat, 2019, s. 13).



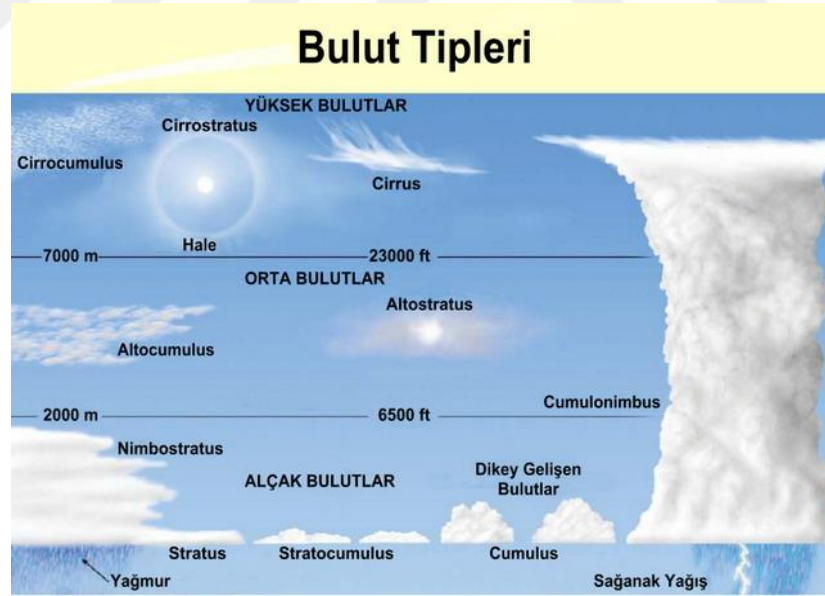
şekil 2. Atmosferin katmanları

Kaynak: FAA, (2018). Aviation Maintenance Technician Handbook.

### 1.4.2. Bulut Tabakası

Bulut tabakaları, bulutların oluşumu sonucunda meydana gelen yükseklikler olarak, yer yüzeyinden dikey mesafesi olarak karşımıza çıkan yapılardır. Bulutların dünya atmosferinde bulunan küçük su damlacıkları, buz kristalleri ve diğer parçacıklardan oluşan görünür bir kütleye sahip olmaları, uçuş operasyonlarını etkileyen önemli bir faktör olmuştur (Atasoy, 2015, s. 29).

Değişken rüzgâr ve sıcaklık değerleri sebebiyle sabit olmayan bulut yapıları, meteorolojik radarlar ve hava rasatları için kullanılan sabit tırmanış balonları sayesinde tespit edilebilir. Temel bulut türlerinin sınıflandırılması ise, oluşumlarına göre: Kümülüform tipi ve Stratiform tipi bulutlar, yüksekliklerine göre: Yüksek irtifa bulutları (Ci, Cs, Cc) - Orta irtifa bulutları (As, Ac) – Alçak irtifa bulutları (St, Sc) – Dikey gelişmeli bulutlar (Cb, Cu) şekillerine göre yapılabilmektedir (Meteoroloji Ders Kitabı, 2018).



Şekil 3. Bulut yapılarının genel sınıflandırılması

**Kaynak:** Meteoroloji Genel Müdürlüğü.

Alt tabakada yer alan bulut türlerinden olan Stratus (St) bulutları içerisinde ve bulutun altında yarattıkları hafif türbülans ve çisentiye bağlı olarak rüyet hadiselerini meydana getirmektedir (MGM, 2021).

Tabanlarının yere yakın olması sebebiyle, hava araçlarının kalkış ve iniş aşamalarında tehlikeli bir risk oluşturmaktadır. Hava operasyonlarının yaklaşma, iniş ve kalkış, tırmanış safhalarında meydana getirdikleri görüş kaybı sebebiyle, pilotlar tarafından etkili bir veri yönetim süreci beklenmektedir (MGM, 2021).

Orta irtifa bulutlarından olan Altocumulus (Ac) bulut tipi, taban seviyeleri yerden yaklaşık 6500 feet seviyelerinde başlayıp 16.500 feet yükseliğe kadar erişebilen yavaş oluşumlu bulut tiplerini oluşturmaktadır ve hava aracı emniyeti için, içerisinde belirli bir süreyi aşmaksızın tehlike arz etmeyen bulut tipleri olmuştur (MGM, 2021).

Yüksek irtifa bulut yapılarından olan Cirrus (Ci) tipi bulutlar, 16.500 feet üzerinde bulunan küçük buz kristalleri, çok ince veya dar çizgiler biçiminde benzer bulut tiplerini oluşturmaktadır (MGM, 2021). Bulut yapılarının meydana getirdiği yoğunluğa bağlı olarak, genellikle uçuş operasyonlarında görüş şartlarını çok etkilemediği ve şiddetli türbülans hadiselerini meydana getirmediği meteoroloji verilerinde gözlemlenmiştir (Cohn, 2017).

Bulutluluk seviyelerine bağlı olarak meydana gelen kapalılık oranı, hava aracının operasyon odaklı faaliyetlerine ve uçuş emniyetine etkileri sebebiyle önemli bir meteorolojik veri raporlamasını oluşturmaktadır. Bu veri raporlarında yer alan görüş şartları, dikey görüşün ifade edilebilmesi için uzmanlar tarafından 8 eşit parçaya bölünmüş bir sistemi oluşturmuştur. Bu 8 adet okta ölçü birimini içeren sistem, Havacılık Rutin Hava Raporu (METAR) ve çeşitli meteoroloji istasyon verileri vasıtasıyla, herhangi bir bölgede yer alan bulut örtüsünün oranını ekiplere bildirmektedir (Gulpepe, 2007).

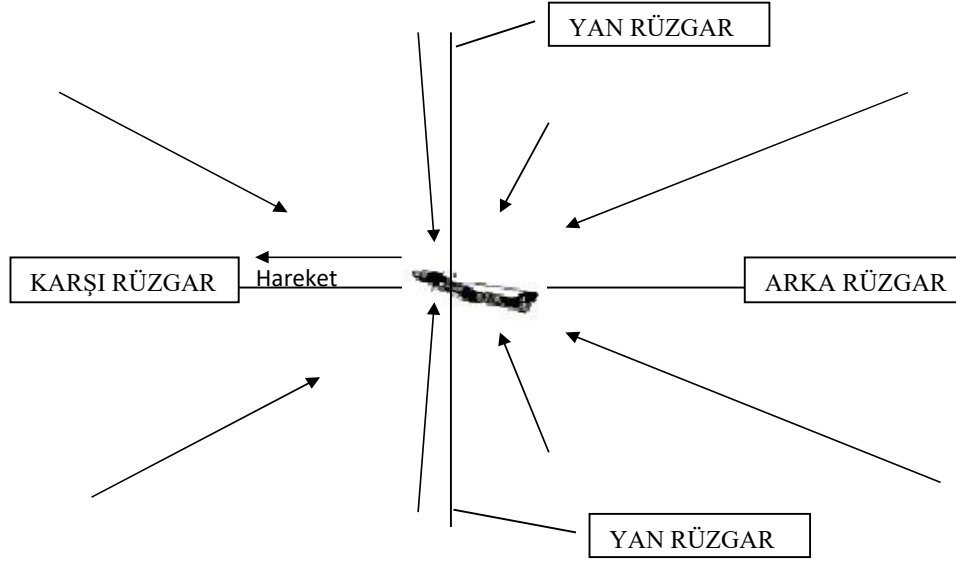
**Tablo 2.** Bulut kapalılık (okta) oranları

BULUTLULUK MİKTARI	ORANI / OKTAS	KISALTMASI
AÇIK	0	SKC (SKY CLEAR)
AZ	1/8 – 2/8	FEW (FEW)
DAĞINIK	3/8 – 4/8	SCT (SCATTERED)
PARÇALI	5/8 – 7/8	BKN (BROKEN)
KAPALI	8	OVC (OVERCAST)

**Kaynak:** Meteoroloji Ders Kitabı, (2018).

### **1.4.3. Rüzgâr**

Uçucu ekipleri en çok zorlayan hava faktörlerinden biri olan rüzgâr, havanın yatay ve dikey hareketlerinin, hava aracına çeşitli yönlerden kuvvet uygulayan bir meteorolojik hava hadisesidir. Rüzgârın, hava aracının seyir yönüne bağlı olarak, 3 çeşidi bulunmaktadır: 1) Karşı rüzgâr (Headwind), 2) Yan rüzgâr (Crosswind), 3) Arka rüzgâr (Tailwind) olarak sınıflandırılmıştır (Atasoy, 2015). Rüzgârın hızına ve yönüne bağlı olarak meydana gelen ani değişiklikler, özellikle iniş safhasında bulunan hava aracına etki eden en önemli meteorolojik hadiseler arasında yer almaktadır. Uçuşun seyrine etki eden rüzgâr çeşitleri ise: Yüksek irtifalarda meydana gelen güçlü rüzgarlar ve alçak seviyede meydana gelen rüzgâr kesmesi hadiseleri olmuştur (Ahrens, Donald ve Henson, 2017) Şekil 4'te rüzgârın uçak üzerinde etki eden açıları gösterilmiştir.



**Şekil 4.** Rüzgârın uçak üzerindeki açıları

Hava araçlarının iniş ve kalkış safhalarında, uçuş emniyeti hususunda büyük bir tehlike oluşturan ‘‘Yan rüzgâr (Crosswind)’’ hadisesi, uçakların özellikle iniş aşamasında piste teker koydukları vakitte, hava aracı üzerine uyguladığı kuvvet sebebiyle, uçak istikametinin tehlikeli derecelerde sapmalara uğramasına sebep olmaktadır (Atasoy, 2015). Pilotlar için zorlayıcı ve iş yükünün artmasına sebep olan hadiselerden biri olmaktadır. Şiddetli bir yan rüzgâr durumunda, hava aracının hücum açısına ve gövdenin enine uygulamış olduğu ek kuvvetler neticesinde, uçakların pist rotası boyunca yalpa yapmasına ve baş derecelerinin sapmasına sebep olmaktadır (NASA: GRC) 2010).

### **1.5. Meteoroloji Hava Raporları**

Meteorolojik verilerin tahmini sürecinde dört unsur önemli olmuştur. Bunlar: gözlemler, analiz, tahmin ve raporlama süreçleri olmuştur. Bu süreçlerin son aşaması olarak meteoroloji verilerinin raporlanması, içerdiği güncel veriler neticesinde, pilotların uçuş planlaması sırasındaki veri yönetimi ve analizi için büyük önem taşımaktadır. Hava durumu raporlarının oluşumundaki temel parametreler bunlar olmuştur: yeryüzünde ve atmosfer boyunca yer alan sıcaklık değerleri, nem, basınç, bulut tipleri, rüzgârın şiddeti ve yönünü içermektedir (Ahrens vd., 2017).

Bu meteorolojik veriler, güncelliği ve tahmin oranının yüksek olması neticesinde, hava operasyonlarının emniyetli şartlar ve rotalar altında gerçekleşmesine olanak sağlamıştır. Bu raporlar sırasıyla: METAR, TAF ve Havacılıkta Özel Durum Raporu (SPECI) olarak terminolojide geçen ve uçuş planlamalarında hayati önemi olan günlük, saatlik ve önemli değişiklikleri belirten hava raporlarıdır.

### **1.5.1. METAR**

Hava operasyonlarının öncesi ve operasyon sırasındaki meydan veya rota üzerinde meydana gelen hadiselerin değerlendirilmesinde uçucu ekiplere bilgi sağlayan hava raporudur. Meteorolojik veriler doğrultusunda (METAR, TAF ve SPECI) gerekli ölçüm ekipmanlarının sağlandığı tüm meydanlarda, uçuş planlamasının doğru değerlendirilmesi ve uçuş emniyeti amacıyla, uçuş ekiplerine bildirilmek zorundadır (Tatlı, 2016). Pilotların kalkış, varış ve yedek havaalanlarındaki meteorolojik şartlardan haberdar olmasını sağlayan ve uçuşun her aşamasında dikkate alınması gereken rasat verilerini, ekiplere rutin ve güncel olarak bilgi sağlayan önemli bir rapor niteliğindedir (MGM: Hezarfen, 2009).

Havaalanı Rutin Meteorolojik Raporu (METAR), uluslararası hava trafiğinin düzenli bir akış içerisinde gerçekleştirilmesi konusunda çok önemli bir faktör olmaktadır. Havayolu firmalarının, belirli dönemlerde yoğunlaşan uçuş ağlarında, METAR raporlarının içerdiği verilerin, genişletilmesine ve iyileştirilmesine daha fazla ihtiyaç olduğu gözlemlenmiştir ve METAR verilerinin, bölgesel hava trafiği ağında daha hızlı olarak veri akışının sağlanmasının çok önemli olduğu belirtilmiştir (Daniels: 2004, Moninger, 2007).

ICAO tarafından yayınlanan “Uluslararası Hava Seyrüseferi” Ek 3 (Annex) içerisinde yer alan bilgiler doğrultusunda, METAR raporlarının detaylandırılması ve doğru değerlendirilmesi için kriterler ver kurulların uygulanması sırasında önemli bir titizlik gösterilmesinin, uçuş emniyeti açısından hayati bir rol oynadığı belirtilmiştir (ICAO, Annex 3, Regulations).

METAR verilerinin, her 30 dakikada bir yayınlanarak, güncelliğini ve değerlendirme süreçlerinde iki unsur ortaya çıkmaktadır;

- Hata (Error), METAR raporlarının eksiksiz ve hatasız olmasına bakılmaktadır
- Uyarı (Warning), Tahmin oranı yüksek tutulur ve sonuç odaklı daha az hatalı verinin oluşmasına bakılır

Bu değerlendirme süreçleri neticesinde, ekipler için meydana gelmesi beklenmeyen ve rapor içerisinde yer alan hatalı verilerin ortadan kaldırılması amaçlanmıştır ve meteorolojik veri yönetiminde, pilotlara daha az iş yükü sağlanması hedeflenmiştir (Novotny, Dejmal, Repal, Gera ve Sladek, 2021).

Buradaki amacın, meteorolojik verilerin gözlem süreçlerinde oluşturulan raporların, ‘standart’ yüksek ve alçak basınç sistemleri içerisinde meydana gelen hava hadiselerinin, geçerli ve güncel veriler eşliğinde değerlendirilmesini sağlamaktır.

METAR verilerinin, her 30 dakika bir sağladığı yüzey verilerinin (sıcaklık, altimetre basınç, nem, rüzgâr değerleri) bulut tipleri ve tehlikeli hava koşullarının gerçekleşmesi beklenen mevcut rota üzerinde, hava trafiğine olumsuz etki yapmaması ve hava trafiğinin başka rotalara yönlendirilebilmesi amaçlanmaktadır (Page, 2010).

METAR içerisinde yer alan verilerin belli bölümlere ayrılarak ekipler için daha kolay anlaşılabilmesi hedeflenmiştir. Raporun her bir sekmesinde yer alan meteorolojik parametreleri açıklayan özel terimler yer almaktadır (Meteoroloji Ders Kitabı, 2018).



METAR veri yapılarına ait örnekler, Tablo 3 ve Tablo 4. 'de verilmektedir.

**Tablo 3. METAR veri analizi**

<i>İstasyon adı</i>	: LTFJ (Sabiha Gökçen)
<i>Rapor saati</i>	: Ayın 09'nci günü, saati 12:50 UTC
<i>Ortalama rüzgar</i>	: 260 dereceden 5 kt
<i>Rüzgar yönü</i>	: 230 ve 290 dereceleri arasında değişken
<i>Görüş değeri</i>	: 8 km
<i>Bulutluluk oranı</i>	: 3/8 – 4/8 okta 5000 ft, 5/8 – 7/8 okta 10.000 ft
<i>Hava ve İşba sıcaklığı</i>	: 15 ve 8 derece
<i>Altimetrik Basınç değeri</i>	: 1005 hPa
<i>Ek bilgi (var ise)</i>	: R24 pisti için rüzgar 290 dereceden 8 kt

\*Örnek METAR verisi 1: "LTFJ 091250Z 26005KT 230V290 8000 SCT050 BKN100 15/08 Q1005 NOSIG RMK RWY24 29008KT ="

**Tablo 4. METAR veri analizi**

<i>İstasyon adı</i>	: LTAI (Antalya)
<i>Rapor saati</i>	: Ayın 15'nci günü, saati 04:25 UTC
<i>Ortalama rüzgar</i>	: 340 dereceden 6 kt
<i>Rüzgar yönü</i>	: 300 ve 040 dereceleri arasında değişken
<i>Görüş değeri</i>	: 10 km ve üzeri
<i>Bulutluluk oranı</i>	: 1/8 – 2/8 okta 4000 ft
<i>Hava ve İşba sıcaklığı</i>	: 10 ve 16 derece
<i>Altimetrik Basınç değeri</i>	: 1010
<i>Ek bilgi (var ise)</i>	: R18 sol pisti için

\*Örnek METAR verisi 2: "LTAI 150425Z 34006KT 210V270 9999 FEW040 10/16 Q1010 NOSIG RMK RWY18L 35003KT 300v040 ="

Ekipler için dikkat edilmesi gereken önemli METAR kodları bulunmaktadır. Bu kodların doğru analiz edilmesi, uçuş emniyeti ve planlanmış uçuş operasyonun emniyetli bir şekilde sürdürülebilmesi adına çok önemlidir. Bu kodlardan dikkat edilmesi gerekenler sırasıyla: Sis FG (Fog) – Oraj TS (Thunderstorm) – Donan damlacıklar FZ (Freezing) – Geniş alana yayılmış Toz DU (Dust) – Volkanik kül VA

(Volcanic Ash) bu kodlar olmuştur. Aralarında en tehlikeli olanları, volkanik kül “VA” bulutları ve tozları hava aracının motor ünitelerine temas ettiği zaman, motorun hızlı bir şekilde durmasına sebep olmaktadır. Bu kodlar doğrultusunda, mevcut rotaların güncellenmesi ve havanın müsait olduğu bölgelere aktarılan operasyonların, havayolları şirketlerine maddi açıdan büyük oranda fayda sağladığı ve hava trafiğinin aksamasının önüne geçildiği gözlemlenmiştir (Sahm, Schwartz ve Schlatter, 2009).

Ulf Ahlstrom ve Joel Suss tarafından 2015 yılında yapılan bir araştırmada: 60 tane aletli uçuş (IR) yetkisine sahip genel havacılık pilotlarının, METAR verilerini yönetimi analizleri sürecinde, kodlarda yapılan değişikliklerin algılanması ve tepki seviyelerinin incelenmesi hedeflenmiştir (Ahlstrom ve Suss, 2015).

Pilotların, simüle edilmiş rutin bir uçuş esnasında, METAR kodlarındaki tehlike kodu çeşitliliğine göre:

- Davranışsal ve Bilişsel yorumlamada farklılık
- Karar verme sürecinde ekipler arasında fikir ayrılığı
- Gelişmekte olan hava hadisesi karşısında stres oranının artması
- Rutin prosedürü uygulamada eksik bilgi
- Kodların değişikliklerini tespit edilememesi

Beklenmeyen ve gelişmekte olan tehlikeli hava hadiseleri neticesinde, pilotların kokpit veri yönetimlerinde önemli ölçüde farklılıklar gösterildiği ortaya çıkmıştır. Bu ölçümler neticesinde, kokpit içerisinde yer alan hava radarı göstergelerinin tasarımı, optimizasyonu ve ekiplerin bu bilgilerin analizine ilişkin doğru yönetimi, hava araçlarının emniyeti açısından büyük bir önem arz etmektedir (Ahlstrom ve Suss, 2015).

### **1.5.2. TAF**

Terminal Havaalanı Tahmini (TAF), genel ve ticari hava operasyonlarının uçuş planlamalarında, meydan için önde gelen ve yaygın olarak kabul edilen hava tahmin verisinden biridir. Ekiplerin, TAF verilerinin doğru teşhisi ve meydan ile

alakalı yapılacak uçuş taşımacılığının emniyeti için önemli bir tahmin raporudur (FAA, 2021).

TAF raporu bir kez yayınlanmasının ardından, bir sonraki yayınına kadar sabit olarak görülmektedir. Meydan üzerinde önemli bir hava hadisesi geliştiğinde güncellenerek, hava planlamalarında veri takibi sağlamaktadır (FAA, 2021).

Meydan üzerinde yer alacak operasyonlar için, düzenli bir hava trafiğinin sağlanmasında, ekiplerin büyük bir titizlik göstermesi gerekmektedir (AIP: AIM, 2021).

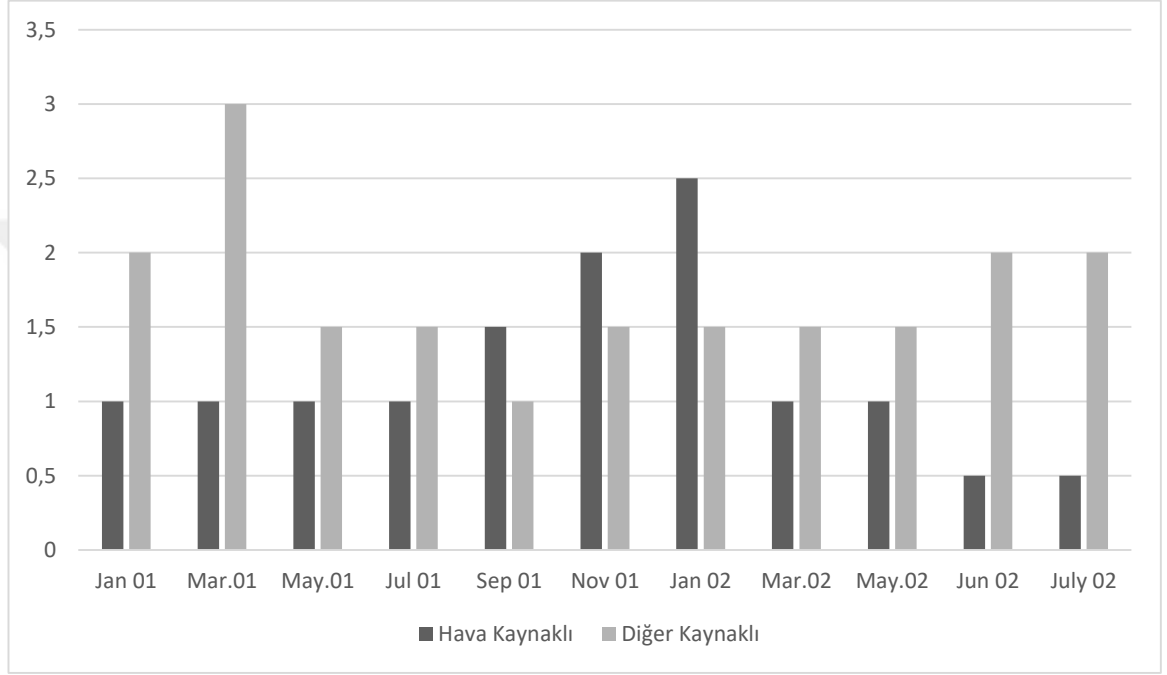
12 saat ila 24 saat aralığını kapsayan Rutin Meydan Trafik (TAF) verileri, her 6 saatte bir hazırlanması ve yayınlanması, meydan hususunda yapılacak trafik operasyonlarının planlanması üzerinde etkilidir. Bu etkiyi olumlu ya da olumsuz olarak yönetmek, hava verilerinin ekipler tarafından doğru analiz edilmesi gerekmektedir.

Pilotların, terminal alanında yer alan kötü hava koşullarının, ne derece olumsuz etkileri olabileceği hususunda, mevcut uçuş planlamasını düzeltilmesi ve iptal edilebilmesi konusunda kararlar alınabilmesi beklenmektedir. TAF verilerinde yer almakta olan daha tehlikeli hava koşulları sebebiyle, uçuş ve yer operasyonlarının duraksaması ise bölgede yer alan hava trafiğinin de kilitlenmesine yol açmaktadır (Campbell ve DeLaura, 2014).

Popülasyonun artış göstermekte olduğu şehirler içerisinde yer alan havalimanlarının, gerçekleştirmiş olduğu hava seferlerine günden güne artmaktadır. Bu sebeple, pilotların TAF verilerini yeterince analiz etmemesi ve gerçekleştirebilecek bir hadise sonucunda, yoğun nüfusun yer aldığı bölgelerdeki hava trafik sisteminin olumsuz etkilenmesine sebep olma olasılığı vardır. Bu neticede, ekiplerin ani değişiklik gösteren raporlara yönelik kendilerini daha fazla geliştirmesi ve eğitim alması, gerçekleşen hava operasyonlarında ve bölgedeki hava akışının emniyetine yönelik olumlu bir sürdürülebilirlik sağlayacaktır (Campbell ve DeLaura, 2014).

FAA istatistiklerine göre, Ulusal hava sahası sistemindeki gecikmelerin yaklaşık %70'inin nedeni, hava durumu kaynaklı olmuştur. Ayrıca olumsuz hava koşulları neticesinde gerçekleşen kazaların yaklaşık %23'üne "meteoroloji

verilerinin hatalı yönetilmesi'' azımsanamayacak bir oranda önemli bir rol oynamaktadır. TAF verilerinde belirtilmiş olan kötü hava koşullarının eksik değerlendirilmesi sonucunda meydana gelen ''kaza hasarları, yaralanmalar, gecikmeler'', havayolu firmalarına maliyetinin yaklaşık 3 milyar dolar olduğu belirtilmiştir (Kulesa, 2003).



**Grafik 1.** Amerikan Ulusal Hava Sahası Sisteminde Ocak 2001 ile Temmuz 2002 arasındaki yer alan gecikmelerin çoğu hava kaynaklı olmuştur

**Kaynak:** Kulesa, G (2003). Weather and Aviation.

Yıllık havacılık verilerini takip etmekte olan Ulaştırma İstatistikleri Bürosu (BTS) seferlerde meydana gelmekte olan gecikmelerin ''hava durumu kaynaklı'' veriler neticesinde olduğunu ve ekipler üzerinde yaratmış olduğu stres kaynaklı, acelecilik ve hatalı veri değerlendirmelerin hava trafik operasyonlarına etki ettiği gözlemlenmiştir (Sridhar ve Kulkarni, 2008).

Eylül ile Aralık 2011 ayları arasında yapılan bir başka araştırma neticesinde, ''Chicago-Midway (MDW)'' ve ''Seattle-Tacoma (SEA)'' havaalanlarının METAR, TAF raporları içerisinde yer alan hava şartları ve pilotların veri değerlendirme

süreçleri incelenmiştir: METAR ve TAF raporlarında yer alan güncel verilerin, ani gelişen hava hadiselerine yönelik daha etkili gözlemlerin yer alması gerekliliğini olduğu ve ekipler arasındaki veri yönetim süreçlerinin daha özenle yapılmasının, bölgedeki hava trafiğini aksatmadığı belirlenmiştir ( Gallo ve Kepto, 2011).

**Tablo 5.** Midway (MDW) Havalimanında ‘‘Eylül – Aralık 2011’’ ayları arasında oluşturulan TAF raporları

<i>Report</i>	<i>VFR</i>		<i>IFR</i>	
	<i>N</i>	<i>%</i>	<i>N</i>	<i>%</i>
<i>TAF</i>	2137	92%	142	52.2%
<i>METAR</i>	2322	70.3%	272	8%

\*TAF ve METAR oranları Midway (MDW) (Eylül-Aralık 2011)

\*\***N:** METAR ve TAF raporları adedi

\*\*\*TAF raporlarının 52.2% ve METAR raporlarının 8% kötü hava şartları sebebiyle IFR çerçevesinde uçuş planlaması yapılmasını talep edilmiştir.

**Kaynak:** Gallo ve Kepto, (2011). 2011 METAR and TAF Data.

**Tablo 6.** Seattle (SEA) Havalimanında ‘‘Eylül – Aralık 2011’’ ayları arasında oluşturulan TAF raporları

<i>Report</i>	<i>VFR</i>		<i>IFR</i>	
	<i>N</i>	<i>%</i>	<i>N</i>	<i>%</i>
<i>TAF</i>	1799	82.8%	32	10.9%
<i>METAR</i>	2173	56.5%	293	7.6%

\*TAF ve METAR oranları Seattle (SEA) (Eylül-Aralık 2011)

\*\*TAF raporlarının 10.9% ve METAR raporlarının 7.6% kötü hava şartları sebebiyle IFR çerçevesinde uçuş planlaması yapılmasını talep edilmiştir.

\*\*\***N:** METAR ve TAF raporları adedi

**Kaynak:** Gallo ve Kepto, (2011). 2011 METAR and TAF Data.

### 1.5.3. SIGMET

SIGMET, uçuş rotası ve bölgesi üzerinde meydana gelen önemli hava hadiseleri sonucunda yayınlanan bir özel hava raporudur. Pilotların, uçuş emniyetini artırmak ve tehlikeli hava hadiselerinin farkındalığı açısından önemli bilgiler içermektedir. Rutin hava raporları dışında gerçekleşebilen veya gerçekleşmiş olan meteorolojik hadiseler, SIGMET verilerinin güncel olarak iletilmesi neticesinde, uçuş emniyetine olumlu etki etmektedir.

Genel olarak, Otomatik Terminal Bilgi Hizmeti (ATIS), Belirli Frekanstan Sürekli Olarak Yayın Yapılan Hava Tahmin Verileri (VOLMET) ve uçuşan bölgede bulunan ATC birimleri tarafından, uçuş rotası üzerinde beklenen ve gelişmekte olan hava hadiseleri (Oraj, şiddetli türbülans, buzlanma, kum-toz fırtınası, volkanik kül bulutu) hususunda uçucu ekiplere bilgi vermektedir (AIP: AIM, 2021).

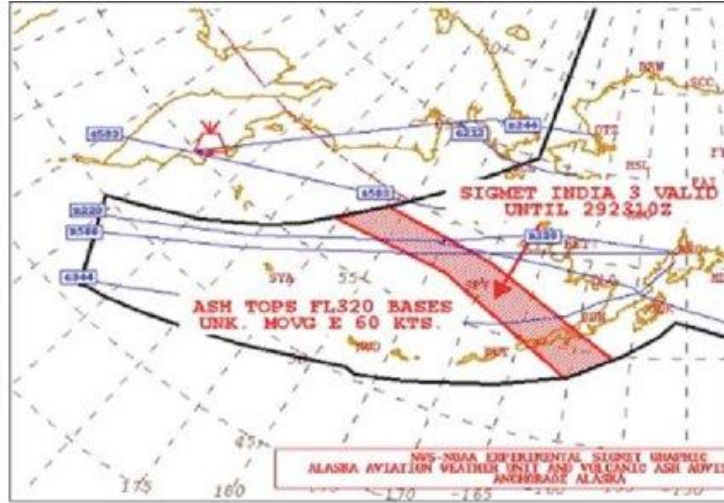
SIGMET, en az 500 deniz mili bir alan içerisinde operasyon gerçekleştiren tüm hava taşıtlarına, meydana gelmesi beklenen veya gerçekleşen tehlikeli hava hadiseleri ile ilgili son güncel verileri bildirmektedir. Tropikal siklon ve Volkanik kül bulutları gibi uzun vadede gerçekleşmekte olan tehlikeli hava hadiselerine ilişkin olarak, SIGMET verileri 6 saat kadar geçerli olabilmektedir (Ahlstrom ve Suss, 2015). SIGMET verilerinin sıklıkla yayınlanmakta olduğu bölgeler: Asya kıtası (Tropikal Siklonlar), Güney Amerika ‘Hawaii’ adasında yer alan volkanik aktiviteler sonucu meydana gelen ‘Volkanik Kül’ bulutları, bölgede uçan ekipleri ve hava trafiğini fazlasıyla etkilemektedir (Stefanidis, Klimenko ve Krozel, 2011).

SIGMET bildirimlerini, Kuzey Amerika kıtası ve Türkiye üzerinden yapılan veri yönetimlerini incelemek istediğimiz zaman, Alaska ve Bodrum-Dalaman örneklerini görebilmekteyiz;

- Alaska, Anchorage’da meydana gelen volkanik aktivite bulutları, çevresinde yer uçuş rotalarını ve bölgesel hava emniyetini sıkça etkilemektedir. Bu bölgede uçmakta olan ekiplerin, volkanik kül bulutlarına karşın meteoroloji veri yönetiminde zorlandıkları gözlemlenmiştir. Uzmanlar bu bölgede yer alan volkanik aktivitelerin gösterdiği artış sebebiyle, Amerikan Ulusal Havacılık Sisteminde (NAS) yer almakta olan ana uçuş rotalarının, emniyetli bölgelere kaydırılmasının gerekli olduğunu ve pilotları zorlamakta olan kül

bulutlarına ilişkin özel prosedür eğitimlerinin verilmesi gerektiğini belirtmiştir (Klimenko ve Krozel, 2011)

- Ülkemizde, SIGMET verilerinin en çok yayınlandığı meydanlar “Bodrum” ve “Dalaman” havalimanları olmuştur. İki yılı kapsayan bir veri analizinde, Bodrum meydanı toplamda 165 adet SIGMET mesajı yayınlamıştır. Bodrum havalimanından sonra, en çok etkilenen ve SIGMET paylaşan meydan “Dalaman” olmuştur. Bu iki havalimanında en çok gözlenen ve pilotları zorlamakta olan meteorolojik hadise “Oraj (Thunderstorm, TS)” olduğu belirlenmiştir. Oraj hadiselerinin yoğun olarak gerçekleştiği meydanlar üzerinde yapılacak kapsamlı bir tarama sayesinde, Bodrum ve Dalaman havalimanlarını kapsamakta olan operasyonlar, emniyetli rota ve meydanlara daha planlı bir şekilde yönlendirilme yapılabilirse, yer de ve hava da yer alan ekiplerin iş yükünü hafifletme amacına yönelik emniyetli bir operasyon sağlanabilir (Annanurov, Deniz ve Özdemir, 2014)



**Resim 1.** Kamçakta'daki Klyuchevskoy Volkanı tarafından üretilen önemli bir kül bulutu aktivitesine istinaden, Anchorage'daki “NWS Alaska Havacılık Hava birimi” tarafından yayınlanan SIGMET grafiği

**Kaynak:** Girina, (2010)



**Resim 2.** Kuzey Pasifik bölgesindeki başlıca uçuş rotaları ve rotalar üzerinde yer alan volkanik kül bulutlarının şematik gösterimi

\*Alaska hava sahasından Asya'daki varış noktalarına beş önemli sabit hat ve dokuz adet geçiş rotasından oluşmaktadır. G583, başlıca Rusya Trans Doğu rotasıdır. \*\*Kuzeydeki R220 ve R580 batı yönlü kaçınma rotalarıdır.

\*\*\*A590 sadece doğu yönü rotasıdır. R591 ve G344, günün saatine ve trafik yüküne bağlı olarak çift yönlüdür.

\*\*\*\*Yukarıda belirtilen rotalarda uçmakta olan ekipler, şemada görünen kül bulutlarının Japonya bölgesine ilerlemesi sonucu, kül bulutları tehlikesi ile karşılaşmıştır. (Kırmızı üçgen: Volkanik kül bulutları)

**Kaynak:** (Girina, 2010)

## 1.6. Meteoroloji Verilerinin Yönetimi ve Uçuş Safhaları

Uçuş sırasında, hava durumunun farkındalığına sahip olmak ve uçuşun diğer safhalarına yönelik doğru bir değerlendirme yapmak, uçucu ekiplerde sahip olunması gereken önemli bir niteliktir. Özellikle pilotların, meteorolojik verileri analiz ederek karar verme süreçleri esnasında, uçuş emniyetini gözeterek doğru ve pratik bir yaklaşımda bulunmaları beklenmektedir. Bu hususta yapılan bölgesel bir araştırmada, 204 pilotun simülasyon ortamında, tehlikeli meteoroloji hadiseleri karşısındaki tutumu ve aralarındaki yönetim süreçleri incelenmiştir. Elde edilen bulgularda;

- Tehlikeli hava hadiselerinde stres yüzdesinin yükselmesi
- Gelişmekte olan hava hadiselerine ilişkin bilgi eksikliği



- Kokpit ekipleri arasında yeterli iş bölümü yapılamaması ve veri yönetiminde yetersiz kalınması

Ticari havacılık bünyesinde hizmet veren araştırmadaki pilotların, zorlu meteorolojik koşullar karşısında pilotaj ve ekip yönetimi süreçlerinin iyileştirilmesi gerektiği belirtilmiştir (Keebler, Lazzara, Blickensderfer ve Looke, 2018)

Aynı araştırmada yer alan bir diğer inceleme ise, katılımcı pilotlara yere dayalı bir kızılötesi radar göstergesinin test sisteminde yorumlanması istenmiştir. Pilotların yüzde 32'si hava durumu analizlerinde başarısız olmasına rağmen, bu oran içerisinde yer alan yüzde 8'lik kısmın, FAA sınav sisteminde yer alan meteoroloji sınavında geçtikleri gözlenmiştir ve sistemin ezbere dayalı soru sistemine teşvik etmesi sebebiyle, pilotlar görsel verileri yorumlama konusunda başarısız olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmada yer alan pilotlara, görüntüledikleri radarın 10 ile 15 dakika öncesinin yani gecikmeli olarak veri aktardığını belirtilerek, saatte 120 mil uçan bir hava aracında, kokpite ulaşan yer tabanlı bir radar verisinde zaman farkı olduğu fark edilmemiş olursa, uçuş emniyetine yönelik olumsuz bir durum ile karşı karşıya kalabilecekleri belirtilmiştir (Blickensderfer, Lanicci, Guinn, Thomas, King, Ortiz ve Thomas, 2017).

Hava operasyonu gerçekleştiren ekiplerin süreci, 4 ana aşamaya ayrılabilir. Bu aşamalarda, uçucu ekiplerin hem meteorolojik verilerini doğru yönetimi hem de ekip içerisindeki iş bölümünün: Uçuş öncesi – Kalkış – Seyir ve İniş safhalarına yönelik emniyetli bir yönetim süreci gerçekleştirmeleri beklenmektedir.

### ***1.6.1. Uçuş Öncesi Briefing (Pre-Flight)***

Hava durumu, genellikle havacılık kazalarına ve hava trafiğine yönelik etkili bir faktör olmuştur. Pilotların, kalkış öncesinde hava hadiselerinin son durumunu ve güncel olan radar verilerinin değerlendirilmesinin kritik olduğu gözlemlenmiştir (FAA: Preflight, 2007).

FAA tarafından gerçekleştirilen araştırma neticesinde: Uçuş öncesi yer briefingleri sırasında, gerçekleşmiş ve gerçekleşmesi beklenen meteorolojik hadiseler

hususunda yeterli meteorolojik bilgiye sahip olmadıkları görülmüştür. Araştırmada, rota veya havaalanları üzerinde meydana gelmekte ve gelmesi beklenen kötü hava koşulları sırasında uçuş planlama sistemine girilen planlamalarının, yüzde 70'e yakınının Otomatik Uçuş Servis İstasyonu (AFSS) tarafından iptal edildiği ve değiştirildiği belirlenmiştir (FAA, Preflight, 2007).

AFSS bünyesinde planlamalar üzerine yapılan araştırmada: kötü hava koşullarının meydana gelmekte olduğu bir gün sırasında, o gün uçuş icra eden pilotların yüzde 78'nin, sistemden briefing bilgisi talep etmekte olduğu ve geri kala yüzdenin ise rota üzerindeki olumsuz hava koşullarından haberdar olmadıkları ve uçuş sırasında beklemedikleri zorlu yönetim karşısında kural ihlalleri yaptıkları belirlenmiştir (FAA, Preflight, 2007).

Ekiplerin uçuş öncesi briefinglerinde, buldukları bölgede ve rotaları üzerinde yer alan meteorolojik verilerin, ne zaman bildirildiği ve güncelliğine dair detaylı bir analizin yapılmasının, uçuş emniyeti hususunda seferlerin başarılı olarak gerçekleşmesinde çok büyük bir rol oynadığı görülmüştür (FAA, Preflight, 2007).

### **1.6.2. Kalkış Safhası (Take-Off)**

Uçucu ekiplere kalkış için verilen hava tahmin verileri, genellikle operasyon saatinin 2 ila 3 saat öncesinde planlama operatörlerine ve uçuş ekibine sağlanmaktadır. Hava aracının planlanan kalkış periyodunda yer alan tahmin bilgiler, meydan üzeri ve çevresinde beklenen: yüzey rüzgârı, sıcaklık değeri, atmosfer basıncı ve hava şartları hususunda gerekli verileri ekiplere iletmektedir. Kalkış safhası için dikkatli bir ekip yönetiminin yapılması gereken önemli hava değişkenleri olan, yağış durumu ve güçlü rüzgâr uyarılarına ilişkin ekstra bilgilerin, uçuş emniyetine olumsuz etkisi sebebiyle detaylıca analiz edilmesi gerekmektedir (WMO: Guide, 2003).

Hava operasyonlarının yoğun olarak gerçekleşmekte olduğu bölgelerde yer alan ilgili trafik birimleri, olumsuz hava hadiselerinden etkilenen ticari uçakların, kalkış sürelerinde herhangi bir gecikme yaşanmaması hususunda yeni yönetim araştırmaları yapmaktadırlar. ABD Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA)

tarafından Havayolları odaklı yapılan araştırmada, olumsuz hava koşulları sebebiyle, kalkış safhasında iptal edilen operasyonun maddi yükünün yüksek olduğu ve pilot kararlarına bırakılan uçuşlarda ise hatalı meteoroloji veri yönetimi sonucunda uçuşların yüzde 23'ü tehlikeli koşullara maruz kaldığı gözlemlenmiştir (WMO: Guide, 2003).

Hava sahalarının kısıtlamaları ve uçakların kalkış iptallerine yönelik uygulanması planlanan ‘‘Yörünge Seçenekleri Programı (CTOP)’’ sistemi ile, havayolları firmalarının planlanan kalkış ve rota üzerinde meydana gelen olumsuz hava koşullarının yapay zekâ tarafından detaylı bir analizinin yapılarak, pilotlara emniyetli opsiyonlar sunması hedeflenmektedir. Sonuç olarak, pilotların kalkış sırasındaki iş yükünün azalması ve yapay zekâ tarafından analiz edilerek sağlanan emniyetli planlamalar eşliğinde daha bir sağlıklı veri yönetimi yapılması amaçlanmaktadır (Arneson, Bombelli, Torne ve Tsei, 2017).

### ***1.6.3. Seyir Safhası (Cruise)***

Uçuş ekipleri, hava operasyonunun her safhasında meydana gelen hava hadiselerine yönelik güncel verileri detaylı olarak alması gerekmektedir. Havayolları ve özel jet ekipler tarafından kullanılan tüm uçak filolarında, optimum seyir performansını sağlamak için meteorolojik verilerin değişimi dikkatlice izlenmektedir. Rota üzerinde gerçekleşen tehlikeli hava hadiseleri, hava aracının dış yüzeyine olumsuz etki edebilmektedir ve uçağın mevcut rotadan sapması durumunda, artan yakıt tüketimine dönüşebilir veya bir emniyet sorunu teşkil edebilmektedir (Chu, Gorinevsky ve Boyd, 2010).

Havayolu şirketleri, her bir uçuş performans verilerini ve uçuş sırasındaki meteorolojik verilerini veri tabanlarında saklamaktadır. Geçmiş rota durumları analiz edilerek, ortalama yakıt ihtiyacı ve hangi hava durumunun beklenmekte olduğu şirketler tarafından tespit edilebilir (Chu vd., 2010).

Uçuşun seyir safhasında, hava aracının uçuş emniyetini ve performansını etkilemekte olan en önemli hava hadiseleri ‘‘fırtınalar’’ olmuştur. Ekiplere yeni rota hesaplamaları konusunda, uçak kütle ve performans koşullarının hesaplanması ve

uçuş emniyetinin sağlanmasına yönelik iki yöntem tavsiye edilmektedir. Bu yöntemler, aynı zamanda pilotların arasındaki yönetimi (sürecinin belirli hava hadiseleri durumunda) ve yakıt tüketiminin (belirli menzili durumunda) dağıtım fonksiyonlarını incelemek ve ekipler arasındaki iş yükünü hafifletmek içinde uygulanabilmektedir (Vazquez ve Rivas, 2013).

Ticari uçuşların özellikle okyanus üzeri seferlerinde, yolcularda ve mürettebatta yaralanmalara neden olan ‘‘türbülans’’ nedeniyle, hava trafik operasyonlarının seyir safhaları için önemli bir tehlike olmuştur. Hava hadiselerinin belirsiz ve dinamik olması sebebiyle, meteorolojik raporların hızla güncellenmesi gerekmektedir. İki uydu tabanlı geliştiren hava durumu tespit aygıtı: Bulut üstü yüksekliği ve konveksiyon tanılarını tespit ederek, okyanus ve uzak seyir gerektiren uçakların, uçuş güvertesine bağlanması ve pilotlara veri sürekliliğinin sağlanması ile, uçuş emniyetinin artırılması hedeflenmektedir (Izadi, Hinze ve Trani, 2021).

#### ***1.6.4. İniş Safhası (Landing)***

Havacılıkta iniş safhası, hava durumu verilerini doğru analiz ederek, bir hava aracının A noktasında B noktasına olan uçuşunu emniyetli bir şekilde gerçekleştirmesinde büyük bir rol oynamaktadır. Farklı hava koşullarının meydana getirmekte olduğu: zorlu rüzgâr şartları, yoğun sis, buz ve kar gibi tehlikeli hava hadiseleri, hava aracının iniş safhasında, ekipleri veri yönetimi sırasında oldukça zorlayabilmektedir (Sadjadi, Helgeson, Radke ve Stein, 1996).

Kötü hava koşullarında iniş planlanması, hava trafik sistemi için çok önemli bir sorun olmaktadır. Bu koşullar içerisinde, pilotlara yardımcı olmak amacıyla, inişin stres yönetimini büyük ölçüde kolaylaştıran ILS ve Mikrodalga iniş sistemi (MLS) dahil olmak üzere çeşitli sistemler uygulanmaktadır. Bu sistemler kullanışlı olmalarına rağmen yüksek maliyetleri nedeniyle, genellikle metropol bölgelerinde yer alan büyük havalimanları dışında mevcut değildir. Pilotlara, özellikle düşük görüş şartlarında gelen iniş koşullarında sağladıkları kolaylık sayesinde, hava aracının uçuş emniyetine yüksek bir oranda etki etmektedir (Sadjadi vd., 1996).

Ekiplere veri yönetimi sürecinde büyük kolaylık sağlayan iniş sistemleri, yoğun bölgelerde hava koşulları kaynaklı artan hava trafiğine olumlu bir etki etmekte olduğu ve seferlerin gecikme sürelerini azalttığı gözlemlenmiştir. Pilotlara yardımcı olan bu iniş sistemlerine ilaveten, Koridor Entegre Hava Sistemi (CIWS) kullanımına başlanması, yoğun bölgelerdeki trafik akışı yönetimi için, hava aracının yaklaşma süreçlerine yönelik güncel veriler sağlamaktadır (Evans, Robinson, Crowe, Klinge-Wilson ve Allan, 2016).



## İKİNCİ BÖLÜM

### UÇUŞ EMNİYETİ VE EKİP KAYNAK YÖNETİMİ (EKY)

#### 2.1. Havacılıkta Emniyet Kavramı

Emniyet kavramı, havacılıktaki riskleri yönetme çalışması uygulamasıdır. Bu kavramın yaratmış olduğu uygulamalar neticesinde, havacılık kazalarını ve olaylarını önlemeyi hedefleyerek, yolcuları, personeli, uçak ve havacılık altyapısının tasarımını ve özelliklerini içermektedir. Emniyet kavramı, süreklilik gösteren güncel düzenlemelere ve önemli bir gözetime tabidir. Bu unsurların çalışma ortamında ortaya çıkan meteoroloji kaynaklı tehlike ve risklerden korunması gereklidir. Bu unsurlar tarafından etkilenen operasyon birimleri başlıca aşağıda yer alan faaliyetleri içermektedir:

- Operasyonu gerçekleştiren hava ve yer personeli
- Yolcular
- Uçakların sistemleri
- Marka değeri

Bu kavramın hedeflerine ulaşma yolunda karşılaştığı risk ve tehlikeleri en aza indirmesi, emniyet, kişi ve kuruluşların yönetim sorumluluğunda yer almaktadır. Emniyet kavramının oluşabilecek zarar ve kayıpların giderilmesinde güncel verilerin analizinin önemi dışında, hava operasyon faaliyetlerinde meydana gelebilecek hava olaylı hadiseler karşısında riskleri en alt seviyeye indirilmesi gerekmektedir. Meteoroloji veriler kaynaklı ortaya çıkabilecek istenmeyen ve olumsuz sonuçların mümkün olduğunca azaltılması gerektiği anlamına gelmektedir (Şekerli, 2006, s. 14).

