



**HAVA TRAFİK KONTROL HİZMETİNDEN KAYNAKLANAN UÇAK
KAZALARININ İNCELENMESİ**

Lejla NIKSIC

DOKTORA TEZİ
KAZALARIN ÇEVRESEL VE TEKNİK ARAŞTIRMASI ANA BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ARALIK 2022

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Lejla NIKSIC

05/12/2022

HAVA TRAFİK KONTROL HİZMETİNDEN KAYNAKLANAN UÇAK KAZALARININ İNCELENMESİ

(Doktora Tezi)

Lejla NIKSIC

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Aralık 2022

ÖZET

Havacılığın ilk günlerinden günümüze kadar büyük teknolojik gelişmeler olmasına ve havacılık kazalarının sayısında azalma sağlanmasına rağmen, günümüzde halen çok sayıda insanın hayatını kaybettiği ve hava endüstrisi için çok yüksek maliyetlere neden olan kazalar meydana gelmektedir. Havacılık kazalarını etkileyen; araç üretim hataları, bakım onarım eksiklikleri, havalimanı altyapı eksiklikleri, kötü hava koşulları, yönetim ve denetim eksiklikleri, pilot ve uçuş ekibi hatası gibi, sistemsel, teknik, örgütsel ve insan faktörlerini içeren birçok bileşen söz konusudur. Bu bileşenlerin, özellikle uçak kazalarındaki etkisini inceleyen pek çok çalışma bulunmakla birlikte, uçuş operasyonlarında önemli sorumluluğu bulunan Hava Trafik Kontrolöründen (HTK) kaynaklanan kazaları inceleyen az sayıda çalışma bulunmaktadır. HTK'lar hava sahasında ve havaalanlarında uçak trafiğinin güvenli, düzenli ve hızlı akışını sağlamaktan sorumludur. HTK'nın doğrudan ya da dolaylı sorumlu olduğu küçük bir hata bile çok ciddi olumsuz sonuçlara yol açabilir. HTK hatalarını önlemek ve azaltmak için, HTK kaynaklı hata türlerini ve hatanın olduğu koşulları anlamak son derece önemlidir. Bu çalışmada, HTK ilişkili kazaların ve olayların meydana geldiği koşulları ve bu kaza ve olaylardaki HTK faktörünün etkisini belirlemek üzere, NTSB ve EASA veri tabanı kullanılarak, 2008 ve 2018 yılları arasında meydana gelen tüm Amerika ve Avrupa sivil havacılık kazaları ve olaylarının kapsamlı bir incelemesi yapılmıştır. Veri setinde yer alan 221 kaza ve 490 olay kategorize edilerek istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Verilerin sınıflandırılması ve frekanslarının belirlenmesi için, tanımlayıcı istatistikler oluşturulmuş, tüm faktörler arasında ilişki olup olmadığını tespit etmek için Ki Kare test analizi yapılmış, kazayı etkileyen faktörlerin belirlenmesi için lojistik regresyon analizi uygulanmıştır. Lojistik regresyon modeli kazaları %78,8 oranında doğru tespit edebilmiştir. Kaza tipine göre varyans sınıflandırmasının %28,0 (Cox ve Snell R kare) ile %49,5 (Nagelkerke R kare) arasında olduğu tespit edilmiştir. Toplam altı faktörden (HTK Katkısı, Uçuş Kuralları, HTK Birimi, Dış faktörler, Uçak Konumu ve Günün Saati) beş faktörün (HTK Katkısı, Uçuş Kuralları, HTK Birimi, Dış Faktörler ve Uçak Konumu) modele önemli ölçüde katkı sağladığı bulunmuştur. Ki-Kare test sonuçlarına göre HTK ile ilgili kazalarda yedi, HTK ile ilgili olaylarda ise sekiz ilişki tespit edilmiştir.

Bilim Kodu : 93102
Anahtar Kelimeler : Hava trafik, hava trafik kontrol, kaza, olay, lojistik regresyon
Sayfa Adedi : 162
Danışman : Dr.Öğretim Üyesi Ebru ARIKAN ÖZTÜRK

INVESTIGATION OF AIRPLANE ACCIDENTS CAUSED BY AIR TRAFFIC CONTROL

(Ph. D. Thesis)

Lejla NIKSIC

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

December 2022

ABSTRACT

Even though starting from the first days of aviation until today, there is a trend of reducing plane crashes and great technological advances in aviation, there are still a lot of airplane crashes in which a lot of people lose their lives alongside huge material damage and high costs for the air industry. There are many factors that are affecting aviation accidents including systemic, technical, organizational and human factors such as: aircraft manufacturing defects, maintenance and repair deficiencies, airport infrastructure deficiencies, bad weather conditions, management and inspection deficiencies, pilot and flight crew errors. Although there are many studies examining the effects of these components in aircraft accidents, there are only few studies examining the accidents caused by the Air Traffic Control (ATC), which has important responsibility in flight operations. ATCO's are responsible for ensuring the safe, regular and fast flow of aircraft traffic in the airspace and at airports. Even a small mistake for which ATC is directly or indirectly responsible can lead to very serious negative consequences. In order to prevent and reduce ATC errors, it is very important to understand the types of errors with ATC origin and the conditions under which the error occurs. In this study, a comprehensive review of all American and European civil aviation accidents and incidents that occurred between 2008 and 2018 has been made using the NTSB and EASA database to determine the conditions in which ATC-related accidents and incidents occurred and the effect of the ATC factor in these accidents and incidents. Total 221 accidents and 490 incidents were categorized in the data set and statistically analyzed. Descriptive statistics were created in order to classify the data and determine their frequencies, Chi-square test was performed to determine if there was a relationship between all factors while logistic regression analysis was applied to determine the factors affecting the accident. The logistic regression model was able to correctly identify 78.8% of the accidents. Classification of variances in accident type was identified to be between 28.0% (Cox and Snell R square) and 49.5% (Nagelkerke R square). It was found that five factors (ATC contribution, Flight rules, ATC unit, External factors and Location) out of total six factors contributed significantly to the model. According to the Chi-Square test results, seven relationships between factors were found in accidents related to ATC and eight relationships between factors in incidents related to ATC.

Science Code : 93102

Key Words : Air traffic, air traffic control, accident, incident, logistic regression

Page Number : 162

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Ebru ARIKAN ÖZTÜRK

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimi sürecinde bana yol gösteren, tavsiye veren, her konuda destek olan ve tez yazımında danışmanlık yapmasının yanı sıra Türkçe dil bilgisi açısından bana yardım eden danışmanım, kıymetli hocam Dr. Öğretim Üyesi Ebru ARIKAN ÖZTÜRK'e en içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Havacılık konusunda değerli tavsiyeleri ile destek olan değerli hocam Dr. Öğretim Üyesi Ertan ÇINAR'a ve görüş ve önerileri ile tezime katkıda bulunan Doç.Dr. Ömer ASAL'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Eğitim hayatımda bana sabır ve destek gösteren sevgili eşim dr. Makram HADDAD'a, oğlum Mohammed HADDAD'a, kızım Aisha HADDAD'a ve annem Zada NIKSIC'e teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xiii
RESİMLERİN LİSTESİ	xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	7
3. HAVACILIKTA EMNİYET KAVRAMI	15
3.1. Havacılık Kazaları.....	19
3.1.1. Havacılık kazasının tanımı	19
3.1.2. Havacılık kaza istatistikleri	21
3.1.3. Havacılık kazaların nedenleri.....	24
3.1.4. Havacılık kazalarında insan faktörleri.....	30
3.1.5. Hava trafik kontrol	39
3.1.6. Hava trafik kontrol hizmetinden kaynaklanan kazalar	51
4. ALAN ÇALIŞMASI.....	59
4.1. Veri Tabanı.....	59
4.2. Amerika Birleşik Devletleri: NTSB'in Veri Tabanı	62
4.3. Avrupa Birliği: EASA'nın Veri Tabanı	65
5. TANIMLAYICI İSTATİSTİKLERE AİT BULGULAR	67
5.1. Amerika Hava Sahası Vaka Analizleri	67

	Sayfa
5.1.1. Vaka türüne göre analiz.....	67
5.1.2. Hata türüne göre analiz.....	67
5.1.3. İletişimde hata analizi.....	71
5.1.4. Uçuş kurallarına göre analiz.....	72
5.1.5. Dış faktörler analizi	74
5.1.6. Günün saatine göre analiz	75
5.1.7. Vakanın meydana geldiği konuma göre analiz	76
5.1.8. Hava trafik kontrol ünitesine göre analiz	76
5.1.9. Amerika hava sahasındaki kazaların analizi	77
5.2. Avrupa Hava Sahası Vaka Analizleri	79
5.2.1. Vaka türüne göre analiz.....	79
5.2.2. Uçuş kurallarına göre analiz.....	80
5.2.3. Dış faktör analizi	82
5.2.4. Günün saatine göre analiz	83
5.2.5. Vakanın meydana geldiği konuma göre analiz	83
5.2.6. Hava trafik kontrol ünitesine göre analiz	84
5.2.7. Saha kontrolden kaynaklanan vakaların analizi	84
5.2.8. Avrupa Birliği hava sahasındaki kazaların analizi	86
6. ÇAPRAZ TABLOLAMA VE Kİ KARE ANALİZİ.....	89
6.1. Bağımlı Değişken ve Bağımsız Değişkenlerin İlişki Analizi.....	95
6.1.1. Vaka türü hava trafik kontrol katkısı ile ilişkisi	95
6.1.2. Vaka türünün uçuş kuralları ile ilişkisi.....	97
6.1.3. Vaka türünün hava trafik kontrol birimi ile ilişkisi.....	98
6.1.4. Vaka türünün dış faktör ile ilişki analizi	100
6.1.5. Vaka türünün vaka yeri ile ilişki analizi.....	101
6.1.6. Vaka türünün günün saati ile ilişki analizi	103

Sayfa

6.2. Tüm Bağımsız Değişkenlerin Arasındaki İlişkilerin Analizi	105
6.2.1. Hava trafik kontrol katkısının uçuş kuralları ile ilişki analizi	106
6.2.2. Hava trafik kontrol katkısının günün saati ile ilişki analizi	107
6.2.3. Uçuş kurallarının hava trafik kontrol birimi ile ilişki analizi	109
6.2.4. Uçuş kuralları vaka olduğu yer ile ilişki analizi	110
6.2.5. Hava trafik kontrol biriminin vaka yeri ile ilişki analizi	112
6.2.6. Günün saatinin vaka yeri ile ilişki analizi	114
7. LOJİSTİK REGRESYON ANALİZİ	117
7.1. Binari Lojistik Regresyon ile Model Oluşturulması	119
8. ORTAK KARAKTERİSTİKLERE (FAKTÖRLERE) GÖRE KAZA VE OLAYLARIN ANALİZİ	131
8.1. Ortak Karakteristiklere Göre Kaza Analizi	131
8.2. Ortak Karakteristiklere Göre Olay Analizi	133
9. SONUÇ	137
9.1. Avrupa Birliği ve ABD Hava Sahalarındaki HTK İlişkili Vakaların Karşılaştırılması	137
9.2. HTK İlişkili Kazaların ve Olayların Karşılaştırılması	140
9.3. HTK İlişkili Kazaların ve Olayların Özelliklerinin Karşılaştırılması	146
10. ÖNERİLER	151
KAYNAKLAR	153

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Kaza nedenlerine göre kaza sayısı, ölüm sayısı ve oranları	26
Çizelge 3.2. Bölgelere göre kaza nedenlerin oranları	27
Çizelge 3.3. 1990-1999 yılları arası ana nedenlerine göre uçak kaza sayısı.....	27
Çizelge 3.4. 1959 – 1986 yıllar arası ABD havacılık kazaların ana nedenleri ve oranları.....	28
Çizelge 3.5. 1987 – 1996 yıllar arası ABD havacılık kazaların ana nedenleri ve oranları.....	28
Çizelge 3.6. 1982-1991 yıllar arasında meydana gelen kazaların nedenleri ve ölüm sayıları	28
Çizelge 3.7. 2000-2018 yılları arası ABD havasahasında ticari emniyet olayların nedenleri	57
Çizelge 4.1. Vaka türleri için örnekler.....	62
Çizelge 5.1. Organizasyonel hata türlerinin sıklığı.....	69
Çizelge 5.2. Kişisel hata türlerinin sıklığı.....	70
Çizelge 6.1. Değişken kodları ve açıklamaları	91
Çizelge 6.2. Gözlenenler tablosu örnek gösterimi	92
Çizelge 6.3. Beklenenler tablosu örnek gösterimi	92
Çizelge 6.4. Bağımlı değişkenin bağımsız değişkenler arasında Ki-Kare analizlerin sonuçları.....	93
Çizelge 6.5. Tüm bağımsız değişkenler arasında Ki-Kare analizlerin sonuçları.....	94
Çizelge 6.6. Vaka Türü ve HTK katkısı çapraz tablosu	95
Çizelge 6.7. Vaka Türü ve HTK katkısı Ki-Kare test tablosu	96
Çizelge 6.8. Vaka türü ile HTK katkısı arasındaki ilişki güç tablosu.....	96
Çizelge 6.9. Vaka türü ve uçuş kuralları çapraz tablosu.....	97
Çizelge 6.10. Vaka türü ve uçuş kuralları Ki-Kare test tablosu.....	97
Çizelge 6.11. Vaka türü ile uçuş kuralları arasındaki ilişki güç tablosu.....	98
Çizelge 6.12. Vaka türü ve HTK birimi çapraz tablosu.....	98

Çizelge	Sayfa
Çizelge 6.13. Vaka türü ve HTK birimi Ki-Kare test tablosu	99
Çizelge 6.14. Vaka türü ile HTK birimi arasındaki ilişki güç tablosu.....	100
Çizelge 6.15. Vaka türü ve dış faktör çapraz tablosu	100
Çizelge 6.16. Türü ve dış faktör Ki-Kare test tablosu	101
Çizelge 6.17. Vaka türü ile dış faktör arasındaki ilişki güç tablosu	101
Çizelge 6.18. Vaka türü ve vaka yeri çapraz tablosu.....	102
Çizelge 6.19. Vaka türü ve vaka yeri Ki-Kare test tablosu.....	102
Çizelge 6.20. Vaka türü ile vaka yeri arasındaki ilişki güç tablosu	103
Çizelge 6.21. Vaka türü ve günün saati çapraz tablosu	103
Çizelge 6.22. Vaka türü ve günün saati ki-kare test tablosu.....	104
Çizelge 6.23. Vaka türü ile günün saati arasındaki ilişki güç tablosu	104
Çizelge 6.24. HTK katkısı ve uçuş kuralları çapraz tablosu.....	106
Çizelge 6.25. HTK katkısı ve uçuş kuralları ki-kare test tablosu	106
Çizelge 6.26. HTK katkısı ile uçuş kuralları arasındaki ilişki güç tablosu.....	107
Çizelge 6.27. HTK katkısı ve günün saati çapraz tablosu	107
Çizelge 6.28. HTK katkısı ve günün saati ki-kare test tablosu.....	108
Çizelge 6.29. HTK katkısı ile günün saati arasındaki ilişki güç tablosu	108
Çizelge 6.30. Uçuş kuralları ve HTK birimi çapraz tablosu.....	109
Çizelge 6.31. Uçuş kuralları ve HTK birimi Ki-Kare test tablosu.....	110
Çizelge 6.32. Uçuş kuralları ile HTK birimi arasındaki ilişki güç tablosu.....	110
Çizelge 6.33. Uçuş kuralları ve vaka yeri (kaza veya olay yeri) çapraz tablosu	110
Çizelge 6.34. Uçuş kuralları ve vaka yeri Ki-Kare test tablosu.....	111
Çizelge 6.35. Uçuş kuralları ile vaka yeri ilişki güç tablosu	112
Çizelge 6.36. HTK birimi ve vaka yeri (kaza veya olay yeri) çapraz tablosu	112
Çizelge 6.37. HTK birimi ve vaka yeri Ki-Kare test tablosu.....	113
Çizelge 6.38. HTK birimi ile vaka yeri ilişki güç tablosu	113

Çizelge	Sayfa
Çizelge 6.39. Günün saati ve vaka yeri (kaza veya olay yeri) çapraz tablosu	114
Çizelge 6.40. Günün saati ve vaka yeri Ki-Kare test tablosu	114
Çizelge 6.41. Günün saati ile vaka yeri ilişki güç tablosu	115
Çizelge 7.1. Tolerans ve VIF test değerleri	119
Çizelge 7.2. Model ortak etki Omnibus test sonuçları	120
Çizelge 7.3. Hosmer ve Lemeshow test sonuçları	120
Çizelge 7.4. Model özet tablosu.....	120
Çizelge 7.5. Lojistik regresyon analizinde kullanılan bağımlı değişken ve kodlar	121
Çizelge 7.6. Lojistik regresyon analizinde kullanılan kategorik değişkenler ve kodlanmaları ve frekanslar	121
Çizelge 7.7. Lojistik regresyon modeli sonuçları	122
Çizelge 8.1. Ortak karakteristiklere göre kaza sıklığı.....	131
Çizelge 8.2. Ortak karakteristiklere göre olay sıklığı	133
Çizelge 9.1. 2008-2018 yılları arasında dünya, Amerika ve Avrupa hava sahalarında meydana gelen kazalar ve ölüm sayısı.	140
Çizelge 9.2. HTK ilişkili kazalarda ve htk ilişkili olaylarda faktörlerin arasında ilişkilerin karşılaştırılması	144
Çizelge 9.3. HTK ilişkili kazalarda kaza türlerinin sıklığı ve oranı	147
Çizelge 9.4. HTK ilişkili olayların türlerin sıklığı ve oranı	148

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Emniyet kavramının gelişmesi	18
Şekil 3.2. Dünya çapında büyük uçak yolcu ve kargo operasyonlarını içeren ölümlerin sayısı, 1970-2018	21
Şekil 3.3. 1958-2018 yıllar arasında tüm dünyada hava trafik hacmi ve hava aracı ölümcül kazaları	21
Şekil 3.4. Milyon uçuş başına yıllık ölümcül kaza oranı	22
Şekil 3.5. 2008 – 2018 yılları arası havacılık kazaları	23
Şekil 3.6. Uçuş fazlarına göre ölümcül kaza oranı	24
Şekil 3.7. İnsan faktörü ve makine kaynaklı hataları	24
Şekil 3.8. 1991 – 2000 yılları arası temel nedenlere göre kaza oranı	25
Şekil 3.9. 1994 – 2003 yılları arası temel nedenlere göre kaza oranı	25
Şekil 3.10. 1994 – 2005 yılları arası temel nedenlere göre kaza oranı	26
Şekil 3.11. 2002 – 2011 yıllar arası ana nedenlerine göre kaza oranı	29
Şekil 3.12. 2002-2011 yılları arası ana nedenlerine göre kaza sayısı	29
Şekil 3.13. 2008-2018 yılları arası ölümcül kaza, kaza ve olayların sayısı (EASA üyeleri)	30
Şekil 3.14. Emniyetsiz davranışlar	31
Şekil 3.15. Hatalar ve ihlaller	33
Şekil 3.16. Emniyetsiz davranışlara zemin hazırlayan koşullar	33
Şekil 3.17. Emniyetsiz davranışlara zemin hazırlayan koşulların faktörleri	35
Şekil 3.18. Emniyetsiz yönetim	35
Şekil 3.19. Emniyetsiz yönetim faktörleri	36
Şekil 3.20. Örgütsel etkiler	37
Şekil 3.21. Örgütsel süreç faktörleri	38
Şekil 3.22. Hava trafik hizmeti bölümleri	41
Şekil 3.23. Hava trafik kontrol hizmetleri	47

Şekil	Sayfa
Şekil 3.24. HTK ilişkili kazaların oranı	55
Şekil 3.25. Türüne göre HTK kazaların oranı.....	56
Şekil 3.26. 2018-2018 yıllar arası HTK ilişkili kazalar ve olaylar	56
Şekil 3.27. Bir milyon uçuş başına HTK ilişkili kaza ve olay oranı.....	57
Şekil 4.1. Çalışmanın akış şeması.....	59
Şekil 5.1. Vaka türüne göre grafik	67
Şekil 5.2. Hata türüne göre grafik.....	68
Şekil 5.3. Vakalarda organizasyonel hatalar.....	68
Şekil 5.4. Vakalardaki iletişim hata oranı	71
Şekil 5.5. İletişimdeki hata türü	72
Şekil 5.6. Uçuş kurallarına göre grafik	73
Şekil 5.7. IFR ile VFR'lı vaka ve sadece VFR'lı vaka oranı.....	73
Şekil 5.8. VFR'lı vaka HTK hatası asli ve tali kusur oranı	74
Şekil 5.9. Dış faktörler grafiği	74
Şekil 5.10. Vakaları etkileyen dış faktörlerin oranı	75
Şekil 5.11. Günün saatine göre olayların oranı.....	75
Şekil 5.12. Vakanın meydana geldiği konuma göre oranlar	76
Şekil 5.13. HTK ünitelerin hata oranı	77
Şekil 5.14. Kazalarda HTK hatası asli ve tali kusur oranı	78
Şekil 5.15. Kazalarda IFR ve VFR oranı	78
Şekil 5.16. VFR kazalarda HTK hatası asli ve tali kusur oranı	78
Şekil 5.17. Vaka türüne göre grafik	79
Şekil 5.18. Olay türüne göre grafik.....	79
Şekil 5.19. Uçuş kurallarına göre grafik	80
Şekil 5.20. VFR'lı vakalarda HTK hatası asli ve tali kusur oranı	80
Şekil 5.21. VFR'lı vakalarda kaza ve olay oranı	81

Şekil	Sayfa
Şekil 5.22. VFR'lı kazalarda olay türlerin sıklığı	81
Şekil 5.23. Dış faktörler grafiği	82
Şekil 5.24. Vakaları etkileyen dış faktörlerin oranı	82
Şekil 5.25. Günü saatine göre vakaların oranı	83
Şekil 5.26. Vakanın olduğu konuma göre oran.....	83
Şekil 5.27. HTK ünitelerinin hata oranı.....	84
Şekil 5.28. Saha kontrol sorumluyken IFR ve VFR vaka uçuş oranı	85
Şekil 5.29. Düz uçuşta olan vaka uçuşlarında HTK asli ve tali kusur oranı.....	85
Şekil 5.30. En-route vaka uçuşların olay türlerin sıklığı	86
Şekil 5.31. Düz uçuşta vaka uçuşların kaza ve olay oranı	86
Şekil 5.32. Kazalarda HTK hatası asli ve tali kusur oranı	87
Şekil 5.33. Kazalarda IFR ve VFR oranı	87
Şekil 5.34. VFR kazalarda HTK hatası asli ve tali kusur oranı	88
Şekil 5.35. Uçuş fazlarında kaza oranı.....	88

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 4.1. NTSB veri setindeki verileri 1	64
Resim 4.2. NTSB veri setindeki verileri 2	64
Resim 4.3. NTSB veri setindeki verileri 3	64
Resim 4.4. EASA veri setindeki verileri 1	66
Resim 4.5. EASA veri setindeki verileri 2	66
Resim 4.6. EASA veri setindeki verileri 3	66
Resim 6.1. Excel'deki veri setinin görünüşü	89
Resim 6.2. SPSS programındaki veri setinin görünüşü	90

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler

Açıklamalar

FL

Flight Level (Uçuş Seviyesi)

NM

Nautical Mile (Deniz Mili)

Kısaltmalar

Açıklamalar

ABD

Amerika Birleşik Devletleri

ACAS

Airborn Collision Avoidance System
(Havada Çarpışma Önleme Sistemi)

ACC

Area Control Center (Saha Kontrol)

AIP

Aeronautical Information Publication
(Havacılık Bilgi Yayını)

APP

Approach Control (Yaklaşma Kontrol)

ATC

Air Traffic Control (Hava Trafik Kontrol)

ATCo

Air Traffic Control Officer (Hava Trafik Kontrolörü)

ATM

Air Traffic Management (Hava Trafik Yönetimi)

CFIT

Controlled Flight Into or Toward Terrain
(Kontrollü Uçuşta Araziye Çarpma)

CRM

Crew Resources Management
(Mürettebat Kaynak Yönetimi)

HFACS

Human Factors Analysis and Classification System
(İnsan Faktörleri Analiz ve Sınıflandırma Sistemi)

IATA

International Air Transport Association
(Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği)

ICAO

International Civil Aviation Organization
(Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü)

DHMI

Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğüdür

Kısaltmalar**Açıklamalar**

EASA	European Aviation Safety Agency (Avrupa Havacılık Emniyet Ajansı)
EUROCONTROL	Avrupa Hava Seyrüsefer Emniyeti Örgütü
FAA	Federal Aviation Administration(Federal Havacılık Dairesi)
HTK	Hava Trafik Kontrol
IFR	Instrument Flight Rules (Aletli Uçuş Kuralları)
IMC	Instrument Meteorological Conditions (Aletli Meteorolojik Şartlar)
LoS	Loss of Separation (Minimum Ayırma İhlalleri)
NTSB	National Transport Safety Board (Ulusal Taşımacılık Emniyet Dairesi)
RI	Runway Incursions (Pist İhlalleri)
RTS	Remote Tower System (Sanal Kule Sistemi)
SHGM	Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü
SMS	Safety Management System (Emniyet Yönetim Sistemi)
SSP	State Safety Programme (Devlet Emniyet Programı)
TCAS	Traffic Collision Avoidance System (Trafik Uyarı ve Çarpışma Önleme Sistemi)
TWR	Tower Control (Meydan Kontrol)
VFR	Visual Flight Rules (Görerek Uçuş Kuralları)
VMC	Visual Meteorological Contitions (Görerek Meteorolojik Şartlar)

1. GİRİŞ

Hava taşımacılığı diğer ulaşım türlerine göre emniyet ve güvenlik seviyesi yüksek bir ulaşım türüdür (SHGM, 2015). Bugün dünyada ticari havayolu şirketlerinde yaklaşık 25.000 uçak ile 50.000'den fazla rotada hizmet sağlamaktadır (IATA, 2014). Bu uçakların sayısının neredeyse yarısı aynı zamanda (eşzamanlı) havada bulunabilmektedir (Airkule, 2012). Dünya hava sahasındaki bu yoğunluğa rağmen uçaklar en güvenli ulaşım aracı olmaya devam etmektedir. Massachusetts Teknoloji Enstitüsü tarafından yapılan bir araştırmada, uçak kazasında bir yolcunun ölme olasılığının 8 milyonda 1 olduğu belirtilmiştir. Diğer ifadeyle bir yolcunun uçak kazasında ölmesi için 21 yıl boyunca her gün uçuşması gerekmektedir (Uslu ve Dönmez, 2017). Bu nedenle risk faktörü son derece düşüktür. Ancak düşük risk faktörüne rağmen uçak kazalarının sebepleri araştırıldığında küçük hataların büyük felaketlere yol açtığı görülmektedir.

Havacılığın ilk günlerinden günümüze kadar birçok kaza ve olay gerçekleşmiştir. Havacılığın ilk yıllarında üretilen hava araçlarındaki donanım eksiklerinden dolayı meydana gelen kazaların sayısı yüksek olmuştur. Teknolojik ilerlemelerle birlikte ve havacılık alanında yapılan çalışmalar arttıkça uçaklar daha güvenli olmaya başlamıştır. Sonraki yıllarda operasyonel personelin kurallara uymaması, yeni bir emniyet riskini ortaya çıkarmıştır. Bu riskleri ortadan kaldırmak üzere insan özelliklerine ve insan performansına odaklanana çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Ancak bu dönemde insan kaynaklı riskler daha çok bireysel olarak değerlendirilmiştir. 1990'larda "organizasyon", yani örgütsel faktörler risk faktörü olarak değerlendirilmeye başlanmış, 2010'larda "toplam sistem" faktörleri bu çağın risk faktörleri olarak ortaya çıkmıştır (ICAO, 2018). Sebep ne olursa olsun, hataların ortaya çıkması bir buzdağına benzetilebilir. Buzdağının en tepesinde çok ciddi, bilinen ve görülen hatalar bulunmaktadır. Orta bölümde (su yüzeyinde) ise operasyonel açıdan önemli olaylar yer almaktadır. Su altında kalan ve görünmeyen alt bölüm ise "gözden kaçan veya kaçabilenleri" kapsamaktadır. Bunlar, karşılaşıldığında çözülen bildirilmeyen sorunlardır. Büyük felaketlere sebep olan olaylar, kazalardaki hatalara sebep olan olaylar emniyet zincirini kırmak için fırsatlar her zaman sular altındadır (Torun, 2002: 5, 12).

İstatistiksel olarak risk, istenmeyen bir olayın veya bir olayın olumsuz sonuçlarının olasılığıdır (Michalsen, 2003). Havacılık endüstrisi, tehlike tanımlama ve emniyet risk

yönetimini emniyet yönetiminde yer alan temel süreçler olarak tanımlamaktadır. Geleneksel sistem emniyeti, dikkate alınan teknik yönlerin ve sistemin belirli bileşenlerinin sonuçlarına ve emniyet etkilerine dayanmışken, çağdaş emniyet yönetimi, tehlike tanımlamasına ve emniyet risk yönetimine dayalı sistem emniyetini havacılık sistemi tasarımı ve işletiminde kilit bir itici güç olarak tanımaktadır. Bu da insan faktörünün rolünü içermektedir.

Havacılıkta emniyet kavramı, tehlikesizlik veya kazasızlık (Waikar and Nichols 1997) veya farklı saldırılardan kaçınma gibi farklı çağrışımlara sahip olabilmektedir (Watson et al. 2011). Bu nedenle, zarara neden olan veya olması muhtemel faktörleri anlamak ve tanımlamak (belirlemek) önemlidir. Çağdaş yöntemler istatistiksel ve trend analizinden maliyet analizine kadar çeşitlilik göstermektedir. Günümüzde havacılıktaki tehlikeler veya tehlike metodolojilerinin uygulanması ile ilgili araştırmalar, risk değerlendirmesini emniyet yönetim sistemi sürecinin bir parçası olarak ele almaktadır (Çokorilo, Mirosavljević, and Gvozdenović 2011; Hurst et al. 1996; Lee 2006; Lawrence and Gill 2007; Oztekin and Luxhoj 2010; Shyur 2008).

Boeing (2011) tarafından yapılan bir araştırmada, en şiddetli ölümcül kazalara sebep olan durumların; uçağın kontrolünün iniş veya kalkış esnasında kaybedilmesi ve meydan kontrol ve pilot arasındaki yanlış anlaşılmalara (misscommunication) olduğunu ortaya koymuştur. Diğer kazalarla karşılaştırıldığında bu tür kazalarda yolcuların veya mürettebatın hayata kalma olasılığı en düşüktür.

Gerekçe

Hava taşımacılığının ilk yıllarında meydana gelen kazaların çoğunun uçak kaynaklı kazalar olduğu görülmektedir. Zamanla teknolojinin gelişmesi ve hava araçlarının daha güvenli hale gelmesiyle meydana gelen kazaların sebepleri de değişkenlik göstermiştir. Bu dönemde uçak kazalarının önemli bir kısmı insan faktörü kaynaklı hatalardan meydana gelmiştir. 1990'lara gelindiğinde insanların bireysel görevlerini tam olarak yerine getirmesine karşın "operasyonel örgütlenme" yani örgütsel (organizasyonel) faktörler risk faktörü olarak belirlenmiş, 2010'larda da toplam sistem faktörleri olarak ifade edilen yeni faktörler ortaya çıkmıştır (ICAO, 2018). Havacılık kazalarını etkileyen toplam sistem faktörleri; hem teknik faktörleri, hem insan faktörlerini hem de örgütsel faktörleri kapsamaktadır. Toplam sistem faktörleri havacılığın çok kompleks ve karmaşık bir sisteme sahip olduğunu, havacılıkta tüm

kurumların önemli olduğunun yanı sıra bu kurumların kendi arasındaki ilişkilerinin de önemli olduğunu göstermektedir. Toplam sistem faktörlerinin ortaya çıkmasıyla hava trafik kontrolün (HTK), pilotajın, havalimanlarının, havayolu şirketlerinin havacılık ile ilgili tüm ulusal ve uluslararası düzenleyicilerin ve hizmet sağlayıcıların emniyet açısından önemli olduğunu anlaşılmıştır. Havacılıkta insan faktörü söz konusu olduğunda en önemli rol pilotlar ve kontrolörlere aittir. Uçuş ekibi kaynaklı kazalar bir çok araştırmada yer almıştır. Fakat, HTK ilişkili kazaların ve olayların meydana geldiği koşulları inceleyen çok az araştırma yapılmıştır.

Uçuş ekibi özellikle pilot hatası kaynaklı kazalar incelendiğinde, uçuş türü (genel havacılık, ticari vs.), günün saati (gündüz-gece) ve meteorolojik koşullar (Visual Meteorological Conditions (VMC) – Instrument Meteorological Conditions (IMC)) gibi faktörlerin kazaları etkilediği görülmektedir. Bu faktörler HTK ilişkili kazaları da etkileyebilir. Uçuş ekibinden farklı olarak, HTK personeli ve sorumlulukları çeşitlidir. Meydan, yaklaşma ve saha kontrol hizmetleri, kule denetleyici (supervisor) ve yönetim personeli dahil olmak üzere çeşitli operatörleri içerebilir (METEO, ARO, NOTAM). Bu nedenle havacılık kazalarında HTK personeline ilişkin hataların etkisinin incelenmesi önemlidir.

Amaç

Kazalarda HTK etkisinin ortaya koyulması tüm havacılık sisteminin sürdürülebilirliğine etki edecektir. Havacılık sistemi her ne kadar teknoloji yoğun bir sistem olsa da günümüzde insan ve insan makine etkileşiminin yoğun olduğu bir sistemdir. Yaşanan tüm kötü vakalar hayati ve maddi sonuçlar içerse de sistem için bir ders niteliği taşımaktadır ve her dersin sonucu yaklaşım ve öngörülerin belirginleşmesine neden olmaktadır. Bu bağlamda yapılan bu çalışma ile faktörler ortaya koyularak gelecekte yaşanabilecek kötü vakaların da önüne geçilmesi için bir yol haritası çıkarılmış olacaktır. Bu bağlamda çalışmanın temel amacı, HTK kaynaklı hata türlerinin, hatanın olduğu koşulların, kaza ve olaylarda doğrudan-dolaylı HTK etkisinin neler olduğunun ortaya konulmasıdır. Ortaya çıkan sonuçların, hava trafik yönetiminin sürdürülebilirliği açısından fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu doğrultuda çalışmada, Amerika ve Avrupa hava sahalarında 10 yıl boyunca meydana gelen tüm HTK ilişkili olay ve kazaların ortak ve birbirinden farklı özellikleri belirlenmiş, Amerika ve Avrupa karşılaştırılması yapılmıştır.

Önem

Havacılıkta emniyeti sağlamak maksadıyla temel kavram tehlikelerden uzak durmaktır. Oysa tehlikelerden ne kadar kaçınılmaya çalışılırsa çalışılsın, insanların da içinde olduğu bir sistemde tehlikelerden tamamen kurtulmak mümkün değildir. Bu tür sistemlerde alınabilecek en önemli önlem, risk düzeyini makul seviyede tutmaktır. Havacılıkta insan faktörü söz konusu olduğunda pilotlar ve hava trafik kontrolörleri bu konuda önemli bir rol oynamaktadırlar. Uçuş ekibi ile ilgili kazalar birçok araştırmalarda yer almıştır. Fakat, bugüne kadar HTK ilişkili kazaların ve olayların meydana geldiği koşulları belirlemeyi hedef alan ve sistematik olarak ele alınan çok az araştırma yapılmıştır. Bu personelin kazalara ve olaylara ne ölçüde dahil olduğu ve farklı operasyonel faktörlerin kontrolör performansı üzerindeki etkilerine yönelik yapılan çalışmalar kısıtlıdır. Kontrolör hatalarını önlemek veya azaltmak için çözümleri belirlemek için HTK personelinin yaptığı hata türlerini de anlamak önemlidir. Ne yazık ki, çoğu kaza ve olay raporlama sistemi, herhangi bir insan hatası analiz metodu çerçevesinde tasarlanmamıştır, bu da hata nedenlerinin tespit edilmesini ve müdahale stratejilerinin geliştirilmesini oldukça zorlaştırmaktadır. Farklı araştırmalar, tüm ticari uçak kazalarının %1-8'inin HTK hatalarından kaynaklandığını göstermektedir. (Airbus, 2014; ICAO, 2016; Eurocontrol, 2018; Boeing, 2020) Bu oranlar havacılığın ilk yıllarından bugüne kadar hemen hemen aynı düzeyde bulgulanmıştır. HTK hatası kaynaklı kazaların araştırılarak nedenlerinin detaylı bir şekilde ortaya konulması kazaların azaltılması açısından büyük önem taşımaktadır.

Kısıtlar

Araştırmaya 2008-2018 yılları arasında Amerika ve Avrupa hava sahalarındaki HTK ilişkili kazalar ve olaylar dahil edilmiştir. Amerika hava sahasındaki kazalar ve olayların veri tabanı National Transport Safety Board (NTSB) tarafından alınmıştır ve Avrupa hava sahasındaki kazalar ve olayların veri tabanı European Union Aviation Safety Agency (EASA) tarafından alınmıştır. Analiz edilen kazaları ve olayları etkileyen faktörler şunlardır; vakaya (kaza ve olay) HTK katkısı, vakaya karışan uçakların uçuş kuralları, vaka olduğu esnada uçaktan sorumlu olan HTK birimi, vaka olduğu anda günün saati, konumu, vakayı etkileyen dış faktörler (karmaşık trafik, yoğun trafik, zayıf görüş şartları, navigasyon veya kokpit aletlerin arızası) ve kaza veya olaya sebep olan vaka türüdür. NTSB ve EASA veri tabanlarındaki

kaza ve olay verilerinin kısıtlı olması nedeniyle kaza ve olayları etkileyebilecek diğer faktörler analize dahil edilmemiştir.

Türkiye hava sahasında meydana gelen HTK ilişkili kaza ve olay verileri de çalışma kapsamına dahil edilmek istenmiş ancak ilgili verilerin temini mümkün olmamıştır.

Sivil Havacılık Genel Müdürlüğünden “Hava Trafik Kontrol Hizmetleri ile Bağlantılı Emniyet Olaylarının Rapor Edilmesi ve Değerlendirilmesine Dair Yönetmelik” (SHY65-02) dokümanında, olay “Kaza ile sonuçlanmayan ancak uçuş emniyetini etkileyen veya etkileme ihtimali bulunan, hava aracı ve kullanılmakta olan hava seyrüsefer sisteminde yaşanan bir kesinti, eksiklik veya bozukluk ile hava aracının operasyonu ve hava trafik yönetim hizmetlerinin sağlanması ile ilgili tüm olayları ve olağandışı durumları” olarak tanımlanmıştır. Fakat tez çalışmasında “vaka”; hem olay hem kazayı kapsayan bir terim olarak kullanılmıştır. Uluslararası havacılık terminolojisinde occurrence (vaka); incident (olay) ve accident (kaza) olmak üzere iki ana grupta sınıflandırılmaktadır. Ulusal literatürde ise olay; hem occurrence, hem de incident kelimeleri için kullanılmakta olup, bu çalışmada occurrence ve incidence arasındaki farklılıkları vurgulamak amacıyla, occurrence terimi için “Vaka” kelimesi kullanılmıştır.

