

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
UÇAK GÖVDE VE MOTOR BAKIMI ANABİLİM DALI**

**2010 – 2022 YILLARI ARASINDAKİ UÇAK
KAZALARINDA KÜRESEL ISINMANIN VE İKLİM
DEĞİŞİKLİĞİNİN ETKİSİ**

**Hazırlayan
Tuncer AKAY**

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Cevahir TARHAN**

Yüksek Lisans Tezi

**Ocak 2024
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
UÇAK GÖVDE VE MOTOR BAKIMI ANABİLİM DALI**

**2010 – 2022 YILLARI ARASINDAKİ UÇAK
KAZALARINDA KÜRESEL ISINMANIN VE İKLİM
DEĞİŞİKLİĞİNİN ETKİSİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan
Tuncer AKAY**

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Cevahir TARHAN**

**Ocak 2024
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Tuncer AKAY

İmza

“2010-2022 Yılları Arasındaki Uçak Kazalarında Küresel Isınmanın ve İklim Değişikliğinin Etkisi” adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan

Tuncer AKAY

İmza

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Cevahir TARHAN

UÇAK GÖVDE VE MOTOR BAKIMI ABD Başkanı

Doç. Dr. Veysel ERTURUN

İmza

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım süresince farklı bakıő açıları ve bilimsel katkılarıyla beni aydınlatan, ilgi ve yardımlarını esirgemeyen ve bu çalıőmayı bitirmemde çok büyük katkı sağlayan hocam Dr. Öğr. Üyesi Cevahir TARHAN'a teşekkür ederim.

Hayatım boyunca beni her zaman destekleyen, bana inanan, maddi ve manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan sevgili annem Özay AKAY'a ve sevgili kardeőim Burak AKAY'a en içten teőekkürlerimi sunarım.

Tuncer AKAY

Ocak 2024, KAYSERİ

2010 – 2022 YILLARI ARASINDAKİ UÇAK KAZALARINDA KÜRESEL ISINMANIN VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ETKİSİ

Tuncer AKAY

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Ocak 2024
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Cevahir TARHAN

ÖZET

Dünyada yaşanan hızlı nüfus artışı ve enerji tüketiminin bir sonucu olarak ortaya çıkan küresel ısınma ve iklim değişikliği dünya için çok önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin dünyada yaşanan meteorolojik olaylara etkileri araştırılmakta olup bu etkilerin gözle görülür boyutlara ulaştığı bilinmektedir. Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkileri özellikle değişken hava olaylarının yaşanmasında etkilidir ve bu etkiler hava olaylarından etkilenen havacılık sektörünü oldukça etkilemektedir. Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkisi nedeniyle artan hava olayları özellikle uçak kazalarında etkili olmaktadır. Bu tez çalışmasında 2010 – 2022 yılları arasında meydana gelen küresel ısınma ve iklim değişikliğinden kaynaklı olarak meydana gelen marjinal meteorolojik olaylardan etkilenen 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip uçak kazaları araştırılmıştır. Ayrıca 2010 – 2022 yılları arasında meydana gelen 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip uçak kazaları içerisindeki hava koşullarından kaynaklanan uçak kazalarının oranı belirlenerek uçak kazalarında hangi hava koşullarının daha etkili olduğu araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Uçak kazaları; İklim değişikliği; Küresel ısınma; Hava olaylarının etkisi altında yaşanan uçak kazaları

THE EFFECT OF GLOBAL WARMING AND CLIMATE CHANGE ON AIRCRAFT ACCIDENTS BETWEEN 2010 - 2022

Tuncer AKAY

**Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
Master Thesis, January 2024
Supervisor: Assistant Professor Cevahir TARHAN**

ABSTRACT

Global warming and climate change, which occur as a result of rapid population growth and energy consumption in the world, appear as a very important problem for the world. The effects of global warming and climate change on meteorological events in the world are being investigated and it is known that these effects have reached visible levels. The effects of global warming and climate change are especially effective in experiencing variable weather events, and these effects greatly affect the aviation sector, which is affected by weather events. Increasing weather events due to the effects of global warming and climate change are especially effective in aircraft accidents. In this thesis study, aircraft accidents with a capacity of 12 or more passengers that were affected by marginal meteorological events caused by global warming and climate change between 2010 – 2022 were investigated. In addition, the rate of aircraft accidents caused by weather conditions among aircraft accidents with a capacity of 12 or more passengers that occurred between 2010 – 2022 was determined and it was investigated which weather conditions were more effective in aircraft accidents.

Keywords: Aircraft accidents; Climate change; Global warming; Aircraft accidents occurring under the influence of weather events

İÇİNDEKİLER

2010 – 2022 YILLARI ARASINDAKİ UÇAK KAZALARINDA KÜRESEL ISINMANIN VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ETKİSİ

YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	iii
KABUL VE ONAY	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi.....	2
1.2.Literatür Araştırması	2

2. BÖLÜM

KÜRESEL ISINMANIN VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN UÇAK KAZALARINA ETKİLERİ

2.1. Giriş	16
2.2. Yöntem	18

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1 Araştırma	19
---------------------	----

4. BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1.Sonuçlar	28
4.2. Öneriler	29

TEŞEKKÜR	30
KAYNAKÇA	31
ÖZGEÇMİŞ.....	40



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. 2010 – 2014 yılları arasında yaşanan 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip uçak kazalarında hava koşulları etkisi	20
Şekil 2. 2010 – 2014 yılları arasında yaşanan 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip uçak kazalarındaki hava koşullarının oranı.....	20
Şekil 3. 2014 – 2018 yılları arasında yaşanan 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip uçak kazalarında hava koşulları etkisi	21
Şekil 4. 2014 – 2018 yılları arasında yaşanan 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip uçak kazalarındaki hava koşullarının oran.....	22
Şekil 5. 2018 – 2022 yılları arasında yaşanan 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip uçak kazalarında hava koşulları etkisi	23
Şekil 6. 2018 – 2022 yılları arasında yaşanan 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip uçak kazalarındaki hava koşullarının oranı.....	23
Şekil 7. 2010 – 2022 yılları arasında yaşanan 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip uçak kazalarındaki hava koşullarının oranı.....	24
Şekil 8. 2010 – 2022 yılları arasında yaşanan hava olaylarından kaynaklanan uçak kazalarındaki hava olayı türlerinin oranı	25
Şekil 9. 1998 – 2010 yılları arasında yaşanan 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip uçak kazalarındaki hava koşullarının oranı.....	26

GİRİŞ

Havacılık, sanayi, teknoloji ve hızlı nüfus artışı ile birlikte enerjiye olan talep sürekli olarak artmaktadır. Artan bu enerji ihtiyacını karşılarken oluşan küresel ısınma ve iklim değişikliği dünyamız için oldukça önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin meteorolojik olaylara etkisi ise küresel ısınma ve iklim değişikliklerinin en önemli sonuçlarından birisi olarak görülmektedir. Küresel ısınma ve iklim değişiklikleri hava şartlarını etkilemekte ve değişen hava koşulları uçak kazası risklerini oluşturmaktadır. Bu çalışmada 2010-2022 yılları arasında meydana gelen 12 ve daha fazla yolcu kapasiteli uçak kazaları incelenerek, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin neden olduğu marjinal meteorolojik olaylardan etkilenen uçak kazaları incelenmiştir. İncelenen kazalarla birlikte tüm uçak kazaları içerisindeki hava olaylarından kaynaklanan uçak kazalarının oranı belirlenerek uçak kazalarında hangi hava olaylarının daha etkili olduğu araştırılmıştır.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Küresel ısınma ve iklim değişikliğinden kaynaklı artan marjinal hava koşullarının 2010 – 2022 yılları arasında dünyada yaşanan uçak kazalarına etkisi bu tez çalışmasında araştırılmıştır. Artan küresel ısınma ve iklim değişikliği hava şartlarını etkilemekte ve değişen hava koşulları uçak kazası risklerini oluşturmaktadır. Yapılacak çalışma ile birlikte öncelikle 2010-2022 yılları arasında meydana gelen 12 ve daha fazla yolcu kapasiteli uçak kazalarında küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkileri belirlenmiştir. Sonrasında ise bu kazaların diğer tüm uçak kazalarının içerisindeki oranı belirlenerek son yıllardaki küresel ısınma ve iklim değişikliğinin uçak kazalarına olan etkisi ortaya konulmuştur.

1.2.Literatür Araştırması

Bu bölümde uçak kazalarına hava olaylarının etkileri ile ilgili yapılmış çalışmalar incelenmiştir.

Capobianco ve Lee [1] yaptıkları çalışmada 1995 ile 1998 yılları arasında hava olaylarından kaynaklanan genel havacılık kazalarını incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmada 1995 ile 1998 yılları arasında en az bir hava olayının etkisinde gerçekleşen 1520 genel havacılık kazasını araştırmışlardır. Araştırmalarında ayrıca hava koşullarının katkıda bulunduğu kazalardaki ölüm oranını da hesaplamışlardır. Bu hesaplamalarının sonucunda 1995 ile 1998 yılları arasında gerçekleşen 1520 genel havacılık kazasının %27'sinin ölümle sonuçlandığını çalışmalarında göstermişlerdir.

Gültepe ve arkadaşları [2] yaptıkları çalışmada hava olaylarından birisi olan buz sisi oluşumunun havacılık üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Çalışmalarında buz sisinin kar parçacıklarına göre uçak yüzeyine daha güçlü yapıştığını ve bunun havacılık için tehlikeli bir olay olduğunu söylemişlerdir. Kuzey kutbu bölgeleri için yaptıkları bu çalışmada buz sisinin düşük görüşe neden olduğunu ve bununla birlikte artan hava trafiği ile gelecekte daha çok uçak kazasına sebep olabileceğini belirtmişlerdir.

Gültepe ve arkadaşları [3] yapmış oldukları diğer bir çalışmada sis, yağış, türbülans, fırtına ve buzlanma gibi hava olaylarının iklim değişikliği ile birlikte gelecekte aşırı hava koşullarına sebep olabileceğini bildirmektedirler. İklim değişikliği ile artan hava olaylarının havacılık üzerine etkilerinin değerlendirilmesi gerektiğini çalışmalarında ortaya koymuşlardır. Ayrıca çalışmalarında iklim değişikliğinin havacılık üzerine etkilerinin bilinmesinin gelecekteki havacılık planlanması konusunda da yardımcı olacağını belirtmişlerdir.

Williams [4] yapmış olduğu çalışmada iklim değişikliğinin havacılıkta önemli sonuçlar oluşturabileceğini ve meteorolojik özelliklerin iklim değişikliği ile birlikte değişmesinin uçakları olumsuz yönde etkileyeceğini belirtmiştir. Ayrıca yapmış olduğu çalışmada havacılıkta meydana gelen türbülans olayına iklim değişikliğinin etkisini analiz etmiştir.

Jagero [5] yapmış olduğu çalışmada 2008-2014 yılları arasında Kenya'da meydana gelen uçak kazalarındaki hava olaylarının etkisini araştırmıştır. Yaptığı araştırma sonuçlarına göre rüzgar, sis, türbülans ve şiddetli yağmur gibi hava koşullarının uçak operasyonlarını etkilediğini ortaya koymuştur. Aynı zamanda atmosferde oluşan kümülönimbüs bulutlarının uçaklar için tehlikeli olduğunu ve havacılığı önemli bir şekilde etkilediğini belirtmiştir.

Pike [6] 1977-1986 yılları arasında Birleşik Krallıkta gerçekleşen hava olaylarından kaynaklanan sivil uçak kazalarını incelemiştir. Araştırmaları sonucunda 1977-1986 yılları arasında gerçekleşen toplam 1926 uçak kazasından 432'sinin hava olaylarından kaynaklı uçak kazası olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca çalışmasında 1977-1986 yılları arasında gerçekleşen 46 ölümlü hava kazasının en az 39'unun sis ve yağış gibi olumsuz hava olaylarının etkisi altında gerçekleştiğini göstermiştir.

Symons [7] 1996 yılında yaptığı çalışmasında son 20 yılda Birleşik Krallıkta meydana gelen tüm uçak kazalarını listelemiştir. Yapmış olduğu çalışma sonucunda listelenen

kazalar arasında hava olayları sonucunda gerçekleşen uçak kazalarının oranının %28 olduğunu tespit etmiştir.

Jenamani ve Kumar [8] yaptıkları çalışmada 1992-2008 yılları arasında Hindistan'da meydana gelen tüm uçak kazalarını araştırmışlar ve bu kazalar içerisindeki olumsuz hava koşullarından kaynaklı uçak kazalarının oranını ortaya koymuşlardır. Çalışmada uçak kazalarına neden olan başlıca hava olaylarını gök gürültülü fırtınalar, mikro patlama, açık hava türbülansı, zayıf görüş ve sis olarak belirtmişlerdir. 1992-2008 yılları arasında Hindistan'da meydana gelen uçak kazalarının %22'sinin hava olaylarından kaynaklı uçak kazası olduğu sonucuna varmışlardır.