#### 2.2. Uçuş Emniyetinin Önemi

Bir uçuşun gerçekleşmesinde en yüksek emniyet seviyesini sağlamak için, her bir uçuş ekibi üyesinin, veri takibi ve uçuş yönetimi sürecini dikkatlice gerçekleştirmeleri gereklidir. Uçağın mevcut uçuş yolu üzerinde yer alan hadiselerin,

yer ve hava sistemlerinin ekipler ile dikkatlice aktif olarak kontrol edilmesi emniyetin devamlılığı açısından çok önemlidir (Sumwalt, Thomas ve Dismukes, 2002).

Havacılık hizmetinde yer almakta olan sağlayıcıların emniyet değerlerine gösterdikleri önem geliştikçe, reaktif bir emniyet yönetimi stratejisinden proaktif emniyet yönetimine geçerler. Uçuş emniyetinin nihai hedefi, tüm havacılık hizmet sağlayıcılarının meteoroloji kaynaklı durumları tahmin etme becerisini elde etmeleri ve tehlikeli durumların meydana geldiği taktirde, risk senaryolarını uygulamaya daima hazırlıklı olmaları gerekmektedir (Howell, 2019).

Bu hizmetlerin, genel havacılığın içerisinde yer alan ticari hava operasyonlarının emniyetini en üst seviyede sağlanabilmesi için uçucu ekipler tarafından hazırlıklı olarak sürdürülebilmelidir. Hava hadiseleri sonucu, mevcut uçuş emniyetinin bozulması ve kaza-kırımların meydana gelmesi, hava trafik hizmetlerinde operasyonların aksamasına sebep olarak, şirketlerin mali yükümlülük hususunda zarar görmesine neden olacaktır (Şekerli, 2006). Emniyetsiz operasyonlar neticesinde oluşabilecek maliyet boyutu, şirketlerin pazar içerisindeki yolcu kaybıyla beraber iflas sürecine kadar dayanabilmektedir. Uçuş emniyetinin bir diğer önemide, havacılık sektörünün itibar kaybetmemesi açısından mevcut şirketlerin dışında, emniyetin bozulabileceği bölgelerde yer alan ülkelerde sorumluluk taşımaktadır. Sistemde hava muhalefeti neticesinde yaşanabilecek aksaklıkların, uçulan bölgede bulunan otoriteler tarafından detaylı bir takibin yapılması gerekmektedir. Uluslararası sivil havacılık örgütlerinin gerekli gördüğü durumlarda uygulayabileceği denetim ve yaptırımların, uçuş emniyetini küresel olarak yeterli bir seviyeye ulaşmasını sağlayacaktır. Bu yeterlilik durumunun, havayollarının gerçekleştirdiği uçuşların emniyet seviyelerinin zarar görmemesine ve uçucu ekiplerin iş yükünün azaltılarak, meteoroloji kaynaklı hızlı değişimleri daha iyi bir şekilde yönetilmesi sürecine olumlu etki edecektir.

İşletmelerin emniyete verdiği gerekli önemin oluşturulmasında belli başlı faktörlerin titizlikle uygulanması gerekmektedir. Bu faktörlerde yer almakta olan maddelerin, en ufak birimden başlayarak havacılık sisteminde yer alan diğer bütün birimler ile koordineli olarak takibin sağlanması, emniyet sürecinin olumlu bir

şekilde ilerlemesini sağlayacaktır (Küçük Yılmaz, 2003). Uçuş emniyetinin başarılı bir şekilde sürdürülmesini sağlayan bu faktörler;

- Hava araçlarının bakımlarının eksiksiz olarak yapılması ve sürecin takibi
- Bakım ekibinin, mevsimsel meteorolojik şartlar için gerekli hazırlığın yapılması
- Hava araçlarına de-ice ve anti-ice servisinin sağlanmasında ekiplerin hazır olarak yer alması
- Şirketler tarafından pilotlara, kötü hava koşulları altında yapılması gereken veri yönetimi ve gerekli simülasyon eğitimlerinin verilmesi

Uçuş emniyetine verilen gerekli önemin göstergesi olarak, havalimanlarına yapılan aletli uçuş sistemlerinin en güncel halinin sağlanması belirleyebilmektedir. Havacılığın en yoğun olduğu bölgelerden Kuzey Amerika ve Avrupa'da aletli uçuş sistemlerinin havalimanlarında yer alma oranının %94'e yaklaştığı düşünülmektedir. Uçuş emniyetinde doğru ve gerekli meteorolojik veri yönetiminin sağlanamamasında, bölgelerdeki radar sistemlerinde eksiklik ve yetersiz hava trafik yönetiminin de neden olduğu görülmüştür (Küçük Yılmaz, 2003, s. 25). Havacılık sektöründe uçuş emniyetinin yüksek seviyelerde tutulması adına güncel sistemlerin teşvik edilmesi ve insan kaynaklı hataların azaltılmasına yönelik yöntem ve prosedürlerin uygulanması, meteoroloji kaynaklı ortaya çıkabilecek emniyet endişelerinin önlenmesine yardımcı olacaktır.

### **2.3. Uçuş Emniyetinin Gelişimi**

Havacılık, uçuş emniyetini iyileştirmek ve geliştirmek için sürekli çabalayan kendini geliştiren bir süreç meydana getirmiştir. Bu evrim sadece havacılığın en az emniyetli ulaşım biçiminden en emniyetlisine geçmesine yol açmadı, aynı zamanda zorlu hava şartlarında gidilmek istenilen bölgeler için riski azaltmış ve aletli uçuş teknolojisinin gelişmesini sağlamıştır. Özellikle meteoroloji koşullarında gerçekleşen kazalar sonucunda, 1967'de ABD'de zorunlu hala gelen CVR ve Uçuş Veri Kaydedici (FDR) sistemlerinin kurulmasını sağlamıştır. Bu sistemlerin kaza sırasında



mürettebatın zorlu hava koşullarında: ne yaptığı ne düşündüğü veya nasıl bir veri yönetimi gerçekleştirdiği hakkındaki bilgilere ulaşılmayı hedeflenmiştir. Bu sistemin uçuş emniyetinde devrim yaratarak, gelecekteki zorlu hava hadiseleri karşısında gerçekleşebilecek olumsuz olayları önlemek için kullanılacak ayrıntıların görülmesine olanak sağlamıştır (Stahl, 2016).

1990'ların sonlarına gelindiğinde, uçuş emniyetinin geliştirilmesine yönelik bilgisayar sistemlerinin, çoğu hava aracına sağlanan meteoroloji verilerini ve nasıl bir veri yönetimi yapıldığına ilişkin verilerin aktif olarak takip edilebileceği bir noktaya getirmiştir. Bu gelişme, işletmelerde bulunan müfettişlerin, emniyet görevlilerinin, bakım ve uçuş operasyon ekiplerinin binlerce rutin uçuş üzerinden uçuş verilerini indirmesine, izlenmesine ve daha sonra eğitime, bilgi bültenlerine entegre edilebilecek "çeşitli hava koşullarında dengesiz yaklaşımlar" gibi trend verilerini izlemesine olanak sağlamıştır. Bu verilerin takibi, ilk olarak FAA tarafından hava şartları dolaylı sorun eğilimlerinin belirlenmesine izin verdi ve bu da uçak tasarımları, sertifika standartları, havacı eğitim gereksinimleri ile ilgili daha etkili kurallar ve düzenlemeler yapılmasını sağlamıştır (Stahl, 2016).

Havacılık sektöründe emniyetin sağlanması için uygulamaların görünürde karmaşık bir sisteme sahip oldukları görülebilmektedir. Ancak amacın, ticari hava operasyonlarında hava kaynaklı meydana gelen kazaların en aza indirgenmesi olmuştur. Devletler tarafından yapılan çalışmalarda, havacılık endüstrisinin daha iyi bir teknolojiye sahip olarak ve değişken koşullar üzerinde yapılacak çeşitli prosedür ve eğitimlerde uygulanması için, veri yönetimi yeteneğinin sağlanmasının gerekli olduğu anlaşılmıştır.

Dünyanın bazı bölgelerinde ve bazı uçak ekipman türlerinde, meteoroloji şartlarına karşı yeni iyileştirme güncellemelerine tanık oluyoruz. Bu gelişmelerin, uçuşta emniyet performansı iyileştirmeleri için daha fazla çabalamamız gereken bir geleceğe girdiğimiz açıkça ortadadır. Büyümeye devam eden havacılık sektöründe uçak endüstrisi sürekli olarak güncel kalmaya ve gelişime ihtiyaç duymaya devam edecektir. Uçuş emniyetini geliştirmek için veri yönetimine dayalı bir yaklaşımın kullanılması, ilgili emniyet bilgilerinin "her çeşit hava hadisesinin üstesinden

gelinebilecek adil bir kültür’’ ortamında toplanmasıyla, etkili bir gelişim sergileyecektir (Millam, 2017).

Uçuş emniyetinin verimliliğini artıran gerekli emniyet sistemlerinin uygulanması hayati bir öneme sahiptir ve bu gelişimin sağlanması maalesef gerçekleşen kazalar sonucu ortaya çıkmaktadır. Buna yönelik dünya genelinde uçuş emniyetini geliştirmeye yönelik araştırmalar neticesinde, geçmişteki kazalardan reaktif bir şekilde bilgilerin toplanması ve mevcut operasyonların meteorolojik değişimlerden etkilenmeyerek proaktif bir şekilde öğrenmeye ve hava kaynaklı ortaya çıkan emniyet risklerini öngörerek belirli gelişimlere katkıda bulunabileceği düşünülmektedir. Son yıllarda Global Emniyet Bilgi Projesi (GSIP) tarafından yapılan araştırmalarda, ani değişim gösteren meteoroloji verilerinin bölgesel bir kanalda toplanarak, veri analizi ve bilgi paylaşımının doğru seviyelerde aktarılmasını sağlayan ekipmanların üretilmesi görüşünde olmuştur. Proaktif ve tahmine dayalı bir görüş sağlanması düşünülen bu ekipmanların, havacılık sektörü tarafından zamanla benimsenerek etkin bir şekilde dağıtılmasıyla sonuçlanacağı öngörülmektedir (Millam, 2017). Zorlu hava koşulları karşısında uçuş emniyetinin nasıl daha iyi olacağı ve emniyeti geliştirmek için daha fazla araştırma yapılması önemli olacaktır.

#### **2.4. Uçuş Emniyeti Safhaları**

Hava operasyonlarında, en yüksek havacılık emniyeti seviyesine ulaşmak için hava kaynaklı olayların meydana gelmeden önce tahmin etmek için uygun araçlara ve ekibe ihtiyaç duyulmaktadır. Uçuşun her aşamasında riskleri azalmak için hazırlıklı olunması gerektiği gibi, meteoroloji verilerini yönetebilen etkili bir eğitimin ve çözümün hava ekiplerine sağlanması gerekmektedir. Burada pilotların ve ekiplerin: Riski yönetmek, Veri analizi yapmak, Düzeltici eylemleri ve önleyici eylemleri uygulamak, Hava kaynaklı risk durumunu analiz etmek için yeterli bir pratik yapılması gibi paydaşlara sahip olmaları önemlidir (Howell, 2019).

Genel olarak, uçuş tüm safhalarında başarılı bir emniyet yönetimi, tüm ekiplerin gerçekten ciddi bir şekilde faydalanmasını sağlamak için detaylı bir açıklık ve doğru bir bilgi sistemi gerektirir. Elbette kasıtlı ve kasıtlı ihlaller için istisnalar

vardır, ancak genel olarak FAA: emniyet uzmanları, havayolu uçuş departmanları ve çalışan temsilcilerin katılımını teşvik etmek ve açıkça rapor verenleri korumak için ‘‘Havacılık Emniyeti Farkındalık Programını (ASAP)’’ sistemini geliştirmiş ve tasarlamıştır. Aslında, açık raporlama, birinin rapor vermemesi durumunda zorunlu olarak sağlanamayan korumalar için katı kurallara sahiptir. ASAP sistemi sonunda havacılığın tüm alanlarındaki eğilimlerini ele almak için bakım teknisyenlerine, yer ekibine, uçuş görevlilerine, sevk görevlilerine, ATC uzmanlarına vb. tüm sistem çalışanlarını kapsayacak şekilde genişletilmiştir (Stahl, 2016).

Havacılık emniyeti safhalarının, operasyonel verileri, hataları, zorlukları, ihlalleri veya dikkate alınması gereken herhangi bir durumu açıkça bildiren ve tanımlayan tüm disiplinleri ve bileşenleri kapsadığı için, emniyet sistemi nihayet kazaların oluşumundan önce fiilen tanımlayabilen bir sisteme dönüşebilmektedir. Bu sistemin adı Emniyet Yönetim Sistemi (SMS) olarak havacılık sektöründe yer almaktadır. SMS, temelde eğilimleri, sorunları, değişiklikleri, sistem sorunlarını veya dikkat gerektirebilecek diğer sorunları belirlemek ve sınıflandırmak için yapılandırılmış bir hiyerarşidir. Eğitim, politika, prosedürler veya sistem değişikliği yoluyla dikkat gerektiren şeyleri belirlemeye yardımcı olmak için büyük ölçüde birden çok veri sisteminden ve raporlama sisteminden gelen verilere ve girdilere dayanır. Meteoroloji kaynaklı kazaların, benzer semptomları, girdileri veya davranışları olan ve aslında bir kazayla sonuçlanmayan yüzlerce olaya olmasa da genellikle düzinelerce olay vardır (Stahl, 2016). Bu ortak bağlantıları belirleyerek, emniyet görevlileri, uçuş operasyonları ve eğitim çalışanları, kaza meydana gelmeden önce bu olayları azaltmak ve önleyici yönetim anlayışını kullanabilir ve böylece değişken hava hadiseleri karşısında, pilotlar her zamankinden daha yüksek, daha hızlı ve daha sık bir yönetim anlayışına sahip olabilir.

Üç önemli aşamaya sahip olan uçuş süreci, en yüksek emniyet seviyelerini sağlamak için, her bir uçuş mürettebatının, uçağın uçuş yolunu ve sistemlerini dikkatli bir şekilde izlemesi ve ayrıca birbirlerinin hareketlerini aktif olarak çapraz kontrol etmelidir (Sumwalt vd., 2002). Bu çapraz kontrollerin olağan ve gelişmekte olan hava şartları karşısında, pilotlara uçuş emniyetini yönetmek için organize bir yaklaşımı sağlayacaktır. Bu kontroller birbiriyle bağlantılı olan belli bir tablo içermektedir:

<i>Ekip Kaynak Yönetimi (EKY)</i>	<i>Meteoroloji Veri Yönetimi</i>
<p>Risk Yönetimi (Oluşabilecek hava şartların karşısında hazırlıklı olabilmek)</p> <p>Kriz Yönetimi (Olumsuz hava şartlarında uçuş yönetimi)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Aktif Sorunlar</i></li> </ul> <p>Savunma Tepkisi (Kaçınma manevraları ile olumsuz hava şartlarından uzaklaşmak ya da yönetebilmek)</p> <p>Emniyet Ağı &amp; Döngüsü (Uçuş operasyonunu her koşulda emniyetli bir şekilde sürdürülebilmesi)</p>	<p>Mevcut Veri</p> <p>Güncellenen Veri Takibi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Gizli Hava Koşulları</i></li> </ul> <p>Hemen Analiz</p> <p>Ekip Paylaşımı</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Karşı Önlemler</i></li> </ul> <p>Uygulamalar</p> <p>Sonuçlar</p>

**Grafik 2.** EKY ve Meteoroloji Veri Yönetimi

Uçuşun her safhasının emniyetli olabilmesi için yapılan birçok uygulama görünürde karmaşık bir sistem olarak görülebilmektedir. Ancak amacın, gelişen veya gelişmekte olan farklı hava şartlarında emniyetli bir uçuş yönetiminin gerçekleştirilmesi beklenmektedir. Zorlu meteoroloji şartları karşısında uçuş emniyeti ve verimliliğini artıran gerekli emniyet yönetim anlayışının uygulanması hayati bir öneme sahiptir.

### 2.4.1. Kalkış Safhası (Take-Off)

Küresel havacılık kaza istatistikleri, son yaklaşma, iniş, kalkış ve seyir safhalarının emniyet açısından uçuşun kritik aşamaları olduğunu göstermektedir. Son yaklaşma ve iniş aşamaları sırasında, uçaklar inişe hazırlanırken hava hadiseleri karşısında daha savunmasız bir konfigürasyonla yere daha yakındır ve mürettebatın, yüksek bir veri yönetimi ve azaltılmış manevra marjları ile çalışır. Benzer bir şekilde, düşük uçuş irtifası ve sınırlı aerodinamik yetenekler göz önüne alındığında, kalkış ve ilk tırmanış aşamasında meteoroloji kaynaklı kaza hadiselerinin meydana gelmesi de muhtemeldir (Huang, 2020).

Uçuş emniyetinin en önemli safhalarından olan kalkış safhası, uçuş emniyeti açısından en kritik ve zor aşamalardan biridir. Uçuş ekibinin kalkıştan önce meteoroloji verilerini izlemek, tehlikeleri belirlemek ve mümkün olduğu ölçüde riski azaltabileceği bir safhadır. Kalkış aşaması, uçuş ekibinin, hava aracını kalkış için uygun hava şartları içerisinde planlamak, çeşitli izinler için hava trafik kontrolörleri ile koordine etmek ve kalkış boyunca karşılaşılan ani hava şartlarını izlemek ve bunlara tepki vermek için standart yönetim prosedürlerini uygulamasını gerektirir.

Ticari bir hava operasyonunda, tipik bir kalkış rulesi yaklaşık 20 – 35 saniye arası sürmektedir. Bu kısa süre boyunca, mürettebat anormal bir hadise karşılaşılmaması durumunda uygun kararları vermek için uçuş aletlerini izlemeli ve yüksek farkındalık, tepki durumunu sürdürmelidir. Amerikan Federal Havacılık Düzenlemeleri (FAR), kötü hava şartlarında uçuş ekibine kalkış rulesi sırasında uygun kararları vermede rehberlik etmek için ‘‘Velocity 1 (V1)’’ hızları adı verilen birkaç hava hızı kontrol noktası tanımlamıştır. En önemli V hızı, karar verme hızı olan V1 ‘dir. Bu uçuş ekibinin kötü hava şartlarında oluşan motor arızaları, lastik patlamaları, pist ihlali gibi çeşitli durumlarda kalkışı iptal etmesinde yeterli durma noktasını tahsis etmektedir (Balachandran, Atkins, 2013).

Ancak bununla birlikte literatürün gözden geçirilmesi sırasında, kalkış safhasında meydana gelen meteoroloji kaynaklı uçak kazalarının nedensel faktörlerini araştırmak için az sayıda detay içeren çalışmaların yapıldığını göstermektedir. Kalkış sırasında meydana gelen yoğun yağış, sis, yıldırım çarpması, ani ve sert rüzgar hadiseleri göz önüne alındığında, kazaların nedenlerini anlamakta

veri yönetimi kritik önem taşımaktadır. Daha iyi bir anlayışla, pilotlar tarafından farklı operasyon yönetimi, uçaklar ve operasyonel ortamlarda daha etkili ve kapsamlı olarak tehlikeli durumları önleme stratejileri geliştirilebilir ve uygulanabilir. Amerika'da bulunan NTSB tarafından yayınlanan raporda: geçmiş yıllarda meydana gelen meteoroloji kaynaklı uçak kazalarının verilerini kullanarak, uçakların kalkışı sırasında meydana gelen kazaların analizleri üzerine bir araştırma yapılmıştır (Huang, 2020). Bu çalışmada aşağıda yer alan sorular incelenmiştir:

- Kalkış sırasında uçak kazalarının başlıca nedenleri
- Kalkış sırasında uçak kazalarına katkıda bulunan faktörler
- Kalkış sırasında uçak kazaları için risk faktörleri

Uçuş emniyetinin önemine değinen bu çalışmada, uçuşun kalkış aşamasında meydana gelen uçak kazalarının yaklaşık yüzde 23.6'sının meteoroloji kaynaklı olduğu gözlemlenmiştir. İlkbahar ve yaz aylarında meydana gelen kalkış sırasındaki uçak kazalarının, sonbahar ve kış aylarında meydana gelenlerden daha ölümcül olma olasılığının daha yüksek olduğu görülmüştür. Bunun nedeni olarak, ilkbahar ve yaz aylarında nispeten daha düşük hava yoğunluğu ve daha yüksek hava sıcaklığı, uçuş sırasında uçağın kalkış performansını azalttığı görülmüştür. Ancak kış şartlarında meydana gelen kazalarda, aletli uçuş koşullarının yürürlükte olduğu zamanlarda, pilotların kalkış sırasında yoğun yağış ve görüş kaybı hadiseleri olduğu zaman ciddi yön ve kontrol güçlükleri ile karşılaştıkları belirlenmiştir (Huang, 2020).

Uçuş emniyetinin sağlanmasında, uçuşun kalkış aşaması için ek kaza önleme stratejilerinin önemi ve gerekliliği ortaya çıkmıştır. Uçuş ekiplerinin kalkış sırasında zorlu hava şartlarına yönelik, eğitimin nereye odaklanması gerektiği konusunda çalışmaların yapılması gerekmektedir. Olumsuz hava koşullarında kalkış sırasında uçak kontrol yeterliliğinin iyileştirilmesinin faydası olması ve herhangi bir motor güç kaybı durumunda prosedürlerin yetkin bir şekilde yürütülmesi güçlendirilmelidir.

#### 2.4.2. Seyir Safhası (Cruise)

Uçuş emniyetinin önemli bir safhası olan seyir aşaması, hava aracının aktif olarak incelendiği ve bir sonraki adımının ne olacağı üzerine zihinsel olarak uçağı uçurmaları gerektiği anlamına gelmektedir. Pilotların zorlu hava koşulları karşısında kendi becerilerini gerçekten kullanmadığı sürece yani pratik yapmadıkça, en iyi geliştirilmiş ve eğitilmiş becerilerin kullanışlı olmadığı görülmüştür. Hava aracının oto pilot konumunda, uçuş aletlerinin aktif olarak izlenmesi dışında, mevcut meteoroloji gelişmelerinin uçuş ekibi tarafından dikkatle takip edilmesi, uçuşun emniyetli bir seyirde olmasını sağlayacaktır.

1997'de yılında araştırmacılar, pilotların seyir halinde iken hava şartları karşısında ne gibi takipler yaptıkları üzerine bir araştırmayı gerçekleştirmişlerdir. İnceledikleri seyir raporlarının yaklaşık üçte birinde pilotların, gelişmekte olan hava şartları karşısında yetersiz bir veri paylaşımı ve yönetimi yaptıklarını bulmuşlardır ve çoğu zaman seyir halinde kendi iş yüklerini kötü planladıkları ve kritik bir hava muhalefeti sırasında başka bir meşguliyette oldukları için hata dizilerinin meydana geldiği görülmüştür (Sumwalt vd., 2002).

1998 yılında NASA tarafından yapılan kokpit araştırma projesinde, uçuş mürettebatının seyir halinde diğer görevlere katılırken kritik anlarda kötü hava şartlarında ihmal ettiği görev türlerini belirlemek için seyir raporlarını gözden geçirmiştir. Raporların %69'da ihmal edilen görevlerin ya uçağın mevcut durumunu veya konumunu izlememeyi ya da pilotun seyir halinde iken uçuş aletlerini izlememeyi içermektedir (Sumwalt vd., 2002). Bu tür sorunlar için ekiplerin özellikle kritik hava şartlarında uçuş yönetimini yeniden planladığı belirlenmiştir ve uçuş öncesi hazırlıklarda kritik durumların yetersiz analiz edildiği anlaşılmıştır.

Kalkış öncesi yapılan brifinglerin kalitesi, uçuş boyunca mürettebat performansını daima artırmıştır. Mürettebatın meteoroloji verilerini ve uçuş planlamasını aldığı anda, seyir halinde karşısına ne gibi hava şartlarının meydana geldiği ve nerede hangi kaçınma manevralarının yapılmasına dair planlamaların yapılmasını sağlamaktadır (Stefan, 2017). Bu aşamanın uçağın seyir safhasında sağlıklı bir uçuş yönetimi gerçekleştirmesine yardım etmektedir. Bu ön kontrol brifingi şunları içermelidir:

- Kötü hava şartların alternatif havaalanları ve rotalar
- Uçağın bakım durumu
- Kalkış, seyir ve iniş safhaları için meteorolojik koşullar (örneğin, pist koşulları)
- Anormal prosedürler (örneğin, iptal edilen kalkış, divert durumu, pas geçme)

Bu hazırlıkların sağlamış olduğu veri havuzu sayesinde, planlanan uçuş operasyonunun emniyetli bir şekilde uygulanmasına büyük bir katkı sağlayacaktır.

### **2.4.3. İniş Safhası (Landing)**

Hava aracının inişten önce mevcut hava durumu bilgisini alması ve pilotlar tarafından doğru analiz edilmesi uçuş emniyeti açısından büyük bir öneme sahip olan bir diğer safhadır. Önemli değişkenlik ve etki gösteren hava koşullarının uçuş üzerindeki etkilerini yönetebilmek ve hazırlıklı olmak, anı gelişen koşullarda reaksiyon süresini azaltacaktır. Tüm hava tahminleri matematiksel ve istatistiksel modellerin sonuçlarıdır ve pilotlar bunları doğru yorumlayabilmelidir. Mürettebatın sahip olduğu bilgi, beceri ve tutumlarını meteorolojik desenlerdeki deneyimleriyle birlikte kullanmalı ve birbirlerine bilgi vermelidir (Stefan, 2017). Uçuş ekiplerinin inişten öncesi ve uçuş sırasında planladıkları yönetim için meteorolojik bilgilerin doğru analiz edilmesi gereklidir, bu bilgiler şunları içermelidir:

- Rüzgâr hızı ve hava sıcaklığı
- Rota boyunca hava olayları ve değişiklikleri
- Varış ve yedek meydan için METAR/SPECI tahminleri

Veri depolama ve işleme yönetimlerinde, uçuş emniyetine yönelik yeni teknikleri mümkün kılmaktadır. Havayolları tarafından kullanılan emniyet analiz ve raporlama teknikleri doğrultusunda, pilotların iş yükünün azaltılmasında meteoroloji bilgilerinin gerekli istasyonlar tarafından uçuş ekiplerine bildirilmesi, uçuş emniyetine yönelik katkı sağlayabilen gelişmelerden olmuştur.

Ancak yüksek kaza oranı nedeniyle, son yaklaşma ve iniş aşamaları, kalkış ve ilk tırmanma aşamalarına kıyasla uçak kaza çalışmalarında daha fazla dikkat



çekmiştir. Operasyonel uçuş verilerini analiz ederek ve modelleyerek, uçuşun son yaklaşma ve iniş aşamalarında uçak kazalarının önlenmesi konusunda çok sayıda çalışma yapılmaya devam edilmektedir. Bu sebeple iniş safhasında risk tanımlamasını sürekli olarak geliştirmeye ve uçuş emniyeti analizini iyileştirmeye ihtiyaç vardır. Önceden belirlenmiş emniyet eşiklerine dayanılarak ve bu noktadan önceki hava aracının hava koşullarındaki davranışı dikkate alınarak, acil durumlarda yeni metodolojiler geliştirerek ve uygulayarak, uçuşun iniş aşamasında risk ve emniyet eğilimleri hakkında pilotlara daha fazla bilgi ve eğitim sağlanabilir (Sheridan, Puranik, Mangortey, Pinon-Fischer, Kirby ve Mavris, 2020).

İniş safhasında ekip yönetimi ile ilgili düşünceler, belirli hava şartları altında kategorilere ayrılabilir. Risk derecesi ile ilgili bağlantılı olarak ortaya çıkan bu yönetim durumu, iniş sırasında:

- Öngörülebilir bir duruma yol açacak belirli bir karar tanımlamış bir dizi iniş seçeneğinin sağlanması
- Zorlu hava şartlarında yüksek olasılıklı risklerin önceden belirlenmesi ve seçeneklerin simülasyon eğitimlerinde sunulması

Bu seçeneklerin uçuş ekiplerine daha fazla analiz için, karar verme modellerini benimsemesini sağlayacaktır. İniş sırasında meteoroloji kaynaklı eski verilerin toplanıp, prosedürel faaliyetler için sistemlere aktarılması, hava kaynaklı acil durum koşullarının öngörülemeyen gelişiminin önüne geçecektir.

İniş sırasında yönetimsel çatışma durumları, hava kaynaklı ani bir değişim ile uçuş emniyetinin bozulmasına yol açmaktadır. Hava aracının piste teker koymasına kadar olan süreçteki dinamik olarak değişen parametreler, niteliksel olarak farklı ve yönetim sürecinin olumsuz bir şekilde gelişmesine yol açması muhtemel olabilmektedir (Szafran ve Lukaszewicz, 2020). Gelecekte bu değişen durumlar karşısında geliştirilecek sistemlerin, uçuşların tüm safhalarında pilot ve insansız hava aracı ekipleri için, meteoroloji kaynaklı zorlu koşullarda doğru yönetim olasılığını artıracak yöntemleri ve pratik uygulamalarını sağlayabilir.

## 2.5. Uçuş Emniyetini Etkileyen Hava Olayları

Günümüzde emniyetli bir uçuş emniyeti için, meteoroloji kaynaklı riskleri en aza indirmek ve karar verme sürecini kolaylaştırmak için bağımsız ve güvenilir sistemlerden gelen bilgileri birleştirme zorluğuna sahiptir. Hava operasyonları için ana risklerden biri meteorolojidir, çünkü kümülonimbus gibi konvektif bulut oluşumları, diğerlerinin yanı sıra buzlanma, şiddetli rüzgarlar, microburst ve gök gürültülü fırtınalar gibi hava operasyon emniyetini etkileyebilecek birkaç tehlikeli fenomen üretebilir.

Özellikle hava araçlarının rotaları üzerinde pist görüş mesafesi, rüzgâr kuvveti ve yönü, yağış tipi ve şiddeti, bulut taban yüksekliği, buzlanma, microburst gibi meteorolojik hadiselerin dikkatlice takibi ve pilotlar tarafından emniyetli bir şekilde yönetimi, hava araçlarının emniyetli bir uçuş yapmalarında en önemli faktörlerdendir (Zuluaga, Pabon, Bonilla ve Montova, 2019).

Mevcut sistemlerden, çok bantlı uydu görüntüleri ile yukarıda belirttiğimiz hava hadiseleri ve Meteorolojik raporlar (METAR) gibi diğer kaynakların birleştirilmesi yoluyla, konvektif hava olaylarının otomatik olarak tanımlanmasına ve tüm kaynaklar için ortak bir uçuş ağını etkileyen coğrafi referanslı koordinat sistemi kurularak, hem uçuş emniyeti hem de hava trafik kontrol sistemi için, hava aracının yakınında oluşan tehlikeli hava koşulları hakkında erken uyarıları hesaplayabilen bir sistemi oluşturmak uçuş emniyetini artıracaktır. Bunun için bir meteorolojik analiz sistemi oluşturularak, uçuş rotasında ve bölgesinde meteorolojik oluşumun alanını, yüksekliklerini, sıcaklıklarını, risk seviyesini ve konumunu hesaplayan oluşumlar hakkında bilgi üretimi sağlanabilir. Öte yandan, meteorolojik risklere yönelik yapılan sistemler neticesinde rotalarda yer alan gözetleme sensör bilgilerinin, birincil ve ikincil radar sinyalleri gibi mevcut hava trafik sensörleri ve WGS-84 koordinat sisteminde birleştirilmiştir (Zuluaga vd., 2019).

Coğrafi bilgi sisteminde, meteorolojik ve gözetim bilgileri, hava trafik sistemi tarafından oluşturulan emniyetli rotaları ve meteorolojik nesnelere tarafında oluşturulan izleri, süreleri ve yüksek verileri belirlemek için ortak olarak çalışmaktadır. Bu bilgilerle ATC sistemi kullanıcıları, risk alanlarını en aza

indirebilir ve hava trafik akışının yeniden düzenlenmesini kolaylaştıracak ve uçuş emniyetini etkileyen meteorolojik riskleri en aza indirecektir (Zuluaga vd., 2019).

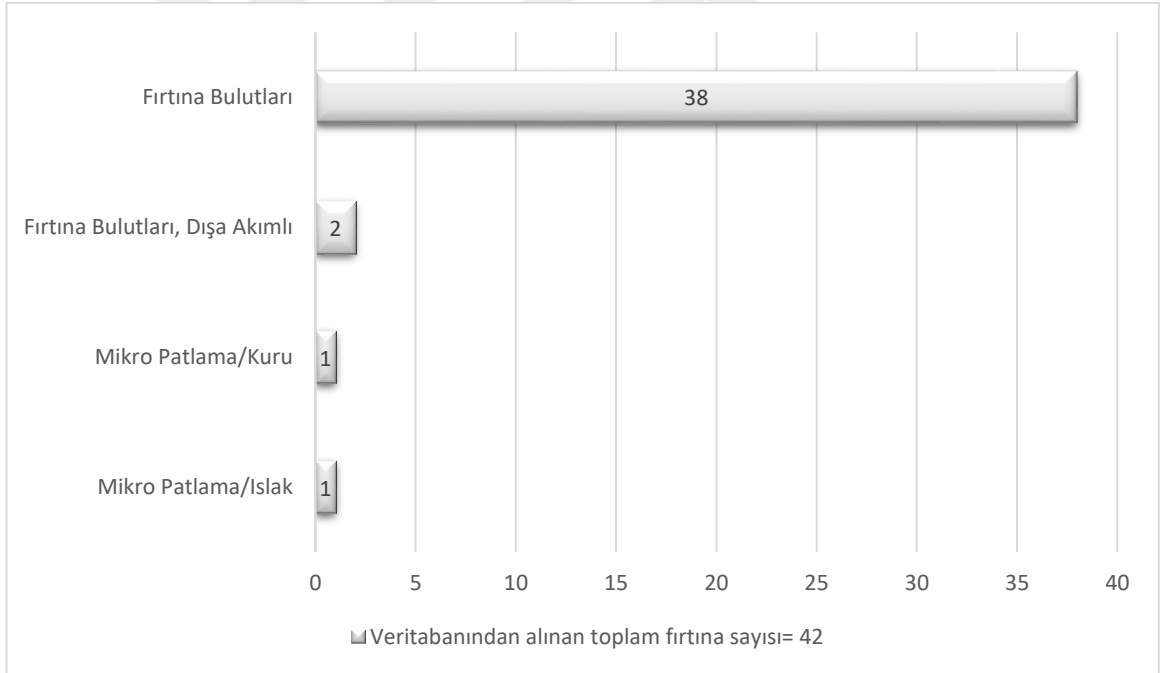
Bu sistemlerin kümülonimbus, sis, buzlanma, microburst hadiseleri karşısında geliştirilmesi ve koordineli olarak alt sistemler tarafından kullanılması, uçuş ekiplerinin riski değerlendirmesine ve değerlendirmeye göre, gerekirse hava taşıtını kötü hava koşullarına sahip alanlara girmeden önce riskleri minimuma indirerek hava trafik akışını yeniden düzenlemesine olanak sağlayabilir.

### **2.5.1. Fırtına Bulutları**

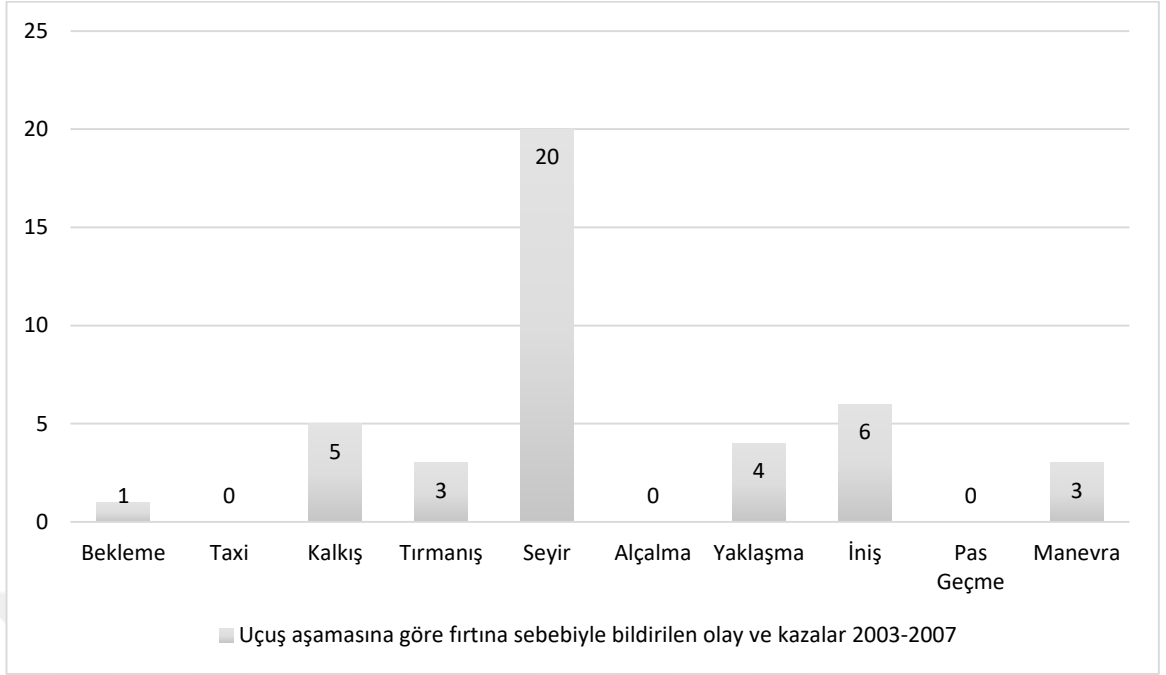
Havacılıkta fırtına bulutlarının oluşturmuş olduğu güçlü aktiviteleri sebebiyle çok sayıda kaza kırım hadisesi meydana gelmiştir. Özellikle kümülonimbus ve etrafında oluşabilecek meteorolojik koşullar neticesinde, uçuş ekipleri beklenmedik şartlar altında kalarak hava operasyonunu zorlu koşullarda yönetmek durumunda kalmışlardır (Tafferner, Forster, Guillou, Hauf ve Zinner, 2010). Hava aracının operasyonel faaliyetlerini olumsuz etkileyebilecek bir güce sahip olan fırtına bulutları rota üzerinde tespit edilmesi neticesinde kaçınılması gereken meteorolojik oluşumlar olmuşlardır. Bu nedenle fırtına bulut oluşumları hava trafiği emniyeti için son derece tehlikeli olduğu bilinmekte olup, mümkün olduğunca bu bulut oluşumlarından kaçınılması önerilmektedir.

Kalkıştan önce pilotlar tarafından incelenen hava durumu verileri, belirli zamanları kapsayan fırtına oluşumlarını belirtmektedir. Nispeten geniş alanlar için yalnızca genel itibarıyla fırtına tehlikesi tahmini sağlayabilmektedir. Buna karşılık gök gürültülü fırtınalar, dakikanın onda biri ile bir saat arasında hızla gelişir ve tam oluşum zamanlarını, yerlerini tahmin etmek zorlu olabilmektedir. Ayrıca, fırtına hücrelerinin radarda zayıf veya geri dönüşsüz olarak gelişmek üzere olduğu, ancak gelişen hücrelerin üzerindeki seviyelere yayılabilen konvektif türbülans gibi uçuş emniyetine olumsuz etki edebilecek hadiseler oluşumunda mevcuttur. Bu durumda hava aracı herhangi bir ön uyarı olmaksızın ani ve şiddetli türbülans yaşayabilir (Tafferner vd., 2010).

Yüzey ısıtmasının bir sonucu olarak meydana gelen gök gürültülü sağanak yağışlar, tehlikeli hava sistemleri sonucunda hava trafiği için önemlilik arz etmektedir. Fırtına bulutları ile ilişkili meteorolojik tehlikeler arasında dolu, hortum, rüzgâr kesmesi, mikro patlamalar, buzlanma ve türbülans gibi uçuş emniyeti için önemli olan hava olayları da yer almaktadır. Uçuş emniyetini etkileyen fırtına bulutlarının meydana getirdiği fırtınalar, belirli kategorilere ayrılır: Fırtınalar; mikro patlama/kuru ve mikro patlama/ıslak olarak bu kategoriler uçuşların özellikle iniş safhalarında, uçuş ekiplerini zorlu şartlar altında bırakarak kaza kırımlara sebep olmaktadır (FAA, 2010). Fırtına bulutlarının neredeyse yarısı uçuşların seyir evresinde meydana gelerek, uçuş ekiplerinin emniyetli rotalara sapmalarına neden olmuştur. FAA tarafından 2003 – 2007 yılları arasında fırtına bulutları sebebiyle meydana gelen kaza kırım sayıları aşağıdaki şemalarda yer almaktadır:



**Grafik 3. NTSB Havacılık Kaza ve Olay Veritabanı**  
**Kaynak:** FAA, (2013). Weather-Related Aviation Accident Study.



**Grafik 4. NTSB Havacılık Kaza ve Olay Veritabanı**  
**Kaynak:** FAA, (2013). Weather-Related Aviation Accident Study.

Uçuş sırasında belirli durumlarda, fırtına bulut oluşum dizisi arasında gezinmek, ya varılacak noktanın bulut oluşumunun ötesinde olduğundan ya da bulut oluşumunun üzerine ulaşamadığından pilotlar için açık olan tek seçenek olabilmektedir. Bu gibi durumlarda, fırtına bulutlarının arasında veya dışına çıkmak için bir boşluk bulunması adına uçağın rotasından yüzlerce mil uzaklaşması gerekebilir. Uçuş ekibinin fırtına oluşumlarını takip ederek en az tehlikeli rotayı belirlemesi gerekir, burada izlenecek en emniyetli rotanın, güncel meteoroloji verilerinin ve hava durumu radarının doğru yönetiminden geçmektedir.

### 2.5.2. Sis

Sis, havacılıkta en yaygın görüş sınırlayıcı olmuştur ve yüzey görünürliğünde bozulmaya varmasında engel olabilmektedir. Sis hadisenin havacılık kazalarında önemli bir rol oynadığı ve genellikle ölümcül olarak sonuçlandığı bilinmektedir. Tüm zamanların en kötü havacılık felaketi olan Kanarya adaları Tenerife’de, iki adet Boeing 747’nin çarpışması sırasında, en büyük faktörü sis hadisesi oluşturmuştur. Kalkış yapan uçağın ekibi ve trafik kontrol kulesi, sis sebebiyle pistte taksi yapan 747’yi görememiş ve çarpışmanın etkisiyle 583 kişinin ölümüne neden olan kazaya yol açmıştır.

Meteorologlar, uçuş emniyetine doğrudan etki edebilecek altı farklı sis türünü oluşum sürecine göre sınıflandırmışlardır. Yer sisi veya radyasyon sisi uçuş emniyetini etkileyen en yaygın görülen sis türleri olmuştur. Havada yeterli nemin olduğu her yerde oluşabilen bu sis türü, genellikle sabahın erken saatlerinde görülmektedir. En hafif haliyle, yer sisi yalnızca birkaç feet kalınlığındaki tutamlardan oluşabilmektedir. Daha aşırı durumlarda, sisin dikey derinliği birkaç yüz ila 1.000 ft arasında olabilir (Arbogast, 2016). Pilotlar için, yukarıdan bakıldığından ince bir yer sisi tabakası oldukça şeffaf görünebilmektedir. Ancak yataydan bakıldığından, özellikle uçuşun yaklaşma safhasında, pilotlar sisin çok daha fazlasını görebildikleri için görüş önemli ölçüde azalmaktadır.

Genellikle havacılık için sorun yaratan başka bir sis türü de deniz sisi olmuştur. Deniz sisi çok kalın olma eğilimi ve uzun süreli oluşumu sebebiyle risk yaratmaktadır. Dönüşümlü olarak yükselebilen ve alçalabilen yapıya sahip olan bu oluşum, asla gerçek anlamda dağılamaz (Arbogast, 2016). Alçak tavanlardaki seyri sebebiyle kalkış ve iniş sırasında tehlike yaratan bu hadise, özellikle ani rüzgâr kayması ile görüşü hızla düşürebilir ve uçuş ekiplerini hazırlıksız yakalayabilmektedir. Görüş üzerindeki bu hızlı azalma, ekiplerin havalimanı alternatiflerini dikkate alması ve sisin oluşturduğu koşullar nedeniyle uçağın ek yakıt taşımamasını gerektirmektedir. Sis hadisesi neticesinde uçuş operasyonu görerek uçuş kurallarından (VFR) aletli uçuş kurallarına (IFR) birkaç dakika içinde geçebilecek potansiyele sahiptir ve pilotlar tarafından hassas bir uçuş yönetimi beklenmektedir.

Özellikle pist görünürlüğü gibi yere yakın operasyonlar üzerindeki etkisi nedeniyle, uçuş ekiplerinin sis ve bulut tabanın alçalmasını doğru bir şekilde tanımlaması önemlidir. Sis hadisesinin yaratmış olduğu kazalar neticesinde, Pearson (2002) tarafından 1995-2000 yılları arasında genel havacılık ve ticari operasyon verileri analiz edilmiştir. Verilerden elde edilen bilgiler neticesinde, meteoroloji kaynaklı veri yönetimi konusunda 1.380 adet kaza kırım meydana geldiği görülmüştür. Bu kazaların %63'üne düşük bulut tabanı, sis ve görüş, %18'i rüzgâr ve türbülans, %8'i buzlanma, %5'i yağmur ve kar, %5', gök gürültülü fırtınalar ve %1'i diğer hava olaylarından kaynaklanmıştır (Özdemir, 2016).

Sisli koşullarda hava operasyonlarının gerçekleştirilmesi, pilotların yılın belirli zamanlarından deneyimlediği zorlu operasyonlardır. Hava koşulları, uçuş planlamasının en önemli ve öngörülemeyen yönlerinden biridir, bu yüzden uçuş ekipleri emniyetli bir uçuşun sağlanmasında her zaman hazırlık olmalıdır. Özellikle iniş süreçlerinde potansiyel olarak uçuşun en tehlikeli aşamasıdır ve azalan görüş, çevrenizi ayırt etmeyi zorlaştırmaktadır. Şirketlerin sisli koşullarda gerçekleştirmeyi planladıkları hava operasyonları için sağladıkları düzenli simülatör eğitimlerinde, pilotların nasıl bir uçuş yönetimi ve veri takibi konusunda iyi bir pratik yapmaları, sorunsuz ve emniyetli bir uçuşun gerçekleşmesini sağlamaktadır.

Son olarak navigasyon teknolojisindeki ilerlemeye rağmen, sis hadisesi ticari havacılıkta birçok operasyon faaliyeti için büyük bir kısıtlama olmaya devam ediyor. Portekiz ana karası üzerinde yapılan araştırmada, sis hadisesinin, bölge havalimanı faaliyetleri genellikle büyük ekonomik etkilerle ve sis sebebiyle oluşabilecek kaza kırım olayları ile birlikte operasyonu askıya alabildiği ve kısıtladığı gözlemlenmiştir. Araştırma sırasında gözlemlenen meteorolojik parametreler şunlardır: incelenen iki havalimanında da her bir sis tipinin davranışı belirlenerek, farklı zaman periyodlarında etkilediği yatay görüş ve minimum görüş koşullarının uçuş ekiplerini zorladığını ve hava trafiğinde meydana getirdiği orantısız etkisi nedeniyle uçuş emniyeti için zorlu bir süreç oluşturmuştur. (Guerreiro, Soares, Cardoso ve Ramos, 2020).

### 2.5.3. Buzlanma

Havacılık sektöründe modern uçak tasarımı ve işletimi için şüphesiz en önemli gereksinim uçuş emniyetidir. Uçak performansı ve emniyeti, ani gelişen meteoroloji koşullarından kaçınılmaz olarak etkilenir ve bu olumsuz koşullardan emniyeti en çok etkileyen hadiselerden biri de buzlanmadır. Uçak buzlanması, ciddi aerodinamik bozulmalara ve uçuş sırasında mekanik etkilere neden olarak, uçuş emniyetini fazlasıyla tehdit etmektedir. İlk olarak, uçak üzerinde gelişen buzlanmanın nedenleri, türleri, şiddeti ve doğal parametreleri uçuş ekipleri tarafından detaylıca benimsenmesi gerekmektedir. Uçak üzerindeki buz birikiminin hava aracının performansı, stabilitesi, kontrol edilebilirliği üzerindeki olumsuz etkileri bir dizi uçak kazasına sebep olmaktadır.