Yöntem

Çalışmada, NTSB ve EASA tarafından tutulan veri tabanı kayıtları kullanılarak, 2008 ve 2018 yılları arası meydana gelen tüm Amerika ve Avrupa sivil havacılık kazaları ve olaylarının kapsamlı bir incelemesi yapılmıştır.

Veri tabanlarında HTK ilişkili kazalar ve olayların toplam 711 (Amerika’da 147 ve Avrupa’da 564) raporu bulunmaktadır, bunlardan 221’i (Amerika’da 63 ve Avrupa’da 158) kaza ve 490’u (Amerika’da 84 ve Avrupa’da 406) önemli olaydır. Bu 711 rapor tekrar analiz edilip yedi alt kategoriye göre kategorize edilmiştir.

Alt kategoriler bunlardır:

- Vaka türü
 - Olay (ölüm, yaralanan veya uçak hasarı yok) ramak kala olay
 - Kaza (bir veya iki uçak kazası)

- HTK Katkısı
 - Doğrudan dahil
 - Dolaylı dahil
- Uçuş türü
 - IFR aletli uçuş kuralları
 - VFR görerek uçuş kuralları
- Dış faktörler
 - Zayıf (düşük) görüş şartları
 - Yoğun trafik
 - Karmaşık trafik
 - Seyrüsefer veya kokpitteki aletlerin arızası
- Günün Saati
 - Gündüz
 - Gece
- Konum
 - Hava
 - Yer
- Hava trafik kontrol birimi
 - Meydan
 - Yaklaşma
 - Saha

Çalışmada istatistiki dört analiz yapılmıştır. Bunlar:

- Temin edilen verilerin sınıflandırılması ve frekanslarının belirlenmesi için, Tanımlayıcı istatistiklerin (descriptive statistic) oluşturulmuştur,
- Tüm faktörler arasında ilişki olup olmadığını tespit etmek için ki kare testi yapılmıştır,
- Kazayı etkileyen faktörlerin belirlenmesi için lojistik regresyon uygulanmıştır,
- Analiz edilen kaza ve olayların ortak karakteristiklerin tespit etmek için sayısal yöntem kullanılmıştır.

Tanımlayıcı istatistikler ve sayısal yöntem için MS Excel programı kullanılmıştır, Ki Kare test ve Lojistik regresyon analizleri SPSS 25.000 programı paketinde uygulanmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Çalışmanın bu bölümünde, havacılık kazalarında insan faktörünü inceleyen çalışmalar ile kazalarda HTK personelinin etkisini inceleyen ulusal ve uluslararası çalışmalar incelenmiştir.

- Mica R. Endsley ve Mark D. Rodgers, *Pasif Hava Trafik Kontrol Görevinde Dikkat, Durum Farkındalığı ve İş Yükünün Dağılımı: Operasyonel Hatalar ve Otomasyon için Sonuçlar* (Distribution of Attention, Situation Awareness, and Workload in a Passive Air Traffic Control Task: Implications for Operational Errors and Automation, July 1997) başlıklı çalışmada saha kontrolde operasyonel hataların (OE) altında yatan faktörler araştırılmıştır. Kontrol edilen uçak sayısına göre hem objektif görev yükü hem de sübjektif iş yükünün, kontrolörlerin durum farkındalık bilgisini raporlama kabiliyetiyle ilişkili olduğu saptanmıştır. Yüksek iş yükü altında, kontrolörlerin daha önemli bilgilerin farkındalığını sürdürmek için belirli uçaklara ve değişkenlere verilen ilgiyi azalttığı görülmüştür. Bu araştırmanın sonuçları, gelecekte HTK sistemine belirli otomasyon biçimlerinin getirilmesi durumunda, mevcut pasif izleme koşulları altında durum farkındalığında olası sorunlara işaret etmektedir.
- Anthony M. Pape ve Douglas A. Wiegmann'ın, *Hava Trafik Kontrol'den Kaynaklanan Kazalar ve Olaylar: İnsan faktörlerin incelenmesi* (Air Traffic Control (ATC) related Accidents and Incidents: A Human Factors Analysis, 2001) başlıklı çalışmada Ocak 1985 ile Aralık 1997 arasında meydana gelen HTK ilişkili kaza ve olayların kapsamlı bir incelemesi yapılmıştır. Bu çalışmada, NTSB tarafından tutulan kayıtlar kullanılmıştır. Analiz sonuçları HTK ilişkili kaza ve olayların nadiren olduğunu ortaya koymuştur. Öte yandan kontrolör VFR koşulları uygulanırken havada fazla uçak olması nedeniyle bu olayların meydana gelme olasılığının yükseldiği belirlenmiştir. İnsan Faktörleri Analiz ve Sınıflandırma Sistemi (HFACS) kullanılarak yapılan raporların detaylı analizinde, yetenek temelli hataların (skill based) (dikkat başarısızlıkları ve hafıza kayıpları) HTK personeli tarafından yapılan en yaygın hata türü olduğu ortaya konulmuştur.
- Arnab Majumdar ve dr. Washington Y.Ochieng, *Hava Trafik Kontrolörü İş Yükünü Etkileyen Faktörler: Kontrolör İş Yükünün Simülasyon Modellemesine Dayalı Çok Değişkenli Bir Analiz* (The Factors Affecting Air Traffic Controller Workload: A

Multivariate Analysis Based Upon Simulation Modelling Of Controller Workload, January 2002) tezinde kontrolörünün iş yükünü etkileyen faktörlerin bir incelemesini yapmıştır. Çok değişkenli analizin sonuçları, kontrolörün iş yükünü etkileyen faktörlere ilişkin bazı ilginç bilgiler sağlamıştır. Tüm analizler, pik saatlerde uçak profilleriyle ilişkili belirli faktörlerin kontrolör iş yükünü etkilediğini göstermiştir. Bununla birlikte, bu analiz, her bir kontrolörün iş yükünü etkileyen benzersiz faktörlere sahip olma eğiliminde olduğunu göstermiştir. 5 farklı ACC için analiz yapılmıştır ve sonuçlar şu şekilde verilmiştir: Lizbon ACC'inde ilk faktör sektör sınırındaki trafik ve sektördeki uçakların ortalama düzeyde hareketli olduğu söylenebilir. İkinci faktör, sektördeki yol aşamasında olan ve alçalma yapan uçaklar arasında dikkatin dağılması, üçüncü faktör sektördeki yol aşamasında (en route) ve tırmanma yapan uçaklar arasında denge sağlamaktır. Maastricht ACC: ilk faktör, sektördeki koordinasyon, tırmanma ve alçalan trafik. İkinci faktör, uçakların hareketi, özellikle yol aşamasında olan uçaklar (cruise). Karlsruhe ACC: ilk faktör, sektördeki tırmanma ve alçalan trafik. İkinci faktör, sektördeki hem uçuş yoğunlaşma hem de seyir uçakları. Rome ACC: ilk faktör, sektördeki uçuş yoğunluğu. İkinci faktör, sektördeki seyir ve alçalan trafik arasındaki denge. Üçüncü faktör, sektördeki tırmanan uçaklar. Copenhagen ACC: ilk faktör, seyir ve tırmanma uçakları arasındaki denge. İkinci faktör, sektördeki uçaklar arasındaki ortalama mesafe ve uçuş süresi. Üçüncü faktör, alçalan uçaklar.

- Salih Bektaş ve Mehmet Ali Hınıs, *Şehiriçi Trafik Kazalarına Etki Eden Faktörlerin Lojistik Regresyon Modeli ile İncelenmesi: Aksaray Örneği*, Mart 2008 araştırma makalesinde lojistik regresyon yöntemini kullanılarak şehiriçi trafik kazalarına mevsim, zaman, kaplama cinsi, yol yüzeyi, sürücü yaşı ve sürücü tecrübesi gibi faktörlerin etkilediğini bulmuştur.
- Woo-Choon Moon, Kwang-Eui Yoo and Youn-Chul Choi, *Hava Trafik Hacmi ve Hava Trafik Kontrol Hataları* (Air Traffic Volume and Air Traffic Control Errors, January 2011) başlıklı makalede trafik hacmi ile kontrolörü hataları arasında herhangi bir ilişki olup olmadığını belirlemek için Kore ATC kurumunda 52 kontrolör üzerinde yapılan bir deneyin sonuçlarını sunmuştur. Deneyin analizi, bazı HTK kaynaklı insan hatası türlerinin trafik hacminden etkilendiğini açıkça göstermiştir. Deney toplamda 4 ay sürmüş, ilk kısmı 2009, 15 Ocaktan 2009, 15 Mart'a kadar, ve ikinci kısmı 2009, 1 Temmuzdan 2009, 31 Ağustos'a kadar sürmüştür. Deneyin ilk dönemde üç farklı hacmi

bulunmaktadır, V1: 15 dakikalık zamanda 10 kontrollü uçak, V2: 15 dakikalık zamanda 20 kontrollü uçak ve V3: 15 dakikalık zamanda 30 kontrollü uçak. Deneyin ikinci dönemde toplam 12 farklı senaryo bulunmaktadır (L1: 15 dakikalık zamanda 2,5 kontrollü uçak, L2: 15 dakikalık zamanda 5 kontrollü uçak, L3: 15 dakikalık zamanda 7,5 kontrollü uçak, L4: 15 dakikalık zamanda 10 kontrollü uçak, L5: 15 dakikalık zamanda 12,5 kontrollü uçak, L6: 15 dakikalık zamanda 15 kontrollü uçak, L7: 15 dakikalık zamanda 17,5 kontrollü uçak, L8: 15 dakikalık zamanda 20 kontrollü uçak, L9: 15 dakikalık zamanda 22,5 kontrollü uçak, L10: 15 dakikalık zamanda 25 kontrollü uçak, L11: 15 dakikalık zamanda 27,5 kontrollü uçak, L12: 15 dakikalık zamanda 30 kontrollü uçak). Deney trafik hacmi yükselince kontrolör hatasının sık görüldüğünü göstermiştir. Hataların en çok trafik hacminin 22,5 ve 25 olduğunda meydana geldiği görülmüştür. Üç hata türü gözlenmiştir: İletişim hataları, prosedürel hatalar ve talimat hataları. Bu üç hata türünün hava trafik hacmi ile ilişkisi olduğu, özellikle prosedürel hataların ağırlıkta olduğu görülmüştür.

- Joakim Markne, *Pist İhlalinin İncelenmesi* (Investigation of Runway Incursion, December 2013) başlıklı yüksek lisans tezinde pilot ve hava trafik kontrolörü bakış açısıyla pist ihlali problemini açıklamaya odaklanmıştır. Pilotların ve havalimanı sahasında görevi bulunan araç sürücülerinin, İsveç'teki bir RWYT'ye en çok katkıda bulunan paydaşlar olduğu görülmüştür. Araştırma ayrıca, HTK'ların ve pilotların riskler ve iyileştirmelerle ilgili bazı görüşleri paylaştığını da göstermiştir. Hem HTK'ları, hem de pilotlar, kötü görüşe sahip havanın ve karanlığın bir olay veya kazanın meydana gelme riskini artırdığı konusunda aynı görüşte olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, memnuniyetsizlik, yorgunluk ve bıkkınlık da kontrolörleri ve pilotlar arasında paylaşılan riskler olduğu sonucuna varılmıştır.
- Olja Cokorilo, Mario De Luca ve Gianluca Dell'Acqua, *Kümeleme Algoritmalarını Kullanarak Uçak Emniyet Analizi* (Aircraft safety analysis using clustering algorithms, February 2014) makalesinde uçak özellikleri, çevre koşulları, rota ve ulaşım türüne göre uçak kazalarını karşılaştırmışlardır. Çalışmada 1985 ve 2010 yılları arasında dünyada meydana gelen 1500'den daha fazla uçak kazasına ait veri tabanına kümeleme analizi uygulanmıştır. Kümeleme analizinde tüm kazaların ortak karakteristikleri çıkarılmıştır. Bu çalışmaya göre uçak kazalarında en sık görülen teknik ve çevre karakteristikler şunlardır: gündüz gerçekleşmesi, hava durumunun bulutlu olması, rota uzunluğunun 1200

km civarında olması (kısa veya orta uzun rotalar), kanat genişliği 25 m civarında olması, uçağın yolcu kapasitesinin ortalama olarak 54 olması, kaza esnasında uçakta ortalama olarak 25 yolcu bulunması ve iniş ve taksi uçuş fazlarında olmasıdır.

- James H. Cistone, *İnsan Faktörleri Analizi ve Sınıflandırma Sistemi Kullanılarak Havalimanı Yüzey Sapmalarının Analizi* (An Analysis of Airport Surface Deviations using the Human Factors Analysis and Classification System, June 2014) başlıklı doktora tezinde yüzey sapmalarının nedensel faktörlerini belirlemek için, Ulusal Ulaşım Emniyet Kurulu (National Transportation Safety Board NTSB) veri tabanı kullanarak 12 yıllık kaza ve olay verilerinin analizi yapmıştır. Nedensel faktörler için NTSB verilerini analiz etmek için İnsan Faktör Analizi ve Sınıflandırma Sistemi kullanılmıştır. NTSB verisinde 289 havalimanı yüzey sapma olaylar bulunmuştur. Analiz havalimanı yüzey sapma olaylarının en sık nedeninin (%78) beceriye dayalı hata olduğunu göstermiştir. Bildirilen 289 olayda en az bir kez ortaya çıkan ilk dört nedensel faktör şunlardır: (1) beceriye dayalı hataların emniyetli olmayan eylemi (%78), (2) fiziksel çevrenin ön koşulu (%21), (3) mürettebat kaynak yönetimi (CRM) ile aynı olan iletişim, koordinasyon ve planlama (% 17) ve (4) emniyetli olmayan karar hataları eylemi (%12). Araştırmanın ikinci aşamasında NTSB raporlarında belirlenen 589 nedensel faktöre göre gruplandırılarak incelenmiştir. Faktörler; hava trafik kontrol, pilot, havaalanı, çevre ve araç/yaya. HTK kaynaklı bulunan bulgular şunlardır; HTK'dan kaynaklanan hatalar ticari uçuşlarda gerçekleşen beceriye dayalı hatalardır (%72). Pilotlar ise, pilotların yaptığı beceriye dayalı hataların çoğu genel havacılık (%77) uçuşlarında oluşmuştur.
- David Carl Ison, *Aletli Meteorolojik Koşullarında (IMC) Devamlı Görerek Uçuş Kurallarının (VFR) Genel Havacılık Kazaları ile İlişkisi* (Correlates of Continued Visual Flight Rules (VFR) into Instrument Meteorological Conditions (IMC) General Aviation Accidents, August 2014) çalışmasında IMC'de VFR ölümcül kazaları ve diğer genel havacılık kazaları arasındaki faktörleri ayırt etmek için lojistik regresyon kullanmıştır. Bu çalışma arazinin ve hava durumu özetinin bu tür kazaları etkilediğini göstermiştir. Onun dışında korelasyon analizi faktörler arasında 3 önemli ilişki tespit etmiştir (kaza türü-uçuş planı; arazi-pilot uçuş süresi; arazi-uçuş planı). Bulgular, dağlık bölgelerdeki uçuşların yanı sıra hava durumu özetlerinin alınması ve yorumlanması ile ilgili de pilot eğitiminin iyileştirmelere ihtiyaç olduğunu göstermiştir.

- Samantha de Reuck, *Hava Trafik Kontrol Hizmetinde İnsan Hatalarının Altında Bulunan Faktörler* (Factors Underlying Human Errors in Air Traffic Control, October 2014) başlıklı yüksek lisans tezinde, Güney Afrika hava sahasında sivil havacılıkta, 2010'dan 2012'ye (üç yıl için verileri) meydana gelen kaza ve olayların raporlarını incelemiştir. Raporların analizinde Hava Trafik Yönetiminde İnsan Hatası (Human Error in Air Traffic Management(HERA)) modeli kullanılmıştır. Araştırmada vardiyada risk zamanları olarak adlandırılabilen zamanlar olduğu tespit edilmiştir. Vardiyada en riskli zaman, ilk otuz dakika içinde ve 90. ile 150. dakikalar arasındaki zamanlardır. Bu araştırma, Güney Afrika'da HTK ilişkili hataların kökenindeki insan faktörünün bilgi işleme olduğu sonucuna varmıştır. Söz konusu çalışmanın analizinde incelenmiş bütün dış faktörlerden sadece iş yerinin kötü tasarımının HTK'ları etkileyebildiği ortaya çıkmıştır.
- Kadir Dönmez ve Suat Üslü, *Havacılıkta İletişim Kaynaklı Kaza ve Olaylar Üzerine Bir İnceleme*, August 2016 başlıklı çalışmada, havacılıkta meydana gelen iletişim kaynaklı kaza ve olayları; dile dayalı sorunlardan kaynaklanan kaza ve olaylar, beklentiye dayalı yanlış yorumlamalardan kaynaklanan kaza ve olaylar, kültürel farklılıklara dayalı nedenlerden kaynaklanan kaza ve olaylar olmak üzere üç başlık altında incelemiştir. Havacılıkta iletişim dendiğinde pilot ve HTK'lar arasında konuşmadan bahsedilmektedir. HTK'lar ve pilotlardaki bu tarz hatalarda çevrenin etkisi, yorgunluk, iş yükü, vardiyalı çalışma, uykusuzluk, kokpit veya hava trafik çalışma ortamı ve verilen planlamaya yetişme stresi gibi faktörlerin etkisi olduğu bulgulanmıştır. HTK'lar ve pilotlar arasındaki iletişimin sağlıklı olabilmesi için karşılıklı empatinin önemli olduğunu tespit edildiği bu araştırmada, empati sağlanabilmesi için şu öneriler sunulmuştur; Pilotlar HTK iş yerini tanımalı ve eğitim alma süresinde HTK bölümünden bazı dersleri görmeli, aynı zamanda HTK'lar da kokpiti tanımalı ve pilotaj bölümünde bazı dersleri görmeli. Bunun dışında İngilizce seviyesi daha sık kontrol edilmeli ve kullanılan terimler daha da fazla standartlaştırılmalı.
- Suat Üslü ve Kadir Dönmez, *Hava Trafik Kontrol Kaynaklı Uçak Kazalarının İncelenmesi*, Mart 2017, başlıklı makalesinde kontrolörler üzerindeki iş yükünün yanı sıra dilsel eksiklikler, yorgunluk ve eksik iş gücü gibi problemleri vurgulamıştır.
- Atiye Bilim, *Karayolu ve Demiryolu İnşaatlarında Meydana Gelen İş Kazalarının Analizi ve Modellenmesi*, Kasım 2018 doktora tezinde iş kazalarının modellenmesi için ikili

lojistik regresyon analizi kullanmıştır. Lojistik modeli işçinin öğrenim durumu, yaşı ve İSG eğitimi durumu iş kazası yaşaması durumunda kaza şiddetinin ölümle sonuçlanmasına etkilemektedir.

- Meltem Akça ve İbrahim Pınar, *Hava Trafik Kontrolör Performansı: Bir Alan Araştırması*, Mart 2019 başlıklı makalenin amacı Türkiye'nin trafik sayısı bakımından en büyük beş meydana çalışan HTK'ların performansı üzerinde etkili olan faktörlerin ortaya çıkarılmasıdır. Kontrolör performansını etkileyen faktörleri ortaya çıkarmak için yapılan literatür taraması sonucunda; havalimanı yeri ile ilgili faktörler, bireysel faktörler, operasyonel faktörler, bilgi teknolojileri ile ilgili faktörler ve çalışma koşulları faktörlerinin çalışan performansı üzerinde öneme sahip olduğu görülmüş ancak bireysel faktörler ve operasyonel faktörler üzerine çok fazla çalışma yapıldığı ve çeşitli eserlerde kontrolör hatası sebebiyle yaşanmış havacılık kazalarında bireysel ve operasyonel faktörlerin çok etkili olmadığının belirtilmesi nedeniyle araştırma modeli havalimanı yeri, çalışma koşulları ve bilgi teknolojileri ile ilgili faktörler üzerine kurulmuştur. Bu bağlamda araştırmanın amacı havalimanı yeri, çalışma koşulları ve bilgi teknolojilerinin. Kontrolör performansı üzerinde etkili olup olmadığının ortaya çıkarılmasını sağlamaktır. Araştırma sonuçlarına göre, havalimanı yeri, çalışma koşulları ve bilgi teknolojilerinin kontrolör performansı üzerinde belirleyici olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
- Qiong Wu, Brett R.C. Molesworth & Dominique Estival, *Ticari Havacılıkta Pilotlar ile Hava Trafik Kontrolörleri Arasındaki Yanlış İletişimi Etkileyen Faktörlere Yönelik Bir Araştırma* (An Investigation into the Factors that Affect Miscommunication between Pilots and Air Traffic Controllers in Commercial Aviation, May 2019) başlıklı çalışmada dil yeterliliği (language background) ve uçuş fazları gibi faktörler iletişim hatası olasılığını artırdığını iddia etmektedir. Avustralya, Sidney'deki Kingsford Smith Uluslararası Havaalanı'nda on sekiz saatlik hava-yer (air-ground) haberleşmesi analiz edilmiştir. Sonuçlar, ana dili İngilizce olmayan pilotların ana dili İngilizce olan pilotlardan daha fazla iletişim hatası işlediklerini ve daha spesifik olarak bu hataların ihmalden ziyade hatalar olduğunu ve sayılardan ziyade kelimeleri içerdiğini ortaya koymuştur. İletişim performansı, dil geçmişine bakılmaksızın uçuş fazlarında benzediği tespit edilmiştir. Fakat, anadili İngilizce olmayanlardaki gibi anadili İngilizce olanlarda da yaklaşma ve iniş fazlarına göre kalkış fazlarında iletişim hatalarında yükselme görülmüştür.

- Tüfan Öztürk, *İş Kazalarına Etki Eden Faktörlerin Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlerle Değerlendirilmesi*, Temmuz 2019 doktora tezinde inşaat iş kazalarına etki eden faktörlerin belirlenmesi için ki kare ve lojistik regresyon analizi kullanmıştır. Analizlerin sonuçları iş kazalarına günün saati, hafta içi günü, işyerindeki deneyim süresi gibi faktörlerin etkilediğini göstermiştir.
- Daisuke Karikawa, Hisae Aoyama, Tomoki Ohashi, Makoto Takahashi ve Masahara Kitamura'nın, *Kontrol Kulesinde Hava Trafik Kontrolörlerin Dayanıklılığı* (Resilience Of Air Traffic Controllers In Control Tower, January 2020) başlıklı çalışmasının amacı, kontrolörlerin normal günlük HTK operasyonları sırasında dayanıklılığını (esnekliğini (resilience)) belirlemektir. Çalışmada HTK'lerin bilişsel yönleri içeren çalışma süreçlerini incelemek için, Japonya'daki Chubu Centrair Uluslararası Havalimanı kule kontrolörleri ile çoklu görüşmeler ve gözlemler yapılmıştır. Başarılı HTK operasyonları gerçekleştirmek için çalışma ortamlarındaki bozuklukların nasıl çözüleceği sorusuna cevap bulunmaya çabalanmıştır. Analiz sonuçları, fonksiyonel rezonans analiz yöntemi (Functional Resonance Analysis Method FRAM) kullanılarak açıklanmıştır. Kontrolörlerin esnek performansını modellemek için, üç tür düğümlü (temel işlev düğümleri, tehdit düğümleri ve yanıt işlevi düğümleri) FRAM modelinin değiştirilmiş bir tanımlayıcı yöntemi önerilmiştir. Havaalanı HTK görevlerinin bir alt kümesini gösteren geliştirilmiş FRAM modeli, zaman sınırlamaları, kaynak kısıtlamaları ve kontrolün bozulması gibi işlevler ve durumsal faktörler arasındaki karmaşık etkileşimleri açıkça göstermiştir. FRAM modeli ayrıca, HTK operasyonlarının olumsuz etkileri ve düzgün işleyişi de dahil olmak üzere bu tür karmaşık etkileşimleri yönetmek için tehdit düğümlerini fark etmenin ve bunlara karşı kontrolörlerin hazırlığının veya yanıtlarının zorunlu olduğunu güçlü bir şekilde ima etmiştir.
- Vivi Triyanti, H A Azis, Hardianto Iridiastadi ve Yassierli, *Hava Trafik Kontrolöründe İş Yüğü ve Yorgunluk Değerlendirmesi* (Workload and Fatigue Assessment on Air Traffic Controller, May 2020) başlıklı konferans bildirisinin amacı X havaalanındaki bir HTK'nın (ATCo) çalışma süresi boyunca zihinsel iş yüğü ve yorgunluğunun değerini hesaplamaktır. NASA-TLX ve Samn Perelli Scale zihinsel iş yükünü ve yorgunluğu ölçmek için kullanılmıştır. Anketler HTK'lara dağıtılmış ve 257 anket elde edilmiştir. Anket Mayıs 2019'da yapılmıştır. Sonuçlar, X havaalanındaki zihinsel yük değerinin, özellikle zihinsel talep, zaman baskısı ve çaba açısından diğer havaalanlarından (ortalama

66.53) daha yüksek olma eğiliminde olduğunu göstermiştir. Emniyetli kategorisine dahil olan iş öncesi ve sonrası yorgunluğun değeri de artmıştır (ortalama 1.749'dan 3.506'ya). Bununla birlikte, zihinsel yük değerlerindeki farklılıkların yorgunluğun değerini etkilediğine dair ikna edici bir kanıt bulunamamıştır. Bu sonuçlar, HTK'nın iş yükünün nispeten yüksek olmasına rağmen, X Havalimanı'ndaki HTK'nın hala halledebildiğini ve aşırı yorgunluğa neden olmadığını göstermiştir.



3. HAVACILIKTA EMNİYET KAVRAMI

Uluslararası düzeyde alınan önlemler ve emniyet konusunda yapılan çeşitli yaptırımlar sayesinde meydana gelen uçak kazaları zamanla önemli ölçüde azalmıştır. Burada havayolu ulaşım sistemindeki uçak kazalarının detaylı bir şekilde incelenmesinin ve elde edilen sonuçlardan çıkarılan derslere önem verilmesinin etkisi büyüktür (Rose, 2004).

Havacılık bağlamında, emniyet "Kişilerin veya mülkün zarar görme olasılığının, sürekli bir tehlike tanımlama ve emniyet riski yönetimi süreci aracılığıyla kabul edilebilir bir seviyeye indirildiği, bu seviyede veya daha altında tutulduğu durumdur" (SHGM, 2013). Havacılık emniyeti dinamiklidir. Yeni emniyet tehlikeleri ve riskleri sürekli olarak ortaya çıkar ve hafifletilmesi gerekmektedir. Emniyet riskleri uygun bir kontrol seviyesi altında tutulduğu sürece, havacılık kadar açık ve dinamik bir sistem emniyetli bir seviyede tutulabilmektedir. Kabul edilebilir emniyet performansının genellikle yerel ve uluslararası normlar ve kültür tarafından tanımlandığını ve etkilendiğini belirtmek önemlidir.

Sistemlerin emniyet teorisinde, hedeflere ulaşmak için gerekli altyapı, araçlar ve kaynaklar oluşturulmadan iddialı üretim hedeflerinin belirlendiği üretim sistemlerinde sık sık arızaların meydana geldiği bilinen bir gerçektir. Bundan dolayı, ticari havacılığın ilk günlerinde kazalar sık sık meydana gelmiştir. Ticari havacılıkta gelişmemiş teknoloji, altyapı eksikliği, sınırlı öngörü, havacılık operasyonlarında bulunan tehlikelerin yeterince anlaşılmaması, talepleri karşılamak için mevcut tesis ve kaynaklarla orantısız üretim talepleri gibi sorunlar yaşanmaktaydı.

Emniyet sürecinde en önemli öncelik kazaların önlenmesidir. Kazaları önlemenin temel yöntemi de kaza incelemelerinin yapılmasıdır. İlk günlerde kaza araştırmaları, herhangi başka bir destek olmadan sadece temel teknolojik destek ile gerçekleştirilen çok zor bir görevdi. Teknolojik gelişmeler (büyük ölçüde kaza incelemeleri sayesinde) kazaların sıklığında kademeli ama sürekli bir azalmayı sağlamasının yanı sıra uygun altyapının geliştirilmesiyle artan bir düzenleme ihtiyacına yol açmıştır. 1950'lerde, havayolu taşımacılığı (kazalar açısından) en emniyetli ulaşım türlerinden biri olmaya başlamıştır, ama aynı zamanda en sıkı şekilde düzenlenmiş endüstrilerden biri olmuştur. Bu süreçte, kurallara uyuldukça emniyetin garanti altına alınabileceği ve kurallardan sapmanın kesinlikle emniyet sorunlarına neden olacağı anlaşılmıştır (SHGM, 2013). Havacılık operasyonlarının

karmaşıklığı arttıkça, getirdiği sınırlamalar giderek daha fazla emniyetin temel dayanağı olarak kabul edilmektedir. Havacılık gibi açık ve dinamik bir operasyonel sistemde, düşünülebilecek tüm operasyonel senaryolar hakkında kılavuzluk sağlamak mümkün değildir.

Şekil 3.1’de gösterildiği gibi hava taşımacılığının ilk yıllarında meydana gelen kazaların çoğunluğu makine kaynaklı kazalardır. Zamanla teknolojinin gelişmesi ve hava araçlarının daha emniyetli hale gelmesiyle kaza sebeplerinde de değişkenlik yaşanmıştır. Daha sonra uçak kazalarının çoğunluğu insan kaynaklı hatalardan oluşmaya başlamıştır. 1990’lara gelindiğinde ise insanların bireysel görevlerini tam olarak yerine getirmesine karşın “operasyonel örgütlenme” yani örgütsel (organizasyonel) faktörler bir risk faktörü olarak ortaya çıkmıştır (SHGM, 2012).

Havacılıkta kabul gören başka bir tanıma göre emniyet; “Uçağın operasyonu ile ilgili ya da uçağın operasyonuna doğrudan destek olan havacılık faaliyetleriyle ilişkili risklerin azaltıldığı ve kabul edilebilir bir düzeyde kontrol edildiği durumdur” (ICAO, 2013).

Süreçler görüşler tarafından yönlendirilmektedir. Bu nedenle, düzenlemelere uyumun havacılık emniyetinin temeli olduğu inancına dayanarak, hızla emniyet süreçlerine uyumluluk ve denetimi içerecek şekilde genişletilmiştir. Bu yeni emniyet süreci sonuçlara (kazalara ve önemli olaylara) odaklanıp teknolojik hata olasılığı da dahil olmak üzere nedenleri belirlemek için kaza araştırmalarına dayanmaktadır. Teknolojik arızaların bulunamadığı durumlarda dikkatler operasyonel personelden kaynaklanan uyumsuzluklara çevrilmiştir.

Kaza incelemeleri geriye doğru ilerletilir. Emniyet zafiyeti doğrudan dahil olan kişilerin kendilerinden bekleneni yapmadıkları, beklenmeyen bir şey yaptıkları veya her ikisini de yapmadıkları nokta veya noktalar aranır. Teknolojik hataların yokluğunda, soruşturmalar operasyonel personelin emniyetsiz eylemlerine, yani incelenen sonuçla doğrudan bağlantılı olabilecek eylemlere veya eylemsizliklere odaklanır. Bu tür eylemler/eylemsizlikler tespit edilip geriye dönük olarak emniyet zafiyeti atfedildiğinde, çeşitli derecelerde ve farklı bahanelerle suçlamalarda bulunmak kaçınılmaz bir sonuçtur. Bu yaklaşımın tipik yönü, neredeyse kendi başına emniyet zafiyetine neden olduğu belirlenen hassas bir emniyet sorunu için öneriler oluşturmaktır. Mevcut olmasına rağmen, soruşturma altındaki olayda

"neden olmayan", havacılık operasyonlarında farklı koşullarda zarar verme potansiyeline sahip tehlikeli koşullar çok az dikkate alınıyordu. Bu bakış açısı "ne", "kim" ve "ne zaman" sorularının cevaplarını belirlemekte oldukça etkili olsa da, "neden" ve "nasıl" sorularının cevaplarını belirlemekte daha az etkili oluyordu. "Ne", kim ve "ne zaman" sorularının cevaplarını anlamak önemli olsa da, emniyet başarısızlıklarını tam olarak anlamak için "neden" ve "nasıl" sorularının cevaplarının anlaşılması giderek daha önemli hale gelmiştir. Son yıllarda bu anlayışın sağlanması için önemli değişiklikler yapılmıştır. Tarihsel sürece bakıldığında havacılıkta emniyet kavramının son atmış yılda önemli bir evrim geçirdiği kesin olarak görülmektedir.

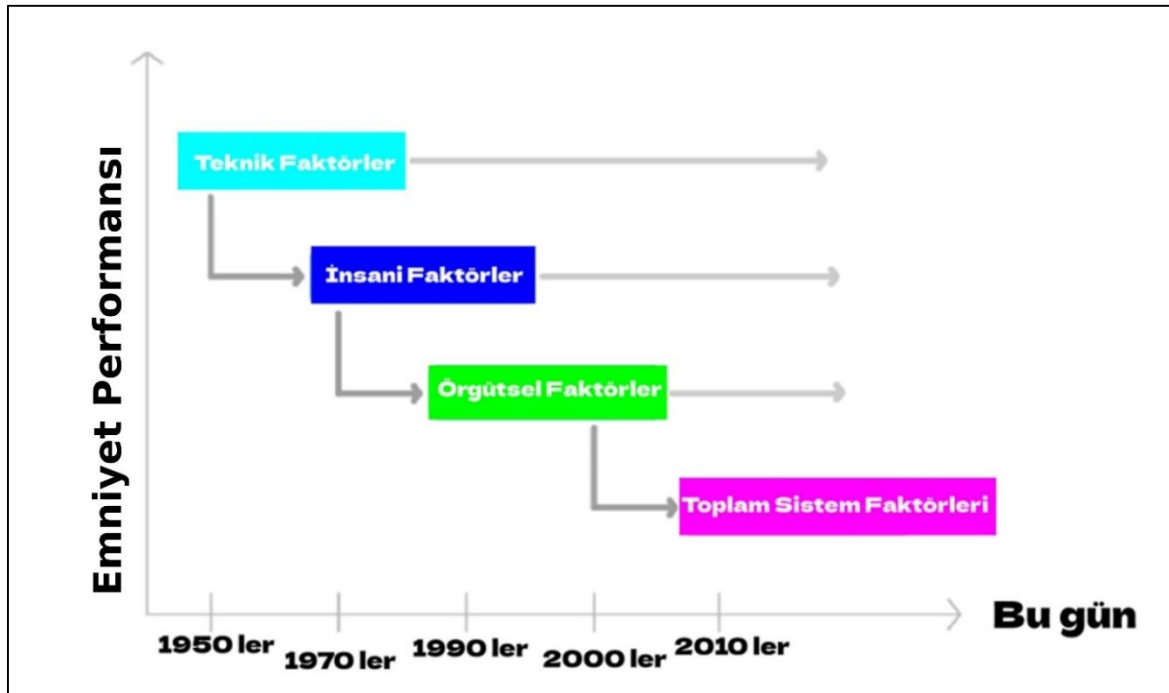
Havacılık emniyetindeki ilerleme, faaliyet dönemleriyle kabaca uyumlu olan dört yaklaşımla tanımlanabilmektedir. Yaklaşımlar aşağıda listelenmiştir ve Şekil 3.1'de gösterilmiştir.

1. Teknik faktörler — 1900'lerin başından 1960'ların sonuna kadar havacılık, belirlenen emniyet eksikliklerinin başlangıçta teknik faktörler ve teknolojik arızalarla ilgili olduğu bir taşıma biçimi olarak ortaya çıkmıştı. Bu nedenle, emniyet tedbirlerinin odak noktası, teknik faktörlerin (örneğin uçak) araştırılması ve iyileştirilmesine yoğunlaşmıştı. 1950'lere gelindiğinde, teknolojik gelişmeler kaza sıklığında kademeli bir düşüşe yol açmıştı ve emniyet süreçleri düzenleyici uyum ve gözetimi kapsayacak şekilde genişletilmişti.
2. İnsan faktörleri — 1970'lerin başında, büyük teknolojik gelişmeler ve emniyet tedbirlerinde yapılan iyileştirmeler nedeniyle havacılık kazalarının sıklığı önemli ölçüde azalmıştı. Havacılık daha emniyetli bir ulaşım şekli haline gelmişti ve emniyet tedbirlerinin odak noktası, "insan/makine arayüzü" gibi teknolojik ilerlemeler dahil olmak üzere insan faktörlerini içerecek şekilde genişletilmişti. Kaynakların hata azaltmaya aktarılmasına rağmen, insan faktörleri kazalarda tekrar eden bir faktör olarak gösterilmeye devam etmiştir. İnsan faktörleri, operasyonel ve örgütsel bağlamı tam olarak dikkate almadan bireye odaklanma eğilimindeydi. 1990'ların başına kadar bireylerin, davranışları etkileyebilecek çok sayıda faktörü içeren karmaşık bir çevrede faaliyet gösterdiği kabul edilmedi.
3. Örgütsel faktörler — 1990'ların ortalarında emniyet, sistemik bir perspektiften görülmeye başlandı, insani ve teknik faktörlerin yanı sıra örgütsel faktörleri de kapsamaya başladı. "Örgütsel kaza" kavramı tanıtıldı. Bu bakış açısı, örgütsel kültürü ve politikaları gibi şeylerin emniyet riski kontrollerinin etkinliği üzerindeki etkisi dikkate alınmıştır. Ek

olarak, reaktif ve proaktif metodolojiler kullanılarak rutin emniyet verilerinin toplanması ve analizi, kurumların bilinen emniyet risklerini izlemesini ve ortaya çıkan eğilimlerin tespit edilmesini sağlamıştır. Bu gelişmeler, mevcut emniyet yönetimi yaklaşımına yol açan öğrenmeyi ve temeli sağlamıştır.

4. Toplam sistem faktörleri — 21. yüzyılın başından itibaren, birçok devlet ve hizmet sağlayıcı, geçmişin emniyet yaklaşımlarını benimsemiş ve daha yüksek bir emniyet olgunluğuna doğru evrilmiştir. State Safety Programme-SSP (Devlet Emniyet Programı) ve Safety Management System-SMS (Emniyet Yönetim Sistemi)'leri uygulanmaya başlanmış ve emniyet konusundaki avantajlarından yararlanmıştır. Bununla birlikte, bugüne kadar emniyet sistemleri, toplam havacılık sisteminin daha geniş bağlamına minimum düzeyde önem vererek, büyük ölçüde bireysel emniyet performansına ve yerel kontrole odaklanmıştır. Bu, havacılık sisteminin karmaşıklığının tanınmasına ve havacılık emniyetinde tüm organizasyonların giderek daha fazla rol aldığına anlaşılmaya yol açmıştır. Organizasyonlar (kurumlar) arasındaki ilişkilerin (interfaces) olumsuz sonuçlara katkıda bulunduğunu gösteren birçok kaza ve olay örneği bulunmaktadır.

Bu dördüncü yaklaşım "Total System" çağı ICAO'nun "Emniyet Yönetimi El Kitabı" dördüncü baskısında, 2018 yılında ilk defa tanıtılmaktadır.