Luers ve Hairies [9] çalışmalarında hava koşullarının uçak kazalarında önemli bir etken olduğunu belirtmektedirler. Uçak kazalarında hava durumu etkilerinin önemli bir yüzdeyi ifade ettiğini belirten çalışmada özellikle şiddetli yağmurun uçaklar üzerine olan etkisini incelemişlerdir. Şiddetli yağmurun birkaç uçak kazasında önemli bir katkı sağladığını yapmış oldukları çalışma ile ortaya koymuşlardır.

Kaplan ve arkadaşları [10] yaptıkları çalışmada türbülans kaynaklı gerçekleşen 44 uçak kazasını incelemişlerdir. İnceledikleri kazaların çoğunda kaza yerine 100 kilometreden daha yakın bir yerde konveksiyon tespit etmişlerdir. Bu çalışma sonucunda incelenen uçak kazalarıyla birlikte türbülansın uçak kazalarına olan etkilerini ortaya koymuşlardır.

Keller ve arkadaşları [11] 20 Aralık 2018'de Denver Uluslararası Havalimanında meydana gelen Boeing 737 jet uçağı kazasını analiz etmişlerdir. Ayrıca çalışmada kaza sırasındaki meteorolojik koşulları da incelemişlerdir. Kazanın uçağın kalkış aşamasında hızlanırken önemli bir yan rüzgar nedeniyle gerçekleştiğini belirtmektedirler.

Mazon ve arkadaşları [12] çalışmalarında 1967-2010 yılları arasındaki dünyada yaşanan tüm uçak kazalarını inceleyip bir veritabanı oluşturmuşlardır. 1967-2010 yılları arasındaki uçak kazalarında kaza sebebi olarak hava olaylarının etkisinin birincil neden olduğunu ortaya koymuşlardır. Çalışmada uçak kazasına katkıda bulunan meteorolojik olayları türbülans, açık hava türbülansı, düşük görüş, yağmur, buzlanma, kar ve fırtınalar olarak belirlemişlerdir. Ayrıca çalışmada hava kaynaklı uçak kazalarını uçuş aşamasına ve mevsimsel dağılıma göre analiz etmişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda hava olayları kaynaklı kazaların ana faktörünün türbülans ve düşük görüş olduğu belirtilmektedir. Yağmurun ise uçağın kalkış ve iniş aşamasında kazaya etkisini ikincil

önemli faktör olarak belirtmişlerdir. Son olarak çalışmada kutup bölgelerinde yaşanan kazaların yaklaşık %60'ından hava olaylarının sorumlu olduğunu belirtmişlerdir.

Fujita ve Caracena [13] yapmış oldukları çalışmada 24 Haziran 1975 yılında New York John F. Kennedy Uluslararası Havalimanında, 7 Ağustos 1975 yılında Denver'da Stapleton Uluslararası Havalimanında ve 23 Haziran 1976 yılında Philadelphia Uluslararası Havalimanında yaşanan toplam 3 farklı uçak kazasını incelemişlerdir. Yapılan çalışmada üç kazanın da meteorolojik analizlerinin yapıldığını belirtmişlerdir. Bu üç kazanında fırtına kaynaklı rüzgar kaymasından dolayı oluştuğunu yani hava olaylarından kaynaklı uçak kazası olduğunu belirtmişlerdir.

Luers ve Haines [14] yaptıkları çalışmada hava olaylarından kaynaklanan iki farklı uçak kazasını incelemişlerdir. Çalışmalarında şiddetli yağmurun iki uçak kazası için de önemli etkiler oluşturduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca çalışmada şiddetli yağmurunda rüzgar kesme kadar tehlikeli olabileceğini göstermişlerdir.

Shen ve arkadaşları [15] çalışmalarında hava olaylarından kaynaklı iki uçak iniş kazasını incelemişlerdir. İlk olarak aşağı yönlü rüzgar bileşenlerini tanımladıktan sonra bunun uçağın performansı üzerindeki etkilerini hesaplamışlardır. İnceledikleri iki uçak kazasında da baskın neden olarak rüzgarın etkin olduğunu göstermişlerdir.

Safronov [16] yapmış olduğu çalışmada Rusya'nın Adler/Sochi şehrindeki havalimanı yakınlarında gerçekleşen iki uçak kazası, Fransa'nın Perpignan şehrindeki Rivesaltes Havalimanı yakınlarında gerçekleşen bir uçak kazası ve Hint Okyanus'undaki Comores Adaları yakınlarında gerçekleşen bir uçak kazası olmak üzere toplam dört farklı uçak kazasını incelemiştir. Bu incelenen dört farklı uçak kazasında da atmosferik hava sirkülasyonunun etken rol oynadığını çalışmasında belirtmiştir.

Weli ve Ifediba [17] yaptıkları çalışmada Nijerya'da hava ulaşımını etkileyen üç hava olayını sis, toz pusu ve fırtına olarak belirtmektedirler. Çalışmalarında 1964-1985 yılları arasında rüzgar kesme olayından kaynaklanan uçak kazalarında yaklaşık 500 ölümün ve 200 yaralanmanın gerçekleştiğini söylemektedirler. Yapılan çalışmada ayrıca Nijerya'da bulunan Murtala Muhammed Uluslararası Havalimanı için meteorolojik olayların uçuş operasyonlarına etkisini araştırmışlardır.

Buba ve arkadaşları [18] çalışmalarında Nijerya'da meydana gelen yıldırım ve fırtına olaylarının uçak kazalarına etkilerini araştırmışlardır. 1969-2012 yılları arasında

Nijerya’da hava olaylarından kaynaklanan toplam 45 uçak kazası olduğunu bildiren çalışmalarında bu kazaların en çok 2005 yılında meydana geldiğini belirtmektedirler. Hava olaylarından kaynaklanan bu 45 uçak kazasında toplam 1127 kişinin hayatını kaybettiğini bildirmişlerdir.

Ujaddughe ve Ohikhuare [19] yaptıkları çalışmada hava olaylarının uçak kazalarında büyük rol oynadığını söylemektedirler. Büyük jet uçaklarının şiddetli fırtınalara dayanabileceğinin belirtildiği çalışmada daha küçük uçakların ise hava koşullarına son derece hassas olduğu bildirilmektedir. Hava ulaşımında güvenliğin daha ileriye taşınabilmesi için sis, yıldırım, buz ve mikro patlama gibi sık meydana gelen hava olaylarına odaklanması gerektiğini belirtmişlerdir.

Fultz ve Ashley [20] çalışmalarında Amerika Birleşik Devletleri’nde 1982-2013 yılları arasında meydana gelen hava olaylarından kaynaklı uçak kazalarını incelemişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda inceledikleri dönemde meydana gelen ölümcül uçak kazalarının %35’inin hava olaylarından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Ayrıca hava olaylarından kaynaklanan ölümcül uçak kazalarının yıllık ortalama 124 kaza olduğunu ve bu kazalarda yıllık ortalama 252 can kaybının meydana geldiğini çalışmalarında belirtmişlerdir. 1982-2013 yılları arasında hava olaylarından kaynaklanan ölümcül uçak kazalarında en çok etki eden hava olaylarının rüzgar, sıcaklık, basınç, yağış ve görünürlük olduğunu belirtmişlerdir. Mevsimsel olarak ise hava olaylarından kaynaklanan ölümcül kazaların en sık sıcak mevsimlerde meydana geldiğini söylemektedirler.

Weli ve Emenike [21] yaptıkları çalışmada 2000-2012 yılları arasında Nijerya’da bulunan Port Harcourt havalimanındaki hava koşullarının uçaklar üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmalarında 2005 yılında meydana gelen Sosoliso hava kazasının olumsuz hava koşullarından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Yapılan çalışmayla birlikte Port Harcourt havalimanındaki hava koşullarının havacılık güvenliği üzerindeki etkilerini araştırmışlardır.

Adefolalu [22] 1983 yılında yapmış olduğu çalışmasında Nijerya’da meydana gelen sis, fırtına ve hamattan tozunun havacılık ve ekolojik sorunlar oluşturduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca Nijerya’da bulunan Mallam Aminu Kano havaalanı yakınlarında 1973 yılının Kasım ayında meydana gelen uçak kazasında 183 kişinin hayatını kaybettiğini ve bu kazanın yoğun bir toz pusundan kaynaklandığını yapmış olduğu

çalışmasında açıkça belirtmiştir. Çalışmada olumsuz hava koşullarının uçak kazalarına olan etkisi gösterilmektedir.

Benedetto [23] hava koşulları etkisinin uçak kazalarının yaşanmasında çok önemli bir etken olduğunu yapmış olduğu çalışmada belirtmektedir. Ayrıca toplam uçak kazalarının ortalama %29'unun hava olaylarından kaynaklanan uçak kazaları olduğunu yapmış olduğu çalışmada göstermiştir.

Black ve Ashley [24] 1977'den 2007'ye kadar olan hortum oluşturmeyen konvektif rüzgar nedeniyle oluşan tüm ölümcül uçak kazalarını incelemişlerdir. İncelemeleri sonucunda 1977'den 2007'ye kadar gerçekleşen hortum oluşturmeyen konvektif rüzgar kaynaklı ölümlü kazaların %38.9'unun hava olaylarından kaynaklanan uçak kazaları olduğunu bildirmişlerdir. 1977'den 2007'ye kadar gerçekleşen hortum oluşturmeyen konvektif rüzgar kaynaklı uçak kazası sayısını 465 olarak belirtmişlerdir. Sonuç olarak hava olaylarından birisi olan konvektif rüzgarın uçak kazalarında önemli bir etken olduğunu göstermişlerdir.

Black ve Mote [25] yaptıkları çalışmada Amerika Birleşik Devletleri'nde 1975-2011 yılları arasında kış yağışlarından kaynaklanan ulaşım kazalarını incelemişlerdir. İncelemelerinde kış yağışlarının görüş mesafesini azaltması etkisinin uçak kazalarına neden olabileceğini söylemektedirler. Kış yağışlarının pilotların görüş mesafesini etkilediği için görünürlüğün önemli ölçüde azalmasının uçak kazalarına neden olabileceğini belirtmektedirler. Yapılan çalışma sonucunda 1975-2011 yılları arasında Amerika Birleşik Devletleri'nde kış yağışlarından kaynaklanan toplam 559 uçak kazası meydana geldiğini ve bu kazalarda toplam 1316 kişinin hayatını kaybettiğini tespit etmişlerdir.

Williamson ve arkadaşları [26] 1997-2006 yılları arasında tüm dünyada gerçekleşen uçak kazalarını kategorilere ayırarak incelemişlerdir. Çalışmalarında hava olaylarından kaynaklanan uçak kazalarını 8 kategoriye ayırarak incelemelerini yapmışlardır. Çalışmaları sonucunda olumsuz hava koşullarından birisi olan kısıtlı görüşün ölümcül kazaların %50'sini oluşturduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca hava olaylarından kaynaklanan uçak kazalarında türbülans ve konveksiyonun önemli bir diğer etken olduğunu belirtmişlerdir.

Regmi ve arkadaşları [27] yapmış oldukları çalışmada 16 Şubat 2014 tarihinde batı Nepal'de Himalaya dağlarının eteklerinde meydana gelen ölümcül uçak kazasını hava

araştırması ve tahmini modelleme sistemi kullanarak sayısal olarak simüle etmişlerdir. Yaptıkları çalışmada hava olaylarının uçak kazası üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Yaşanan uçak kazasının görüş engeli, türbülans ve buzlanma gibi hava olaylarından kaynaklı gerçekleştiğini çalışmaları neticesinde ortaya koymuşlardır. Ayrıca o bölgede yaşanan hava olaylarının küçük uçaklar için ölümcül kazalara sebep olabileceğini bildirmektedirler.

Regmi [28] yaptığı çalışmada Nepal ordusuna ait 18 Ekim 2011’de Nepal’in Thada bölgesinde iletişimi kopan ve sonrasında Bowang yüksek dağlık bölgesine düşen uçakla ilgili olarak kazadan önce yaşanan hava olaylarının kazaya olan etkisini incelemiştir. Yapmış olduğu model ve simülasyon çalışmaları sonucunda uçağın Thada bölgesinden geçerken havanın oldukça çalkantılı olduğunu ve bölgede yaşanan türbülansın ölümcül uçak kazasına katkıda bulunduğunu göstermiştir.

Sharman ve arkadaşları [29] yapmış oldukları çalışma ile orta ve üst düzey türbülansların uçaklar üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Türbülansın, hava koşullarından kaynaklı uçak kazalarının %65’ini oluşturduğunu yaptıkları çalışma sonucunda belirtmektedirler.