Uçaklar için oldukça tehlikeli olabilecek bu meteorolojik durum, özellikle kış şartlarında bölgesel uçuşlar için önemli bir sorun olmaktadır. Uçağın kaldırma kuvvetinin azalmasına, durma hızının artmasına, dengesizliğe ve yakıt tüketiminin artmasına neden olmaktadır. ABD’de son 20 yılda uçuş sırasında meydana gelen buzlanma hadisesi ile ilgili yaklaşık 600 kaza meydana gelmiştir. Bu fenomenin neden olduğu süper soğutulmuş su damlacıkları, uzaktan algılama ile ölçülememesi ve tahmin edilmesinin zor olması sebebiyle uçuş emniyetini yüksek seviyede tehdit etmektedir (Page, 2010).

Uçuş sırasında buzlanma sonucu etkilenen yüzeylerin tekrar aktif olarak kullanılabilmesi için mevcut tekniklerden biri: sıcaklık ve nem ile erime tabakasını (0 derece rakım) olarak belirlemektir. Bununla birlikte, derin konveksiyon oluşumları ve aşırı soğutulmuş yağmur gibi bazı koşullarda, bir miktar buzlanma varken erime tabakası yoktur. Buzlanma bölgelerini tanımlamak ve yoğunluğunu belirlemek için kullanılabilir bir başka yöntem ise, aerosol süpürmesine ve aşırı soğutulmuş su potansiyelinde bir artışa neden olan yağış oluşumunu belirlemektir. Buz çekirdeği görevi gören aerosoller daha az olduğunda, su buharı su olarak yoğunlaşmaya zorlanır ve yeterli buz çekirdiği olmadığı için donamaz. Uçuş sırasında buzlanmayı teşhis etmeye yönelik diğer metodolojiler ise, bir veri birleştirme sürecini içermektedir. Buzlanma ile ilgili özellikleri tespit etmek için potansiyellerine göre farklı veri kaynaklarından gelen bilgilerin ortak yönetimi, gerçek zamanlı bir buzlanma potansiyelinin teşhisini sağlayabilmektedir (Page, 2010).



Hava aracının uçuş dinamik özellikleri, uçak emniyeti için önemli bir tehdit olarak kabul edilen buz birikmesiyle büyük ölçüde değişebilmektedir. Uçak dinamiği üzerinde ortaya çıkan çeşitli buz birikimi etkileri üzerine birçok araştırma yapılmıştır. Buz birikmesinin uçaklar üzerindeki etkileri hakkında hesaplama modellerinin simüle edilmesi ve kontrol yüzeyleri üzerindeki etkilerinin yanı sıra, hava aracının buzlanma koşullarından korunmasına yönelik yeni sistemlerin ve yöntemlerin geliştirilmesi uçuş emniyeti açısından daha fazla ilgiyi hak eden kilit konulardan biri olmaktadır (Cao, Wu, Su ve Xu, 2015).

Buzlanma koşulları uçak sistemlerinin bütün uçuş safhalarını olumsuz etkilemesi neticesinde, uçak performans ve prosedürlerinin akıcılığı için uçuş ekiplerinin eğitimlerine dahil edilmelidir. Tekrarlayan olumsuz koşulların ve buzlanma geçişleri karşısında, buz çözücü sıvı ve gerekli anti ve de-icing ekipmanlarının yeterli olması ekiplerce sağlanmalıdır. Uçuşta buzlanmanın yapısal tespiti için iki koşul gereklidir:

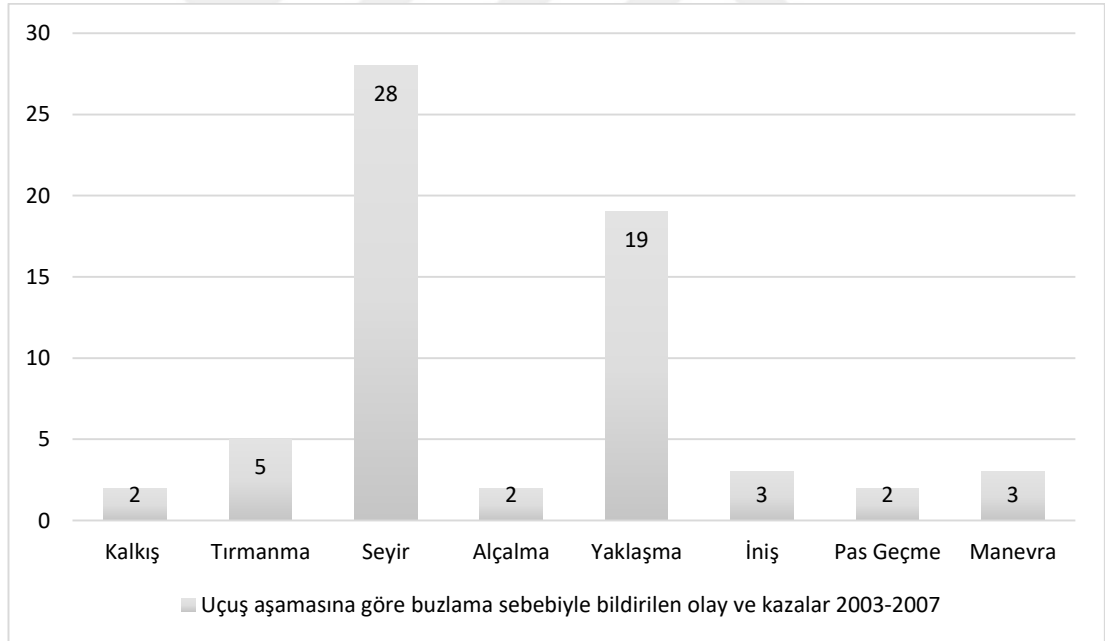
1. Hava aracı yağmur veya bulut damlacıkları gibi görünür sularda uçuyor olmalı
2. Nemin uçağa temas ettiği noktadaki sıcaklık 0 derece veya daha soğuk olmalıdır

Uçuş emniyetini tehdit eden tehlikeli buzlanma için en uygun koşullardan biride, aşırı soğutulmuş su damlasının oluşumudur. Daha az sayıda daha küçük su damlacıkları daha yavaş bir buzlanma oranına sahip olarak, en çok sisli ve alçak seviyeli bulutlarda meydana gelerek iniş aşamasında dikkat edilmesi gereken bir buzlanma türüdür (Cao vd., 2015).

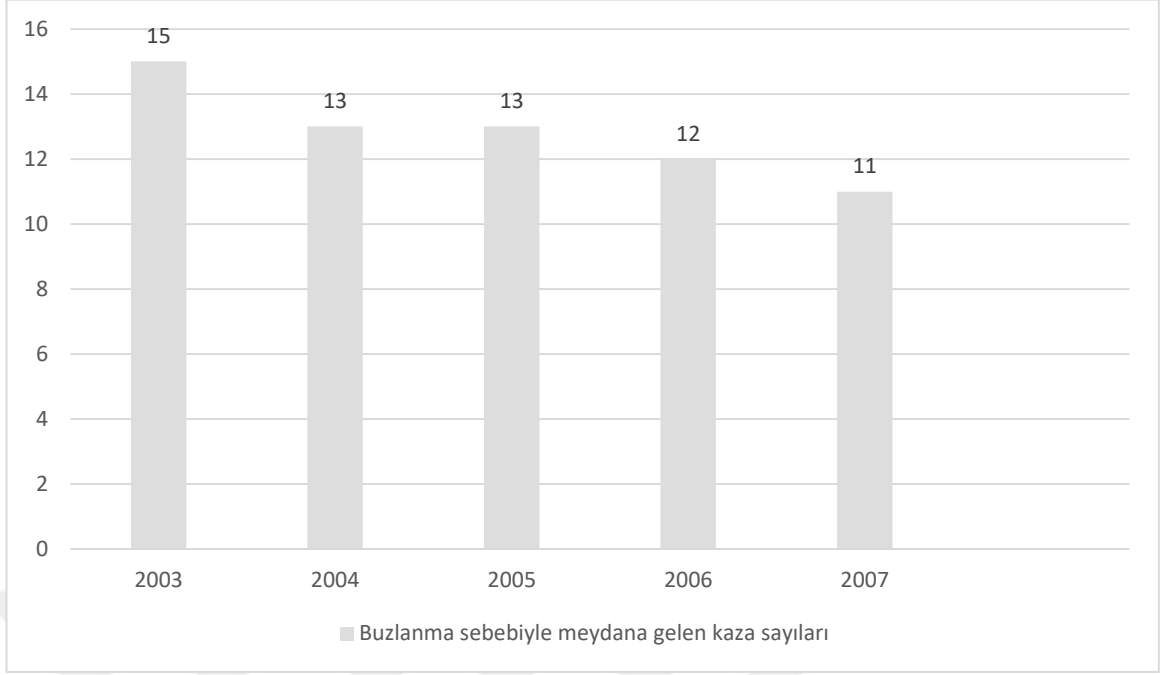
NASA tarafından buzlanma koşullarına yönelik gerçekleştirilen deneyde, rüzgâr tüneli tarafından oluşturulan buz şekillerinin uçak kanadı üzerindeki aerodinamik performansını belirleme ve ölçme konusunda fiziksel süreçler incelenmiştir. 2D ve 3D platformlarında buz yapılarının değişkenlik gösterdiği ve kanat yüzeylerindeki etkilerinin, hava aracının uçuş performansına yönelik negatif etkilerini ortaya çıkarmıştır. Deney sırasında belirli buzlanma faaliyetlerinin takip edilmesinin ve ekstra araştırmalar yapılması gerektiği tavsiye edilmektedir:

- Kanat sırt profilinde buz oluşum sürecini anlamak için ek testler gereklidir
- Kanat profili performansı açısından buz sırtının kritikliğini anlamak için daha fazla analiz ve test yapılmalıdır. Bu test hem sırt konumunu hem de yüksekliği içermelidir

Bu deney yoluyla öğrenilen bilgiler ışığında, buzlanma koşullarında pilotların pnömatik buz koruma sistemlerini etkinleştirmeden önce meteorolojik verilerin geç analiz edilmesi ölümcül bir hataya sebep olabilir (Reehorst, Chung: Potapczuk, Choo: Wright, Langhals, 1999). Küçük, iyi huylu görünen buz birikimleri ve tüm buzlanma koşullarının ekipler tarafından sürekli yönetimi uçuş emniyetinin oluşmasında çok önemlidir. Hava taşıtlarının el kitaplarında aksi belirtilmedikçe, pilotların ilk buz oluşumu belirtisinde buz koruma sistemlerini etkinleştirerek, uçuş emniyetini sağlaması gerekmektedir.



**Grafik 5.** NTSB Havacılık Kaza ve Olay Veritabanı  
**Kaynak:** FAA, (2013). Weather-Related Aviation Accident Study.



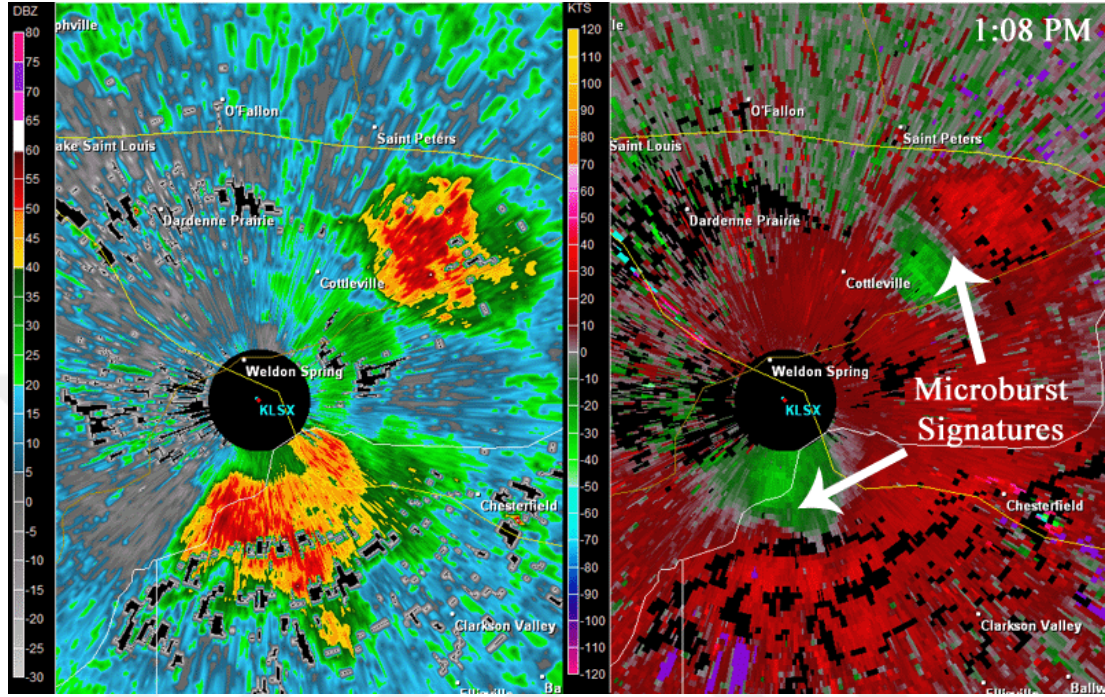
**Grafik 6grafik.** NTSB Havacılık Kaza ve Olay Veritabanı  
**Kaynak:** FAA, (2013). Weather-Related Aviation Accident Study.

#### 2.5.4. Mikro Patlama

Uçuş emniyetini tehdit eden bir diğer önemli hava olayı olan mikro patlamalar, 1-2 deniz mili yatay mesafelerde ve 1000 feet'ten daha az dikey mesafelerde meydana gelen güçlü bir aşağı çekiş kuvvetidir. Nispeten küçük ölçekli olmasına rağmen, özellikle uçakların iniş hattına denk gelebilen 100 knot'tan daha yüksek rüzgâr hızlarına ve dakikada 6.000 feet kadar güçlü yukarıdan aşağıya etki eden hava akımlarına neden olabilmektedir (Mulgund ve Stengel, 2012). Bir mikro patlama hadisesine maruz kalan havar aracı, aerodinamiksel koşullarına aniden etki edebilen ve manevra kabiliyetine yönelik kısıtlayıcı sert etkilere yol açarak, uçuş tutumunu bozar ve pilotları zor şartlar altında bırakabilmektedir. Mikro patlama, arka rüzgârdan karşı rüzgâra hızla geçebilir, bu da hava hızında ve performansta bir artışa sebep olur. Tersine ise, arka rüzgâra dönüşen bir karşı rüzgâr, hava hızında ve performansta ise bir düşüşe neden olmaktadır.

Mikro patlamaları tahmin etmek uçuş ekipleri için imkansıza yakındır ve tespit edilmesi zordur. Meteorologlar radar verilerini analiz ederken, orta irtifa radyal yakınsama imzası olarak da bilinen fırtınanın orta seviyelerinde birleşen havayı

aramaktadırlar (Mulgund ve Stengel, 2012). Aşağıda yer alan resimde, radar verilerinin bir örneği yer almaktadır.



**Resim 3.** Radar ekranında rüzgâr verileri  
**Kaynak:** NOAA

Burada yer alan parlak kırmızı alanların, radardan uzaklaşan rüzgarları, parlak yeşil ise radara doğru esen rüzgarları göstermektedir. Yüksek kontrastlı alanlar, rüzgâr kaymasının güçlü bir göstergesidir. Ancak mikro patlamalar çok kısa ömürlü olduklarından, radar taramaları arasında meydana gelebilecekleri için tespit edilmeleri zordur. Sistemler zaman zaman erken uyarı verseler de mikro patlamalar yine de herhangi bir uyarı olmadan da gerçekleşebilmektedir.

Birçok havalimanı, mikro patlamaları tespit etmek amacıyla artık LLWAS ile çevrelenmiştir. Sistem, havalimanı çevresinde yer alan uzak sensör istasyonu sahalarında rüzgâr hızını ve yönüne ölçerek istasyona iletilir, bu da ATC birimine uyarılar göndererek, pilotlara gerekli uyarılar ve bilgiler iletilmektedir (Mulgund ve Stengel, 2012). Mikro patlamalarla ilişkili riskler önemlidir, bu nedenle pilotların

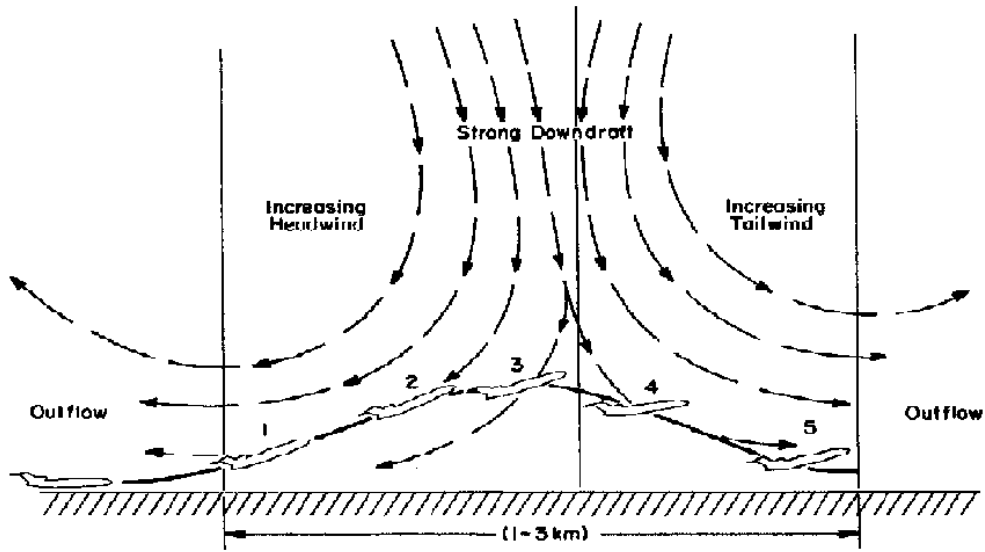
gerekli uçuş yönetimini uygulaması ve bunlardan kaçınmaya hazırlıklı olması uçuş emniyeti adına çok önemlidir.

Mikro patlamanın meydana getirdiği şiddetli alçak irtifa rüzgâr değişkenliği, uçakların kalkış veya iniş yapması için seyrek görülen ancak önemli bir tehlikeyi temsil etmektedir. 1964'ten 1985'e kadar olan havacılık dönemi boyunca, mikro patlamalı rüzgâr kesme hadisesi, yaklaşık 500 ölüm ve 200'den fazla yaralanmayı içeren en az 26 sivil havacılık kazasında katkıda bulunan bir faktör olmuştur. Mulgund ve Stengel (2012) tarafından yapılan araştırmada, inişe yaklaşma sırasında bir mikro patlama ile karşılaşan çift jet motorlu bir nakliye uçağının uçuş yolu optimize edilmiştir. Yörünge ve uçuş yolunun tırmanış kısmı sırasında emniyetli yerden yüksekliği ve yeterli bir stall marjini koruyan bir kaçış manevrası yapılması amaçlanmıştır. Pilotların karşı rüzgâra yönelik ilk ve ani tepkisi motor gücünün azaltılıp uçağın burnunu indirdiği tehlikeli durumlar gözlenmiştir. Bu durumların, uçağı düşük motor gücünde, alçak bir konfigürasyonda bıraktığı ve rüzgâr yönünün arka rüzgâra geçtiğinde, uçağın toparlanmasını zorlaştığı ortaya çıkmıştır. Mikro patlama sebebiyle karşıdan alınan ani rüzgâr değişiminde, yaklaşık 30-90 knotluk bir sürat kaybı potansiyeli nedeniyle, uçak pistin üzerinde kısa süreliğine stall olabilir veya ani bir yükseklik kaybedebilmektedir. Mikro patlama hadisesine maruz kalındığı esnada uçuş emniyetinin korunmasına yönelik yapılacak olan eylemlerde, pilotların sezgisel ve farkındalık seviyelerinin geliştirilmesine istinaden, yeni uçuş tekniklerinin araştırılması olasılığının gerekliliği araştırmacılar tarafından gözlemlenmiştir.

Mikro patlama sebebiyle meydana gelen şiddetli rüzgâr kesme hadiseleri, hava aracı için stresli bir kaçınma manevrası yaratmaktadır. Fırtına gibi diğer meteorolojik hadiselerle nazaran, mikro patlamaları fark etmek ve görsel referansı yakalamak uçuş ekipleri için bir hayli zorlayıcı olmaktadır. Özellikle pilotların simülatör eğitimleri sırasında, çoklu doppler analizinden elde edilen yüksek uzamsal ve zamansal çözünürlüklü verileri kullanabildikleri için benzersiz bir pilot eğitimi fırsatı sunmaktadır (Elmore, McCarthy, Frost ve Chang, 1986).

Bu modelleme örneği gibi birçok sistemin analiz ettiği ortak bilgi ışığında, bir pilotun kontrol girdilerinin etkilerini ve mikro patlama gibi dış etkileri içermektedir.

Özellikle yaklaşma veya kalkış sırasında mikro patlama penetrasyon yüksekliği kritik bir faktör olmaktadır. Yeterince düşük irtifada karşılaşırsa, özellikle uçuşun kalkış safhasında yüksek alçalma nedeniyle pas geçme prosedürü zorlayıcı olabilir ve hava aracı için kalkış rulosu aşırı miktarda pist mesafesi gerektirebilir veya bir uçak kalkıştan sonra yeterince dik bir açıyla tırmanamayabilir (Elmore vd., 1986). Pilotlara yönelik herhangi bir uyarı aktarımının ve nispeten kesin konum içeren bilgilerin uçuş emniyetinin sağlanmasında hayati bir öneme sahiptir.



**Şekil 5.** Kalkış sırasında mikro patlama sebebiyle ortaya çıkan rüzgâr kesmesine tipik jet nakliye uçağının tepkisi  
**Kaynak:** Elmore vd., (1986)

Meteoroloji ve havacılık sektörü, uçuş emniyetine olan tehlikesi nedeniyle mikro patlama sebepli alçak irtifa rüzgâr kesme hadiselerine büyük önem vermiştir. Son olarak bu konuda yapılan araştırmaların öncüsü olan: "Theodore Fujita" tarafından mikro patlamayı bir havacılık tehlikesi olarak belgeleyen ilk kişi olmuştur. NIMROD (North Illinois Meteorological Research on Downburst) olarak adlandırılan bu araştırma, mikro patlamalar üzerine yürütülen ilk saha programı ve rüzgâr kesmelerinin yapısını tasvir etmek için Fujita ve Srivastava tarafından 1978'de yürütülmüştür (Dogan, 2000).

Makro patlamalar sebebiyle meydana gelen olay ve kazalar neticesinde 1982'de Ortak Havaalanı Hava Çalışmaları (JAWS) adı verilen ikinci araştırma, makro patlamaların yapısal oluşumunu ve özelliklerini belirlemek için daha detaylı çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Özellikle FAA ve NASA, meteorolojik çalışmaların hedeflerini, rüzgâr kesme tespiti teknolojisinin araştırma ve geliştirme programlarına odaklanarak, mikro patlamaların aerodinamik özellikleri ve uçuş modelleri üzerindeki etkisini belirlemek ve son olarak optimum kaçış stratejilerini bulmak için önemli bir araştırma çabası araştırmacılar tarafından sarf edilmiştir. Çoğu çalışmada optimal kaçış stratejilerinin ortak özelliği, aşırı kinetik enerji veya hava hızı kaybı olmaksızın, pas geçilen iniş durumunda irtifayı artırmak veya koruyarak kalkış ve penetrasyon durumunda bir hedef yörünge izlemek olmuştur (Dogan, 2000). Uçuş ekiplerine, bir mikro patlama ile karşılaşıldığında, iniş safhasının durdurulması ve yer temasından kaçınmak için dinamik ters çevirme teknikleri kullanılarak, optimal yörüngelere ve manevralara yaklaşan kurtarma manevraları için basit kontrol stratejileri önerilmektedir.

Bir pilotun alçak irtifa rüzgâr patlamaları tehdidi altında olan bir kalkış veya inişe devam etme kararı, zaman açısından kritik stratejik kararların eksik ve muhtemelen çelişkili veri yönetimi sebebiyle uçuş emniyetini riske attığına bir örnektir. Hadise karşısında tam kaçınma manevrası mümkün değilse, kurtarma manevrasının erken başlatılması ve mürettebatın bir manevrayı gerçekleştirmeye yönelik karar zamanını iyi yönetmesine yardımcı olarak, başarılı bir kaçış manevrası performansını iyileştirmesi ile uçuş emniyetine önemli ölçüde katkı sağlayacaktır.

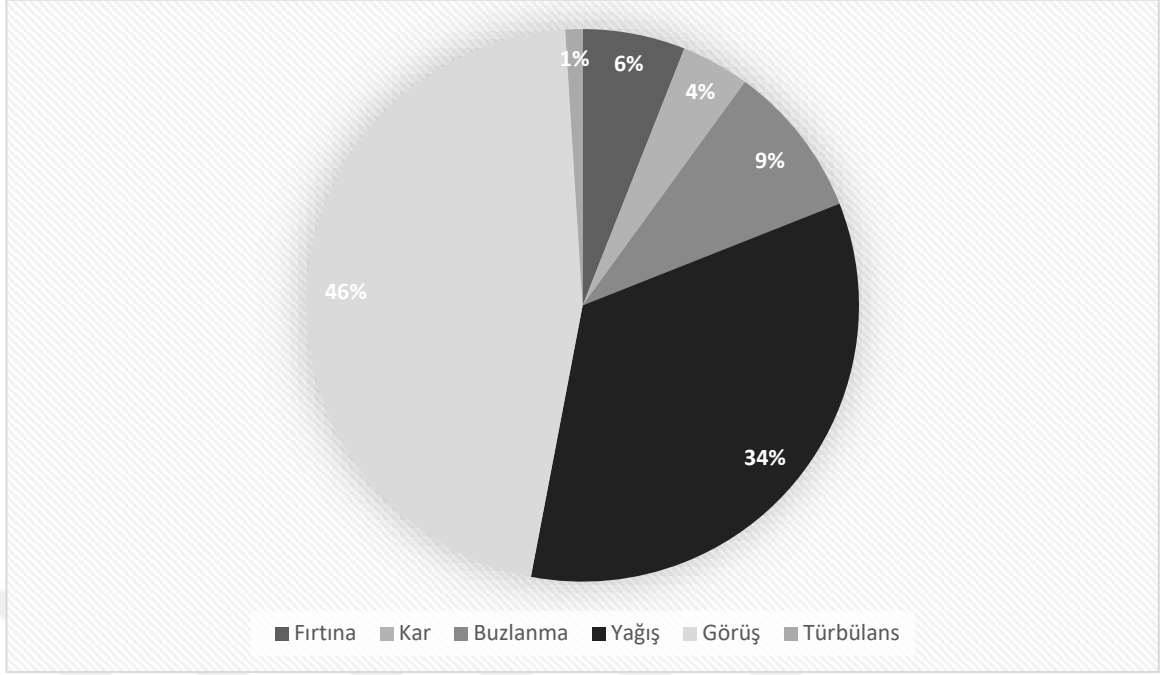
## **2.6. Uçuş Emniyeti ve Süreçlerinin Yönetimi**

Hava taşımacılığı endüstrisinin başlangıcından beri hava şartları, havacılık emniyetinde her zaman önemli bir faktör olmuştur. Uçuşun farklı aşamalarında hava durumu tehlikeleriyle bağlantılı olarak emniyet risklerini azaltmak için, son teknoloji uçaklar, buz önleyici sistemleri ve hava radarları dahil olmak üzere çeşitli sistemler ve sensörler içerir. Bu havadan taşınan sistemler (küresel navigasyon uydu sistemleri, aletli iniş sistemleri) ve hizmetler (sık sık güncellenen doğru hava tahminlerinin sağlanması) ile, pilotlara emniyetli bir ekip ve veri yönetimi sağlamaya

çalışmış ve kaza oranının önemli ve sürekli bir azalmaya yönelik olarak sağlamıştır. Bu sayede, günümüzde gerçekleşen hava taşımacılığı sayısı 2009 yılı itibariyle ICAO tarafından ulaşım tarihinde ilk ultra emniyetli sistem haline gelmiştir (Mazon, Rojas, Lozano, Pino, Prats ve Miglietta, 2017).

Uçak kazalarına sebep olma potansiyeline sahip başlıca tehlikelerden olan meteorolojik olaylar ve atmosferik koşullar, uçuş operasyonunun tüm süreçlerinde emniyetsiz durumlara mahal olabileceği iyi bilinmektedir. Çeşitli meteorolojik olayların hava aracı kazalarına yönelik olumsuz katkılarını belirlemeyi ve aynı zamanda uçuşun aşamalarını da göz önünde bulundurmaya amaçlayan belli başlı birkaç çalışma mevcuttur. Luers ve Haines tarafından 1983 yılında, şiddetli yağmurun uçaklar üzerindeki etkilerini incelemiş ve bu hava hadisesinin çeşitli uçak kazalarında nasıl bir pilot veri yönetimi ortaya koyduğunu açıklamıştır. Öte yandan, Rasmussen tarafından 2000 yılında, yoğun kar yağışı ile ilişkili buzlanma ve düşük görüş mesafesine atfedilen beş kalkış kazasını ve pilotların veri yönetimini analiz etmiştir (Mazon vd., 2017). Yapılan araştırmalarda, meteoroloji hadiselerinin mekânsal ve mevsimsel dağılımı hakkında daha önce bir araştırma yapılmadığı görülmüştür. Aşağıda yer alan grafikte, 1967 ve 2010 yılları arasında gerçekleşen hava kaynaklı uçak kazalarının çeşitli uçuş süreçlerinde yer alan kalkış, seyir, iniş ve yer operasyonları aşamaları sırasında hava koşullarının yüzdeleri etkisi verilmiştir.





**Grafik 7.** Uçuş aşamalarında hava koşullarının yüzdeleri etkisi  
**Kaynak:** Mazon vd., (2017).

Uçuş aşamasına bağlı olarak meteoroloji kaynaklı uçak kazalarında hava hadiselerinin önemli bir etkisi olduğunu görülmektedir. Pilotlara, güncel meteoroloji raporları hakkında bilgi akışının sağlanması ve veri yönetimi sırasında operasyonel yöntemlerin sağlanması uçuş emniyetine olumlu katkı sağlayacaktır. Özellikle arazinin yüksek seviyelerde olduğu ve bu sebeple havalimanı yakınındaki sıkışık hava koridorlarında gerçekleşen operasyonların, pilotlara sağlanacak yeni sistemlerin kalkış, tırmanış, yaklaşma, alçalma ve iniş aşamalarında hava kaynaklı kazaların azalmasında etkin rol oynayabilir.

Artan hava trafiği karşısında uçuş emniyetinin bir kez daha öneminin ortaya çıkması, bir den fazla teknolojik projenin planlanmasını tetiklemiştir. Bu projelerin sağlayacağı katkı uçuşun tüm aşamalarında uçuş ekiplerine sunacağı emniyetli veri ve uçuş yönetimi ile bölgesel hava trafiğinin emniyetli bir şekilde icra edilmesini sağlamaktır. Kearns (2019) tarafından “emniyetli bir uçuş yönetimine” yönelik dünyada devam eden iki proje detaylıca analiz edilmiştir:

- **NextGen (Yeni Nesil Ulaştırma Sistemi):** FAA tarafından 2030 yılına kadar hava sahası sisteminin geliştirilmesi planlanmıştır
  1. ADS-B uydu destekli uçak takip sistemi
  2. ATC karar desteği ile uçuş ekipleri arasında geliştirilen veri paylaşımını sağlayan hava trafik yönetimi
  3. NextGen Weather sistemi ile hava durumu bilgilerinin güncel olarak dağıtılması ve NextGen dijital bilgi yönetimi ağının uygulanarak, emniyetli bir hava sahası kapasitesi amaçlanmaktadır (Kearns, 2019, s. 135)
  
- **SESAR (Tek Avrupa Gökyüzü ATM Araştırması):** Avrupa hava trafiğinin 2035 yılında 14 milyonun üzerine erişmesi beklenmektedir ve bölge uçuş emniyetinin tüm süreçlerinde emniyetli bir uçuş yönetimi planlanmıştır
  1. Uçuş safhalarında beklenen talebe göre ve gerçek zamanlı simülasyon ortamında belirlenerek, 4D veri yönetimi uygulanarak (4D, üç fiziksel boyut ve zaman ortamında) sapmalar olmadan doğrusal bir rotalandırma
  2. Hava trafiğinde kuyruğu yönetme ile varış ve kalkış süreçlerinde trafiğin eş zamanlı yönetimi kullanılarak, pilotların iş yükünün hafifletilmesi
  3. Ortak bir anlayışla pilotların karar almasını desteklemek ve pist verimini ve yer operasyonlarının yönetimini daha emniyetli hale getirmek için, daha iyi bir bilgi paylaşımı yoluyla ATM ağı hizmetlerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır (Kearns, 2019, s. 136)

Emniyetli bir uçuş operasyonu ve süreçlerinin başarılı yönetiminin sağlanmasında güncel düzenlemelerin ve teknolojilerin, uçuş ekiplerine sürekli bir öğrenme döngüsü yaratarak uçuş emniyetinin yüksek oranlarda yönetilmesini sağlayacaktır. Farklı uçuş süreçlerindeki her bir meteorolojik fenomenin etkileri bir hayli yüksektir. Özellikle düşük görüş, tüm uçuş aşamalarında ana faktörlerden olduğu, seyir ve alçalmada ise ikinci ana faktör olmaktadır. Yağmur hadisesi, kalkış ve iniş süreçlerinde hava kaynaklı kazalarda önemli bir faktör olarak, yere yakın operasyonlar sırasında pilotların veri yönetimi üzerinde büyük etkisi olduğu görülmüştür. Kalkış süreçleri pilotlar tarafından yağmur ve fırtına nedeniyle uygun

şekilde ertelenirken, özellikle orta ve yüksek uçuş seviyelerinde kar ve buzlanmanın çoğu aşamada oldukça önemli bir etkisinin olduğu gözlemlenmiştir (Mazon vd., 2017). Bu süreçlerdeki her bir meteorolojik fenomenin incelenmesi ve kazanın meydana geldiği meteorolojik mevsimin dikkate alınması gerekmektedir. Hava taşımacılığının uçuş emniyeti üzerinde önemli iyileştirmeleri elde etmesi için yağmur ve buzlanma gibi hadiselerin yönetiminde riskleri azaltmaya yönelik eylemlerin, pilotlar tarafından önceliğe sahip olması gerektiği görülmektedir.

## **2.7. Ekip Kaynak Yönetimi Kavramı**

Ekip Kaynak Yönetimi (EKY), uluslararası boyutta gelişmesini sürdürmekte olan havacılık sektöründe, emniyetli ve verimli hava faaliyetlerini amaçlayan ve bu amaç doğrultusunda kaza sayısını azaltmaya yönelik bir veri yönetimi çabalarından biri olmuştur. Özellikle havacılık otoritelerinin yanı sıra ICAO'nun 1970'lerden bu yana sayısız araştırma yaparak, hava ekipleri arasındaki verimli yönetimin yeterli olup olmadığı çabalarının etkinliği sorgulanmakta olup, gelişimi için güncel yöntemler araştırılmaktadır.

EKY'nin uçuş operasyonu verimliliğinin sağlanmasında, ekiplerin zorlu meteoroloji şartlarında becerilerini daha etkin bir şekilde sergileyebilmeleri için 1979 yılından düzenlenen Ekip Kaynak Yönetimi Konferansında farklı uygulamalar ve yönetim biçimleri ile hayata geçirilmeye başlanmıştır. O günden beri EKY'nin sürekli olarak geliştirildiği ve güncel konular ile günümüze kadar genişlediği görülmektedir. EKY'nin başarısı, pilotların çalışma kapasitesini artırmak için kullanıcı yönlendirme ve zorlu hava şartlarında emniyetli bir veri analizi yöntemleriyle ve uçuşta kullanılan karmaşık teknolojilere ya da pilotların uçuş için istenen teknik olmayan beceriler konusunda eğitimin etkinliğine bağlıdır. Havayolları, uçuş ekibi için eğitim yoluyla EKY ilerlemelerini takip ederek, emniyet risklerini kontrol etme ve azaltma konusunda her daim yüksek başarı oranını hedeflemektedir. EKY kavramının içermiş olduğu emniyet fikri, uçuş emniyetini tehdit edebilecek durumları önceden tahmin etmek için kabin ve kokpit dışı gelişen hava hadiselerinin daha dikkatli analiz edilmesi gerekliliği ve yenilikçi eğitim

modellerinin kullanılması özellikle günümüz havayollarında özellikle talep edilmektedir (Nullmeyer ve Spiker, 2003).

EKY'nin iki ana amacı ve kavramı, emniyet ve uçuş verimliliğini artırmak üzerine mevcut ve değişebilecek verilerin doğru bir şekilde analiz edilmesi olsa da buna yönelik uygulamaları belirlemek kolay değildir. Havayollarında EKY eğitimlerinin her işletmede her katılımcı üzerinde aynı etkiyi yaratmadığı gözlemlenmiştir. Kavramsal açıdan bakıldığında, katılımcılar tarafından EKY eğitimlerinin önemine ve gerekliliğine olan inancın, operasyonlar üzerindeki etkisini beklenenden daha geç geliştirdiği ve artırdığı görülmektedir. EKY kavramının temelinde yer alan psikoloji temelli konular üzerine, katılımcıların bilişsel ve sosyal yönlerini güçlendirmeyi amaçlar. Ayrıca EKY kavramının pilotlar üzerinde yapılan eğitimlerin sosyo-kültürel açıdan zenginleştirilmesi gerektiğine yönelik yeni araştırmalarında yapılması gerekmektedir (İnan ve Bükeç, 2020).

## **2.8. Ekip Kaynak Yönetimi'nin Havacılıkta Önemi**

Havacılık sektörü içerisinde önemli bir çalışma alanı olan Ekip Kaynak Yönetimi, emniyetli bir uçuş operasyonu ve faaliyetlerinin oluşturulmasında sistematik olarak emniyetli bir yönetim gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Özellikle pilotların yetişmesinde ve birçok havacılık eğitimi programına dahil edilen Ekip Kaynak Yönetimi, geçmiş tarihlerden bu yana günümüze kadar kendini geliştirmeye devam eden makale, araştırmalar ve eğitim faaliyetleri kapsamında doğal bir zaman metamorfozunun gerçekleşmesini sağlamıştır.

Bu doğal değişim zamanı, oluşum evrelerinin ve EKY kavramının beşinci nesil bir olguya kadar gelişmesini yön vermiştir. Ancak önemli bir bilgi kaynağı ve yönetim olanağı sağlayan EKY, insan hatasının özellikle meteoroloji verilerinin yanlış analiz edilmesi sonucunda her yerde kaçınılmaz olduğu öncülünü ortaya çıkarmıştır. Beşinci nesile kadar dayanan EKY, günümüzde gelişim göstermeye devam ederek insan hatasının giderilmesini ve bunun için yeni nesil yönetim ve veri takibinin yapılmasını araştırmaktadır (Kaps, Keren-Zvi ve Ruiz, 1999).

Ekip Kaynak Yönetimi'nin havacılıkta önemi, büyük hava taşıyıcılarının filolarındaki her bir uçak tipi için eğitim gereksinimlerinin ayrıntılı analizini ve meteoroloji verilerinin yönetimi konusunun tüm yönleri ele alınan programların geliştirilmesini talep etmesiyle karakterize edilmiştir. Günümüzde EKY eğitimi, uçuş ekibinin hava operasyonlarının emniyeti üzerindeki etkisini olumlu bir şekilde genişletmeyi amaçlamaktadır. Kaptan pilotların, yetkilerinde zayıflık göstermeden alıcı ve açık fikirli olmaları tavsiye edilmektedir. Özellikle zorlu hava şartlarında kaptanlar, çok otoriter olmamalı ve komutayı paylaşarak, anlaşılır bir veri takibi yapılması gerekli olmaktadır. Mürettebat üyeleri, olağan hava koşullarında kimin hangi görevde sorumlu olduğuna dair bir farkındalık kaybetmeden, uçuş emniyetinin daima sağlanmasını hedeflemelidir. Optimal bir kokpit, güçlü bir iletişim ve doğru bir veri analizi ile astlarla ve üstlerle kolay iletişime izin veren nispeten düz bir yetki düzeyine sahip olarak emniyetli bir hava operasyonu gerçekleştirecektir (Kaps vd., 1999).

Ekip Kaynak Yönetimi zaman içerisinde az ya da çok olgun bir teknoloji kabiliyeti haline gelmiştir. Geniş çapta uygulanması ve çok daha kötü olabilecek birçok kaza veya olaydan kaçınma ve önleme konusunda doğrudan kredilendirilmiştir. Bununla birlikte, EKY gelecekteki kazaları önlemeye yönelik, zorlu hava şartlarında nasıl bir yönetim uygulanması ve hali hazırda gerçekleşmiş olaylara dayalı olarak hala temel olarak güncellenmekte ve geliştirilmektedir. Gelecekte meydana gelebilecek hadiseler karşısında, uçuş emniyetini bir üst seviyeye taşımak için kazaları önleyecek bir sistemin geliştirilmesi her daim gerekli olacaktır. Bunun en büyük destekleyicisi olarak kokpitte ekiplere yardım edecek ve yönlendirecek teknolojik sistemlerin uygulanması sağlanmalıdır (Stahl, 2016).

Meteoroloji kaynaklı hava kazalarının büyük çoğunluğunun insan hatasıyla meydana gelmesi yapılan araştırmalar sonucu ortaya çıkmıştır. Bu, uçuş emniyeti için teknoloji desteğinin ekip yönetiminde önemli bir rolünü de ortaya çıkarmaktadır. Yapılan araştırmalarda, uzmanların havacılık kazalarında veri yönetiminin rolünün ayrıntılarını belirleyerek, insan davranışı ve etkileşimindeki eğilimleri ve sorunları belirleyebilir ve ortak bir emniyetli uçuş hedefine ulaşmak için pilotları birlikte çalışmak üzere eğitmeye başlatmalıdır. EKY tek başına, havacılığın emniyetini

artırmada şimdiye kadarki en büyük faydaya sahip olmuştur, çünkü bütün uçuş ekibini dahil etmekle kalmayıp aynı zamanda bu ekip üyelerinin aynı araçlar ve teknolojilerle çalışmasını ve bir ekip olarak koordinasyonu geliştirmesini sağlayan kişilik ve karar verme normlarını özel olarak öğretmek, zorlu hava şartlarında emniyetli bir hava operasyonunun sağlanmasında kilit rol oynamaktadır (Stahl, 2016).

1997 yılında, ‘‘Transport Canada’’ firması, bir EKY eğitim programının havacılıkta öneminin anahtarının, açık sözlülüğü ve yapıcı eleştiriyi teşvik eden bir ortamı geliştiren ekip üyeleri arasında yaratılan karşılıklı saygı ve güven oluşumunu meydana getirmiş bir emniyetli operasyon kolaylaştırıcısıdır. Kokpitte sağlanan uyum sayesinde daha profesyonel bir performans meydana getirerek bir kaza veya olay riskini azaltmaktadır. EKY hedefleri şunları içerir:

- Kavramların farkındalığı
- Mürettebat kaynak yönetimi eğitiminin farklı felsefelerini ve hedeflerini tartışmak
- Pilotların olağan hava şartlarında veri yönetimini doğru analizi ve emniyetli kullanma yetenekleri
- Mürettebatın veri kaynaklarını kullanma yeteneklerini geliştirmek

Havacılık sektöründe yer alan önemli şirketlerden, Delta Airlines, United Airlines, Japan Airlines ve Asiana Airlines, pilotları motive etmek ve eğitimleri uçuş emniyeti ile ilgili konulara odaklanmak için ekip kaynak yönetimi programlarını güncel olarak geliştirmektedir. Bu sebeple EKY eğitiminin kalitesini iyileştirmek için eğitim kılavuzlarını ve diğer kurs materyalleri geliştirilmesinde havayolları ortaklık programları kullanılmaktadır (Kaps vd., 1999).

## **2.9. Ekip Kaynak Yönetimi'nin Safhaları**

Kokpitten, Ekip Kaynak Yönetimine geçişi de dahil olmak üzere, ticari havacılıkta EKY eğitiminin niteliğindeki validasyonu halen tartışılmaktadır. Kültürler arası genelleme eksikliği de dahil olmak üzere EKY'nin farklı kültürlerde çeşitliliği ve değişiklikleri mevcut olmuştur. EKY safhalarının var oluşunu artırmak

için veri yönetimini vurgulayan kapsamlı bir yönetim biçimi ortaya çıkarılmıştır. Veri yönetimi yaklaşımı, EKY’de öğretilen davranışsal stratejileri, hatayı önlemeyi, yapılan hataları fark etmek ve hatanın sonuçlarını azaltmak için kullanılan karşı önemleri geçmişten günümüze kadar veri yönetimini uçuş emniyeti açısından korumaya çalışmaktadır (Helmreich, Merritt ve Wilhelm, 1999).

EKY’nin öncülerinden olan Amerika Birleşik Devletleri’ndeki Ekip Kaynak Yönetimi eğitiminin kökleri 1979’da NASA tarafından desteklenen ‘‘Uçuş Güvertesinde Kaynak Yönetimi’’ adlı bir çalışmaya dayanmaktadır. Bu konferans, NASA’nın hava taşımacılığı kazalarının nedenlerine yönelik araştırmasının genişletmesi ve zorlu hava şartları dolayısı ile meydana gelen kazaların çoğunluğunun insan hatası kaynaklı yetersiz iletişim, karar verme, liderlik ve yetersiz veri yönetimi başarısızlıkları olarak tanımlamıştır. Uçuş güvertesindeki insan kaynağının ve yönetiminin daha iyi kullanılmasıyla ‘‘pilot hatasını’’ azaltmak için ekiplerin eğitilmesi sürecinde ilk olarak Kokpit Kaynak Yönetimi (CRM) başlığı uygulanmıştır (Helmreich vd., 1999).

Uçuş operasyonlarının kişiler arası yönlerini geliştirmek için yeni eğitim programlarına her daim ihtiyaç duyulmaktadır. O zamandan beri, EKY eğitim programları zorlu koşullar altında pilotları eğitmek ve hazırlamak için dünya çapında geniş bir yer bulmuştur. EKY eğitimi ve uçuş ekiplerinin tutum ve davranışlarını değiştirmede karşılaşılan sorunları belli safhalar altında çözmeye çalışarak kalıcı bir emniyet tutumu yakalamaya çalışmaktadır.

Ticari havacılıkta, hava taşımacılığı operasyonlarını içeren kazalar meydana geldiğinde, dünya çapında her zaman dikkat çekme eğilimi göstermektedir. Modernize edilmiş uçak sistemlerinde kayda değer teknolojik gelişmeler ışığında, halen yıkıcı kazalar meydana gelmeye devam etmektedir. Zorlu meteoroloji şartları altında, uçuşun yaklaşma ve iniş aşamaları, kazaların çoğunluğunu (yüzde 53) oluştururken, toplam uçuş süresinin çok küçük bir kısmını (yüzde 4) kapsamaktadır. Yapılan araştırmalarda, özellikle meteoroloji verilerin yanlış yönetimi sonucu gerçekleşen olayların ve kazaların yaklaşık yüzde 80’inde katkıda bulunan bir faktör olduğunu göstermektedir. Uçuş ekiplerinin karşılaştığı bu problemin, kokpit içerisindeki teknik yönlü çalışmadan ziyade, hava şartları altında zayıf karar verme,

etkisiz iletişim, yetersiz liderlik ve yetersiz görev veya kaynak yönetimi ile ilgili problemler olmuştur. Yıllar içerisinde, EKY safhaları, pilotlara yardımcı olabilecek yönetim teknikleri, acil durumlarda prosedür sistematigi sağlaması ve kabin ekibinide entegre edecek şekilde genişlemiştir. Bu doğrultuda tehdit ve veri hata yönetimi eğitimi, önleyici tedbirler, hava şartlarını tanıma, kaçınma ve yönetim stratejileri üzerine ekiplerin iki veya daha fazla nokta arasında simüle edilmiş bir uçuş senaryosu uygulaması, günümüzde havayolları için fayda sağlayıcı bir eğitim programı olarak sistemine dahil olmuştur. Bu senaryo tabanlı öğrenme görevleri, modern, olağan ve değişken hava şartları altında uçuş operasyon prosedürlerinin yürütülmesinin bir kombinasyonunu içermektedir. EKY safhaları için çağdaş bir eğitim güncellenmesi ile hava taşıyıcıları hususunda potansiyel maliyet artışını ve oluşabilecek kazaların önüne geçilebilir bir emniyet düzeyinde olmasını sağlayacaktır (Wagener ve Ison, 2014).