Şekil 3.1. Emniyet kavramının gelişmesi (ICAO, 2018)

Emniyet kavramının istikrarlı ve bileşik evrimi, devletlerin ve hizmet sağlayıcıların, sistemdeki insanlar, süreçler ve teknolojiler arasındaki etkileşim ve ilişkilerin (interactions and interfaces) ciddi şekilde dikkate alındığı bir noktaya getirmiştir. Havacılıkta emniyetin sağlanmasında, hizmet sağlayıcılar arasındaki işbirliğinden ve hizmet sağlayıcılar ile devletler arasındaki işbirliğinden yararlanılmaktadır. Bu bakış açısı, hizmet sağlayıcılar arasında çok sayıda işbirliği girişimi ve emniyet konularını ele alırken işbirliğinin avantajlarının takdir edilmesini yaratmıştır. ICAO Pist Emniyet Programı (ICAO Runway Safety Programme) iyi bir örnektir (ICAO, 2018).

İşbirliğine dayalı toplam sistem yaklaşımının gelişmesi için, kurumlar (devletler dahil) arasındaki ilişkilerin ve etkileşimlerin (interfaces and interactions) iyi anlaşılması ve yönetilmesi gerekmektedir. Devletler ayrıca, havacılıkta toplam sistem yaklaşımının SSP geliştirmelerinde oynayabileceği rolün farkına varmaya başlamaktadır.

Bugün havacılık kazalarının çoğunda olduğu gibi, hatalar kontrol aletlerinden dolayı değil, HT kontrolörleri tarafından yapılan hatalar da dahil olmak üzere insan hatasından kaynaklanmaktadır (FAA, 2000).

Havacılıkta insan faktörü söz konusu olduğunda en önemli pay pilotlar ve kontrolörlere aittir. Uçuş ekibi ile ilgili kazalar birçok araştırmalarda yer almıştır. Fakat, bugüne kadar HTK ilişkili kazaların ve olayların meydana geldiği koşulları sistematik olarak belirlemeyi hedefleyen çok az araştırma yapılmıştır.

3.1. Havacılık Kazaları

Uçuşun ilk başladığı günden itibaren havacılık, kötü sonuçlu olaylara her zaman gebe olmuştur. Havacılığın gelişimiyle beraber kaza tanımı da evrilmiş ve konunun devamında anlatılacağı üzere günümüzdeki halini almıştır.

3.1.1. Havacılık kazasının tanımı

Havacılıkta kaza, ICAO / Ek 13'te insansız uçaklar da dahil olmak üzere oldukça kapsamlı ve geniş bir şekilde tanımlanmıştır.

Havacılıkta kaza; bir uçağın çalışması esnasında uçağın içerisinde ya da onun herhangi bir parçasının çarpması sonucunda:

- Bir kişinin ölmesi veya ağır yaralanmasına,
- Hava aracının fiziksel yapısını, performansını veya uçuş özelliklerini olumsuz etkilemesi ve etkilenen parçaların onarılacak veya değiştirilecek ölçüde zarar görmesi veya arızalanmasına,
- Hava aracının kaybolmasına veya tamamen ulaşılamaz bir şekilde düşmesine neden olan olaylardır (ICAO, 2020).

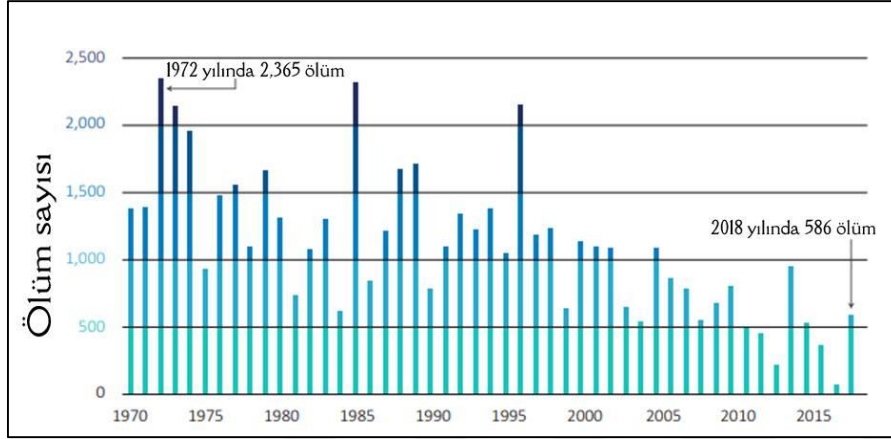
NTSB tarafından havaaracı kazası, herhangi bir kişinin uçuş niyetiyle havaaracına bindiği andan itibaren tüm kişilerin uçaktan indiği ana kadar, bir uçağın işletilmesiyle bağlantılı olarak meydana gelen ve herhangi bir kişinin ölümüne veya ciddi şekilde yaralanmasına veya uçağın kırılma uğramasına neden olan olay olarak tanımlanmaktadır (NTSB, 2010).

Mili Eğitim Bakanlığı tarafından yayımlanan Uçak Bakım-İnsan ve Çevre kitabında yer alan havacılık kaza tanımı; “Hava aracının içinde veya dışında kopan herhangi bir parçanın çarpması veya hava basıncına maruz kalınması sonucunda ağır derecede yaralanma; hava aracının fiziksel yapısı, performansı ve uçuş karakteristiğinin olumsuz yönde etkilenmesi veya hasar görmesi; hava aracının kaybolması veya düşmesi olaylarına uçak kazası denir” olarak ifade edilmiştir (Mili Eğitim Bakanlığı, 2012).

Hava aracı kazası, “Uçuş hareketi esnasında, kişilerin tali nedenlerle ve/veya kendi kendini veya birbirlerini yaralamaları veya uçuş ekibi ve yolcular için ayrılan yerler dışında saklanarak kaçak seyahat edenlerin yaralanmaları hariç olmak üzere, hava-aracı içinde veya hava aracından kopan parçalar da dahil olmak üzere hava-aracının herhangi bir parçasının çarpmasıyla veya hava basıncına maruz kalmak suretiyle çok ağır derecede yaralanması, motor ve aksesuarlarda meydana gelen arıza ve hafif hasarlar hariç olmak üzere hava-aracının fiziksel yapısının veya performansının ve uçuş karakteristiğinin menfi yönde etkilendiği ve bunların değiştirilmesi veya tamirini gerektirecek derecede hasar ve arızalanması, hava-aracının kaybolması veya enkaza ulaşılamayacak bir yere düşmesi ile sonuçlanan olaylar” olarak Ulaşım Kazaları ders notlarında tanıtılmıştır (Öztürk, 2017).

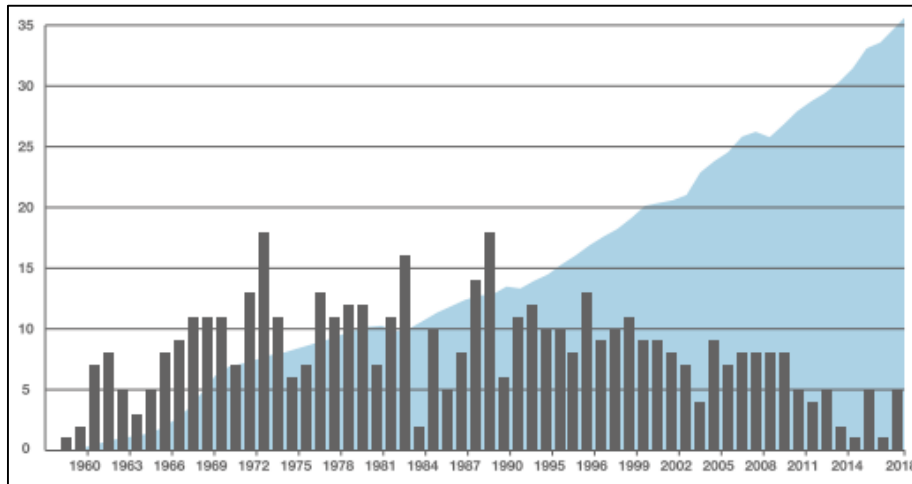
Ayrıca, aynı notlarda hava aracı yer kazası, “Hava-aracının uçuş harekâtı dışında bakım, onarım, arıza giderilmesi, yerde çalıştırılması, yer araçları veya insan gücü ile yer değiştirilmesi esnasında araç çarpmaları veya yangın, tabii afetler ve diğer sebeplerle hasara uğraması veya arızalanması ile sonuçlanan olaylar” olarak da tanımlanmıştır (Öztürk, 2017).

3.1.2. Havacılık kaza istatistikleri



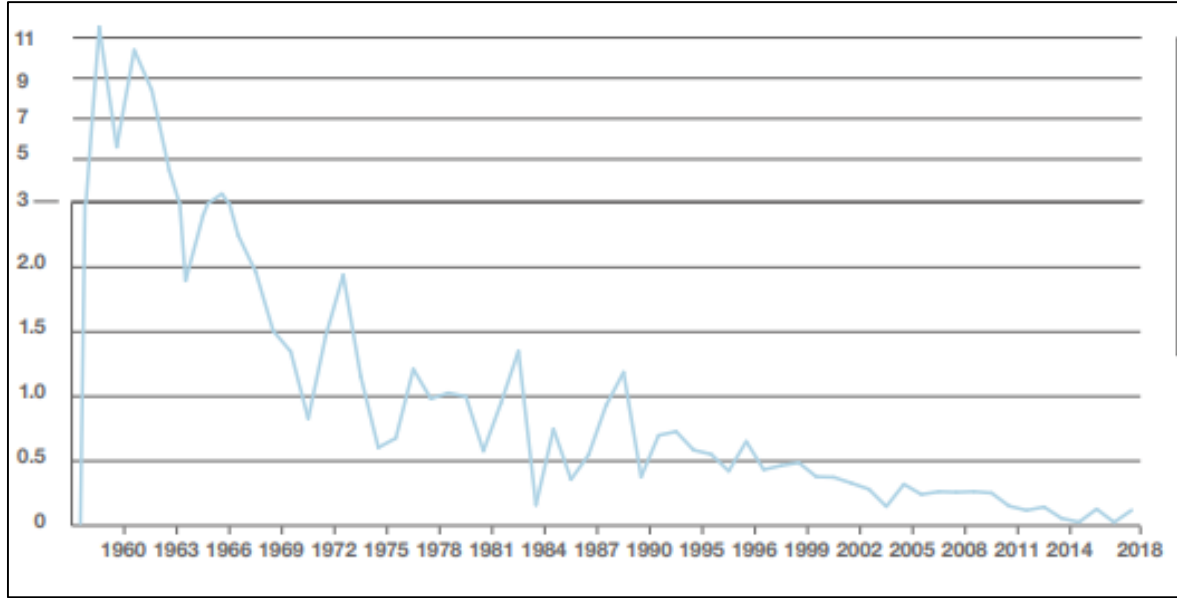
Şekil 3.2. Dünya çapında büyük uçak yolcu ve kargo operasyonlarını içeren ölümlerin sayısı, 1970-2018 (ICAO, 2018)

Son 20 yılda, havacılık endüstrisinde, tüm uçak nesilleri dahil olmak üzere kaza oranı önemli ölçüde azalmıştır (Şekil 3.3). Bu dönemde hava trafik oranında %86'dan fazla artış yaşanmıştır. Bu bilgiler, kazaların incelenmelerin ve emniyete yapılan yatırımların önemli iyileştirmeler getirdiğini göstermektedir.



Şekil 3.3. 1958-2018 yılları arasında tüm dünyada hava trafik hacmi ve hava aracı ölümcül kazaları (Airbus, 2018: 12)

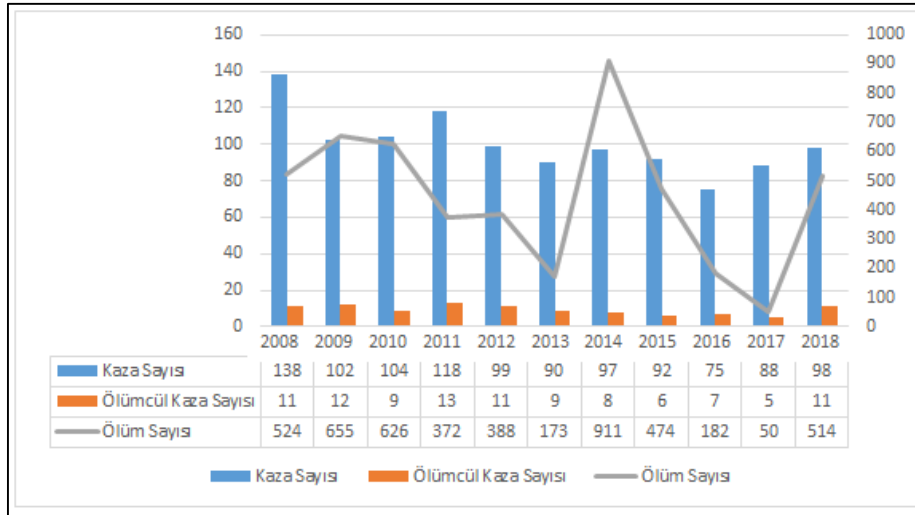
Şekil 3.3, uçuş sayısındaki artışın yanı sıra yıllık ölümcül kaza sayısındaki değişimi göstermektedir. Şekil 3.3'e göre 2018 yılında dünyadaki toplam 35 milyon uçuşta 5 adet kaza meydana gelmiştir. Uçak kazaları nadirdir ve sayıları yıldan yıla değişebilir; ancak, genel şema, kaza sayısının azaldığını göstermektedir. Dolayısıyla uçuş sayısındaki artışa rağmen kaza sayısında herhangi bir artış olmamaktadır (Airbus, 2018).



Şekil 3.4. Milyon uçuş başına yıllık ölümcül kaza oranı (Airbus, 2018)

Günümüzde yılda yaklaşık 35 milyon uçuş gerçekleşmektedir. 1960'larda çok daha az uçuş olmasına rağmen günümüze kıyasla daha fazla kaza sayısı meydana gelmiştir. Şekil 3.4'de görüldüğü gibi hava trafik hacmine göre kaza sayısı oranındaki zirve tam bu döneme aittir. Son on yılda hava trafik hacmine göre ölümcül kaza oranında sürekli azalış görülmektedir (Airbus, 2018).

2008 – 2018 yılları arası durumu göstermek amacıyla, ICAO resmi web sitesinden bu döneme ait olan istatistikleri kullanılarak Şekil 3.5'teki grafik oluşturulmuştur.



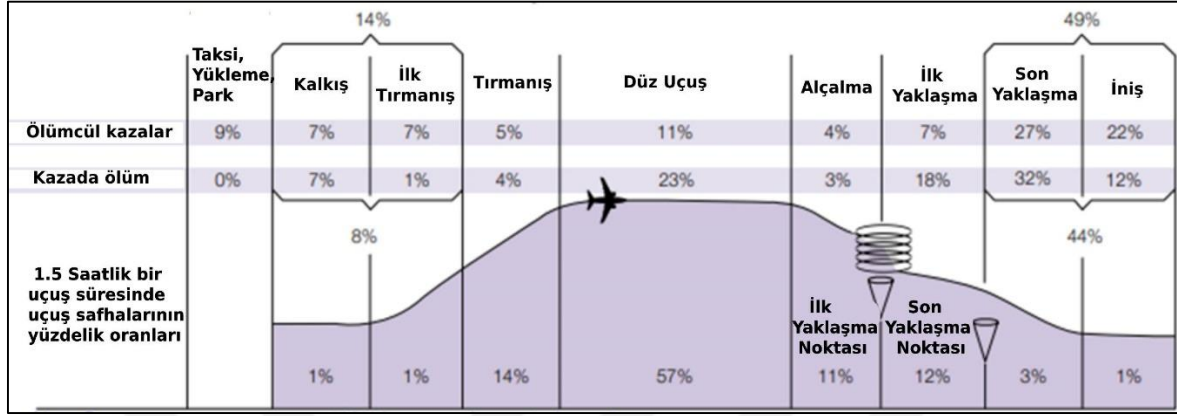
Şekil 3.5. 2008 – 2018 yılları arası havacılık kazaları

Şekil 3.5'te 2014 yılında havacılık kazalarında ölüm sayısında bir pik görülmektedir. Bu yılda Malezya havayollarına ait iki uçak kaza yapmıştır. Sadece bu iki kazada, 532 kişi hayatını kaybetmiştir. Bu sayı, 2014 yılındaki uçak kazalarında ölenlerin sayısının yarısından fazladır. Bu uçaklardan biri kalkış yaptıktan 40 dakika sonra radarlardan kaybolmuştur ve akıbeti hala bilinmemektedir. Bu uçakta 227 yolcu ve 12 mürettebat olmak üzere toplam 239 kişi ölmüştür. Diğer kazada, Amsterdam havalimanından Kuala Lumpur havalimanına giden uçak Ukrayna'daki bir köy üzerine düşmüştür, 283 yolcu ve 15 mürettebat olmak üzere toplam 298 kişi bu kazada hayatını kaybetmiştir.

2014 yılının aksine 2017 yılı ticari yolcu uçuşlarında havacılık tarihinin en emniyetli uçuş yılı olmuştur. 2017'de toplam 5 ölümcül kaza meydana gelmiştir ve bu kazalar büyük yolcu kapasiteli uçaklarda yaşanmamıştır. Ticari yolcu uçuşlarında, 2017 yılındaki kazalarda toplam 50 kişi hayatını kaybetmiştir (ICAO, 2019). 2017 yılında; genel havacılık, özel uçaklar, helikopter vb. uçuşlarda 5 kaza daha meydana gelmiş ve bu kazalarda 29 kişi daha hayatını kaybetmiştir (ANS, 2022). ANS araştırılmasına göre toplam 10 kazada 79 kişi ölmüştür.

Genel olarak havacılıkta kalkış ve iniş fazları uçuşun risk fazları olarak bilinmektedir. Havacılık tarihinde meydana gelen kazalar incelendiğinde, kazaların yarısının bu iki uçuş fazında meydana geldiği anlaşılmaktadır ve bu gerçeklik havacılık gelişimi ve teknoloji gelişimi ile değişmemiştir, üstelik 2008 ve 2017 yılları arasında meydana gelen kazaların önemli bir bölümü kalkış veya iniş fazında meydana gelmiştir. İniş fazında meydana gelen

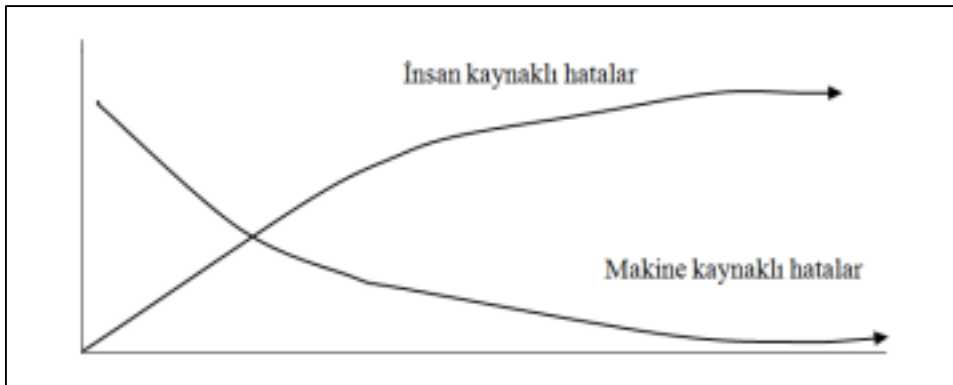
kazalar kalkış fazında meydana gelen kazalardan çok daha fazla oluşmuştur. Şekil 3.6’da görüldüğü gibi, 2008 – 2017 yılları arasındaki kazaların büyük oranı son yaklaşma ve iniş ($\%27 + \%22 = \%49$) fazlarında gerçekleşmiştir.



Şekil 3.6. Uçuş fazlarına göre ölümcül kaza oranı (2008-2017) (Boeing, 2017)

3.1.3. Havacılık kazaların nedenleri

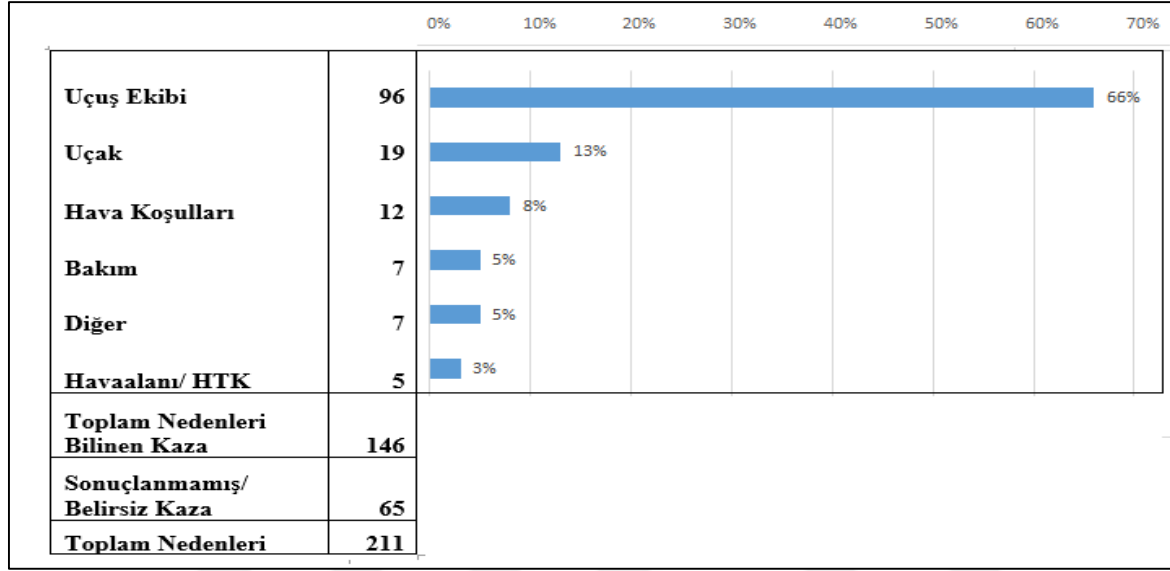
Teknolojinin gelişimi, bakım yöntemlerinin açıklaması, standart ve kuralların konulmasının yanı sıra yeni kontrol sistemlerinin oluşturulması zamanla "makine" kaynaklı hataların azalmasında yardımcı olmuştur. Ancak, bu gelişmeler "insan faktörü" kaynaklı hataları azaltmamıştır. Şekilde görüldüğü gibi, zamanla "makine" kaynaklı hatalar azalırken "insan faktörü" kaynaklı hataların arttığı görülmüştür.



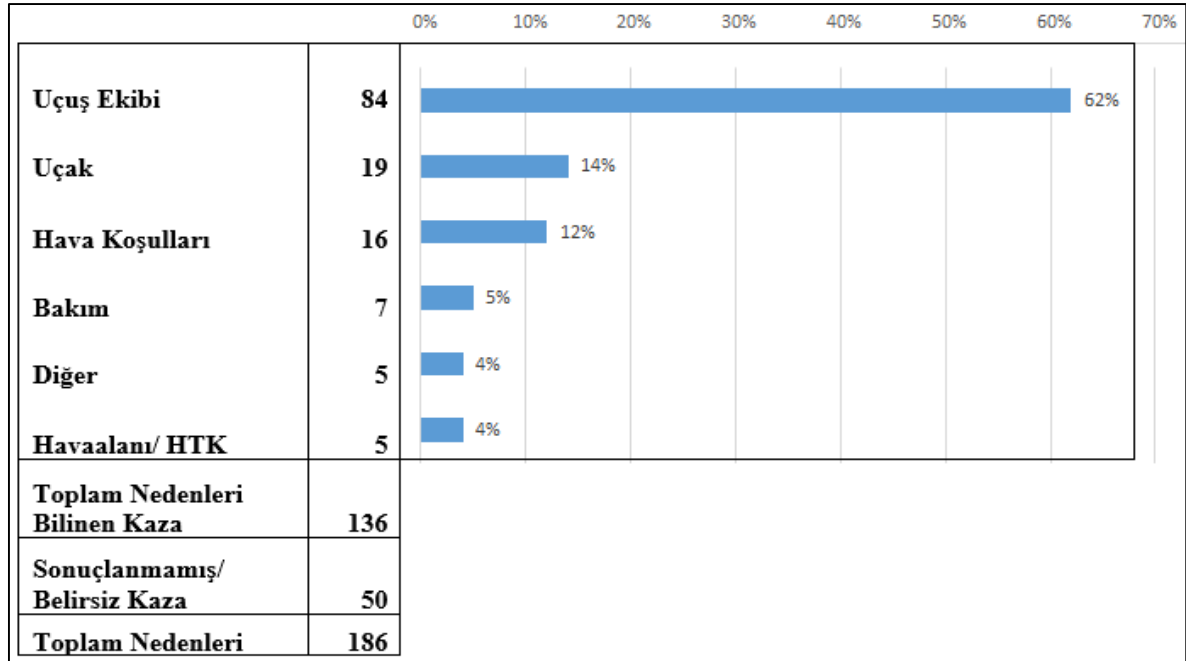
Şekil 3.7. İnsan faktörü ve makine kaynaklı hataları (Wells, 2001: 89)

Boeing tarafından yapılan üç farklı araştırmaya göre üç farklı dönem için ticari yolcu kazalarındaki % kaza nedenleri verilmiştir. 2001 yılında %66 olan pilotaj hataları 2005 yılında %55'e inmiştir.

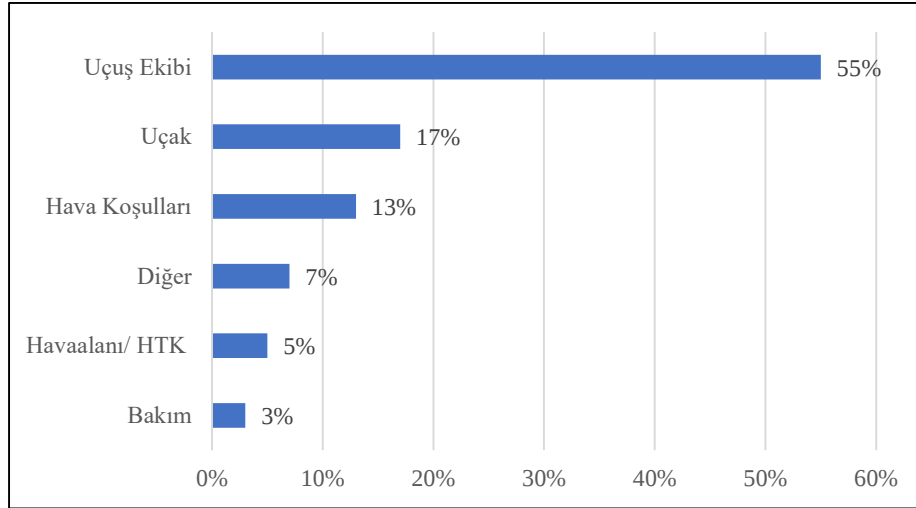
1991-2005 yıllarını kapsayan süreçte makine kaynaklı kazaların oranı %13'ten %17'ye, hava koşullarından kaynaklanan kazaların oranı ise %8'den %13'e yükselmiştir, 2001 yılında yayımlanan rapora göre HTK/havalimanından kaynaklanan kazaların oranı %3'tür. 2004 yılında bu oran %4'e, 2005 yılında ise %5'e yükselmiştir. Uçak bakımından kaynaklı kazaların oranı 2001 yılında %5'ten, 2004'te %4'e ve 2005 yılında %3'e inmiştir.



Şekil 3.8. 1991 – 2000 yılları arası temel nedenlere göre kaza oranı (Boeing, 2001)



Şekil 3.9. 1994 – 2003 yılları arası temel nedenlere göre kaza oranı (Boeing, 2004)



Şekil 3.10. 1994 – 2005 yılları arası temel nedenlere göre kaza oranı (Boeing, 2005)

Oster ve diğerleri 1990 ve 2006 yılları arasında ticari yolcu hizmetlerinde dünya çapında meydana gelen 700 ölümcül havacılık kazasını analiz etmiştir ve bu analize göre kazaların nedenleri Çizelge 3. 1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Kaza nedenlerine göre kaza sayısı, ölüm sayısı ve oranları (Oster ve diğerleri, 2010)

Kaza Nedeni	Ölümcül Kaza		Ölüm Oranı
	Sayı	Oranı	
Pilot Hatası	278	%40	%65
Teknik Arızası	158	%23	%72
Diğer	134	%19	%93
Çevre	71	%10	%71
Terörizm	30	%4	%62
Öbür Uçak	14	%2	%100
Hava Trafik Kontrol	9	%1	%87
Yer/ Uçuş Ekibi Hatası	4	%1	%92
Türlülans	2	%0	%0.3

Diğer araştırmalarda olduğu gibi bu araştırmada da havacılık kazalarının en yaygın nedeninin pilotaj hatası olduğu görülmektedir. Fakat bu araştırmada dikkati çeken bir husus vardır, o da makine kaynaklı kazaların oranıdır. Bu oran %23’tür ve şaşırtıcı şekilde yüksektir. HTK kaynaklı uçak kazalarının oranı, bu araştırmaya göre %1 civarındadır. 1990 ve 2006 yılları arasında HTK’dan kaynaklanan toplam 9 uçak kazası gerçekleşmiştir. Fakat pilotaj kaynaklı kazalara göre HTK kaynaklı kazalar daha ölümcüldür. Pilotaj ile kaynaklı

kazalarda yolcunun hayatta kalma olasılığı %35 iken, HTK ile kaynaklı kazalarda bu oran sadece %13 olduğu görülmüştür.

Çizelge 3.2. Bölgelere göre kaza nedenlerin oranları (Öster ve diğerleri, 2010)

Kaza Nedeni	Afrika	Asya (Çin Hariç)	Avustralya ve Okyanusya	Orta Amerika ve Karayıp	Çin	Avrupa	Eski Sovyet Ülkeleri	Orta Doğu ve Kuzey Afrika	Kuzey Amerika	Güney Amerika
Teknik Arızası	%37	%26	%25	%23	%38	%24	%20	%26	%26	%32
Türbülans	%0	%0	%0	%0	%0	%2	%0	%0	%1	%0
Çevre	%15	%6	%11	%8	%12	%13	%17	%19	%11	%13
Pilot Hatası	%31	%64	%64	%68	%35	%47	%52	%37	%50	%46
Hava Trafik Kontrol	%4	%2	%0	%0	%0	%2	%0	%0	%3	%1
Yer/Uçuş Ekibi	%1	%0	%0	%0	%0	%2	%0	%0	%1	%1
Öbür Uçak	%1	%0	%0	%0	%0	%7	%2	%11	%3	%4
Terörizm	%11	%2	%0	%2	%15	%2	%9	%7	%4	%2

Aynı araştırmaya göre, HTK ilişkili kazalar yüksek oranda Afrika’da daha sonra Kuzey Amerika’da gerçekleşmiştir. Bu durumun sebepleri arasında Afrika’daki HTK’ların ana dilinin İngilizce olmaması ve HTK’ların zorlu çalışma koşulları sayılabilir.

Türk Hava Yolları tarafından yapılan bir çalışmada 1990 – 1999 yılları arası meydana gelen kazalar incelenmiştir. Ana nedenlerine göre bu kazaların oranları Çizelge 3.3’te verilmiştir. Uçuş ekibinden kaynaklı kazaların oranı her zamanki gibi yüksektir. Fakat bu araştırmaya göre makine kaynaklı kazaların oranı Oster’in çalışmasına göre daha düşüktür (%11). HTK kaynaklı kazalarda ise oran %4’tür.

Çizelge 3.3. 1990-1999 yılları arası ana nedenlerine göre uçak kaza sayısı (THY, 2002)

Kaza Nedeni	Kaza Sayısı	Yüzdelik (%)
Uçuş Ekibi	91	67
Uçak	15	11
Hava Koşulları	10	7
Bakım	8	6
Havalimanı/ HTK	5	4
Diğer	6	5
Nedeni Bilinen	135	
Nedeni Henüz Bilinmeyen	66	
Toplam	201	

Ulusal Akademi Basın (National Academy Pres) tarafından yapılan araştırmalara göre Amerika Birleşik Devletleri'nde 1959 – 1986 yılları arasında gerçekleşen 476 uçak kazasındaki nedenlere ait oranlar Çizelge 3. 4'te verilmiştir:

Çizelge 3.4. 1959 – 1986 yıllar arası ABD havacılık kazaların ana nedenleri ve oranları

Kaza sebebi	Oranı
Kokpit ekibi	%73
Uçak ve sistemlerin dizaynı	%10
Hava koşulları	%5
Hava trafik kontrol sistemleri	%4
Bakım	%3
Diğer	%4

1987–1996 yılları arasındaki toplam 145 uçak kazasının sebepleri ve oranları Çizelge 3. 5'te verilmiştir:

Çizelge 3.5. 1987 – 1996 yıllar arası ABD havacılık kazaların ana nedenleri ve oranları

Kaza sebebi	Oranı
Kokpit ekibi	%72
Uçak ve sistemlerin dizaynı	%9
Hava koşulları	%4
Hava trafik kontrol sistemleri	%3
Bakım	%6
Diğer	%6

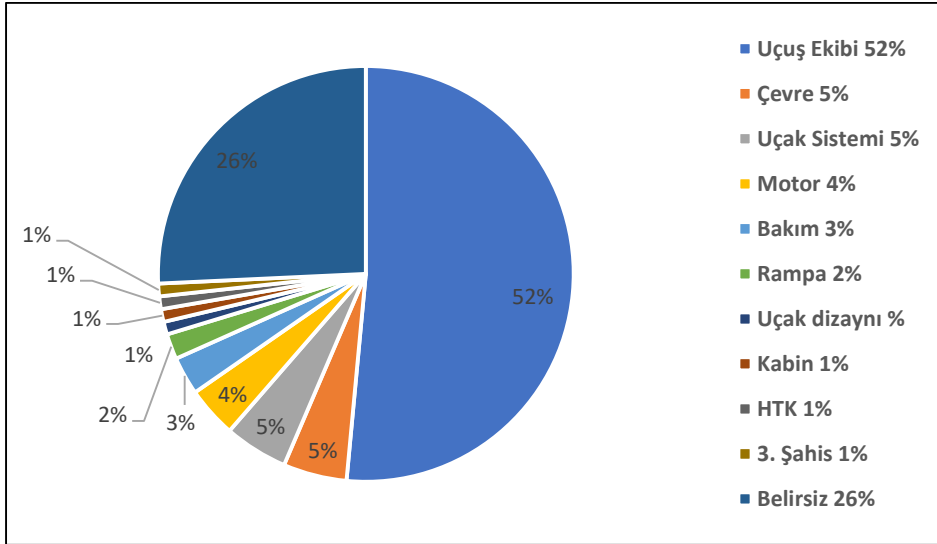
Airbus tarafından yapılan araştırmalara göre 1982–1991 yılları arasında meydana gelen uçak kazalarının sebepleri ve ölü sayıları Çizelge 3. 6'da görülmektedir.

Çizelge 3.6. 1982-1991 yıllar arasında meydana gelen kazaların nedenleri ve ölüm sayıları

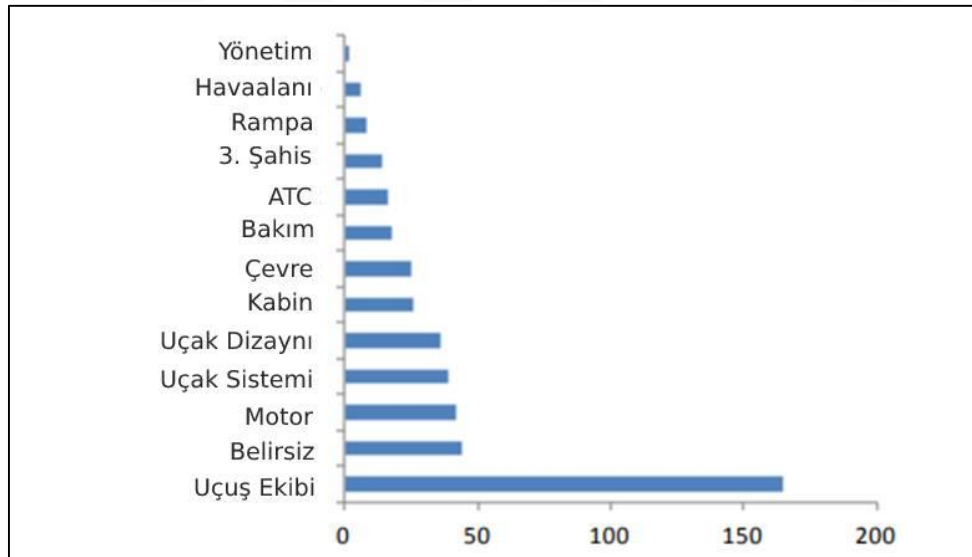
Kaza sebebi	Ölü sayısı
Kontrollü uçuşta yere çarpma (CFIT)	2169
Bakım	1481
Kontrolün kaybedilmesi	1387
Kontrol kulesi ve haberleşme	1000
Yaklaşma ve iniş	910
Kaza mesajı yönetimi (APCM)	644
Uçuşta yangın / Duman	610
Diğer	1341

2002-2011 yıllar arası meydana gelen havacılık kazalarını inceleyen diğer bir çalışmaya ait sonuçlar Şekil 3.11 ve Şekil 3.12'de verilmiştir. Bu dönemde toplam 250 ölümcül kaza

meydana gelmiştir ve bu kazalarda toplam 6,983 kişi hayatı kaybetmiştir. Şekil 3.11’de kazaların nedenleri oransal olarak görülmektedir. Şekil 3.12’de ise bu kazalar sayı olarak verilmiştir. Şekil 3.12’de HTK’dan kaynaklanan kazaların oranı % 1’ken bu kazalarda 152 kişi hayatı kaybetmiştir.

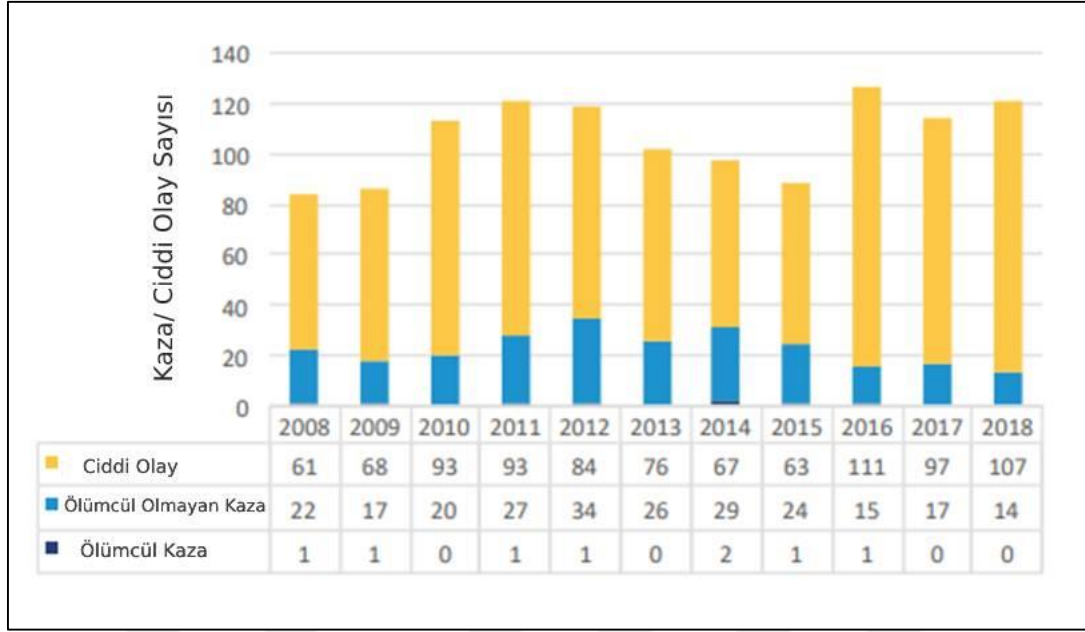


Şekil 3.11. 2002 – 2011 yılları arasında ana nedenlerine göre kaza oranı (CAA, 2013)



Şekil 3.12. 2002-2011 yılları arasında ana nedenlerine göre kaza sayısı (CAA, 2013)

Şekil 3.13’de 2008 – 2018 yılları arasında EASA’ya üye olan ülkelerde meydana gelen yolcu uçaklarındaki kazaların sayısı, ölümcül kaza sayısı ve ciddi olayların sayısı verilmiştir. Bu rapora göre EASA’ya üye olan ülkelerin hava sahalarında toplam 8 ölümcül kaza meydana gelmiştir.