Marwitz ve arkadaşları [30] yaptıkları çalışmada 31 Ekim 1994 tarihinde Indiana Roselawn yakınlarında meydana gelen ve 68 kişinin ölümüne neden olan ATR72 banliyö uçak kazasını incelemişlerdir. İncelemeleri sonucunda gerçekleşen uçak kazasında aşırı soğumuş yağmur damlalarının uçak kazasına neden olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca uçak içi buzlanmasının uçak kazalarında bir faktör olarak incelenmesi gerekliliğini ortaya koymuşlardır.

Bernstein ve arkadaşları [31] çok sayıda uçak kazasına neden olan uçak buzlanması olayının etkileri ve tespiti konusunda çalışma yapmışlardır. Yapmış oldukları mevcut buzlanma potansiyeli algoritması ile bulutların ve yağışların yerini tespit ederek hangi alanlarda buzlanma potansiyelinin daha çok olduğunu tahmin etmişlerdir. Bu çalışmalarında uçak kazasına neden olan hava olaylarından birisi olan buzlanma etkisi ve olası buzlanma noktalarını araştırmışlardır.

Akanni ve arkadaşları [32] Nijerya’da 2004-2013 yılları arasında hava koşullarından kaynaklanan uçak kazalarını incelemişlerdir. İklim değişikliklerinin hava olaylarına etkisinin araştırılması ve analiz edilmesi gerektiğini çalışmalarında belirtmektedirler. Yaptıkları çalışma sonucunda 2004-2013 yılları arasında Nijerya’da olumsuz hava

şartlarından kaynaklanan toplam 8 uçak kazası olduğunu belirtmişlerdir. Bu kazalardan 4 tanesinin düşük görüşten kaynaklı, 1 tanesinin fırtınadan kaynaklı, 2 tanesinin sisten kaynaklı ve 1 tanesinin de yağmurdan kaynaklı olduğunu çalışmalarında ortaya koymuşlardır.

Abbas ve arkadaşları [33] iklim değişikliği ve aşırı hava olaylarının uçak operasyonları üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmada 1950-2009 yılları arasında gerçekleşen uçak kazalarında toplam 1300 kişinin hayatını kaybettiğini, bu ölümlerin %28'inin ise hava olaylarından kaynaklanan uçak kazalarında meydana geldiği sonucuna ulaşmışlardır.

Ison [34] her yıl meydana gelen çoğu ölümcül uçak kazasının hava olayları ile alakalı olduğunu yapmış olduğu çalışmada bildirmektedir. Ayrıca çalışmasında tüm genel havacılık kazalarının ise %3,7'sinin hava koşullarından etkilendiğini belirtmektedir.

Li ve arkadaşları [35] olumsuz hava koşullarının pilot hatalarından kaynaklanan uçak kazalarına sebep olabildiğini yaptıkları çalışmada göstermektedirler. Hava koşulları gibi dışsal olayların pilotları etkileyerek uçak kazalarının yaşanmasına sebep olabileceğini çalışmalarında belirtmektedirler.

Lorenz ve Myers [36] uçak kazalarına neden olan hava olaylarından birisi olan dalazları incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmada Ekim 2004 tarihine kadar dalazlardan kaynaklı toplam 86 uçak kazası rapor edildiğini bildirmektedirler. Ayrıca çalışmalarında dalazların uçağın inişi sırasında uçağın dönmesine neden olarak pistten çıkmasına ve böylece uçakların kaza yapmasına neden olabildiklerini belirtmektedirler. Sonuç olarak dalazların havacılık için tehlikeli bir hava olayı olduğunu bildirmişlerdir.

Zrnic ve arkadaşları [37] fırtına, dolu, yağmur, sis, türbülans ve düşük görüş gibi olumsuz hava koşullarının uçuşa olan etkilerini ve olumsuz hava olaylarından kaynaklanan uçak kazalarını çalışmalarında incelemişlerdir. Çalışmalarında 1962'den 2012'ye kadar Amerika Birleşik Devletleri'nde hava olaylarından kaynaklanan 10 ölümcül uçak kazası gerçekleştiğini bildirmektedirler. Ayrıca uçakların düşük irtifalarda uçarken hava olaylarından kaçınmalarının zorluğunu da çalışmalarında belirtmektedirler.

Rudich [38] çalışmasında Amerika Birleşik Devletleri'nde 1962-1984 yılları arasında yaşanan hava olaylarından kaynaklanan uçak kazalarını incelemiştir. Yapmış olduğu

çalışma sonucuna göre fırtınadan kaynaklı 17 uçak kazasının, türbülans kaynaklı 6 uçak kazasının, buzlanmadan kaynaklı 4 uçak kazasının, doludan kaynaklı 2 uçak kazasının ve yıldırımdan kaynaklı 1 uçak kazasının yaşandığını bildirmektedir. Ayrıca çalışmasında 1962-1984 yılları arasında Amerika Birleşik Devletleri'nde hava olaylarından kaynaklanan uçak kazalarında toplam 789 kişinin öldüğünü ve 321 kişinin ise ciddi şekilde yaralandığını göstermektedir.

Mclean [39] çalışmasında hava durumu koşullarının uçak kazalarında temel bir faktör ve aynı zamanda kaza soruşturmalarının da önemli bir bölümünü oluşturduğunu söylemektedir. Yaptığı çalışmada 1982-1985 yılları arasında yaşanan uçak kazalarını incelemiştir. 1982-1985 yılları arasında yaşanan 9065 uçak kazasının 2629'unun hava olaylarından kaynaklanan uçak kazası olduğu sonuca ulaşmıştır. Yaşanan 9065 uçak kazasında toplam 3780 kişinin hayatını kaybettiğini bu hayatını kaybedenlerin ise 1705 tanesinin hava olaylarından kaynaklanan ölümlü uçak kazalarında meydana geldiğini çalışmasında göstermiştir. Hava olaylarından kaynaklanan ölümlü uçak kazalarında en tehlikeli hava olayının ise fırtına olduğu yapılan çalışmada gösterilmiştir.

Iwadare ve Oyama [40] çalışmalarında 1974-2010 yılları arasında Japonya'da meydana gelen uçak kazalarını incelemişlerdir. İncelemelerinde ağırlığı 5700 kilogramdan daha ağır uçakları büyük uçak, ağırlığı 5700 kilogramdan hafif uçakları ise küçük uçak olarak sınıflandırmışlardır. Küçük uçak kazalarının %13,6'sının olumsuz hava koşullarından kaynaklandığını, büyük uçak kazalarının ise %90'ının türbülans ve kuvvetli rüzgarlardan kaynaklandığını bildirmektedirler. Büyük uçakların olumsuz hava olaylarına karşı hassasiyetinin küçük uçaklara kıyasla daha fazla olduğunu yapılan çalışmada göstermektedirler.

Shkrum ve arkadaşları [41] Kanada'nın Ontario eyaletinde 1985-1989 yılları arasında yaşanan uçak kazalarını incelemişlerdir. 1985-1989 yılları arasında Ontario'da toplam 47 uçak kazası meydana geldiğini belirtmişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda 1985-1989 yılları arasında Kanada'nın Ontario eyaletinde yaşanan uçak kazalarının %11'inin olumsuz hava koşullarından kaynaklanan uçak kazası olduğunu bildirmişlerdir.

Cole ve Sand [42] Amerika Birleşik Devletleri'nde 1975-1988 yılları arasında buzlanmadan kaynaklı meydana gelen uçak kazalarını incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmada Amerika Birleşik Devletleri'nde 1975-1988 yılları arasında 803 uçak kazasının buzlanma nedeniyle gerçekleştiği sonucuna ulaşmışlardır. Buzlanma ve

fırtınaların uçak kazalarına neden olan hava olaylarının başında geldiğini çalışmalarında göstermektedirler.

Stough ve arkadaşları [43] 2000 yılında yapmış oldukları çalışmada son yirmi yılda türbülans, yıldırım, sis gibi hava olaylarından kaynaklanan uçak kazalarının tüm ticari hava taşımacılığı kazalarının %33'ünü oluşturduğunu söylemektedirler. Ayrıca yaptıkları çalışmada hava olaylarından kaynaklanan uçak kazalarını azaltabilecek yöntemleri araştırmışlardır.

Golaszewski [44] yaptığı çalışmada 1964-1981 yılları arasında yaşanan ölümcül uçak kazalarını incelemiştir. İncelemeleri sonucunda uçak kazalarının %40'ının hava olaylarından kaynaklanan uçak kazaları olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca hava koşullarından kaynaklanan uçak kazalarında hava durumu brifinglerinin önemini yapmış olduğu çalışmada belirtmektedir.

Doorn ve arkadaşları [45] 2001-2005 yılları arasında yaşanan planör kazalarını incelemiştir. Hava olaylarından kaynaklanan planör kazalarının tüm planör kazalarının %20'sini oluşturduğunu yaptıkları çalışma sonucunda göstermişlerdir.

Carpenter [46] Amerika Birleşik Devletleri'nde 1920-1921 yılları arasında meydana gelen uçak kazalarını incelemiştir. 1920 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde meydana gelen uçak kazalarında ölen toplam 55 kişinin %11'inin hava olaylarından kaynaklanan uçak kazalarında öldüğü sonucuna ulaşmıştır. 1921 yılında ise Amerika Birleşik Devletleri'nde meydana gelen uçak kazalarında ölen toplam 137 kişinin %16'sının hava olaylarından kaynaklanan uçak kazalarında öldüğü yapılan çalışmada belirtilmiştir.

Butler [47] çalışmasında 2000-2014 yılları arasında yaşanan ambulans helikopterlerin kazalarını incelemiştir. İncelemeleri sonucunda 2000-2014 yılları arasında 47 ölümcül ambulans helikopteri kazası meydana geldiğini ve bunların %22'sinin olumsuz hava koşullarından kaynaklanan kazalar olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Pike [48] çalışmasında Birleşik Krallıkta hava olaylarından kaynaklanan uçak kazalarını incelemiştir. Hava olaylarından kaynaklanan uçak kazalarında olumsuz hava koşullarının pilotların oryantasyon bozukluğuna sebep olduğu ve bunda uçak kazalarında önemli bir etken olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Boyd ve Stolzer [49] 1989-2013 yılları arasında meydana gelen 1-2 türbin motoruyla çalışan uçak kazalarını araştırmışlardır. Yaptıkları çalışma sonuçlarında olumsuz hava koşullarının uçak kazalarının %90'ında hızlandırıcı bir etken olduğunu belirtmektedirler. Ayrıca kötü hava şartlarıyla karşılaşan pilotların yeni bir yol izni talebinde bulunmaları gerektiğini yapılan çalışmada tavsiye etmektedirler.

Wiggins ve O'Hare [50] yaptıkları çalışmada hava olaylarından kaynaklanan uçak kazalarının genel havacılık kazalarının önemli bir bölümünü oluşturduğunu belirtmektedirler. Amerika Birleşik Devletleri'nde 1982-1988 yılları arasında meydana gelen genel havacılık kazalarının %20'sinin olumsuz hava koşullarından kaynaklanan uçak kazaları olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca çalışmalarında pilotların olumsuz hava koşulları karşısında karar verme durumlarını araştırmışlardır.

Li ve Baker [51] çalışmalarında olumsuz hava olaylarının uçaklar üzerine etkilerini incelemişlerdir. Küçük boyutlu uçakların düşük irtifa nedeniyle olumsuz hava şartlarından daha çok etkilendiğini çalışmalarında belirtmişlerdir. Ayrıca düşük görüş gibi olumsuz hava koşullarının ise uçakların kaza riskini arttırdığını çalışmalarında göstermektedirler.

Boyd [52] çalışmasında 2002-2012 yılları arasında meydana gelen uçak kazalarını incelemiştir. Yaptığı çalışma sonucunda olumsuz hava koşullarından birisi olan gök gürültülü ve fırtınalı havalarda uçak kazaları arasında en ölümcül uçak kazalarına neden olan faktör olduğunu belirtmiştir.

Voogt ve Doorn [53] yaptıkları çalışmada 1982-2006 yılları arasında yaşanan helikopter kazalarını incelemişlerdir. Çalışmaları sonucunda 1982-2006 yılları arasında olumsuz hava koşullarından kaynaklı yaşanan helikopter kazalarının ölümcül kazalarda daha sık görülen bir etken olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Keller ve arkadaşları [54] 2004-2014 yılları arasında yaşanan uçak kazalarında hava olaylarının etkilerini ve kazaya etki eden diğer faktörler arasında hava olaylarının katkısını araştırmışlardır. İncelemeleri sonucunda hava koşullarının iyi olması durumunda kazaların ve pilot hatalarının azaldığını çalışmalarında göstermişlerdir. Olumsuz hava koşullarının ise uçak kontrolünü zorlaştırdığını, bu durumda pilotun iş yükünü arttırarak performansını düşürdüğünü ve pilot hatalarını arttırabileceğini belirtmişlerdir.