Hataları kabul etmek EKY'nin önemli bir unsuru olmuştur. Bu unsur uçucu ekiplerin her daim hatalı veri yönetimi yapma riski olacağı için olayların her zaman beklendiği gibi olmayacağı varsayılmalıdır. Hava şartlarının en iyi koşulları olsa bile mükemmel bir uçuş büyük olasılıkla elde edilemeyebilir, ancak mükemmelliğin hedeflenmesi için çabalamak, hataları küçük ve yönetilebilir tutmaya yardımcı olacaktır. Zorlu hava şartlarında verileri etki bir şekilde yönetmek, emniyetli hava operasyonlarının ana elementini oluşturmaktadır, böylece küçük çaplı veri yönetimi hatalarının tehlikeli seviyelere yükselmesinin önüne geçecektir. Zorlu meteorolojik koşullar altında etkin bir EKY için, ekip üyelerinin birlikte etkin bir şekilde çalıştığında mümkün olmaktadır. Emniyetli açıdan güncel olan çok mürettebatlı kokpit operasyonları, iyi düşünülmüş ve stratejik olarak bireysel hava taşıyıcısının ve faaliyet gösterdikleri çevrenin gereksinimlerine göre hedeflenmesi gereken etkili EKY eğitiminin bir ürünü olmaktadır.

### **2.9.1. Birinci Safha**

Nesiller boyunca, dünyanın her bir noktasında süregelen hava faaliyetlerini gerçekleştirebilmek için meteorolojik koşulların üretebileceği hemen hemen her türlü hava durumunu deneyimlemek ve tehlikeli durumlarda titizlikle kaçınma



manevralarını uygulanması ve yönetilmesi, uçuş emniyeti bazında ekiplerin hassaslıkla yönetmesi gereken stresli bir süreç olmuştur. Ticari havacılık kazalarının ana nedenleri arasında en öldürücü olanı, meteorolojik şartlar neticesinde karşılaştıkları zorlayıcı durumlar altında olmaktadır.

İlk kapsamlı EKY safhası 1981 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nden United Airlines adlı havayolu şirketi tarafından başlatılmıştır. Zorlu şartlar altında eğitim ve yönetim etkinliğini geliştirmek isteyen şirketler için eğitim programları kapsamında uzmanlar yardımıyla geliştirilmiştir. United Airlines'ın programı, psikolog Robert Blake ve Jane Mouton tarafından geliştirilen "Yönetim Sistemi" adlı eğitime benzer bir şekilde modellenmiştir (İnan, 2018).

EKY'nin ilk safhasında eğitim genellikle psikolojik testler ve liderlik gibi genel kavramlara odaklanır. Bu eğitimlerde, uygun davranış tanımları yapılmadan kişiler arası davranışları yansıtan kokpit personeli tarafından genel uçuş yönetimi savunulmuştur. Çoğu eğitimde belirtilen kavramların daha net anlaşılması için havacılık dışı örneklere yer verilmiştir. Ancak bu eğitimlerle ilgili örneklere dayalı planlanma yapıldığı için, EKY içeriğinin pilotlar arası iletişim kavramı ile ilgili tek eğitim olduğu, bu nedenle eğitimlerin yıllık olarak tekrarlanması, güncellemesi ve sektörden örnekler verilmesi gerektiği belirlenmiştir. Bu nedenle sınıf içi eğitimlerin yanı sıra simülasyon eğitimleri (Hat Yönlü Uçuş Eğitimi), ekiplerin kendi hayatlarını riske atmadan kişisel becerilerini ortaya koyabilecekleri görev sistemlerini detay olarak tanımlamayı amaçlayan bu ve benzeri eğitimlerde geliştirilmiştir (İnan, 2018).

Bu programlar, tecrübesiz uçuş ekiplerindeki güven eksikliğini ortadan kaldırmayı ve deneyimli uçuş ekiplerinin otoriter yaklaşımını değiştirmeyi amaçlamıştır. Bu amaca ulaşmak için uçuşla ilgili olmayan oyunlar ve testler kullanılmıştır (Set, 2019). Burada amaçlanan eğitim süreçlerinde, uçucu ekiplerin havayla ilgili kazaları önlemek için büyük bir veri yönetimi gücüne sahip olduğunu ve zorlu meteorolojik olayların gözden geçirilmesinden, bu bilgilerin nasıl analiz edilip belirli uçuşlara uygulanacağına ve nasıl geliştirileceğine dair pratik ipuçlarına kadar her türlü yararlı bilginin pilotlara entegre edilmesinin, uçuş emniyetine büyük bir katkısı olduğunu da ortaya çıkarmıştır.

EKY'nin temel amacı emniyet ve uçuş verimliliğinin daimî olmasının sağlanmasıdır. EKY tabanlı uygulamaların bu iki temel ne kadar uygun olduğunu belirlemek kolay değildir. Bu açıdan EKY eğitimlerinin her işletmede her katılımcı üzerinde aynı etkiyi yaratmadığını kabul etmeye çalışmakta fayda var. Tarihsel olarak gelişim safhalarına bakıldığında, katılımcılar tarafından EKY eğitimlerinin önemine ve gerekliliğine olan inancın, operasyonlar üzerindeki etkisini beklenenden daha geç geliştirdiği ve artırdığı görülmektedir. EKY eğitim programları genellikle psikoloji temelli konuları içerir ve katılımcıların bilişsel ve sosyal yönlerini güçlendirmeyi amaçlar (İnan ve Bükeç, 2020). Ancak sonraki süreçlerde özellikle meteoroloji veri yönetimi safhasında, ekiplerin psikoloji temelli yönlerinin sakin bir psikoloji altında zorlu koşulların üstesinden daha rahat gelebildiğini de ortaya çıkmıştır. Herhangi bir hava operasyonu yönetiminin, uçucu ekiplerin daha iyi ve daha emniyetli veri yönetimi kararları verebilmesi adına kullanabileceği ipucu ve teknik eğitimlerinin EKY altında daha doğru olduğunu ve ekipler için de hava verilerinin emniyetli yönetiminin hiçbir zaman bitmeyen bir yükümlülük olduğu anlamına da gelmektedir.

### **2.9.2. İkinci Safha**

Ekiplerin her zaman mevcut hava şartlarının en kötüsü için bir plan yapması gerekir. Olumsuz hava koşullarıyla olası karşılaşmaları içeren her uçuş için bir kaçış veya saptırma planı da dahil olmak üzere emniyetli bir planlama olmalıdır. Bu planlamanın sağlamış olduğu olumlu yönetim, kişisel minimumlarınız geliştirmek veya güncellemek için çok sayıdaki ipuçlarını ekiplerin becerilerine katacaktır. EKY eğitimlerinin aktif olarak yapılması, özellikle bir pilotun yönetiminin ve veri analizlerinin keskin kalmasının sağlanmasında periyodik olarak olumlu bir etki yapacaktır.

1986 yılında NASA ikinci bir araştırma başlatmıştır. Dönemin birçok havayolu kuruluşu bu araştırma neticesinde ekip kavramının yer aldığı genellemeyi eğitim programlarını dahil etmiştir. Bu dönemde daha önceleri eğitimin sadece kokpit ekibine odaklanmış kısmına, uçuş operasyonunun tüm üyeleri pilotlarla birlikte ekibe dahil edilmiştir. Uçuş operasyonları hakkında daha spesifik havacılık kavramları ve

özellikle zorlu hava şartları altında stres yönetimi, briefing stratejileri, ekip oluşturma, durum farkındalığı gibi kavramların yanı sıra, uçuşla ilgili olmayan çoklu görev oyunları ve eğitim programlarını da içeren yoğun eğitimler ortaya çıkmıştır (Set, 2019).

Temel eğitim kapsamında düzenlenen EKY eğitimlerinde ağırlıklı olarak; ekip oluşturma, briefing stratejileri, durum farkındalığı ve stres yönetimi stratejileri incelenerek, yıkıcı başarısızlığın nedenleri daha iyi keşfedilebilir olmasına olanak sağlamıştır. EKY'nin ikinci safhasındaki kurslara katılanların sayısı birinci safha kurslara göre daha fazla olmuştur. Ancak eğitimin "psiko gevezelik" ve "gereksiz içeriklerle" doldurulduğu yönündeki eleştirilerde var olmuştur. Örneğin grup dinamiği bağlamında "sinerji" kavramı katılımcılar tarafından anlamsız bir kavram (ilgisiz jargon) olarak değerlendirilmiştir. Tüm eleştirilere rağmen; bununla birlikte, ikinci safha kurslar, dünyanın birçok yerinde havayolları tarafından personel eğitimine sıklıkla dahil edilmeye başlanmıştır (İnan, 2018).

EKY'nin ikinci safhasında, veri paylaşımı programının başarısını sağlamada uçuş yönetiminin rolü pek fazla vurgulanmamıştır. Ancak meteoroloji şartların ani değişiminde pilotların net standartları belirleyerek gösterecekleri uçuş yönetimi, operasyonların emniyetli bir şekilde sürdürülmesinin kolaylaştırılmasında çok önemli bir rol oynamaktadır. EKY eğitiminin insan hatası faktörü için agresif bir davranış biçiminden ziyade, kaliteli bir meteoroloji veri analizi ile birlikte emniyet kültürü oluşturmayı ve yükseltmeyi içeren bir hava operasyonunun paylaşımsal ve pozitif bir veri yönetimine olan bağlılığının parçası olmuştur. EKY eğitimini adaylar için ilgili hale getirilmesi yolunda, programların belirli çalışma koşullarının güncel ve benzersiz eğitim gereksinimlerinin yanı sıra, doğru bir emniyet felsefesi içeren hava operasyonu özelliklerine uyacak şekilde uyarlanması gerekir (Jenkins-Todd, Kempton, Miller, Rogers, Bauer, Dillon, Hunting ve Sterling, 2013).

Başarılı bir EKY programı uygulamasını sağlamak için gerekli entegrasyon gözlemlenebilir olmalı ve EKY davranışlarının tanımlanması ve yönetilmesi safhalarını içerecek, pilotların belirtilen aksiyon senaryolarını akıllarında tutmaları ve uygulaması fikri ikinci safha itibarıyla daha detaylı olarak ortaya çıkmaktadır.

- EKY kavramlarının uygulanması, sürekli olarak gözlemlenen ve pekiştirilen zorlu standartlara bağlılıkla aynı statüye sahip olmalıdır
- EKY kavramları pekiştirilmezse, zorlu meteorolojik şartlarda olumlu bir uçuş emniyetine ulaşamayacaktır
- Uçucu ekipler meteoroloji verileri doğru bir şekilde değerlendirilemezse, ekiplere analiz ve yönetim konusunda gerekli eğitimlerin sağlanarak, EKY uygulamalarının güçlendirilmesi

### **2.9.3. Üçüncü Safha**

1990'ların başında, EKY eğitimi için birçok strateji geliştirildi. Sivil havacılık sisteminin özellikleri doğrultusunda emniyet yönergelerini belirleyen havacılık kültürü gibi olmak üzere, ekip tarafından yerine getirilmesi gereken çok sayıda içerik üçüncü safha eğitimlerde yer almaktadır. Eğitimler ayrıca ekiplerin daha etkin çalışmasını sağlaması için kullanabileceği teknik kavramlar, beceriler ve davranışlarla bütünleşmeye odaklanmaya başladı. Birçok havayolu, eğitim müfredatlarına, kabin otomasyonu ve çoklu veri takibi kullanılmak üzere EKY konularına atıfta bulunan modüller ekledi. Müfredat içeriği, insan faktörlerinin belirlenmesine ve değerlendirilmesine dayanmaktadır. Havayolunun eğitim içerikleriyle birlikte teknik ve dış faktörlerin de pekiştirilmesi ve bu faktörlerin en iyi şekilde değerlendirilmesi sağlanarak zorlu şartlar süresince kaynaklanan hataları en aza indirilmesi amaçlanmaktadır (İnan, 2018).

EKY konseptinin geliştirilmesi, uçuş ekiplerinin eğitimlerine daha fazla içerik dahil edilmesi sağlamıştır. Üçüncü safha EKY konseptinde uçuş ekiplerinin yanı sıra sevk ve bakım personeli gibi havayolunda lisans sahibi diğer personele yönelik eğitimlerde verilmeye başlanmıştır. Bazı havayolları ortak bir müfredat altında EKY eğitimleri verirken, diğer havayolları da uçuş ekiplerinde liderlik rollerinin daha da geliştirilmesine yönelik kişiye özel EKY eğitimleri vermeye başlamıştır. Uçuş ekibini daha iyi yönetmek için üçüncü safha EKY eğitimlerine ihtiyaç duyulurken, asıl amacın yönetim safhasındaki insan hatası oranını ve zorlu meteoroloji koşulları altında meydana gelen kazaları azaltmak oluşturmuştur (İnan, 2018).

EKY'nin çoklu yönetim faktörlerini içeren bir tür emniyet kültürünün, olumsuz etkilerinin oluşmaması amaçlanmıştır. Özellikle pilotların beceri ve davranışlarını daha etkin kullanmaları için teknik eğitimlerle birleştirilmiş eğitim programları ve insan faktörünün daha geniş bir şekilde tanınmasına ve değerlendirilmesine yönelik olmuştur. Üçüncü safha EKY'de sadece hava operasyonunun emniyetli uçuşundan ziyade, uçuşun olumsuz hava şartlarında verimli ve etkili olması için tüm uçuş operasyonunu kapsamıştır. Pilotlara ek olarak dispeçerler, uçuş görevlileri, hava trafik personeli ve bakım personeli bu safha da EKY kavramı içinde ele alınmıştır (Set, 2019).

#### **2.9.4. Dördüncü Safha**

Bu dönemin özelliklerinden en önemlisi, 1990'ların başından beri uygulamaya konulan Gelişmiş Yeterlilik Programı (AOP) olarak belirtilen, uçuş ekiplerine EKY eğitimi ve Hat Odaklı Uçuş Eğitimi (LOFT) verilmeye başlandı ve EKY konsepti ile LOFT entegre edildi. Burada insan faktörleriyle ilgili belirli sorunlara özel bir yanıt gerektiği için, gerçekçi senaryolar oynanarak zorlu koşullar altında takım olarak tepki verme ve iş birliği yapma eğitimleri uygulanmıştır. Buna göre, acil bir durumda ne yapılması gerektiği konusunda Standart İşletim Prosedürleri (SOP) daha iyi analiz edilmiştir. Bu dönemle birlikte 2000'li yıllar itibarıyla SOP'un emniyet yönetiminde giderek daha önemli bir yönetim dokümantasyonu haline geldiği belirlenmiştir. Ekiplerin her görev için bilişsel bir modele sahip olması ve birlikte karar alabilen ekiplerin performansı için SOP'lerin önemi ve uçuş operasyonuna faydası artık bu dönemde daha iyi anlaşılmıştır. Artık EKY'nin temeli, insan faktörünün tüm eksikliklerini ortaya çıkarmak ve meteoroloji kaynaklı olumsuz hadiseler nedeniyle ortaya çıkabilecek hataları azaltmak ve önlemek olmuştur (İnan ve Bükeç, 2020).

Bu açıdan çevreye ve hava şartlarına göre etkili olabilecek emniyet uygulamalarını ortaya çıkarmak için beceri ve örgütsel düzeyde kültürel eğilimlerin farkında olmak gerekir. 2008 yılından bu yana EASA tarafından her yıl yayınlanan: "Emniyetli bir şekilde tamamlanan uçuşların" raporları sayesinde, üye ülkeler ve diğer ülkelerin kaza oranlarına bakarak emniyet performanslarını karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi ve emniyetli hava sahalarının entegrasyonu sonucu, olumsuz

hava şartlarında hava trafiği ile ilgili risklerinde azaldığı gözlemlenmiştir. Bu dönemde pilotaj hatalarının kaçınılmaz olduğu anlaşılmış ve tam pilotajın mümkün olmadığı varsayımı ile ekip yönetiminin önemi yaygınlaşmıştır. Bu nedenlerden dolayı EKY eğitimlerinde, emniyeti tehlikeye atan faktörlerin etkisini azaltmak için uçuş ekiplerinin hata yönetimi becerilerinin artırılmasına yönelik eğitimlere odaklanılması hedeflenmiştir (İnan ve Bükeç, 2020).

Dördüncü safha EKY’de amaç, uçuş eğitiminin ayrılmaz bir parçası olarak insan hatası problemlerini çözmektir. Sistematik bir EKY eğitimi vermenin, ‘‘başarısızlık olasılığını azaltma’’ hedefini gerçekleştirmeye çok yatkın olduğu ortaya çıkmıştır. Özellikle uçuş ekiplerinin eğitim ve yetkinliğinde iyileştirmeler sağlamak için, SOP gibi ek prosedürlerin entegre edilmesi, EKY’nin gelişimine katkıda bulunmuştur.

#### **2.9.5. Beşinci Safha**

Pilotların kötü hava şartlarında verilerin yönetilmesi açısından ekip olarak tartışılması ve beceri kullanımlarının etkinliğini eleştirel olarak analiz edilmesi, gelecekte aynı hatayı yapmamayı hatırlayacaklarını belirtmek için yeterli değildir. Ekiplere, bu gibi durumlarda profesyonel olarak hazırlanan eğitim içeriğinin önermiş olacağı yönetim stratejilerin kullanımına ilişkin olarak, daha yüksek bir durumsal farkındalık düzeyine yol açmasını sağlayacaktır.

Beşinci safhayı önceki aşamalardan ayıran belirgin özelliğin, insan hatasının ‘‘normalleştirilmesi’’ ve bu nedenle operasyonlarda artık durumsal farkındalık üzerine yeni veri yönetimi stratejileri üretebilmek olmuştur. Ortaya çıkan yönetsel hataları bularak ve önleyerek tüm aktörler tarafından tüm seviyelerde entegre emniyet yönetimi ana fikir olmuştur. FAA’nin Havacılık Emniyeti Eylem Programı kapsamında, verileri raporlama gerekliliğini destekleyen ve yardımcı olan bir emniyet kültürünü de geliştirmeyi amaçlamaktadır. Yapılan raporlama süreçlerinde uçuş emniyetini tehlikeye atabilecek hataların gizliliği gönüllülük esasında belirlenebilmektedir (İnan ve Bükeç, 2020).

Hatalı veri yönetimi yapan havacıların normalleştirilmesinin yanı sıra EKY, üç temel savunma hattı ile bu hatalı veri yönetimini durdurmak için bir dizi önlem tanımlamaktadır.

- Hatanın oluşmasını önlemek
- Uçuş faaliyetine başlamadan önce, gelişebilecek şartlar hakkında güncel bilgi edinmek, tahmin etmek ve planlamak
- Meydana gelen ve kaçınılamadığı şartlar ile ilgili hata payını azaltmak

Böylece EKY, bir uçağın felakete neden olabileceği durumları başarılı bir şekilde çözmek için bir dizi etkili karşı önlem veya strateji içeren bir metodoloji haline gelir. Buna paralel olarak, EKY eğitimleri, havacıların ve özellikle pilotların her zaman hazır olduklarına ve eylem planından yoksun olarak zor koşullarla baş edebileceklerine dair inançlarını da kırmayı amaçlamaktadır. EKY, dinleme, gözlem, planlama, koordinasyon, liderlik ve takım çalışması becerilerini geliştirir. Uçuş ekibini, yönetsel ve yapıcı eleştirilere yardımcı olarak fikir arama, soru sorma ve değişiklik yapmaya teşvik etmektedir (İnan ve Bükeç, 2020).

Günümüzde havayolları için en etkili EKY eğitim platformu, mürettebatın iki veya daha fazla nokta arasında simüle edilmiş bir uçuş senaryosunu uçurması gereken LOFT'dur. Bu senaryo tabanlı öğrenme görevleri, modern uyum simülatörleri ve değişken hava şartları altında gerçekleştirilecek uçuş operasyon prosedürlerinin uygulanması konusunda, mürettebat performansının ölçülebileceği en gerçekçi ayarı sağlar (İnan ve Bükeç, 2020).

Beşinci safha EKY'de hatayı yönetmek ve hatayı normalleştirmek için yeni stratejilerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu stratejiler, insan performansının sınırlandırılmasında resmi prosedüre dayanmalı ve aşırı iş yükü, yorgunluk ve zorlu meteorolojik koşullar gibi stres faktörlerinin neden olduğu hataların belirlenmesini içermelidir ve daha keskin bir sisteme dayanmalıdır.

## 2.10. Ekip Kaynak Yönetimi'nin Faktörleri

Ekip Kaynak Yönetimi faktörleri, uçuş ekibi personelinin emniyetli ve verimli bir hava operasyonu sağlaması, hataları azaltması, verimliliği artırması ve olumsuz hava koşullarında stres yönetimi için mevcut tüm kaynakların uçuş emniyeti için etkin kullanımı olmuştur.

EKY'nin faktörleri, FDR ve CVR cihazlarının modern jet uçaklarına tanıtılmasından sonra uçak kazalarının nedenlerine ilişkin faktörlerin kendini geliştirmesine olanak sağladı. Bu cihazlardan elde edilen bilgiler, pek çok kazanın, hava aracının veya sistemlerinin teknik bir arızasından ya da olumsuz hava şartlarında hava aracı kullanma becerilerindeki bir başarısızlıkta veya mürettebatın teknik bilgi eksikliğinden kaynaklanmadığından ziyade; bunun yerine, mürettebatın kendilerini içinde buldukları duruma uygun şekilde tepki verememelerinden kaynaklandığı görülmektedir. Örneğin, ekip üyeleri ve hava trafik kontrol birimleri arasındaki yetersiz iletişim, durumsal farkındalığın kaybolmasına, uçaktaki ekip çalışmasında bozulmaya, mevcut hava şartlarının yeterince analiz edilememesine ve nihayetinde ciddi bir olay veya ölümcül kaza ile sonuçlanan yanlış bir karara veya bir dizi karara yol açabilmektedir.

EKY, sivil hava taşımacılığında en yüksek emniyet seviyesinin elde edilmesine olanak sağlamıştır. Havayolu sektöründeki yoğun rekabet, başta insan kaynakları olmak üzere şirketlerin tüm kaynaklarının emniyetli ve verimli kullanılmasına bağlı olabilmektedir. EKY'nin temel faktörlerini, ekipleri oluşturan kişiler ile makineler ve bilgisayar yazılımları arasındaki etkileşimin şirketlerde kazaları ve arızaları önlemesinin yanı sıra önemli finansal faydalar olarak olumlu yansımalarda sağlamaktadır. Böylece firmalar sektördeki varlıklarını koruyabilmektedir (İleri, 2020). Sivil havayollarında EKY'nin genel faktörleri şu şekilde özetlenebilir:

- Uçuş emniyetinin tehlikeye atılabileceği durumlara karşı idari tedbirlerin alınması
- Mürettebat üyelerinin bilgi ve deneyimlerini artırmak için çalışmak
- Uçuş operasyonlarında can ve mal kaybını önleyerek şirketimin mali yükümlülüklerini azaltmak



- Ticari olarak verimli uçak operasyonlarını her türlü hava şartında emniyetli bir şekilde entegre edilmesi

Tüm dünyada yaygın olarak kullanılan EKY, insan hatalarını önlerken şirketlerin daha verimli çalışmasını sağlayan programların geliştirilmesine katkıda bulunur. Havayollarında, sistemin sürekli geliştirilmesi ve güncel hava verilerinin pilotlara aktarımı, her bir mürettebat üyesinin uçuş sırasında performansının ve uzun operasyonlar sırasında bir takım fiziksel ve zihinsel zorlukların mevcut olduğunun farkında olmasını sağlayarak meteoroloji verilerinin analizi ve yönetimlerinin doğru kullanılmasını kolaylaştırır (İleri, 2020).

Uçucu ekiplerin maruz kaldığı beklenmedik koşullar yanlış karar verme, yetersiz analiz ve yönetim faktörleri ile pilotların üzerindeki stresi artırmaktadır. Bu faktörlerin gelişmesinde, ilgili ekiplerin, farkındalık seviyesi yüksek bir ekip kaynak yönetimine sahip olması durumunda olumsuz koşulların önlenabilir olduğunu gösterecektir. EKY becerilerinin basitçe okunup öğrenilebilen bir materyal olmadığını anlayarak uçuş yönetimin geliştirilmesi ve uçuş emniyetini artırmak için farkındalık seviyesinin yüksek olarak kullanması çok önemlidir. Gerekli uçuş becerilerinin eğitiminden sonra EKY'nin pratikle geliştirilmesi gerektiği gibi, olumsuz meteorolojik şartların altında karar verme, planlama ve özellikle durumsal farkındalık olarak adlandırılan bilişsel süreç ile emniyet kurallarına uyum, liderlik, iletişim, ekip çalışması ve veri yönetimi faktörlerinden oluşan emniyetli bir uçuş operasyonun meydana gelmesini sağlayacaktır.

### **2.10.1. Karar Verme**

Uçucu ekiplerde kişilik özellikleri ve karar verme arasında ayrımlar yapılmaktadır. Kişiliğin istikrarı ve kararların tartışılabilirliği vurgulanır. Karar verme kavramı, özellikle mürettebat koordinasyonu ve ekip kaynak yönetimi alanlarında başarılı bir veri analizi ve yönetimi ile ilgilidir.

Kokpit ekipleri, kalkıştan önce kaptanın uçağı ve uçuş planını kabul etmesinden, indikten sonra kapıya yanaşmasına kadar uçuşun tüm safhasında her zaman kararlar alır. Havacılık endüstrisi ve dünyadaki tüm havacılık otoriteleri,

kokpitte alınan kararların kalitesini iyileştirmekle ilgilenmektedir. Kokpit karar verme sürecine verilen önem, ekip kaynak yönetimine ilişkin olarak pilotların kendi limitlerini geliştirmeleri konusunda birçok otorite tarafından zorlu meteoroloji şartlarında önerilen stratejiler adı altında, çeşitli planlamaların dahil edilmesini yansıtmaktadır. Veri yönetimi amaçlarına ilişkin çeşitli karar türleri ayırt edilebilirken, pratikte herhangi bir verili uçuş durumu, birkaç farklı karar stratejisinin kullanılmasını gerektirebilir. Bir karar vermek veya öngörülen eylemi yapmak, farklı türde bir karar gerektiren yeni bir dizi koşul sunabilir. Bir gözlemciye, kararlar ve eylemlerin arkasına gizlenmiş olsa da bunlar pürüzsüz bir eylem akışı olarak görülebilmektedir (Orasanu, 2015).

Havacılık sektörünün içinde yer alan ekiplerin bazı durumlarda kritik kararlar alması gerekebilmektedir. Bu alınan kararların stres altında, ön görülemeyen şartlarda ve yüksek risk içeren limitlerde karar verilmesi gerekir. Pilotların soğukkanlı davranmayı ve karşılaştıkları zorlu durumlarda gelişen hususları dikkatlice analiz etmesi ve yönetmeyi öğreten bir süreç gerekli olmuştur. Ekiplerin güncel verileri analiz etmek, bir hipotez oluşturmak ve sonrası için emniyetli bir yönetime geçmesi beklenir. Karar verme süreci, özellikle durumsal farkındalık ile bir bütün oluşturarak, uçuş ekiplerin yalnızca durumu tam olarak kavradıkları takdirde en iyi yönetim biçimini seçebilmektedir. Burada karar verme sürecini etkilemekte olan en büyük faktörün çeşitli ön yargılar olmakta olup, özellikle insanların kültürü ve karakterlerinin uçuş operasyon sürecini ve karar vermeyi olumsuz yönde etkilemesi olarak gösterilebilmektedir (Kearns, 2019, s. 304).

Hava taşımacılığı açısından karar verme, uçuş operasyonu sırasında meydana gelen olumsuz hava hadiseleri analiz etme ve bu hadiselerin uçuş emniyetini nasıl etkileyeceğini sistematik olarak yönetme sürecidir. Diğer bir deyişle karar verme, problemin tanımlanması, çevredeki risklerin değerlendirilmesi ve problemin çözümüne yönelik pozitif stratejilerin üretilmesi ve oluşabilecek sonuçların gözden geçirilmesi anlamına gelmektedir (İleri, 2020).

EKY'nin temel amaçlarından biri, tüm uçuş koşullarında en etkin ve emniyetli kararın alınmasını mümkün kılmaktır. Bu anlamda kapsamlı bir uçuş öncesi hazırlık ve planlama, uçuşta alınacak kararlar için önemlidir. Ancak bunun tek

başına yeterli olduğunu söylemek doğru olmaz. Mürettebat üyeleri ile birlikte gözden geçirilen uçuş öncesi planlama, uçuşta alınacak kararların en etkin şekilde uygulanmasını sağlayacaktır. Bu nedenle, uçuş ilerledikçe, uçuş ekibi arasında belirli aralıklarla briefing verilmesiyle ilgili olarak önceden kararlaştırılan planda yapılan değişiklikler, durumsal bir yargıya sahip olması açısından önemlidir. Bu olay, özellikle uçuş devam ederken, meteorolojideki ani değişiklikler, beklenmedik durumlar ve tehlikeli hava durumlarında önemlidir. Her uçuş ekibinin gelişen durumla ilgili verileri düzenli olarak gözden geçirmesi ve karar verme sürecine etkin bir şekilde var olmasını sağlayacak yeterli bilgiye ve özveriye sahip olması gerekmektedir (Şekerli, 2006).

EKY becerilerini güncel olarak ölçmeyi hedefleyen havacılık sektörü, karar verme aşamalarına göre zorlu meteoroloji şartları altında olumlu-olumsuz davranış kalıpları belirlemiştir. EKY eğitimleri kapsamında elde edilen veriler, zayıf karar zincirinin havacılık emniyetini etkileyen önemli bir faktör olduğunu pilotlara göstermektedir. Karar mekanizması sürecinde alınan etkisiz ve yanlış bir karar, başka bir olumsuz safhanın meydana gelme olasılığını artırır. Bu nedenle, karar verme önemli bir eğitim bileşenidir. EKY eğitimi kapsamında mürettebat üyelerine uçuş faaliyetlerinde zorlu koşullarda uygun karar verme modelleri öğretilerek, EKY’de karar verme süreçlerinde etkinlik farkındalığının artırılması hedeflenmektedir. Daha önce meydana gelen hava maksatlı olaylarda uygulanan yanlış karar verme örnekleri, etkili bir karar mekanizması sürecinin geliştirilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. FAA tarafından havayolu şirketlerine olumsuz hava şartları altında karar verme davranışları ile ilgili örnek uygulamaların yapılması ve ekip üyelerinin bu davranış kalıplarını tanımaları sağlanmaktadır. Özellikle karar verme sürecinin notlarla sınıflandırılması, bir anlamda EKY eğitiminin etkin bir karar verme sırasında oluşturmayı amaçladığı davranış kalıplarını ortaya çıkararak uçuş emniyetinin artırılmasını hedeflemelidir (Flin, Goeters, Hormann ve Martin, 1998, s. 9).

### **2.10.2. Liderlik Yönetimi**

EKY eğitiminin bir diğer amaçlarından olan liderlik yönetimi, bireylerin liderlik becerilerini geliştirmek ve ekip üyelerinin olumsuz hava şartlarında emniyetli bir şekilde amaç ve hedeflere ulaşmasında koordinasyon içinde çalışmalarını sağlamaktır. ICAO liderlik özelliğini, kişinin kendi fikirlerini ve hareketleri diğer bireylerin düşünce ve davranışları üzerinde etkili bir değişkenlik yaratan kişi olarak tanımlamaktadır. Liderlik öncelikle ekip oluşturma ve mürettebat üyeleriyle iyi ilişkiler geliştirmesini olanak sağlayan ve her koşulda açık iletişim için gerekli koşulları yaratma becerilerini gerektiren özellikleri barındırır (İleri, 2020).

EKY eğitimleri temel olarak ekip üyelerinin liderlik rollerinin ne olduğunu kavramalarını ve doğru bir liderlik becerisine sahip olmalarını sağlamayı amaçlar. Kaptanın uçuş ekibinde lider olması beklenmektedir. Ancak özellikle tecrübesiz yardımcı pilotların değişken meteorolojik koşullarda liderlik rollerini öğrenmelerini ve kaptanın yetersiz kaldığı durumlarda uçuşa liderlik etmelerini sağlamayı amaçlamaktadır (Şekerli, 2006, s. 63).

Öte yandan ekip kaynak yönetimi, liderlik ve yönetim becerilerini dört ayrı sınıfta toplamaktadır (Flin vd., 1998, s. 9). Bu sınıflandırma aynı zamanda EKY eğitimlerinin liderlik yönünde geliştirmeyi hedeflediği becerileri de ortaya koymaktadır. Liderlik becerileri notlarla şu şekilde sıralanmıştır:

- Otorite ve özgüven: Lider, ekip üyelerinin fikirlerini özgürce ifade edebilecekleri bir çalışma ortamı yaratmalıdır. Sorumlu pilot, yetkisi ile mürettebat üyelerinin kendi fikirlerini ısrarla savunmasını sağlamalı ve mürettebat dayanışması arasında bir denge kurmalıdır
- Standartların oluşturulması ve uygulanması: Lider, uçuşun olağan hava şartlarında emniyetli bir şekilde tamamlanması için gerekli kuralların uygulanmasını sağlamalıdır. Bu nedenle, mürettebat üyelerinin veri yönetimini izleme ve denetleme görevlerini yerine getirmeleri gerekmektedir
- Planlama ve koordinasyon: Liderin meteoroloji verileri ilgili tüm planları yapması gerekir. Meteoroloji verileri ve analizi, lider tarafından ekip üyelerine açık bir şekilde açıklanmalı ve anlaşılmalıdır

Yukarıda belirtildiği gibi liderlerin uçuş emniyeti açısından önemli işlevleri vardır. Liderlik biçimleri uçucu ekiplerin motivasyonlarını etkiler ve karar verme süreçlerini şekillendirir. Bazı liderler, diğer ekip üyelerini karar alma süreçlerinde düşüncelerini söylemeleri için teşvik ederken, bazı liderler bunu bir zayıflık olarak algılayabilir. Bu durum uçuş emniyetini olumsuz etkileyebilecek hatalara neden olabilir. Öte yandan, bireylerin liderlik rolleri ekip çalışması ve veri yönetimi süreçlerindedeki etkili olabilmektedir (İleri, 2020).

Liderlerin mürettebatı bir ekip olarak görmeleri, “ben” bilinci yerine “biz” bilincine odaklanmaları, diğer ekip üyelerinide veri analizi ve yönetim süreçlerine dahil etmeleri ve onlarla sözlü olarak bilgi paylaşmaları mürettebat içindeki koordinasyonu artıracak ve olası hataların meydana gelme olasılığını azaltacaktır. Bu nedenle zorlu hava şartlarında insan hatalarını önleyerek havacılık emniyetini sağlamaya yönelik EKY uygulamalarının gelişmesine ve uçucu ekiplerin liderlik ve yönetim becerilerini etkinleştirmeye çalışmasına katkı sağlayacaktır.

### **2.10.3. Mürettebat İş Birliği**

Havacılık sektöründe verimli ve etkin olarak çalışan kapasitesini artırmak için ekiplerin iş birliği çalışmasından yararlanır. Özellikle tek bir pilot tarafından yapılan veri yönetiminden ziyade, iki pilot kontrolü altında veri takibi ve yönetimi yapılması uçuş emniyeti için gereklidir. Bazı durumlarda mürettebat üyelerinin kendi aralarında verimli çalışmadığı durumlar olabilir. Bu durumlarda genellikle fazla otoriter bir tutum içerisinde yer alan, katı ve çekingen pilotların ortak bir noktada buluşamaması ve ortaya çıkan zayıf iş birliği düşünceleri veya eylemleri olabilmektedir (Kearns, 2019, s. 304).

EKY eğitimleri, havacılık emniyetini ve etkinliğini sağlamak için ekip bilincini oluşturmaya ve mürettebat içinde en etkili şekilde çalışmaya çalışır. Mürettebat koordinasyonu ile ilgili davranış ve tutumları benimsenmesi ve uçuş operasyonu sırasında ekiplerin mürettebat olarak kendilerinden ne gibi beklentilerin olduğunu anlamalarını sağlamayı amaçlamıştır. Ekibi oluşturan mürettebat üyeleri arasında yaş ve deneyim açısından oldukça önemli farklılıklar vardır. Diğer

mürettebata göre nispeten genç ve deneyimsiz olan bir mürettebat üyesi, kaptanın kararlarını sorgulama konusunda daha çekingen olduğu yapılan araştırmalarda gözlemlenmiştir (İleri, 2020).

Genç ve tecrübesiz mürettebat üyelerinin başkalarının kararlarını sorgulamaktan çekinmeleri ekip çalışmasını olumsuz etkiler. Etkili ekip çalışması için mürettebat üyeleri arasında açık iletişim olmalıdır. EKY eğitimi sırasında, kendine güvenin ve bildiklerini savunma yeteneğinin önemi vurgulanmakta olup, ekip üyelerine örnek olarak olumsuz hava şartlarında mürettebat iletişimindeki zayıflıklardan kaynaklanan kazalar ve olaylar gösterilmektedir (CAA, 2003, s. 7.)

Mürettebat üyeleri arasında azalan koordinasyon, iletişim arızalarına, standart operasyon prosedürlerinden veya uçuş planlarından sapmalara ve sonuç olarak değişken hava şartlarında altında artan hatalara yol açar. Bu nedenle EKY eğitiminin bir diğer amacı da ekip üyeleri arasında ortak motivasyon ve emniyetli veri paylaşımını sağlamaya çalışmaktır. Bu sayede mürettebat içinde bilgi akışı daha kolay ve etkin bir şekilde dağıtılacaktır. EKY eğitimleri; mürettebat içinde ortak karar verme becerilerini geliştirerek, diğer ekip üyelerinin iş yükü, stres ve yorgunluk düzeylerini izleyerek, ekip içinde açık iletişim kurarak ve sağlıklı bir veri analizini benimseyerek hataların önlenmesini amaçlamaktadır. (Şekerli, 2006).

EKY açısından kokpitte veya kabinde ast pozisyonda bulunan uçuş veya kabin ekibinin, kaptan pilot veya kabin amirlerinin kararlarını eleştirebilmeleri ve fikirlerini özgürce ifade edebilmeleri önemlidir. Bu nedenle havacılıkta liderlik tarzının daha demokratik olması gerekmektedir. EKY'nin gerektirdiği kokpit ortamı, güç mesafesinin düşük veya yüksek olmasına bağlıdır (Mengenci, 2010).

Mürettebat iş birliklerinde, özellikle sosyal kültür ve EKY arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmalar, güç mesafesinin düşük olduğu kültürel ortamlarda astların üstlerine bağımlılığının sınırlı olduğunu ve farklı fikirleri savunmada kendilerini daha rahat hissettiklerini göstermektedir. Aksine güç mesafesinin yüksek olduğu kültür ortamlarında ise tam tersine astların üstlerine aşırı bağımlı oldukları, üstlerini sorguladıkları, onlara rahat yaklaşmaları ve farklı fikirlerin savunulması konusunda istenilen düzeyde olmadığı belirtilmektedir (Set, 2019).

Burada uçuş emniyetinin sağlanmasında dengeli bir güç mesafesi, pilotlar arasındaki ilişkiyi, kararların nasıl alındığını, emir komuta zincirinin nasıl oluşturulduğunu, verilerin nasıl analiz edildiği ve olağan hava koşullarında nasıl bir yönetim sergileyeceğini ve ekip üyelerinin bu konudaki istekliliğini veya isteksizliğini şekillendirmektedir.

#### **2.10.4. Durumsal Farkındalık**

Durum farkındalık, uçucu ekipler için çevrelerinde meydana gelen hava şartlarını takip ve analiz edebildikleri süreci ifade etmektedir. Durumsal farkındalığın ekip için belli başlı faktörleri mevcuttur:

- Uçuş boyunca süregelen çevre ve hava durumunun algılanması
- Mevcut değişken hava yapısının anlaşılması
- Meteoroloji verilerinin uçuş emniyetine nasıl bir etkisi olacağına öngörülmesi

Yukarıda yer alan faktörlerin her birinde hata payı vardır. Bir pilot görerek veya aletli uçuş sırasında mevcut hava hadiselerinin nasıl değişebileceğinin farkına varamayabilir ve bir ATC birimi havalimanında yer alan hava raporlarını yanlış okuyabilir veya yorumlayabilir. Burada yer almakta olan fiziksel ve zihinsel performans gerektiren sürecin, veri analizi ve yönetimi ile bağlantılı bir tutumu vardır (Kearns, 2019, s. 304).

Durumsal farkındalık, insanların içinde bulunduğu dış çevrenin algılanma derecesini temsil eder ve insanların çevrelerinde neler olup bittiğine dair algılarının yanı sıra gelecekte nasıl değişecekleri ve etkilerinin ne olabileceği hakkında tahminlerini geliştirmeye yönelik yetenekleri içerir. Uçağın pozisyonunda ve uçuşun çeşitli aşamalarında neler olabileceğinin sürekli olarak değerlendirilmesi ve uçuş emniyetini tehdit edebilecek olasılıkları göz önünde bulundurarak planlama yapılması uçucu ekiplerden beklenmektedir (CAA, 2003, s. 6).

Durumsal farkındalık, daha geniş olarak, gözlem yoluyla dış çevre ve hava durumu hakkında veri toplama, bu verileri uçak sistemleri veya daha önce aktarılmış verilerle karşılaştırarak mevcut durumu belirleme ve ortamdaki hava değişikliklerini takip etme ve gelecekte hava şartlarının nasıl olacağını dair yorumlama yapılması olarak pilotlara belirtilmektedir. Araştırmalar, insan hatalarının aktif rol oynadığı havacılık kazalarının önemli bir bölümünün durumsal farkındalıkla ilgili olduğunu ortaya koymaktadır. Kokpit ekibinin yeterli durumsal farkındalığı geliştirememesi ve uçağın içinde bulunduğu durumunu doğru bir şekilde belirleyememesi, yeryüzü şekilleri ve diğer uçaklarla çarpışmalara yol açar. Öte yandan, her yıl birçok farklı havacılık otoritesi tarafından yayınlanan kaza ve kırım raporları, kokpit ekibinin etkin durumsal farkındalık geliştirememesi nedeniyle kötü hava koşullarında yanlış veri algılanması veya yanlış piste indiğini bildiriyor (İleri, 2020).

EKY, eğitimleri durumsal farkındalık eksikliğinden kaynaklanan bu kazaları ve hataları ortadan kaldırmayı amaçlar. Karar verme ve değerlendirme süreçlerinin etkinliği durumsal farkındalık sürecine bağlıdır. Bireyin düşük durumsal farkındalığı, karar verme sürecinde hataya neden olur. Ekibin uygun durumsal farkındalığı geliştirmesi, etkili takım çalışmasına ve iletişime bağlıdır. Burada durumsal farkındalık etkeni çok önemli bir rol oynar. Durumsal farkındalık eğitimleri ile EKY, mürettebat üyelerinin hava aracı ve meteoroloji koşulları hakkında doğru bir durumsal farkındalık geliştirmesini sağlamayı amaçlar. Bu bağlamda durumsal farkındalık yaratma sürecini etkileyen faktörler de uçuş emniyetinin sağlanması amacıyla ekiplere öğretilmektedir (CAA, 2003, s. 6).

Ayrıca bu becerinin uçak için sadece dar bir çerçevede değil, uçakta faaliyet gösteren insan faktörünün kapasitelerini de içeren geniş bir perspektifte uygulanması gereklidir. (Fischer, vd., 1999). Uçuş sırasında bu davranışlar kullanıldığında uçuş emniyetine ve EKY uygulamalarına istenilen düzeyde katkı sağlanabilmektedir. EKY eğitimi çerçevesinde, uçuş ekibi arasında sürekli ve karşılıklı bilgi alışverişinin önemi anlatılır. Doğru ve güncel veri paylaşımı yoluyla, mürettebat üyeleri durumsal farkındalıklarını her zaman taze tutabilirler. Bunun sonucunda karar verme süreci daha etkin bir şekilde desteklenmiş olarak sağlanır (Set, 2019).



## 2.11. Ekip Kaynak Yönetiminde Uçuş Emniyeti Safhaları Yönetimi

EKY becerileri, havacılık sisteminde değişkenlik gösteren meteoroloji koşullarında uçuş emniyetine yönelik tehditlere ve insan hatası sonuçlarına karşı, uçuşun her safhasında birincil bir emniyetli yönetim anlayışı hedeflemektedir. Günümüzün EKY yönetimi, bir havayolu şirketinin güçlü ve zayıf yönetimi hakkında doğru verilere dayanmaktadır. Havayolu şirketleri mevcut emniyet konularına ilişkin ayrıntılı verilere dayanarak, uçuşun EKY'deki konuları içeren uygun proaktif ve iyileştirici eylemlerde bulunabilir (Helmreich vd., 1999).

Her biri uçuş operasyonlarının farklı bir safhası için veri analizi ve yönetimi hususunda dikkati gerektiren dört kritik uçuş safhası vardır. Bunlar: Brifing, kalkış, seyir ve iniş safhaları olmak üzere teorik veya yönetsel bir çerçevede hem beklenen hem de beklenmeyen tehditlerin arasında arazi, tahmin edilen hava durumu ve havaalanı koşulları gibi faktörleri içerirken, beklenmeyen tehditler arasında ATC komutları, sistem arızaları ve operasyonel baskılar yer almaktadır (Helmreich vd., 1999).

Ekiplerin uçuşun bütün safhalarında karşısına çıkan zorlu hava koşulları konusunda farkındalığını artırmak için güncel verilerin geniş çapta yayılması gereklidir. Özellikle meteoroloji veri analizi ve yönetimi modelleri, emniyetli bir hava operasyonu yönetimi için ekiplere bir şablon sağlayarak olayların analizinde yararlı bir öngörü işleve de sağlayabilir. Bu analizlerin sonuçları hem emniyet araştırmalarına hem de EKY müdahalelerinin ve eğitiminin geliştirilmesine yardımcı olabilir.

Uçuşun yukarıda belirtilen safhalarında uygun bir emniyet yönetiminin oluşturulması için ayrıca önemli olan durum, insan hatasının kaçınılmaz olduğunun ve bu hatayı etkin bir şekilde yönetmenin olgun bir organizasyon sorumluluğu olduğunun kabul edilmesidir ve kapsamlı bir hata yönetimi programını başlatmak için izlenecek bir çerçeve ortaya koymaktadır. İnsan hatasının her yerde ve her alanda kaçınılmaz olduğunun kabul edilmesi dahilinde, iletişimin çapraz kontrolü ve doğrulanması, hazırlık, planlama ve uyanıklık gibi endişeleri dile getirmek için

konuşma ve durumun zihinsel bir modelinin paylaşılması olarak, durum farkındalığını ve uçuş emniyetini artırmaya yönelik özel davranış teknikleri, olasılığı azaltmanın yollarıdır (Hayward, 1997).

Operasyonel bir etkiye sahip olmadan önce bir veride hatalı analizin meydana gelmesi veya bir hatanın yakalanması gibi teknikler, etkili grup karar verme ve stresin etkilerine karşı bağımsız olmadıklarının kabul edilmesiyle birlikte, uçuş emniyetini tehdit edebilecek bu hatalara etkili bir şekilde tepki verme durumunda, bu hataları düzeltmek ve bunların sonuçlarını hafifletmek için mürettebatın etkili bir veri analizi ve yönetimi gerçekleştirmesi gerekmektedir (Hayward, 1997).

### ***2.11.1. Briefing Safhası (Pre-Flight)***

Ekip kaynak yönetimini gerekli kılmak son derece önemli bir emniyet girişimi olmakla birlikte, pratikte amaçlanan hedeflerin gerisinde kalmamalıdır. Büyük havayolları, tahakkuk edilen uçuş öncesi emniyet ve meteoroloji verilerini yeterli bir şekilde analiz ederek gereksinimleri tam olarak yerine getirir. Bununla birlikte, daha az çaplı bölgesel taşıyıcılar ve kuruluşlar, meteoroloji verilerini yerine getirme konusunda daha az titizlik gösterdiği yapılan araştırmalarda gözlemlenmiştir (Helmreich vd., 2010).