Şekil 3.13. 2008-2018 yılları arası ölümcül kaza, kaza ve olayların sayısı (EASA üyeleri)

3.1.4. Havacılık kazalarında insan faktörleri

Havacılık kazaları genel olarak bir olaylar zincirinden dolayı meydana gelmektedir. Zincirdeki olaylardan herhangi birinin ortadan kaldırılması bu kazayı önleyebilmektedir (SHGM, 2012). Bu zincirdeki en yaygın ortak faktör insandır (pilotlar, HT kontrolörleri, bakım teknisyenleri, üreticiler, tasarımcılar).

Teknolojideki gelişmelerle birlikte uçak kazaları havacılığın ilk yıllarına göre hızla azalmış, ancak belli bir seviyeye indirilememiştir. Çünkü kazalardaki insan faktörü payı hiçbir şekilde tamamen ortadan kaldırılamamaktadır (FAA, 1995).

Havacılıkta "insan faktörü" kaynaklı hatalar dört temel bölümde incelenebilir:

- *Pasif hatalar*: Yanlış anlamalar, aşırı iş yükü, veya unutkanlık gibi nedenli olan hatalar.
- *Aktif hatalar*: Prosedürlere uyulmamasından kaynaklanan hatalar.
- *Tecrübe ve eğitim eksikliği*: Yanlış karar verme ve yanlış uygulama kaynaklı hatalar
- *Muktedir olmama durumu*: Uçuş ekibinin, HTK personelinin ve bakım teknisyenlerinin fiziksel performans sınırlarının aşılmasından kaynaklanan hatalar.

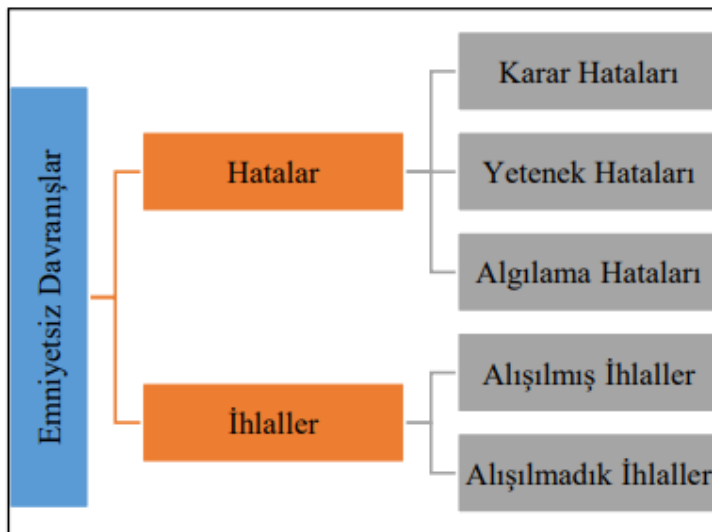
İnsan hataları genel olarak “planlanmış bir zihinsel veya fiziksel aktivite dizisinin amaçlanan sonuca ulaşmada başarısız olduğu ve bu başarısızlıkların bazı tesadüflerin müdahalesine atfedilemeyeceği tüm durumlar” olarak tanımlanır (Salmon ve diğerleri, 2011: 89-95).

Çoğu kaza ve olay raporlama sistemi, herhangi bir insan hatası analiz metodu çerçevesinde tasarlanmamıştır, bu da hata nedenlerinin tespit edilmesini ve müdahale stratejilerinin geliştirilmesini oldukça zorlaştırmaktadır. Bu durumun çözüm olarak Shappell & Wiegmann (2000) İnsan Faktörler Analiz ve Sınıflandırma Sistemini (Human Factors Analysis and Classification System HFACS) geliştirmiştir. HFACS, İnsan başarısızlığının altında bulunan teorik nedenlere dayanarak kazalarla ilgili insan hata verilerini yeniden sınıflandırmak ve analiz etmek için kullanılabilir (Dönmez ve Uslu, 2018). Temeli Reason’un İsviçre peyniri modeline dayanan HFACS insan faktörlerini 4 seviye hata ile tanımlamaktadır:

- Seviye 1: Emniyetsiz davranışlar
- Seviye 2: Emniyetsiz davranışlara zemin hazırlayan koşullar
- Seviye 3: Emniyetsiz yönetim
- Seviye 4: Örgütsel etkiler

Emniyetsiz davranışlar Şekil 3.14’te gösterildiği gibi iki grupta sınıflandırılır:

- Hatalar
- İhlaller



Şekil 3.14. Emniyetsiz davranışlar (Shapell ve Wiegmann, 2000; Dönmez ve Uslu, 2018)

Karar hataları: En yaygın hata tiplerinden biri olan karar hataları, planlandığı gibi işleyen planlı bir süreç olarak tanımlanabilir, ancak başlangıçta plan yanlış yapılmıştır. Karar hataları üç farklı sınıfta sınıflandırabilmektedir. Bunlar: eksik seçim hataları, problem çözme hataları ve yöntemsel hataları (Dönmez ve Uslu, 2018).

Yetenek hataları: Karar hatalarından farklı olarak, yetenek hataları, herhangi bir bilinç hali veya düşünce gerektirmeyen durumlarda yapılan hatalardır. Yetenek hataları hafıza, dikkat ve teknik eksikliğinden kaynaklanan hatalardır.

Algılama hataları: Algısal girdiler azaldığında ya da kötü hava şartları veya gece şartları gibi alışılmadık çevresel faktörler algıyı azalttığında ortaya çıkan hatalardır. Bu hata grubuna örnek olarak; yanlış ve eksik bilgilerle hareket edilmesi, mesafenin, alçalma ve tırmanma oranının ya da irtifanın yanlış ölçülmesi veya görsel hatalar nedeniyle yanlış geri bildirim verilmesi sayılabilir.

Alışılmış ihlaller: Bu alışılmış davranışlara genellikle yöntem veya sistem tarafından da izin verilmektedir. Diğer ifadeyle tolerans gösterilen hatalardır. Havacılıkta alışılmış ihlallerin örnekleri, olumsuz hava koşullarında sürekli uçan pilotlar olarak verilebilir.

Alışılmadık ihlaller: Bu tür ihlaller, otoritelerle çelişen durumlar olarak nitelendirilebilir. Yöneticiler veya bireyler tarafından asla izin verilmeyen ihlallerdir. Bu ihlaller, doğası gereği sıra dışı oldukları için bu isimle adlandırılmıştır. Yasaklı bir hava sahasına girip uçuşu devam etmek, alçak kanyon uçuşu yapmak ya da hava aracı ile bir köprünün altından geçmek gibi durumlar alışılmadık ihlallere örnek gösterilebilir.

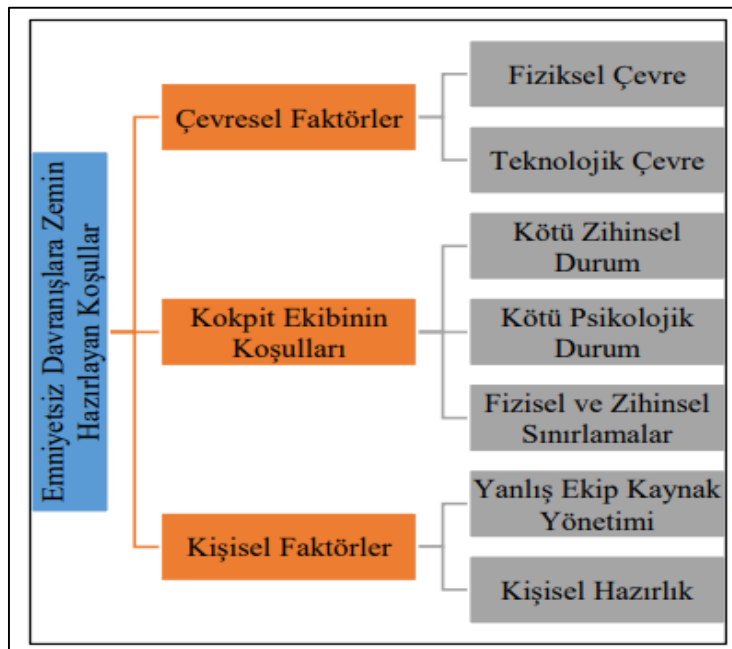
Şekil 3.15'te hata ve ihlallere yönelik örnekleri verilmiştir.

Hatalar	Ihlaller
• Karar hataları • Uygun olmayan yöntem • Acil durumun yanlış teşhisi • Acil duruma yanlış yanıt verilmesi • Yeteneği aşan durumlar • Uygun olmayan manevra yapılması • Zayıf ya da eksik karar • Eksik veya uygun olmayan uçuş planlaması • Uygun olmayan kalkış/iniş iptal kararları • Uygun olmayan yakıt alma/boşaltma kararları • Yetenek Hataları • Görsel taramada yanılma • Dikkat önceliğinde hata • Uçuş kontrollerinin uygun olmayan ya da yanlış kullanımı • Yöntemlerde atlanan adım • Atlanan checklist ögesi • Zayıf teknik • Uçakları aşırı kontrol • Kontrolsüz hız yapma • Uygun irtifayı koruyamama • Uygun süzülüş açısını sürdürememe • Algılama Hataları • Yanlış ölçülen mesafe / yükseklik / hava hızı • Mekansal yönelim bozukluğu • Görsel yanılma vb.	• Alışılmış ihaller • Brifinglere uyulmaması • Radar altimetre kullanımında başarısız olunması • Yetkisi olmayan bir yaklaşma yapılması • Eğitim kurallarının ihlal edilmesi • Aşırı manevralarla uçulması • Uçuşa düzgün şekilde hazırlanılmaması • Bilgilendirilmiş yetkisiz uçuş gerçekleştirme • Görev için geçerli ya da nitelikli olmama • Alışılmadık ihaller • Uçak sınırlarını kasıtlı olarak aşma • Görerek uçuş şartlarında düşük irtifada uçuşa ısrarla devam etme • Yetkisiz alçak irtifa kanyon uçuşu • Aletli uçuş şartlarında görerek uçuş yapma • Eksik ekipman olduğu bilindiği halde uçuş yapma vb.

Şekil 3.15. Hatalar ve ihlaller (Shapell ve Wiegmann, 2003, Shapell ve Wiegmann, 2000)

Emniyetsiz davranışlara zemin hazırlayan koşullar Şekil 3.16'da gösterildiği gibi üç sınıfta incelenmektedir (Wiegmann ve Shapell, 2001):

- Çevresel faktörler
- Kokpit ekibinin koşulları
- Kişisel faktörler



Şekil 3.16. Emniyetsiz davranışlara zemin hazırlayan koşullar (Shapell ve Wiegmann, 2000)

Çevresel faktörler: Fiziksel ve teknolojik çevre olmak üzere iki sınıfta incelenmektedir. Kokpit ekibinin performansını büyük ölçüde etkileyen fiziksel ortam, takım performansına çok sayıda sınırlama getirmektedir. Benzer şekilde HTK personellerin performansını oldukça etkileyen fiziksel ortam, ekip çalışma performansına sayısız sınırlamalar getirmektedir. Çevresel faktörler sınıfına sıcaklık, gürültü, titreşim, ışık, dış kuvvetler, vb. faktörler girer (Villela, 2011). Teknolojik çevre faktörü, çalışanların performansını etkileyebilecek her türlü ekipman ve kontrollerin tasarımını, gösterge özelliklerini ve otomasyonunu içermektedir. Yeni ve yakın zamanda tanıtılan ekipmanların çalışma ortamına girmesi, çalışanın güvensiz davranışlarına yol açabilecek karışıklığa neden olabilmektedir (Villela, 2011).

Kokpit ekibin koşulları: Üç alt başlıkta incelenmektedir. Kötü zihinsel durum, personelin performansını olumsuz bir şekilde etkileyen zihinsel koşullar olarak tarif edilebilir. Bu koşullar; durumsal farkındalığın kaybı, aşırı güven, memnuniyet, zihinsel yorgunluk, biyolojik saat bozukluğu (sirkadiyen ritim) ya da yanlış motivasyon gibi kararları olumsuz yönde etkileyebilecek ve emniyetsiz davranışları getirilebilecek zararlı hareketleri içermektedir (Wiegman ve Shapell, 2001). Kötü fizyolojik durum; mekansal oryantasyon bozukluğu, görme yanılgıları, zehirlenme, uykusuzluk, tıbbi veya kimyasal anormallikler çalışanların performansını etkileyen fizyolojik faktörlerdir. Fiziksel ve zihinsel sınırlamalar, algısal girdilerin erişilebilir olmaması veya erişilebilir ancak bireyin o anda bunu başaracak kapasiteye, yeteneğine veya zamanına sahip olmaması olarak karakterize edilmektedir (Wiegman ve Shapell, 2001).

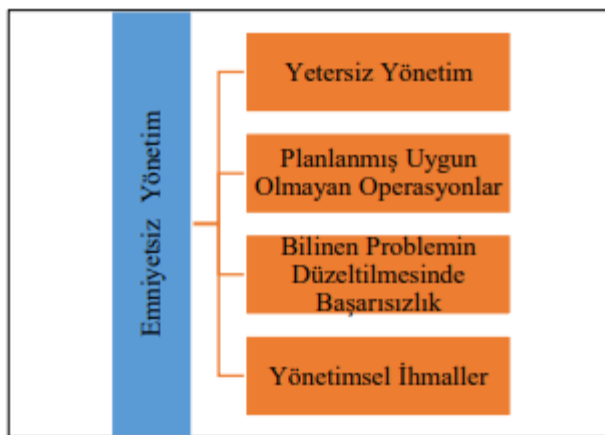
Kişisel faktörler: İki alt başlıkta incelenmektedir. Yanlış ekip kaynak yönetimi, ekibin kokpitteki üyelerinin kendi arasındaki ve kokpit ekibi ile HT kontrolörleri arasındaki iletişimindeki olumsuzlukları içermektedir. Takımın tüm üyelerinin koordinasyon içinde hareket ettiğinden emin olamamak, kafa karışıklığına ve kötü bir zihinsel duruma yol açmaktadır (Wiegmann ve Shapell, 2001). Kişisel hazırlık; havacıların kişisel olarak işe hazır olmaları da öneme sahiptir. Ekibin alkol kısıtlamalarını ihlal etmesi, dinlenme sürelerini ihlal etmesi, diyet yapması, kendi kendine ilaç kullanması bu sınıfa girebilecek durumlardır (Wiegmann ve Shapell, 2001). Emniyetsiz davranışlara zemin hazırlayan koşulların örnekleri Şekil 3.17’de gösterilmiştir.

Çevresel faktörler	Kokpit ekibinin koşulları	Kişisel faktörler
• Fiziksel Çevre • Uygun olmayan ortam (sıcaklık, gürültü, titreşim, ısı, dış kuvvetler vb.) • Teknolojik Çevre • Uygun olmayan donanım (kontroller, göstergeler, koltuklar, iletişim araçları vb.) • Uygun olmayan yazılım - arayüz (otomasyon sistemleri, iletişim sistemleri vb.)	• Kötü Zihinsel Durum • Kanalize olmuş dikkat • Halinden memnun olma (öz tatmin) • Dikkat dağınıklığı • Zihinsel yorgunluk • Eve dönüş sendromu • Acelecilik • Özgüven • Durumsal farkındalığın kaybedilmesi. • Yetersiz motivasyon • Görev doygunluğu • Kötü Fizyolojik Durum • Bozulmuş fizyolojik durum • Tıbbi hastalık • Yetersiz fizyolojik kapasite • Fizyolojik yorgunluk • Fiziksel ve zihinsel sınırlamalar • Yetersiz reaksiyon süresi • Görsel sınırlamalar • Uyumsuz zeka/yetenek • Uyumsuz fizyolojik kapasite.	• Yanlış ekip kaynak yönetimi (CRM) • Destek olma başarısızlığı • Koorsinasyon ve iletişimde başarısızlık • Eksik bilgilendirme • Kaynak kullanımında başarısızlık • Liderlik konusunda başarısızlık • Trafik işaretlerinin yanlış yorumlanması • Personelin Hazırlık Durumu • Aşırı fiziksel eğitimler • Kendi kendine ilaç kullanımı • Dinlenme sürelerinin ihlal edilmesi • Alkol kullanımı kurallarının ihlali vb.

Şekil 3.17. Emniyetsiz davranışlara zemin hazırlayan koşulların faktörleri (Shapell ve Wiegmann, 2000, Villela, 2011)

Emniyetsiz Yönetim Şekil 3.18’de gösterildiği gibi dört faktörden oluşmaktadır:

- Yetersiz yönetim
- Planlanmış uygun olmayan operasyonlar
- Bilinen problemin düzeltilmesinde başarısızlık
- Yönetimsel ihlaller



Şekil 3.18. Emniyetsiz yönetim (Shapell ve Wiegmann, 2000)

Yetersiz yönetim, yönetimin hareketlerini ve tutumlarını etkileyen idari komuta zincirindeki hataları içermektedir. Yöneticiler, yeterli eğitimin verilmesi, mesleki rehberlik sağlanması ve örgütsel liderlik gibi konularda bireye karşı uygun ve gerekli fırsatları sunmalıdır. Bu imkanlar olmazsa operasyonel riskler her geçen gün artacaktır.

Planlanmış uygun olmayan operasyonlar ekibe uygun ve yeterli dinlenme zamanının tahsis edilmemesi, uygun olmayan ekip eşleştirmesi, özel görevlerde riskin yönetilememesi gibi konuları içermektedir.

Bilinen problemin düzeltilmesinde başarısızlık, donanım ya da ilgili emniyet alanlarındaki sorunların yöneticiler tarafından bilinmesi ancak bu sorunlar düzeltilmeden operasyonların devam ettirilmesidir (Wiegmann ve Shapell, 2001).

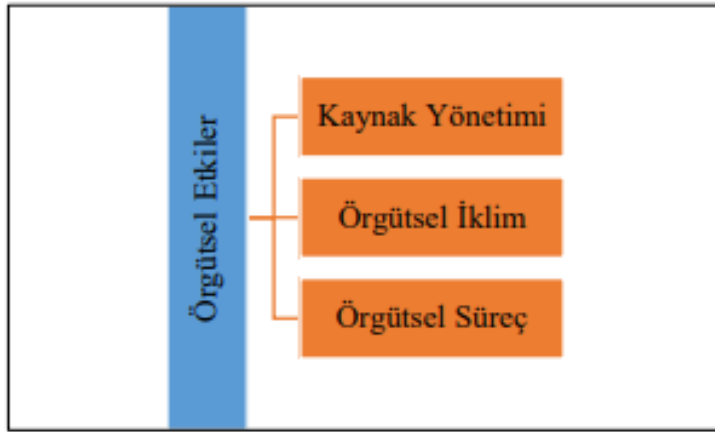
Yönetimsel ihmaller, yöneticiler tarafından kuralların veya düzenlemelerin kasıtlı olarak ihlal edilmesidir. Örnek olarak geçerli sertifikası ya da lisansı olmayan personelin iş başına izin vermek felaketlere neden olacak olaylar zincirinin başlangıcı olabilmektedir (Wiegmann ve Shapell, 2001). Emniyetsiz yönetim faktörlerinin örnekleri Şekil 3.19’da verilmiştir.

Yetersiz Yönetim	Planlanmış Uygun Olmayan Operasyonlar	Bilinen Problemi Düzeltmede Başarısızlık	Yönetimsel İhmaller
• Rehberlik sağlamakta başarısızlık • Operasyonel doktrin sağlanmasında başarısızlık • Gözetim başarısızlıkları • Eğitim sağlamakta başarısızlık • Niteliklerin izlenmesinde başarısızlık • Performans takibinde başarısızlık	• Doğru verilerin sağlanmasında başarısızlık • Yeterli bilgilendirme zamanının verilmemesi • Uygunsuz eşleştirme • Kurallara uygun olamayan göreve atama • Kokpit ekibine uygun dinlenme zamanı tahsis etmeme	• Dökümanlardaki problemin düzeltilmemesi • Düzeltici eylemin başlatılması konusunda başarısızlıklar • Riskin belirlenmesi konusunda başarısızlık • Emniyetsiz girişimlerin rapor edilmesinde başarısızlık	• Gereksiz tehlikelere izin vermek • Kuralların ve kanunların uygulanmasında başarısızlık • Uçuşa yetkisiz personele izin vermek

Şekil 3.19. Emniyetsiz yönetim faktörleri (Shapell ve Wiegmann, 2000; Dönmez ve Uslu, 2018)

Örgütsel etkiler genellikle göz ardı edilmektedir ve en iyi kaza araştırmacılar bile rapora dahil etmemektedir. Geleneksel olarak, Şekil 3.20’de gösterildiği gibi, bu gizli örgütsel hatalar üç faktörden oluşmaktadır:

- Kaynak yönetimi
- Örgütsel iklim
- Örgütsel süreç (Wiegmann ve Shapell, 2001)



Şekil 3.20. Örgütsel etkiler (Shapell ve Wiegmann, 2000)

Kaynak yönetimi, organizasyonel kaynakların yönetimini, bakımını ve tahsisini içermektedir. Lisanssız pilotların, sertifikasız bakım eksikliği olan bir uçakta, zorlu çalışma koşullarında ve ağır bir çalışma programında uçmaya zorlandığı bir senaryo içerebilmektedir.

Örgütsel iklim, genel olarak örgütün bireylere karşı davranış biçimi ya da bireyin performansını etkileyen organizasyon içindeki her türlü değişiklikler olarak tanımlanabilmektedir.

Örgütsel süreç, yöntemleri (hedefler, performans standartları, yöntemler hakkında talimatlar), resmi süreçleri (zaman baskısı, operasyonel tempo, çalışma takvimleri) ve organizasyon içindeki gözetimi (risk yönetimi, örgütsel çalışma, emniyet programlarının uygulanması ve hazırlanması) gibi konuları içermektedir. En üst düzeydeki yönetim ve karar eksikliklerinin her biri çalışanların performansını ve sistem emniyetini dolaylı olarak olumsuz yönde etkilemektedir (Wiegmann ve Shapell, 2001). Örgütsel etki faktörlerinin örnekleri Şekil 3.21’de gösterilmiştir.

Kaynak Yönetimi	Örgütsel İklim	Örgütsel Süreç
• İnsan kaynakları; eleme, atama, eğitim • Bütçe yönetimi; eksik fon desteği, aşırı kesintiler • Ekipman kaynak tahsisi; uygun olmayan ekipman alımı, yanlış tasarım	• Yapı; emir komuta zinciri, otorite belirleme, iletişim, yapılan işler için hesap verilebilirlik. • Politika; işe alma ve işten çıkarma, terfi, ilaçlar ve alkol. • Kültür; kurallar ve normlar, değerler ve inançlar, organizasyonel adalet	• Operasyonlar; iş temposu, zaman baskısı, ürün paylaşımı, teşvikler, değerlendirme, iş takvimi belirleme, eksik planlama • Yöntemler; standartlar, açıkça belirlenen amaçlar, dökümantasyon, talimatlar • Gözetim; risk yönetimi, güvenlik programları

Şekil 3.21. Örgütsel süreç faktörleri (Shapell ve Wiegmann, 2000)

Havacılık sektöründe, uçuş emniyeti açısından insan faktörünün öneminin anlaşılabilmesi için uçak kazalarının nedenlerinin incelenmesi önemlidir. Uçak kazalarının ve kazaların nedenlerinin bazı örneklerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

- 1974 yılında DC-10 uçak kazasının analiz edildiğinde kargo kapısının kopup düşmesi kazaya yol açmıştır. Kaza incelendiğinde kargo kapısını kapatmak için kapı koluna uygulanan kuvvet ve servis bülteninin tam olarak uygulanmamış olduğu görülmüştür. Bu hata "insan faktörü" kapsamına giren hatalardan biridir ve uçak bakım personeline aittir.
- 1977 yılında Tenerife Adası'nda iki adet B747 uçağının pist üzerinde çarpışmıştır ve kazada 583 kişi hayatını kaybetmiştir. Bu kaza havacılık tarihinde yaşanan en ölümcül havacılık kazasıdır. Kazanın analizinde, kazaya yol açan sebepler normal haberleşme prosedürlerinin uygulanmaması ve sözlü mesajların yanlış yorumlanması olarak belirlenmiştir. Bu hata meydan kontrolörüne ve kalkış yapacak uçağın pilota aittir.
- 1983 yılında Kuala Lumpur'da A300 tipi uçağın uğradığı kazanın analizinde, filodaki uçakların panel düzenlerindeki farklılıkların kokpit ekibinin verimini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. Hata kokpit ekibine ve organizasyona aittir.
- 1984 yılında bir DC-10 tipi uçak Newyork uluslararası havalimanında pistten çıkmıştır. Meydan kontrolörü zayıf görüş şartlarından dolayı uçağı görememiş, uçak piste çok hızlı yaklaşırken pilot otomasyon hız indirmesine güvenerek iniş yapmaya kalkışmış ve pistte

duramayıp pistten çıkmıştır. Kazanın sebebi cihazlara (otomasyona) aşırı güven olduğunu belirlenmiştir. Hata pilota aittir.

Hava ulaştırması diğer ulaşım türlerine göre çok daha karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu nedenle hava taşımacılığında emniyete büyük önem verilmektedir. Askeri ve sivil havacılıkta uçak kazalarının %70-80'inde insan hatası büyük paya sahiptir. Fakat, bu durum havacılık sektörüne has bir durum değildir. Şöyle ki, diğer kazalarda da "insan faktörü" %80-90 gibi önemli oranda karşımıza çıkar. Havacılık kazalarında insan faktörü kavramı; uçuş ekibi, uçak bakım personeli ve HT kontrolörlerini kapsamaktadır. Birbiriyle irtibatta olduğu için ve birbirinin hatalarından etkilenebildiği için insan faktöründeki en büyük payı pilotlar ve HT kontrolörleri almaktadır.

Boeing tarafından yapılan araştırmalara göre havacılık kazaların %63 ve %74 arasında insan kaynaklı kazalardır. Bölüm 3.1.3'te verilen şekillerde bu oranlar gösterilmiştir. 1991 – 2000 yılları arası meydana gelen kazaların %74'ü insan kaynaklıdır (Şekil 3.8), 1994 – 2003 yılları arasında bu oran %70 (Şekil 3.9) ve 1996-2005 yılları arasındaki kazalarda bu oran %63'tür (Şekil 3.10).

Yine bölüm 3.1.3.'te verilen Çizelge 3.3'te gösterildiği gibi, 1990 – 1999 yılları arası meydana gelen kazaların %77'si insan kaynaklıdır (Uçuş ekibi %67, Bakım %6 ve HTK %4).

ABD tarafından yapılan çalışmaya göre ABD'de 1959-1986 yılları arasında meydana gelen kazaların %80'i insan kaynaklıdır (Uçuş ekibi %73, Bakım %3 ve HTK %4) (Çizelge 3.4), 1987 – 1996 yılları arasında bu oran 81dir (Uçuş ekibi %72, Bakım %6 ve HTK %3) (Çizelge 3.5).

Havacılık gibi karmaşık sistemlerdeki kazaların oranı %60 ila 90'ının insan hatasından kaynaklandığı tahmin edilmesine rağmen (Wickens ve Hollands, 2000: 45) bu bahsedilmiş araştırmalara göre bu oranı %63 ve %81 arasındadır.

3.1.5. Hava trafik kontrol

SHGM tarafından Hava trafik hizmeti: "Uçuş bilgi hizmeti, ikaz hizmeti, hava trafik tavsiye hizmeti, hava trafik kontrol hizmeti (saha kontrol hizmeti, yaklaşma kontrol hizmeti ya da

meydan kontrol hizmeti) olarak değişik anlamlarda kullanılan genel bir terim" olarak tanıtılmıştır (SHGM, 2016; ICAO, 2018).

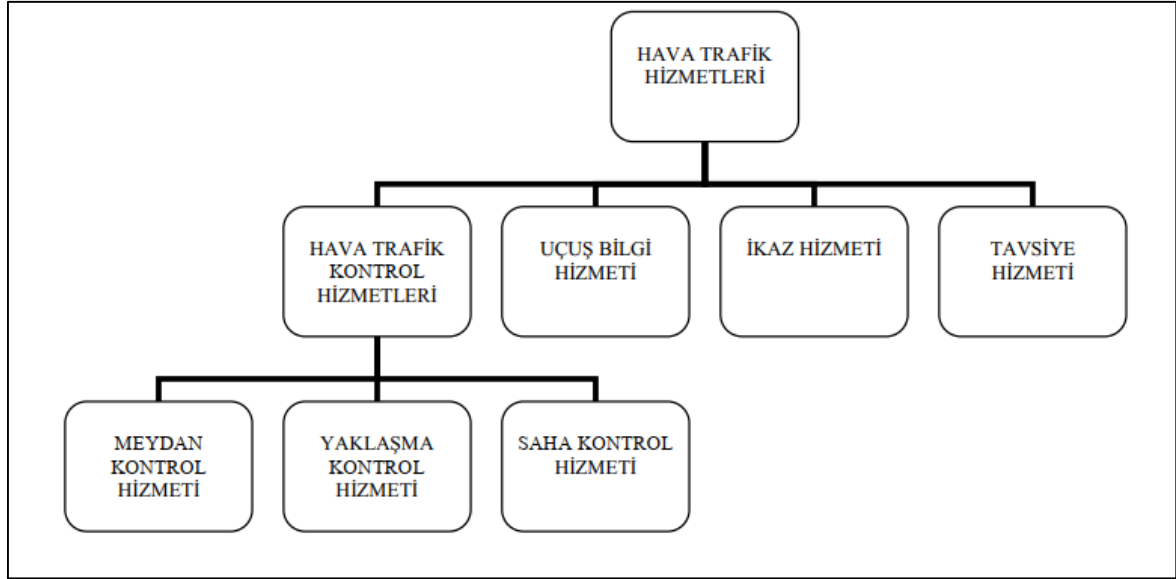
Hava trafik hizmetini birincil amacı, bir ülkenin hava sahasında uçakların emniyetli ve düzenli hareketini sağlamaktır (ABD Personel Yönetimi Ofisi, 1978:26). Bu doğrultuda hava trafik hizmetleri dört ana fonksiyonel gruba ayrılır (Çınar, 2010):

1. Uçuş bilgi hizmeti
2. İkaz hizmeti
3. Hava trafik tavsiye hizmeti
4. Hava trafik kontrol hizmeti

Hava trafik kontrol hizmeti ise üç üniteye ayrılmaktadır:

1. Saha kontrol (Area Control Center ACC)
2. Yaklaşma kontrol (Approach Control APP)
3. Meydan kontrol (Tower Control TWR)

Şekil 3.22’de şematik olarak hava trafik hizmetlerinin bölümleri verilmiştir.



Şekil 3.22. Hava trafik hizmeti bölümleri (Çınar, 2010)

Hava trafik hizmetleri ilgili devlet tarafından yetkilendirilmiş bir otorite tarafından sağlanmaktadır. Avrupa Birliği ülkelerinde bu sorumluluğu yerine getiren kurum Avrupa Hava Seyrüsefer Emniyeti Örgütü (EUROCONTROL), Amerika Birleşik Devletleri'nde ise, Federal Havacılık Dairesi (FAA) ve Türkiye Cumhuriyeti'nde Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğüdür (DHMI).

Hava trafik hizmetleri, dünyanın birçok ülkesinin üyesi olduğu Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (ICAO) tarafından belirlenen hedeflere uygun olarak gerçekleştirilir. Bu hedefler şunlardır (ICAO, 2018):

- a) Uçaklar arasındaki çarpışmaları önlemek,
- b) Manevra alanındaki uçakların birbirleriyle ve o alandaki engellerle (araçlar, insanlar vb.) çarpışmasını önlemek,
- c) Düzenli trafik akışının sürdürülmesini ve hızlandırılmasını sağlamak,
- d) Uçuşların emniyetli ve etkili çalışması için gerekli öneri ve bilgileri sağlamak,
- e) Arama ve kurtarma yapması gereken uçaklar için ilgili kuruluşları uyarmak ve istendiğinde onlara yardımcı olmak.

Hava trafik kontrol hizmetini sağlayan HT kontrolörlerinin (saha, yaklaşma veya hava meydanı kontrolörü) genel görevleri şunlardır (SHGM, 2022):

- a) Hava araçları ile telsiz ve/veya radar temasını koruması,
- b) Hava araçlarının hava koridorları boyunca veya havalimanındaki hareketini yönlendirmesi,
- c) Hava araçlarına tırmanma veya alçalma konusunda talimatlar vermek ve nihai seyir seviyesini tahsis etmesi,
- d) Hava araçlarına hava durumu hakkında bilgiler sağlanması,
- e) Uçaklar arasında asgari mesafelerin muhafaza edilmesini sağlaması,
- f) Beklenmedik hal ve durumları, acil durumları ve plan harici trafiği sevk ve idare edilmesi,
- g) Piste veya pistten gerçekleştirilecek hareketlerin kontrol edilmesi,
- h) Uçakların terminal etrafındaki yer hareketlerinin sevk ve idare edilmesi,
- i) Araçların havalimanı etrafındaki yer hareketlerinin sevk ve idare edilmesi,

Uçuş bilgi hizmeti; Emniyetli ve verimli uçuşlar için yararlı güncel bilgiler sağlamak ve önerilerde bulunmak için sunulan bir hizmettir. HTK hizmeti alan veya hava trafik hizmeti veren birimleri tarafından bilinen uçaklara uçuş bilgi hizmeti verilmektedir. Uçuş bilgi hizmeti, HTK hizmeti veren birim tarafından sağlanabilmektedir. Uçuş bilgi hizmetini HTK hizmeti sağlayan ünite verebilir. Genellikle iki hizmet birlikte sağlanır, fakat bu durumda öncelikli sağlanacak hizmet her zaman HTK hizmetidir.

Uçuş bilgi hizmeti:

- hava durumu raporu,

- volkanik aktivite,
- değiştirilmiş havaalanı tahminleri,
- serbest balonlara ait uçuş bilgileri,
- atmosferdeki toksik kimyasal ve radyoaktif maddeler,
- navigasyon yardımlarının çalışma koşulları gibi uçuş emniyetini etkileyecek birçok bilgi içermektedir (Çınar, 2010).

Uçuş bilgi hizmeti ile ilgili tüm yayınlar havada ve yerde olan uçaklara iletilmektedir. Uçaklar bu yayınları HTK birimleri ile ilk temaslarında aldıklarını onaylamak zorundadır. Yayınlar, ilgili meydanlarda ve hava yollarında olan meteorolojik koşullar ile iniş, kalkış ve uçuşlar için gereken diğer bilgiler yer almaktadır. Bilgi değişikliği olduğunda yayınlar yenilenip en kısa sürede verilmeye devam edilmektedir (ICAO, 2018).

İkaz hizmeti; Arama ve kurtarma hizmetlerine ihtiyaç duyan uçaklar için ilgili kuruluşları bilgilendirmek ve bu kuruluşlara yardımcı olmak amacıyla verilen bir hizmettir. Gerektiğinde ikaz hizmeti verilen uçaklar şunlardır:

- HTK hizmeti verilen tüm uçaklar,
- Uçuş planları doldurulmuş uçaklar,
- HTK birimleri tarafından uçtuğu bilinen tüm uçaklar,
- Yasa dışı girişimde bulunduğu bilinen veya böyle bir durumda olduğundan şüphelenilen uçaklar.

Uçuş bilgi merkezleri veya saha kontrol merkezleri kontrol sahasında uçan bir uçağın tehlike altında bulunması durumunda tüm bilgilerin toplanmasına ve bu bilgilerin oluşturulan kurtarma koordinasyon merkezine gönderilmesine hizmet etmektedir. Meydan kontrol kulesi veya yaklaşma kontrol biriminin kontrolünde tehlikeli bir duruma düşen uçak, bu

birimler tarafından sorumlu olan uçuş bilgi merkezine veya saha kontrol merkezine bildirilmektedir.

Hava trafik hizmet birimleri, aşağıda belirtilen durumlarda acil kurtarma koordinasyon merkezlerine ikaz bilgisi iletmektedir (SHGM, 2016; ICAO,2018):

1. Şüpheli hali,

- Uçuş esnasında HTK hizmeti hava aracı ile 30 dakika boyunca her hangi bir bağlantısı kuramazsa;
- HTK hizmeti biriminden hesaplanan iniş saatine göre sonraki 30 dakikada hava aracı iniş yapmazsa.

2. Alarm hali,

- Şüpheli hali ilan edildikten sonra hava aracı ile iletişim kurmak için yapılan denemelerde ve diğer kaynaklardan yapılan araştırmalarda hava aracı hakkında herhangi bilgiye ulaşılamazsa;
- İniş müsaadesi aldıktan sonra tahmini varış zamanından sonraki 5 dakika içerisinde hava aracı inmediyse ve onunla tekrar iletişim kurulamazsa;
- Hava aracı operasyonunun aksadığı, ancak zorunlu bir inişin muhtemel olmadığı bilgisi alınmışsa.
- Hava aracının yasa dışı girişime uğradığı biliniyor ya da buna inanılıyor ise.

3. Tehlike hali,

- Alarm hali ilan edildikten sonra hava aracı ile irtibata geçilemezse;
- Hava aracının yakıtının bitmişse veya herhangi bir havaalanına iniş gerçekleştirmek için yakıtının yetersiz olduğu bilgisi alınmışsa;

- Hava aracı operasyonunun aksadığı anlaşılırsa;
- Hava aracının zorunlu iniş yaptığı veya yapacağı öğrenilirse.

Tehlike durumunda ilk önce arama kurtarma merkezine haber verilmektedir. İlgili uçağın bilinen son konumundan bir sonraki tahmini konumuna maksimum seyahat mesafesi ile ilgili hava aracının etrafında (yani tehlikedeki hava aracının bilinen son noktadan tahmini varış noktasına kadar yoldaki hava araçları) uçtuğu bilinen diğer hava araçlarının uçuşu ve bir sonraki konumuna tahmini ve maksimum menzili belirlenmektedir ve diğer hava araçları tehlikedeki uçaklar hakkında bilgilendirilmektedir (ICAO,2001; DHMİ, 2006).