Price ve Groff [55] yaptıkları çalışmada yağmur, sis, türbülans gibi olumsuz hava koşullarından kaynaklanan uçak kazalarında pilotların hayatta kalma durumunu araştırmışlardır. Ayrıca çalışmada hava olaylarından kaynaklanan uçak kazalarında hava olaylarının ölüm oranına etkisini incelemişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda 1983-2001 yılları arasında meydana gelen 37681 uçak kazasının 3206'sının yani %8,5'inin hava olaylarından kaynaklanan uçak kazaları olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Burian ve arkadaşları [56] 1994-1997 yılları arasında meydana gelen hava olaylarından kaynaklanan uçak kazalarından rastgele 300 uçak kazasını seçerek incelemişlerdir. İncelemeleri sonucunda uçak kazalarına en çok etki eden birinci hava olayının düşük görüş olduğunu, en çok etki eden ikinci hava olayının ise rüzgar kaynaklı hava olayları olduğunu çalışmalarında göstermektedirler.

Lanucci ve arkadaşları [57] çalışmalarında Amerika Birleşik Devletleri'nde meydana gelen hava olaylarından kaynaklı 24 genel havacılık kazasını incelemişlerdir. Çalışmaları sonucunda genel havacılık uçaklarının daha yavaş ve düşük irtifalarda uçuş eğiliminden kaynaklı olarak hava koşullarından daha çok etkilendiğini ve hava koşullarının bu uçaklar için çok daha tehlikeli olabileceğini göstermişlerdir.

Shappell ve arkadaşları [58] 1990-2002 yılları arasındaki ticari havacılık kazalarını inceledikleri çalışmalarında olumsuz hava koşullarının görsel ipuçlarını azalttığını ve pilotlarda algısal hatalara yol açarak uçak kazalarının yaşanmasına sebep olabildiğini göstermişlerdir.

Shila ve Anne [59] Afrika kıtasında 2004-2014 yılları arasında meydana gelen 132 uçak kazasını inceleyip analiz etmişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda 2004-2014 yılları arasında yaşanan 132 uçak kazasının %32'sinin Demokratik Kongo Cumhuriyeti'nde, %25'inin Sudan'da, %19'unun Güney Sudan'da, %7'sinin Kenya'da ve %6'sının Tanzanya'da meydana geldiğini belirtmişlerdir. Ayrıca çalışmada 2004-2014 yılları arasında Afrika kıtasında yaşanan tüm uçak kazalarının %10'unun hava olaylarından kaynaklanan uçak kazaları olduğunu belirtmişlerdir.

Collins ve Dollar [60] yaptıkları çalışmada 1976-1992 yılları arasında yaşanan 9269 ölümcül uçak kazası başta olmak üzere toplam 51444 uçak kazasını incelemişlerdir. Çalışmaları sonucunda hava olaylarından kaynaklanan uçak kazalarına en çok etki eden hava olayının %47,8 ile sis olduğunu belirtmişlerdir.

Fatkulina [61] uçak kazalarında hava koşullarının önemli bir etken olduğunu bildiren çalışmada uçak kazalarını önleme yöntemleri hakkında araştırma yapmıştır. Ayrıca yıldırımların uçaklar için tehlikeli olduğunu bildiren çalışmada uçağa yıldırım çarpmasının tüm cihazları bozabileceğini ve uçak kazasına sebep olabileceğini bildirmiştir.

Chovgalenko [62] çalışmasında uçak kazalarının %20'sinin olumsuz hava koşullarından kaynaklandığını bildirmektedir. Çalışmasında Şubat 1958'de Münih havalimanında meydana gelen uçak kazasının kar nedeniyle yaşandığını ve olumsuz hava koşullarından kaynaklı yaşanan uçak kazasında 23 kişinin hayatını kaybettiğini belirtmektedir.

Sharma ve Sabitha [63] 1908-2009 yılları arasında yaşanan uçak kazalarını ve bu kazalarda meydana gelen ölüm verilerini araştırmışlardır. Araştırmaları sonucunda Sri Lanka, Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'da hava olaylarından kaynaklanan uçak kazalarının diğer ülkelere kıyasla daha fazla meydana geldiği sonucuna ulaşmışlardır.

Cosmin-Liviu ve Nicoleta [64] 20 Ocak 2014 tarihinde Romanya'da meydana gelen uçak kazasını araştırmışlardır. Araştırmaları sonucunda uçak kazasının düşük görüş ve buzlanmadan kaynaklı olarak gerçekleştiği sonucuna ulaşmışlardır. Buzlanmanın uçaklar için oluşturduğu tehlikeleri araştıran çalışmada ayrıca buzlanmanın ölümcül uçak kazalarına sebep olabileceğini göstermişlerdir.

Oo ve Oo [65] çalışmalarında Myanmar'da bulunan Yangon bölgesi için hava olaylarından kaynaklanan uçak kazalarını incelemişlerdir. Çalışmaları sonucunda uçak kazalarına neden olan en önemli iki hava olayının sis ve fırtınalı yağmur olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Harizi ve arkadaşları [66] yaptıkları çalışmada 1950-2008 yılları arasında yaşanan uçak kazalarını incelemişlerdir. Hava olaylarının uçak kazaları için önemli bir etken olduğunu belirten çalışmada 1950-2008 yılları arasında yaşanan uçak kazalarının üçte birinin hava koşullarından kaynaklanan insan hatası sonucu oluştuğunu bildirmişlerdir.

Cao ve arkadaşları [67] yaptıkları çalışmada uçak kazalarına etki eden buzlanma etkisini analiz etmişlerdir. Buzlanmanın uçak aerodinamiği ve uçuş mekaniği üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada buzlanmadan kaynaklı uçak kazalarını da incelemişlerdir. Çalışmada uçağın seyir halindeyken veya iniş aşamasında buzlanmadan kaynaklı kazaların meydana gelmesinin daha olası olduğunu belirtmişlerdir.

Regmi ve arkadaşları [68] Nepal'de bulunan Tribhuvan havalimanı için yaptıkları çalışmada havalimanının açıldığı günden 2018 yılına kadar havalimanına iniş ve kalkışlarda yaşanan uçak kazalarını analiz etmişlerdir. Toplam 13 uçak kazasının incelendiği çalışmada kazaların yan rüzgar ve türbülans gibi olumsuz hava olaylarından kaynaklı yaşandığını belirtmişlerdir.

Baker ve arkadaşları [69] 1983-1988 yılları arasında yaşanan banliyö uçaklarının dahil olduğu kazaları incelemişlerdir. İncelemeleri sonucunda 1983-1988 yılları arasında yaşanan banliyö uçak kazalarının %30'unun olumsuz hava koşullarından kaynaklanan pilot hataları sebebiyle gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Michales [70] 2012 yılında yapmış olduğu çalışmada son on yılda Amerika Birleşik Devletleri'nde meydana gelen çok motorlu türbin uçak kazalarında kontrol kaybına etki eden faktörleri incelemiştir. İncelemesi sonucunda kontrol kaybına sebep olarak uçak kazalarının yaşanmasına etki eden ve en sık görülen dördüncü faktörün türbülans, fırtına ve buzlanma gibi hava olayları olduğunu belirtmiştir.

2. BÖLÜM

KÜRESEL ISINMANIN VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN UÇAK KAZALARINA ETKİLERİ

2.1. Giriş

İklim değışikliği ve küresel ısınmanın sera gazı konsantrasyonlarından kaynaklandığı ve geçen yüzyıla kıyasla dünyadaki ortalama yüzey sıcaklıklarını 0.6 derece arttırdığı yapılan çalışmalarla ortaya konmaktadır [71]. Ayrıca küresel ısınma ve iklim değışikliklerinin artarak devam etmesi neticesinde son yıllarda aşırı yağış, sel, fırtına ve sıcak hava dalgaları gibi marjinal hava koşullarının daha sık meydana geldiği yapılan çalışmalarda görölmektedir [72], [73], [74]. Küresel ısınma ve iklim değışiklikleri ile birlikte artan aşırı hava olaylarının, değışken hava olaylarından en çok etkilenen sektörlerden birisi olan havacılık sektörü üzerine etkilerinin bilinmesi gelecekteki havacılık planlaması için oldukça önemlidir [3].

Hava durumu koşullarının uçak kazalarında temel bir faktör olduğu ve kaza soruşturmalarının da önemli bir bölümünü oluşturduğu bilinmektedir [39], [41], [46], [50], [70]. Küresel ısınma ve iklim değışikliklerinin sonucunda meydana gelen fırtına, dolu, yağmur, kar, sis, türbölans ve düşük görüş gibi aşırı hava olaylarının uçakları olumsuz yönde etkilediği ve hatta uçak kazalarına neden olabileceği ise bilinen bir gerçektir [4], [5], [18], [37], [62]. Küresel ısınma ve iklim değışiklikleri ile birlikte frekansı artan aşırı hava olaylarının havacılık güvenliğinin sağlanması açısından incelenmesi önem taşımaktadır [19].

Olumsuz hava koşullarının uçak kazalarının %90'ında hızlandırıcı bir etken olduğu bilinmektedir [49]. Uçak kazalarında hızlandırıcı bir etkiye sahip olan yağış, rüzgar, sıcaklık gibi olumsuz hava koşullarının küresel ısınma ve iklim değışiklikleri ile birlikte

artışının havacılık üzerine olan etkilerini inceleyen Burbidge çalışmasında konvektif hava olaylarının havacılık sektörüne olan yıkıcı etkilerini araştırmıştır [75].

Pilot hataları ise uçak kazalarında önemli bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır [35], [48]. Küresel ısınma ve iklim değişiklikleri ile birlikte değişen hava koşullarının uçak kontrolünü zorlaştırdığı bu durumun pilotların iş yükünü arttırarak performanslarını düşürdüğü ve pilot hatalarını arttırdığı bilinmektedir [54]. Düşük görüş ile birlikte görsel ipuçlarının azalması pilotlarda algısal hatalara yol açarak uçakların kaza riskini arttırdığı yapılan çalışmalarda görülmektedir [51], [58].

Küresel ısınma ve iklim değişiklikleri sonucunda artan sıcaklıkların gelecekte hava ulaşımını önemli bir ölçüde etkileyeceği bilinmektedir [76]. Küresel ısınma ve iklim değişiklikleri ile birlikte artan sıcaklıkların uçakların kalkış ağırlıklarını önemli ölçüde etkilediği ve havalimanlarında gecikmelere yol açtığı da yapılan çalışmalarda açıkça görülmektedir [77], [78], [79], [80].

Rüzgar kesme ve türbülansın ise uçaklar için çok önemli güvenlik riskleri oluşturduğu ve uçak kazalarına neden olduğu bilinmektedir [15], [81], [82]. Williams ve Joshi 2013 yılında yaptıkları çalışmada Kuzey Atlantik'te iklim değişikliği ve küresel ısınma ile birlikte uçakların türbülans yaşama sıklığını %40-170 arasında artacağını göstermişlerdir [83]. 2019 yılında ise Storer ve arkadaşları çalışmalarında türbülansın gücünün ve sıklığının iklim değişikliğiyle birlikte artacağını ve türbülans tahminlerinin gelecekte daha önemli olacağını söylemişlerdir [84].

Çin'de yaptığı araştırmasında küresel ısınma ve iklim değişikliğinin beklenmeyen şiddetli hava olaylarını arttırdığını belirten Chen ve Wang kasırga ve gök gürültülü fırtınaların geçtiğimiz yıllara göre daha sık meydana geldiğini ve bunun sonucu olarak havalimanı ulaşımını daha sık sekteye uğrattığını belirtmişlerdir [85]. Yair çalışmasında gök gürültülü fırtınalar, şimşekler, dolu, şiddetli yağmur ve türbülans gibi hava olaylarının havacılığı etkilediğini ve iklim değişikliği ile birlikte artan hava olaylarının havalimanlarını kesintilere uğratabileceğini bildirmiştir [86]. Pejovic ve arkadaşları Londra Heathrow havalimanında yaptıkları çalışmada 50 yıl içerisinde küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkisiyle daha şiddetli bir hale gelecek olan gök gürültülü fırtına, kar ve sisin havalimanındaki uçuş gecikmelerini %25'den fazla artıracığını, rüzgar hızındaki 1 knot üzeri artışın ise gecikmeleri %8 oranında artıracığını belirtmişlerdir

[87]. Gök gürültülü ve fırtınalı havaların aynı zamanda uçak kazalarına neden olan en önemli faktör olduğu da unutulmamalıdır [52].

Bu çalışmada 2010 – 2022 yılları arasında meydana gelen 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip uçak kazaları incelenerek küresel ısınmanın ve iklim değişikliğinin incelenen dönem içerisinde uçak kazalarına olan etkileri araştırılmıştır.