Uçuş öncesi briefing safhasında etkili bir EKY için, hava olaylarının en değişken zamanlarında güncel olan veri kaynaklarını doğru analiz etmek gerektirir. EKY, ekip çalışmasının önemli olduğu ve ekip başarısızlıklarının maliyetli veya ölümcül olduğunu ve mürettebata standart dışı veya acil durumlarla ilgili ceza korkusu olmadan simülatörde baş etme fırsatı veren LOFT eğitimi, EKY'nin kullanması ve mürettebat performansı hakkında geri bildirim almak için en iyi uygulamalardan biri olmaya devam etmektedir. Uçuş öncesi briefing safhasında meteoroloji verilerinin doğru analizini ve uçuş boyunca rotayı etkileyebilecek faktörlerin yorumlanması, pilotların herhangi bir zorlu hava koşulunda emniyetli bir uçuş yönetiminin sağlanmasına imkân tanıyacaktır (Helmreich vd., 2010).

### **2.11.2. Kalkış Safhası (Take-Off)**

Çok mürettebatlı uçuşlarda emniyetin bir belirleyicisi olarak etkin bir ekip koordinasyonunun veya kokpit kaynak yönetiminin önemi uçuşun kalkış safhasında dikkat gerektiren bir safha olduğu belirtilmektedir. Burada meteoroloji verilerinin etkili kullanımı kaynakların iki paralel biçimde ekip koordinasyonu ile sağlanması gereklidir. Özellikle bu safhada önlenmesi gereken etkisiz kokpit yönetimi, mürettebat üyelerinin kişilikleri ve uçuş güvertesinin uygun yönetimine ilişkin tutumları, veri analizi ve uçuş performansı arasındaki ilişkiler kritik öneme sahiptir, çünkü kalkış sırasında kokpit yönetimini iyileştirmek için kullanılan stratejilerin türüne ve ön görülen başarı düzeyine bağlıdır.

Kalkış safhasında uygulanması gereken ekip kaynak yönetimi örneği, genellikle zorlu hava şartlarında ve uzun vadeli hava olaylarına maruz kalan pilotlara, veri paylaşımı ve yönetimi yoluyla koordinasyon değişiklikleri yaratmaya odaklanır. Eğer veriler mürettebat koordinasyonunda önemli bir rol oynuyorsa, nispeten güncel meteoroloji verilerinin kısa eğitim programları adı altında veya kendi kendine çalışma programları ile elde edilmesi muhtemel değişiklik gösteren hava muhalefetlerinde kalkış sırasında tehlikenin oldukça azaltılmasını sağlayarak daha emniyetli bir yaklaşımın yakalanması görülebilir. Kalkış sırasında mürettebat koordinasyonu eğitiminin davranışta değişikliklere yol açabileceği gerçeği, uçuş güvertesi performansının bağımsız belirleyicileri olarak kişilik özelliklerinin önemi konusunda herhangi bir şüphe yaratmaz. Bu tür bir eğitimi sağlamanın birçok yolu vardır, ancak dersler, medya sunumları ve kendi kendine çalışma programları, bireylerin kökleşmiş inançlarına meydan okuma ve yanıt vermede başarısız oldukları ve tutumlar arasındaki bağlantıyı incelemedikleri için optimal yaklaşımlardan daha azdır. En etkili yaklaşım muhtemelen, yakın koordinasyon gerektiren veri analizi sorunları sunmak için tasarlanmış tam görev uçuş simülasyonlarının kullanımı dahil olmak üzere, şu anda mevcut olan güncel veriler, moderatörlü grup tartışmaları ve zorlu meteoroloji şartlarında yönetsel alıştırımlara dayalı sunumları içermelidir (Helmreich, 1984).

### 2.11.3. Seyir Safhası (Cruise)

Seyir safhası, tırmanış ve iniş arasında, düz ve seyir irtifasında kat edilen uçuş aşamasıdır. Yolculuk süresi ve ekip kaynak yönetiminin en büyük yüzdeleri tipik olarak bu aşamada tüketilir. Rota istikametini önemli ölçüde etkileyen beklenmedik meteoroloji hadiseleri, bu irtifada uygun seyir planlaması ve yönetimiyle genellikle bertaraf edilebilmektedir. Pilotların veya uçuş operasyonu planlayıcısının bakış açısına bağlı olarak belli kategorilerde hava durumu verileri analiz edilebilir:

- Belirli bir yakıt miktarı ile olumsuz hava şartları için kat edilen mesafenin maksimize edilmesi
- Kat edilen belirli bir seyir mesafesi için kullanılan yakıtın hava kaynaklı tehlikeli durumlar için yeterli olabilmesi
- Uçuş emniyetinin korunması

Uçuş ekiplerinin optimum ve emniyetli bir şekilde seyir operasyonunu gerçekleştirebilmesi için öncelikle uçuşun stratejik hedeflerini anlaması ve ardından bu hedeflere en emniyetli olan seyir rotasını seçmesi ve yönetmesi gerekir. Gerçek dünyada meydana gelen olağan hava şartlarının, öncelikli stratejiden sapma ihtiyacıyla sonuçlanabileceğini kabul etmek ve ona göre öngörülebilen uçuş yönetiminin de gerekli olduğunu anlamak aynı derecede önemlidir.

Hava aracı uçuş başlattığı vakit, farklı meydanlarda çeşitli hava durumu bilgi verileri mevcut olmaktadır. Pilotların, uçuş sırasında karar vermesi için belirli meteoroloji verilerinin önemli bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Pilotlar tarafından son derece önemli kabul edilen uçuşun seyir safhasında hava durumu bilgileri, hava da buzlanma (bilinen ve tahmin edilen), yıldırım, SIGMETs, frekanslar içinde diğer uçaklardan duyulan Pilot Raporları (PIREPs), görünürlük ve düşük seviyeli rüzgâr ve ATIS bilgilerinin yüksek derece takibi ve uçuş sırasında yönetimi uçuş emniyetine yönelik önemli bir rol oynamaktadır (Latorella, 2002).

Seyir sırasında varılacak meydan ile ilgili karar vermek için gerçek veya potansiyel tehlike yaratabilecek hadiseler karşısında pilotların tek başına karar vermekten ziyade dengeli bir veri yönetimi gerçekleştirebilmeleri karar sürecini

kolaylaştıracaktır. NASA tarafından uçuşun seyir sürecindeki veri yönetimi ile ilgili yapılan araştırmada, yönetim ve karar verme sürecinin iş birlik içerisinde olmasının gerektiğinin ve pilotların hava şartları ile ilgili çoğu kararı, tek başına almaktan ziyade başkalarının yardımıyla karar vermeyi tercih ettiklerini ve ekip koordinasyonu içerisinde alınan kararların uçuş emniyetine olumlu bir şekilde etki ettiğini gözlemlemiştir (Latorella, 2002).

#### **2.11.4. İniş Safhası (Landing)**

Mürettebatın iniş safhasında hazırlanması gereken ortak ve emniyetli bir yaklaşım ve iletişim gerekmektedir. EKY eğitimlerinin, uçuşun bu kritik safhasında meteoroloji verilerinin en iyi şekilde kullanılmasını sağlayan bilgi ve becerileri pilotlara aktarmalıdır. Hava durumu hakkında prosedürlerin etkili, başarılı ve emniyetli bir şekilde uygulanması için ekip yönetiminin koordineli ve verimli bir tutum altında yönetilmesi sağlanmalıdır.

Şiddetli hava olaylarının ticari havacılığı çokça kez etkilediği görülmüştür. İlk olarak, uçuştan önceki rotayı ve zamanlamayı etkilediği için, pilotların aceleci ve alışagelmediği iniş prosedürlerini yüksek bir stres seviyesi altında uygulaması uçuş emniyeti için bir tehlike arz etmektedir. Bu tehlikeli durumun emniyetli bir şekilde yönetilmesi için, uçuş öncesi yapılacak briefinglerin önemi ve rota boyuna alınacak ek hava durumu bilgilerinin doğru bir analizi, emniyetli bir yönetim şeklini ortaya çıkaracaktır. Tehlikeli durumların değerlendirmesi için tüm ilgili faktörleri algıladıktan ve değerlendirdikten sonra, pilotlar planlanan alternatif havalimanlarını veya iniş yapacakları havalimanının iniş prosedürlerini incelemeleri gereklidir (Temme ve Tienes, 2018).

Yapılan araştırmalarda pilotların çoğu iniş sürecinde, eğitim seviyelerinden bağımsız olarak tanıma veya sezgiye dayalı kararlardan ziyade, belirsiz ve öngörülemeyen hava olayları durumlarında analitik kararlar vermiştir. Pilotların yüksek baskılı ve stresli durumlarda mümkün olduğunca koordineli ve emniyeti eylemleri olağan bir davranış tutumu olarak benimsemelidir. Burada pilotların iniş sırasında sahip oldukları çok yüksek sorumluluğun farkında olmaları ve eylemlerinin

sonuçlarının bilinmeside araştırmada yer alan analitik kararların gerekçesi olabilmektedir (Temme ve Tienes, 2018).

Pilotların iniş sırasında meydana gelebilecek tehlikeli durumlarda karar vermesini desteklemek için analitik bir yaklaşım olarak, karar verme adımlarını çeşitli süreçlere göre yapılandırmakla bağlantılıdır. Tüm pilotlar iniş sırasında yaşanabilecek olumsuz hava şartlarından mümkün olabildiğince kaçınmalıdır. Özellikle, iniş safhasına geçilirken hava durumu radarında görülen kırmızı fırtına oluşumlarından ve şiddetli buzlanma sahasında uçmamalarının, meteorologlar tarafından şiddetle tavsiye edildiğı, yapılan analizlerde ve raporlarda belirtilmiştir. Örneğın iniş safhasında meydana gelebilecek hava hadiselerinde bir pilotun, hafif (yeşil renk) veya orta (sarı renk) derece radar işaretlerinde kaçınma kararı, rüzgârın hızına ve bulutun çapına bağlıdır. Radarda görülen yeşil alan, hafif yağış ve daha az şiddetli koşulları gösterir. Ancak bir pilotun, yeşil ve sarının her zaman sorunsuz olduğunu genellemesi çok basit olur ve yeşil bir bölgede meydana gelebilecek türbülans hadiselerinden kaçınılması gerekebilmektedir. Ayrıca hava radarında görülen sarı bölgenin çok hızlı bir şekilde kırmızıya (şiddetli hava hadisesi radar rengi) gelişebileceğı için dikkatli yorumlanmalı ve yönetilmelidir (Temme ve Tienes, 2018).

İniş sırasında yapılacak bir tehlike değerlendirmesi için faktörlerin belirlenmesi, mevcut hava hücresinin görsel görünümünün ve kişisel deneyimin açık bir şekilde önceliklendirildiğini ve ardından hava durumu radar görüntüsü ve diğer pilotun görüşünü belirtir. Tehlikenin görsel olarak değerlendirilmesinin önemi, uçuş yönetimi kararlarının duygusal bileşenlerinden ziyade emniyetli bir hava operasyon yönetimi modelinin uygulanmasına bağlı olması gereklidir (Temme ve Tienes, 2018).

## **2.12. Uçuş Emniyetini Etkileyen Meteoroloji Verileri ve Hatalı Ekip Kaynak Yönetimi Sonucu Gerçekleşen Ticari Uçak Kazaları**

Havacılıkta bugüne kadar meydana gelen kaza oranlarına geniş bir açıdan bakıldığı zaman, en yaygın kaza tiplerinin meteoroloji verilerinin yanlış analiz edilmesi ve yönetilmesi sebebiyle gerçekleştirdiği görülmektedir. Bu kazalarda %70-%80'inin insan faktörü sebebiyle hatalı uçuş yönetimi ile gerçekleşmiştir. Havacılık sektöründe, 1960'lar ve 1970'lere emniyet yenilikleri, etkin bir şekilde yapısal ve teknoloji bazlı gelişmeler fayda sağlamış olmasına rağmen, günümüzde meydana gelen olay ve kazaların çoğunda insan hatası ve kötü bir uçuş yönetimine dayandırılmaktadır (Kearns, 2019, s. 304).

Hava araçlarının maruz kalmakta olduğu birden fazla olumsuz dış etkenler neticesinde kaza kırım meydana gelebilmektedir. Bu dış kaynaklardan en belirgin ve en fazla etki eden faktör, tehlikeli şekilde gelişen meteorolojik hadiselerden kaynaklı olmuştur. Teknolojinin süre gelen gelişiminin yanında, olumsuz hava şartları sebebiyle meydana gelen uçak kazalarının önüne tam anlamıyla geçilememektedir (Atasoy, 2015). Bir asır önce gerçekleştirilen uçuşlardan sonra bile, halen ölümcül uçak kazalarına sebep olan en yüksek faktörlerden biri kötü meteorolojik şartlar olmaktadır.

Meteoroloji dolaylı gerçekleşen kazalar üzerinde yapılan araştırmada: yerde bulunan bir pilot, hava koşulları sebebiyle gerçekleşmiş olan bir kazayı analiz etmesini istediğimi zaman, "bu koşullarda uçmayı asla denemezdim" cümlesini duyabilmekteyiz. Kötü hava şartlarını tecrübe etmiş olan pilotları gözlemlediğimiz vakit ise, büyük bir yüzdenin: beklenmedik zaman aralığında meydana gelen hava hadiseleri karşısında şaşırmakta, kapana kısılmış halde hissettikleri ve meteoroloji verilerini yeterince iyi bir şekilde yönetemedikleri sebebiyle gerçekleşen birçok uçak kazasında görülmektedir (Üçkardeş, 2012).

Hava operasyonunun gerçekleşmekte olduğu bölgede bulunan ATC birimlerinin raporları dışında, çoğu güncel hava verilerine sahip olan ekiplerin, gelişmekte olan kötü hava şartlarında uçuşu emniyetli bir şekilde gerçekleştirmeleri her daim beklenmektedir (EASA: Weather, 2018).

**Tablo 7.** 2000-2011 yılları arasında gerçekleşmiş olan toplam kaza sayıları ve hava faktöründen kaynaklanan kaza sayıları

<u>YIL</u>	<u>KAZA SAYILARI</u>	<u>HAVA FAKTÖRÜ KAYNAKLI KAZA SAYILARI</u>
2000	28	9
2001	24	2
2002	30	10
2003	21	7
2004	19	4
2005	23	9
2006	23	3
2007	19	5
2008	29	5
2009	26	5
2010	35	3
2011	32	11

**Kaynak:** Üçkardeş, İ (2012). Risk Analizi ve Havacılık Sektöründe Kaza Risklerinin Değerlendirilmesi Y.L. Tezi.

Genel kanının aksine meteoroloji hadiselerinin uçak kazalarında azımsanmayacak derecede bir etkisi bulunmaktadır. Hava olayları, uçak üzerinde meydana gelebilecek bir arıza durumunda, uçuşun karmaşıklaşmasına katkıda bulunarak, pilotların mevcut problemlerle başa çıkma kapasitesinin üstünde bir stres yaratır. Bu stresli durumlardan kaçabilmek için, mürettebatın meteoroloji ile alakalı geçmiş yıllarda yaşanmış bütün havacılık olayları ve kazalarından ders almasını sağlayarak ve gerekli eğitimlerin yapılması için sürekli bir güncel öğrenme sürecinin yaratılması sağlanmalıdır.

Aslında karmaşık olmayan ve sadece birbiri ile bağlantılı olan EKY ve meteoroloji sisteminin havacılıkta mükemmel bir uçuş emniyetini yakalaması adına günümüz teknoloji sistemlerinin tüm uçak tiplerine entegre edilmesi bir hayli zaman



alan ve zor bir süreç olacaktır. İnsanların limitleri doğal yapıları ile sınırlandırılmış ve öngörülebilir olmaktadır. Bu yüzden her mürettebattan üst düzey bir EKY performansı beklenemez ve bu yetersizlik veya beceriksizlik üzerinden yadırganmamalıdır. Çoğu kez insan yönetimi faktörü kazalara direkt bir etkisi olmaz ancak mürettebatın yetersiz bir eğitim alması ve hazırlıksız yakalanması yönetim yeteneğini azaltmaktadır. Burada EKY eğitimlerinin zorlu meteorolojik şartlar altında güncel bir eğitim sürecinin sağlanması ve pilot dostu olacak şekilde yeni sistem ve arayüzlerin farklı uçak tiplerinde tasarlanması ve geliştirilmesi gerekmektedir (Kearns, 2019, s. 304).

Pilotların hava durumu verilerini nasıl yönettiğine ilişkin yapılan araştırmada: pilotların hem fırtına tehlikeleri hem de meteoroloji verileri hakkında yeterli bilgi ve yönetim sürecine sahip olamadıklarını öne sürülmüştür. Bu veri ve bilgi boşlukları uçuş emniyetine dair yeterli emniyet anlayışına sahip olamayabileceğini göstermiş olabilir. FAA'nin veri bağlantılı hava durumu ekranlarının kullanımına ilişkin kılavuzu, uçuş ekiplerinin şiddetli hava koşullarının olduğu bir bölgeden tamamen kaçınmak gibi stratejik ekip yönetimi kararlarını uygulamalarını şart koşar. Ancak pilotlara hem uçuş öncesinde hem de uçuş sırasında sofistike meteorolojik bilgiler sağlanırken, pilotlar gerçek zamanlı meteoroloji verilerini etkin bir şekilde yönetemezlerse, uçuş emniyetine yarardan çok zarar verdiği görülmüştür (Blickensder, Lanicci, Vincent, Thomas, Smith ve Cruik, 2015). Meteoroloji verilerinin yönetimi ile hava araçlarını kullanan uçuş ekiplerinin performansı arasındaki boşluğu ve kaza kırım hadiselerini önlemek için doğru bir eğitim araçlarına ve stratejilerine ihtiyaç vardır.

Meteorolojik tehlikelerin uçuş emniyeti üzerinde önemli bir olumsuz etkisi her daim olmuştur. Son araştırmalara göre, dünya çapındaki hava kazalarının %20 ila %30'u ve Avrupa'da hava trafiği gecikmelerinin %22 kadarı kötü hava koşullarından kaynaklanmaktadır. Burada önemli olan nokta ise, hava trafiğinin önümüzdeki 20 yıl içinde üç kat artacağı tahmin edilmesidir. Kaza oranları aynı seviyelerde kalırsa, kaza sayısı önemli ölçüde artacak ve bu durum havayolu ve uçak şirketleri ile devlet kurumları tarafından kabul edilemez bir durum olarak ortaya çıkacaktır. Yeni sistemlerin pilotların veri yönetimine dair bilgi akışını iyileştirmesi adına,

meteoroloji veri kaynaklarından gelen verileri sonradan işleyen ve birleştiren algoritmalar geliştirmenin uçuş emniyetini artırması beklenmektedir (Page, 2010).

Hava operasyonlarında en yüksek emniyet seviyelerini sağlamak için, her bir uçuş ekibi üyesi, uçağın uçuş yolunu ve sistemlerini dikkatli bir şekilde izlemeli ve beklenmedik hava hadiseleri karşısında aktif olarak çapraz bir veri takibi yapmalıdırlar. Zorlu meteoroloji şartlarında etkili bir ekip kaynak yönetimi ve veri takibi, kelimenin tam anlamıyla son savunma hattı olabilmektedir (Sumwalt vd., 2002).

1997 yılında yürütülen araştırmada, NASA havacılık emniyeti raporlama sistemindeki araştırmacılar ile birlikte, 200 olayı inceleyerek, zorlu hava şartlarında yetersiz bir veri takibi yapıldığını gözlemlemiştir. Sunulan raporlarda, veri izleme hatalarının olumsuz uçuş emniyeti sonuçlarına yönelik ciddi hataları çıkarmıştır: irtifa sapmaları, araziye doğru kontrollü uçuş, stall başlangıcı, uçak kontrolünün kaybı ve rota sapmalar durumunda, yetersiz veri takibi ve ekip yönetimini iyileştirmek için proaktif bir planlama eşliğinde, uçuş ekiplerinin eğitilmesi gerektiğinin önemli olduğu belirlenmiştir (Sumwalt vd., 2002). Gerekli planlamaların uçuş ekibinin kokpit yönetim performansı ve hatalarının, hava aracı kontrolden çıkmadan önce tespit edip gerekli düzenlemenin yapılmasının uçuş emniyetini artırabilir olduğunu göstermiştir. Pilotların zorlu koşullar altında doğal olarak iyi bir yönetim gösteremediği bilinmiş olsa da mürettebat izleme performansında yapılacak olan politika değişiklikleri, eğitim ve aktif bir izleme konseptini takip eden uçucu ekip tarafından önemli ölçüde iyileştirilebileceği amaçlanmalıdır.

Doğru bir risk ve veri yönetimi hava operasyon görevinin önemli bir parçasıdır. Uçuş ekipleri, zorlu hava şartları karşısında uçuş faaliyetlerinde riskler olduğunu ve bazı operasyonların diğerlerinden daha riskli olduğunun farkındadır. Pilotlar meteorolojik koşullar altında kişisel minimumları geliştirmeyi ve yönetim becerilerini kullanmayı öğretmek için dört ana bölümden oluşan bir eğitim programı geliştirilmiştir:

1. Meteoroloji veri takibi
2. Risk faktörlerinin belirlenmesi
3. Kişisel minimumların belirlenmesi

#### 4. Uçuş emniyetinin sağlanmasında belirlenmiş kılavuzların uygulanması.

Bu eğitimin amacında, uçuş emniyetinin sağlanmasında için belirli standartların uygulanması ve kontrollü bir ekip kaynak yönetimi ile sağlıklı bir risk yönetimi kararlarının alınması hedeflenmiştir (Jensen, Guilkey ve Hunter, 1996).

Bu bölümün devamında yer alan olumsuz meteorolojik koşullar neticesinde uçuş emniyetinin sağlanamaması ve uçucu ekiplerin kaynak yönetimindeki yetersiz etkisi sonucu meydana gelmiş kaza hadiseleri dört faktör içerisinde incelenmektedir;

- Meteoroloji veri takibi ve yönetimi
- Uçuş emniyetinin sağlanmasında kokpit içerisindeki risk yönetimi
- Ekip kaynak yönetimi
- Stres altında performans ve yönetim kaybı

**Tablo 8.** Kaza ve Olay Raporu

	American Eagle "Uçuş 4184"	USAir "Uçuş 1016"	British Airways "Uçuş 009"	Singapore Airlines "Uçuş 006"
<b>Uçak Tipi</b>	ATR 72-212	DC-9-31	B747-236B	B747-412
<b>Yolcu/Mürettebat</b>	64/4	52/5	248/15	159/20
<b>Rota</b>	Indiana, US – Chicago, US	Colombia, South Carolina, US- Charlotte, North Carolina, US	London, UK- Auckland, New Zealand	Singapore - Los Angeles, United States
<b>Hava Şartları</b>	Buzlanma şartları	Mikro patlama sonucu rüzgâr kesmesi	Volkanik kül bulutları	"Xangane" Tayfunu
<b>Kaza/Olay</b>	Buzlanma sebebiyle kanatçık kilitlenmesi ve hava aracında kontrol kaybı sonucu kaza-kırım meydana gelmiştir.	İrtifa ve motor gücünün yetersiz olması sebebiyle hava aracı takatsiz kalarak kaza-kırım meydana gelmiştir.	Hava aracı yüzeyinde hasar ve aşınma, kısa süreli motor kaybı meydana gelmiş olsa da hava aracı emniyetli bir şekilde yere inmiştir.	Fırtına koşulları sebebiyle görüş şartlarının azalması ve artan sağanak yağış sebebiyle ekibin durumsal farkındalığını yitirmesine ve yanlış pistten kalkış sonucu kaza-kırım meydana gelmiştir.

**Tablo 9.** Kaza Raporu

	FedEx Express "Uçuş 80"	American Airlines "Uçuş 1420"	Wayne County Havalimanı Çarpışması: Northwest Airlines "Uçuş 1482 – Uçuş 299"	Air France "Uçuş 358"
Uçak Tipi	MD-11F	MD-82	DC-9 / B727	A340
Yolcu/Mürettebat	0/2	139/6	40-4 / 146-8	297/12
Rota	Guangzhou, Çin – Narita, Japonya	Dallas, ABD – Arkansas, ABD	Detroit, ABD – Pittsburgh, ABD / Memphis, ABD	Paris, Fransa – Toronto, Kanada
Hava Şartları	Rüzgâr kesmesi – sert ve dalgalı hava hızı	Şiddetli fırtına – mikro patlamalar	Yoğun sis hadisesi sebebiyle düşük görüş şartları	Şiddetli fırtına, mikro patlamalar, yıldırım düşmesi ve düşük görüş şartları
Kaza/Olay	Rüzgâr kesmesi hadisesi bildirildiği halde, uçuş ekibinin gerekli veri takibini yapamaması, ani gelişen rüzgâr değişimi ve hava hızı sebebiyle piste sert teker koyulması sonucu uçuş emniyeti sağlanamamış ve hava aracında kontrol ile kaybı kaza meydana gelmiştir.	Şiddetli fırtına koşulları ve mikro patlama hadiselerinin uçuş ekibine iletilmesine rağmen, operasyonu bir an önce bitirmek amacıyla yetersiz meteoroloji veri analizi ve ekip kaynak yönetiminin başarısız olması ve uçuş emniyetinin sağlanamaması sonucunda kaza meydana gelmiştir.	Yoğun sis şartlarının neden olduğu düşük görüş uçuş 1482 ekibine iletilmesi, ancak uçuş ekibinin yetersiz veri analizi ve emniyetsiz bir ekip kaynak yönetimi sonucunda yanlış taksi yaparak aktif bir piste girmesi ve o esnada kalkış yapmakta olan Uçuş 299 ile çarpışmaları neticesinde kaza meydana gelmiştir.	Havalimanı üzerinde gelişen şiddetli yağış ve özellikle pistin uzak ucunda meydana gelen çok sayıda yıldırım çarpması ve düşük görüş şartlarında uçuşun piste iniş denemesi ve pist dışına kayması sonucunda kaza meydana gelmiştir.

### 2.12.1. American Eagle ‘‘Uçuş 4184’’ Kazası (1994)

31 Ekim 1993 tarihinde ‘‘Simmons Airlines’’ tarafından işletilen ve bölgesel hava operasyonları için ‘‘American Eagle’’ bünyesine kiraya verilmek olan ‘‘ATR 72-212’’ model hava aracı, 4184 sefer sayılı uçuşu icra etmektedir. Hava aracı iniş için yaklaşmakta olduğu sırada ‘‘holding pattern’’ bekleme alanı içerisine devam etmiştir. Alan içerisinde 8000 ft irtifaya alçaldığı sırada, uçak kontrollerini aniden kaybederek yere çakılmıştır. Meydana gelen çarpışma neticesinde uçakta bulunan 2 pilot, 2 kabin ekibi ve 64 yolcu hayatını kaybetmiştir. 4184 sefer sayılı uçuş, düzenli olarak gerçekleştirilen tarifeli bir yolcu uçuşu olmaktaydı ve 31 Ekim günü hava şartları sebebiyle ‘‘14. Federal Düzenlemeler Yasası, Bölüm 121’’ uyarınca aletli uçuş kuralları (IFR) içerisinde uçuş planlaması yapılmıştır.

Gerçekleşen bu kazanın olası nedenleri olarak;

- Hava aracının kanat firar kenarında yer alan kanatçıkların aşırı bir buzlanmaya maruz kalması sebebiyle kanatçık kitlenmesi ve uçakta kontrol kaybı
- Pilotların, meteoroloji verileri içerisinde yer alan ‘‘buzlanma’’ hadisesini yeterince analiz etmemesi ve hava aracı üzerinde takip etmemeleri
- Ekip kaynak yönetimi hususunda yetersiz veri paylaşımı ve uçuş emniyetinin kaybolması

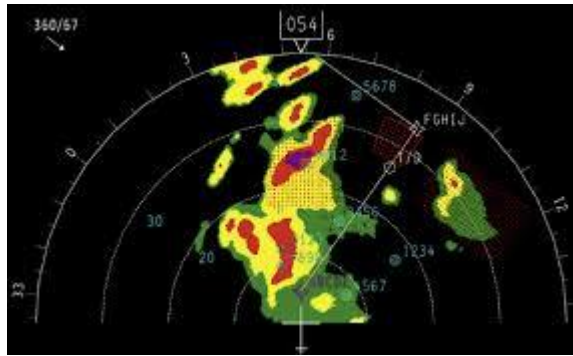
Kaza sonrası incelenen kokpit ses kayıt cihazında (CVR), uçuş sırasında pilotların meteorolojik verileri takip etmedikleri, kokpit ortamında müzik dinledikleri ve sürekli işitilen kahkaha sesleri neticesinde, profesyonellikten uzak bir uçuşun icra edildiği belirlenmiştir.

Gerçekleşen kaza sonrasında ATR firması, ‘‘ATR-72’’ modelinin uçuş ekibi operasyon el kitapçığına ve uçuş ekibi tip eğitimi programlarına, donan yağışın tespiti ve buzlanma şartlarının uçuşun her safhasında kontrolünün yapılması ve takip edilmesi ile ilgili prosedürleri eklemiştir. FAA ‘‘ATR-42 ve 72’’ modellerinde uçmakta olan ekiplerin, buzlanma koşullarında uçuş emniyetini sağlamak için gerekli

meteoroloji veri takibinin ve doğru koşullarda veri yönetimini gerçekleştirilmesi için düzenlemeler yapılmasının gerekli olduğunu belirtmiştir.

Bu kazanın gelişmesinde etkili olan faktörlere baktığımız zaman, uçuş sırasında meydana gelen buzlama hadisesinin, şirket tarafından hazırlanan planlamada, pilotlara buzlanma hususunda detaylı bir Havacılık Faaliyetleri İçin Hazırlanan Hava Durumu Briefing Hizmeti (AIRMET) veri bildiriminin aktarılmadığı fark edilmiştir. Rota üzerinde yer alan buzlanma koşullarından yeterince bilgi sahibi olamayan uçucu ekibin, ani gelişen şartlar karşısında gerekli tepkiyi gösterememiştir. Burada meydana gelen durumsal farkındalık eksikliği, EKY bağlamında pilotların karar verme sürecini olumsuz olarak etkilemiştir.

Kalkıştan önce yayınlanan meteorolojik verilerden: AIRMET, uçuş rotası boyunca yer almakta olan hafif-orta şiddetteki türbülans ve buzlanma şartlarına ilişkin herhangi bir bilgiyi dahil etmemiş olması, hava aracını adete tehlikenin içerisinde habersiz bir şekilde bırakmaktadır. 4184 sefer sayılı uçuşun mürettebatının, bu bilgilerden habersiz olarak meteorolojik raporlara yeterince önem vermemiştir ve kokpitte yer alan hava radarının da kullanıp kullanılmadığı yapılan incelemede tespit edilememiştir.



**Resim 4.** Örnek kokpit hava radarı

Level (Seviye)	Weather Mode (Hava Modu)	Map Mode (Harita Modu)
Level 0	No Detectable Clouds – Black (Tespit Edilebilir Bulut Yok – Siyah)	
Level 1	Normal Clouds – Green (Normal Bulutlar – Yeşil)	
Level 2	Dense Clouds – Yellow (Yoğun Bulutlar – Sarı)	
Level 3	Severe Storm – Red (Şiddetli Fırtına – Kırmızı)	

**Grafik 8.** Hava radarı içerisinde yer alan bulut yoğunluk seviyeleri

4184 sefer sayılı uçuş sırasında aynı hava sahasında yer alan bir başka uçuş “Northwest Airlines” ait bir “Airbus A320” kaptanı, kaza sonrası verdiği ifadelerde, “holding” bölgesinde yer alan ayırmda “1610” ve “1640” UTC periyodları arasında buzlanma koşullarıyla karşılaştıklarını belirtmiştir. Uçağın kaptanı, buzlanma şartlarının yaklaşık 14.000 feet’ten itibaren başladığını ve iniş için yaklaşmakta oldukları “Chicago O’hare” havalimanına yerden 2000 feet irtifaya kadar şartların devam ettiğini belirtmiştir. Kaptanın ek olarak bildirdiği bir durum ise, hafif yağış hadisesi sebebiyle kokpitin ön camında donmuş buz parçacıklarının gördüğünü ve bölgedeki ATC birimine hafif kırağı hadisesi olarak rapor etmiştir.

Uçuş ekiplerinin beklenmedik meteoroloji hadiseler sebebiyle, ekiplerin uçuş öncesi ve sırasında beklenen hava şartlarının güncel olarak bildirilmesinin, uçuşların emniyeti açısından çok büyük bir öneme sahip olduğu görülmektedir.

Havacılık Bilgi Yönetimi (AIM) tarafından, uçak üzerinde meydana gelen buzlanma koşullarının tanımlamaları yapılmıştır;

- Trace (İz) – Buz algılanabilir hale gelir. Hava aracı üzerinde 1 saati aşmaksızın, “Buz çözme/Buzlanma (De-icing/Anti icing)” önleme ekipmanı olmasa bile tehlikeli değildir.



- Light (Hafif) – Birikme hızı, uçuş durumunda sorun yaratabilir. Hava aracı üzerinde 1 saati aşmaksızın, “Buz çözme/Buzlanma (De-icing/Anti icing)” önleme ekipmanı kullanılmış ise sorun teşkil etmez.
- Moderate (Orta) – Hava aracı üzerinde birikme oranı çok kısa olsa bile, potansiyel olarak tehlikeli hale gelir. “Buz çözme/Buzlanma (De-icing/Anti icing)” önleme ekipmanı kullanımı veya uçuşun yönlendirilmesi gereklidir.
- Severe (Şiddetli) - Hava aracı üzerinde birikme hızı, “Buz çözme/Buzlanma (De-icing/Anti icing)” önleme ekipmanı tarafından tehlikeyi azaltamıyor ve kontrol edemiyor. Acil olarak uçuşun yönlendirilmesi gereklidir.

Sonuç olarak, uçuş ekiplerinin hava operasyonunu gerçekleştirmek için yeterli sertifika ve eğitimlere sahip olsalar bile, beklenmedik durumlarda gelişmekte olan meteoroloji şartlarında gerekli reaksiyonu göstermeleri ve veri yönetimi yapmaları gerekmektedir. 4181 sefer sayılı uçuşun karşılaştığı aşırı soğumuş bulut yapısı, çışelemekte olan donmuş yağmur damlacıkları ve uçak gövdesi üzerinde oluşan buzlanma hadisesi sebebiyle tehlikeli bir duruma girmiştir. Uçulan rota üzerinde yer alan meteoroloji verilerinin gerekli güncelliğe sahip olması ve gelişmekte olan hava hadiseleri ile ilgili gerekli uyarılarının yapılması, uçuş emniyetine olumlu olarak yansıtacaktır.

Hava aracının “31 Ekim, 1994” tarihinde gerçekleştirmiş olduğu kazaya ilişkin bilgiler (NTSB) tarafından, “PB96-91040I-NTSB/AAR-96/01-DCA95MA001” numaralı kaza raporundan elde edilmiştir.

### **2.12.2. USair ‘‘Uçuş 1016’’ Kazası (1994)**

2 Temmuz 1994 yılında, USAir tarafından işletilmekte olan Douglas “DC-9-31” model hava aracı, 1016 sefer sayılı tarifeli uçuşu icra ederken, uçuş ekibi iniş planladıkları “Charlotte-Douglas havalimanı” 18R numaralı pisti pas geçmeye çalışmışlardır ve başarısız olan ekip, havalimanı yakınlarındaki yerleşim yeri yakınına düşmüştür. Kaza sonrası mürettebattan, kaptan, yardımcı pilot ve bir uçuş ekibi görevlisi hafif yaralanırken, yolculardan ağır yaralanan olmuştur. Kaza

sırasında, hava koşulları sebebiyle aletli uçuş kuralları (IMC) mevcuttur ve uçuş planı IFR çerçevesinde planlanmıştır.

Kaza raporu çerçevesinde kazanın gerçekleşmesinde rol oynayan faktörler;

- Uçuş ekibinin şiddetli bir “microburst” hadisesi sırasında iniş için yaklaşmaya devam etmesi
- Uçuş ekibinin yaklaşma sırasında rapor edilen “windshear” uyarılarını dikkate almaması
- Uçuş ekibinin “windshear” sebebiyle beklenen bir pas geçme durumunda, hava aracının irtifa ve motor gücünü yeteri kadar ayarlayamaması
- Uçuş ekibinin hızla gelişmekte olan şiddetli bir fırtına sonucunda, meteorolojik verilerini yeterince analiz edememesi
- Uçuş ekibinin kötü hava şartları altında uçuş ve veri yönetiminde gerekli reaksiyonları göstermemiş olmamaları
- Uçuş ekibinin birbirinden bağımsız bir veri yönetimi gerçekleştirmesi
- Uçuş ekibinin pas geçme usullerini doğru uygulamaması

Meydana gelen hava olaylarının yeterince analizinin yapılmadığı bir süreçte, havalimanının ATC biriminde yer alan ekibin, hızla gelişmekte olan kötü hava koşullarını gözetleme radarında (ASR-9 radarı) dikkate almaması ve ekiplere azalmakta olan görüş şartlarını pilotlara bildirilmemesi kazanın gerçekleşmesinde yan etkenleri oluşturmuştur. Burada oluşan durumun, EKY kaynaklarından önemli bir faktör olan iletişim eksikliği yönünün var olmaması sonucunda kaza kırımında yüksek bir etki oluşturmuştur.

USAir 1016 sefer sayılı uçuşun ekibi, 1836 zulu saatli meteoroloji bilgilerini alamamıştır ve bu sebeple kötü hava şartlarını gerektiği gibi yönetememişlerdir. Bu bilgiler içerisinde yer almakta olan: hafif sağanak yağışı dolu ve rüzgâr hızınının 16 civarında seyretmesi ve şartların daha kötüye gittiğini içermektedir.

Yerde olan birden fazla görgü tanığı ise, uçuş sırasında yağmurun çok şiddetli olduğunu, rüzgârın adeta küçük bir fırtına gibi şiddetlendiğini belirtmiştir. Bir diğer görgü tanığının ifadesine göre, 1016 sefer sayılı uçuşun piste teker koyma denemesi

sırasında, uçağın motorlarının adeta suyun içinde kaybolduğunu ve yağmurun her tarafını göle çevirdiğini söylemiştir.

Aynı havalimanında kalkış için beklemekte olan ‘‘806’’ sefer sayılı uçağın yardımcı pilotu, şartların çok hızlı geliştiğini, meteorolojik verileri analiz etmekte zorlandıklarını ve uzun zaman sonra gördükleri en kuvvetli yağış ve rüzgâr şartlarının olduğunu, devamında ise uçağın ‘‘pushback’’ talebini iptal ettiklerini ve kuleye mevcut şartların kötü olduğunu kuleye yaptıkları çağrı ile rapor etmişlerdir.

USAir 1016 sefer sayılı uçuşun arkasından iniş için yaklaşmakta olan bir diğer hava aracı ‘‘CCAir 5211 uçuşunun pilotları, havalimanının güney tarafında küçük fırtına bulutlarının olduğunu ve kokpitte yer alan hava radarının, 18R numaralı pistin kuzey tarafında başlayıp güney tarafına doğru takip eden ve kırmızı renkte olan şiddetli sağanak yağışın olduğunu fark etmişleridir. Ekibin görsel olarak da fırtınayı teyit etmesiyle birlikte, uçakta yer alan rüzgâr kesmesi (LLWAS) sisteminin, kuzeybatı yönünde uyarı verdiğini işitmiştir. 5211 sefer sayılı uçuşun ekibi, veri takibi ve piste yaklaşmaları esnasında yağışın şiddetini artırması ve orta derece türbülans hadiselerinin meydana gelmesi nedeniyle kuleye rapor verdiklerini ve zorlu şartlar sonucunda bekleme bölgesine geçmek istediklerini belirtmişlerdir.

Kaza dolayısı ile, FAA tarafından, rüzgâr kesmesi ‘‘windshear’’ ve mikro patlama ‘‘Microburst’’ hadiseleri için aşağıda yer alan tanımlamaları yapmıştır:

- Windshear – hava araçlarının kalkışı ve inişi sırasında rüzgâr hızının ve yönünün çok hızla değişmesi sebebiyle önemli bir tehlike oluşturmaktadır ve muhtemel bir ani kuyruk rüzgârın baş göstermesi ve hızının artması sonucunda hava aracını kaza kırıma uğratabilmektedir. Genellikle rüzgâr kesmesi hadiseleri beklenmedik durumlarda meydana gelmektedir
- Microburst – yere dik ve yere doğru hızlı, ivmeli bir şekilde gerçekleşen hava sütunudur. Bu oluşum, soğuk bir hava kütesinin ya da nemli bir hava kütesinin sıcak bir hava kütesinin aksi istikametine geçmesi neticesinde meydana gelmektedir. Alçak hava kütesinin yerçekimi ile yukarı yükselmesi ve daha ağır olan havanın yere doğru gerçekleşen hareketinin sonucunda oluşturduğu bir sütundur



**Resim 5** Navigasyon ekranında tahmini rüzgâr kesmesi örneği

\* Rüzgâr kesme faaliyeti alanlarını belirtmek için navigasyon ekranında (ND) renkli desenler ve simgeler görüntülenir.

Uçuş sırasında rüzgâr kesmesi uyarı sisteminin açık olması gerekmektedir ancak 1016 sefer sayılı uçuşta bu sistem aktif edilmemiştir ve nedeni bilinmemektedir. Ekibin sistemin aktif olup olmadığını veya arızalı olduğunu kontrol ettiğine dair bir rapor sunulmamıştır. Uçuş ekibinin meteoroloji verilerini yeterince analiz etmemesi ve zorlu koşullar altında yeterli yönetim sürecini yapamaması kazaya davetiye çıkarmıştır.

USAir bünyesinde yer alan Crew Resource Management (CRM) programında: meteorolojik verilerinin analizi süreci, yapılması gereken tutumlar, kokpit iş birliği, iş yükünün paylaşımı ve stres sürecinin yönetilmesi gibi durumları, uçuş ekiplerine bireysel olarak eğitim programlarını ekiplere sunmuştur. CRM programının neticesinde, ekiplerin zorlu hava koşullarında davranış biçimlerini, teknik ve meteoroloji verilerinin ortak bir uyum içerisinde yönetimi hedeflenmiş olsa da bu kazada olduğu uçuş ekibinin birbirinden bağımsız hareket ettiğini ve süreci başarılı yönetemedikleri görülmüştür.

Sonuç olarak, kaza raporuna göre başlıca faktörler, uçuş ekibinin zorlu meteoroloji şartları yeterince analiz edememesi ve sonrasında uçuş yönetiminde başarısız olmaları kazaya neden olarak gösterilmektedir. Havalimanı bölgesinde gerçekleşen yoğun sağanak yağış, rüzgâr kesmesi ve mikro patlama hadiselerinin

meydana gelmesi meteorolojik faktörleri oluşturmuştur. Uçuş ekiplerinin yoğun yağış, rüzgâr kesmesi ve mikro patlama hadiseleri oluşması durumunda, planlanmış olan simülâtör ve yer eğitimlerinde: 1) Hadise esnasında yapılması gereken manevralar, 2) Az bir zaman aralığında hızlı bir reaksiyon, 3) Uçuş ekibinin kokpitte yer alan rüzgâr kesmesi sistemini takip etmesi, 4) Beklenmedik hava olayları sırasında veri takibinin yapılması hususlarında eğitim programının uygulanması ve uçuş emniyetini artırmak amacıyla ekiplerin eğitilmesi gerekmektedir.

Hava aracının ‘‘2 Temmuz, 1994’’ tarihinde gerçekleştirmiş olduğu kazaya ilişkin bilgiler (NTSB) tarafından, ‘‘PB95-910403-NTSB/AAR-95/03-DCA94MA065’’ numaralı kaza raporundan elde edilmiştir.

### **2.12.3. British Airways ‘‘Uçuş 009’’ Olayı (1982)**

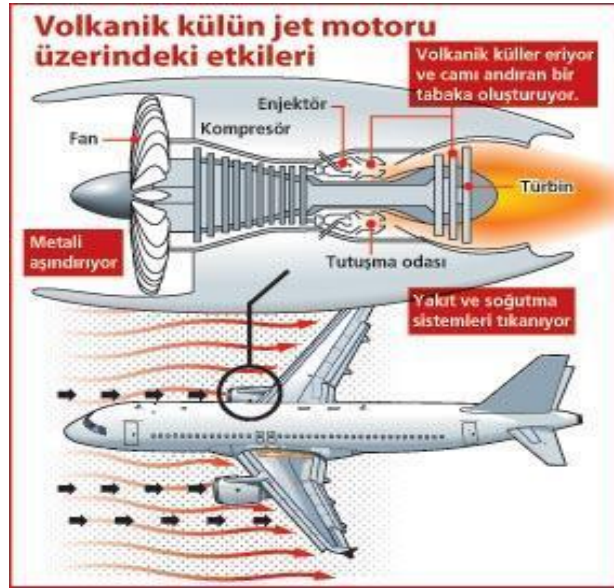
1982 yılında gerçekleşen bir hava hadisesi havacılık tarihinde daha önce bildirilmemiş bir hava olayını ortaya çıkarmıştır. British Airways’e ait Boeing 747 model hava aracı, 9 numaralı sefer sayılı uçuş sırasında gerçekleşen bu hava hadisesinde, havacılık tarihinde daha önce karşılaşılmamış bir meteorolojik hadise sırasında ekiplerin gerçekleştirdikleri başarılı bir uçuş yönetimi sonucunda herhangi bir ölüm olmaması ve hava aracının uçuşu çok hafif hasarla atlatarak herhangi gibi bir kaza kırımının gerçekleşmemesi hususunda emniyetli bir veri yönetimi gerçekleştirmiştir.

Bu durum neticesinde, pilotların ilk defa karşılaştıkları ‘‘St Elmo’’ ve volkanik kül bulutu hadisesi, hava aracının bütün motorlarının durmasına sebep olmuştur. Bu meteorolojik hadise karşısında, pilotların göstermiş olduğu etkili bir uçuş yönetimi neticesinde, kül bulutlarının meydana geldiği irtifa terk edilerek, hava aracı emniyetli bir şekilde uçuşunu tamamlamıştır.

Uçuş ‘‘Galunggung’’volkanik dağının patladığı gece gerçekleşmiştir. Hava aracı buldukları irtifaya kadar uzanan volkanik tozların içerisinde uçtukları sırada, daha önce bilinmeyen bir hava koşulları altında, mükemmel yakın bir veri yönetimi ve analizi gerçekleştirmişlerdir. Havacılığa yeni bir durum kazandıran bu hava hadisesi uçuş ekiplerine adeta bir eğitim vermiştir:

- Volkanik kül çok kuru, aşındırıcı ve incedir. Hava aracı volkanik toz bulutuna girdiği zaman kuru ve aşındırıcı olan volkanik toz, statik elektrikle teması neticesinde elektriklenmiş ve ortaya “St. Elmo ateşi” olarak bilinen hadise olarak görülmüştür
- Statik elektrik, hava trafik kontrol birimleri ile radyo iletişimini güçleştirmiş ve imkânsız hale getirmiştir
- Kuru volkanik külün sıcak motorlara girmesi ile, türbin kanatları üzerinde çamur haline gelmiştir ve hava akışının kirlenmesi sebebiyle kompresörün durmasına neden olmuştur
- Hava aracı duran motorlar sebebiyle irtifa kaybetmek zorunla kalmıştır. Alçak irtifalarda motorun soğuması ve türbin kanatları üzerindeki çamurun gitmesi neticesinde, uçak motorlarının yeniden çalışmasına olanak sağlamıştır
- Volkanik tozun aşındırıcı özelliği sebebiyle, kokpit camı kumlanmıştır ve görüş çok zor olmuştur

Bu hadise sebebiyle havacılık meteorolojisi, volkanik aktivitelerin daha iyi takip edilmesinin ve hava trafiğinin emniyetli uçuş bölgelerine yönlendirilmesinin volkanik tehlikenin ortadan kalkmasına kadar daha emniyetli olacağı sonucuna varmıştır. Benzer bir olay, 1989 senesinde KLM 867 sefer sayılı uçuş sırasında, Boeing 747 uçağında gerçekleşmiştir.