Tavsiye hizmeti; Tavsiyeli hava sahasında IFR uçuş yapan hava araçları arasında mümkün olduğunca ayırmanın sağlanması amacıyla verilen hizmetidir. SHGM tarafından Tavsiyeli hava sahası ‘‘İçerisinde hava trafik tavsiye hizmetinin sağlandığı tanımlanmış bir yol ya da sınırları belirlenmiş bir hava sahasıdır’’ olarak tanımlanmıştır. Hava trafik tavsiye hizmeti, F sınıfı hava sahasında uçan tüm IFR uçuşlara verilmektedir ve VFR uçuşlara istendiğinde uçuş bilgi sağlanmaktadır (SHGM, 2016) . Verilen hava trafik tavsiye hizmeti genelde trafik kontrol hizmeti sağlanması mümkün olana kadar geçici bir tedbir olarak değerlendirilmelidir.

Hava trafik kontrol hizmetleri; Manevra sahasında hava araçları arasında ve hava araçları ile engeller arasında çarpışmaları önlemek, hava trafiğinin akışını düzenli olarak hızlandırmak ve bunu sürdürmek için HTK hizmeti verilmektedir (ICAO,2001; DHMİ, 2006).

HTK hizmetinin sunulması; uçuş koşulları ve hava sahasının yapısına göre farklı şekillerde sağlanmaktadır. Uçuş koşulları, hava aracının bulunduğu meteorolojik özelliklerine göre belirlenmektedir. Uçuş kuralını belirleyen meteorolojik koşullar (Çınar, 2010):

- Görerek Meteorolojik Şartlar, (VMC, Visual Meteorological Conditions) ve
- Aletli Meteorolojik Şartlardır (IMC, Instrument Meteorologic Conditions).

Havacılık Terimleri Sözlüğünde tanımlandığı gibi:

- Görerek meteorolojik şartları "Görüş, bulutlardan mesafe ve tavan olarak ifade edilen değerlerin ilan edilen asgari limitlerin üzerinde olduğu bir durumdur"
- Aletli meteorolojik şartları "Görerek meteorolojik şartlar [VMC] için tespit edilen asgari değerlerden daha aşağı olan görüş; bulutlardan olan mesafe ve tavan olarak ifade edilen meteorolojik şartlardır" (DHMI, 2011).

VFR uçuşlar sadece VMC koşullarında uçabilirken, IFR uçuşlar ise, hem VMC hem IMC koşullarında uçabilmektedir. IMC ve VMC birbirinin zıttır. Aslında, IMC VMC için belirtilen minimumlardan daha az olarak tanımlanmaktadır. VMC ve IMC arasındaki sınır değeri, VMC minimumları olarak bilinir.

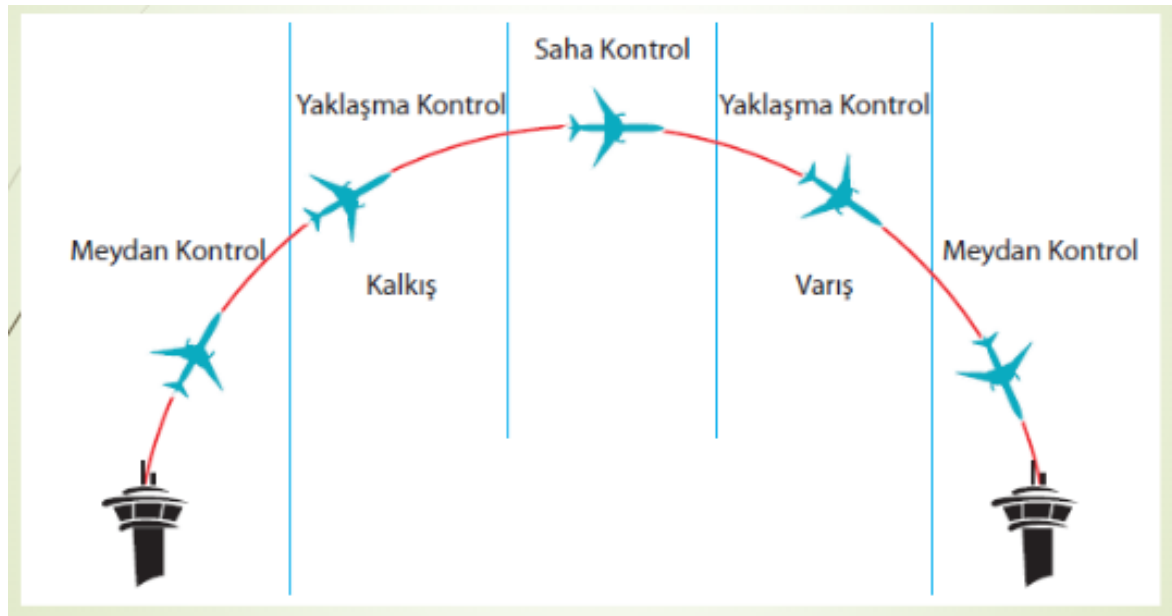
VMC minimumu, uluslararası düzeyde ICAO tarafından önerilmektedir; Bunlar, ICAO'nun önerilerinden nadiren önemli ölçüde farklı ulusal düzenlemeler tarafından tanımlanmakta ve uygulanmaktadır. Farklı düzenleyici kurumlar havacılıkta farklı ölçüm birimleri kullandığı için varyasyon sadece ölçüm birimlerindedir.

Hava trafik kontrol hizmetinde meteorolojik koşulları dışında hava sahası sınıfları da önemli bir faktördür. Hava sahasının farklı sınıflarında farklı hizmet verilmektedir. Hava sahasının farklı sınıflarında HTK hizmetinin açısından uçuşun VFR ya da IFR olması önemlidir.

Hava sahasının sınıflarına göre HTK hizmeti aşağıda listelenen uçuşlara sağlanmaktadır (Çınar, 2010):

- Tüm IFR uçuşlara, A, B, C, D ve E sınıfı hava sahalarında
- Tüm VFR uçuşlara, B,C ve D sınıfı hava sahalarında
- Tüm özel VFR uçuşlara,
- Tüm meydan trafiğine (VFR ve IFR), kontrollü havalimanlarındaki.

Daha önce belirtildiği gibi HTK hizmeti saha kontrol, yaklaşma kontrol ve meydan kontrol olarak sağlanmaktadır. Bu üç HTK ünitesi, farklı alanları ve yükseklikleri kontrol eder ve uçakları bir alandan diğerine devrederken birbirleriyle sürekli iletişim halindedir. Bu, kontrol üniteler arasında verimli koordinasyon ve iletişimi içermektedir. Bunlardan sorumlu alanlar ve ilgili üniteler Şekil 3.23'te görülebilmektedir. HTK, ana fazları, yerdeki operasyonlarından (kapıdan taksi yoluna ve piste kadar denetler), kalkış ve tırmanma, seyrüsefer uçuşları ve yaklaşma ve iniş fazına kadar yönetmektedir (Wickens, Mavor ve McGee, 1997: 66-69).



Şekil 3.23. Hava trafik kontrol hizmetleri (Çinar, 2010)

Meydan kontrol hizmeti, meydan kontrol kulesi tarafından meydan trafiğine sağlanan hava trafik kontrol hizmetidir. Meydan trafiği, meydan etrafındaki havasa hasında uçan ve manevra sahasında hareket eden tüm hava araçlarını kapsamaktadır. Bu tür trafik hizmeti sadece gözle gördüğü hava araçlarına verilmektedir (ICAO, 2016).

Meydan HT kontrolörlerin sorumlu oldukları konular şunlardır:

- Meydan trafik paternine dahil olan hava araçları,
- Manevra sahasında hareket eden hava araçları,
- Kalkış ve iniş yapan hava araçları,

- Manevra sahasında hareket eden diğer araçlar,

Manevra sahasındaki hava araçlarının engellerle çarpışmalarını önlemede de sorumludurlar (ICAO, 2016).

Meydan kontrol kulesi, meydan trafiğinde tüm VFR uçuşlarına da HTK hizmeti sağlamaktadır.

Yaklaşma kontrol hizmeti, iniş- kalkış veya transit geçiş yapan trafiklere, tanımlanmış hava sahası içerisinde radarlı (veya radarsız) hizmet verilen hava trafik hizmetidir (DHMI, 2011). Yaklaşma kontrol hizmeti iki aşamada gerçekleştirilmektedir: kalkış ve iniş trafikleri. Kalkış aşamasında; kalkan hava araçları, meydan kontrol biriminden seyir irtifalarına kadar tırmandırılarak saha kontrol birimine devredilmektedir. İniş aşamasında ise saha kontrol biriminden aktarılan iniş yapacak hava araçları alçaltılarak meydan kontrol birimine devredilmektedir. Yaklaşma kontrol biriminin ana görevi, kalkış ve iniş trafiğini en az gecikme ile meydan ve saha kontrol birimlerine devretmektir. (Çınar, 2010).

Saha kontrol hizmeti, seyir esnasındaki hava araçlarına verilen hava trafik kontrol hizmetidir. Saha kontrol hizmeti uçakları düzgün bir şekilde ayrı tutmak için pilotlara hız, irtifa ve yön talimatları vermek için radar gözetimi kullanmaktadır. Rotadaki uçaklara yönelik sorumluluklarına ek olarak, sorumlu oldukları hava sahasındaki VFR uçuşlara da tavsiye vermektedir. Saha kontrol hizmetinde de hava araçlarının arasında uzunlamasına, dikey ve yatay ayırma esasları uygulanmaktadır ve bu ayrımlar düşürülmeden hava araçlarının seyrüseferi sağlanmaktadır. Her anda iki hava aracı arasındaki mesafe 5 Nm (Deniz Mili) altında düşmemelidir.

Uçaklar arasında belirli ayrımları sürdürmek için kontrolörlerin, pilotlar, diğer kontrolörler ve çok çeşitli uyarılarla etkileşime girme kabiliyeti olması gerekip onların aldığı ve fark ettiği bilgilere dayalı kararlar vermeye hazır olması da gerekmektedir. Bunu takiben, kontrolörlerin aynı anda birden fazla bilişsel işlevi yerine getirebilmesi gerektiği açıktır (Moon ve diğerleri, 2011).

Bir örnek verilecek olursa; İstanbul'dan Ankara'ya bir uçuşun gerçekleştirmesi için beş farklı hava trafik hizmeti biriminden hizmet sağlanmaktadır. İstanbul meydanından uçak kalkış

yaparken İstanbul meydan kontrol birimi tarafından trafik hizmeti verilmektedir. Uçak kalkış yaptıktan sonra meydan kontrol birimi uçağı yaklaşma kontrol birimine devretmektedir. Yaklaşma kontrol biriminin sorumluluğı kalkıştan sonra uçak Standard Aletli Kalkış rotası üzerindeyken (Standard Instrument Departure-SID) başlamakta olup, seyir irtifasına kadar hava trafik hizmeti sağlanmaktadır. Daha sonra uçak saha kontrol birimine devredilmektedir. Uçak varış meydana yaklaştığında saha kontrol birimi yaklaşma kontrol birimine uçağı devretmektedir. Yaklaşma kontrol birimi uçak Standart Geliş Rotası üzerindeyken (Standart Arrival Route-STAR) varış meydana gelene kadar hizmet vermeye devam etmektedir. Belli bir irtifada ve iniş yapacak pistin yönünü yakalandığında uçak yaklaşma kontrol birimi tarafından Ankara meydan kontrol birimine devredilmektedir. Ankara meydan kontrol uçağın inişi gerçekleştirmesini sağlamak üzere HTK hizmeti vermektedir.

Uluslararası uçuşlarda HTK hizmeti sağlayan birimlerin sayısı artabilmektedir. Her ülkenin farklı saha kontrol birimleri mevcuttur. Bir uçak ülkenin hava sahasını terk ederken, girdiği ülkenin hava sahasının saha kontrol birimine devredilmektedir. Bu durum varış ülkesinin meydan hava sahasına girene kadar devam etmektedir. Bazı ülkeler arasındaki anlaşmalar gereği istisnai bazı durumlar da olmaktadır.

Standart operasyonlar sırasında, kontrolörler trafiğı başarılı bir şekilde yönetmek için çeşitli bağlamsal karmaşıklıkları hesaba katmalıdır (ICAO, 2005). Bu karmaşıklıklar; olumsuz meteorolojik koşullar, yoğun sıkışık hava sahası ve arızalarla uğraşmayı içerebilmektedir. Bu görevi başarıyla yerine getirebilmek için dikkat ve bilgi işleme gibi bir dizi farklı bilişsel işleve sahip olunması gerektirmektedir. Aynı zamanda, kontrol alanındaki uçağın farkındalığını sürdürmek ve iki boyutlu bir monitöre dayalı olarak uçakların yollarını gerçekte yansıtmak ve tahmin etmek için yüksek düzeyde durumsal farkındalık da gerekmektedir. HTK görevi, görevlerin karmaşıklığının yanı sıra zihinsel iş yüküyle başa çıkmak için yüksek düzeyde bilgi işleme kapasitesi gerektiren oldukça karmaşık bir görevdir.

Literatürde yer alan çalışmalara göre kontrolörlerin temel hedefleri ve öncelikleri şöyledir;

- minimum ayırma standartlarının ihlalinin kaçınmak,
- standart çalışma prosedürlerinden sapmalardan kaçınmak,

- aşırı yüklenmeye neden olabilecek herhangi bir düzensizlikten kaçınmak
- pilota gereksiz taleplerde bulunmamak (Seamster, Redding, Cannon, Ryder ve Purcell, 1993).

Bu hedefler, emniyetsiz olayların önlenmesine odaklanmıştır.

Hava trafik kontrol hizmeti ile ilgili meydana gelebilecek iki temel emniyet olayı bulunmaktadır (EUROCONTROL, 2003):

- Minimum Ayırma İhlalleri (Loss of Separation – LoS)
- Pist İhlalleri (Runway Incursions - RI)

Ayırma minimumlarının ihalelleri kontrollü hava sahasında hem yatay hem de dikey ayırma minimumlarının ihlalini içermektedir (ICAO, 2013). Yatay ayırma için asgari mesafeyi 5 Deniz Mili (Nm) olarak belirlemiştir. Dikey ayırma minimumları, tüm uçaklar arasında 290 uçuş seviyesine kadar 1.000 feet'tir ve 290 uçuş seviyesi (FL) ile 410 uçuş seviyeleri arasında (FL290 - FL410) 2.000 feet'tir (Usanmaz ve Aktaş, 2000). Bunun sağlanabilmesinde yaklaşma ve saha kontrolörlerin rolü büyüktür.

Pist ihlali, SHGM tarafından yayımlanan Pist İhlallerini Önleme Kılavuzu'nda "Havaalanında meydana gelen ve hava aracının iniş ve kalkış yapması için ayrılmış olan bir yüzeydeki korunan alan üzerinde yanlış bir hava aracının, aracın veya kişinin bulunmasını içeren her nevi hadise" olarak tanımlanmıştır (SHGM, 2016; ICAO, 2007).

Meydan kontrolörlerinin, hava aracı emniyetli hareketleri için manialardan, diğer araçlardan ve diğer engellerden uzak kalmasını sağlamak için meydan kontrol sorumlu olduğu alanı sürekli olarak görsel olarak izlemesi gerekmektedir. Herhangi bir araç bir pistte çalışıyorsa (pist incelemeleri veya bakımı dahil), pist steril tutulmalıdır. Bu, operasyonlar devam ederken hiçbir uçağın pistte giriş ve duruş (line-up) yapılmasına izin verilmeyeceği anlamına gelmektedir. Bu konuda meydan kontrolörlerin rolü çok büyüktür. HT kontrolörü, emniyetli iniş ve kalkışların gerçekleştirilmesi için pistin devamlı steril olduğundan emin olmalıdır ve piste yabancı herhangi bir şey girdiği anda bunu fark edip trafiği ona göre yönlendirmelidir.

3.1.6. Hava trafik kontrol hizmetinden kaynaklanan kazalar

Shappell ve Wiegmann (2001), 2001 yılına kadar HT kontrolörlerinin kazalar üzerindeki etkisinin tamamıyla araştırılmadığını ve bu eksikliği tamamlamak için HTK ilişkili kazaları analiz etmesi amaçlanan yeni bir kaza araştırma modeline ihtiyaç olduğunu vurgulamışlardır. HFACS'nin güncellenmiş formatını 1985 ve 1997 yılları arasında oluşan HTK ile ilgili kazalara uygulamışlardır. Analiz edilen kazalarda, yeteneğe dayalı hataların (hafıza ve dikkat eksiklikleri) en yaygın hata türü olduğunu vurgulamışlardır. Bu tür kazalarda örgüt ve yöntem etkilerinin oranı çok düşük olmasına rağmen, bunu kaza raporlarında gizli hataların bildirilmesinde eksiklikleri olarak görmüşlerdir. (Shapell ve Wiegmann, 2001; Dönmez ve Uslu, 2018).

Broach ve Dollar'ın (2002) çalışmalarında, hava trafiğinin kontrolündeki operasyonel bir hatanın, uçağın yatay ve dikey olarak birbirinden ve engellerden emniyetli bir şekilde ayrılmayarak bir kazaya neden olabileceğini belirtmişlerdir. O zamana kadar tüm yapılan çalışmalarda HTK ilişkili meydana gelen kazaların hatalarını bulma ve inceleme konusunda sadece bireysel ve durumsal araştırma yaptıklarını vurgulamışlardır. Çalışmada, 1997-2000 yılları arasında 21 HTK merkezinden düz uçuş aşamasında meydana gelen operasyonel hata verilerine HFACS uygulanarak yönetim düzeyinde yapılan hata ve ihlaller arasındaki ilişki istatistiksel olarak incelenmiştir (Broach ve Dollar, 2002; Dönmez ve Uslu, 2018).

Scarborough ve diğerleri (2005), uçak kazalarında insan faktörlerini incelemeye yönelik onlarca çalışma ve modelin olmasına rağmen, HTK'dan insan faktörlerinin kök nedenlerini anlamaya yönelik çalışmaların kısıtlı olduğunu vurgulamıştır. İlgili çalışmada, hava araçları arasında minimum ayrımların sağlanamaması HT kontrolörlerin operasyonel hata kavramı olarak nitelendirilmiştir. HFACS modeli toplam 5 011 HTK'dan kaynaklanan kazaya uygulanmıştır. Çalışmada, en çok kazaya neden olan HT kontrolörleri ile ilgili operasyonel hatalar vurgulanmıştır; o hatalar karar ve yetenek hatalarıdır (Scarborough ve diğerleri, 2005; Dönmez ve Uslu, 2018).

HTK'da hatalar, "hava trafik kontrolörü tarafından, organizasyonel veya hava trafik kontrolörünün niyetlerinden veya beklentilerinden sapmalara yol açan hareketler veya hareketsizlikler" olarak tanımlanmaktadır (ICAO, 2005). Hata örnekleri, bir pilot tarafından geri okuma hatasının tespit edilmemesi ve bir uçağın dolu olan bir pisti kullanmasına

müsaade edilmesini içermektedir. HTK hizmeti, HT kontrolörlerinin; algılama, hafıza, bilgi işleme, karar verme, dikkat gibi çok sayıda bilişsel beceriye sahip olmasını gerektirmektedir (Eurocontrol, 1996). Bu bilişsel yetenekler kontrolörler tarafından genellikle aynı anda kullanılan yeteneklerdir. Demografik değişkenler ve vardiyaların diğer faktörlerle etkileşime girerek emniyet olaylarının meydana gelmesini etkilemesi muhtemeldir. Saha kontrolörlerinin bilgi yapıları, zihinsel modelleri, yetenekleri ve stratejilerinin analiz edildiği bilişsel görev analizlerinde, kontrolörler tarafından bildirilen birincil görevin öncelikle davranışsal olduğu, ancak durum farkındalığının sürmesi gerektiği belirtilmektedir. (Seamster, Redding, Cannon, Ryder, & Purcell, 1993).

Farklı literatür kaynaklarında yer alan bilgiler, HT kontrolörlerinin performansına katkıda bulunan, olumsuz yönde etkileyen ve hatalara neden olan faktörleri ve teorik yapıları aşağıda listelenmektedir (Shorrock, 2002; Shorrock, 2005; Loft vd., 2007; Eurocontrol, 2009; Eurocontrol, 2010; Shorrock ve Isaac, 2010; Loft vd. 2011; Moon vd., 2011; Skybrary, 2011; Eurocontrol, 2012; GATCSA, 2013; Eurocontrol, 2013; De Reuck, 2014,).

- Vardiyalı olarak çalışması
- Gece vardiyasında çalışanların uykusuz kalması
- Zaman baskısı (iş zamanında yetiştirebilme)
- Vardiya değişimlerindeki eksik iletişim veya iletişim kopukluğu
- Olumsuz hava koşulları
- Demografik faktörleri (yaş ve İngilizce anadili olup olmaması)
- Ailevi problemlerin performansı düşürmesi (moralin bozuk olması)
- İnsan gücü eksikliği (personel yetersizliği)
- İnsan faktörleri (iş yükü ve iş yoğunluğu, zihinsel modelleri, ilgi işlem, hafıza, karar verme, dikkat, durum farkındalığı, insan-makine ara yüzü (interface))

- Havaalanı emniyeti ile ilgili sorunların işe yansımaları (steril alanlara giriş/çıkış, apronda araç kullanma vb.)
- Göreve katılım ve zihinsel uyanıklık
- Çalışanların morallerinin bozuk olması
- İşe gidip gelmesinde zaman kaybedilmesi
- İş birliği ve ekip çalışması sırasında uyumsuzluk veya ekip üyeleri arasında birbirine aşırı güven
- Yapılan sözleşmelerin uzaması ve sözleşme maddelerinin uygulayıcılar tarafından bilinmemesi
- Eğitim eksikliği veya yetersizliği
- Donanım eksikliği
- İletişim kopukluğu
- Prosedürlerin eksikliği / anlaşılabilirliği / erişilememesi
- Unutkanlık
- Uzun tatiller
- Politik tutarsızlıklar ve yönetim zafiyeti
- Dış faktörler (eğlence amaçlı uçuşlar, (rekreatif uçuşlar),hava sahasının yapısı, karmaşık trafik senaryoları, iş yerin dizaynı)
- Pozisyon devri/devralma

Uçak kazalarına neden olan HTK tarafından en sık yapılan hatalar (De Reuck, 2014):

- Geri okuma/geri dinleme (Read-back/hear-back)
- Eksik müsaadeler (klerans) (incomplete clearances issued)
- Müsaade zamanlamasında hata (error in timing of clearances)
- Yanlış değerlendirilen uçak (misjudging aircraft)
- Radar ve görsel izleme arızaları (radar and visual monitoring failures)
- Ayırma ile ilgili yanlış varsayımlar (incorrect assumptions regarding separation)
- Yanlış uçağa verilen talimatlar (instructions issued to the incorrect aircraft)

Geri okuma (read-back), “Alıcı istasyonun, alınan bir mesajı veya bunun uygun, en önemli bir kısmını, doğru alım onayını elde etmek için verici istasyona geri gönderme prosedürü” olarak tanımlanmaktadır (ICAO, 2016). Bu tanıımı takiben, geri okuma, alıcı istasyonun mesajı tekrarladığı uygulamadır ve dinleme, verici istasyonun mesajın doğru bir şekilde alındığından emin olmak için geri okumayı dinlediği uygulamadır. Düzeltilmemiş bir hatalı geri okuma (duyma hatası olarak bilinir), uçağın amaçlanan izinden sapmasına neden olabilmektedir. Bu sapma, kontrolör radar ekranındaki sapmayı gözlemleyene kadar tespit edilemeyebilmektedir (Eurocontrol, 2013).

Müsaade ile ilgili hatalar (Clearance Issued). Kontrolörler tam kleranslar vermelidir. Müsaadelerde bilindiği düşünülen ya da değiştirilmediği için tekrar edilmeyen her istek ya da bilgi hataya neden olabilir. Ayrıca, kontrolörler çok erken veya çok geç izin verebilirler ve bir uçağı etkin bir şekilde çok erken veya geç bir irtifaya çıkararak uçaklar arasında yetersiz ayırmaya neden olabilmektedir. Müsaadeler, yanlış uçağa da verilebilmektedir. Bu meydana geldiğinde, amaçlanan uçak gerekli izinleri alamazken, başka bir uçak yanlış izinleri almaktadır.

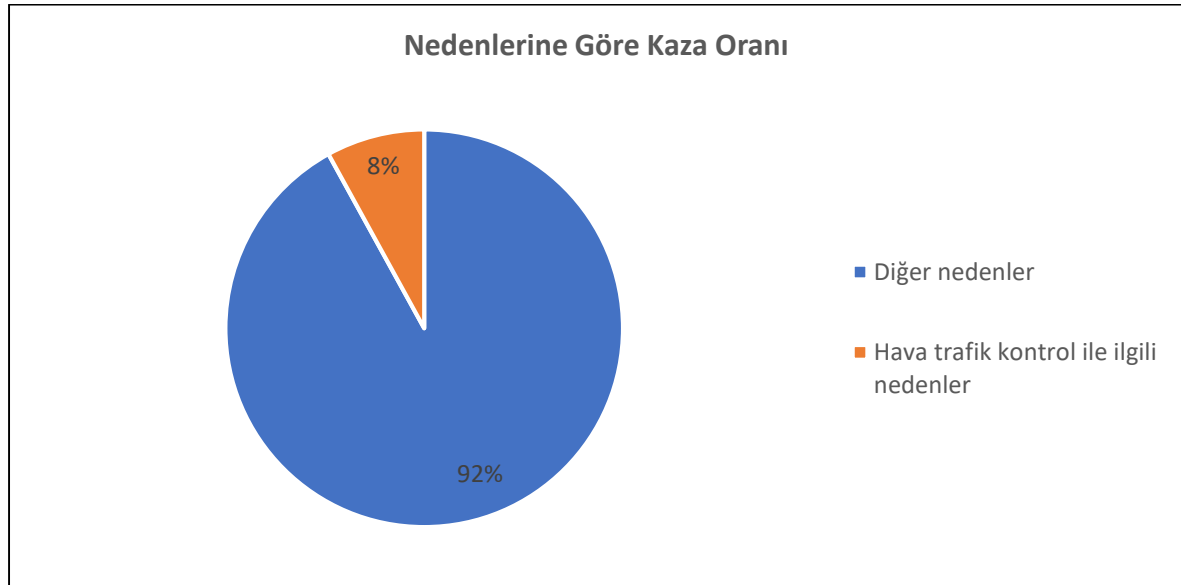
Radar ve görsel izleme hataları (radar and visual monitoring failures). Kontrolörler, ayırmaları sağlama amacıyla kontrol talimatlarını vermek için, pistlerin görsel görünümü

kadar radara da bağımlıdır. Kalkan, inen ve iniş için yaklaşan uçakların emniyetli ve düzenli hareketini sağlamak için hem radar hem de görsel izleme gerekmektedir. HT kontrolör tarafından, radar ya da görsel olarak yanlış algılan bilgiler, kazalara neden olan yanlış hareketlere yol açabilmektedir.

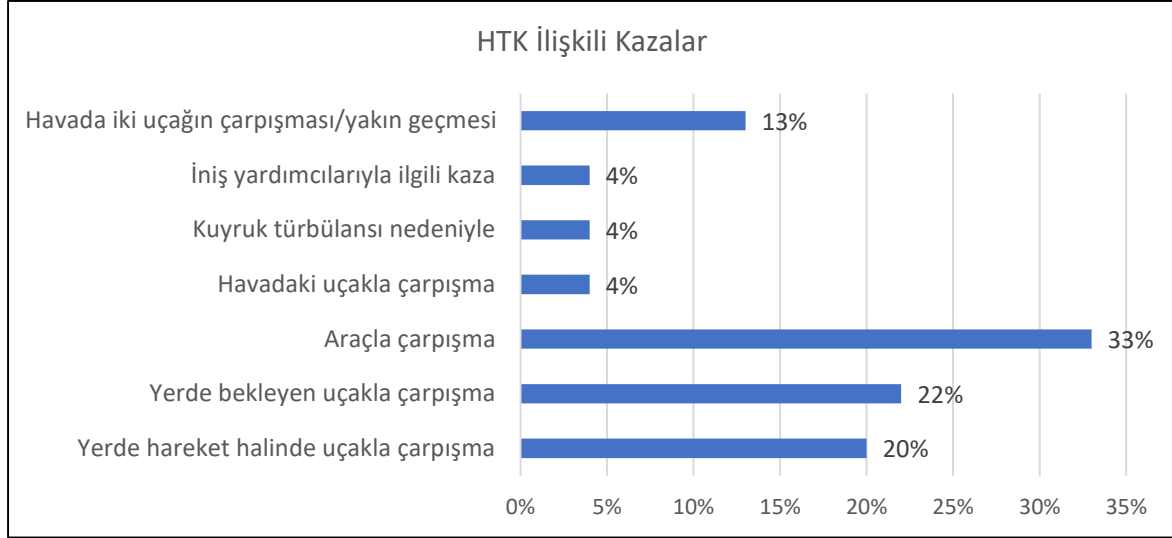
Uçak projeksiyonlarını yanlış değerlendirme hataları (Misjudging aircraft projections)

Kontrolörlerin hem uçağın mevcut pozisyonunu hem de uçağın öngörülen pozisyonunu değerlendirmesi gerekmektedir. Uçak projeksiyonu, mevcut konum, yön ve hıza dayalı olarak uçağın gelecekteki konumlandırmasıdır. Gelecekteki projeksiyonların ayırma standartlarının korunmasına izin verip vermediğini değerlendirmek için kontrolörlerin uçak hızını ve yönünü değerlendirebilmesi esastır. Uçak projeksiyonları yanlış değerlendirildiğinde, gelecek projeksiyonları doğru algılanmaz ve bazen uçaklar arasındaki ayırma standartlarında bir azalmaya neden olabilmektedir.

Bos ve diğerleri (2009) HTK emniyeti raporunda 1980 - 2005 yılları arasında meydana gelen ve ICAO, NTSB ve EUROCONTROL tarafından raporlanmış ticari HTK ilişkili kazaları incelemişlerdir. HTK ilişkili kazaların oranı ve Şekil 3.25'te ise bu kazaların türlerinin oranları gösterilmiştir.

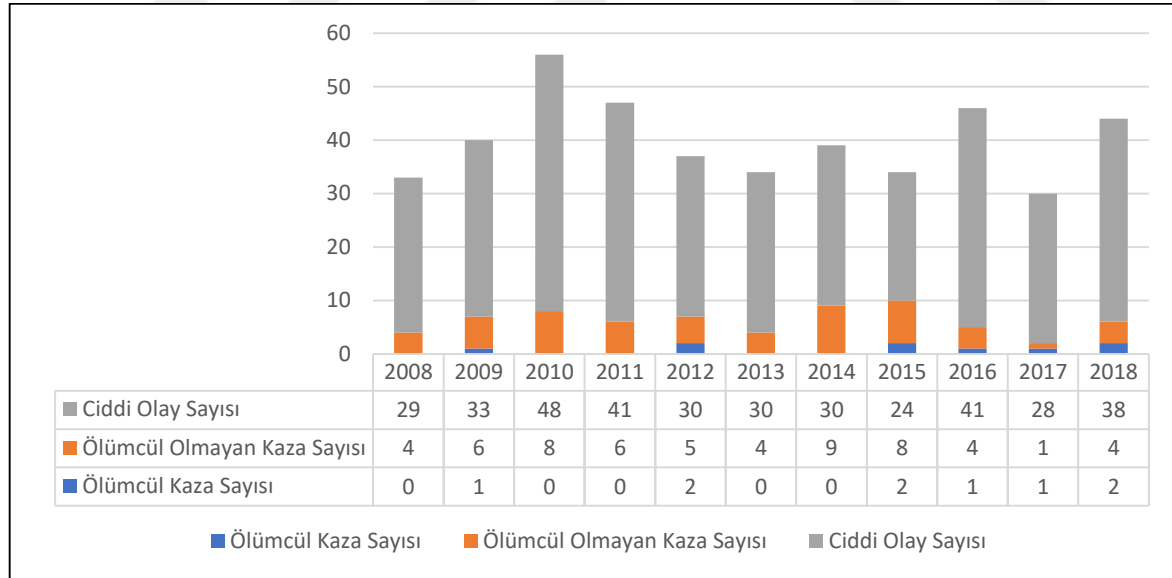


Şekil 3.24. HTK ilişkili kazaların oranı (Bos ve diğerleri, 2009)



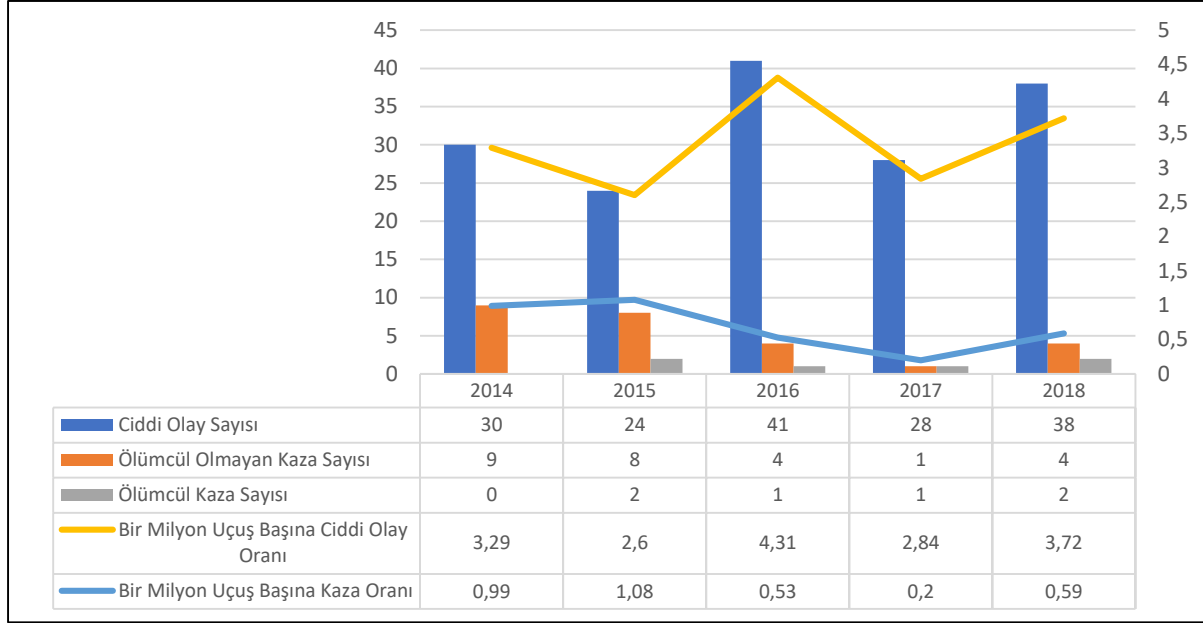
Şekil 3.25. Türüne göre HTK kazaların oranı (Bos ve diğerleri, 2009)

Şekil 3.26'da 2008 -2018 yılları arası meydana gelen HTK ilişkili kazaların ve ciddi olayların sayısını göstermektedir. 2014 - 2018 yıllar arasında HTK ilişkili ölümcül kazalar meydana gelmiştir. Bu kazalar ağırlıklı olarak helikopterleri içermiştir. Ticari uçak dahil olduğu HTK ilişkili son kaza 2012'de meydana gelmiştir.



Şekil 3.26. 2008-2018 yılları arası HTK ilişkili kazalar ve olaylar (EASA, 2019)

Şekil 3.27'de milyonca IFR uçuş başına HTK ilişkili kazaların (ölümcül ve ölümcül olmayan) oranının 2015'ten bu yana azalan bir trendin ardından 2018'de arttığını, ancak yine de milyon uçuş başına 1'in altında olduğunu göstermektedir. Ciddi olayların oranı, uçuşlardaki istikrarlı artışa rağmen istikrarlı bir eğilim göstermemektedir.



Şekil 3.27. Bir milyon uçuş başına HTK ilişkili kaza ve olay oranı (EASA, 2019)

NTSB tarafından tutulan 2000- 2018 yılları arasında ABD hava sahasında meydana gelen havacılık emniyet olayların nedenleri Çizelge 3.7’de verilmiştir. Bu analizde ticari havacılıktaki toplam 328 büyük olay incelenmiştir. Olayların %66,8’i insan kaynaklıdır, onlardan %16,5’i HTK ilişkilidir.

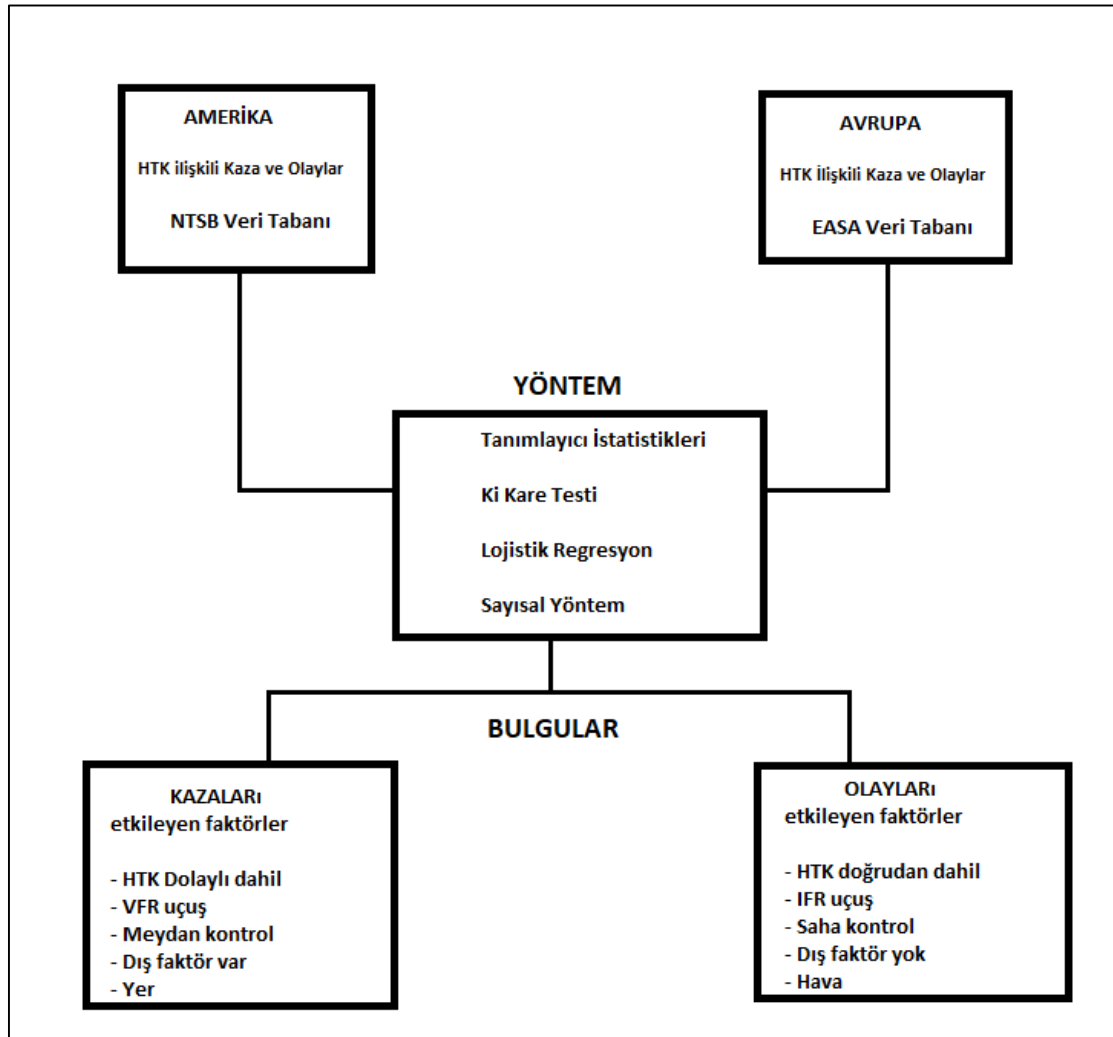
Çizelge 3.7. 2000-2018 yılları arası ABD havasahasında ticari emniyet olayların nedenleri (Dönmez ve Uslu, 2020)

Olayların nedenleri	Yüzdelik %
Yönetmenler	27,4
Bakım Personeli	23,2
Uçuş Ekibi	22,6
HTK	16,5
Havalimanı Personeli	10,4



4. ALAN ÇALIŞMASI

Amerika ve Avrupa hava sahalarında 2008-2018 yıllar arasında meydana gelen tüm HTK ilişkili kazaların ve olayların verileri NTSB ve EASA tarafından temin edildikten sonra verilerin tanımlayıcı istatistikleri oluşturulmuş, ki kare testi ve lojistik regresyon uygulanmış ve son olarak sayısal yöntem kullanılmıştır. Çalışmayı özetleyen akış şeması Şekil 4.1’de görülmektedir.