2.2. Yöntem

Küresel ısınma ve iklim değişikliği ile birlikte daha sık gerçekleşen ve daha şiddetli bir hale gelen hava koşullarının uçak kazalarında birincil etken olarak öne çıktığı görülmektedir [12], [19], [72], [73], [74]. Bu zamana kadar yapılan tüm çalışmalar incelendiğinde farklı zaman aralıkları ve farklı bölgeler için yapılan çalışmalar karşımıza çıkmaktadır. İncelenen çalışmalarla birlikte son yıllarda küresel ısınma ve iklim değişikliği fırtına, yağmur, dolu, kar, sis, türbülans, düşük görüş gibi hava olaylarını arttırdığı açıkça görülmektedir [4], [5], [12], [18], [37], [62], [72], [73], [74]. Bu çalışmada ise son 12 yılda artarak devam eden küresel ısınma ve iklim değişikliğinin hava olaylarını etkilemesi sonucunda oluşan uçak kazaları incelenmiştir. 2010 – 2022 yılları arasında meydana gelen 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip uçak kazaları için veritabanı olarak Bureau of Aircraft Accidents Archives, National Transportation Safety Board ve Aviation Safety Network siteleri kullanılmıştır [88], [89], [90]. Ayrıca bu tez çalışmasında küresel ısınma ve iklim değişikliği ile birlikte artan hava koşullarının etkisinde yaşanan uçak kazaları hava olaylarından kaynaklanan uçak kazaları olarak adlandırılacaktır.

3. BÖLÜM

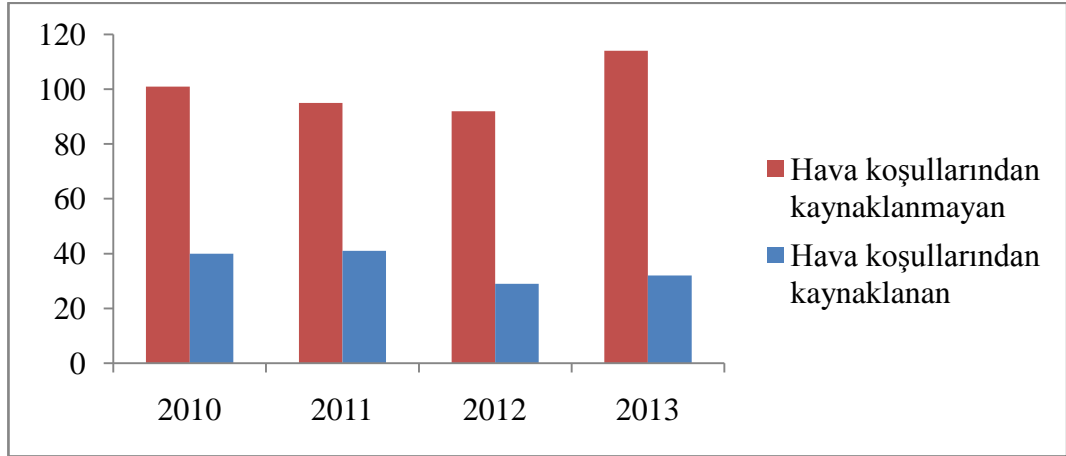
BULGULAR

3.1 Araştırma

Uçak kazaları için veritabanı olarak kullanılan Bureau of Aircraft Accidents Archives, National Transportation Safety Board ve Aviation Safety Network sitelerindeki uçak kaza raporları incelenmiş ve incelenen raporlar neticesinde hangi kazaların hava olaylarından kaynaklandığı tespit edilmiştir.

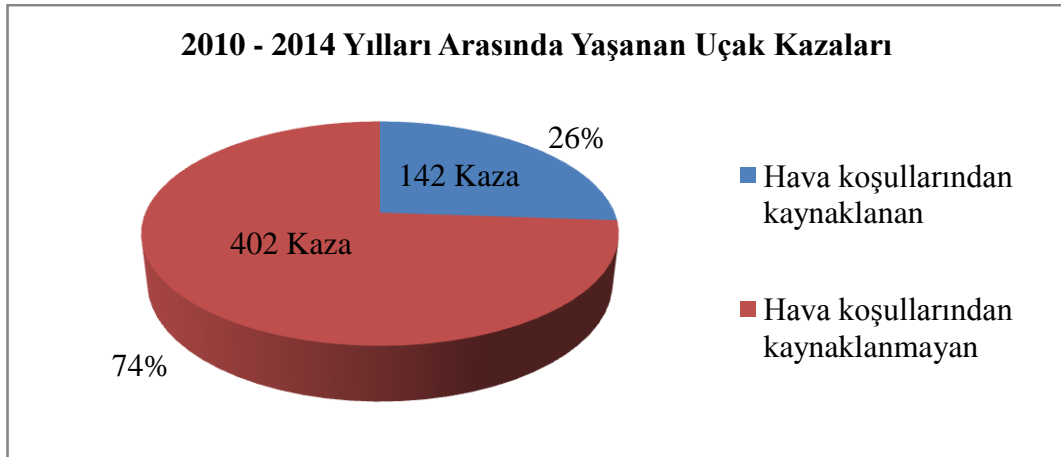
Yapılan çalışmada öncelikle küresel ısınma ve iklim değişiklikleri ile birlikte artan hava olaylarından kaynaklanan uçak kazaları dörder yıllık grafikler şeklinde analiz edilmiş sonrasında ise 12 yıllık uçak kazalarının toplam bir analizi yapılmıştır. Dörder yıllık grafikler şeklinde yapılan analiz sayesinde 12 yıllık sürecin 3 periyot halinde incelenmesi sağlanmış ve 12 yıl içerisindeki değişimin 4 yıllık zaman aralıklarında ne kadar değiştiği tespit edilmiştir.

Şekil 1’de 2010 – 2014 yılları arasında dünyada yaşanan 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip uçak kazalarının içerisinde kaçının hava koşullarından kaynaklandığı gösterilmektedir [88], [89], [90].



Şekil 1. 2010 – 2014 yılları arasında yaşanan 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip uçak kazalarında hava koşulları etkisi [88], [89], [90]

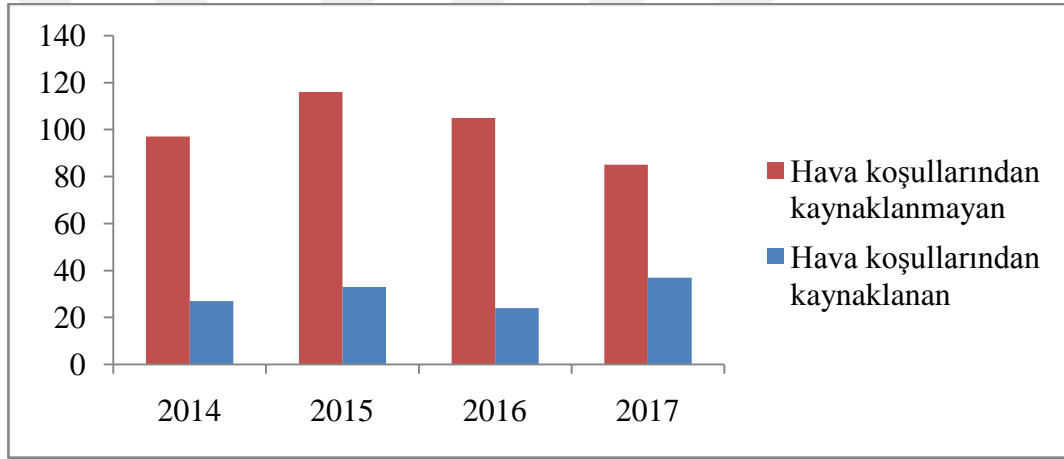
Şekil 2’de ise 2010 – 2014 yılları arasında dünyada yaşanan 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip uçak kazalarının içerisinde hava koşullarından kaynaklanan uçak kazalarının oranı gösterilmektedir [88], [89], [90].



Şekil 2. 2010 – 2014 yılları arasında yaşanan 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip uçak kazalarındaki hava koşullarının oranı [88], [89], [90]

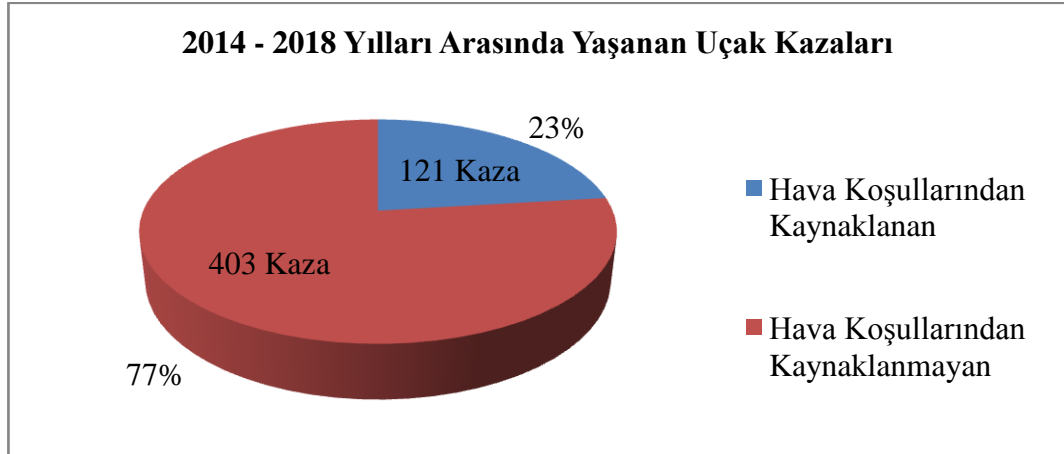
2010 – 2014 yılları arasında dünyada 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip toplam 544 uçak kazası meydana gelmiştir. 2010 – 2014 yılları arasında yaşanan uçak kazalarının 142'sinin hava olaylarından kaynaklandığı Şekil 1'de görülmektedir [88], [89], [90]. Şekil 2'de ise 2010 – 2014 yılları arasında dünyada yaşanan tüm uçak kazalarının %26'sının hava olaylarından kaynaklandığı açıkça görülmektedir [88], [89], [90].

2014 – 2018 yılları arasında yaşanan 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip uçak kazalarının kaçının hava koşullarından kaynaklandığı Şekil 3'de gösterilmektedir [88], [89], [90].



Şekil 3. 2014 – 2018 yılları arasında yaşanan 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip uçak kazalarında hava koşulları etkisi [88], [89], [90]

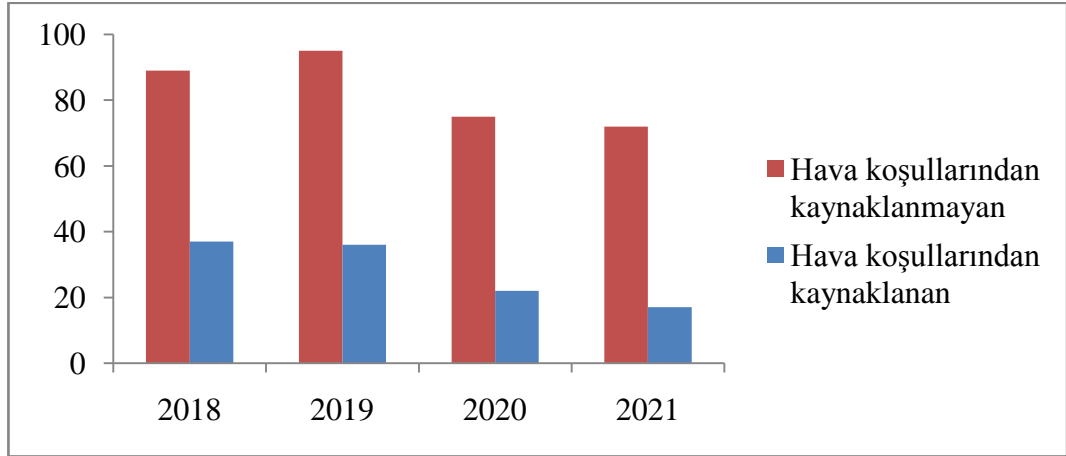
2014 – 2018 yılları arasında yaşanan 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip uçak kazalarının içerisinde hava koşullarından kaynaklanan uçak kazalarının oranı Şekil 4'de gösterilmektedir [88], [89], [90].