**Resim 6.** Volkanik külün jet motoru üzerindeki etkileri

Sivil havacılığın ilk yıllarından itibaren hava yolu pilotlarının işi, mevcut veya gerçekleşmekte olan meteorolojik verilerin aşırı baskı ve stres altında doğru yönetimi uçuşlarda test edilmiş bir süreç olmuştur. 009 sefer sayılı uçuşun gerçekleştirildiği yıllarda hava tahmini günümüze göre daha ilkeldi. Ekiplerin sahip oldukları etkin veri yönetimi ve mevcut rota üzerinde meydana gelen düzensiz hava oluşumları arasında emniyetli olan rotanın ayırt edilmesi yönetiminin yapılması ve meteoroloji verilerinin uçuş ekipleri tarafından başarılı yönetimi, emniyetli bir inişin meşinleşmesine olanak sağlamıştır. Günümüzde, uçuş ekipleri daha modern ve neredeyse hatasız olarak ölçülmeye başlanan meteoroloji veriler eşliğinde emniyetli bir şekilde uçuşlarını icra etme fırsatına erişmiştir.

Hava aracının uçuşu üzerinde yapılan raporlamada, volkanik kül sebebiyle kaynaklanan motor arızalarının neler olduğu görülmüştür. 009 numaralı seferi icra eden ekiplerin, motorlara yapışan külün belirli bir irtifaya indikten sonra motor üzerinden ortadan kalkması ve motorların yeniden çalışmaya başlamasını fark etmeleri, muhtemel bir kaza kırım yaşanmasının önüne geçmiştir.

‘‘009’’ olayı raporunda, volkanik aktivitelerin belirlenmesi durumunda, bölgedeki emniyetli hava sahalarının raporlanmasının ve verilerin çok iyi analiz edilmesinin hayati bir öneme sahip olduğunu belirtilmiştir. Dünyanın herhangi bir bölgesinde, her yıl birkaç kez kül partiküllerini ve kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) gazını üst atmosfere gönderen şiddetli volkanik patlamalar meydana gelmektedir. Volkanik bir bulutun içinde bir hava aracının bulunması son derece tehlikeli olabilmektedir. 009 sefer sayılı uçuşu gerçekleştiren Boeing 747 uçağı, böyle bir karşılaşmadan sonra dört adet motorunun hepsini çok kısa bir sürede kaybetmiştir. Volkanik kül bulutunun içinde yalnızca birkaç saatlik bir uçuşun sonrasında motorlarda ve hava aracı üzerinde ciddi hasarın meydana gelmesi kesindir.

Sonuç olarak, volkanik kül bulutu özellikle aletli uçuş koşullarında veya gece uçuşlarında görünmeyebilir, görünür olsa bile, bir kül bulutu ile sıradan bir bulut arasında görsel olarak ayırım yapmak çok zordur. Volkanik kül bulutları havadan veya hava trafik birimlerinin (ATC) radarlarından görüntülenemez. Pilotlar, kül bulutunun yerini belirlemek için hava trafik birimlerinden ve bölgede bulunan diğer pilotların verilerine güvenmeli ve bu doğrultuda tehlikeli bölgeden uzaklaşmalıdır.

009 sayılı seferi gerçekleştiren pilotların, volkanik kül hadise karşısında koordineli olarak ekip kaynak yönetimi performansı uygulamaları ve hava verilerini başarılı bir şekilde analiz etmeleri neticesinde, hava aracının emniyetli bir şekilde yere inmesinde üst düzey bir uçuş yönetimi göstermiştir.

Hava aracının gerçekleştirmiş olduğu olaya ilişkin bilgiler ‘‘Air Accidents Investigation Branch (AAIB)’’ tarafından, olay inceleme raporlarından elde edilmiştir.

#### **2.12.4. Singapore Airlines ‘‘Uçuş 006’’ Kazası (2000)**

31 Ekim 2000 yılında Singapore Airlines’a ait bir Boeing 747 model hava aracı kalkış esnasında kötü hava şartları sebebiyle kaza kırıma uğramıştır. Kaza sırasında ‘‘Xangsane’’ tayfunu sebebiyle, bölgede yoğun sağanak yağış ve çok güçlü rüzgarların olduğu rapor edilmiştir. 21:15 saatinde, 05L pistinden kalkış yapmak için meydan içerisinde ilerleyen hava aracı, taksi sırasında erken bir dönüş yaparak ve bakımda olan 05R pistine girmiştir.

Görüşün azaldığı sert hava koşullarında, uçuş ekibi pist içerisinde yer alan uyarı levhaları ve bakım araçlarını görememiştir. Kalkış için hızlanmaya başlayan hava aracının burnu pist ile temasını kestiği saniyelerde, uçak pistin içerisinde yer alan bakım araçlarına çarpması sonucunda kaza kırıma uğramıştır. Çarpmanın şiddetiyle meydana gelen yangında güvertede bulunan 179 yolcudan 83’ü hayatını kaybetmiştir.

Kaza sırasında, Taiwan kuzeybatı muson etkisinde esen ‘‘Xangsane’’ tayfunu etkisi altındaydı. Taipei meteoroloji ofisinin kaza sırasında yayınladığı SIGMET raporunda, tayfunun 360 km çapında bir alana etki ettiği ve maksimum rüzgâr şiddetinin 90 knot civarlarında olduğunu raporlamıştır. Havalimanında gözlemlenen rapor neticesinde ise, ATIS tarafından sunulan ‘‘Uniform’’ kodlu meteoroloji verisinde, mevcut hava verilerinde 05L pisti için görüşün 450 metre olduğu, rüzgâr yönü ve şiddetinin 020 dereceden 28 knot, hamlesinin 58 knot olduğunu görülmüştür. Pilotların bu bilgiyi onayladıktan sonra kalkış izni için kontrolöre bildirmiştir.



Havacılık Emniyet Konseyi (ASC) tarafından hazırlanan rapor neticesinde, kazaya sebep olan belli başlı faktörlerin olduğu belirlenmiştir;

- Pilotların meteoroloji verilerini yeterince analiz edememesi sonucunda kötüleşen görüş şartları neticesinde yanlış piste girmesi
- Hava trafik kontrolörünün, uçağın doğru pozisyonda olduğuna dair görsel bir temasta bulunmadan kalkış için onay vermesi
- Bakımda olan 05R pistinin girişinde kapalı olduğuna dair herhangi bir uyarının olmaması
- Pilotların bölgedeki tayfun sebebiyle rüzgâr kesmesi hadisesi uyarı yapılmasına rağmen, kalkış için acele bir uçuş yönetimi gerçekleştirmeleri
- Pilotların meteoroloji veri yönetiminde eksik kalması ve SIGMET raporunu dikkate almaması

Uçuş ekibinin ilgili tüm çizelgelere ve verilere sahip olmalarına rağmen 05L pistine taksi yapmadan önce, taksi yolunu, hava koşulları sebebiyle görüş şartlarını yeterince yönetememesi ve artan sağanak yağış sebebiyle ekibin durumsal farkındalığını yitirmesine ve nihayetinde yanlış pistten kalkış girişimine yol açtığı görülmüştür.

ICAO Annex 14 ve Annex 3'te yer alan standart ve önerilen uygulamalar koşulları ve ASC bildirdiği tanımlamalara göre:

- Asya bölgesinde gerçekleşen şiddetli tayfun fırtınası hadiselerinde, uçucu ekiplere sunulan hava raporlarının yönetiminin uçuş emniyeti açısından çok önemli olduğunun belirtilmesi gerekmektedir
- Fırtına sebebiyle azalan görüş şartların uçuş ekiplerinin doğru taksi bölgelerinde olduklarını doğrulamaları için yer çizelgelerini doğru yönetmeleri gerekmektedir
- Havaalanında yer alan pist ve taksi yollarının bakımda olduğunu belirten işaretlerin her hava koşullarında görülecek şekilde olması gerekmektedir



**Resim 7.** Kaza sonrası

\*Görüş şartlarının düzelmesi itibariyle, uçak ve kulenin birbirine yakınlığı dikkat çekmektedir.

\*\*Lakin kazanın olduğu saatlerdeki kötü görüş şartları sebebiyle, kule: hava aracının hareketlerini pist üzerinde görememiştir

**Kaynak:** ASC: Report

Sonuç olarak, bölgedeki tayfun sebebiyle hava şartlarının emniyetli uçuş koşullarını sağlayamaması ve 006 seferini gerçekleştirmekte olan ekibin, meteorolojik verilerinde yer alan görüş şartlarını yeterince iyi yönetememesi neticesinde kaza kırım gerçekleşmiştir. Kaza sırasında havalimanı bölgesinde şiddetli sağanak yağışın, güçlü rüzgarların ve görüşün çok düşük olmasına karşın uçuş ekibinin meteoroloji verilerini dikkate almaması önemli bir faktör olmuştur. Azalan görüş şartlarında, özellikle pilotların taksi hareketlerini detaylıca bildirmesi, bu gibi kötü hava koşullarında uçuş emniyetinin yönetim sürecini olumlu etkilemektedir. Uzmanlar tarafından verilen rapor neticesinde: Singapur havayolları ekiplerine, zorlu hava şartlarında meteorolojik şartların dikkatli bir şekilde analiz etmelerine ve pilotların tarafından yer işaretlerinin daha detaylıca dikkat edilmesine yönelik çalışmaların ve uçuş eğitim simülasyonlarının yapılması gerektiğini belirtmiştir.

Hava aracının ‘‘31 Ekim, 2000’’ tarihinde gerçekleştirmiş olduğu kazaya ilişkin bilgiler ‘‘Aviation Safety Council (ASC), Taiwan’’ tarafından, ‘‘ASC-AAR-02-04-001’’ numaralı kaza raporundan elde edilmiştir.

### 2.12.5. FedEx Express ‘‘Uçuş 80’’ Kazası (2009)

Federal Express Corporation tarafından işletilen bir McDonnell Douglas MD-11F, N526FE kuyruk numaralı tarifeli kargo uçuşu, 23 Mart 2009 tarihinde Narita Uluslararası Havalimanı’nda 34L pistine iniş esnasında sert rüzgâr koşullarına maruz kalmıştır ve sorumlu kaptan pilotun normalden fazla bir yaklaşma açısı sebebiyle de pist üzerinde defalarca sekerek, sol kanadın kırılması sonucunda uçak sola yuvarlanmış ve alev alarak kaza geçirmiştir.

Hava aracının pist üzerinde yunuslama durumuna düşmesinin doğrudan nedenleri olarak:

- Sert rüzgarların belirtilmesine rağmen, hava koşullarının yeterince takip edilememesi ve yüksek bir burun açısı ile yaklaşma yapılması
- Sorumlu pilotun ikinci sıçrama sırasında uçağı itme olmadan kontrol etmeye çalışması ve kaçınma manevrasında yüksek bir açı vermesi
- Meteoroloji koşullarının meydana getirmiş olduğu süregelen hamleli rüzgâr hızı ve sert rüzgarlar nedeniyle hava aracının yunuslama durumunda girmesi ve büyük bir çöküş oranına sebep vermesi

DFDR kayıtlarına göre, uçağın 1.500 ft altında karşılaştığı yatay rüzgarların yaklaşık 60 kt, 1.000 ft ile 500 ft arasında yaklaşık 50 kt ve 25 kt arası hamleli rüzgarların olduğu belirlenmiştir. Buna rağmen tümleşik rüzgâr kesme uyarı cihazı çalışır durumdaydı ve rüzgâr kesme uyarısını etkinleştirmedığı görülmüştür.



**Resim 8.** Rüzgâr kesmesi sonucu kumanda kaybı ve sert iniş sonrası Uçuş 80

Uçuş 80'den önce piste inen uçakların hava hızında ani bir yükselişi rapor ettikleri ve uçuş ekiplerinin ani ve kontrollü yönetimi ile pozitif iniş açısının korunması herhangi bir kaza hadisesine neden olmamıştır. Uçuş 80'nin hemen öncesinde inen trafik, "600 metreden daha düşük bir irtifada rüzgâr kesmesi" hadisesinin olduğunu bildirmiş ve uçuş emniyeti için tehlike oluşturan bu hadise karşısında ekiplerin dikkatli olması bir ekip yönetimi gerçekleştirmeleri hakkında uyarılar FedEx uçuş ekibine iletilmiştir. Ancak uçuş 80'nin inişinde sert hava hızı ve rüzgâr sebebiyle pilotların sıçrama yüksekliği ve dikey ivme değişiminde ani ve yüksek hücum açısı (AOA) vermesi, negatif yunuslama açısının meydana gelmesine neden olmuştur.

Kaza, son yaklaşma sırasında yüksek bir çöküş oranını takiben, iniş sırasında gelişen bir dizi yunuslama salınımlarının meydana gelmesiyle sebep olmuştur. Uçuş ekibinin, uçak neredeyse piste gelene kadar çöküş hızının bastırılmadığı, ancak aynı zamanda uçağı pistin daha da aşağısına taşıyabilecek ve emniyetli uçuş sürecine geçeceği kaçış manevrasının yanlış ve geç yapıldığı anlaşılmıştır. Mevcut güçlü rüzgarların, uçağın yüksek çöküş açısıyla teker koyduğu sırada, ilk sıçramaya neden olmuştur. Yüksek seviyede hamleli rüzgâr ve hızı sebebiyle, pilotun 7,5 derecelik bir yunuslama açısı tutması ve iniş hızını ayarlamak için itme kuvveti kullanması

gerektiğini belirten bir sıçrama sırasında, MD-11 için onaylanmış prosedürlerin dışında olmuştur. Uçak bu ikinci inişten sekerek ve yukarı doğru yalpalamıştır. Uçuş yönetimi sırasında yetersiz veri analizinin yapılması, sorumlu pilot tarafından yapılan büyük kontrol girdileri sonucu, sert bir iniş performansı yapması ve akabinde ana iniş takımlarına hasar vermesine neden olmuştur. Bu son inişin, sol ana iniş takımının kanat için kuvvet aktarırken, tasarım sınırını aşarak sol kanadın kırılmasına neden olacak kadar sert olmuştur.

Bu kazanın bir sonucu olarak, Japonya Ulaştırma Emniyeti Kurulu ve NTSB tarafından ortak bir dizi yeni uçuş emniyeti ve ekip yönetimi üzerine tavsiyelerin bulunduğu rapor yayınlanmıştır. Pilotların rüzgâr kesmesi şartlarında yaklaşma oranını azaltarak kontrol edilebilirliği ve kaçış manevrası özelliklerini iyileştirmelidir. Bir diğer olası iyileştirme şunları içermektedir: MD-11 için zorlu meteorolojik şartlar altında şiddetli sert iniş durumlarında veya pas geçme durumunda, pilotların kaçınma manevra operasyonunu yürütmelerine ve gerekliliğe yardımcı olmak için, MD-11 serisi uçaklara iniş durumunu gösteren görsel ekran ve sesli uyarı sistemi kurulması ve uçuş emniyetinin sağlanması için çalışmaların yapılmasının gerekli olduğu bildirilmiştir. Uçuş ekiplerinin mikro patlama ve rüzgâr kesmesi hadiselerinde eğitim eksikliği ve yetersiz ekip yönetimi performansı sergilemesi, uçuş emniyetini her daim riske etmektedir. Şirketlerin bu zorlu hava şartları karşısında daha fazla eğitim programı hazırlayıp, uçuş simülatörlerinde pratik yapılması kazaların önüne geçerek, emniyetli bir uçuş çizgisinin yakalanmasına zemin oluşturacaktır.

Hava aracının ‘‘23 Mart, 2009’’ tarihinde gerçekleştirmiş olduğu kazaya ilişkin bilgiler ‘‘Japan Transportation Safety Board (JTSB)’’ tarafından, ‘‘AA2013-4’’ numaralı kaza raporundan elde edilmiştir.

### 2.12.6. American Airlines ‘‘Uçuş 1420’’ Kazası (1999)

1 Haziran 1999’da, American Airlines tarafından gerçekleştirilen 1420 sefer sayılı bir McDonnell Douglas DC-9-82 (MD-82) tipi yolcu uçağı, Little Rock National’a iniş sırasında 4R pistine iniş yaptıktan sonra kazaya uğramıştır. Uçak, kuvvetli çarpma sonrasında çıkan yangın tarafından tahrip edilmiştir. Uçuş 1420, sert hava koşulları sonucunda, aletli uçuş (IFR) kuralları çerçevesinde doldurulan uçuş planı ile operasyonu gerçekleştirmiştir.

Bu kazanın gelişiminde, şiddetli gök gürültülü fırtınalar ve bunlarla bağlantılı olan meteorolojik olayların, havalimanı bölgesini şiddetli bir şekilde etkilemesi neticesinde, uçuş emniyetinin yitirilmesi ve pilotların piste yaklaşma aşamasındaki yetersiz veri analizi ve kötü hava koşulları altındaki ekip yönetimi başarısızlığı kazanın yaşanmasına sebebiyet vermiştir. Kazaya katkıda bulunan diğer faktörlerde aşağıda sıralanan maddeler ile sıralanmıştır ve ekip yönetimi performansında yer almıştır:

- Uçuş ekibinin yorgunluktan kaynaklı performans düşüklüğü ve zorlu meteorolojik koşullar altında iniş yapma niyetiyle bağlantılı durumsal stres
- Rüzgâr koşullarının maksimum düzeyde olmasına rağmen, ekip kaynak yönetiminde yetersiz kalınması, veri paylaşımı yapılamaması ve yaklaşıma devam edilmesi
- Şiddetli fırtına koşullarının yeterince analiz edilememesi ve uçuş emniyetinin hiçe sayılması

Bu uçuşta emniyetli bir operasyon koşullarının sağlanmasında uçuş ekibinin yorgunluğu sebebiyle olumsuz hava koşulları altında verdikleri kararlar belirleyici olmaktadır. METAR bilgilerinin iletilmesine rağmen, operasyonu bir an önce bitirmek amacıyla acil durum planının ve alternatif havalimanına yönlendirilmemesi uçuş ekibini tehlikeli şartlar altında bırakarak kazaya olanak sağlamıştır.

CVR kayıtlarında, 2340:20’de ATC biriminin, şiddetli fırtına hadisesi neticesinde yağış durumunun olduğu ve 4R pisti için iniş sırasında ters rüzgâr olacağını 1420 mürettebatına rapor edilmiştir. 2342:19 ile 2342:24 arasında, kaptanın yardımcı pilota ‘‘ havalimanını görebiliyor musun? Ben bir pist görmüyorum’’ demesi ve 2342:27’de kontrolör uçuş ekibine fırtınanın ikinci bölümünün görünüşte

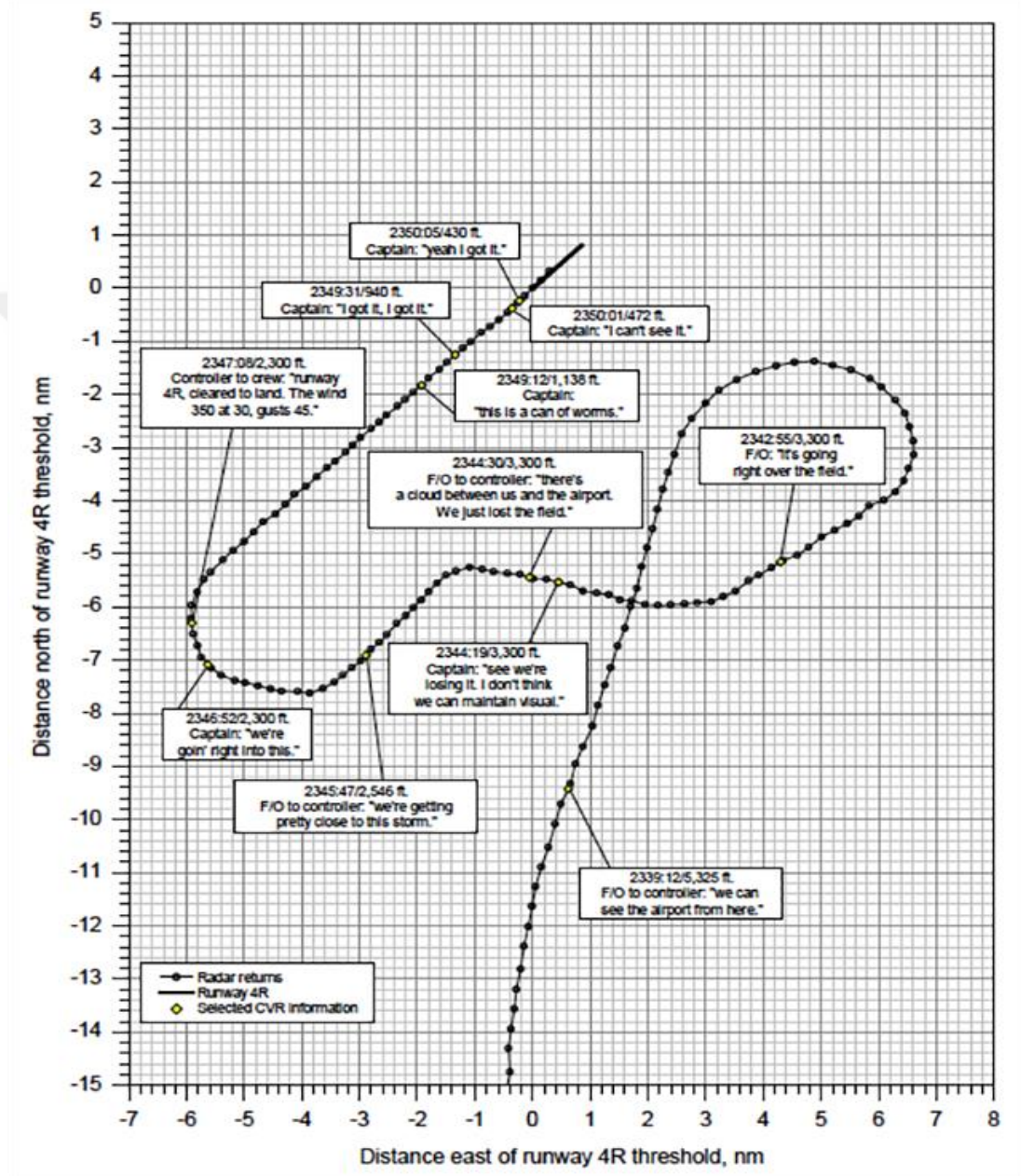
bölgede hareket ettiğini ve rüzgarların 340° ve 16 knot'ta 34 knot'a çıktığını söylemiştir. 2342:40'ta, ikinci zabit kaptana "kısa bir yaklaşmayı" kabul edip "sıkı tutmayı" isteyip istemediğini sorarak: Kaptan, "Evet, eğer pisti görürseniz, çünkü tam olarak göremiyorum." Birinci zabit, "Evet, tam burada, gördünüz mü?" demiştir. Kaptan, "Sen bana doğru yönü göster, ben de burada yavaşlamaya başlayacağım" diye yanıtlamıştır.

2342:55'te, ikinci zabit, "tam sahanın üzerinden gidiyor" dedi. 2342:59'da birinci zabit kontrolöre, "Havaalanını aldık. Bulutların arasında gidiyoruz. Sanırım tam benim, uh, saat 3'ün aşağısında, yaklaşık dört mil." Kontrolör daha sonra bir teklif sundu ve 4R pisti için görsel yaklaşım ve birinci zabit kabul etti. 2343:11'de kontrolör, 4R pistine görsel yaklaşma için 1420 numaralı uçuşa izin verdi ve "kaybederseniz, biraz yardıma ihtiyacımız var, lütfen bana bildirin" dedi. ' akabinde işte havaalanı orada." Üç saniye sonra kaptan, "uh, kaybettim" dedi ve ikinci zabit yanıtladı, "bakın tam orada". Kaptan daha sonra, "Hala göremiyorum... Bilmiyorum." dediği belirlenmiştir. Görüldüğü üzere olumsuz hava koşullarının yaratmış olduğu stresin, kokpit bölümünde uçuş ekibini çok zorladığı ve sağlıklı bir ekip yönetimi gerçekleştirilemediği görülmüştür. Meteoroloji verilerinin yeterince analiz edilmediği ve uçuş yönetiminde yanlış kararların süre gelmesi emniyetli bir uçuş için bütün şartları ortadan kaldırmıştır.

Yapılan araştırmada uçuş ekibinin bu kadar kötü hava şartları ve şiddetli rüzgarlar arasında neden uçağı indirmeyi ısrarla seçtiğinin belirsiz olduğu araştırmacılar tarafından söylenmiştir. Uçuş emniyetini aşan rüzgâr seviyelerinin, hava aracı inmeden önce 120 km kadar güçlü esintileriyle 35 km üzerindeki rüzgarları kaydetmiştir. American Airlines baş pilotu Cecil Ewell kazaya yönelik verdiği açıklamada: saatte 57,5 km'yi aşan rüzgarlarda bir yolcu uçağı indirmeye çalışmayacağını belirterek, "birisi bana havalimanında 50 knot civarı rüzgâr esintileri olduğunu söylese, kasabayı terk ederdim, bu tamamen uçuş emniyetine aykırı bir devam etme kararıdır" demiştir.

Havalimanında yer alan düşük seviyeli rüzgâr kesme uyarı sistemi, olası bir rüzgar kaymasını ve rüzgar hızı ve yönündeki şiddetli değişikliği, kazadan birkaç dakika önce sisteme rapor etmiştir. Aynı esnada hava koşullarının ve yağışın

şiddetlenmesi ve iniş esnasında şiddetli bir rüzgâr kesmesi ile uçağın pisti takip edememesi ve kaygan pistte kayarak kaza geçirmesine neden olan faktörleri oluşturmuştur.



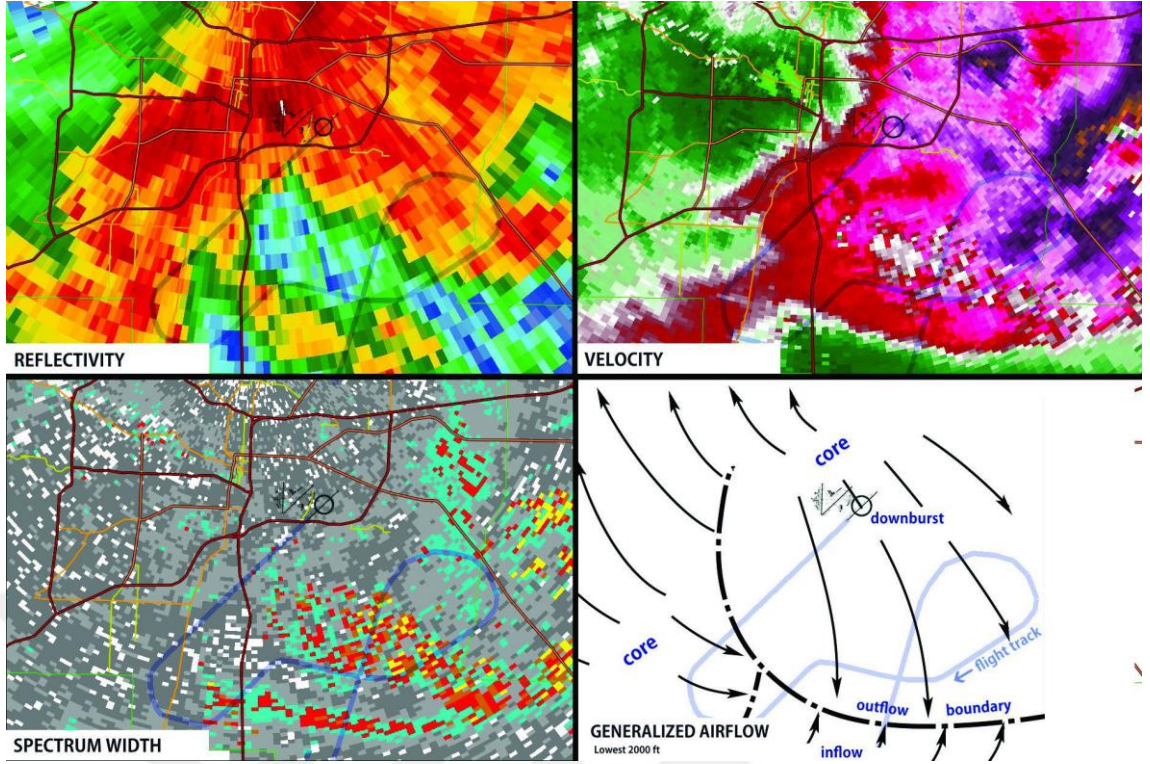
Şekil 6. American Airlines Uçuş 1420'nin piste yaklaşma sırasında uçuş rotası



Uçuş ekibine verilen hava durumu radarının grafik görüntüsünde: geniş çapta dağılmış fırtına alanının, 20 knot hızla doğuya hareket eden gök gürültülü sağanak yağışların ve görüşün git gide azaldığına dair detaylı bilgileri içermekteydi. Uçuş öncesi hava durumu verilerinin, NWS şiddetli hava tahmin uyarılarının neticesinde bu uçuşun emniyetli olarak gerçekleşmesi olağan bir operasyon şartlarını açıkça karşılamamaktaydı. Uçuş emniyetinin sağlanmasında meteoroloji verileri önemli bir şekilde analiz edilmesi ve ekip kaynak yönetiminde yeterli bir iş yükü dağılımı ve karar mekanizmasının ortaya çıkmasıyla birlikte en emniyetli yönetim ve kararın uygulanması esas olmalıdır. Bu kazada şiddetli bir şekilde ortaya çıkan mikro patlamaların, rüzgâr kesme hadisesinin en tehlikeli konvektif bir hali olarak, pist üzerindeki etkisi birkaç dakika içerisinde yoğunlaştığı görülmektedir.

Son olarak American Airlines uçuş 1420'nin uçuş ekibinin yapılan araştırmalarda uçuşun normal seyrini olumsuz yönde etkileyebilecek önceden var olan sertifika problemi veya herhangi bir tıbbi ve davranışsal duruma işaret eden negatif hiçbir kanıt yoktur. Kazaya sebep olan faktörlerin sırasıyla:

1. Meteoroloji verilerinin yeterince analiz edilmemesi ve olumsuz hava şartlarında yetersiz bir ekip yönetimi
2. Mevcut fırtına şartlarının hızlıca ilerlemekte olduğu belirtilmiş olduğuna rağmen, uçuş ekibinin havalimanına ısrarla varabileceğine inanması
3. İkinci bir rüzgâr kesme uyarı raporlandığı halde, uçuş ekibi inişi gerçekleştirmek için maksimum yan rüzgar limitlerini hiçe sayması
4. Uçuş ekibinin yetersiz veri analizi ve aceleci ekip yönetimi



**Resim 9.** Uçuş sırasında mevcut hava durumu radarlarının yansımaya, rüzgâr hızı, kuvveti ve fırtına yönüne dair radar görüntüleri

Uçuş ekibinin iniş safhasına yeterince hazırlanmaması ve hızla kötüleşen hava koşulları nedeniyle, yaklaşmayı emniyetli bir şekilde tamamlama olasılığı azalmakta ve farklı bir manevra ya da sapma ihtiyacına karşın, uçuş ekibinin emniyetsiz bir hava operasyonunda ısrar etmesi olmuştur.

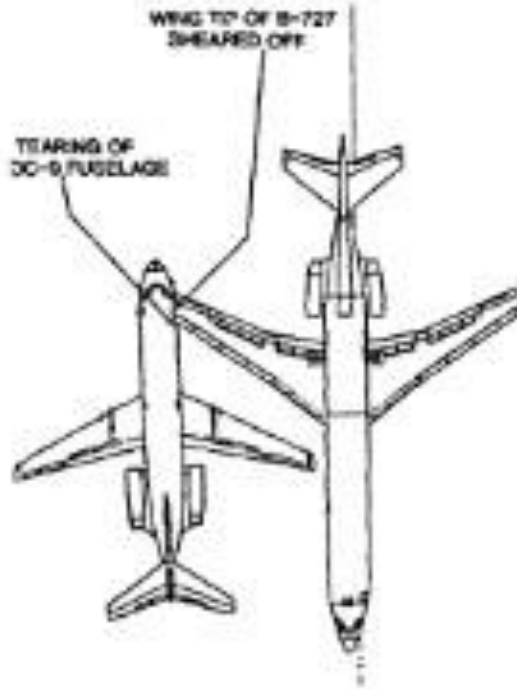
Hava aracının ‘1 Haziran, 1999’ tarihinde gerçekleştirmiş olduğu kazaya ilişkin bilgiler (NTSB) tarafından, ‘PB2001-910402-NTSB/AAR-01/02-DCA99MA060’ numaralı kaza raporundan elde edilmiştir.

### **2.12.7. Wayne County Havalimanı Çarpışması: Northwest Airlines ‘Uçuş 1482 – 299’ (1990)**

3 Aralık 1990 yılında Detroit Metropolitan Wayne County Havalimanında Northwest Airlines’a ait 2 adet yolcu uçağının çarpışması ile meydana gelen kaza hadisesi, yoğun sisli bir olumsuz hava şartında uçuş ekibinin veri analizinde yetersiz kalması ve uçuş yönetiminde başarısız olması neticesinde aktif pist üzerinde taksi

yaparak, kalkış hattında rule yapan bir Boeing 727 tarafından kanat ucu teması sonrası kaza meydana gelmiştir.

Kazanın detaylı analizinde, yoğun bir sis hadisesi rapor edilen havalimanında kalkış için taksi yapan bir Douglas DC-9 hava aracı pist içinde gözden kayboldu ve aktif bir pist içerisinde ATC birimi tarafından durduruldu, DC-9'un 1482 sefer sayılı operasyonu gerçekleştiren uçuş ekibi konumlarını bildirmeye çalıştıkları esnada, 299 sefer sayılı Boeing 727 kalkış hattında rule esnasında havalandırılarak, DC-9 hava aracına çarpmıştır ve çarpışma sonrası çıkan yangında hava aracı yanmaya başlamıştır. Uçuş 1482'nin uçuş ekibinin olumsuz görüş şartlarını yeterince takip edememesi ve konumsal belirsizliği sonucunda hızlı bir veri akışı gerçekleştirememişlerdir. Bu olumsuz döngünün içine eklenen ATC biriminin süreci sağlıklı yönetememesi ve havalimanının sahip olduğu yetersiz ışıklandırma sistemi ile birleşince kaza kaçınılmaz olmuştur.



**Resim 10.** Uçuş 1482'nin aktif bir pistte durması(sol), Uçuş 299'un aksi istikamette kalkış safhasına başlaması(sağ) ve iki hava aracının çarpışma anları

DC-9 uçuş ekibinin, uçuş emniyetini riske atarak aktif bir piste izinsiz girmeden önce konumsal yetersizlikleri konusunda iş yükünün zamanında yapılamaması ve ATC birimiyle geç iletişim kurmaları, olumsuz sis şartları altında uygun bir ekip koordinasyonunun olmamasına neden olmuştur.

Uçuş emniyetinin sağlanamaması ve kazanın nedenine katkıda bulunan faktörler şunlar olmaktadır:

- Meteoroloji verisinde görüş şartlarının çok düşük olmasının uçuş ekibine iletilmesi, uçuş 1482 ekibinin düşük görüş koşullarında yetersiz bir iletişim yönetimi gerçekleştirmesi
- Uçuş 1482 ekibinin havalimanındaki yüzey işaretleri, tabelalar ve aydınlatmadaki işaretleri gözetim eksiklikleri ve havalimanı yer planının yeterince analiz edilmemesi
- NTSB tarafından yapılan şirket araştırmasında kazanın gelişmesinde etkili olan durumun, Northwest Airlines şirketinin uçuş ekiplerin olumsuz hava koşullarında yeterli kokpit ve ekip kaynak yönetimi eğitimi vermemesi olarak belirlenmiştir

ATC biriminin Uçuş 1482'nin ekibine ilettiği taksi verilerinde, görüşün 400 metreden çok daha az olabileceğini ve uçuş ekibine gerekli uyarılar iletilmiştir. Ancak uçuş ekibinin taksiye başladıkları andan itibaren düşük görüş şartları altında bir belirsizlik derecesi ile uçuşu yöneterek uçuş emniyetinin sağlanmasında başarısız olduklarına dair en büyük kanıt, sis hadisesi karşısında yetersiz havalimanı analizi ve ekip koordinasyonu olmuştur.

Soruşturmada bulunan diğer olgulara bakıldığında, uçuş 1482'nin yardımcı pilotunun işe alım sürecinden beklenenden biraz daha baskın ve kişisel olarak kendinden fazla emin olduğuna dair kanıtlara ulaşılmıştır. Kazadan önce iki pilot arasındaki etkileşimin yetersiz olması sebebiyle, konumsal belirsizliğin erken belirtilerine rağmen taksinin devam etmesi kazaya katkıda bulunan bir diğer uçuş emniyetsizliği olmuştur. Northwest şirketinin ne hat kaptanlarına ne de yardımcı pilotlarına olumsuz hava koşullarında CRM eğitimi verilmediği de anlaşılmıştır.

Hava aracının ‘‘3 Aralık, 1990’’ tarihinde gerçekleştirmiş olduğu kazaya ilişkin bilgiler (NTSB) tarafından, ‘‘PB91-910405-NTSB/AAR-91/05’’ numaralı kaza raporundan elde edilmiştir.

#### **2.12.8. Air France ‘‘Uçuş 358’’ Kazası (2005)**

Air France firmasına ait A340 yolcu uçağı Toronto, Kanada’ya gerçekleştirdiği 358 sefer sayılı uçuş 11:53 UTC ile Paris, Fransa’dan kalkışını gerçekleştirdi. Kalkıştan önce, uçuş ekibi yeleri, şiddetli fırtına olasılığını da içeren meteoroloji verisini aldılar. Toronto’ya yaklaşırken, uçuş ekibi üyelerine olumsuz hava durumu koşulları ile ilgili gecikmeler konusunda gerekli bilgi verildi. Son yaklaşma safhasında bulunan uçuş 358, pist üzerinde gelişen şiddetli yağış ve özellikle pistin uzak ucunda meydana gelen çok sayıda yıldırım çarpması ve düşük görüş şartlarında altında kaldı. Pist ortamıyla görsel teması ciddi bir şekilde azalan uçuş ekibinin, pistin ortalarına doğru iniş gerçekleştirmesi ve yoğun yağmur, şiddetli rüzgâr ve yıldırım hadiseleri sonucunda kayarak pist dışına çıkararak kaza gerçekleşmiştir.

Uçuş ekibi kalkıştan ince ve seyir halinde güncel METAR raporları ‘‘CYYZ TSK’’ verilerini almamıştır. Uçak inişe geçmeden önce verilen son ‘‘CYYZ TSK’’ şunları içermekteydi:

Yüzey rgzarı 300 dereceden 8 knot, 1800 ile 2000 feet arasında geçici olarak, fırtına ve yağmurda görüş 3 KM, 2000 ile 2400 feet arasında, hafif yağmurlu ve sisli hava hadisesi görüş 8 KM, 2000 feet kırık kümülonimbus bulut tabakası tahminlerini içermekteydi. Fırtına bulutlarının yavaş yavaş pistin kuzeybatısından havalimanı çevresine yayılarak uçuş emniyeti için bir risk oluşturmaya başladığı belirlenmiştir.

Kaza anındaki hava durumuyla ilgili olarak havalimanında bulunan diğer ekiplerin, özellikle havalimanının kuzeybatısında, yerel olarak çok şiddetli yağmur, dolu ve kuvvetli ani rüzgarların olduğunu gözlemlemiş ve raporlamıştır. Uçuş 358 indiği sırada terminal 2 rampasında şiddetli yağmur ve rüzgâr kayması mevcuttu.



**Resim 11.** Uçak inmeden 2 dakika önce hava durumu



**Resim 12.** Uçak son yaklaşımda



**Resim 13.** İnişten kısa bir süre sonra hava durumu

Genel olarak, meydana gelen uçuş sırasındaki iletişim makul ve normaldi. Acil durum tahliyesi öncesinde ve sırasında uçuş ekibi ile gözetmen şefi ve kabin ekibi içindeki iletişimler etkiliydi ve ekip kaynak yönetimi (EKY) ilkelerine uygundu. Ancak bu kazada dikkat edilmesi gereken hususun hem olayın içerisindeki pilotları hem de diğer pilotlar arasında hava koşullarının yaklaşma ve inişlerin emniyetli bir şekilde gerçekleştirilmesine izin vermeyecek kadar şiddetli olması durumunda, uçuş emniyetinin sağlanması için havalimanlarının kapatılabileceğine dair bir algının olduğu noktası belirlenmiştir. Bu bağlamda, ATC biriminin kalkan veya inen bir uçak tarafından kullanılacak pistin, gerekli ekipman ve personel dahil olmak üzere bilinen tüm engel ve manialardan veya serbest olmasını sağlamaktan sorumludur. ATC birimi, hava koşulları nedeniyle uçağın belirli bir havalimanına akışını kısıtlayabilir, ancak bir yaklaşma veya iniş gerçekleştirme konusundaki nihai karar uçuş ekibine aittir. Kaza anında, Uçuş 358 ekibi içinde gök gürültülü fırtınalarla başa çıkacağına inanmış olarak uçuşu tamamlamak istemiştir.

Air France şirketinin ekiplere bildirdiği operasyon kitapçıkları, CB bulutları, şimşek ve gök gürültülü fırtınaların genel meteorolojisi, konvektif hava oluşturması muhtemel koşulları, bu tür hava ile ilişkili potansiyel tehlikeleri ve bu tehlikelerin nerede bulunacağını tahmin etme veya tahmin edildiği anda uçuş emniyetini sağlamak amacıyla, rotanın başka bir meydana değiştirilmesine dair hatırlatmaları mevcuttur. Daha önceki bölümlerde incelenen kümülonimbus (CB) bulut oluşumları diğer meteorolojik hadiselerle göre daha farklıdır. Atmosferik konveksiyonun etkilerinin bölgesel tezahürleridir. Pilotların havacılık kariyerlerinde karşılaşılabilecekleri tüm meteorolojik endişeleri üretebilir ve odaklayabilmektedir. Özetle CB bulutları olumsuz bir hava ortamı meydana getirerek, uçuş emniyetini tehdit eder ve ekiplerin bu bulut oluşumundan kaçınmanın yollarını aramalıdır. Ayrıca Air France şirketinin bünyesinde hatırlatma dışında, yaklaşma ve iniş sırasında meydana gelen gök gürültülü fırtınalarla başa çıkmak için özel bir prosedürü yoktur.

Kaza raporunda araştırmacılar tarafından bir bulgu belirtilmektedir: konvektif hava koşullarında bir yaklaşmanın yürütülmesinin izole bir olay olmadığı kabul edilerek, uçakların orajlı fırtınalara nüfuz etmesi endüstri çapında gerçekleşmektedir. Fırtınaların şiddetini ve ekiplerin içinde bulunduğu stres ve yorgunluk gibi

operasyonel faktörlerin, pilotların bu tür durumlarında üstesinden gelmesine yardımcı olmak için mürettebata verilen eğitimler şirketler arasında farklılıklar içermekte olduğu ve uçuş emniyeti anlayışının farklılıklar gösterdiği belirtilmiştir.

Olumsuz fırtına koşullarında uçuş emniyetinin sağlanmasında etkili operasyonel stratejileri ve rehberliği ele almak, anlamak ve geliştirmek için ortak bir kokpit veri yönetimi kılavuzlarının ve eğitimlerinin uçuş eğitim programlarına daha detaylı oluşturulması gereklidir. Araştırmacıları, uçuş emniyetinin artırılması için, kokpit tabanlı çözümler dahil olmak üzere hava sahası sisteminin tüm yönlerinde odaklanmalıdır. Şiddetli konvektif hava aktiviteleri ile bağlantılı meteoroloji sistemlerinin ipuçlarının tanınmasını kolaylaştırmak için açık ve nesnel kriterleri oluşturması ve uçuş ekiplerine rehberlik edebilmesi gerekli olmalıdır.

Bu kazadan sonra FAA, türbülans ve konvektif hava ile ilgili sorunları incelemek için, özellikle yer tabanlı ve kokpit tabanlı çözümlerin fizibilitesinin araştırılması ve uçuş emniyetinin sağlanması için Ticari Havacılık Emniyeti Ekibi (CAST) altında başka bir araştırma grubu topladığını açıklanmıştır.

Son olarak, uzmanlar uçağın iniş sırasında havalimanı üzerinde fırtına tarafından üretilen bir mikro patlamaya doğru uçtuğu sonucuna varmıştır. Yerleşik rüzgâr kesme algılama sisteminin kullandığı mantık nedeniyle, mürettebat bir rüzgâr kesme uyarısı almadı ve daha agresif bir rüzgâr kesme kaçış manevrası yerine standart bir pas geçme prosedürü uyguladı. Araştırma sırasında yürütülen simülasyonlar, belirli eğim, güç ve konfigürasyon koşulları karşılanmış olsaydı, uçağın rüzgâr kesmesinden kurtulabileceğini göstermiştir. Kazanın olası nedenlerini şu şekilde belirlenmiştir;

Uçuş ekibinin bir mikro patlamaya neden olan şiddetli konvektif aktiviteye yaklaşmaya devam etme kararı; uçuş ekibinin rüzgâr makasından kaçmak için gerekli olan uygun uçak tutumunu ve motor itiş ayarını oluşturamaması, sürdürememesi ve hava trafik kontrolünden gerçek zamanlı olarak olumsuz hava ve rüzgâr kesme tehlike bilgisi yayılımının olmaması. Bunların tümü, yaklaşımda bulunan ve hızla gelişen bir fırtına tarafından üretilen bir mikro patlama kaynaklı rüzgâr kesme ile karşılaşmaya ve ondan kaçma hatasına yol açmıştır. Raporda ayrıca,



mürettebatın yaklaşmaya devam etme kararının, önceki uçaklardan alınan bilgilerden etkilenmiş olabileceğini gösteren bir bulgu da yer almaktadır.

Uçuş emniyetini riske atan bu tür karar hatalarına katkıda bulunabilecek dört faktör mevcuttur: bilginin belirsizliği; dinamik olarak değişen riskler, amaç çatışmaları (örgütsel veya sosyal baskılar); ve beklenmeyen sonuçlar, bu etkilerin dördünün de bir mürettebatın konvektif hava karşısında bir yaklaşma yürütme kararı üzerinde bir etkisi olduğu görülebilir. Konvektif hava tahmin edilemez ve konvektif havanın ciddiyetine dair net göstergeler sağlamak zordur. Pilotların çeşitli tehlikelere ilişkin kararlarında daha büyük bir etkiye sahip olanın risklere karşı yüksek toleranstan ziyade risklerin yanlış algılanması olduğu ve uçuş emniyetinin olumsuz etkilendiği bu kazada fazlasıyla görülmektedir. Başka bir deyişle, pilotlar belirli faaliyetlerle ilişkili riskleri hafife aldılar; sadece yüksek düzeyde bir riski kabul etmediler. Ayrıca araştırmacılar, bu kazada deneyimin risk algısı ile ters orantılı olduğunu gösterdiler; deneyim artması ile belirli bir tehlikeyle ilişkili algılanan risk seviyesi azalır. Mürettebat düzenli olarak konvektif hava ile karşı karşıya kaldığı ve geçmişte fırtınaların yakınında başarılı bir şekilde iniş yapmış olmalarının muhtemel olduğu düşünülmektedir.

Yaklaşma ve iniş sırasında gök gürültülü fırtınalarla nasıl başa çıkılacağına ilişkin kararlar, uçuşun gelecekteki durumu üzerindeki bilgilerin tam etkisini tahmin etmek için kaynakların en sınırlı olduğu uçuşun en yoğun bölümünde gereklidir. Uçuş emniyeti ve CRM, emniyetli bir uçuş sağlamak için mürettebat tarafından kaynakların etkin kullanımı olarak tanımlanabilir. Bu kazada yukarıdaki veriler, uçuş bölümlerinin çoğunda tehditler ve hatalar olmasına rağmen, mürettebat tarafından etkin bir şekilde yönetildikleri için nadiren önemli sonuçlar doğurduklarını açıkça göstermektedir. Bu nedenle, uçuş güvertesindeki uçuş emniyetinin sağlanması, ayrılmaz bir şekilde etkin CRM ve meteoroloji verilerinin yönetimi ile bağlantılıdır.

Hava aracının "2 Ağustos, 2005" tarihinde gerçekleştirmiş olduğu kazaya ilişkin bilgiler "Transportation Safety Board Canada (TSBC)" tarafından, "A05H0002" numaralı kaza raporundan elde edilmiştir.