Şekil 4.1. Çalışmanın akış şeması

4.1. Veri Tabanı

Çalışma kapsamında Amerika hava sahasında meydana gelen HTK ilişkili hava aracı kaza verileri Ulusal Taşımacılık Emniyet Dairesinden (National Transport Safety Board -NTSB) ve Avrupa hava sahasında meydana gelen HTK ilişkili hava aracı kaza verileri de Avrupa

Havacılık Emniyet Ajansından (European Aviation Safety Agency – EASA) temin edilmiştir.

NTSB ve EASA veri tabanlarında kaza (accident) ve olaylar (incident) hakkında bilgiler bulunmaktadır. Kaza ve olay, bir kelime ile vaka (occurrence) olarak adlandırılmaktadır.

ICAO'nun Havacılık Vaka Kategorileri (Aviation Occurance Categories) adlı dokümana göre vaka "kaza veya olay" olarak tanımlanmaktadır. Genel olarak, kazalar ve olaylar, yalnızca ilgili kişilerin uğradıkları yaralanma veya uçağa verilen hasarda farklılık gösterir. Her kategorinin kaza / olay sistemlerinde ortak kodlamaya izin veren benzersiz bir adı ve tanımlayıcısı, metin tanımı ve kategoriye netleştirmek ve kodlama olaylarına yardımcı olmak için kullanım notları vardır. (ICAO, 2011)

Bir kazanın ciddiyeti, şöyle sınıflandırılmıştır:

➤ Hava taşıtına verilen hasar seviyesi: (ICAO Annex 13 dört seviyeyi tanımlar)

- tahrip edilmiş,

- büyük ölçüde tahrip olmuş

- hafif hasar görmüş ve

- hasar yok

➤ Yaralanmaların türü ve sayısı: (ICAO Annex 13 üç seviyeyi tanımlar)

- ölümcül

- ciddi

- önemsiz

EUROCONTROL'ün *ATM GÜVENLİK DÜZENLEYİCİLERİNE ESARR 2 KILAVUZU: ATM'deki Emniyet Vakaları için Önem Sınıflandırma Şeması* (ESARR 2 GUIDANCE TO

ATM SAFETY REGULATORS : Severity Classification Scheme for Safety Occurrences in ATM) adlı dokümanına göre uçağın emniyetli operasyonlarını etkileyen ATM ile ilgili olaylar altı kategoride özelleştirilmiştir (EUROCONTROL, 2011):

Accident-Kaza,

Serious incident - Ciddi Olay,

Major incident - Büyük Olay,

Significant incident - Önemli Olay,

No effect - Etkisiz,

Risk not determined - Risk Belirlenmemiştir.

Kaza (ICAO Ek 13): Herhangi bir kişinin uçağa uçuş niyetiyle binmesi ile bu kişilerin indiği zamana kadar meydana gelen bir hava taşıtının operasyonu ile ilgili bir olay olup, burada:

- Bir kişi ölümcül veya ciddi şekilde yaralanır,
- Uçak hasarı veya yapısal arızaya uğrar,
- Uçak kayıp olursa veya uçağa ulaşamaz.

Ciddi olay (ICAO Ek 13): Bir kazanın neredeyse meydana geldiğini gösteren koşulları içeren bir olaydır. Fakat, bir kaza ile ciddi bir olay arasındaki fark sadece sonuçtadır.

Büyük olay: Uçakla, yerle veya engellerle yakın bir çarpışmaya yol açan, hava aracının emniyetinin tehlikeye atılmış olabileceği bir hava taşıtının operasyonu ile ilişkili olaydır.

Önemli olay: Risk, emniyet sınırları içinde yönetilmezse veya civarda başka bir uçak olsa, bir kaza, ciddi veya büyük bir olayın meydana gelebileceğini gösteren durumları içeren olaydır.

Etkisiz: Emniyet önemi olmayan bir olaydır.

Risk Belirlenmemiştir: Riski belirlemek için yetersiz bilgi mevcut değil veya kesin olmayan veya çelişkili kanıtlar risk belirlemeyi engellemiştir.

Çizelge 4.1. Vaka türleri için örnekler (EUROCONTROL, 2011)

Vaka türü	Örnek
Kaza	Uçaklar arasında çarpışma veya uçak ile diğer nesnelerin çarpışmasıdır, araziye kontrollü uçuş veya yerde uçaklar arasında veya uçak ile diğer nesneler arasında çarpışma veya yerle çarpışmasıdır.
Ciddi olay	Uçaklar arasında veya uçak ile diğer nesneler arasında kritik yakın geçmesi, ayırma minimumunun yarısından daha düşük ayırmalar, kapalı veya meşgul bir piste iniş veya pistten kalkış yapmasıdır.
Büyük olay	Uçaklar arasındaki ayırma 5 NM altında ve 2 NM üstünde olmasıdır.
Önemli olay	İki uçak arasında görsel temastan sonra, herhangi bir kaçınma manevrası gerekli görülmemesi veya emniyet sınırları dahilinde gerçekleştirilmemesidir.

4.2. Amerika Birleşik Devletleri: NTSB'in Veri Tabanı

Amerika Birleşik Devletleri veri seti, NTSB tarafından araştırılan tüm ABD sivil havacılık kazalarının bir sayımını temsil etmektedir. HTK sorunlarının kazaya katkıda bulunduğu veya kazaya neden olduğu kazalara (Amerika Birleşik Devletleri içinde) karışan uçaklar

hakkında NTSB kaza soruşturma kayıtlarını içeren bilgiler elektronik tablo olarak temin edilmiştir.

Tablodaki kayıtlar, nihai raporların tamamlandığı, yayınlandığı ve kamuya sunulduğu 1.1.2008'den 7.12.2018 tarihine kadar olan araştırmaları temsil etmektedir. NTSB kaza incelemelerinin tamamlanması, kısmen kazanın karmaşıklığına bağlı olarak genellikle 12-18 ay sürmektedir. Bu nedenle 2016, 2017 ve 2018 yılları için daha fazla kaza olması muhtemeldir, ancak bu incelemelerin nihai raporları tamamlanmadığı için çalışmaya temin edilen verilerle devam edilmiştir.

Tablo iki bölümden oluşturmaktadır. Birinci bölüm HTK ilişkili kazalara ait verileri içermektedir, diğer bölüm HTK ilişkili büyük olaylara ait verileri içermektedir. Tablonun kaza verileri kısmında, Amerika'daki HTK ilişkili tüm meydana gelen kazalar hakkında, HTK'ün doğrudan veya dolaylı olarak karışıp karışmadığına veya HTK'ün kazalara kişisel veya organizasyonel olarak katkıda bulunup bulunmadığına ilişkin verileri içermektedir. Tablonun olay verileri bölümünde, Amerika'daki HTK ilişkili olan sadece ciddi olaylara (serious incidents) ait veriler verilmiştir. Tablonun olay verileri bölümünde de, Amerika'daki HTK ilişkili meydana gelen ciddi olaylar hakkında, HTK'nın doğrudan veya dolaylı olarak karışıp karışmadığına veya HTK'ın olaylara kişisel veya organizasyonel olarak katkıda bulunup bulunmadığına ilişkin veriler bulunmaktadır.

Veri setinde; toplam 63 kazaya ait veri, olay bölümünde ise toplam 84 olay hakkında veri bulunmaktadır.

Resim 4.1, Resim 4.2 ve Resim 4.3'te gösterildiği gibi veri tabanı vakanın numarası, araştırma metodu, içeren hava araç sayısı, yılı, tarihi, ülke, şehir, yaralanma seviyesi, hava araç tipi, plaka numarası, hava araç markası, hava araç modeli, uçuş kuralları ve hava sahası sınıfı, ölen kişi sayısı, yaralanan kişi sayısı, vaka türü, uçuş safhası gibi verileri içermektedir. En son sütunda ise her kaza ve olay için detaylı bir rapor verilmiştir (hyperlink). Verileri eksik olan kaza ve olaylar çalışmaya dahil edilmemiştir. Analizler için NTSB tabanında yer alan toplam 58 kaza ve 84 olaya ait verisi kullanılmıştır.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	ev_id	step_id	ev_type	inv_type	ntsb_no	Aircraft_Key	ev_year	ev_date
2	20080118X000	12	ACC	LA	SEA08LA061A	1	2008	13-jan-08
3	20080118X000	12	ACC	LA	SEA08LA061B	2	2008	13-jan-08
4	20080322X003	12	ACC	CA	NYC08CA097	1	2008	09-feb-08
5	20080620X008	12	ACC	LA	NYC08LA207A	1	2008	06-jun-08
6	20080620X008	12	ACC	LA	NYC08LA207B	2	2008	06-jun-08
7	20080810X011	12	ACC	FA	NYC08FA260	1	2008	29-jul-08
8	20080820X012	12	ACC	FA	NYC08FA265	1	2008	03-aug-08
9	20081001X145	12	ACC	MA	MIA08MA203	1	2008	27-sep-08
10	20081009X705	12	ACC	LA	ANC09LA004A	1	2008	07-okt-08
11	20081009X705	12	ACC	LA	ANC09LA004B	2	2008	07-okt-08
12	20081016X940	12	ACC	MA	CEN09MA019	1	2008	15-okt-08
13	20081025X159	12	ACC	LA	WPR09LA024A	1	2008	24-okt-08
14	20081025X159	12	ACC	LA	WPR09LA024B	2	2008	24-okt-08

Resim 4.1. NTSB veri setindeki verileri 1

	I	J	K	L	M	N	O
1	ev_city	ev_state	ev_country	ev_highest_injury	acft_category	regis_no	acft_make
2	San Francisco	CA	USA	NONE	AIR	N705SK	Bombardier, Inc.
3	San Francisco	CA	USA	NONE	AIR	N508UA	BOEING
4	Boone	NC	USA	MINR	AIR	N712RP	Christen Industries
5	Pawtucket	RI	USA	MINR	AIR	N27199	BEECH
6	Pawtucket	RI	USA	MINR	AIR	N7660Y	PIPER
7	Highlands	NC	USA	FATL	AIR	N1180P	PIPER
8	Reading	PA	USA	NONE	AIR	N827DP	CESSNA
9	District Heights	MD	USA	FATL	HELI	N92MD	AEROSPATIALE
10	Bethel	AK	USA	MINR	AIR	N1229C	CESSNA
11	Bethel	AK	USA	MINR	AIR	N411GV	CESSNA
12	Aurora	IL	USA	FATL	HELI	N992AA	BELL
13	Glendale	AZ	USA	NONE	AIR	N427ET	HOLM MICHAEL J
14	Glendale	AZ	USA	NONE	AIR	N27639	TAYLORCRAFT

Resim 4.2. NTSB veri setindeki verileri 2

	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1	acft_model	type_fly	far_part	inj_tot_f	inj_tot_t	CICCT_Occurrence_code	CICCT_Phase_Code	Defining_ev	Report
2	CL-600-2C10		121			GCOL	PBT	TRUE	Report
3	757-222		121			GCOL	PBT	TRUE	Report
4	Eagle II	PERS	091		1	OTHR	APR	TRUE	Report
5	A36	PERS	091		1	GCOL	TOF	TRUE	Report
6	PA-30	PERS	091		1	GCOL	LDG	TRUE	Report
7	PA-23	PERS	091	2	2	SCF-NP	MNV	TRUE	Report
8	550	POSI	091			GCOL	LDG	TRUE	Report
9	SA365N-1 D	PUBS	PUBU	4	5	CFIT	APR	TRUE	Report
10	208B		135		1	GCOL	TXI	TRUE	Report
11	208B		135		1	GCOL	TXI	TRUE	Report
12	222		135	4	4	CFIT	ENR	TRUE	Report
13	KITFOX IV 1200	PERS	091			GCOL	TXI	TRUE	Report
14	BL-65	PERS	091			GCOL	TXI	TRUE	Report

Resim 4.3. NTSB veri setindeki verileri 3

4.3. Avrupa Birliği: EASA'nın Veri Tabanı

Avrupa Birliği hava sahasındaki kaza ve olaylara ait veri tabanı, Annex II.(a).9 yasasına göre herkese verilmemekte olup, sadece havacılık kurumları, havacılıkta emniyet araştırma kurumları veya üniversiteler gibi kurumlara verilmektedir. Çalışma kapsamında, Avrupa Birliği hava sahasında HTK ilişkili meydana gelen kaza ve olaylar hakkında veri tabanı talebi EASA'ya gönderilmiştir. Gönderilen veri tabanında 2008 – 2018 yılları arasında, HTK kaynaklı meydana gelen raporlanmış kaza ve olayların verileri bulunmaktadır.

Veritabanı, EASA tarafından toplanmış olan tüm Avrupa sivil havacılık kazalarının bir sayımını temsil etmektedir. HTK sorunlarının kaza veya olaya katkıda bulunduğu veya kaza veya olaya neden olduğu kazalara (Avrupa hava sahası içinde) karışan uçaklar hakkındaki veriler bir tabloda gönderilmiştir. Veri seti excel tablosu şeklinde toplam 105 229 vaka (kaza ve tüm tür olaylar) hakkında veriyi içermektedir. Bu verilerin 163'ü kaza (accident), 1 027'si ciddi olay (serious incident), 2 780'i büyük olay (major incident), 28 667'si olay (incident), 30 337'si önemli olay (significant incidents), 35 700'ü emniyete etkisi olmayan olay (Occurrences without safety effect) ve 6 555'i belirsiz vakalardır. Çalışmada, kaza ve ciddi olay verileri kullanılmıştır. Eksik verilere sahip olan kaza ve olaylar çalışma kapsamına alınmamıştır.

NTSB veri tabanından farklı olarak EASA veri tabanı daha az veri içermektedir. Resim 4.4, Resim 4.5 ve Resim 4.6'da gösterildiği gibi veri tabanı vakanın tarihi, saati, sınıfı, tipi, HTK katkısı, uçuş kuralları, uçuş fazı, trafik yoğunluğu ve karmaşıklığı, görüş şartları ve konumu gibi verileri bulunmaktadır. NTSB veri tabanından farklı olarak EASA veri tabanında, kaza ve olay raporları verilmemiştir ve birçok kaza ve olay verisi eksiktir. Bu nedenle, eksik verisi olan bu kaza ve olaylar çalışmaya dahil edilmemiştir. Çalışmada analizler için EASA veri tabanında yer alan toplam 163 kaza ve 406 ciddi olay verisi kullanılmıştır.

UTC date	UTC time	Local date	Local time	Occurrence class	Occurrence category	ATM contribution	Current flight rule
5.2.2008	09:09:00	5.2.2008				Directly involved	
6.2.2008	12:23:00	6.2.2008		Not determined		Indirectly involved	IFR
7.2.2008	13:19:00	7.2.2008			MAC: Airprox/ ACAS alert/ I	Directly involved	IFR
7.2.2008	10:10:00	7.2.2008			MAC: Airprox/ ACAS alert/ I	Directly involved	VFR
9.2.2008	12:23:00			Not determined	ATM: ATM/CNS	Indirectly involved	VFR
12.2.2008	09:25:00			Not determined	ATM: ATM/CNS	Directly involved	IFR
12.2.2008	13:12:00	12.2.2008			MAC: Airprox/ ACAS alert/ I	Directly involved	IFR
13.2.2008	14:56:00	13.2.2008			MAC: Airprox/ ACAS alert/ I	Indirectly involved	VFR
14.2.2008	14:00:00			Not determined	ATM: ATM/CNS	Indirectly involved	
14.2.2008	16:17:00	14.2.2008		Not determined		Indirectly involved	
16.2.2008	14:30:00	16.2.2008		Not determined		Directly involved	IFR
17.2.2008	13:45:00	17.2.2008		Not determined		Indirectly involved	IFR
17.2.2008	13:00:00	17.2.2008		Not determined		Indirectly involved	
18.2.2008	06:55:00			Not determined	ATM: ATM/CNS	Directly involved	IFR
18.2.2008	10:45:00	18.2.2008		Not determined		Indirectly involved	IFR
21.2.2008	04:05:00	21.2.2008		Not determined		Indirectly involved	
23.2.2008	13:12:00			Not determined	ATM: ATM/CNS	Indirectly involved	VFR
25.2.2008	13:45:00			Not determined	ATM: ATM/CNS	Indirectly involved	VFR
25.2.2008	09:30:00	25.2.2008	11:30:00	Not determined	ADRM: Aerodrome	Directly involved	
27.2.2008	10:50:00	27.2.2008		Not determined	ADRM: Aerodrome	Indirectly involved	IFR
28.2.2008	09:12:00	28.2.2008		Not determined	ATM: ATM/CNS	Indirectly involved	
28.2.2008	00:00:00	28.2.2008			MAC: Airprox/ ACAS alert/ I	Directly involved	IFR

Resim 4.4. EASA veri setindeki verileri 1

Flight phase	Error type	Error mechanism {ATM staff/H	Error detail {ATM st	Error description {ATM st
Unknown				
En route				
Take-off				
Landing				
En route				
En route				
Take-off				
Tow				
Landing				
Landing				
Landing				
Taxi				
Landing				

Resim 4.5. EASA veri setindeki verileri 2

Traffic complex	Traffic density	Traffic complex	Traffic density	Visibility	Visibility restrict	Occ. on ground
				10 m		No
						Yes
				6000 m		No
						No
						No
				5000 m		Yes
						Yes
				190 m		Yes

Resim 4.6. EASA veri setindeki verileri 3

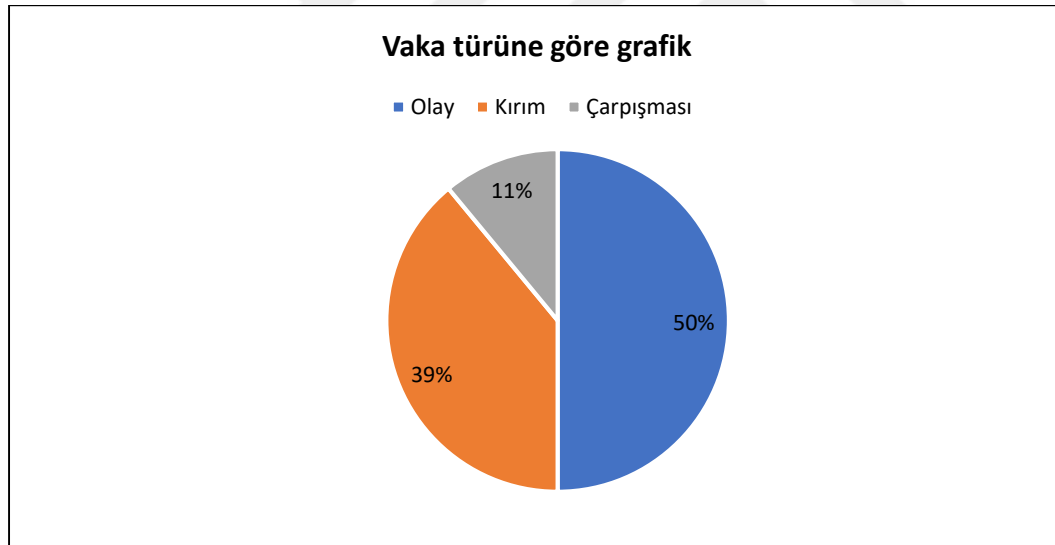
5. TANIMLAYICI İSTATİSTİKLERE AİT BULGULAR

Bu bölümde, Amerika ve Avrupa hava sahalarında HTK ilişkili 2008-2018 yıllar arası meydana gelen kaza ve olayların sınıflandırılması ve frekanslarının belirlenmesi için tanımlayıcı istatistikler oluşturulmuş ve sonuçlar grafiksel olarak verilmiştir.

5.1. Amerika Hava Sahası Vaka Analizleri

5.1.1. Vaka türüne göre analiz

ABD kaza veri tabanından; 52 olay (31 olayda iki uçak arasında olay meydana gelmiştir ve 21 olayda sadece bir uçak olaya katılmıştır), 11 çarpışma (iki uçak arasında) ve 41 kırım olmak üzere toplam 104 vaka raporuna ulaşılmıştır ve bu vakalara toplam 147 uçak katılmıştır. Grafiksel olarak vaka türüne göre oranlar, Şekil 5.1'de verilmiştir.



Şekil 5.1. Vaka türüne göre grafik

İncelenen verilerde kaza türü oranları şöyledir: Tüm kazaların %50'si olaydır, %39'u kırım ve %11'i iki uçağın çarpışmasıdır.

5.1.2. Hata türüne göre analiz

Çalışmada organizasyonel ve kişisel hata olmak üzere iki ana hata türüne göre analiz yapılmıştır, Şekil 5.2'de her iki hata oranı gösterilmektedir.



Şekil 5.2. Hata türüne göre grafik

Analiz edilmiş raporlara göre vakaların %68'i sadece kişisel hatadan dolayı gerçekleşmişken, %3'ü organizasyonel hatadan etkilenmiştir. Vakaların %29'unda ise hem kişisel hata hem organizasyonel hatanın, vakanın asli kusuru oldukları tespit edilmiştir.



Şekil 5.3. Vakalarda organizasyonel hatalar

Şekil 5.3'te gösterildiği gibi organizasyonel hatayı içeren vakaların %73'ünde organizasyonel hata, vakanın tali kusuru olarak tespit edilmiştir. Vakaların %27'sinde ise

organizasyonel hata, asli kusur olarak vakayı etkilemiştir. Çizelge 5.1’de organizasyonel hata türlerinin sıklığı gösterilmektedir.

Çizelge 5.1. Organizasyonel hata türlerinin sıklığı

ERROR TYPE	HATA TÜRÜ	FREKANS
Adequacy of policy/proc	Prosedür/politikanın uygunluğu	7
Oversight of operation	Operasyonun gözetimi	3
Oversight of personnel	Personelin gözetimi	3
Initial training	İlk eğitim	2
Scheduling of personnel	Personelin programlanması	2
Between groups/organizations	Gruplar/ kurumlar arasında	2
Training	Eğitim	2
Availability of policy/proc	Prosedür/politikanın kullanılabilirliği	2
Safety	Emniyet	2
Pressures/demands	Baskılar/ talepler	1
Standard operating practices	Standart işletim uygulamaları	1
Interface design	Arayüz tasarımı	1
Support/Oversight/Monitoring	Destek / Gözetim / İzleme	1
Emergency proc training	Acil durum prosedürleri eğitimi	1
Within group(s)/organization	Gruplar/ Kurumlar içinde	1
Equipment monitoring	Ekipman izleme	1
Equipment design	Ekipman tasarımı	1

Çizelge 5.1’den anlaşıldığı gibi organizasyonel hatalarda en sık görülen hata türü, prosedürlerin ve/veya politikaların uygun olmamasıdır. Buna göre bazı olaylar, özel durumlar, özel hava koşulları, acil durumlar veya VFR uçuşlar hakkında bazı prosedürlerin değişmesi veya gelişmesi gerekebilir. Bu prosedürün değişimi ve gelişimi, tezin bulgular ve öneriler kısmında ele alınacaktır.

Çizelge 5.2. Kişisel hata türlerinin sıklığı

ERROR TYPE	HATA TÜRÜ	Frekansı
Decision making/judgment	Karar verme/ tahmin	17
Identification/recognition	Fark gözetmeme/ tanımak	15
Lack of communication	İletişim eksikliği	13
Lack of action	Hareket (eylem) eksikliği	12
Incorrect action selection	Yanlış eylem seçimi	11
Accuracy of communication	İletişimin doğruluğu	9
Incorrect action performance	Yanlış eylem performansı	7
Use of policy/procedure	Politika / prosedür kullanımı	5
Forgotten action/omission	Unutulan işlem / ihmal	5
Task performance	Görev performansı	4
Expectation/assumption	Beklenti / varsayım	4
Incorrect action sequence	Hatalı işlem sırası	4
Issuing instructions	Düzenleme talimatları	4
Communication (personnel)	İletişim (kişisel)	4
Understanding/comprehension	Anlama / kavrama	3
Common phraseology	Yaygın frazeoloji	3
Attention	Dikkat	3
Total experience in position	Pozisyondaki toplam deneyim	3
Monitoring environment	İzleme ortamı	2
Use of equip/system	Ekipman / sistem kullanımı	2
Recurrent instruct/training	Tekrarlayan talimatlar / eğitim	2
Type/qual of instruct/training	Eğitim/ Talimatın türü/ kalitesi	2
Task scheduling	Görev Planlaması	2
Incomplete action	Eksik işlem	2
Loss of consciousness	Bilinç kaybı	1
Lack of sleep	Uyku eksikliği	1
Fatigue due to work schedule	Çalışma programı nedeniyle yorgunluk	1
Knowledge of procedures	Prosedürler bilgisi	1
Info processing/decision	Bilgi işleme / karar	1
Experience/Knowledge/Skill	Deneyim / Bilgi / Beceri	1
Delayed action	Gecikmeli işlem	1
Interpretation/understanding	Yorumlama / anlama	1
Task allocation	Görev tahsisi	1
Situational awareness	Durumun farkında olmak	1
Action/decision	İşlem / karar	1
Workload management	İş yükü yönetimi	1
Unnecessary action	Gereksiz işlem	1
Knowledge of geographic area	Coğrafi bölge bilgisi	1

Kişisel hata türleri arasında en sık görülen hata türü karar hatalarıdır (17 adet), daha sonra algılama ve tanıma hataları gelmektedir (15 adet). İletişim ile bağlı hatalar, İletişim eksikliği (13 adet), İletişimin doğruluğu (9 adet) ve İletişim (kişisel) (4 adet) olmak üzere toplam 26'dır. Verilere göre iletişimle ilgili hataların en sık hata türü olduğu anlaşılmaktadır. İletişim hatalarını, hatalı işlem ve bu işleme bağlı hatalar izlemektedir (hatalı işlem (11), hatalı işlem performansı (7), hatalı işlem sıralaması (4) olmak üzere toplam 22 hata).

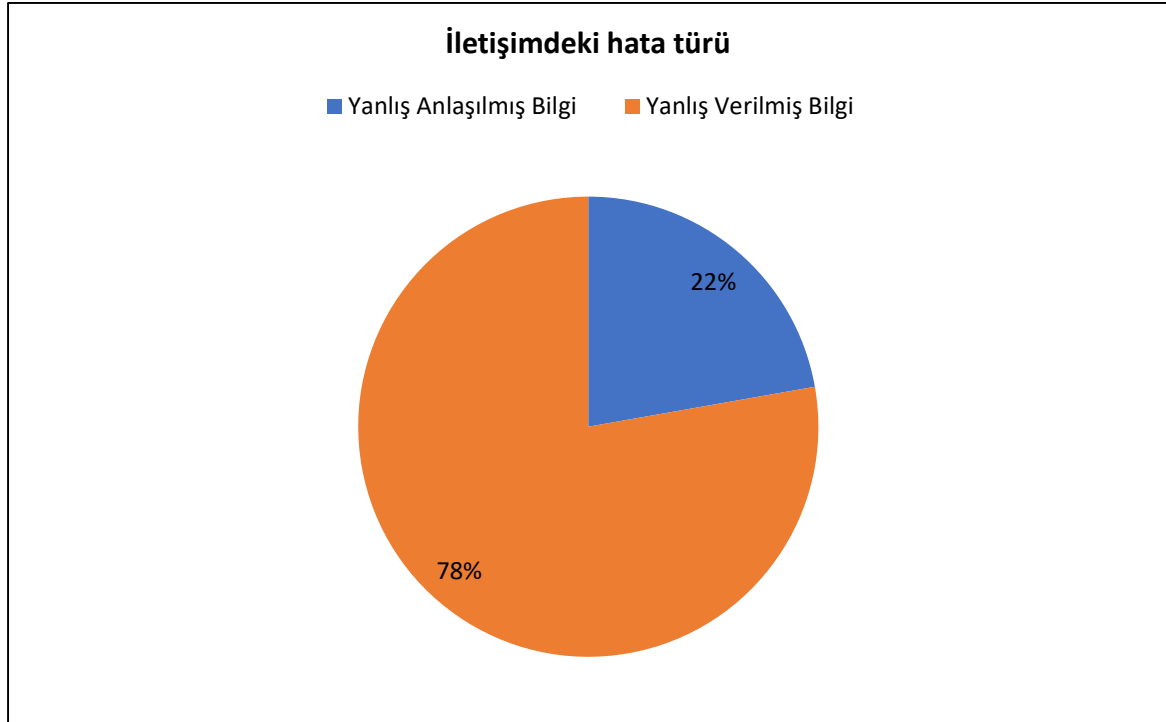
5.1.3. İletişimde hata analizi

Şekil 5.4'te analiz edilen vakalardaki iletişim hataları varlığı ve yüzde değerleri görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi, tüm vakaların %47'sinde iletişim hatası söz konusudur. Bu oran büyük bir orandır.



Şekil 5.4. Vakalardaki iletişim hata oranı

Şekil 5.5'te görüldüğü gibi, iletişimdeki hatanın %78'i yanlış verilmiş bilgi olarak tespit edilmiştir. Bu tür hata, HTK personeline ait bir hata türüdür. Yanlış anlaşılmış bilgi ise iletişimdeki hatanın %22'sini oluşturan pilota ait olan hata türüdür.



Şekil 5.5. İletişimdeki hata türü

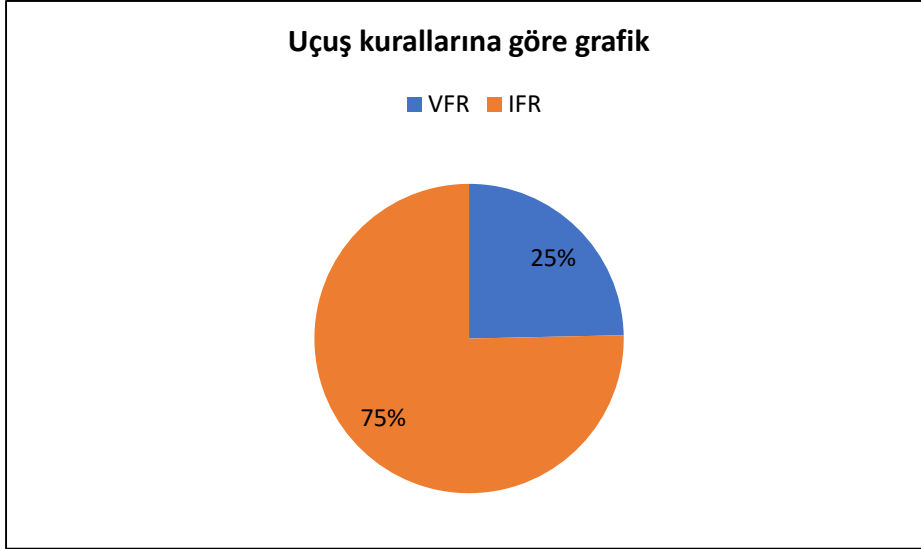
5.1.4. Uçuş kurallarına göre analiz

Havacılıkta iki tür uçuş kuralı var (SHGM, 2015: 3):

- a) IFR (Instrument Flight Rules): Aletli uçuş kuralları uygulanarak yapılan uçuş,
- b) VFR (Visual Flight Rules): Görerek uçuş kuralları uygulanarak yapılan uçuş.

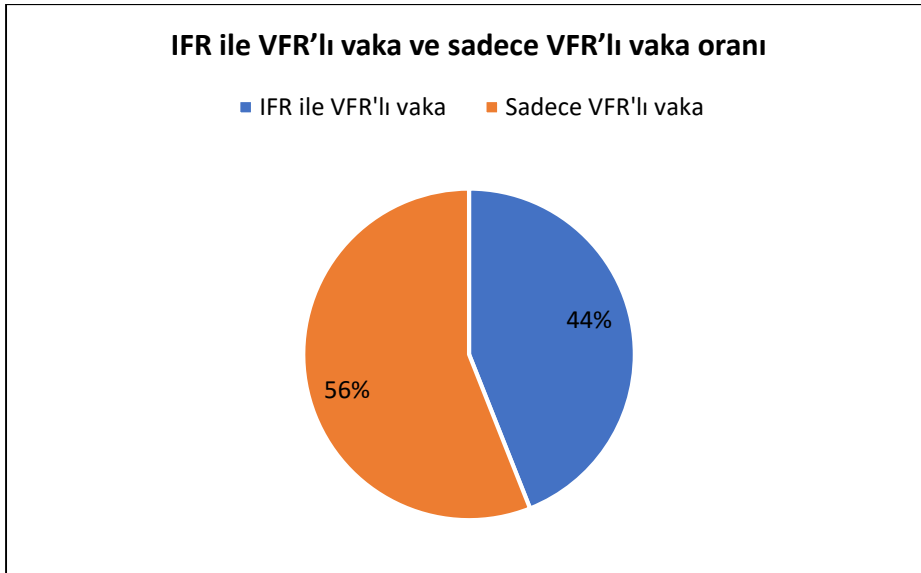
VFR uçuşlar, uluslararası kurallar ve ulusal AIP’inde (AIP: Aeronautical Information Publication- havacılık bilgi yayını) yer alan hükümler ve onunla ilgili düzenlemeler dahilinde gerçekleştirilen uçuşlardır. ABD hava sahasında, VFR trafiğine HTK hizmeti verilmemekte, uçuş bilgi, uyarı, yakın trafik bilgi ve ikaz hizmeti verilmektedir (DHMI, 2018).

IFR uçuş ise, aletli uçuş kurallarına göre uçağın içindeki cihazlar, indikatörler ve seyrüsefer yardımcılarını kullanarak uçağın pozisyonu ve hareketi takip ederek görsel referanslar kullanılmadan yapılan uçuşlardır. IFR uçuşlar, HTK hizmeti almaktadır (DHMI, 2018).



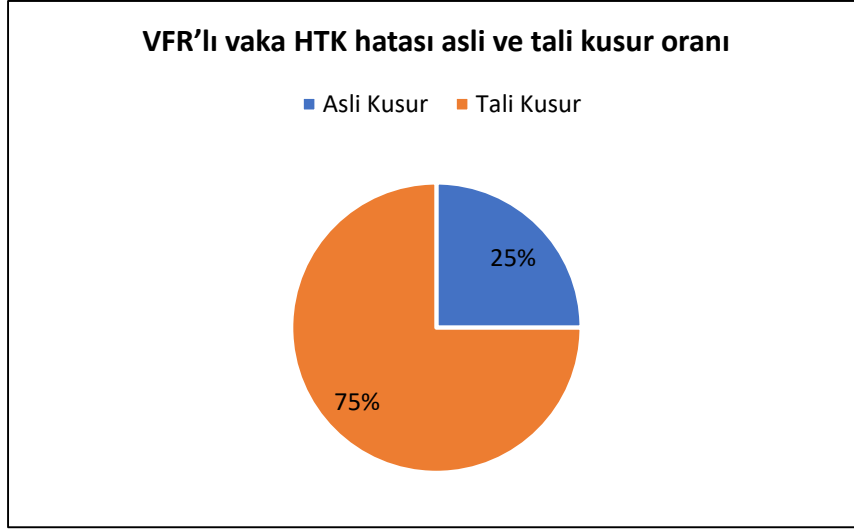
Şekil 5.6. Uçuş kurallarına göre grafik

Şekil 5.6’da gösterildiği gibi analiz edilen tüm vakaların %75’i IFR (aletli uçuş) ve %25’i VFR’dir (görerek uçuş). Vakalardan VFR olanların %56’sı bir IFR uçak ile meydana gelmiştir. Bu vakalarda çarpışma veya uçaklar arasındaki mesafe azalmalar olmuştur. %44’ü ise HTK hizmetinin eksikliğinden oluşan VFR vakadır. Bunlardan da sadece bir vaka olay olarak, diğerleri hepsi kaza olarak sona ermiştir.



Şekil 5.7. IFR ile VFR’lı vaka ve sadece VFR’lı vaka oranı

Görerek uçuş vakalarında, HTK’dan kaynaklanan hataların %75’inde kaza/olayın meydana gelmesinde tali kusurun olduğu tespit edilmiştir. VFR’lı vakaların %25’inde ise HTK hatası asli kusur olarak ortaya konulmuştur.

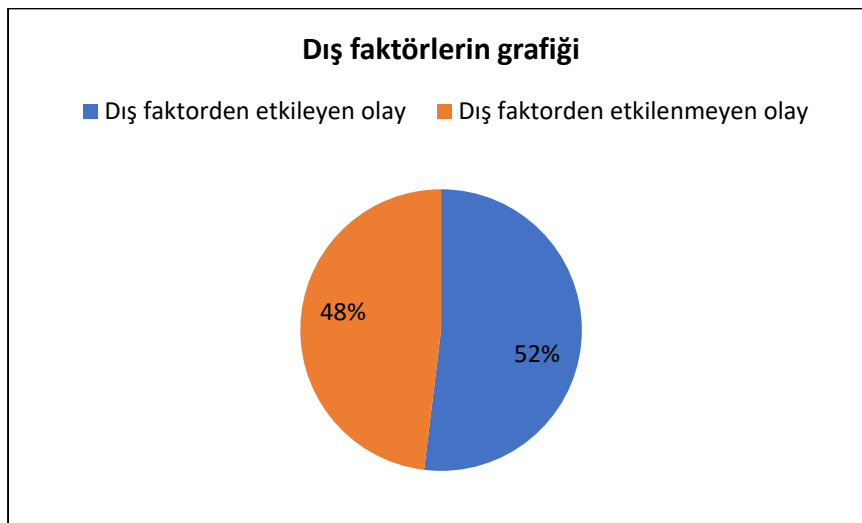


Şekil 5.8. VFR'lı vaka HTK hatası asli ve tali kusur oranı

Asli kusur olarak tespit edilen HTK hatalarının %75'i iletişimle alakalıdır (İletişim doğruluğu ve iletişim eksikliği).