Şekil 4. 2014 – 2018 yılları arasında yaşanan 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip uçak kazalarındaki hava koşullarının oranı [88], [89], [90]

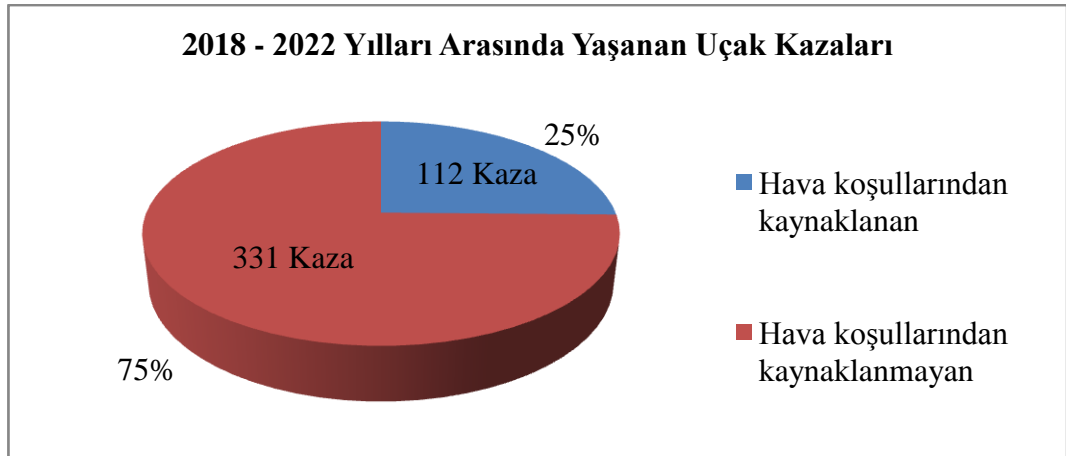
2014 – 2018 yılları arasında dünyada 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip toplam 524 uçak kazası meydana gelmiştir. 2014 – 2018 yılları arasında yaşanan uçak kazalarının 121'inin hava olaylarından kaynaklandığı Şekil 3'de görülmektedir [88], [89], [90]. Ayrıca 2014 – 2018 yılları arasında yaşanan tüm uçak kazalarının %23'ünün hava koşullarından kaynaklandığı Şekil 4'de görülmektedir [88], [89], [90]. 2010 – 2014 yılları arasına kıyasla 2014 – 2018 yılları arasında toplam uçak kazasında bir azalma meydana geldiği ve kazalardaki bu azalmanın hava koşullarından kaynaklanan uçak kazalarında yaşandığı görülmektedir.

Son incelenen dönem olan 2018 – 2022 yılları arasında yaşanan 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip uçak kazalarının kaçının hava koşullarından kaynaklandığı ise Şekil 5'de gösterilmektedir [88], [89], [90].



Şekil 5. 2018 – 2022 yılları arasında yaşanan 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip uçak kazalarında hava koşulları etkisi [88], [89], [90]

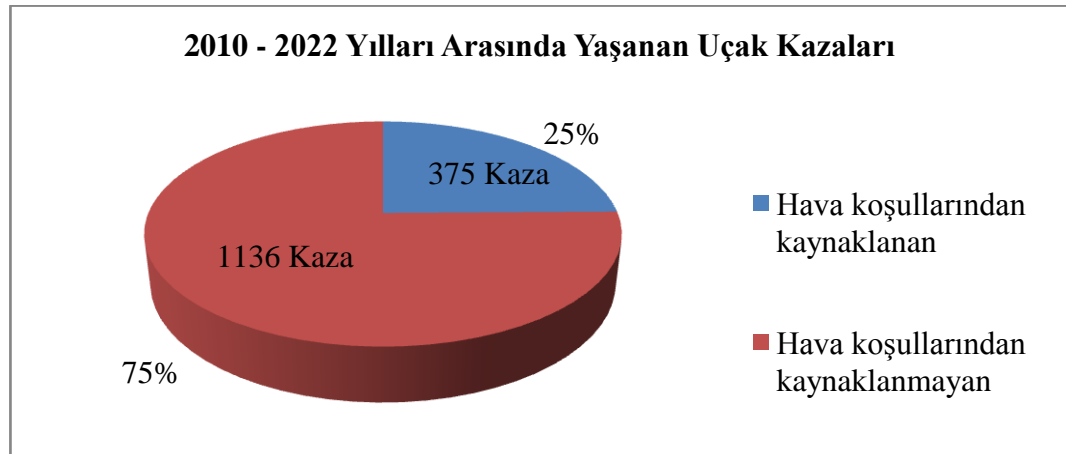
2018 – 2022 yılları arasında yaşanan uçak kazalarının içerisindeki hava koşullarından kaynaklanan uçak kazalarının oranı ise Şekil 6’da gösterilmektedir [88], [89], [90].



Şekil 6. 2018 – 2022 yılları arasında yaşanan 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip uçak kazalarındaki hava koşullarının oranı [88], [89], [90]

2018 – 2022 yılları arasında dünyada 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip toplam 443 uçak kazası meydana gelmiştir [88], [89], [90]. 2018 – 2022 yılları arasındaki uçak kazalarında meydana gelen azalmanın en önemli nedenlerinden birisi 2019 yılının sonunda Çin’de başlayıp çok kısa bir sürede dünyaya yayılan ve havacılık sektörü de dahil ulaşım kısıtlamalarına neden olan COVID-19 virüs salgınıdır [91]. COVID-19 salgını dünyada hareket kısıtlamaları ve seyahat yasaklarının yaşanmasına sebep olmuştur [92]. Havacılık sektöründeki yolcu sayılarına ilişkin verilere bakıldığında ise COVID-19’un havacılık sektöründeki yolcu sayılarında çok önemli düşüslere yol açtığı ve havacılık sektörünü benzeri görülmemiş bir krizle karşı karşıya bıraktığı bilinmektedir [93], [94]. Ancak virüs salgınından kaynaklanan ulaşım kısıtlamalarına rağmen hava koşullarından kaynaklanan uçak kazalarında önemli miktarda bir azalmanın olmadığı Şekil 6’da görülmektedir [88], [89], [90]. Hava koşullarından kaynaklı uçak kazalarındaki sayısal azalış toplam uçak kazaları içerisindeki hava koşullarından kaynaklı meydana gelen uçak kazaları oranı düşürmemiştir. Hatta 2018 – 2022 yılları arasında yaşanan hava koşullarından kaynaklı uçak kazaları bir önceki dönem olan 2014 – 2018 yılları arasında yaşanan hava koşullarından kaynaklı uçak kazalarının oranını geçtiği açıkça görülmektedir [88], [89], [90].

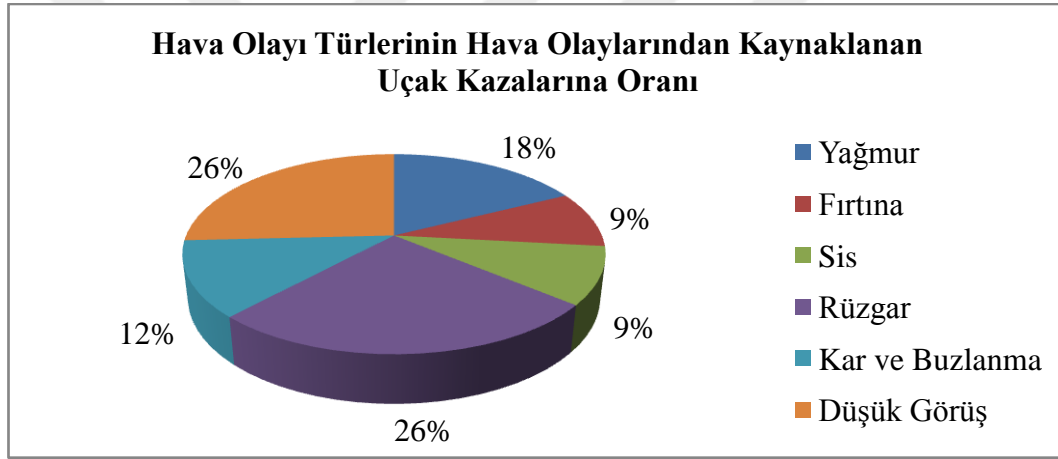
Tüm dönemler için yapılan çalışmaların tek bir grafik halinde 2010 – 2022 yılları arasında yaşanan uçak kazalarındaki hava koşullarının oranı ise Şekil 7’de gösterilmektedir [88], [89], [90].



Şekil 7. 2010 – 2022 yılları arasında yaşanan 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip uçak kazalarındaki hava koşullarının oranı [88], [89], [90]

Tüm dönemlere bakıldığında 2010 – 2022 yılları arasında 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip toplam 1511 kazanın yaşandığı görülmektedir [88], [89], [90]. Tüm bu kazaların ise %25'inin hava koşullarından kaynaklandığı Şekil 7'de görülmektedir [88], [89], [90]. Bu aynı zamanda son 12 yılda yaşanan her 4 uçak kazasının 1'inin hava koşullarından kaynaklandığını göstermektedir [88], [89], [90].

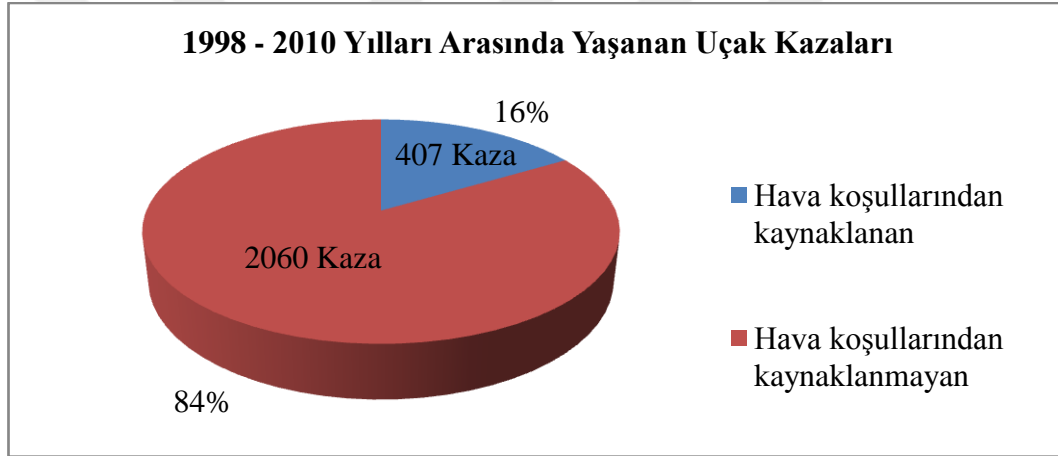
Son olarak 2010 – 2022 yılları arasında meydana gelen hava olaylarından kaynaklı uçak kazalarında hava olayı türlerinin hava olaylarından kaynaklı uçak kazaları içerisindeki yüzdesi Şekil 8'te gösterilmektedir [88], [89], [90].



Şekil 8. 2010 – 2022 yılları arasında yaşanan hava olaylarından kaynaklanan uçak kazalarındaki hava olayı türlerinin oranı [88], [89], [90]

2010 – 2022 yılları arasında hava olaylarından kaynaklanan uçak kazalarına etki eden faktörlerin yağmur, fırtına, sis, kar ve buzlanma, rüzgar ve düşük görüş olduğu Şekil 8'de görülmektedir [88], [89], [90]. Şekil 8'de aynı zamanda 2010 – 2022 yılları arasında uçak kazalarına en çok etki eden hava olayının düşük görüş ve rüzgar olduğu görülmektedir [88], [89], [90]. Ayrıca kar ve buzlanmanın düşük görüş ve rüzgardan sonra uçak kazalarına en çok etki eden hava olayı olduğu da açıkça görülmektedir [88], [89], [90].

Küresel ısınma ve iklim değişikliğiyle birlikte değişen hava koşullarından kaynaklanan uçak kazalarının dünyada yaşanan tüm uçak kazaları içerisindeki oranının arttığına daha iyi anlaşılabilmesi için bu çalışmada incelenen 12 yıllık dönem olan 2010 – 2022 yılları ile bir önceki 12 yıllık dönem olan 1998 – 2010 yılları arasındaki dönemin karşılaştırılması gerekmektedir. Bu amaçla 1998 – 2010 yılları arasında dünyada yaşanan 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip tüm uçak kazalarının içerisinde hava koşullarından kaynaklanan uçak kazalarının oranı Şekil 9’da gösterilmektedir [88], [89], [90].



Şekil 9. 1998 – 2010 yılları arasında yaşanan 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip uçak kazalarındaki hava koşullarının oranı [88], [89], [90]

1998 – 2010 yılları arasında dünyada 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip toplam 2467 uçak kazası meydana gelmiştir [88], [89], [90]. 1998 – 2010 yılları arasında yaşanan uçak kazalarının 407’sinin hava olaylarından kaynaklandığı Şekil 9’da görülmektedir [88], [89], [90]. Ayrıca 1998 – 2010 yılları arasında yaşanan tüm uçak kazalarının %16’sının hava koşullarından kaynaklandığı Şekil 9’da görülmektedir [88], [89], [90].