### **2.13. Havacılıkta Meteoroloji Verileri, Uçuş Emniyeti ve Ekip Kaynak Yönetimi İlişkisi**

Havacılık sektörü yapısı gereği tehlike ve risklerin yoğun olarak ortaya çıktığı önemli bir sektör olmuştur. Bu sektörün, diğer sektörlerle göre emniyet kavramını anlamış olması ve tehlikeleri önlemesi adına en üst seviye bir yönetim anlayışını benimsemiş olmalıdır. Meteoroloji adına, tüm emniyet önlemleri alınmış olsa dahi bile, insan kaynaklı hataların oluşmasını tamamen ortadan kaldırılamaz. Burada emniyetle ilgili olarak, meteoroloji durumunun hangi türü ne olursa olsun, ekipler üzerindeki iş yükü ve yoğunluğunun kontrol edilebilir olması hayati bir öneme sahiptir (Kurnaz, 2018).

Ekip kaynak yönetimi, uçuş emniyeti ve meteoroloji kavramlarının ve eğitiminin havacılık emniyetinde iyileştirmelere yol açabileceğini kolaylıkla kabul etmiştir. EKY artık pilotlar, kabin ekibi, sevk görevlileri, hava trafik kontrolörleri, bakım ve diğerleri dahil olmak üzere tüm uçuş operasyon ekibini bünyesinde barındırmaktadır. Meteoroloji ve uçuş emniyeti arasındaki spesifik ekip kaynak yönetimi, her koşulda kayıtsızlıktan kaçınmalı ve mevcut durumda verilerin analizi ve yönetim ortamı değiştikçe uçuş emniyeti hedefine ulaşıldığından emin olmak için EKY programlarımızı sürekli olarak değerlendirmelidir (Kolander, 2019).

Emniyetli bir hava operasyonu sağlanmasında ekiplerin veri yönetimi açısından yeterli bir beceriye ve eğitime sahip olmaları gerekmektedir. Bu eğitimler için, uygulama ve geri bildirim önemli olduğuna ve eğitimin bir parçası olması gerektiğine dair araştırmalar vardır. Bu deneyimi geliştirmek için eğitim tasarımcıları, uçuş ortamını mümkün olduğunca sadık bir şekilde kopyalamaya çalışır. Bu nedenle, ekip kaynak yönetimi becerilerinin (örneğin, karar verme, iletişim, iş yükü yönetimi) eğitimi için, tam görev ve yüksek stres altında yönetim gibi ağır şartların, simülatör ile birleştirilmiş gerçekçi senaryolar tercih edilen yöntemler olmuştur. Özellikle LOFT eğitimleri sırasında, ekip üyeleri ve eğitmenler tarafından iyi kabul edilmekte olup, iyi bir eğitim sağladığına inanılmaktadır. Ne yazık ki, sofistike uçuş simülatörlerini kullanmanın maliyeti, bunların mevcudiyetini ve EKY beceri eğitimi için bir dizi uygulama sağlamadaki kullanımlarını sınırlandırmaktadır (Prince ve Jentsch, 2001).

EKY uygulaması ve meteoroloji verilerinin geri bildirim ve yönetimi için yüksek kaliteli simülatöre en yaygın olarak kullanılan alternatif rol oynamaktadır. Ancak etkili rol oyunlarını tasarlamak zordur ve eğitilen kişiler tarafından verimli olamayabilir. Daha fazla kullanılabilir EKY uygulaması ve geri bildirim fırsatlarına olan ihtiyacı ele almak için, genellikle şirketler tarafından kokpit ortamını yalnızca kısmen kopyalayan düşük maliyetli eğitmenler kullanılarak uçuş emniyeti açısından etkileri yükseltilmeye çalışılmıştır. Burada sağlanan uçuş ortamının, CRM beceri eğitiminde kullanım olanakları sunarak, zorlu hava şartlarında pilotların yeteneklerini ve sınırlamalarını tartışmaktadır (Prince ve Jentsch, 2001).

EKY eğitimi, genel felsefeleri ve becerilerine ilişkin temel bilgiler zorlu meteoroloji şartları altında ekiplerin, iletişim; liderlik ve takım çalışması, problem çözme ve karar verme; durumsal farkındalık ve görev/iş yükü yönetimine verdiği önemle, uçuş emniyetini iyileştirmek ve kazaları, olayları azaltmak için birlikte çalışmasını sağlamaktadır. Bu, olağan veya olumsuz hava şartlarında ekip kaynak yönetimi performans ilişkisinin önünde engeller olmadığı sürece geçerlidir. Bu engeller zorlu hava şartlarının sağlamış olduğu ve uçuş emniyetini tehdit eden buzlanma, sis, yoğun yağış vb gibi durumlarda mücadele etmek için, uçuş ekibi arasındaki ortak (birleşik) EKY eğitimi ve simülasyon uçuşları ile üstesinden gelebilecek ve keşfetmeye değer önemli bir çözümü sunabilmektedir (Harris ve Li, 2011).

Yüksek teknolojik bir uçakla uçmak, yalnızca yetenekli psikomotor performansına sahip olmadan ziyade, aynı zamanda hava şartlarının farkındalığını, alternatifler arasında seçim yapmayı ve sınırlı bir zaman çerçevesi içinde risk değerlendirmesini ve emniyet yönetimini içeren gerçek zamanlı karar verme meselesidir. Pilotlar, uçağın uçurulmasıyla ilgili kararların alınmasına ek olarak görev performansıyla ilgili kararlar almayı ve yargıları geliştirerek uçuş deneyiminin içsel bir kalitesine sahip olmalıdırlar (Harris ve Li, 2011).

Şirketler tarafından belirlenmesi gereken uçuş emniyeti faktörleri, meteoroloji kaynaklı değişimlerde mevcut operasyon sisteminin zarar görmesini önleyebileceği gibi, risklerin kontrol edilebilir ve önlenabilir olmasını sağlayacaktır. Bu önlenbilir sürecin yönetiminde aşağıda sıralanan faktörlerin önemli bir rolü vardır:

- Emniyet yönetim analizi
- Meteoroloji verilerin toplanması
- Meteoroloji verilerin güncel takibi
- Ekip kaynak yönetimi süreci

Ekip kaynak yönetimindeki hataların, ölümcül ve maddi kayıp olmayan genel havacılık kazalarının %35'ine ve ölümcül genel havacılık kazalarının %52'sine katkıda bulunduğunu yapılan araştırmalarda görülmüştür. Uçuş emniyetinin sağlanmasında meteoroloji verilerinin analizi belirli bir dizi koşula yanıt olarak en iyi hareket tarzını tutarlı bir şekilde belirlemek için pilotlar tarafından kullanılan zihinsel sürece sistematik bir yaklaşım olarak tanımlanmıştır. EKY, uçuş emniyeti ve meteoroloji ilişkisinde yer almakta olan en önemli faktör: karar verme süreçleri adı altında iki unsur etrafında merkezlenir; makul eylem planları oluşturmak için bir ön imleç olarak kullanılan durum değerlendirmesi ve risk yönetimi için bu eylem planlarını değerlendirmek için yapılan zihinsel simülasyon düşünceleri, pilot deneyiminin dikte ettiği eylem planını uygulama eğiliminde olacaktır ve işe yarayıp yaramadığını görmek için zihinsel bir baskın tepki seçeneğini değerlendirecektir. Uzmanların EKY, uçuş emniyeti ve meteoroloji ilişkileri hakkında yaptığı araştırmada; tek bir olası seçeneği elde etmek için tanımaya dayalı bir karar sürecini kullanırken, acemilerin birden fazla seçeneği sistematik olarak karşılaştıran analitik bir yaklaşım kullanma olasılıklarının daha yüksek olduğunu bulmuştur ve deneyim faktörünün karar aşamasını nasıl etkilediği tespit edilmiştir (Harris ve Li, 2011).

Burada ekiplerin ekip kaynak yönetimini değerlendirmesinin doğruluğunu geliştirerek, göz önünde bulundurulmuş eylem biçimlerinin sonraki kalitesini artırarak ve olumsuz hava koşullarında karar vericinin zihinsel bir simülasyon oluşturmasını sağlanması sonucunda, sağlıklı bir karar verme süreçleri yaratarak, dinamik bir ortamda veriler üzerinde etkili olunmasını ve uçuş emniyetinin büyük ölçüde oluşturulmasını sağlayacaktır.

Son kısımda ise, Birleşik Krallıkta bulunan East Midlands havaalanında, kalkış sırasında rüzgâr kesmesi hadisesine maruz kalan bir Boeing 737-800 uçağının, kötü hava koşullarında uygulanan veri yönetimi sürecinin değerlendirilmesi yapılmıştır.

Bu hadisede, pilotlar tarafından kötü yönetilen bir meteorolojik durumun ne gibi kötü sonuçlara sebep olması yönünden örnek bir olay olarak değerlendirilmiştir;

- Hadise sırasındaki rüzgâr verileri: 200 dereceden 32 knot rüzgâr, hamlisi 45 knot
- Hadisenin meydana gelişi: kalkış öncesinde yapılan brifing neticesinde, kaptan pilotun kalkışı yardımcı pilota devretmesi (PF) ve kaptan pilotun uçuş parametrelerini inceleme konumunda olması (PM) kararlaştırılmıştır. Uçak pist üzerinde kalkış için hızlanmıştır. Uçak V1 süratinin üzerinde hızlanmaya devam ederken, rüzgâr kesmesi uyarısı alan kaptan pilot, aniden kontrolü devralarak uçağın kalkışını iptal etmesi neticesinde pistin sonuna 600 metre kala durmuştur. Bu hadise sonrasında uçak tekerleklerinde hasar oluşmuştur ve yaralanan kimse olmamıştır (AAIB, 2020)

Burada, hadisenin oluşumuna etki eden en temel faktörlerin belirlenmesinde:

- 1) 700 saati olan yardımcı pilotun, yükselme alabilmesi için rüzgâr kesmesi uyarısı yapılan bir meydana ve uçak limitlerinin sınırında olan bir kalkışın devredilmesi. 2) uçuş sırasında, güncellenen hava verilerinde rüzgâr kesmesi hadisesinin rapor edilmesinin dikkate alınmaması olmuştur.

Meteorolojik verilere tam anlamıyla gerekli olan önemin verilmemesi, ekip yönetiminde yeterince etkinlik sağlayamadığı ve uçuş ekiplerinin tehlikeli bir hava hadisesinin dikkate almaması büyük bir kazayada sebebiyet verebilirdi. Burada uçuş emniyetinin kaybolmasının önüne geçilmesi gerektiğinin ne kadar önemli olduğunu ve doğabilecek hata zincirlerindeki engelleyerek ölümcül bir kazanın önüne geçilmesinde örnek bir hadise olarak karşımıza çıkmaktadır.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### ARAŞTIRMA

#### 3.1. Araştırmanın Konusu

Meteorolojik şartların geçmişten günümüze ticari ve sivil havacılık endüstrisi bünyesinde yer alan olumsuz etkileri, gerçekleştirilen tüm hava operasyonlarının bütün safhalarına ulaşmaktadır. Burada yapılacak olan hava raporlarının takibi, analizi ve yönetimi uçuş ekipleri tarafından başlıca emniyet faktörü olarak ele alınmaktadır. Bu olumsuz şartların ekip kaynak yönetimi ‘‘EKY’’ kullanımı adı altında nasıl bir yönetim örneğinin uygulanması ve uçuş emniyeti kültürü üzerindeki pozitif etkilerinin, uçuş saati ve yılı baz alındığında deneyim sahibi pilotların görüşlerinin ve tekniklerinin önemi ortaya çıkmaktadır. Bu araştırmada uygun görülen ana dinamikleri oluşturan faktörler arasında, deneyim sahibi olan uçuş ekiplerinin olumsuz hava şartları altında gösterdikleri ekip kaynak yönetimi uygulaması, uçuş emniyetinin sağlanması, stres ve iş yükü paylaşımının yapılması üzerine uygulanan tekniklerin belirlenmesi olacaktır. Burada katılımcılara uygulanan görüşme soruları neticesinde olumsuz ve ani değişim gösteren hava şartları altında, meteorolojik hava raporlarının ‘‘METAR, TAF’’ nasıl bir derinlikte analiz ettikleri ve pilotların ne gibi bir potansiyele sahip olmalarına dair incelemeleri araştırılacaktır.

#### 3.2. Araştırmanın Amacı

Meteoroloji şartlarının, ticari ve genel havacılıkta sebep olduğu kaza ve uçuş iptallerinin olumsuz getirileri, şirketler için ciddi ekonomik sonuçları ortaya çıkaran önemli etkenlerden biri olmaktadır. Meteoroloji faktörünün bu kadar önemli olduğu havacılıkta, iletişim ve iş birliğe dayalı ekip kaynak yönetiminin, uçuş emniyetinin sürekliliği açısından her daim önemine dikkat edilmelidir.

Mevcut otomasyon sisteminin ve ileri teknolojiler ile meteoroloji taraflı kaza, olay ve ekonomik giderleri halen istenilen seviyelerde olmamaktadır. Birçok araştırmada uçuş emniyetinin yüksek oranda sağlanamadığı şirketlerde, stres

altındaki iletişim ve ekip çalışmasının önemi tam olarak anlaşılamamıştır. Yetersiz dokümantasyon kaynaklı, uçucu ekiplere ekip iletişiminin yönetimi ve analizi yeteri kadar aktarılmamaktadır. Burada ekip kaynak yönetiminin özellikle zorlu hava şartlarında meydana gelebilecek tehditler karşısında en verimli şekilde nasıl yönetilebileceği hem teorik anlamda hem de deneyim anlamında yüksek uçuş saatine sahip ve belirli yıllar arasında uçmakta olan 50 kişilik bir pilot havuzundan, bu sürecin yorumlanması istenerek, stres altında hangi doğru karar mekanizmasının gerekli olduğu araştırılmıştır.

Pilotların, ekip kaynak yönetimi becerilerinden; Görev analizi, karar verme, iletişim, uyarlanabilirlik ve esneklik, durum, muhakeme, liderlik, istikrar gibi teknik olmayan becerilerin nasıl geliştirilebilir olduğu ve uçuş emniyeti kültürü üzerindeki yansımaları gösterilmeye çalışılmıştır. Bu araştırma, pilotların ekip kaynak yönetimi faktörleri hakkında farkındalık oluşturmak ve meteoroloji bilgisinin güncel tutulmasının hayati bir gereklilik olduğunu anlamaları için önemlidir.

Uçak kazalarında meteoroloji uçuş emniyeti açısından önemli bir unsur olmaktadır. Bu önemli unsurun uçuş sırasında istenilen hakimiyeti ve tepki verebilirlik oranının yetersiz kaldığı gözlemlenmektedir. Özellikle meteoroloji ve ekip kaynak yönetimi hakkında yöntem, bilgi ve teknik kabiliyetlerine sahip, Türk sivil havacılığı bünyesinde görev alan, uçuş saati ve şirket tecrübesine sahip aktif uçucu pilotlar ile görüşmeler yapılarak, araştırmanın amacı doğrultusunda bir cevap oluşturacak nitelikte olması, bu alanda yapılacak olan yeni çalışmalara ışık tutacak bir karar mekanizmasının geliştirilmesine yardımcı olacaktır.

### **3.3. Araştırma Yöntemi**

Hava muhalefeti sebebiyle gerçekleşen kaza-kırım ve ekip kaynak yönetiminin zayıf kaldığı durumlarda meydana gelen etkilerin uçuş emniyetini içine alarak ve bir bütün şeklinde değerlendirilmesi belirleyecek deneyim sahibi pilotların düşüncüleri ve tecrübe kazandıracak analiz tekniklerinin önemi ortaya çıkmaktadır. Belli bir uçuş saati üzerinde deneyim sahibi olan ve en az on yıl üzerinde bir mesleki kıdem sahibi olan pilotların, olumsuz meteoroloji şartlarının tüm uçuş safhaları üzerindeki

etkisinin incelenerek nitelik kazandırılması ve ileriye dönük olarak özellikle tecrübesiz pilotların eğitiminde yapılacakların şekillenmesinde de büyük bir role sahip olacaktır. Bu sebeple, şirketlerin bilgi paylaşmaması neticesinde ekip kaynak yönetimi ile ilgili olarak gizli kalmış ve ortaya çıkması potansiyel bir bilgi kaynağı olabilecek ve derinlemesine bir inceleme yapılmasına olanak sağlayacak etkin bir yöntem olan görüşme yöntemi olarak planlanmıştır. Bu doğrultuda, olumsuz ve ani değişim gösteren hava şartları altında pilotların stres seviyelerini nasıl dengelediklerini, uçuşun hangi safhalarının daha zorlayıcı şartlar oluşturduğunu, bu koşullar altında nasıl tecrübe kazanılacağı ve ne gibi eğitim donanımlarının kullanılması gerektiği gibi bu olgular karşısında, ekip kaynak yönetimi ve meteoroloji konularına hakim ve cevap verebilirliğe sahip olan deneyimli pilotların, objektif bir şekilde değerlendirilmesine ve derinlemesine araştırılmasının mümkün olması nedeniyle nitel araştırma modeli kullanılmıştır.

Nitel araştırma, pilotların deneyim analizi, yorumlayıcı araştırma ve durumsal farkındalıkları gibi birçok farklı uçuş yönetim süreçlerinin tecrübe ile yakından ilişkili olduğunu göstermektedir ve nitel araştırmanın kendi başına bir alanı olduğu genel hatlarıyla bilinmektedir (Denzin ve Lincoln, 2005). Nitel araştırma, pilotların iş ortamlarında ele alınan karar mekanizması olgularını ve olaylarını hem bir bütün olarak hem de gerçeği yansıtacak şekilde yöntemlerin ortaya çıkarılması olarak tanımlanabilmektedir ve belirli bir konuyu ele alarak, bu konu hakkında çok metot sağlayan bir yöntem olmuştur (Denzin ve Lincoln, 2008). Bu sayede nitel araştırmaya dahil olan ve seçen kişiler, araştırmanın konusuna entegre olan araştırmanın özünü saf haliyle görebilmektedirler ve bulguların sayısal ve istatistiksel bir araç kullanmadan ortaya çıkarılması olarak açıklanabilir (Altunışık, 2012)

Nitel araştırma, etnik analiz, yorumlamaya yönelik araştırma, durumsal çalışma gibi birçok farklı hususta yakından ilişkili olduğu görülmektedir. Burada araştırmanın normal akışında ele alınan durum ve olayların hem bir bütün olarak hem de gerçeklik olgusunun yansıtılacağı şekilde ortaya çıkarılması olarak nitelendirilmektedir. Bununla birlikte, bu araştırmada görüşme, gözlem ve doğal ortamında incelenmesi gibi nitel veri toplama yöntemleri kullanılmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2016).



Çalışma, literatürde örnek bir araştırmaya rastlanılmadığı için görüşme soruları derinlemesine literatür taraması sonucunda elde edilmiştir. Bu kısımda, araştırmanın yöntemi, veri toplama aracı, verilerin analiz edilmesi ve görüşme yapılarak elde edilmesi ile katılımcılara sorulan toplam on dört sorunun, çalışmanın geçerliliği ve objektifliği amaçlanmaktadır. Çalışmanın temel amacına ulaşmak için görüşmede kullanılan araştırmanın soruları aşağıda yer alan Tablo 10’da geliştirilmiştir:

**Tablo 10.** Araştırma Soruları

<b>Soru 1</b>	Sizce uçuş esnasında hangi veriler ekip kaynak yönetimi açısından kaynaklarımızdan biridir?
<b>Soru 2</b>	Sizce meteoroloji verileri ekip kaynak yönetimi açısından kaynaklarımızdan biri midir? Neden?
<b>Soru 3</b>	Sizce meteoroloji, emniyet ve ekip yönetimi arasında nasıl bir ilişki vardır?
<b>Soru 4</b>	Uçuşun özellikle hangi safhaları etkili bir veri yönetim süreci gerektirir?
<b>Soru 5</b>	METAR raporlarındaki hangi şartların uzun vadede bakıldığı zaman uçuş emniyetini etkilemektedir ve etkileri mevcut mudur?
<b>Soru 6</b>	Uçuşun iniş safhasında, hangi meteorolojik koşullar uçuş ekiplerini sıkça rahatsız edebilecek boyutlara ulaşabilmektedir?
<b>Soru 7</b>	Ekiplerin ani değişiklik gösteren meteoroloji raporlarına yönelik tutumları nasıldır? Bu ani durumlarda stres kaynaklı, acelecilik ve hatalı veri değerlendirmeleri yaşanıyor mu?
<b>Soru 8</b>	Her pilotun olumsuz hava koşullarında sahip olması gereken etkin bir beceri yönü mümkün olabilmektedir mi? Mümkün ise ne gibi beceri ve yetkinlik önemli olmaktadır
<b>Soru 9</b>	Ticari havacılık bünyesinde hizmet verecek havayolu şirketlerinin, meteoroloji koşulları karşısında pilotların nasıl bir eğitim ve değerlendirme sürecine dahil ederek bünyelerine katmalıdırlar?
<b>Soru 10</b>	Simülasyon veya eğitim uçuşlarında, zorlu meteorolojik koşulların simüle edilmesi ne gibi fayda sağlamaktadır?

<b>Soru 11</b>	Pilotlar tarafından yapılan hataları fark etmek ve hatanın sonuçlarını azaltmak için, ne gibi karşı önlemler uçuş emniyeti açısından sağlanmalıdır?
----------------	---

Alt başlıklar oluşturulurken: a) ekip kaynak yönetiminin olumsuz hava şartları üzerindeki temel argümanlarının ve etkilerinin ortaya çıkarılması; b) ikinci başlık, uçuş emniyetinin olumsuz açıdan etkilenmesinin boyutunun ortaya çıkarılması; c) üçüncü başlık, olumsuz hava koşulların uçuşun hangi safhalarında daha etkin rol oynadığını ortaya çıkarmak; d) dördüncü başlık, pilotların sahip olması gereken beceri ve yetkinlik yönlerini belirlemek ve bu durumlara bağlantılı olarak ticari havacılık bünyesinde hizmet veren havayolu şirketlerinin nasıl bir eğitim ve değerlendirme sürecine dahil ederek, olumsuz hava şartlarında yaşanacak olaylar karşısında dikkat edilmesi gereken noktaların belirlenmesi üzerine geliştirilmiştir.

### **3.4. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi**

Bu çalışma evrenini, Türkiye sivil havacılık bünyesinde bulunan özel sermaye ve kamu merkezli havayolu şirketleri bünyesinde görev yapan, farklı konumlarda, mesleki tecrübeye sahip ve filo üyesi, öğretmeni olan pilotlar ile meteoroloji, EKY ve uçuş emniyeti olguları hakkında objektif görüşe ve bilgilere sahip olanlar oluşturmaktadır. Bu araştırmayı içeren olguyu temsile edebilecek uçuş ekiplerinin spesifik yetkinlikleri ve özellikleri sebebiyle aynı konu hakkında farklı bakış açılarını, analizlerini ve yönetim örneklerini ortaya koymak amacıyla maksimum çeşitlilik örnekleme stratejisi kullanılmıştır.

Örnekleme ait bilgiler görüşme soruları neticesinde katılımcıların gönüllü olarak verdikleri cevaplardan sağlanmıştır. Toplamda 50 adet uçucu personele, gerçekleştirdikleri uçuş sırasında deneyimledikleri olumsuz hava şartları ve onun yönetimine dair sorular yöneltilmiş ve alınan cevapların analizi yapılmıştır.

Bu çalışmada, Türkiye sivil havacılık sektöründe, özel sermaye ve devlet merkezli havayolları firmalarında görev alan 50 adet uçucu personele ulaşılmış ve bu katılımcıların havacılığa dair yetkinlikleri detaylıca analiz edilmiştir ve örneklem yöntemiyle yeterlilikleri incelenmiştir. Pilotların 0mesleki tecrübe süreleri, uçuş saati

ve görev yaptıkları uçuş tipleri dikkate alınarak araştırma soruları üzerinden bu kriterler incelenmek istenmiştir ve görüşme havuzu oluşturulurken bu özelliklere dikkat edilmiştir.

### **3.5. Veri Toplama Araçları:**

Araştırma konusu ile ilgili uçuş saati ve kıdem seviyeleri yüksek olan pilotlardan detaylı, gizli kalmış bilgileri ve yöntemleri ortaya çıkartacak sorular sorularak meteoroloji ve ekip kaynak yönetimi ve uçuş emniyetinin sağlanması hususunda detaylı bilgilere ulaşabilmek amacıyla, nitel araştırma yöntemlerinden biri olan görüşme yöntemi kullanılmıştır.

Görüşme tekniklerinin kullanıldığı araştırmalarda ölçeklerin kullanımına bağlı olarak yapılan karşılaştırma analizleri tamamen gizli kalmış detayları ortaya çıkarabilmektedir. Aslında bu bulgulardan sonuçlar çıkarılması ve bu sonuçların tartışılması sırasında verilerin derinlemesine inilerek belirli bir plan dahilinde incelenmesine olanak sağlayan soru tiplerinin sorulmasını sağlar (Yılmaz, 2020). Bizim araştırmamızda uygulanan bu tekniğin, toplanan verilerin titizlikle incelenmesine ve araştırma bünyesine dahil edilmesini sağlamıştır.

Araştırmada veri toplama aracı olarak hazırlanan görüşme soru formu oluşturulmadan önce veri tabanı incelemesi yapılmıştır. Veri tabanı incelenmesinden sonra çeşitli uçak tiplerinde deneyim sahibi olan iki kaptan pilot ve bir akademisyenin ilgisine tayin edilerek, öneriler doğrultusunda görüşme soruları revize edilmiştir ve son güncel hali oluşturulmuştur. Bireylere bağlı olunan bir veri toplama yönteminde, verilerin güvenilir olarak saklanması, istatistiksel yapısı ve kayıtları erişilebilir olmadığında, özellikle resmi dokümanların incelenmesi söz konusu değil ise veri toplama yönteminin kullanımı önünde bir engel teşkil etmemektedir (Friedman, 2015). Elli kişilik pilot havuzunu kaplayan görüşmeler de görüşme süresi, on dört soruya yapılan yorumların çeşitli şekilde uzaması tamamen pilotların kişisel deneyimleri ile orantılı olarak 20 dakika ile 45 dakika arasında sürmüştür.

### **3.6. Verilerin Analizi**

Verilerin analizi, yorumlama ve uçuş safhalarını içermekte olup, verilerin analizi cümlelerin ve içerdiği bilgilerin yorumlanmasını ve deneyimlerini kapsamaktadır (NSF, 2022).

Bu araştırmada nitel bir veri toplama yöntemi olan görüşme ile toplanan yanıtlar içerik analizi yapılarak detaylıca incelenerek veriler elde edilmiştir. Burada yapılan yarı yapılandırılmış görüşme tekniği ile verilerin elde edilmesi ve analiz süreçleri daha detaylı bir şekilde inilme fırsatına sahip olmuştur ve verilerin tüm değeri gözlemlenmiştir. Sorulacak sorular genellikle önceden hazırlanarak ve görüşmenin seyrine göre, görüşme esnasında da yeni sorular eklenebilir ve bilginin ortaya çıkmasına fayda sağlayabilmektedir. Katılımcıların bir konudaki düşünceleri, tecrübeleri, teknikleri ya da fikirleri ile araştırma yapılmak istenildiği için, bu araştırmaya yönelik uygun bir veri toplama yöntemi olarak düşünölmüştür.

Tüm soruların önceden analiz edilerek hazırlandığı ve bu soruların dışına çıkılmayan görüşmelere yapısal görüşme denmektedir. Eğer temel sorular görüşme öncesinde belirlenmiş ancak görüşme esnasında hazırlananlar dışında da bazı sorular sorulursa bu tür görüşmeler yarı-yapılandırılmış görüşme adını almaktadır (Burns, 2019). Bu araştırmada yarı yapılandırılmış görüşme tekniği ile verilerin elde edilmesi ve analiz süreçleri daha detaylı bir şekilde inilme fırsatına sahip olmuştur ve verilerin tüm değeri gözlemlenmiştir. Katılımcıların bir konudaki düşünceleri, tecrübeleri, teknikleri ya da fikirleri ile araştırma yapılmak istendiğinde uygun bir veri toplama yöntemidir.

## **BULGULAR**

### **3.7. Kaza Faktörleri**

Araştırmanın çerçevesinde katılımcılara dört ana probleme ilişkim sorular sorulmuştur ve bu dört ana problemin: Meteoroloji, EKY, uçuş emniyeti ve uçuş safhaları içerisinde derinlemesine analiz edilmesine olanak sağlamıştır. Elde edilen

verilerden yola çıkarak derinlemesine bir inceleme hedefiyle birlikte benzer özellik gösteren bilgiler kodlanarak kendi içlerinde sınıflandırılmış ve araştırma amacına ilişkin yapıların ortaya çıkmasına olanak vermiştir. Burada ortaya çıkan bu yapıların sık kullanımını analizi aracılığıyla tablolar oluşturularak aktarılmıştır.

### 3.8. Katılımcı Pilotlar ile ilgili Demografik Bilgiler

Katılımcı pilotlara ait bilgiler tablo 11’de verilmiştir. Katılımcılara görüşme sırasına göre K1, K2, K3, K4, K5, K6 .....K50 olarak kodlama yapılmıştır. Bu doğrultuda katılımcıların demografik bilgileri de tablo 11’de yer almaktadır. Ekip kaynak yönetimi bileşenlerine sahip olabilmek için katılımcılardan fazlasıyla verim alınabilmesi hedeflenmiştir.

**Tablo 11.** Katılımcılara İlişkin Bilgiler

Katılımcı Kodu	Cinsiyet	Yaş	Eğitim Düzeyi	Mesleki Deneyim Yıl	Mesleki Kıdem	Uçuş Saati	Uçak Tipi	Şirket İş Modeli
K1	Erkek	63	Lisans	43	Kaptan Pilot	25.000	A350-A330	Tam Hizmet Sunan Havayolu
K2	Erkek	43	Lisans	5	Yardımcı Pilot	3000	A320	Düşük Maliyetli Havayolu
K3	Erkek	40	Lisans	5	Yardımcı Pilot	3500	A320	Düşük Maliyetli Havayolu
K4	Erkek	46	Lisansüstü	28	Kaptan Pilot	7500	A320	Düşük Maliyetli Havayolu
K5	Kadın	39	Lisans	15	Kaptan Pilot	12.000	A320	Tam Hizmet Sunan Havayolu
K6	Erkek	39	Lisans	12	Kaptan Pilot	8800	B737-A320	Düşük Maliyetli Havayolu
K7	Erkek	39	Lisans	7	Yardımcı	3800	B737	Düşük Maliyetli

					Pilot			Havayolu
K8	Erkek	44	Lisansüstü	19	Kaptan Pilot	20.000	A330	Tam Hizmet Sunan Havayolu
K9	Erkek	28	Lisans	6	Yardımcı Pilot	2900	A320	Tam Hizmet Sunan Havayolu
K10	Erkek	47	Lisansüstü	25	Kaptan Pilot	25.000	B737	Bölgesel Havayolu
K11	Kadın	35	Lisans	4	Yardımcı Pilot	2000	A320	Tam Hizmet Sunan Havayolu
K12	Erkek	39	Lisans	12	Kaptan Pilot	10.000	B737-A320	Tam Hizmet Sunan Havayolu
K13	Erkek	45	Lisans	20	Kaptan Pilot	20.000	B777	Tam Hizmet Sunan Havayolu
K14	Erkek	39	Lisans	10	Kaptan Pilot	8000	A320	Bölgesel Havayolu
K15	Erkek	60	Lisans	25	Kaptan Pilot	30.000	A320	Bölgesel Havayolu
K16	Erkek	60	Lisans	20	Kaptan Pilot	25.000	A330	Tam Hizmet Sunan Havayolu
K17	Erkek	59	Lisans	20	Kaptan Pilot	30.000	B777	Tam Hizmet Sunan Havayolu
K18	Erkek	40	Lisans	14	Kaptan Pilot	15.000	A320	Düşük Maliyetli Havayolu
K19	Erkek	45	Lisansüstü	10	Kaptan Pilot	10.000	B737	Düşük Maliyetli Havayolu
K20	Erkek	45	Lisans	15	Kaptan Pilot	12.000	A320	Tam Hizmet Sunan Havayolu
K21	Erkek	45	Lisans	10	Kaptan Pilot	10.000	A320	Tam Hizmet Sunan Havayolu
K22	Erkek	60	Lisansüstü	25	Kaptan Pilot	25.000	B737-A320	Düşük Maliyetli Havayolu
K23	Erkek	56	Lisans	20	Kaptan	25.000	B737-A320	Düşük Maliyetli

					Pilot			Havayolu
K24	Erkek	60	Lisans	15	Kaptan Pilot	30.000	B777	Tam Hizmet Sunan Havayolu
K25	Erkek	60	Lisans	25	Kaptan Pilot	30.000	B737	Bölgesel Havayolu
K26	Erkek	55	Lisans	15	Kaptan Pilot	20.000	B737	Düşük Maliyetli Havayolu
K27	Erkek	38	Lisansüstü	8	Kaptan Pilot	5500	B737	Tam Hizmet Sunan Havayolu
K28	Erkek	55	Lisans	15	Kaptan Pilot	20.000	A350	Tam Hizmet Sunan Havayolu
K29	Erkek	38	Lisans	10	Kaptan Pilot	6500	Gulfstream	İş Havacılığı
K30	Erkek	40	Lisans	15	Kaptan Pilot	8000	CASA CN- 235	Genel Havacılık Hizmetleri
K31	Erkek	39	Lisans	10	Kaptan Pilot	9000	Gulfstream	İş Havacılığı
K32	Erkek	55	Lisans	15	Kaptan Pilot	20.000	B737	Bölgesel Havayolu
K33	Erkek	38	Lisans	10	Kaptan Pilot	7500	CASA CN- 235	Genel Havacılık Hizmetleri
K34	Erkek	50	Lisans	25	Kaptan Pilot	10.000	B737	Tam Hizmet Sunan Havayolu
K35	Erkek	46	Lisans	20	Kaptan Pilot	12.000	B737	Düşük Maliyetli Havayolu
K36	Erkek	43	Lisans	10	Kaptan Pilot	10.000	B737	Düşük Maliyetli Havayolu
K37	Erkek	55	Lisans	25	Kaptan Pilot	15.000	B737	Düşük Maliyetli Havayolu
K38	Erkek	40	Lisans	20	Kaptan Pilot	10.000	B737	Düşük Maliyetli Havayolu
K39	Erkek	45	Lisans	15	Kaptan	12.000	A320	Tam Hizmet Sunan

					Pilot			Havayolu
K40	Erkek	60	Lisans	30	Kaptan Pilot	20.000	B737	Tam Hizmet Sunan Havayolu
K41	Erkek	37	Lisans	8	Kaptan Pilot	7000	B737	Tam Hizmet Sunan Havayolu
K42	Erkek	45	Lisans	20	Kaptan Pilot	15.000	B737	Tam Hizmet Sunan Havayolu
K43	Erkek	47	Lisans	20	Kaptan Pilot	15.000	B737	Tam Hizmet Sunan Havayolu
K44	Erkek	60	Lisans	30	Kaptan Pilot	25.000	B737	Düşük Maliyetli Havayolu
K45	Erkek	37	Lisans	10	Kaptan Pilot	6500	A320	Düşük Maliyetli Havayolu
K46	Erkek	42	Lisansüstü	10	Kaptan Pilot	8000	A320	Bölgesel Havayolu
K47	Erkek	60	Lisans	40	Kaptan Pilot	30.000	A350-A330	Tam Hizmet Sunan Havayolu
K48	Erkek	39	Lisans	10	Kaptan Pilot	7500	Gulfstream	İş Havacılığı
K49	Erkek	39	Lisans	7	Yardımcı Pilot	4500	Bombardier	İş Havacılığı
K50	Erkek	48	Lisans	10	Kaptan Pilot	15.000	Bombardier	İş Havacılığı

Tablo 11'e göre, araştırma konusu ve soruları ile ilgili yeterli bir mesleki tecrübeye ve bilgi verebilirliğe sahip olan Türkiye Sivil Havacılığı bünyesinde yer alan pilotlar ile yüz yüze görüşmeler yürütülmüştür. Bu görüşmelere istinaden 50 pilottan;

- %4'ü kadın pilot, %96'sı erkek pilot
- %38'i 40 yaş ve altı, %62'si 40 yaş üstü pilot
- %14'ü lisansüstü, %86'sı lisans mezunu



- %60'ı 15 yıl ve altı, %40'ı 15 yıl üstü mesleki deneyime sahip
- %12'si yardımcı pilot, %88'i kaptan pilot
- %66'sı 15 bin saat ve altı, %34'ü 15 bin saat üzeri uçuş saatine sahip
- %16'sı geniş gövde, %84'ü dar gövde uçak tipine sahip

Araştırma için farklı özelliklere sahip pilotların bilgileri kullanılmıştır.

### 3.9. Ekip Kaynak Yönetimi ve Uçuş Emniyet Safhaları

Dünya genelindeki uçuş sıklığı açısından birçok düşük maliyetli havayolu şirketinden daha başarılı konumda olan tam hizmet sunan havayolu şirketleri, bizlere havacılık endüstrisinin çeşitli yönlerini etkileyen, ekip kaynak yönetimi faktörlerinin kullanımına dair hassas fikirler sağlayabilmektedir. Katılımcıların büyük bir çoğunluğunun birçok kıtada gerçekleştirdikleri uçuş operasyonları ile farklı meteoroloji koşullarında tecrübe ettikleri çeşitli uçuş safhalarına yönelik hassas bilgiler verebilmektedir. Tablo 12'de, buna yönelik beş ana problemde kodlamalar aracılığıyla temalar oluşturularak bu temalara ilişkin görüşler ve kullanım sıklıkları belirli özelliklere göre gruplandırılarak analiz edilecektir.

**Tablo 12.** Ekip Kaynak Yönetimi ve Uçuş Emniyet Safhaları

Tema	Kodlama	Kodların Sıklığı
Meteoroloji Etkeni ve Uçuş Emniyet Safhaları	Brifing safhası	12
	Kalkış safhası	17
	Seyir safhası	10
	İniş safhası	30
	Tüm safhalar	11

Tablo 12'ye göre katılımcı pilotların meteorolojik şartların uçuş emniyet olguları üzerindeki değerlendirmesini görmekteyiz. Burada, katılımcıların bir kısmının hava şartlarının uçuşun tüm safhalarına etkisinin olduğunu ve bunun uçuş emniyetine yönelik olumsuz etkilerinin var olduğunu ifade etmektedir. Brifing

safhasının, planlama üzerindeki etkisi, tablo 12'ye göre incelendiğinde, katılımcıların az bir kısmının uçuşun planlamasının iptal sürecine kadar etki edebildiğini belirtmiştir ve uçuş personeli yerde iken hava şartlarına göre uçuş iptali kararının alınması stres bakımından bir etkisinin olmadığı, ancak hizmet kalitesini olumsuz yönde etkilediğini ifade etmiştir. Kalkış safhasında, uçağın belirli irtifaya kadar hava şartlarından etkilenme riskinin de var olduğu, bir kısım katılımcı tarafından belirtilmiştir. Seyir safhasının ise geniş bir alanda farklı bir havalimanına gitmenin daha sakin ve planlama açısından daha rahat yönetilebileceği görülmektedir. Özellikle iniş safhasının katılımcı pilotlar genelinde rüzgâr kesme ve yoğun yağış şartlarının altında emniyeti azalttığını ve zorlandıklarını belirtmektedir.

Katılımcıların olumsuz hava şartlarının uçuş safhalarına yönelik söylediği olgulara ilişkin kritik ifadeler yer almaktadır;

- “Özellikle olumsuz hava şartlarının kötüye gitmesi iniş ve kalkışta uçuş iptali için birinci etkidir. Havalimanı bölgesindeki coğrafi şartları zorlaması ve limit dışı durumunda dolaylı bir etken olarak, meteorolojik bilginin kalkış öncesi ön brifing etkisi ve ilişkisi yüksektir. Uygulanacak planın içeriği, topografik coğrafyanın incelenmesi ile ortaya çıkarak emniyet ve ekip yönetimi kaynaklarını oluşturur (K1).”
- “Özellikle seyir safhalarında oluşabilecek tehditlere ve risklere karşı brifing sırasında yeterince analiz edebilme zamanımız olursa, karar verme aşamasında mental olarak etkin bir veri yönetim sürecine hazır olmuş oluruz (K4).”
- “İniş ve kalkışta METAR raporları çok önemlidir. Kalkışta rüzgâr kesmesi hadisesi var ise ve yaklaşımda yan rüzgar limitleri çok yüksek olduğu durumlarda, divert ve holding ihtimali hizmet kalitesinde aksaklıklar yaratabilmektedir (K34).”

Meteoroloji olgusunun havacılığa bu denli etkisi, tablo 12'ye göre uçuş operasyonlarının tüm safhalarında olumsuz etkilerinin pilotlar tarafından belirtildiği görülmektedir. Katımlı pilotların METAR raporlarının temel hatlarıyla bilinmesi gerektiğinin ve ani değişkenlik gösteren zorlu hava şartlarında uçuş ekipleri arasında iyi bir koordinasyonun sağlanması ile olumsuz hava şartlarının üstesinden gelmeye yönelik adımların verimli ve etkili bir şekilde atılmasına yönelik tecrübeleri olmuştur. Bu seviyelerde meydana gelebilecek hava kaynaklı sorunların, uçuş sırasında herhangi bir uçuş ekibinin yetkinlik kaybına uğramaması durumunda kokpit ekibinin üzerinde oluşacak stres ve iş yükü, uçuş emniyetine yönelik olumsuz etki edebileceğinden dolayı bu durumlarla ilgili gerekli hava raporu verileri ile ilgili eğitimlerin daha titizlikle yürütülmesi gerekliliğinin olduğu ve pilotların bu gibi olağan dışı durumlarda nasıl bir prosedür uygulamasına yönelik simülasyon eğitimlerinin düzenli planlanmasının önemi de pilotlar tarafından vurgulanan konulardan biri olmaktadır. Pilotların uçuş esnasında hava şartları dolaylı meydana gelebilecek ani sürat ve irtifa değişimleri kaybı ile karşılaşabileceğinin farkında olması ve bu ani yanılsamaların uçuşun her safhasında meydana gelebileceği ve bu gibi durumlarda pilotların uçuş aletlerine yönelik tepkilerinin ne gibi adımlar olacağı da pratik ve özgüven gerektiren önemli noktalardan biri olmuştur.

Pilotların görüşlerine genel olarak bakıldığı zaman, uçuş operasyonlarının, hava şartlarının yaratmış olduğu çeşitli meteorolojik oluşumlardan olumsuz bir şekilde etkilendiği görülmüştür. Ayrıca, katılımcılara göre, bu olgunun ekonomik açıdan fazla yakıt harcanmasına sebep olarak hem maddi hem de yolcu konforuna olumsuz etki ettiği ortaya çıkmaktadır.

### **3.10. Kaza Hadiseleri ve Faktörleri**

Havacılıkta meydana gelen kaza kırımında meteoroloji faktörü bir hayli yüksek olmaktadır. Küresel çapta gerçekleşen uçuş ağını her dakika değiştirebilecek ve bozabilecek bu doğal yapıya karşı, şirketlerin başlıca ekip kaynak yönetimi modelini doğru bir biçimde sistemlerine entegre edebilmeleri ve bunu teknolojinin imkânı ile takip edilebilir bir yardımcı sistemler ile oluşturabilme kabiliyetine sahip olmalıdır.

**Tablo 13.** Kaza Hadiseleri Faktörleri

Tema	Kodlama	Kodların Sıklığı
Ekip Kaynak Yönetimi Faktörleri	Karar verme	10
	Liderlik	15
	Mürettebat iş birliği	17
	Durumsal farkındalık	10
	Stres altında performans	20
	Beceri ve yetkinlik	19
Meteoroloji Verileri	Veri takibi	14
	Veri paylaşımı	16
	Veri analizi	10
	Veri yönetimi	17
Emniyet Yönetimi	Risklerin belirlenmesi	10
	Risklerin analizi	12
	Risklerin yönetimi	9
Dokümantasyon	Eğitim	39
	Check-list kullanımı	6
	Tecrübe	32

Tablo 13'e bakıldığında, pilotların kaza faktörlerinde belli başlı gereksinimlerin sağlanamadığı durumlara yönelik görüşlerinin yansıdığı görülmektedir. Özellikle belgelendirme eksikliğinin yansıyan sonuçlarını, katılımcıların belirttikleri görüşler doğrultusunda havayolu şirketlerinin ekonomik, hizmet ve ileriye dönük gelişimlerinin etkileyen faktörlerin temaları oluşturularak tabloya yansımıştır. Pilotların yarısından fazlası eğitim ve tecrübe yeterliliğinin sektörü olumsuz yönde etkilediğini ve kokpit içerisindeki iletişim ve yönetimin kalitesiz olduğunu ifade etmektedir.

- ‘‘Ticari havayolları en az 20 yıl üzeri tecrübesi olan pilotların sayısını yüzde 50’nin altına düşürmemesi lazım. Tecrübe saati çok olan pilotları bünyesinde tutarak, resmen usta-çırak ilişkisi ile eğitilerek tecrübe aktarılmalıdır (K27).’’
- ‘‘Özellikle uçuş okullarında başlayacak olan meteoroloji eğitimi ileriye dönük olarak, ticari havayolu şirketlerine kaliteli bilgiye sahip ve veri analizi konusunda belli bir yetkinlik seviyesine sahip adayların daha verimli olarak eğitilmesine olanak sağlayabilir (k40).’’

Havayolu şirketlerinde yapılan veri yönetimi hatalarının kaydedilmesi gereklidir. Yapılan hataya yönelik hangi EKY faktörünün kullanıldığı, nasıl tepki verildiği ve aslında ne yapılması gerekirdi sorularının, şirket bünyesindeki tüm pilotlar ile paylaşarak, aynı durumun gelecek safhalarda karşılaşıldığında tecrübe ile sentezlenerek pilotlara destek sağlanmasının gerekli olduğunu katılımcılar tarafından belirtilmektedir. Tablo 13’e istinaden, eğitim içeriklerinde yer alan simülasyon eğitimlerinin, zor şartlar altında simüle edilmiş meteoroloji şartlarının beceri, yetkinlik, stres yönetimi, karar verme yetkisi ve pilotaj özelliklerini artırmaya yönelik destek verdiği katılımcılar tarafından tekrarlanmıştır. Mümkün olabildiğince durumsal farkındalığın yüksek seviyelerde olması mevcut kokpit ekibi için etkin bir veri yönetiminde kullanılabilir ve acil durumlar verilecek önemli kararların alınmasına yüksek bir etken olduğu görülmektedir.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Ticari havacılığın ilk yıllarından itibaren meteoroloji dolaylı olay ve kazaların sonucu ortaya çıkan ve havacılık teknolojisindeki hızlı gelişmelerin neticesinde uçuş emniyetine yönelik gerekliliklerin sonucu ekip kaynak yönetimi ilk araştırmaların başlanmasına zemin hazırlamıştır. Meteoroloji kaynaklı meydana gelmeye başlayan olay ve kaza kırırımların, insan faktöründe yer alan karar mekanizması ve iletişim eksikliğinin hatalı uygulamalarından dolayı olayların ve kazaların yeteri kadar üstesinden gelinemediği ortaya çıkmıştır. Yapılan araştırmalarda, çoğu uçak kazasında, özellikle rüzgâr kesmesi hadisesinin uçakların aerodinamik özelliklerini aşırı zorlaması sonucu, tecrübe ve eğitim eksikliğinden dolayı pilotların kurtarma manevralarını yapamadıkları açıkça görülmüştür. Pilotaj kaynaklı hataların kokpit içerisindeki iletişim, koordinasyon ve veri yönetimi uygulamalarına ek olarak, ekip kaynak yönetimi faktörünün yavaş yavaş devreye sokulması ile karar verme aşamasındaki hata oranına yönelik azaltıcı temel faktörler arasına girmiştir. Bu araştırmalar neticesinde uygulanmaya başlanan ekip kaynak yönetimi anlayışı ile uçuş emniyetinde etkili bir rol oynamaya başlamıştır ve meteoroloji verilerinin daha etkili bir şekilde analizini ve yönetimine olanak sağlamıştır.

Araştırmada EKY kavramı, EKY'nin alt boyutları, olumsuz hava şartlarının etkileri, uçuş emniyeti kavramı ve aralarındaki ilişkiler ele alınmıştır. Daha önce birçok araştırma ile hizmet sektöründe ve sivil havacılıkta meteorolojinin önemi tespit edilmiştir. Aynı şekilde, EKY kavramının havacılıkta uçuş emniyeti için önemi, bu çalışmanın literatür taraması bölümünde kanıtlandığı gibi birçok çalışma tarafından desteklenmiştir. Ancak bu çalışma, uçuş operasyonlarında uçuş emniyeti açısından pilotların olumsuz hava şartlarında EKY becerilerinin daha iyi yönetilmesi için ekip iletişiminin önemini tartışan bir çalışma olmasıdır.