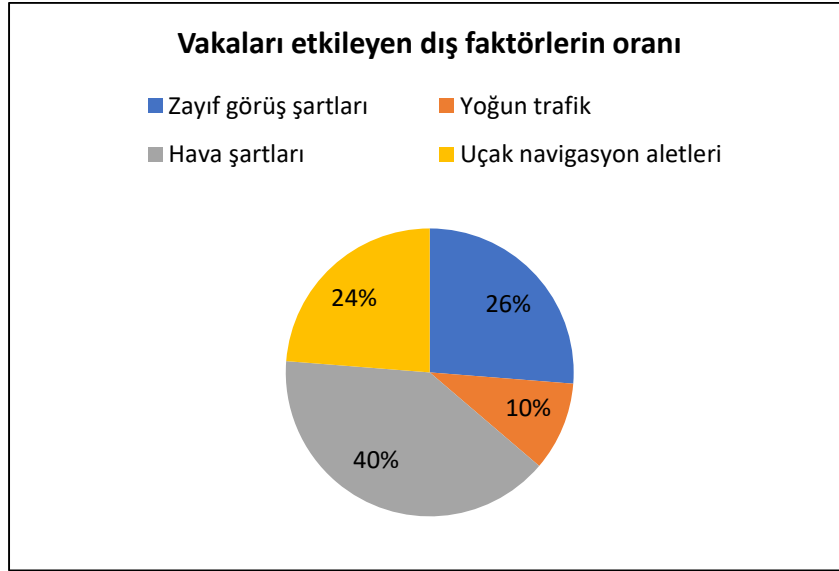
5.1.5. Dış faktörler analizi

Analiz edilen vakaların %52'sinin bir veya birden fazla dış faktörden etkilendiği tespit edilmiştir. Göz önüne alınan dış faktörler şunlardır: Yoğun trafik, çeşitli hava şartları, zayıf (düşük) görüş şartları ve uçaktaki navigasyon cihazları hatası.



Şekil 5.9. Dış faktörler grafiği

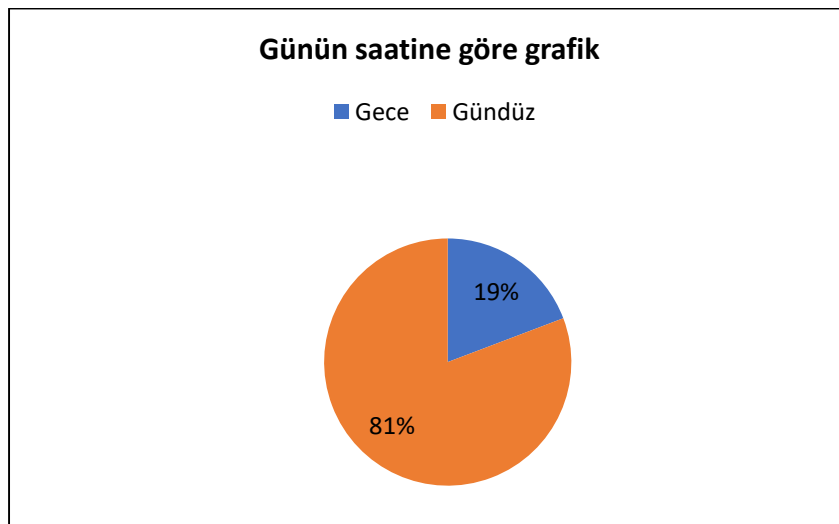
Şekil 5.10’da vakaları etkileyen çeşitli dış faktörlerin oranı verilmiştir. Grafikte gösterildiği gibi en yüksek oran hava (etkili rüzgar, fırtına vb.) şartlarına aittir. Vakaların %26’sının zayıf (düşük) görüş şartlarından, ve %24’ünün uçaktaki navigasyon cihazlarının hatasından etkilendiği anlaşılmaktadır. Dış faktörlerdeki en düşük oran %10 ile yoğun trafiğe aittir.



Şekil 5.10. Vakaları etkileyen dış faktörlerin oranı

5.1.6. Günün saatine göre analiz

Şekil 5.11’de gösterildiği gibi analiz edilen tüm vakaların %81’i gündüz, %19’u gece gerçekleşmiştir.



Şekil 5.11. Günü saatine göre olayların oranı

5.1.7. Vakanın meydana geldiği konuma göre analiz

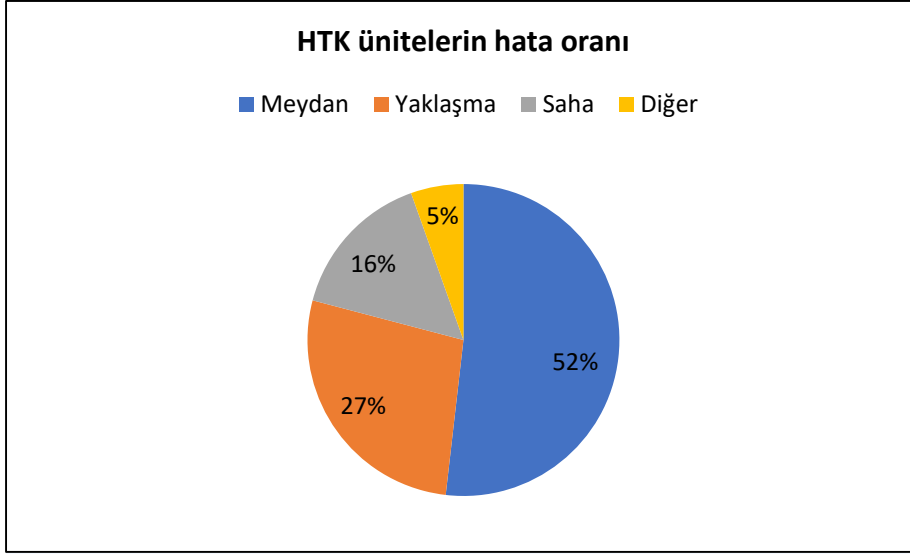
Şekil 5.12’de gösterildiği gibi vakaların %72’si havada ve %28’i yerde oluşmuştur. Yer denildiğinde havaalanının manevra sahalarından bahsedilmektedir. Bu analize göre vakalar büyük oranda havada oluşmaktadır, fakat tarihteki çok büyük ve ölümcül kazalar yerde oluşmuştur. Tarihin en ölümcül uçak kazası olan Tenerife kazası, iki uçağın pistte çarpışması sonucu meydana gelmiş olup kazada toplam 583 kişi hayatını kaybetmiştir (NASB, 1977). Bu kazanın sebebi, HTK hatası (havalimanı kulesi) olarak tespit edilmiştir (Wagner, 2017). Yerde meydana gelen uçak kazalarının sayısı az olsa da, bu kazalar sonuçları açısından büyük risk taşımaktadır.



Şekil 5.12. Vakanın meydana geldiği konuma göre oranlar

5.1.8. Hava trafik kontrol ünitesine göre analiz

Şekil 5.13’te HTK ünitelerinin hata oranı görülmektedir.



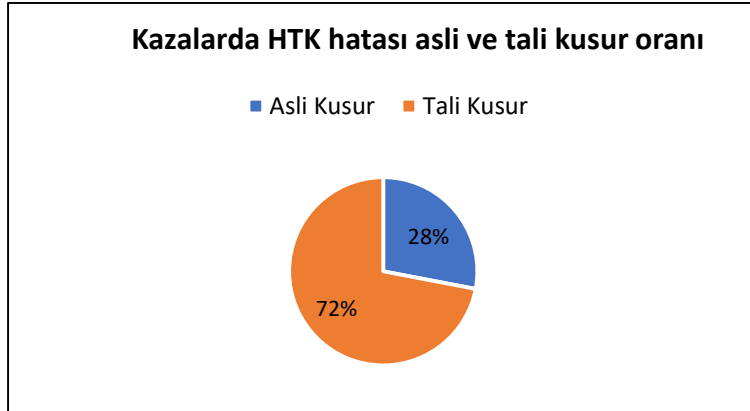
Şekil 5.13. HTK ünitelerin hata oranı

Analiz edilen tüm vakaların %52'si meydan kontrol personelinin hatasından kaynaklanmıştır. Vakaların %27'si yaklaşma kontrolden ve %16'sı saha kontrolden dolayı oluşmuştur. Vakaların %5'i ise diğer HTK ünitelerinden kaynaklanmıştır.

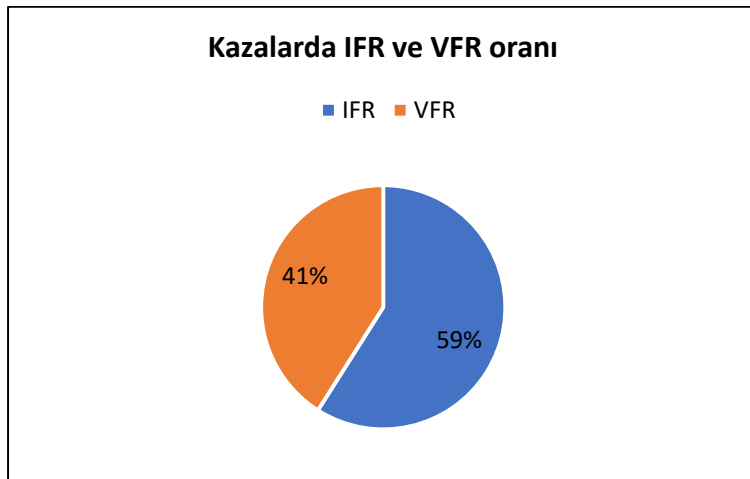
5.1.9. Amerika hava sahasındaki kazaların analizi

ABD hava sahasında oluşan sadece kazalar analiz edildiğinde kazaların %72'sinde HTK hatası çeşitli sebeplerden biri olarak tespit edilmişken, %28'inde HTK hatası kazanın asli kusur olarak bulunmuştur. Uçuş kurallarına göre kazaların analizinde kazaların %59'u IFR uçuşlar ve %41'i VFR uçuşlarıdır.

Şekil 5.14'te meydana gelen kazalardaki HTK kaynaklı asli ve tali kusur oranları, Şekil 5.15'te ise kazalardaki IFR ve VFR uçuş oranları görülmektedir.

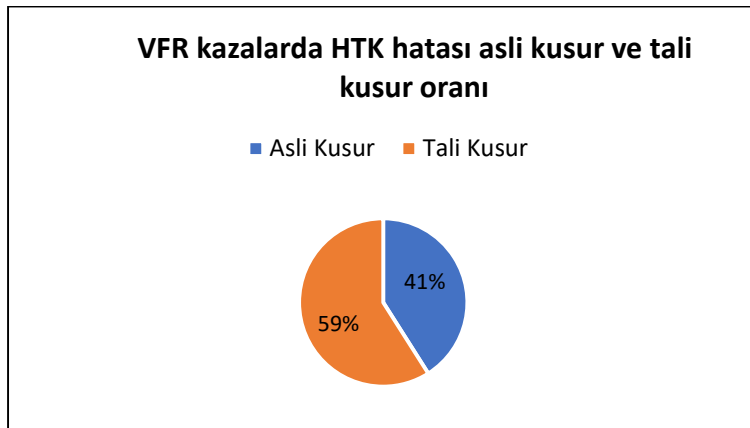


Şekil 5.14. Kazalarda HTK hatası asli ve tali kusur oranı



Şekil 5.15. Kazalarda IFR ve VFR oranı

VFR kazaların **%41’inde** HTK hatası kazanın asli kusuru, **%59’unda** ise HTK hatası kazanın tali kusuru olarak tespit edilmiştir (Şekil 5.16).



Şekil 5.16. VFR kazalarda HTK hatası asli ve tali kusur oranı

5.2. Avrupa Hava Sahası Vaka Analizleri

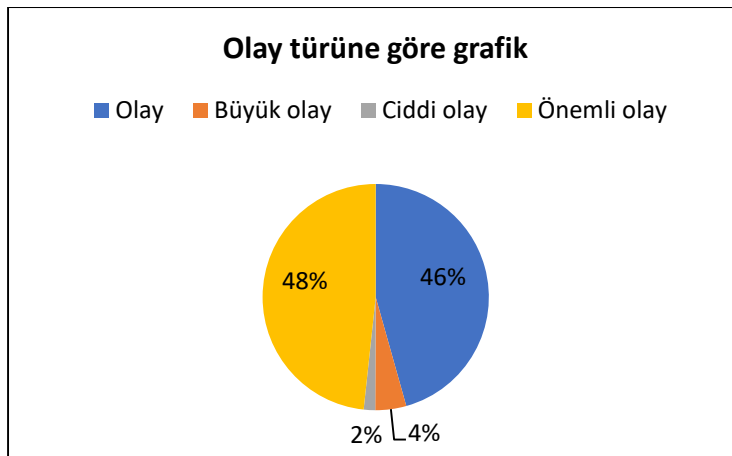
5.2.1. Vaka türüne göre analiz

Avrupa Birliği kaza veri tabanından elde edilen verilerin analiz edildiği vaka türüne göre oranlar Şekil 5.17'de verilmiştir. ABD verilerinde Kaza, Kırım ve Olay olmak üzere üç tür için yapılan analizlerden farklı olarak, Avrupa Birliği verilerinde Kaza ve Olay türleri yer almaktadır.



Şekil 5.17. Vaka türüne göre grafik

Avrupa Hava Sahasında tüm vakaların %99,75'i olay, %0,25'i kazadır. Olay türüne göre analiz yapıldığında şu türler göz önüne alınmıştır: olay, büyük olay, ciddi olay ve önemli olay. Bu olay türlerinin oranı Şekil 5.18'de verilmiştir.

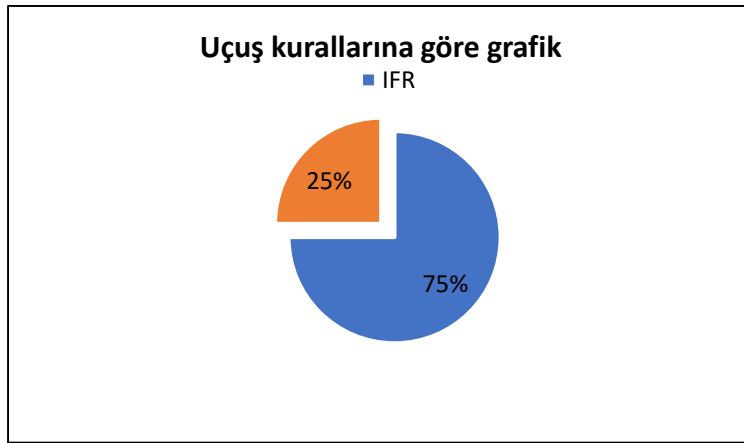


Şekil 5.18. Olay türüne göre grafik

Grafikten anlaşıldığı gibi en büyük oran olay (%46) ve önemli olay (%48) türlerine aittir. Olayların %4 büyük olay %2'si ciddi olaydır.

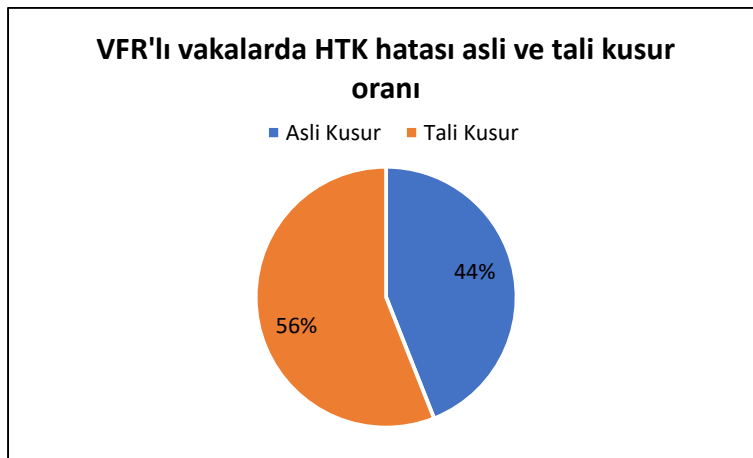
5.2.2. Uçuş kurallarına göre analiz

Şekil 5.19'da gösterildiği gibi analiz edilen tüm uçuşların %75'i IFR (aletli uçuş) ve %25'i VFR'dir (görerek uçuş).



Şekil 5.19. Uçuş kurallarına göre grafik

Şekil 5.20'de gösterildiği gibi, görerek uçuş vakalarında HTK'dan kaynaklanan hataların %56'sının kaza/olayın meydana gelmesinde asli kusur içermediği, yani tali kusur olduğu tespit edilmiştir. VFR'lı vakaların %44'ünde HTK hatası asli kusur olarak ortaya konulmuştur.



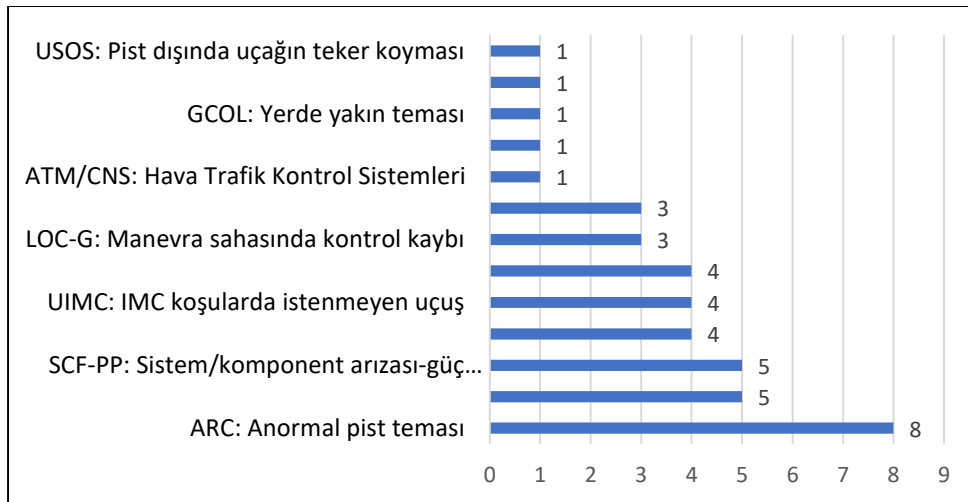
Şekil 5.20. VFR'lı vakalarda HTK hatası asli ve tali kusur oranı

Şekil 5.21’de gösterildiği gibi VFR’lı vakaların, %67’si bir olay olarak oluşmuşken, %33’ü kaza olarak gerçekleşmiştir.



Şekil 5.21. VFR’lı vakalarda kaza ve olay oranı

VFR’lı kazalar analiz edildiğinde bu tür kazaları etkileyen en sık olay türü anormal pist teması (Abnormal runway contact) olarak tespit edilmiştir. Onu kontrollü uçuşta araziye çarpma (CFIT Controlled flight into or toward terrain) ve sistem/komponent arızası-güç grubu (Powerplant failure or malfunction), pistten çıkma (Runway excursion), IMC koşullarında istenmeyen uçuş (Unintended flight in IMC) ve uçuş esnasında kontrol kaybı (Loss of control in flight) izlemektedir.



Şekil 5.22. VFR’lı kazalarda olay türlerin sıklığı

Halbuki tüm HTK hizmetinden kaynaklanan VFR uçuş kazalarının %7'sinde HTK hatası kazanın asli kusuru olarak ortaya konulmuş, %93'ünde ise HTK hatası tali kusur olarak tespit edilmiştir.

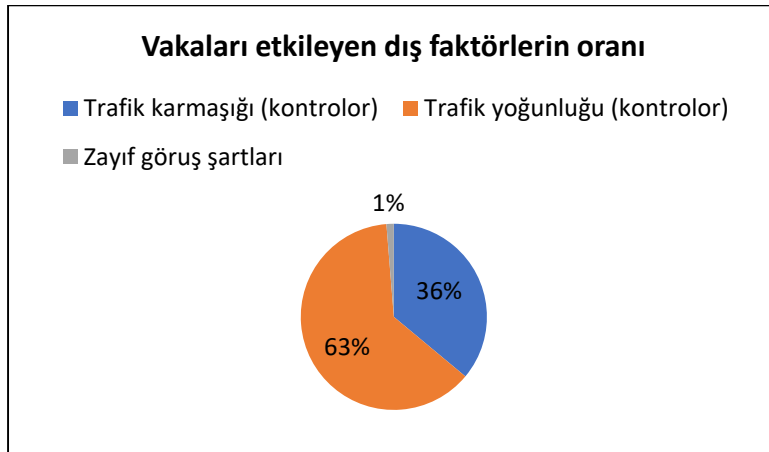
5.2.3. Dış faktör analizi

Analiz edilen vakaların %5'inin bir veya birden fazla dış faktörden etkilendiği tespit edilmiştir. Göz önüne alınan dış faktörler şunlardır: Yoğun trafik (Birinci ve ikinci kontrolör için), karmaşık trafik (birinci ve ikinci kontrolör için), çeşit hava şartları, zayıf (düşük) görüş şartları.



Şekil 5.23. Dış faktörler grafiği

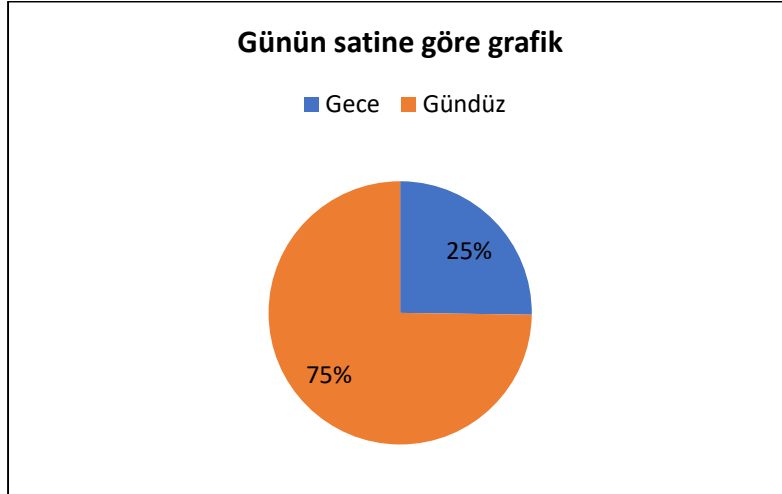
Şekil 5.24'te vakaları etkileyen çeşit dış faktörlerin oranı verilmiştir. Grafikte gösterildiği gibi en yüksek oran trafik yoğunluğuna aittir (%63). Bu oranı %36 ile trafik karmaşıklığı izlemektedir. Vakaların %1'i ise zayıf (düşük) görüş şartlarından etkilenmiştir.



Şekil 5.24. Vakaları etkileyen dış faktörlerin oranı

5.2.4. Günün saatine göre analiz

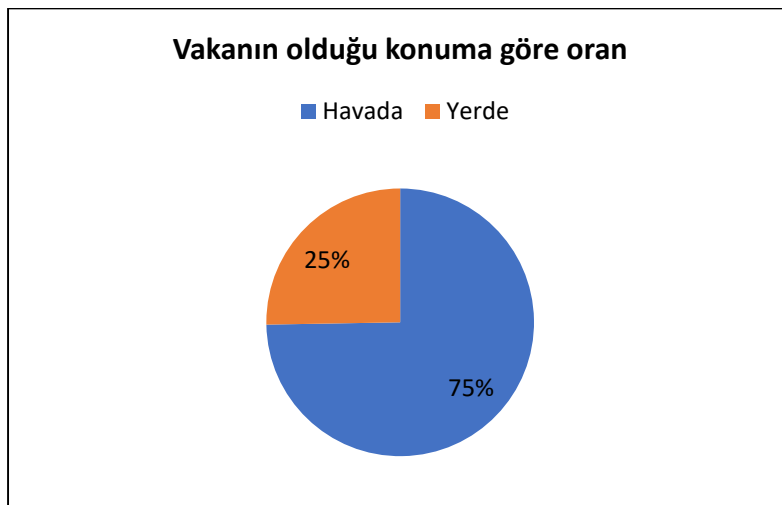
Şekil 5.25'te gösterildiği gibi analiz edilen tüm vakaların %75'i gündüz, %25'i gece gerçekleşmiştir.



Şekil 5.25. Günün saatine göre vakaların oranı

5.2.5. Vakanın meydana geldiği konuma göre analiz

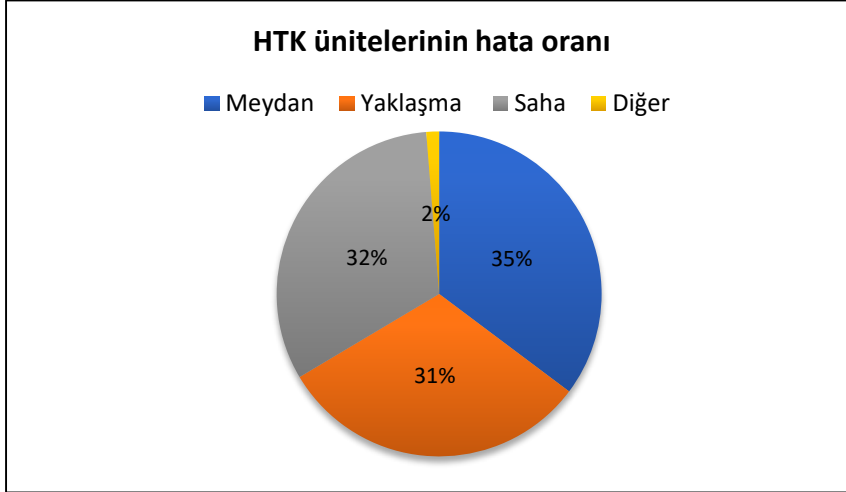
Şekil 5.26'da gösterildiği gibi vakaların %75'i havada ve %25'i yerde meydana gelmiştir. Yer denildiğinde havaalanının manevra sahalarından bahsedilmektedir.



Şekil 5.26. Vakanın olduğu konuma göre oran

5.2.6. Hava trafik kontrol ünitesine göre analiz

Şekil 5.27’de HTK ünitelerine ait hata oranı gösterilmiştir.

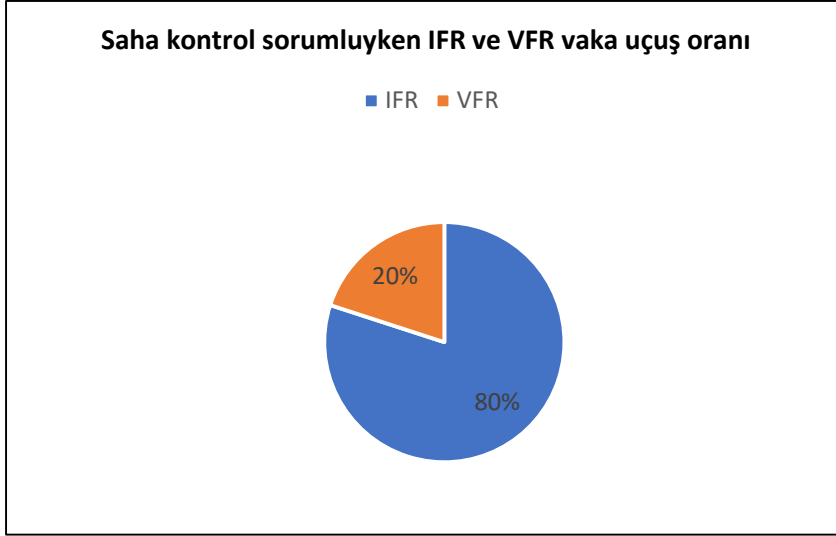


Şekil 5.27. HTK ünitelerinin hata oranı

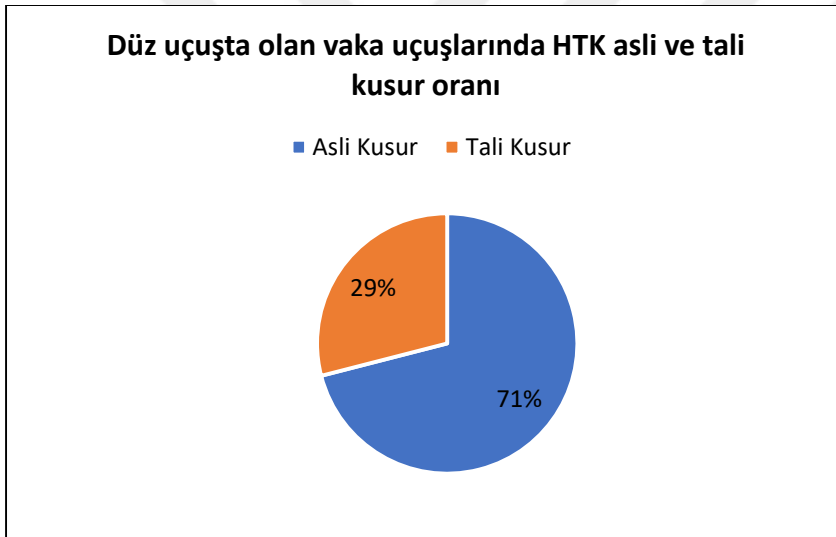
Analiz edilen tüm vakaların %35'i meydan kontrol personelinin hatasından kaynaklanmaktadır. Vakaların %31'i yaklaşma kontrolden, %32'si saha kontrolden ve %2'si diğer HTK ünitelerinden dolayı oluşmuştur.

5.2.7. Saha kontrolden kaynaklanan vakaların analizi

Şekil 5.27'de gösterildiği gibi vakaların %32'si saha kontrolden kaynaklanmıştır. Bilindiği gibi, çoğu uçak kazaları meydan kontrolden kaynaklanmaktadır. Halbuki bu analize göre saha kontrol yüksek bir orana sahiptir. Bu yüzden bu tür vakalar ayrıca analiz edilmesinde fayda vardır. Bu kaza ve olayların %80'i IFR uçuşlar ve %20'si VFR uçuşlardır (Şekil 5.28). Şekil 5.29'da düz uçuş aşamasında (en-route) olan vaka uçuşlarındaki asli ve tali HTK kusur oranı verilmiştir. Saha kontrol sorumluyken tüm oluşan vaka uçuşların %71'inde HTK hataları kazanın veya olayın meydana gelmesinde asli kusurlu iken %29'unda tali kusurludur.

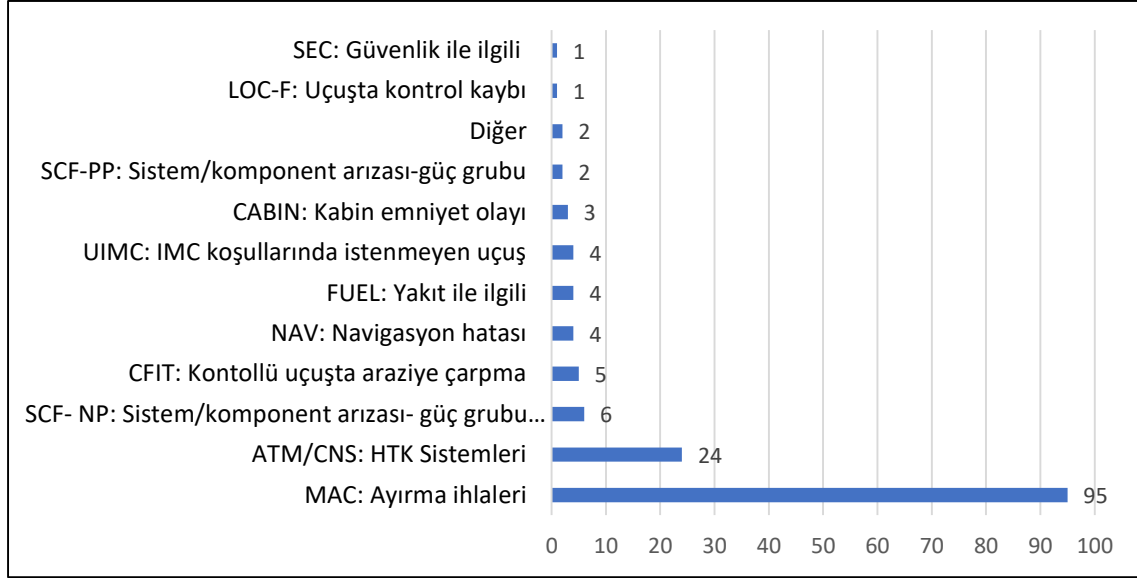


Şekil 5.28. Saha kontrol sorumluyken IFR ve VFR vaka uçuş oranı



Şekil 5.29. Düz uçuşta olan vaka uçuşlarında HTK asli ve tali kusur oranı

Düz uçuşta vaka uçuşlarda ne tür olayların hangi sıklıkta görüldüğünün analizi Şekil 5.30'daki grafikte gösterilmiştir. Grafikten anlaşıldığı gibi ayırma ihlaller ile ilgili olaylar en sık oluşan olaylardır. İkinci sırada ATM/CNS ile ilgili olaylar yer almaktadır. Sistem/parçasının arızası (system/component failure) ve kontrollü uçuş araziye çarpma, üçüncü ve dördüncü yer almaktadır. Diğer olay türleri çok daha az sıklıkta tekrarlanmaktadır.



Şekil 5.30. En-route vaka uçuşların olay türlerin sıklığı

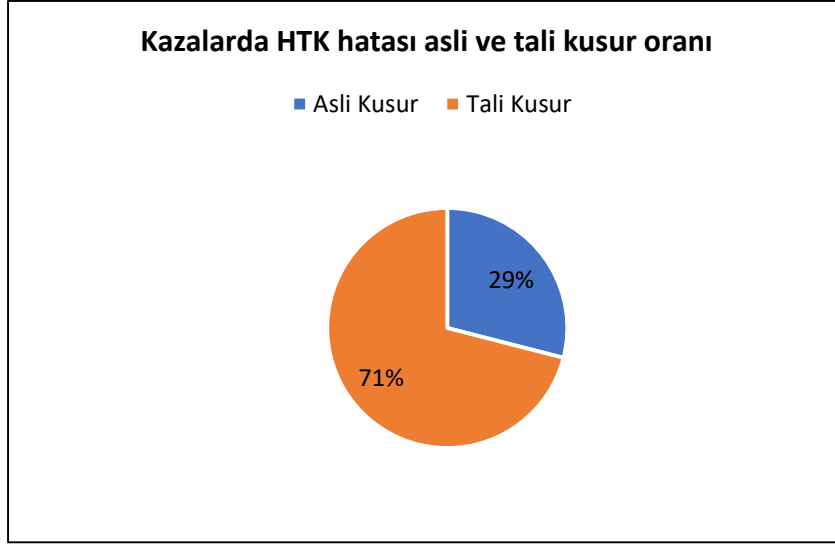
Tüm düz uçuşta olan vakaların %86'sı olay, %14'ü kaza olarak oluşmuştur.



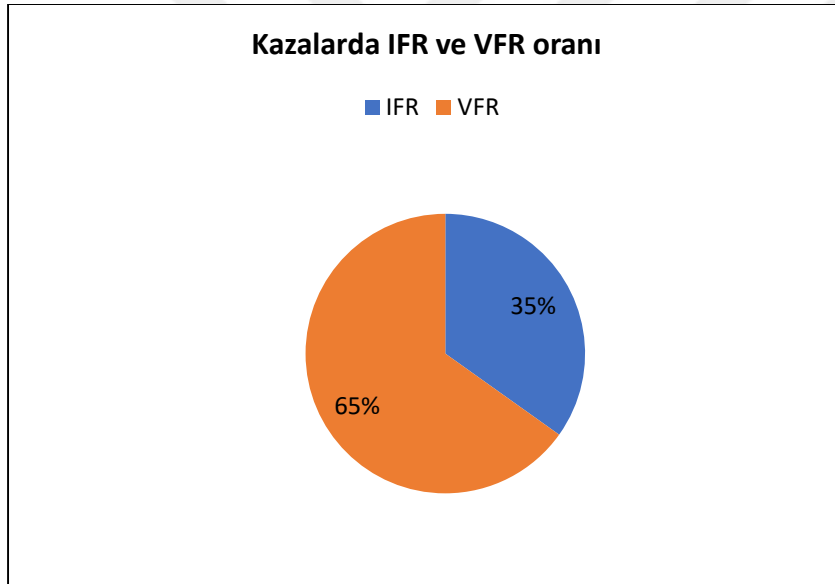
Şekil 5.31. Düz uçuşta vaka uçuşların kaza ve olay oranı

5.2.8. Avrupa Birliği hava sahasındaki kazaların analizi

Avrupa Birliği hava sahasında oluşan kazalar analiz edildiğinde; kazaların %29'unda HTK hatası kazanın meydana gelmesinde asli kusurlu iken %71'inde tali kusur olarak karşımıza çıkmaktadır. Uçuş kurallarına göre kazaların analizinde kazaların %35'i IFR uçuşlar ve %65'i VFR uçuşlarıdır. Şekil 5.32'de kazalarda HTK katkısı oranı verilmiştir ve Şekil 5.33'te kazalarda IFR ve VFR uçuşlar oranı verilmiştir.

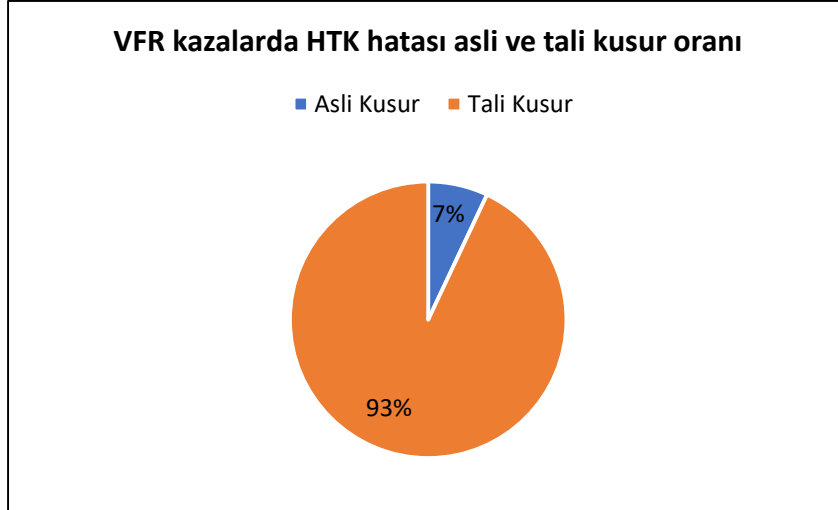


Şekil 5.32. Kazalarda HTK hatası asli ve tali kusur oranı



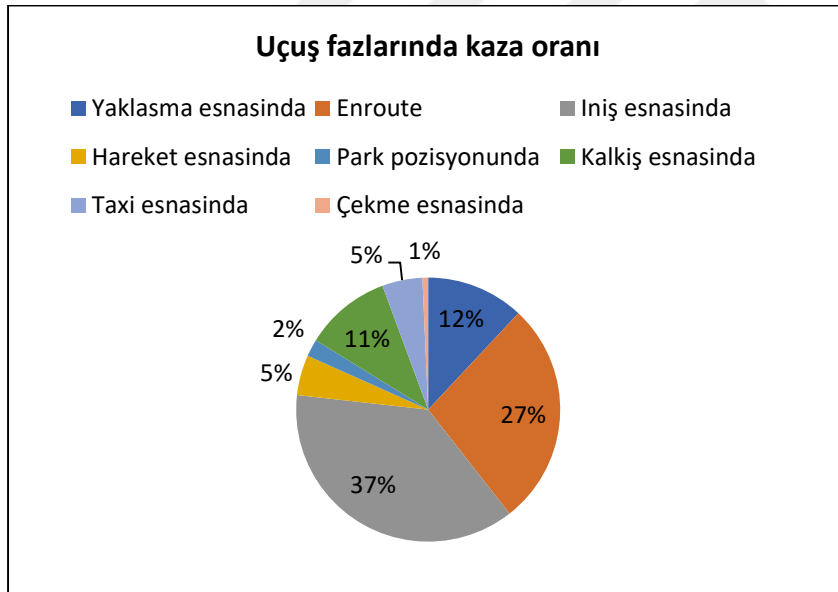
Şekil 5.33. Kazalarda IFR ve VFR oranı

VFR kazalarında Avrupa Birliği hava sahasında HTK hizmetinden doğrudan (directly) sadece üç (3) kaza oluşmuştur. Bu kazalardan ikisi taksi esnasında ve biri saha aşamasında olup, taksi esnasında olan kazada yerde çarpışması veya yakın teması (ground collision) ve yerde kontrol kaybı yaşanmıştır. Yol aşamasında olan ve direkt olarak HTK'dan kaynaklanan VFR kaza IMC hava koşullarında istenmeyen uçuş olarak tespit edilmiştir.