1998 – 2010 ve 2010 – 2022 yılları arasındaki iki döneme bakıldığında 1998 – 2010 yılları arasında daha fazla uçak kazası yaşandığı açıkça görülmektedir [88], [89], [90]. Ancak iki dönemde de yaşanan tüm uçak kazalarındaki hava olaylarından kaynaklanan uçak kazalarının oranlarına bakıldığında 2010 – 2022 yılları arasında ciddi bir artışın

olduğu görülmektedir. 1998 – 2010 yılları arasında yaşanan tüm uçak kazalarının %16’sının, 2010 – 2022 yılları arasında yaşanan tüm uçak kazalarının ise %25’inin hava koşullarından kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır [88], [89], [90]. Toplam uçak kazalarında azalma meydana gelmesine rağmen hava olaylarından kaynaklanan uçak kazalarının oransal olarak %9’luk artışı küresel ısınma ve iklim değişikliğinin son yıllarda giderek artmasından kaynaklanmaktadır [88], [89], [90]. Son yıllarda giderek artan küresel ısınma ve iklim değişiklikleri değişken hava olaylarını daha tehlikeli bir hale getirerek daha fazla uçak kazasının yaşanmasına neden olmaktadır.

Yapılan bu çalışma ile birlikte son yıllarda yaşanan uçak kazalarına küresel ısınma ve iklim değişikliği ile artan hava olaylarının etkileri ve uçak kazaları içerisinde hava olaylarından kaynaklanan uçak kazalarının oranları araştırılıp sonuçlar ortaya konmuştur.

4. BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1.Sonuçlar

Küresel ısınma ve iklim değişikliği ile birlikte yağmur, fırtına, sis, rüzgar, kar ve buzlanma gibi hava olaylarının etkilerinin, şiddetinin ve sıklığının artması küresel ısınma ve iklim değişikliğinin dünyamız için oldukça tehlikeli bir hale geldiğini göstermektedir. Küresel ısınma ve iklim değişikliği ile birlikte daha sık ve daha şiddetli hale gelen hava olaylarının havacılık sektörüne olan etkilerinin ise yıkıcı boyutlara ulaştığı bilinmektedir [4], [5], [18], [62]. Bu yüzden küresel ısınma ve iklim değişikliği ile birlikte artan hava koşullarının uçaklar için değerlendirilmesinin gerekliliği açıkça görülmektedir. Özellikle uçak kazalarında hava olaylarının etkileri ölümcül boyutlara ulaşabilmektedir. Hava olaylarının şiddet ve sıklığının küresel ısınma ve iklim değişikliği ile birlikte artması sonucunda uçak kazalarına olan katkıları da daha önemli bir hale gelmektedir. Bu tez çalışmasında ilk olarak 2010 - 2022 yılları arasında dünyada yaşanan 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip uçak kazaları incelenmiştir. İncelenen kazalarda küresel ısınma ve iklim değişikliği ile birlikte artan hava olaylarının sebep olduğu uçak kazalarının tüm uçak kazaları içerisindeki oranı ve hava olayı türleri arasındaki dağılımı hesaplanmıştır. Tez çalışmasında incelenen 1511 uçak kazasının 375'inin hava olaylarından kaynaklandığı tespit edilmiştir [88], [89], [90]. Bununla birlikte 2010 – 2022 yılları arasında dünyada yaşanan 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip uçak kazalarının %25'inin hava koşullarından kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır [88], [89], [90]. Bu sonuçla birlikte 2010 – 2022 yılları arasında dünyada yaşanan 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip her 4 uçak kazasından 1'inin hava olaylarından kaynaklandığı ortaya çıkmaktadır [88], [89], [90]. Bu oran küresel ısınma

ve iklim değişikliği ile değişen hava koşullarının havacılık sektörü ve havacılık güvenliği açısından oldukça önemli bir risk oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Tez çalışmasında incelenen dönemde hava olaylarından kaynaklı yaşanan uçak kazalarında, uçak kazalarına en çok etki eden hava olayının %26 ile düşük görüş ve yine %26 ile rüzgar olduğu sonucuna ulaşılmıştır [88], [89], [90]. Yapılan tez çalışmasında ayrıca bir önceki 12 yıllık dönem olan 1998 – 2010 yılları arasında dünyada yaşanan 12 ve üzeri yolcu kapasitesine sahip tüm uçak kazalarının %16'sının hava olaylarından kaynaklandığı hesaplanmıştır [88], [89], [90]. Bu oran ile birlikte 2010 – 2022 ve 1998 – 2010 yılları kıyaslandığında 2010 – 2022 yılları arasında yaşanan hava olaylarından kaynaklanan uçak kazalarının oransal olarak %9 arttığı sonucuna ulaşılmıştır [88], [89], [90]. Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin havacılık sektörü için değerlendirilmesi ve değişken hava koşullarına karşı önlemlerin alınması gerekmektedir. Küresel ısınma ve iklim değişiklikleri geleceğin sorunu olmaktan çıkıp günümüzün en büyük sorunlarından birisi haline gelmektedir. Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin uçak kazalarına olan etkilerinin azaltılması uçak kazalarını azaltarak uçak kazalarında yaşanan insan kaybının önüne geçebilecektir. Bu durum ise insanların ulaşım güvenliği açısından oldukça önemlidir.

4.2. Öneriler

Küresel ısınma ve iklim değişikliği havacılık ve uçak kazalarına olan etkileri ile alakalı ileride yapılacak çalışmalarda aşağıda belirtilen konuların değerlendirilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir:

- Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin uçaklar üzerine olan malzeme ve ekipman zararları araştırılarak hangi zararlara neden olduğu, oluşan zararın malzeme ömrünü ne derece etkilediği ve uçak kaza riski oluşturup oluşturmadığı araştırılıp incelenebilir.

TEŐEKKÖR

Bu tez çalıőmasından **“The effect of global warming and climate changes on aircraft accidents between 2010-2022”** makalesi türetilmiő ve **“Aircraft Engineering and Aerospace Technology”** dergisinde yayınladılmıőtır [95].

KAYNAKÇA

1. Capobianco, G., Lee M.D., 2001. The role of weather in general aviation accidents: an analysis of causes, contributing factors and issues. **Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting**, **45** (2): 190-194.
2. Gultepe, I., Kuhn, T., Pavolonis, M., Calvert, C., Gurka, J., Heymsfield, A.J., Liu, P.S.K., Zhou, B., Ware, R., Ferrier, B., Milbrandt, J., Bernstein, B., 2014. Ice fog in arctic during fram-ice fog project: aviation and nowcasting applications. **Bulletin of the American Meteorological Society** **95** (2): 211-226.
3. Gultepe, I., Sharman, R., Williams, P.D., Zhou, B., Ellrod, G., Minnis, P., Trier, S., Griffin, S., Yum, S.S., Gharabaghi, B., Feltz, W., Temimi, M., Pu, Z., Storer, L.N., Kneringer, P., Weston, M.J., Chuang, H., Thobois, L., Dimri, A.P., Dietz, S.J., França, G.B., Almeida, M.V., Neto, F.L.A., 2019. A review of high impact weather for aviation meteorology. **Pure and Applied Geophysics** **176** (5): 1869-1921.
4. Williams, P.D., 2017. Increased light, moderate, and severe clear-air turbulence in response to climate change. **Advances in Atmospheric Sciences** **34** (5): 576-586.
5. Jagero, F., 2017. Investigation Of Forecasting Potential Of Aircraft Weather Hazards Over Kenya Using Numerical Model. Nairobi University, Meteorology Department, Master Degree Thesis, Nairobi, pp. 60.
6. Pike, W.S., 1988. UK weather-related civil aircraft accidents 1977-1986. **Weather** **43** (6): 214-220.
7. Symons, L., 1996. Weather-influenced accidents to UK transport aircraft. **Weather** **51** (12): 419-425.
8. Jenamani, R.K., Kumar, A., 2013. Bad weather and aircraft accidents—global vis-à-vis indian scenario. **Current Science** **104** (3): 316-325.
9. Luers, J., Hairies, P., 1983. Heavy rain influence on airplane accidents. **Journal of Aircraft** **20** (2): 187-191.
10. Kaplan, M.L., Huffman, A.W., Lux, K.M., Charney, J.J., Riordan, A.J., Lin, L., 2005. Characterizing the severe turbulence environments associated with commercial aviation accidents. **Meteorology and Atmospheric Physics** **88** (3): 129-152.

11. Keller, T.L., Trier, S.B., Hall, W.D., Sharman, R.D., Xu, M., Liu, Y., 2015. Lee waves associated with a commercial jetliner accident at denver international airport. **Journal of Applied Meteorology and Climatology** **54** (7): 1373-1392.
12. Mazon, J., Rojas, J.I., Lozano, M., Pino, D., Prats, X., Miglietta, M.M., 2017. Influence of meteorological phenomena on worldwide aircraft accidents 1967-2010. **Meteorological Applications** **25** (2): 236-245.
13. Fujita, T.T., Caracena, F., 1977. An analysis of three weather-related aircraft accidents. **Bulletin of the American Meteorological Society** **58** (11): 1164-1181.
14. Luers, J., Haines, P., 1981. The effect of heavy rain on windshear attributed accidents. *19th Aerospace Sciences Meeting*, 1981, American Institute of Aeronautics and Astronautics pp. 390.
15. Shen, J., Parks, E.K., Bach, R.E., 1996. Comprehensive analysis of two downburst-related aircraft accidents. **Journal of Aircraft** **33** (5): 924-930.
16. Safronov, A.N., 2019. Aviation meteorology at several plane crash sites. **Atmosphere** **10** (2): 50.
17. Weli, V.E., Ifediba, U.E., 2014. Poor weather conditions and flight operations: implications for air transport hazard management in nigeria. **Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management** **7** (3): 235-243.
18. Buba, S.D., Gomes, C., Kadir, M.Z.A.A., 2012. Lightning accidents in nigeria: with special attention to aviation mishaps, 1-6. *2012 International Conference on Lightning Protection*, 2012, Vienna, Austria.
19. Ujaddughe, M.O., Ohikhuare, J., 2019. Geography and plane crashes: a search for the missing link. **Annals of Medical and Surgical Practice** **4** (1): 15-24.
20. Fultz, A.J., Ashley, W.S., 2016. Fatal weather-related general aviation accidents in the united states. **Physical Geography** **37** (5): 291-312.
21. Weli, V.E., Emenike, G.C., 2016. Turbulent weather events and aircraft operations: implications for aviation safety at the port harcourt international airport nigeria. **International Journal of Weather, Climate Change and Conservation Research** **2** (3): 19-30.
22. Adefolalu, D.O., 1984. On bioclimatological aspects of harmattan dust haze in nigeria. **Archives for Meteorology Geophysics and Bioclimatology Series B Theoretical and Applied Climatology** **33** (4): 387-404.

23. Benedetto, A., 2002. A decision support system for the safety of airport runways: the case of heavy rainstorms. **Transportation Research Part A: Policy and Practice** **36** (8): 665-682.
24. Black, A.W., Ashley, W.S., 2010. Nontornadic convective wind fatalities in the united states. **Natural Hazards** **54** (2): 355-366.
25. Black, A.W., Mote, T.L., 2015. Characteristics of winter-precipitation-related transportation fatalities in the united states. **Weather, Climate and Society** **7** (2): 133-145.
26. Williamson, S.P., Stailey, J.E., Welshinger, M.J., Katt, R., 2009. Results of the national aviation weather programs 10-year goal to reduce weather-related accidents by 80 percent. *Office of the federal coordinator for meteorological services and supporting research*, 2009, USA, pp. 32.
27. Regmi, R.P., Kitada, T., Dudhia, J., Maharjan, S., 2017. Large-scale gravity current over the middle hills of the nepal himalaya: implications for aircraft accidents. **Journal of Applied Meteorology and Climatology** **56** (2): 371-390.
28. Regmi, R.P., 2014. Aviation hazards in the sky over thada as revealed by meso-scale meteorological modeling. **Journal of Institute of Science and Technology** **19** (2): 65-70.
29. Sharman, R., Tebaldi, C., Wiener, G., Wolff, J., 2006. An integrated approach to mid-and upper-level turbulence forecasting. **Weather and Forecasting** **21** (3): 268-287.
30. Marwitz, J., Poiitovich, M., Bernstein, B., Ralph, F., Neiman, P., Ashenden, R., Bresch, J., 1997. Meteorological conditions associated with the ATR72 aircraft accident near roselawn india on 31 october 1994. **Bulletin of the American Meteorological Society** **78** (1): 41-52.
31. Bernstein, B.C., McDonough, F., Politovich, M.K., Brown, B.G., Ratvasky, T.P., Miller, D.R., Wolff, C.A., Cuning, G., 2005. Current icing potential: algorithm description and comparison with aircraft observations. **Journal of Applied Meteorology and Climatology** **44** (7): 969-986.
32. Akanni, C.O., Hassan, A.M., Osuji, T.C., 2016. Empirical analysis of extreme weather conditions and aviation safety in nigeria. **Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management** **9** (6): 680-690.