Bu çalışma kapsamında Türkiye sivil havacılık bünyesinde yer alan özel ve kamu merkezli ticari havayolu şirketlerinde çalışan pilotlara uygulanan yüzyüze görüşme yöntemi ile veri toplanmıştır. Bu çalışma sonucunda ortaya atılan araştırma soruları sayesinde, çalışmanın bulguları şu şekilde sıralanabilir: Olumsuz hava şartları karşısında elde edilen tecrübe ve pratik kazanımının EKY becerileri üzerinde olumlu bir etkisi vardır, yani iletişimin kokpit içerisinde olumlu olarak kullanılması

EKY yönetmede daha başarılıdır. Özellikle uçuş emniyetinin sağlanmasında pilot becerileri; Öz farkındalık, sosyal farkındalık, öz yönetim ve ilişki yönetimi becerileri daha iyi olan uçucu ekiplerin, çalıştıkları havayolu şirketinin kurallarına uymaya daha yatkın ve başarılı olarak soğukkanlılıklarını korudukları görülmüştür.

Burada literatür tarafı yapılan veri taraması sonucu elde edilen bulguların eşiğinde çeşitli çıkarımlar ortaya çıkmaktadır;

- 1994 – 2005 yılları arasında meydana gelen toplamda 8 tane kaza ve olayın kaza raporlarının incelenmesi ve meteoroloji verilerinin detaylıca analiz edilerek bilimsel açıdan yorumlama çalışması sonucunda, literatürde benzer kaza analizleri yapılan akademik çalışmaların bulguları ile meteoroloji ve ekip kaynak yönetiminin öneminin ortaya çıkarılması,
- Meteoroloji, uçuş emniyeti ve ekip kaynak yönetiminin geçmişten günümüze hangi evrelerden geçtiğine yönelik akademik çalışmaların incelenmesi ve ticari havacılık bünyesinde şirketlerin ekonomik açıdan batmalarına kadar gidebilecek kaza ve olayların, aslında pilotlara verilecek eğitim sisteminin ne denli önemli olduğuna dikkat çekilmesi,
- Meteoroloji faktörünün tanımsal olarak değerlendirilmesi ile genel ve ticari havacılık üzerindeki ciddi etkilerine yönelik gerekli sistemlerin geliştirilmesine yönelik bulguların ortaya çıkarılması ve uçuş emniyeti açısından alınması gereken tedbirlerin belirlenmesi,
- Meteoroloji, uçuş emniyeti ve ekip kaynak yönetimi faktörlerinin literatürde veri taramasının yapılması ve bu üç kavramın birbirleri arasındaki bağlantılarının yorumlanması ile 50 kişilik bir pilot havuzunda yapılan neden sonuç ve yorumlama ilişkilerine dayalı soru, cevap çalışması kapsamında, pilotlara verilen eğitim sisteminde eksikliklerin ortaya çıkarılması ve uçuş sırasında olumsuz hava şartlarının sebep olduğu stresli koşullarda yönetim özelliklerinin araştırılması ve etkilerinin ortaya çıkarılması hedeflenmiştir.

Meteoroloji dolaylı meydana gelen uçak kaza ve olayları esnasında yetersiz olduğu gözlemlenmiş olan ekip kaynak yönetimi üzerine yapılan yorumlama ve analiz çalışması ile insan faktörünün stres ve veri yönetimi konusunda başarısız olduğu belirlenmiş olup, özellikle Singapore Airlines ‘‘Uçuş 006’’ uçak kazası, tez süresince değerlendirilmesi hususunda başarısız bir hava durumu analizi ve uçuş emniyeti açısından yeteri kadar dikkate alınamayan bir ekip kaynak yönetimi incelenerek yorumlamalar ortaya konulmuştur.

Sivil havacılık operasyonun en temel amaçlarından biri olan uçuş emniyeti faktörü, şirketlerin uluslararası platformlarda ekonomik ve tercih edilme alanlarındaki gelişimi üzerinde oldukça etkili bir rol oynamaktadır. Bu faktörü desteklemesi adına pilotların ve uçuş ekiplerinin bir bütün halinde karar mekanizmasını kullanımlarına yönelik olarak, Ekip kaynak yönetimi uygulaması bu emniyet faktörünün sağlanmasına yönelik sağladığı fayda vazgeçilmezdir. Özellikle meteorolojinin uçuş operasyonlarında uğrattığı uçuş iptalleri ve ertelemelerindeki rolü bir hayli etkili olmaktadır. Meteoroloji konusu hakkında daha gelişmiş yer sistemlerine sahip olmak ve gerekli teorik bilgisine sağlam bir şekilde sahip olunması ile olumsuz hava şartları dolaylı meydana gelebilecek olay ve kazalar karşısında, beklenmeyen olumsuz şartlarında önlenmesi adına daha dikkatli ve öngörülü bir yaklaşıma sahip olunabileceği değerlendirilmektedir. Önceki satırlarda sözü edilen önemli faktörlerin birbirleri ile bir bütün halinde uçuş ekiplerine detaylıca aktarılması ve simüle edilmesinin sağlanabilmesi emniyetli ve etkin bir hava operasyon sistemini sağlayacaktır. Bu etkinliğin en önemli göstergelerinden ise olumsuz hava şartlarında yaşanması muhtemel olan kaza, olay ve bunlara sebep olabilecek durumların azalmasına yönelik faydalı etkileri olacaktır. Bu nedenle, kaza ve olay oranlarının tamamıyla ortadan kaldırılmasına ve kontrol edilebilir bir duruma gelmesi meteoroloji, uçuş emniyeti ve ekip kaynak yönetimi kavramlarının en iyi şekilde ortak bir sistem altında sağlıklı bir şekilde uygulanmasına yönelik bir temel amacın oluşturulması ile mümkün olacaktır.

Burada arzulanan uçuş emniyeti hedeflerinin kokpit ile uygun bir yönetim bütünlüğünün gerekli olması sağlanmalıdır. Araştırmanın evrenine bu doğrultuda baktığımız zaman, meteoroloji verilerinin uçuş emniyeti açısından ekip kaynak yönetimi üzerindeki olumlu ya da olumsuz etkilerine hâkim ve uygulamaları ile bu



olgular hakkında yeterli görüş ve tecrübeye sahip elli katılımcı ile görüşülerek, geniş bir örneklem büyüklüğüne ulaşılması hedeflenmiş ve çeşitlilik ile bağlantılı bir araştırma ortaya çıkarılmıştır.

Başarılı bir EKY'nin gereği, güçlü bir tecrübe ve bilginin yüksek olduğu bireylerde ideal lider özellikleri kararlı, hırslı ve iddialı olarak göze çarpmaktadır. Kendini daha iyi tanıyan, bilgi seviyesi yüksek, kendini yöneten ve ilişki yönetimine sahip pilotların, uçuş emniyet prosedürlerine daha fazla önem verdiği görülmüştür. EKY uygulamalarının, güç mesafesi-stres yönetimi-kurallara uyma-iletişimin uçuş görevlilerinin uçuş emniyeti tutumlarını olumlu yönde etkilediği görülmüştür. EKY ölçeğinde uçuş emniyeti, iletişim, tecrübe ve bilgi kalitesi olmak üzere dört faktör elde edilmiştir. Bu farklılığın nedeni, çalışmanın farklı bir örneklem üzerinde ve farklı havayolu şirketleri çalışanları bünyesinde yapılmış olması olabilir.

Bilgi, teori ve uygulama açısından yeterli görülen birçok kişi, iletişim başarısızlıkları ile havayolunda çalışma standartlarında sorunlara neden olabilmektedir. Bu yetersizlikler hem bireysel hem de iş hayatında hedeflere ulaşmada engel olarak görülmektedir. Burada olumsuz hava şartlarında yönetim eksikliği ve çalışanların kendilerinin ve başkalarının duygularını doğru değerlendirememesi iletişim çatışmalarına yol açmaktadır. Bu da şirketlerin verimliliğini ve uçuş emniyetini olumsuz yönde etkilemektedir. İletişimin önemi ve kaynak yönetiminin doğru uygulanmasının gerekliliği hakkındaki gerçekler, şirketlerin en üst seviye bir uçuş emniyeti hedefi doğrultusunda, tecrübe seviyesi yüksek olan uçucu personelin deneyim ve birikimlerinin düzenli olarak uygulanan simülasyon eğitimleri ile ortaya çıkarılması mümkündür. Bu noktada meteoroloji raporlarının doğru analizi ve iletişim becerilerinin çok önemli olduğu söylenebilir.

Sonuç olarak, kokpitte iletişim ve farkındalık seviyesinin yüksek olması işletmelerde veri takibinin de yüksek olmasına neden olacaktır. Böylece teorik bilgisi yeterli olan ve iletişim yeteneği yüksek bireylerden oluşan havayolu işletmelerinin başarılarını da sürdürülebilir kılacaktır. Meydana gelen kazaları önlemek veya an aza indirmek için ekip kaynak yönetiminin önemi için literatürde az sayıda araştırma yapılmış olsa da verilmiş olan eğitimlerin yönetimsel ve teorik olara yetersiz kalmaları, pilotların ani gelişen olumsuz hava şartları sırasında zorlandıkları

gözlemlenmiştir. Bu nedenle havayolu şirketi tecrübeli kaptanlarda var olan bu becerilere önem vermeli ve geliştirmelerini sağlamalıdır. Böylece daha yüksek bir uçuş emniyeti oranının yakalanabilmesi hedeflerini gerçekleştirebileceklerdir.

Bunlara ek olarak çalışmanın birtakım sınırlılıkları bulunmaktadır. Bunlar, sadece Türkiye de uçan pilotların olmasıdır. Bu bizlere, CRM becerileri ile duygusal zekâ arasındaki ilişki de farklı ölçüm ölçekleriyle incelenebilir. Uygulama daha geniş bir örneklem üzerinde yapılabilir. Uygulama sadece kokpit ekiplerine değil, havacılık sektörünün diğer faaliyet alanlarında da yapılabilmektedir. Duygusal zekâsı yüksek bireylerin başarılı oldukları ve bunu hayatın hemen her alanında sürdürebilecekleri düşünüldüğünde okullarda duygusal zekâ eğitimi müfredatta yer almalıdır.

## Öneriler

Sistemin uçuş emniyetini etkileyen en önemli unsur insanıdır ve emniyet bir bakıma insanların davranışları ile şekillenmektedir. Bireylerin davranışlarını etkileyen unsurlar kültür tarafından şekillendirilmektedir. Uluslararası bir niteliğe sahip olan havacılık sistemini kültürel farklılıkların etkilemediği inancı uzun süre geçerliliğini korusa da özellikle 1990'lı yıllardan itibaren yapılan araştırmalar bu yanılgıyı ortadan kaldırmıştır. Günümüzde hem havacılık otoriteleri hem de havayolu şirketleri uçuş emniyetini sağlamak için EKY programlarına ilişkin düzenlemeler getirmektedir. EKY, özellikle olumsuz hava şartlarında uçuş emniyetinin sağlanmasında bireylerin sahip olması gereken tutum ve becerilerin geliştirilmesinde kullanılan önemli bir araçtır.

*Ekip Kaynak Yönetimi Eğitimi ve farkındalığı* sonucunda, pilotların değişken meteorolojik koşullar altında şirket için en emniyetli yolu seçmesi ve pilotların uçuş sırasında tüm ekiple iletişim ve koordinasyona verdiği önem sonucunda “iletişim ve koordinasyon” boyutunun *uçuş emniyet kültürü* üzerinde olumlu etkileri olduğu sonucuna varılmıştır.

Olumsuz hava şartları sırasında tecrübe boyutu da uçuş emniyet kültürünü olumlu yönde etkiler ve pilotların sorumluluklarının görev yaptıkları kurumda ortak bir değer haline geldiği sonucuna varılmıştır. Ancak “Bireysel Stres Farkındalığı”

uçuş emniyeti kültürünün boyutunu da olumlu yönde etkiler ve bu nedenle olumsuz hava koşullarında meydana gelen kazalarda insan faktörünü, deneyimli pilotları ve yorgunluğu göz önünde bulundurarak, stres, uçuş emniyetini riske atma gibi bireysel konuların farkında olunmasına da sağlamaktadır, kişinin bireysel hatalarını gösteren bu bilişsel güven mekanizması, cezalandırma yönteminden ziyade şirketler tarafından teşvik edilerek yapılan hataların tecrübe olarak aktarılması da fayda olarak uçuş emniyetine etki edebilme seviyesi yüksektir.

Havacılıkta kazaların önlenmesi için uçuş faaliyetlerine devam eden pilotların Ekip Kaynak Yönetimi Eğitimlerinin meteoroloji ve iletişim bazlı prosedürlerin uyarlanması gerekmektedir. Ancak yeni pilotların işe alım sürecinde ekip kaynak yönetimine yönelik olumlu tutumlara ve ekip kaynak yönetimi becerilerine sahip olup olmadıklarının ölçülmesine önem verilmeli ve bu ölçümleri yapmak için birtakım araçlar geliştirilmelidir.

## KAYNAKÇA

- Aeronautical Information Manual, Transport Canada, Effective 0901Z, March 25, 2021 to 0901Z, October 7, 2021TP 14371E(2021-1)
- Ahlstrom, U. ve Suss, J. (2015). Change blindness in pilot perception of METAR symbology. *International Journal of Industrial Ergonomics*
- Ahrens, C. D. ve Henson, R. (2017). Essentials of meteorology: an invitation to the atmosphere. Erişim adresi: <https://www.amazon.com.tr/Essentials-Meteorology-Invitation-C-Donald-Ahrens/dp/1305628454>
- Air Accidents Investigation Branch(AAIB): Report. Erişim adresi: <https://www.gov.uk/government/organisations/air-accidents-investigation-branch>
- Air Accidents Investigation Branch, 10 December 2020. AAIB investigation to Boeing 737-86N, G-DRTN, GOV.UK. Erişim adresi: <https://www.gov.uk/aaib-reports/aaib-investigation-to-boeing-737-86n-g-drtn>
- Altunışık, R., Coşkun, R., Bayraktaroğlu, S., ve Yıldırım, E. (2012). Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri Spss Uygulamalı (7. Baskı). Adapazarı: Sakarya Yayıncılık
- An Introduction to Clouds (2013). National Meteorological Library and Archive Fact sheet 1, United Kingdom: Meteorological Office, Erişim adresi: [https://www.metoffice.gov.uk/binaries/content/assets/metofficegovuk/pdf/research/library-and-archive/library/publications/factsheets/factsheet\\_1-clouds.pdf](https://www.metoffice.gov.uk/binaries/content/assets/metofficegovuk/pdf/research/library-and-archive/library/publications/factsheets/factsheet_1-clouds.pdf)
- Anaman, K. A., Quaye, R. ve Brown, B.O. (2017). Benefits of Aviation Weather Services: A Review of International Literature. Economics Division, Institute of Statistical, Social and Economic Research, University of Ghana. Department of Economics, University of Ghana, Legon, Accra, Ghana. Online Published: May 26, 2017. doi:10.5430/rwe.v8n1p45 URL: <https://doi.org/10.5430/rwe.v8n1p45>
- Annanurov, S., Deniz, A. ve Özdemir, E. Tuncay (2014). İstanbul FIR Sahası için SIGMET ve AIRMET Analizi. V. *Ulusal Havacılık ve Uzay Konferansı*, 8-10 Eylül 2014, Erciyes Üniversitesi, Kayseri. DOI: 10.13140/2.1.3702.2085
- Arbogast, S. (2016). Aviation Weather Issues- Fog- Part 2: Impact of Fog. Erişim adresi: <https://www.universalweather.com/blog/aviation-weather-issues-fog-part-2-impact-of-fog/>

Aristotle (2004) [350 BCE]. Meteorology. Translated by E. W. Webster, eBooks. Archived from the original on February 17, 2007.

Arneson, H., Bombelli, A. ve Torn, Adri`a S. Analysis of convective weather impact on pre-departure routing of flights from Fort Worth Center to New York Center. Heather Arneson NASA Ames Research Center, Moffett Field, CA 94035, USA. Alessandro Bombelli and Adri`a Segarra-Torn`e, University of California Irvine, Irvine, CA, 92697 Elmer Tse, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA 30332. Erişim adresi: <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20170005260/downloads/20170005260.pdf>

Atasoy, E. (2015). Bir Uçuş Eğitim Organizasyonunun Üretkenliğine Etki Eden Faktörlerin İncelenmesi Yüksek Lisans Tezi. Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Pilotaj Anabilim Dalı. Ağustos-2015.

Aviation Safety Council(ASC) TAIWAN: Aircraft Accident Report: Crashed on a Partially Closed Runway During Takeoff, Singapore Airlines Flight 006, Boeing 747-400, 9V-SPK, CKS Airport, Taoyuan, Taiwan (October 31,2000).

ASC-AAR-02-04-001. Erişim adresi: [https://reports.aviation-safety.net/2000/20001031-0\\_B744\\_9V-SPK.pdf](https://reports.aviation-safety.net/2000/20001031-0_B744_9V-SPK.pdf)

Balachandran, S. ve Atkins, E.M. (2013). Flight Safety Assessment and Management During Takeoff. University of Michigan, *Conference paper*, August, 2013.

Barata, Jorge M. M. ve Neves, Fernando M. S. P. The History of Aviation Education and Training. *Open Journal of Applied Sciences* Vol.7 No.4, April 30, 2017 DOI: 10.4236/ojapps.2017.74017

Blickensder E.L., Lanicci J.M., Vincent M.J., Thomas R.L., Smith M. ve Cruitt J.K. (2015). Training General Aviation Pilots for Convective Weather Situations.

Blickensderfer, B., Lanicci, J., Guinn, T., Thomas, R., King, J., Ortiz, Y., ve Thomas, R. (2017). Assessing general aviation pilots understanding of aviation weather products. *The International Journal of Aerospace Psychology*, 27: 3-4, 79-91, DOI:10.1080/24721840.2018.1431780.

Buis, A. (2019). The Atmosphere: Earth`s Security Blanket. Sizing Up Humanity`s Impacts on Earth`s Changing Atmosphere: A Five-Part Series, NASA`s Jet Propulsion Laboratory. Erişim adresi: <https://climate.nasa.gov/news/2914/the-atmosphere-earths-security-blanket/>

- Burns, B. (2019). Basics of data collection, The Data School. Erişim adresi: <https://dataschool.com/basics-of-data-collection/>
- CAA. (2003). Crew Resource Management (CRM) Training Guidance for Flight Crew, CRM Instructors and CRM Instructor-Examiners. CAA: CAP737.
- Campbell, Scot E. ve DeLaura, Richards (2014). Convective Weather Impact Forecasting in the Terminal Area. Aerospace Research Central: Published Online:13 Jun 2014 <https://doi.org/10.2514/6.2014-2715>. Erişim adresi: <https://arc.aiaa.org/doi/pdf/10.2514/6.2014-2715>
- Cao Y., Wu Z., Su Y., ve Xu Z. (2015). Aircraft Flight Characteristics in Icing Conditions. Erişim adresi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0376042114000992>
- Chu, E., Gorinevsky, D. ve Boyd, S. (2012). Detecting Aircraft Performance Anomalies from Cruise Flight Data. Aerospace Research Central: Published Online:14 Jun 2012 <https://doi.org/10.2514/6.2010-3307> .Erişim adresi: <https://arc.aiaa.org/doi/pdf/10.2514/6.2010-3307>
- Clarke, John-Paul B., Ren, L., McClain, E., Schleicher, D., Timar, S., Saraf, A., Crisp, D., Gutterud R., Laroza, R., Thompson, T., Cross, C. ve Lewis, T. (2012). Evaluating Concepts for Operations in Metroplex Terminal Area Airspace, *Journal of Aircraft*. Aerospace Research Central: Published Online:28 Aug 2012 <https://doi.org/10.2514/1.C031227> .Erişim adresi: <https://arc.aiaa.org/doi/pdf/10.2514/1.C031227>
- Cohn, Stephen A. (2017). A New Edition of the International Cloud Atlas. Bulletin no : Vol 66 (1) - 2017. Erişim adresi: <https://public.wmo.int/en/resources/bulletin/new-edition-of-international-cloud-atlas>
- Denzin, N. K. Ve Lincoln, Y. S. (2005). The Discipline and Practice of Qualitative Research. In N. K. Denzin and Y. S. Lincoln (Eds)., The Sage Handbook of Qualitative Research. USA: Sage Publication, 1-32
- Denzin, N. K. Ve Lincoln, Y. S. (2018). The Discipline and Practice of Qualitative Research. In N. K. Denzin and Y. S. Lincoln (Eds)., The Sage Handbook of Qualitative Research. USA: Sage Publication, 29-71
- Derone ,J-T., Ronda, K., Brad, M., David, G. R., John, B., Steven, F. D., Therese, M. H. ve Michael, R. S. (2013). NASA's Space Flight Resource Management Program: A Successful Human Performance Error Management Program. 27 March 2013. Erişim adresi: <https://arc.aiaa.org/doi/10.2514/6.2002-T4-12>

Dervişoğlu, F. (2014), İstikbalini Göklerde Arayan Ülke Ve Türk Havacılık Sahasında Alman Menfaatleri Işığında Bir Ortaklık: Tomtaş, Cumhuriyet International Journal of Education-CIJE e-ISSN: 2147-1606, Vol 3 (3), 2014, 68 – 82

Dogan A. (2000). Guidance Strategies for Microburst Escape. The University of Michigan, Aerospace Engineering, 2000.

Elmore K.L., McCarthy J., Frost W. ve Chang H.P. (1986). A High Resolution Spatial and Temporal Multiple Doppler Analysis of a Microburst and Its Application to Aircraft Flight Simulation. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, March 22, 1986.

Evans, J., Robinson, M., Crowe, B., Klinge-Wilson, D. ve Allan S. (2016). Reducing Severe Weather Delays in Congested Airspace with Weather Decision Support for Tactical Air Traffic Management. Aerospace Research Central: Published Online:25 Aug 2016 <https://doi.org/10.2514/atcq.11.4.311>

Ewent Consortium. (2012). Economic Value of Weather Forecasts on Transportation - Impacts of Weather Forecasts Quality Developments to the Economic Effects of Severe Weather. Retrieved 14 February 2017, from <http://www.ewent.ttt.fi>

Eze, C. (2015). Nigeria: Flying in the Rains. This Day, 26 June.

Federal Aviation Administration, FAA (2010). Weather-Related Aviation Accident Study 2003-2007. February 2, 2010. Erişim adresi: <https://www.asias.faa.gov/i/studies/2003-2007weatherrelatedaviationaccidentstudy.pdf>

Federal Aviation Administration, FAA: Air Traffic Publications: AIM, chapter 7, section 1. Erişim adresi: [https://www.faa.gov/air\\_traffic/publications/atpubs/aim\\_html/chap7\\_section\\_1.html](https://www.faa.gov/air_traffic/publications/atpubs/aim_html/chap7_section_1.html)

Federal Aviation Administration, FAA: An Analysis of Preflight Weather Briefings: Final Report (2007). DOT/FAA/AM-07/4 - Office of Aerospace Medicine, Washington, DC 20591, February 2007 Erişim adresi: [https://www.faa.gov/data\\_research/research/med\\_humanfacs/oamtechreports/2000s/media/200704.pdf](https://www.faa.gov/data_research/research/med_humanfacs/oamtechreports/2000s/media/200704.pdf)

Federal Aviation Administration, FAA: Data & Research, Aviation Forecasts (2021). Page last modified: July 02, 2021 10:23:03 AM EDT. Erişim adresi: [https://www.faa.gov/data\\_research/aviation/taf/](https://www.faa.gov/data_research/aviation/taf/)

- Fırat, A. (2019). Havacılıkta İnsan Faktörü, Ekip Kaynak Yönetimi ve Türk Uçucu Ekiplerin Ekip Kaynak Yönetimi Performansı Açısından Değerlendirilmesi Yüksek Lisans Tezi. T.C. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ulaştırma ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı. İstanbul, 2019.
- Fischer, U. ve Orasanu, J. (1999). Say It Again, Sam! Effective Communication Strategies to Mitigate Pilot Error. 10th. *International Symposium on Aviation Psychology*, Columbus, OH.
- Flin, R., Goeters, K. M., Hormann, H. J., ve Martin, L. (1998). A generic structure of non-technical skills for training and assessment. *In Proceedings of the 23rd Conference of the European Association for Aviation Psychology*, pp.56-69.
- Frank, W. ve David, C. I. (2014). Crew Resource Management Application in Commercial Aviation. Embry-Riddle Aeronautical University, Aeronautics, Graduate Studies - Worldwide College of Aeronautics, 4-2014. Erişim adresi: <https://commons.erau.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1008&context=ww-graduate-studies>
- Friedman, A. (2015). Statics for Library and Information Services: A primer for using open source R software for accessibility and visualization. Lanham Rowman & Littlefiels. Erişim adresi: <http://www.statisticsforlis.org/chapter-3-data-types-and-collection-methods/>
- Frost W. ve Bowles R. L. (2012). Wind Shear Terms in the Equations of Aircraft Motion. The University of Tennessee Space Institute, Tullahoma, Tennessee. NASA Langley Research Center, Hampton, Virginia. Published Online:22 May 2012<https://doi.org/10.2514/3.45056>
- Gallo, M. ve Kepto, M. (2011). The Relationship Between 2011 METAR and TAF Data at Chicago-Midway and Seattle-Tacoma Airports. Florida Institute of Technology
- Gök, K. (2015). Türk Sivil Havacılık Tarihine Damgasını Vuran Uçak Kazaları, Altın Bilek Yayınları, İstanbul
- Guerreiro, P.M.P., Soares, P.M.M., Cardoso, R.M. ve Ramos, A.M. (2020). An Analysis of Fog in the Mainland Portuguese International Airports.
- Gultepe, I. (2007). Fog and boundary layer clouds: Introduction. Fog and boundary layer clouds: Fog visibility and forecasting in (p. 1115-111). Volume 164, No:6-7



- Gultepe, I. ve Feltz, F. W. (2019) Aviation Meteorology: Observations and Models. Introduction, Article in Pure and Applied Geophysics, May 2019 DOI: 10.1007/s00024-019-02188
- Gultepe, I., Ellrod, G. P., Sharman, R. ve Minnis, P. (2019). A Review of Hight Impact Weather for Aviation Meteorology. Article in Pure and Applied Geophysics · May 2019 DOI: 10.1007/s00024-019-02168-6
- Hall, N. (2021). NASA: Glenn Research Center: Cross Winds. Last updated: May 13,2021. Erişim adresi: <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/move3.html>
- Harris, D. ve Li, Wen-Chin (2011). Decision Making in Aviation: The Casual Factors of Aviation Accident Related to Decision Errors in the Cockpit by System Approach. *Journal of Aeronautics, Astronautics and Aviation, Series A*, Vol. 43, No.3 pp. 159 – 166 (2011).
- Havacılık Meteorolojisi, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Tahminler Dairesi Başkanlığı Havacılık Meteorolojisi Şube Müdürlüğü, Ankara, 2018.
- Hayward, B. (1997). Culture, CRM and Aviation Safety. The Australian Aviation Psychology Association, ANZSASI 1997 Asia Pacific Regional Air Safety' Seminar.
- Helmreich, R. L. (1984). Cockpit Management Attitudes. Department of Psychology, The University of Texas at Austin, Austin, Texas. *Human Factors*, 1984,26(5),583-589.
- Helmreich, R., Anca, J. ve Kanki, B. (2010). Chapter 21 - The Future of CRM. Crew Resource Management (Second Edition), 2010, Pages 493-500. The University of Texas, Austin, Swinburne University of Technology, Melbourne, Australia, NASA Ames Research Center.
- Helmreich, R.L., Klinect, J.R., ve Wilhelm, J.A. (1999). Models of threat, error, and CRM in flight operations. *In Proceedings of the Tenth International Symposium on Aviation Psychology* (pp. 677-682). Columbus, OH: The Ohio State University.
- Helmreich, R.L., Merritt, A. C. ve Wilhelm, J.A. (1999). The Evolution of Crew Resource Management Training in Commercial Aviation. Department of Psychology, Aerospace Crew Research Project, The University of Texas at Austin. *International Journal of Aviation Psychology*, 9(1), 19-32.

- Howell C. (2019). What Is Aviation Safety. SMS Pro Aviation Safety Software Article Blog Airlines & Airports. Erişim adresi: <http://aviationsafetyblog.asms-pro.com/blog/what-is-aviation-safety>
- Huang, C. (2020). Further Improving General Aviation Flight Safety: Analysis of Aircraft Accidents During Takeoff. Collegiate Aviation Review International, University of Nebraska, Omaha, 4th of May, 2020.
- International Civil Aviation Organization: Meteorological Service For International Air Navigation, Annex 3 (Regulations), Seventeenth Edition, July 2010
- Izadi, A., Hinze, N. ve Trani, A. (2021). A Simulation-Based Benefit Analysis of Providing Satellite Meteorological Information to Oceanic Flights. Session: Modeling and Simulation of Air Traffic Management (ATM). Aerospace Research Central: AIAA 2021-0674 . Erişim adresi: <https://arc.aiaa.org/doi/10.2514/6.2021-0674>
- İleri, S. (2020). The Effect of Crew Resource Management to Flight Safety Culture: A Study on Turkish Pilots. Yeditepe University, International Trade and Logistic Management, November, 2020.
- İnan T. T. ve Bückeç C.M. (2020). 1979 Yılı Başlangıç Döneminden İtibaren Ekip Kaynak Yönetimi (EKY) ile Sivil Havacılık Kaza ve Olaylarının Analizi. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Dergisi*, Yıl: 10 Sayı: 20 / Aralık 2020.
- İnan T.T. (2018). The Evolution of Crew Resource Management Concept in Civil Aviation. Research Article, *Journal of Aviation* 2(1): 45-55 (2018). Gelisim University, Civil Aviation Vocational School, Department of Civil Aviation Management, İstanbul. Erişim adresi: DOI : 10.30518/jav.409931
- Jamison, M., Sahm, S. ve Schlatter, S. (2009). Relative Short-Range Forecast Impact from Aircraft, Profiler, Radiosonde, VAD, GPS-PW, METAR, and Mesonet Observations via the RUC Hourly Assimilation Cycle, NOAA Lab Colorado, 2009
- Japan Transport Safety Board(JTSB): Aircraft Accident Investigation Report: Weather Conditions , Fedex N526FE (April 26, 2013). AA2013-4
- Jensen, R.S., Guilkey, J. ve Hunter, D.R. (1996). Personal Minimums for Aviator Risk Management. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 40th Annual Meeting*, 1996.

Jeppesen Meteorology (2004) JAA ATPL Training, Jeppesen Sanderson Inc., ISBN 0.88487.350.1 ([www.jeppesen.com](http://www.jeppesen.com))

Jung M., Kim T., Kim H., Shin R., Lee J., Lee J., Lee J. ve Kang S., (2015), Design and fabrication of a large-area superhydrophobic metal surface with anti-icing properties engineered using a top-down approach, *Applied Surface Science*, 351, 920–926.

Kaps R. W., Keren-Zvi R. ve Ruiz R. J. (1999). Crew Resource Management: A Literature Review. Embry-Riddle Aeronautical University, *Journal of Aviation/Aerospace Education & Research*, Article 2, Volume 8, Number 3 JAAER Spring 1999.

Kearns, S.K. (2019). Uluslararası Havacılığın Temelleri, Nobel Akademik Yayıncılık, 2019, s.136.

Keebler, J. R., Lazzara, E. H., Blickensderfer, B., ve Looke, T. (2018). Human factors applied to perioperative process improvement. *Anesthesiology Clinics. International Journal of Aerospace Psychology Dergisi*, nisan 2018, Embry-Riddle Aeronautical University.

Kolander, C. K. (2019). Crew Resource Management(Third Edition). Chapter 14 – Flight and Cabin Crew Teamwork: Improving Safety in Aviation.

Kulesa, G. (N.D.)(2003). Weather and aviation: How does weather affect the safety and operations of airports and aviation, and how does FAA work to manage weather-related effects?. Article Retrieved from 2003. Erişim adresi: [https://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/docs/kulesa Weather Aviation.pdf](https://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/docs/kulesa%20Weather%20Aviation.pdf)

Kurnaz, S. (2018). Emniyet Kültürü Algısı ve Çalışan Performansı İlişkisi: Hava Aracı Bakım Personeli Üzerine Bir Araştırma Yüksek Lisans Tezi. İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Malatya, 2018.

Küçük Yılmaz, A. (2003). Havacılıkta Emniyet Açısından Risk Yönetimi ve Havacılık Örgütlerinden Uygulama Örnekleri Yüksek Lisans Tezi. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivil Havacılık Yönetimi Anabilim Dalı, Eskişehir, Ağustos.

Latorella, K., Lane, S. ve Garland, D. (2002). General Aviation Pilots' Perceived Usage and Valuation of Aviation Weather Information Sources. National Aeronautics and Space Administration Langley Research Center, Hampton, Virginia 23681-2199 Article · March 2002.

Luhunda, P. M. (2013). Atmospheric Boundary Layer Characterizations over Highveld Region South Africa, Master Thesis. University of Pretoria, Master of Science in Meteorology, Department of Geography, Geoinformatics and Meteorology. February 2013

Mazon, J., Rojas, J.I., Lozano, M., Pino, D., Prats, X. ve Miglietta, M.M. (2017). Influence of Meteorological Phenomena on Worldwide Aircraft Accidents: 1967-2010. Royal Meteorological Society, Meteorological Applications, December 1, 2017. Erişim adresi: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/met.1686>

Mengenci, C. (2010). Ekip Kaynak Yönetimi Uygulamaları Üzerinde Toplumsal ve Örgütsel Kültürün Etkileri: Türk Sivil Havayolu Firmalarında Bir Araştırma. Doktora Tezi. Adana.

Meteoroloji Ders Kitabı, (2018). Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü, Seyrüsefer Dairesi Başkanlığı, Hava Trafik Müdürlüğü.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Hezarfen: Havacılık Amaçlı Rutin Hava Raporu (METAR), Havacılık Sayfası (2019). Erişim adresi: <https://hezarfen.mgm.gov.tr/KodA/BasMetar.aspx>

Millam, M. (2017). Evolution of Safety and Learning in the Aviation Industry. Erişim adresi: <https://flightsafety.org/evolution-safety-learning-industry/>

Mulgund, S.S. ve Stengel, R.F. (2012). Optimal Recovery From Microburst Wind Shear. Journal of Guidance, Control and Dynamics, May 23, 2012. Erişim adresi: <https://arc.aiaa.org/doi/abs/10.2514/3.21121?journalCode=jgcd>

National Climate Report - Annual (2013). National Centers for Environmental Information, National Oceanic and Atmospheric Administration, USA. November Global Release: Mon, 13 Dec 2021, 11:00 AM EST

National Transportation Safety Board(NTSB): Aircraft Accident Report: In-Flight Icing Encounter and Loss of Control, Simmons Airlines, American Eagle Flight 4184, ATR-72-212 , N401AM , Roselawn, Indiana, (October 31, 1994). PB96-91040I-NTSB/AAR-96/01-DCA95MA001 . Erişim adresi: <https://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Reports/AAR9601.pdf>

National Transportation Safety Board(NTSB): Aircraft Accident Report: Flight Into Terrain During Missed Approach, USAIR Flight 1016, DC-9-31, N954VJ – Charlotte/Douglas International Airport – Charlotte, North Carolina (July 2, 1994). PB95-910403-NTSB/AAR-95/03-DCA94MA065 . Erişim adresi: <https://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Reports/AAR9503.pdf>

National Transportation Safety Board(NTSB): Aircraft Accident Report: Runway Overrun During Landing due to Weather Conditions, American Airlines Flight 1420, McDonnell Douglas MD-82, N215AA, Little Rock, Arkansas, (June 1, 1999). PB2001-910402-NTSB/AAR-01/02-DCA99MA060

National Transportation Safety Board(NTSB): Aircraft Accident Report: Runway Incursion and Collision due to Weather Conditions, Northwest Airlines Flights 1482 and 299, Detroit Metropolitan/Wayne County Airport, Romulus, Michigan (December 3, 1990). PB91-910405-NTSB/AAR-91/05

Novotny, J. ve Dejmál, K., Repal, V., Gera, M. ve Sladek, D. (2021). Assessment of TAF, METAR, and SPECI Reports Based on ICAO ANNEX 3 Regulation Article

Noyan, T. (2007). Hava Aracı Kaza ve Olaylarında Çevresel Faktörlerin Analizi Yüksek Lisans Tezi. T.C. Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Disiplinlerarası Adli Tıp Anabilim Dalı Fizik İncelemeler ve Kriminalistik Bölümü. Ankara, 2007.

NSF: (2002). An Overview of Quantitative and Qualitative Data Collection Methods. The 2002 user-friendly handbook for research evaluation (S. 43-62). Erişim adresi: [https://www.nsf.gov/pubs/2002/nsf02057/nsf02057\\_4.pdf](https://www.nsf.gov/pubs/2002/nsf02057/nsf02057_4.pdf)

Nullmeyer, R.T. ve Spiker V.A. (2003). The Importance of Crew Resource Management Behaviors in Mission Performance: Implications for Training Evaluation, *Military Psychology*, 2003, 15(1), 77-96

Orasanu, J.M. (2015). *Decision-making in the Cockpit*. 1st Edition, 2015, 36 pages.

Özdemir, E.T. (2016). Storms and Meteorological Parameters Affecting the Aviation, Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Meteoroloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Atmosfer Bilimleri Programı, Ağustos, 2016.

Öztürk, F., Fazla, H., Rukiye, A. A. ve Kotil, T. (2021). Havacılık ve Meteoroloji, *Avrupa Bilim ve Teknolojisi Dergisi*, Sayı 25, S.131-138, Ağustos 2021

Page, C. (2010). Understanding Aviation Meteorology and Weather Hazards with Ground-Based Observations. January, 2010.

Pagé, Christian (2010). Understanding aviation meteorology and weather hazards with ground based observations Improving aircraft safety in terminal area. January-2010

Prince, C. ve Jentsch, F. (2001). Aviation Crew Resource Management Training With Low-Fidelity Devices. Book: *Improving Teamwork in Organizations*, 1st Edition.

- Qualley, W. (1997). Impact of Weather on the Use of Weather Information by Commercial Airline Operations. In Workshop on the Social and Economic Impacts of Weather, 2–4 April 1997,
- Reehorst, A., Chung, J., Potapczuk, M and Choo, Y., Wright, W. And Langhals, T. (1999). An Experimental and Numerical Study of Icing Effects on the Performance and Controllability of a Twing Engine Aircraft. NASA: Lewis Research Center: 37th Aerospace Sciences Meeting & Exhibit, Reno, Nevada, January 11-14, 1999.
- Richard, J. D. ve Dušan, S. Z. (1993). In Doppler Radar and Weather Observations (Second Edition)
- Sadjadi, F., Helgeson, M., Radke, J. Ve Stein, G. (1996). Enhanced vision for adverse weather aircraft landing. *International Journal of Infrared and Millimeter Waves* volume 17, pages 1–50 (1996). Erişim adresi: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02088181>
- Set, N. (2019). The Effect of Emotional Intelligence on Crew Resource Management Skills of Cabin Attendants. Yeditepe University, Department of Business Administration, October, 2019.
- Sheridan, K., Puranik, T.G., Mangortey, E., Pinon-Fischer O.J., Kirby M. ve Mavris D.N. (2020). An Application of DBSCAN Clustering for Flight Anomaly Detection During the Approach Phase. Aerospace Research Central: <https://arc.aiaa.org/doi/pdf/10.2514/6.2020-1851>
- Sridhar, B., ve Kulkarni, D. (2008). Prediction of weather related delays in the continental United States. Paper presented at the 26th International Congress of the Aeronautical Sciences (UCAS 2008, September 14–19). Retrieved from <http://www.icas-proceedings.net/ICAS2008/ABSTRACTS/435.HTM>
- Stahl, S. (2016). The Evolution of Aviation Safety. Erişim adresi: <https://www.aerocrewnews.com/aviation-news/safety-matters/the-evolution-of-aviation-safety/>
- Stefan, C. (2017). The Influence of Pre-Flight Briefings on Flight Safety. Romanian Aviation Academy, Bucharest, Romania. Erişim adresi: [https://www.afahc.ro/ro/revista/2017\\_1/15-CarmenStefan.pdf](https://www.afahc.ro/ro/revista/2017_1/15-CarmenStefan.pdf)

- Stefanidis, K., Klimenko, V. ve Krozel, J. (2012). Impact Analysis for Volcanic Ash Hazards. Aerospace Research Central: Published Online:14 Jun 2012  
<https://doi.org/10.2514/6.2011-6692> Erişim adresi:  
<https://arc.aiaa.org/doi/pdf/10.2514/6.2011-6692>
- Sunwalt, R.L., Thomas, R.J. ve Dismukes, K. (2002). Enhancing Flight-crew Monitoring Skills Can Increase Flight Safety. Erişim adresi:  
[https://hsi.arc.nasa.gov/flightcognition/Publications/FSF\\_Monitoring\\_FINAL.pdf](https://hsi.arc.nasa.gov/flightcognition/Publications/FSF_Monitoring_FINAL.pdf)
- Szafran, K.S. ve Lukaszewicz, A. (2020). Flight Safety: Some Aspects of the Impact of the Human Factor in the Process of Landing on the Basis of a Subjective Analysis. Conference paper, June, 2020.
- şekerli, E. B. (2006). Ekip Kaynak Yönetimi Uygulamaları ve Kültürel Farklılıklar: Türk Pilotlar Üzerinde Bir Araştırma Yüksek Lisans Tezi. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivil Havacılık Yönetimi Anabilim Dalı, Eskişehir, şubat, 2006.
- T.C. Çevre, şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Meteoroloji İstasyon Bilgileri Veri Tabanı. Erişim adresi:  
<https://mgm.gov.tr/kurumsal/istasyonlarimiz.aspx>
- Tafferner A., Forster C., Guillou Y., Hauf T., Lunnon B. ve Zinner T. (2010). Improved Thunderstorm Weather Information for Pilots Through Ground and Satellite Based Observing Systems. EUMETSAT Meteorological Satellite Conference, September, 2010. Erişim adresi:  
[https://www.researchgate.net/publication/225021128\\_Improved\\_thunderstorm\\_weather\\_information\\_for\\_pilots\\_through\\_ground\\_and\\_satellite\\_based\\_observing\\_systems](https://www.researchgate.net/publication/225021128_Improved_thunderstorm_weather_information_for_pilots_through_ground_and_satellite_based_observing_systems)
- TAMDAR Tropospheric AMDAR – Aircraft Meteorological Data Reports program, developed by AirDat LLC and originally sponsored by the NASA Aviation Safety and Security Program (Daniels et al. 2004, 2006, Moninger et al. 2006, latest update in Moninger et al. 2007)
- Tatlı, A. (2016). Uçuşa Elverişliliğin Meteorolojik Açıdan İncelenmesi ve Kısa Vadeli Kestirim Modeli İçin Zaman Serilerinde Yapay Sinir Ağları Yaklaşımı: Hasan Polatkan Havaalanı Örneği Yüksek Lisans Tezi. Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Havacılık Elektrik ve Elektronik Anabilim Dalı. Eskişehir-2016.

- Temme, M. M. ve Charlotte, T. (2018). Factors for Pilot's Decision Making Process to Avoid Severe Weather during Enroute and Approach. Conference Paper, September 2018. Erişim adresi: DOI: 10.1109/DASC.2018.8569357
- Toth, G. ve Hillger, D. (2007). "Ancient and pre-Renaissance Contributors to Meteorology". Colorado State University. Retrieved November 30, 2014.
- Transportation Safety Board Canada(TSBC): Aircraft Accident Report: Weather Conditions (August 2, 2005). A05H0002. Erişim adresi: <https://www.tsb.gc.ca/eng/rappports-reports/aviation/2005/a05h0002/a05h0002.html>
- Üçkardeş, İ. (2012). Risk Analizi ve Havacılık Sektöründe Kaza Risklerinin Değerlendirilmesi Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı, Adana 2012.
- Ünlü, D. ve Durmaz Hilmioglu, N. (2017). Uçaklarda Buzlanma ve Buzlanmayı Önleyecek Yöntemler. *Sürdürülebilir Havacılık Araştırmaları Dergisi*, Cilt 2 Sayı 2, 2017. doi: 10.23890/SUHAD.2017.0204
- Vazquez, R. ve Rivas, D. (2013). Propagation of Initial Mass Uncertainty in Aircraft Cruise Flight. Aerospace Research Central: Published Online:4 Mar 2013 <https://doi.org/10.2514/1.57675> . Erişim adresi: <https://arc.aiaa.org/doi/10.2514/1.57675>
- Wang, Y., Hudson, N.E., Pethrick, R.A. ve Schaschke, C.J. (2014), Poly(acrylic acid)–poly(vinyl pyrrolidone)-thickened water/glycol de-icing fluids, *Cold Regions Science and Technology*, 101, 24–30.
- World Meteorological Organization, ed. (1975). International Cloud Atlas, preface to the 1939 edition. I. pp. IX–XIII. ISBN 978-92-63-10407-6. Retrieved December 6,2014.
- World Meteorological Organization, WHO: Guide To Practices For Meteorological Offices Serving Aviation (2003). WMO-No. 732, Second edition, 2003. Secretariat of the World Meteorological Organization -Geneva- Switzerland
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2016). Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri (10. Basım). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, K. (2020). Türkiye’de Eğitim Yönetimi Araştırmalarında Kullanılan Bazı Veri Toplama Araçları ile ilgili Bir Değerlendirme. *Dumlupınar Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Eylül 2020. Erişim adresi:



[https://openaccess.dpu.edu.tr:8443/xmlui/bitstream/handle/20.500.12438/8546/y1maz\\_kursad.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://openaccess.dpu.edu.tr:8443/xmlui/bitstream/handle/20.500.12438/8546/y1maz_kursad.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Zuluaga, J.A.F., Pabon, J.D.O., Bonilla, J.F.V. ve Montova, O.L.Q. (2019). Meteorological Risk Early Warning System For Air Operations. 2019 IEEE International Symposium on Technology and Society (ISTAS), December, 2019. Erişim adresi: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8938012>



## EKLER

### EK.1 Görüşme Soruları:

**Soru 1-** Sizce uçuş esnasında hangi veriler ekip kaynak yönetimi açısından kaynaklarımızdan biridir?

**Soru 2-** Sizce meteoroloji verileri ekip kaynak yönetimi açısından kaynaklarımızdan biri midir? Neden?

**Soru 3-** Sizce meteoroloji, emniyet ve ekip yönetimi arasında nasıl bir ilişki vardır?

**Soru 4-** Uçuşun özellikle hangi safhaları etkili bir veri yönetim süreci gerektirir?

**Soru 5-** METAR raporlarındaki hangi şartların uzun vadede bakıldığı zaman uçuş emniyetini etkilemektedir ve etkileri mevcut mudur?

**Soru 6-** Uçuşun iniş safhasında, hangi meteorolojik koşullar uçuş ekiplerini sıkça rahatsız edebilecek boyutlara ulaşabilmektedir?

**Soru 7-** Ekiplerin ani değişiklik gösteren meteoroloji raporlarına yönelik tutumları nasıldır? Bu ani durumlarda stres kaynaklı, acelecilik ve hatalı veri değerlendirmeleri yaşanıyor mu?

**Soru 8-** Her pilotun olumsuz hava koşullarında sahip olması gereken etkin bir beceri yönü mümkün olabilmektedir mi? Mümkün ise ne gibi beceri ve yetkinlik önemli olmaktadır?

**Soru 9-** Ticari havacılık bünyesinde hizmet verecek havayolu şirketlerinin, meteoroloji koşulları karşısında pilotların nasıl bir eğitim ve değerlendirme sürecine dahil ederek bünyelerine katmalıdırlar?

**Soru 10-** Simülasyon veya eğitim uçuşlarında, zorlu meteorolojik koşulların simüle edilmesi ne gibi fayda sağlamaktadır?

**Soru 11-** Pilotlar tarafından yapılan hataları fark etmek ve hatanın sonuçlarını azaltmak için, ne gibi karşı önlemler uçuş emniyeti açısından sağlanmalıdır?