33. Abbas, I.I., Ojo, J.K., Igburu, P.A., 2012. The impacts of extreme weather and climate events on aviation. **Environment, Ecology & Management** **1** (1): 12-20.
34. Ison, D., 2014. Correlates of continued visual flight rules (vfr) into instrument meteorological conditions (imc) general aviation accidents. **Journal of Aviation/Aerospace Education & Research** **24** (1): 1-26.
35. Li, G., Baker, S.P., Grabowski, J.G., Rebok, G.W., 2001. Factors associated with pilot error in aviation crashes. **Aviation, Space and Environmental Medicine** **72** (1): 52-58.
36. Lorenz, R.D., Myers, M.J., 2005. Dust devil hazard to aviation: a review of united states air accident reports. **Journal of Meteorology** **30** (298): 178-184.
37. Zrnic, D.S., Doviak, R.J., Lee, J.T., Eilts, M.D., 1987. Oklahoma weather phenomena that may affect aviation. **Journal of Aircraft** **24** (5): 310-316.
38. Rudich, R., 1986. Weather-involved U.S. air carrier accidents 1962-1984 – a compendium and brief summary. *In 24th Aerospace Sciences Meeting, 1986, USA*, pp. 327.
39. McLean, J.J.R., 1986. Determining the effects of weather in aircraft accident investigations. *In 24th Aerospace Sciences Meeting, 1986, USA*, 323s.
40. Iwadare, K., Oyama, T., 2015. Statistical data analyses on aircraft accidents in japan: occurrences causes and countermeasures. **American Journal of Operations Research** **5** (3): 222.
41. Shkrum, M.J., Hurlbut, D.J., Young, J.G., 1996. Fatal light aircraft accidents in ontario: a five year study. **Journal of Forensic Sciences** **41** (2): 252-263.
42. Cole, J., Sand, W., 1991. Statistical study of aircraft icing accidents. *In 29th Aerospace Sciences Meeting 1991, USA*, 558s.
43. Stough, H.P., Shafer, D.B., Schaffner, P.R., Martzaklis, K.S., 2000. Reducing aviation weather-related accidents through high-fidelity weather information distribution and presentation, 1-13. *ICAS 2000 CONGRESS, 2000-09-01, National Aeronautics and Space Administration hampton va Langley Research Center*, pp. 651.
44. Golaszewski, R., 1988. Weather briefing use and fatal weather accidents. **Transportation Research Record** **1158** (21): 21-28.

45. Doorn, V., Robert, R.A., Voogt, D., Alexander, J., 2007. Glider accidents: an analysis of 143 cases 2001-2005. **Aviation, Space and Environmental Medicine** **78** (1): 26-28.
46. Carpenter, F.A., 1922. Aeronautic accidents of two years compared. **The Scientific Monthly** **14** (4): 361-363.
47. Butler, B., 2014. Helicopter emergency medical services and weather-related accidents. **Air Medical Journal** **33** (3): 84-85.
48. Pike, W.S., 2009. Pilot disorientation as the most frequent cause of fatal, weather-related accidents in UK civil and general aviation. **The Journal of Navigation** **45** (2): 229-240.
49. Boyd, D.D., Stolzer, A., 2016. Accident-precipitating factors for crashes in turbine-powered general aviation aircraft. **Accident Analysis & Prevention** **86**, 209-216.
50. Wiggins, M., O'Hare, D., 1995. Expertise in aeronautical weather-related decision making: a cross-sectional analysis of general aviation pilots. **Journal of Experimental Psychology: Applied** **1** (4): 305-320.
51. Li, G., Baker, S.P., 2007. Crash risk in general aviation. **JAMA** **297** (14): 1596-1598.
52. Boyd, D.D., 2015. Causes and risk factors for fatal accidents in non-commercial twin engine piston general aviation aircraft. **Accident Analysis & Prevention** **77**, 113-119.
53. Voogt, A., Doorn, R.R.A.V., 2007. Helicopter accidents: data-mining the ntsb database. *Maastricht University* pp. 7.
54. Keller, J.C., Walala, M.S., Fanjoy, R.O., 2014. Interaction of weather and other contributing factors in general aviation instrument approach accidents. **The Collegiate Aviation Review International** **32** (2).
55. Price, J.M., Groff, L.S., 2005. Risk factors for fatal general aviation accidents in degraded visual conditions. *2005 International Symposium on Aviation Psychology*, pp. 584-589.
56. Burian, B.K., Orasanu, J., Hitt, J., 2000. Weather-related decision errors: differences across flight types. **Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting** **44** (1): 22-25.

57. Lanicci, J., Halperin, D., Shappell, S., Hackworth, C., Holcomb, K., Bazargan, M., Baron, J., Iden, R., 2012. General aviation weather encounter case studies, 1-22. *Federal Aviation Administration Oklahoma City Civil Aerospace Medical*, 2012-09-01, USA, pp. 22.
58. Shappell, S., Detwiler, C., Holcomb, K., Hackworth, C., Boquet, A., Wiegmann, D., 2006. Human error and commercial aviation accidents: a comprehensive fine-grained analysis using hfcas, 1-19. *Federal Aviation Administration Washington dc Office of Aviation Medicine*, 2006-07-01, USA, pp. 24.
59. Shila, J.J., Anne, A., 2015. Promoting aviation safety in africa: analysis of air accidents in the region between 2004 and 2013. *18th International Symposium on Aviation Psychology*, 43-48.
60. Collins, W.E., Dollar, C.S., 1996. Fatal general aviation accidents involving spatial disorientation: 1976-1992, 1-12. *Federal Aviation Administration Oklahoma City Civil Aeromedical inst*, 1996-08-01, USA, pp. 15.
61. Fatkulina, D., 2016. Plane crash: common causes and ways to prevent, 13-14. *Красноярск, Сибирский федеральный университет*, 15-25 April 2016, Krasnoyarsk, pp. 51.
62. Chovgalenko, E.V., 2018. The main causes of air crashes, 46-47. *XIII International Conferaence "Polit current problems of scence" Directly "Humanities" Vol.2*, 2018, Kyiv.
63. Sharma, S., Sabitha, A.S., 2016. Flight crash investigation using data mining techniques, 1-7. *2016 Ist India International Conference on Information Processing*, 2016 August, IEEE.
64. Cosmin-Liviu, Ș., Nicoleta, I., 2015. Icing-a risk factor in aviation case study: the plane crash in the apuseni mountains (Romania) on 20.01.2014. **Present Environment and Sustainable Development 9** (1): 243-250.
65. Oo, K.T., Oo, K.L., 2022. Analysis of the most common aviation weather hazard and its key mechanisms over the yangon flight information region. **Advances in Meteorology 2022**.
66. Harizi, R., Belhaiza, M.A., Harizi, B., 2013. A cliometric analysis of the explanatory factors of the air crashes in the world (1950-2008). **Journal of Transportation Safety & Security 5** (2): 165-185.

67. Cao, Y., Tan, W., Wu, Z., 2018. Aircraft icing: an ongoing threat to aviation safety. **Aerospace science and technology** **75**, 353-385.
68. Regmi, G., Shrestha, S., Maharjan, S., Khadka, A.K., Regmi, R.P., Kaphle, G.C., 2020. The weather hazards associated with the US-Bangla aircraft accident at the tribhuvan international airport Nepal. **Weather and Forecasting** **35** (5): 1891-1912.
69. Baker, S.P., Lamb, M.W., Li, G., Dodd, R.S., 1993. Human factors in crashes of commuter airplanes. **Aviation, Space and Environmental Medicine** **64** (1): 63-68.
70. Michales, A.S., 2012. Contributing factors among fatal loss of control accidents in multiengine turbine aircraft. **Aviation Technology Graduate Student Publications** **17**.
71. Van Aalst, M.K., 2006. The impacts of climate change on the risk of natural disasters. **Disasters** **30** (1): 5-18.
72. Aizebeokhai, A.P., 2009. Global warming and climate change: realities, uncertainties and measures. **International Journal of Physical Sciences** **4** (13): 868-879.
73. Gündoğmuş, Y.N., 2022. Son 10 yılda afetlerin yüzde 83'ü hava ve iklim bağlantılı şiddetli olaylardan kaynaklandı. (<https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/son-10-yilda-afetlerin-yuzde-83u-hava-ve-iklim-baglantili-siddetli-olaylardan-kaynaklandi/2128079>), (Erişim tarihi: Aralık 2022).
74. O'Gorman, P.A., Schneider, T., 2009. The physical basis for increases in precipitation extremes in simulations of 21st-century climate change. **Proceedings of the National Academy of Sciences** **106** (35): 14773-14777.
75. Burbidge, R., 2018. Adapting aviation to a changing climate: key priorities for action. **Journal of Air Transport Management** **71**, 167-174.
76. Coffel, E.D., Thompson, T.R., Horton, R.M., 2017. The impacts of rising temperatures on aircraft takeoff performance. **Climatic Change** **144** (2): 381-388.
77. Hane, F.T., 2016. Comment on "Climate change and the impact of extreme temperatures on aviation". **Weather, Climate and Society** **8** (2): 205-206.
78. Coffel, E., Horton, R., 2015. Climate change and the impact of extreme temperatures on aviation. **Weather, Climate and Society** **7** (1): 94-102.

79. Ren, D., Dickinson, R.E., Fu, R., Bornman, J.F., Guo, W., Yang, S., Leslie, L.M., 2019. Impacts of climate warming on maximum aviation payloads. **Climate Dynamics** **52**, 1711-1721.
80. Németh, H., Svec, M., Kandrác, P., 2018. The influence of global climate change on the european aviation. **International Journal on Engineering Applications** **6** (6): 179-186.
81. O'Connor, A., Kearney, D., 2018. Evaluating the effect of turbulence on aircraft during landing and take-off phases. **International Journal of Aviation, Aeronautics and Aerospace** **5** (4): 1-15.
82. Mäkelä, A., Saltikoff, E., Julkunen, J., Juga, I., Gregow, E., Niemelä, S., 2013. Cold-season thunderstorms in finland and their effect on aviation safety. **Bulletin of the American Meteorological Society** **94** (6): 847-858.
83. Williams, P.D., Joshi, M.M., 2013. Intensification of winter transatlantic aviation turbulence in response to climate change. **Nature Climate Change** **3** (7): 644-648.
84. Storer, L.N., Williams, P.D., Gill, P.G., 2019. Aviation turbulence: dynamics, forecasting and response to climate change. **Pure and Applied Geophysics** **176** (5): 2081-2095.
85. Chen, Z., Wang, Y., 2019. Impacts of severe weather events on high-speed rail and aviation delays. **Transportation Research Part D: Transport and Environment** **69**, 168-183.
86. Yair, Y., 2018. Lightning hazards to human societies in a changing climate. **Environmental Research Letters** **13** (12): 123002.
87. Pejovic, T., Williams, V.A., Noland, R.B., Toumi, R., 2009. Factors affecting the frequency and severity of airport weather delays and the implications of climate change for future delays. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board** **2139** (1): 97-106.
88. Bureau of aircraft accidents archives. (<https://www.baaa-acro.com/crash-archives>), (Erişim tarihi: Aralık 2022).
89. National transportation safety board. (<https://www.nts.gov>), (Erişim tarihi: Aralık 2022).
90. Aviation safety network. (<http://aviation-safety.net>), (Erişim tarihi: Aralık 2022).

91. Zhang, L., Yang, H., Wang, K., Zhan, Y., Bian, L., 2020. Measuring imported case risk of covid-19 from inbound international flights---A case study on china. **Journal of Air Transport Management** **89**, 101918.
92. Serrano, F., Kazda, A., 2020. The future of airports post covid-19. **Journal of Air Transport Management** **89**, 101900.
93. Forsyth, P., Guiomard, C., Niemeier, H.M., 2020. Covid-19 the collapse in passenger demand and airport charges. **Journal of Air Transport Management** **89**, 101932.
94. Arora, M., Tuchen, S., Nazemi, M., Blessing, L., 2021. Airport pandemic response: an assessment of impacts and strategies after one year with covid-19. **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives** **11**, 100449.
95. Akay, T., Tarhan, C., 2023. The effect of global warming and climate changes on aircraft accidents between 2010-2022. **Aircraft Engineering and Aerospace Technology**.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Tuncer AKAY

Uyruğu: Türkiye (T.C)

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Çukurova Üniversitesi, Çevre Mühendisliği	2019
Lise	Hacı Hatice Turgut Lisesi, Adana	2015

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2023	Desam Çevre Danışmanlık	2023

YABANCI DİL

İngilizce

YAYINLAR

1. Akay, T., Tarhan, C., 2023. The effect of global warming and climate changes on aircraft accidents between 2010-2022. **Aircraft Engineering and Aerospace Technology.**