Şekil 5.34. VFR kazalarda HTK hatası asli ve tali kusur oranı

Avrupa Birliği Havasahasında HTK Hizmetinden oluşan tüm kazaların uçuş fazlarına göre analizi Şekil 5.35'teki grafikte verilmiştir.



Şekil 5.35. Uçuş fazlarında kaza oranı

Grafikten anlaşıldığı gibi tüm Avrupa Birliği havsahasında hava trafik kontrol hizmeti ile ilgili kazaların %37'si iniş esnasında oluşmuştur. Onu yol aşamasında olan uçuş fazı izlemektedir (%27). Kazaların %12'si yaklaşma, %11'i kalkış, %5'i taksi ve havada hareket, %2'si park pozisyonunda ve %1' çekme esnasında gerçekleşmiştir.

6. ÇAPRAZ TABLOLAMA VE Kİ KARE ANALİZİ

Çalışmada NTSB tarafından tutulan raporlar incelenerek Amerika hava sahasına ait veri seti oluşturulmuştur. Amerika hava sahasındaki HTK ilişkili 63 kaza ve 84 ciddi olay (serious incident) tespit edilmiştir. EASA tarafından alınan veri setinde toplam HTK ilişkili 158 kaza ve 406 ciddi olaya (serious incident) ait veriler yer almıştır. Bu iki veri seti ilk önce MS.Excel programında birleştirip 711 vaka (kaza ve olay) verileri ile tek bir veri seti oluşturulmuştur. Resim 6.1'de veri setinin Excel'deki görünüşü verilmiştir.

Acc/Inc	Occurrence	TimeOfDay	ATMContribution	FlightRules	ATCUnit	ExternalFac	Location
Incident	MAC: Airprox/ ACAS alert/ loss of separation/ (near) midair collisions	Daylight	Directly Involved	IFR	Tower	Yes External Fac	Air
Incident	MAC: Airprox/ ACAS alert/ loss of separation/ (near) midair collisions	Daylight	Indirectly Involved	IFR	Tower	Yes External Fac	Air
Incident	MAC: Airprox/ ACAS alert/ loss of separation/ (near) midair collisions	Daylight	Indirectly Involved	IFR	Approach	No External Fac	Air
Incident	MAC: Airprox/ ACAS alert/ loss of separation/ (near) midair collisions	Daylight	Directly Involved	VFR	Approach	Yes External Fac	Air
Incident	ATM: ATM/CNS	Daylight	Directly Involved	VFR	Tower	No External Fac	Ground
Incident	RE: Runway excursion	Daylight	Indirectly Involved	IFR	Tower	No External Fac	Air
Incident	ARC: Abnormal runway contact	Daylight	Indirectly Involved	VFR	Tower	No External Fac	Air
Incident	RE: Runway excursion	Night	Indirectly Involved	IFR	Tower	Yes External Fac	Ground
Incident	MAC: Airprox/ ACAS alert/ loss of separation/ (near) midair collisions	Daylight	Directly Involved	IFR	Approach	No External Fac	Air
Incident	MAC: Airprox/ ACAS alert/ loss of separation/ (near) midair collisions	Daylight	Directly Involved	VFR	Approach	No External Fac	Air
Incident	ARC: Abnormal runway contact	Daylight	Indirectly Involved	IFR	Tower	No External Fac	Ground
Incident	ARC: Abnormal runway contact	Daylight	Indirectly Involved	IFR	Tower	No External Fac	Air
Incident	OTHR: Other	Daylight	Indirectly Involved	IFR	Tower	Yes External Fac	Air
Incident	ARC: Abnormal runway contact	Night	Indirectly Involved	IFR	Tower	No External Fac	Ground
Incident	OTHR: Other	Night	Directly Involved	IFR	Tower	Yes External Fac	Ground
Incident	ATM: ATM/CNS	Daylight	Directly Involved	IFR	Tower	No External Fac	Air
Incident	RE: Runway excursion	Night	Indirectly Involved	IFR	Tower	No External Fac	Ground
Incident	OTHR: Other SCF-PP: powerplant failure or malfunction	Daylight	Indirectly Involved	IFR	Tower	No External Fac	Ground
Incident	MAC: Airprox/ ACAS alert/ loss of separation/ (near) midair collisions	Daylight	Directly Involved	IFR	Approach	No External Fac	Air
Incident	ATM: ATM/CNS	Daylight	Indirectly Involved	IFR	Approach	No External Fac	Air
Incident	MAC: Airprox/ ACAS alert/ loss of separation/ (near) midair collisions	Daylight	Directly Involved	IFR	Approach	No External Fac	Air
Incident	MAC: Airprox/ ACAS alert/ loss of separation/ (near) midair collisions	Daylight	Directly Involved	IFR	Enroute	No External Fac	Air
Incident	MAC: Airprox/ ACAS alert/ loss of separation/ (near) midair collisions	Daylight	Directly Involved	IFR	Enroute	Yes External Fac	Air
Incident	MAC: Airprox/ ACAS alert/ loss of separation/ (near) midair collisions	Daylight	Indirectly Involved	IFR	Tower	No External Fac	Air
Incident	ATM: ATM/CNS	Daylight	Directly Involved	IFR	Enroute	No External Fac	Air

Resim 6.1. Excel'deki veri setinin görünüşü

Vaka verilerinde ana ve alt kategoriler oluşturulduktan sonra SPSS programına analize uygun olacak şekilde bu verilerin kodlamaları oluşturulmuştur. Faktörler arasında ilişki olup olmadığı tespit etmek için Kİ-Kare Analizi yapılmıştır ve vakalara etkileyen faktörleri ve o etkilerin şiddeti tespit etmek amacıyla lojistik regresyon modeli oluşturulmuştur. İstatistik analizleri için SPSS 25 programı kullanılmıştır. SPSS programındaki veri setinin görünüşü Resim 6.2'de verilmiştir.

Visible: 8 of 8 Variables

	AccInc	OccurrenceCat	TimeOfDay	ATMContribution	FlightRules	ATCUnit	ExternalFac	Location
1	Incident	10	Day	DirectlyInvolved	IFR	Tower	Yes	Air
2	Incident	10	Day	IndirectlyInvolved	IFR	Tower	Yes	Air
3	Incident	10	Day	IndirectlyInvolved	IFR	Approach	No	Air
4	Incident	10	Day	DirectlyInvolved	VFR	Approach	Yes	Air
5	Incident	9	Day	DirectlyInvolved	VFR	Tower	No	Ground
6	Incident	4	Day	IndirectlyInvolved	IFR	Tower	No	Air
7	Incident	5	Day	IndirectlyInvolved	VFR	Tower	No	Air
8	Incident	4	Night	IndirectlyInvolved	IFR	Tower	Yes	Ground
9	Incident	10	Day	DirectlyInvolved	IFR	Approach	No	Air
10	Incident	10	Day	DirectlyInvolved	VFR	Approach	No	Air
11	Incident	5	Day	IndirectlyInvolved	IFR	Tower	No	Ground
12	Incident	5	Day	IndirectlyInvolved	IFR	Tower	No	Air

Data View Variable View

IBM SPSS Statistics Processor is ready Unicode: ON

Resim 6.2. SPSS programındaki veri setinin görünüşü

Analizde kullanılan vaka türü bağımlı değişken olarak seçilmiştir. Vaka Türünü etkileyebilecek olan bağımsız değişkenler ise: HTK katkısı; uçuş kuralları; uçuştan sorumlu olan HTK birimi; dış faktörler ve vakanın oluştuğu yer ve saat olarak belirlenmiştir.

Değişkenlerin bilgileri ve SPSS programındaki kodlamaları Çizelge 6.1'de verilmiştir.

Çizelge 6.1. Değişken kodları ve açıklamaları

Değişkenin İsmi	Açıklaması	Veri Türü	Değişken Türü	Kodlar ve Açıklamaları
Vaka Türü	Güvensiz vaka kaza olarak veya olay olarak mı sonuçlanmış	Nitel ve Kategorik	Bağımlı	0 = Olay
				1 = Kaza
HTK Katkısı	Vakaya HTKontrolün katkısı	Nitel ve Kategorik	Bağımsız	1=Doğrudan dahil
				2 = Dolaylı dahil
Uçuş Kuralları	Vaka oluştuğunda hangi uçuş kurallarına göre uçuş gerçekleşiyordu	Nitel ve Kategorik	Bağımsız	1 = VFR
				2 = IFR
HTK Birimi	Vaka oluştuğu anda hangi HTK birimin sorumlusu altındaydı	Nitel ve Kategorik	Bağımsız	1=Meydan Kontrol
				2=Yaklaşma Kontrol
				3 = Saha Kontrol
Dış Faktör	-Hava Görüş şartları zayıf -Yoğun hava trafik -Karmaşık hava trafik -Navigasyon veya Kokpit aletin arızası	Nitel ve Kategorik	Bağımsız	1 = Yok
				2 = Var
Vaka Yeri	Vaka oluştuğu anda uçağın yeri	Nitel ve Kategorik	Bağımsız	1 = Yer
				2 = Hava
Günün Saati	Vaka oluştuğu anda uçağın coğrafya olarak konumuna göre günün saati	Nitel ve Kategorik	Bağımsız	1 = Gündüz
				2 = Gece

Tüm faktörler arasında ilişki tespit etmek için Ki-Kare ilişkiyel analiz yöntemi kullanılmıştır. Ki-Kare analizi, kategorik değişkenlerin alt gruplarının, her değişkene göre farklı dağılıp dağılmadığının tespit etmesi amacıyla uygulanmaktadır (Henry, 2012). Diğer ifadeyle her bir kategorik değişkenin diğer her bir kategorik değişkenle ilişkili olup olmadığının anlaşılmasının amacıyla kullanılan bir yöntemdir (Babbie, 2013: 45). Ki kare testinde, iki ve ikiden daha fazla alt kategoriye sahip değişken bir çapraz tablo oluşturulmaktadır. Çizelge

6.2’de gözlenen değerler tablosu örneği verilmektedir ve Çizelge 6.3’te beklenen değerler tablosu örneği verilmektedir.

Çizelge 6.2. Gözlenenler tablosu örnek gösterimi

Gözlenen		Değişken (1)		
		Kategori (1.1)	Kategori(1.2)	Satır Toplamı
Değişken (2)	Kategori (2.1)	a	b	a+b
	Kategori (2.2)	c	d	c+d
	Sütun Toplamı	a+c	b+d	a+b+c+d

Çizelge 6.3. Beklenenler tablosu örnek gösterimi

Beklenen		Değişken (1)		
		Kategori (1.1)	Kategori(1.2)	Satır Toplamı
Değişken (2)	Kategori (2.1)	$((a+c)*(a+b))/(a+b+c+d)$	$((b+d)*(a+b))/(a+b+c+d)$	a+b
	Kategori (2.2)	$((a+c)*(c+d))/(a+b+c+d)$	$((a+c)*(c+d))/(a+b+c+d)$	c+d
	Sütun Toplamı	a+c	b+d	a+b+c+d

Tabloların oluşturulduktan sonra değişkenler arasındaki ilişkinin tespit etmesi için Pearson Ki-Kare ilişki analizi uygulanmaktadır (Sims, 2004: 89-91). İlk önce; Gözlenen ve beklenen tablosundaki değerleri kullanarak ilerdeki denklemlerle Pearson Ki-Kare değeri hesaplanmaktadır.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(G_i - B_i)^2}{B_i}$$

Fen Bilimleri alanındaki araştırmalarda genelde hata oranı 0,05 olarak kabul edilmektedir. Buna göre; araştırmanın güven aralığı da 0,95 olarak hesaplanmaktadır.

Bu analizde SPSS programında Ki-Kare tablolarında önemli (significant) değerinin 0,05 den daha küçük olduğunda H_0 Hipotezini red etmesi ve H_1 Hipotezinin kabul etmesini gerektirmektedir. H_0 red edilirse ve H_1 kabul edilirse bu iki değişken arasında bir ilişki var diye kabul edilmektedir. İki değişken arasında ilişki bulunduğu durumda Phi veya Cramer’s V değeri ile bu ilişki gücü hesaplanmaktadır.

$$F = \sqrt{\frac{X^2}{N}}$$

$$V = \sqrt{\frac{X^2}{N*(k-1)}}$$

χ^2 : Pearson ki-kare değeri

N : Örnek Sayısı

k : Küçük olan sütun ya da satır sayısı

Healey (2011)' e göre F ve V değeri için:

0,00 - 0,10 aralığında ise değişkenler arasındaki ilişkisi zayıf,

0,11 – 0,30 aralığında ise değişkenler arasındaki ilişkisi orta,

0,30 dan büyük ise değişkenler arasındaki ilişkisi güçlüdür.

Bu çalışmada bağımlı değişkenle, 6 farklı bağımsız değişkenin ilişki durumları incelenmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunan ($p < 0,05$) Ki-Kare analiz sonuçları Çizelge 6.4'te verilmiştir. Tablodan anlaşıldığı gibi bağımlı değişkenin (Vaka türü) HTK Katkısı, Uçuş Kuralları, HTK Birimi, Dış Faktör, Kaza Yeri ve Günün Saati değişkenleri ile ilişkisi bulunmaktadır (başka bir ifade ile, bağımlı değişkenin tüm bağımsız değişkenlerle ilişkisi vardır). İstatistiksel olarak anlamlı ilişki belirlenen analiz tabloları ve açıklamaları ilerde verilecektir.

Çizelge 6.4. Bağımlı değişkenin bağımsız değişkenler arasında Ki-Kare analizlerin sonuçları

Bağımsız Değişken	Ki-Kare Değeri	Serbestlik Derecesi	Anlamlık
HTK Katkısı	114.659	1	0.000
Uçuş Kuralları	71.118	1	0.000
HTK Birimi	6.774	2	0.034

Çizelge 6.4. (devam) Bağımlı değişkenin bağımsız değişkenler arasında Ki-Kare analizlerin sonuçları

Dış Faktör	19.351	1	0.000
Vaka Yeri	47.327	1	0.000
Günün Saati	7.784	1	0.005

Altı bağımsız değişkenin her bir değişkenle olan ilişkisi incelenmiştir ve Çizelge 6.5'te sonuçlar verilmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunan ($p < 0.05$) Ki-Kare analizi çizelgede yeşil renkle gösterilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi HTK Katkısının Uçuş Kuralları ve Günü Saati ile, Uçuş Kurallarının HTK Birimi ve Vaka Yeri ile, HTK Birimin Vaka Yeri ile ve Vaka Yerinin Günü Saati ile, istatistiksel olarak anlamlı ilişkisi bulunmaktadır.

Çizelge 6.5. Tüm bağımsız değişkenler arasında Ki-Kare analizlerin sonuçları

Bağımsız Değişken	Bağımsız Değişken	Ki-Kare Değeri	Serbestlik Derecesi	Anlamlılık
HTK Katkısı	Uçuş Kuralları	28.859	1	0.000
	HTK Birimi	0.959	2	0.619
	Dış Faktör	3.285	1	0.070
	Vaka Yeri	3.646	1	0.056
	Günün Saati	8.307	1	0.004
Uçuş Kuralları	HTK Birimi	10.249	2	0.006
	Dış Faktör	2.708	1	0.100
	Vaka Yeri	7.438	1	0.006
	Günün Saati	0.330	1	0.566

Çizelge 6.5. (devam) Tüm bağımsız değişkenler arasında Ki-Kare analizlerin sonuçları

HTK Birimi	Dış Faktör	2.200	2	0.333
	Vaka Yeri	324.287	2	0.000
	Günün Saati	1.774	2	0.412
Dış Faktör	Vaka Yeri	0.134	1	0.714
	Günün Saati	0.926	1	0.336
Vaka Yeri	Günün Saati	7.297	1	0.007

6.1. Bağımlı Değişken ve Bağımsız Değişkenlerin İlişki Analizi

6.1.1. Vaka türü hava trafik kontrol katkısı ile ilişkisi

Vaka türü ile vakaya HTK katkısı arasındaki ilişki durumunun belirlenmesi amacıyla, bu iki değişkene ait çapraz karşılaştırma tablosu Çizelge 6.6'da, Ki-Kare ilişki analizi test sonuçları Çizelge 6.7'de ve ilişki gücü değeri ise Çizelge 6.8'de verilmiştir.

Çizelge 6.6. Vaka Türü ve HTK katkısı çapraz tablosu

			HTK Katkısı		Toplam
			Doğrudan Dahil	Dolaylı Dahil	
Kaza/Olay	Olay	Gözlenen Değer	359	131	490
		Beklenen Değer	294.3	195.7	490.0
		Kaza/Olay içindeki %	73.3%	26.7%	100.0%
		HTK Katkısı içindeki %	84.1%	46.1%	68.9%
	Kaza	Gözlenen Değer	68	153	221
		Beklenen Değer	132.7	88.3	221.0
		Kaza/Olay içindeki %	30.8%	69.2%	100.0%
		HTK Katkısı içindeki %	15.9%	53.9%	31.1%
Toplam		Gözlenen Değer	427	284	711
		Beklenen Değer	427.0	284.0	711.0
		Kaza/Olay içindeki %	60.1%	39.9%	100.0%
		HTK Katkısı içindeki %	100.0%	100.0%	100.0%

Çizelge 6.6. incelendiğinde, HTK doğrudan dahil olayların sayısının beklenen değerden daha yüksek olduğu, HTK doğrudan dahil kazaların sayısının ise beklenen değerden daha küçük olduğu görülmektedir. Bu durumun aksine; HTK dolaylı dahil olayların sayısı beklenen değerden daha küçükken HTK dolaylı dahil kazaların sayısı beklenen değerden daha büyüktür. Sonuç olarak; olaylarda, HTK katkısının doğrudan olma olasılığı daha yüksek, kazalarda ise HTK katkısının dolaylı olma olasılığı daha yüksektir.

Çizelge 6.7. Vaka Türü ve HTK katkısı Ki-Kare test tablosu

	Değer	Serbestlik Derecesi	Anlamlık
Pearson Ki Kare değeri	114.659	1	.000
Continuity Correction ^b	112.895	1	.000
Benzerlik Oranı	114.886	1	.000
Linear-by-Linear Association	114.498	1	.000
Geçerli Vaka Sayısı	711		

Çizelge 6.6. incelendiğinde, HTK katkısına göre vaka türleri arasında fark olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca Çizelge 6.7'de verilen Ki-Kare analizi sonucuna göre bu farkın istatistiksel olarak da anlamlı olduğu bulunmuştur, χ^2 (sd=1, n=711) = 114,659, p=0,000, p<0,05. Başka bir ifadeyle, Vaka türü ile HTK Katkısı arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Çizelge 6.8. Vaka türü ile HTK katkısı arasındaki ilişki güç tablosu

		Değer	Anlamlık
NominalbyNominal	Phi	.402	.000
	Cramer's V	.402	.000
Geçerli Vaka Sayısı		711	

Çizelge 6.8. incelendiğinde, Cramer's V değerinin 0.402 olması, 0.30'dan yüksek olduğundan, Vaka Türü ile HTK Katkısı arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir.

6.1.2. Vaka türünün uçuş kuralları ile ilişkisi

Vaka Türü ile Uçuş Kuralları arasındaki ilişki durumunun belirlenmesi amacıyla, bu iki değişkene ait çapraz karşılaştırma tablosu Çizelge 6.9’da, Ki-Kare ilişki analizi test sonuçları Çizelge 6.10’da ve ilişki gücü değeri ise Çizelge 6.11’de verilmiştir.

Çizelge 6.9. Vaka türü ve uçuş kuralları çapraz tablosu

			Uçuş Kuralları		Toplam
			VFR	IFR	
Kaza/Olay	Olay	Gözlenen Değer	96	394	490
		Beklenen Değer	143.3	346.7	490.0
		Kaza/Olay içindeki %	19.6%	80.4%	100.0%
		Uçuş Kuralları içindeki %	46.2%	78.3%	68.9%
	Kaza	Gözlenen Değer	112	109	221
		Beklenen Değer	64.7	156.3	221.0
		Kaza/Olay içindeki %	50.7%	49.3%	100.0%
		Uçuş Kuralları içindeki %	53.8%	21.7%	31.1%
Toplam		Gözlenen Değer	208	503	711
		Beklenen Değer	208.0	503.0	711.0
		Kaza/Olay içindeki %	29.3%	70.7%	100.0%
		Uçuş Kuralları içindeki %	100.0%	100.0%	100.0%

Çizelge 6.9. incelendiğinde IFR olayların sayısının beklenen değerden daha yüksek olduğu, VFR olayların sayısının ise beklenen değerden daha küçük olduğu görülmektedir. Bu durumun aksine; IFR kazaların sayısı beklenen değerden daha küçükken VFR kazaların sayısı beklenen değerden daha büyüktür. Sonuç olarak; VFR’da kaza olma olasılığı daha yüksekken IFR’da olay olma olasılığı daha yüksektir.

Çizelge 6.10. Vaka türü ve uçuş kuralları Ki-Kare test tablosu

	Değer	Serbestlik Derecesi	Anlamlık
Pearson Ki Kare	71.118 ^a	1	.000
Continuity Correction ^b	69.624	1	.000
Benzerlik Oranı	68.350	1	.000
Linear-by-Linear Association	71.018	1	.000
Geçerli Vaka Sayısı	711		

Çizelge 6.9. incelendiğinde, uçuş kurallarına göre vaka türleri arasında fark olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca Çizelge 6.10'da verilen Ki-Kare analizi sonucuna göre bu farkın istatistiksel olarak da anlamlı olduğu bulunmuştur, χ^2 (sd=1, n=711) = 71.118, p=0,000, p<0,05. Başka bir ifadeyle, Vaka türü ile Uçuş Kuralları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Çizelge 6.11. Vaka türü ile uçuş kuralları arasındaki ilişki güç tablosu

		Değer	Anlamlılık
Nominal by Nominal	Phi	-.316	.000
	Cramer's V	.316	.000
Geçerli Vaka Sayısı		711	

Çizelge 6.11. incelendiğinde, Cramer's V değerinin 0.316 olması, 0.30'dan yüksek olduğundan, Vaka Türü ile Uçuş Kuralları arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir.

6.1.3. Vaka türünün hava trafik kontrol birimi ile ilişkisi

Vaka türü ile HTK birimi arasındaki ilişki durumunun belirlenmesi amacıyla, bu iki değişkene ait çapraz karşılaştırma tablosu Çizelge 6.12'de, Ki-Kare ilişki analizi test sonuçları Çizelge 6.13'te ve ilişki gücü değeri ise Çizelge 6.14'te verilmiştir.

Çizelge 6.12. Vaka türü ve HTK birimi çapraz tablosu

			HTK Birimi			Toplam
			Meydan	Yaklaşma	Saha	
Kaza/Olay	Olay	Gözlenen Değer	197	147	146	490
		Beklenen Değer	211.6	135.1	143.3	490.0
		Kaza/Olay içindeki %	40.2%	30.0%	29.8%	100.0%
		HTK Birimi içindeki %	64.2%	75.0%	70.2%	68.9%
	Kaza	Gözlenen Değer	110	49	62	221
		Beklenen Değer	95.4	60.9	64.7	221.0
		Kaza/Olay içindeki %	49.8%	22.2%	28.1%	100.0%
		HTK Birimi içindeki %	35.8%	25.0%	29.8%	31.1%

Çizelge 6.12.(devam) Vaka türü ve HTK birimi çapraz tablosu

Toplam	Gözlenen Değer	307	196	208	711
	Beklenen Değer	307.0	196.0	208.0	711.0
	Kaza/Olay içindeki %	43.2%	27.6%	29.3%	100.0%
	HTK Birimi içindeki %	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Çizelge 6.12. incelendiğinde; Meydan Kontrolden kaynaklanan olayların sayısının beklenen değerden daha küçük olduğu, Yaklaşma ve Saha kontrolden kaynaklanan olayların sayısının ise beklenen değerden daha büyük olduğu görülmektedir. Bu durumun aksine; Meydan kontrolden kaynaklanan kazaların sayısı beklenen değerden daha büyükken, Yaklaşma ve Saha kontrolden kaynaklanan kazaların sayısı beklenen değerden daha küçüktür. Sonuç olarak; meydan kontrolün kazaları etkileme olasılığı yüksek iken, yaklaşma ve saha kontrolün olayları etkileme olasılığı yüksektir.

Çizelge 6.13. Vaka türü ve HTK birimi Ki-Kare test tablosu

	Değer	Serbestlik Derecesi	Anlamlık
Pearson Ki Kare	6.774 ^a	2	.034
Benzerlik Oranı	6.833	2	.033
Linear-by-Linear Association	2.760	1	.097
Geçerli Vaka Sayısı	711		

Çizelge 6.12 incelendiğinde, HTK birimine göre vaka türleri arasında fark olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca Çizelge 6.13'te verilen Ki-Kare analizi sonucuna göre bu farkın istatistiksel olarak da anlamlı olduğu bulunmuştur, χ^2 (sd=2, n=711) = 6.774, p=0,034, p<0,05. Başka bir ifadeyle, Vaka türü ile HTK Birimi arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Çizelge 6.14. Vaka türü ile HTK birimi arasındaki ilişki güç tablosu

		Değer	Anlamlılık
Nominal by Nominal	Phi	.098	.034
	Cramer's V	.098	.034
Geçerli Vaka Sayısı		711	

Çizelge 6.14. incelendiğinde, Cramer's V değerinin 0.098 olması, 0.100'den küçük olduğundan, Vaka Türü ile HTK Birimi arasında zayıf bir ilişki olduğunu göstermektedir.

6.1.4. Vaka türünün dış faktör ile ilişki analizi

Vaka Türü ile Dış Faktör arasındaki ilişki durumunun belirlenmesi amacıyla, bu iki değişkene ait çapraz karşılaştırma tablosu Çizelge 6.15'te, Ki-Kare ilişki analizi test sonuçları Çizelge 6.16.da ve ilişki gücü değeri ise Çizelge 6.17'de verilmiştir.

Çizelge 6.15. Vaka türü ve dış faktör çapraz tablosu

			Dış Faktör		Toplam
			Yok	Var	
Kaza/Olay	Olay	Gözlenen Değer	443	47	490
		Beklenen Değer	424.5	65.5	490.0
		Kaza/Olay içindeki %	90.4%	9.6%	100.0%
		Dış Faktör içindeki %	71.9%	49.5%	68.9%
	Kaza	Gözlenen Değer	173	48	221
		Beklenen Değer	191.5	29.5	221.0
		Kaza/Olay içindeki %	78.3%	21.7%	100.0%
		Dış Faktör içindeki %	28.1%	50.5%	31.1%
Toplam		Gözlenen Değer	616	95	711
		Beklenen Değer	616.0	95.0	711.0
		Kaza/Olay içindeki %	86.6%	13.4%	100.0%
		Dış Faktör içindeki %	100.0%	100.0%	100.0%

Çizelge 6.15. incelendiğinde her hangi dış faktör içermeyen olayların sayısının beklenen değerden daha yüksek olduğu, her hangi dış faktör içermeyen kazaların sayısının ise beklenen değerden daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun aksine; dış faktörden etkilenen olayların sayısı beklenen değerden daha küçükken dış faktörden etkilenen

kazaların sayısı beklenen değerden daha yüksektir. Sonuç olarak; Dış faktörden etkilenen vakaları kaza olma olasılığı yüksek iken, dış faktörden etkilenmeyen vakaların olay olma olasılığı daha yüksektir.

Çizelge 6.16. Türü ve dış faktör Ki-Kare test tablosu

	Değer	Serbestlik Derecesi	Anlamlık
Pearson Ki Kare	19.351 ^a	1	.000
Continuity Correction ^b	18.318	1	.000
Benzerlik Oranı	18.117	1	.000
Linear-by-Linear Association	19.324	1	.000
Geçerli Vaka Sayısı	711		

Çizelge 6.15 incelendiğinde dış faktörlerden etkilenen vaka türleri arasında fark olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca Çizelge 6.16'da verilen Ki-Kare analizi sonucuna göre bu farkın istatistiksel olarak da anlamlı olduğu bulunmuştur, χ^2 (sd=1, n=711) = 19.351, p=0,000, p<0,05. Başka bir ifadeyle, Vaka türü ile Dış Faktör arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Çizelge 6.17. Vaka türü ile dış faktör arasındaki ilişki güç tablosu

		Değer	Anlamlık
Nominal by Nominal	Phi	.165	.000
	Cramer's V	.165	.000
Geçerli Vaka Sayısı		711	

Çizelge 6.17. incelendiğinde, Cramer's V değerinin 0.165 olması, 0.100'den yüksek olduğundan, Vaka Türü ile Uçuş Kuralları arasında orta güçte bir ilişki olduğunu göstermektedir.

6.1.5. Vaka türünün vaka yeri ile ilişki analizi

Vaka Türü ile Vaka Yeri arasındaki ilişki durumunun belirlenmesi amacıyla, bu iki değişkene ait çapraz karşılaştırma tablosu Çizelge 6.18'de, Ki-Kare ilişki analizi test sonuçları Çizelge 6.19'da ve ilişki gücü değeri ise Çizelge 6.20'de verilmiştir.

Çizelge 6.18. Vaka türü ve vaka yeri çapraz tablosu

			Vaka Yeri		Toplam
			Yer	Hava	
Kaza/Olay	Olay	Gözlenen Değer	89	401	490
		Beklenen Değer	126.1	363.9	490.0
		Kaza/Olay içindeki %	18.2%	81.8%	100.0%
		Vaka Yeri içindeki %	48.6%	75.9%	68.9%
	Kaza	Gözlenen Değer	94	127	221
		Beklenen Değer	56.9	164.1	221.0
		Kaza/Olay içindeki %	42.5%	57.5%	100.0%
		Vaka Yeri içindeki %	51.4%	24.1%	31.1%
Toplam		Gözlenen Değer	183	528	711
		Beklenen Değer	183.0	528.0	711.0
		Kaza/Olay içindeki %	25.7%	74.3%	100.0%
		Vaka Yeri içindeki %	100.0%	100.0%	100.0%

Çizelge 6.18. incelendiğinde, yerde oluşan olayların sayısının beklenen değerden daha küçük olduğu, yerde oluşan kazaların sayısının ise beklenen değerden daha büyük olduğu görülmektedir. Bu durumun aksine; havada oluşan olayların sayısı beklenen değerden daha büyükken havada oluşan kazaların sayısı beklenen değerden daha küçüktür. Sonuç olarak; yerde oluşan vakaların kaza olma olasılığı daha yüksek iken, havada oluşan vakaların olay olma olasılığı daha yüksektir.

Çizelge 6.19. Vaka türü ve vaka yeri Ki-Kare test tablosu

	Değer	Serbestlik Derecesi	Anlamlık
Pearson Ki Kare	47.327 ^a	1	.000
Continuity Correction ^b	46.060	1	.000
Benzerlik Oranı	45.163	1	.000
Linear-by-Linear Association	47.260	1	.000
Geçerli Vaka Sayısı	711		

Çizelge 6.18. incelendiğinde, vaka yerine göre vaka türleri arasında fark olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca Çizelge 6.19'da verilen Ki-Kare analizi sonucuna göre bu farkın istatistiksel olarak da anlamlı olduğu bulunmuştur, χ^2 (sd=1, n=711) = 47.327, p=0,000, p<0,05. Başka bir ifadeyle, Vaka türü ile Vaka Yeri arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Çizelge 6.20. Vaka türü ile vaka yeri arasındaki ilişki güç tablosu

		Değer	Anlamlılık
Nominal by Nominal	Phi	-.258	.000
	Cramer's V	.258	.000
Geçerli Vaka Sayısı		711	

Çizelge 6.20. incelendiğinde, Cramer's V değerinin 0.258 olması, 0.100'den yüksek olduğundan, Vaka Türü ile Vaka Yeri arasında orta güçte bir ilişki olduğunu göstermektedir.

6.1.6. Vaka türünün günün saati ile ilişki analizi

Vaka Türü ile Günün Saati arasındaki ilişki durumunun belirlenmesi amacıyla, bu iki değişkene ait çapraz karşılaştırma tablosu Çizelge 6.21'de, Ki-Kare ilişki analizi test sonuçları Çizelge 6.22'de ve ilişki gücü değeri ise Çizelge 3.23'te verilmiştir.

Çizelge 6.21. Vaka türü ve günün saati çapraz tablosu

			Günün Saati		Toplam
			Gündüz	Gece	
Kaza/Olay	Olay	Gözlenen Değer	426	64	490
		Beklenen Değer	413.5	76.5	490.0
		Kaza/Olay içindeki %	86.9%	13.1%	100.0%
		Günün Saati içindeki %	71.0%	57.7%	68.9%
	Kaza	Gözlenen Değer	174	47	221
		Beklenen Değer	186.5	34.5	221.0
		Kaza/Olay içindeki %	78.7%	21.3%	100.0%
		Günün Saati içindeki %	29.0%	42.3%	31.1%
Toplam		Gözlenene Değer	600	111	711
		Beklenen Değer	600.0	111.0	711.0
		Kaza/Olay içindeki %	84.4%	15.6%	100.0%

Çizelge 6.21. incelendiğinde gündüz oluşan olayların sayısının beklenen değerden daha büyük olduğu, gündüz oluşan kazaların sayısının ise beklenen değerden daha küçük olduğu görülmektedir. Bu durumun aksine; gece oluşan olayların sayısı beklenen değerden daha küçükken, gece oluşan kazaların sayısı beklenen değerden daha büyüktür. Sonuç olarak; gece meydana gelen bir vakanın kaza olma olasılığı bir olaydan daha yüksektir.

Çizelge 6.22. Vaka türü ve günün saati ki-kare test tablosu

	Değer	Serbestlik Derecesi	Anlamlık
Pearson Ki Kare	7.784 ^a	1	.005
Continuity Correction ^b	7.174	1	.007
Benzrlık Oranı	7.456	1	.006
Linear-by-Linear Association	7.773	1	.005
Geçerli Vaka Sayısı	711		

Çizelge 6.21 incelendiğinde, günün saatine göre vaka türleri arasında fark olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca Çizelge 6.22'de verilen Ki-Kare analizi sonucuna göre bu farkın istatistiksel olarak da anlamlı olduğu bulunmuştur, χ^2 (sd=1, n=711) = 7,784, p=0,000, p<0,05. Başka bir ifadeyle, Vaka türü ile Günün Saati arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Çizelge 6.23. Vaka türü ile günün saati arasındaki ilişki güç tablosu

		Değer	Anlamlık
Nominal by Nominal	Phi	.105	.005
	Cramer's V	.105	.005
Geçerli Vaka Sayısı		711	

Çizelge 6.23. incelendiğinde, Cramer's V değerinin 0.105 olması, 0.100'den yüksek olduğundan, Vaka Türü ile Günün Saati arasında orta güçte bir ilişki olduğunu göstermektedir.

6.2. Tüm Bağımsız Değişkenlerin Arasındaki İlişkilerin Analizi

Toplam altı bağımsız değişken ile oluşan 15 kombinasyon, Ki-Kare testi ile incelenmiştir ve 15 kombinasyonun 9'unun ilişkisi olmadığı, 6'sının ise ilişkisi olduğu gösterilmiştir. İlerdeki bölümlerde sadece ilişkili olan 6 kombinasyondan bahsedilecektir.

İlişkili olan Bağımsız değişkenler:

- Hava Trafik Kontrol Katkısı
- Uçuş Kuralları
- Hava Trafik Kontrol Birimi
- Dış Faktör
- Vaka Yeri
- Günün Saati

6.2.1. Hava trafik kontrol katkısının uçuş kuralları ile ilişki analizi

HTK Katkısı ile Uçuş Kuralları arasındaki ilişki durumunun belirlenmesi amacıyla, bu iki değişkene ait çapraz karşılaştırma tablosu Çizelge 6.24'te, Ki-Kare ilişki analizi test sonuçları Çizelge 6.25'te ve ilişki gücü değeri ise Çizelge 5.26'da verilmiştir.

Çizelge 6.24. HTK katkısı ve uçuş kuralları çapraz tablosu

			Uçuş Kuralları		Toplam
			VFR	IFR	
HTK Katkısı	Doğrudan Dahil	Gözlenen Değer	93	334	427
		Beklenen Değer	124.9	302.1	427.0
		HTK Katkısı içindeki %	21.8%	78.2%	100.0%
		Uçuş Kuralları içindeki %	44.7%	66.4%	60.1%
	Dolaylı Dahil	Gözlenen Değer	115	169	284
		Beklenen Değer	83.1	200.9	284.0
		HTK Katkısı içindeki %	40.5%	59.5%	100.0%
		Uçuş Kuralları içindeki %	55.3%	33.6%	39.9%
Toplam		Gözlenen Değer	208	503	711
		Beklenen Değer	208.0	503.0	711.0
		HTK Katkısı içindeki %	29.3%	70.7%	100.0%
		Uçuş Kuralları içindeki %	100.0%	100.0%	100.0%

Çizelge 6.24. incelendiğinde, VFR uçuşlarda HTK'nın doğrudan dahil olduğu vaka sayısının beklenen değerden daha küçük olduğu, IFR uçuşlarda ise HTK'nın doğrudan dahil olduğu vaka sayısının ise beklenen değerden daha büyük olduğu görülmektedir. Bu durumun aksine, VFR uçuşlarda HTK dolaylı dahil vaka sayısı beklenen değerden daha büyükken, IFR uçuşlarda HTK dolaylı dahil vaka sayısı beklenen değerden daha küçüktür. Sonuç olarak HTK'nın doğrudan dahil olduğu durumlarda (vakalarda), uçuşun IFR olması daha olasıdır.

Çizelge 6.25. HTK katkısı ve uçuş kuralları ki-kare test tablosu

	Değer	Serbestlik Derecesi	Amlamlık
Pearson Ki-Kare	28.859 ^a	1	.000
Continuity Correction ^b	27.962	1	.000
Benzerlik Oranı	28.514	1	.000

Çizelge 6.25. (devam) HTK katkısı ve uçuş kuralları ki-kare test tablosu

Linear-by-Linear Association	28.818	1	.000
Geçerli Vaka Sayısı	711		

Çizelge 6.24. incelendiğinde, HTK katkısına göre uçuş kuralları arasında fark olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca Çizelge 6.25'te verilen Ki-Kare analizi sonucuna göre bu farkın istatistiksel olarak da anlamlı olduğu bulunmuştur, χ^2 (sd=1, n=711) = 28,859, p=0,000, p<0,05. Başka bir ifadeyle, HTK katkısı ile Uçuş Kuralları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Çizelge 6.26. HTK katkısı ile uçuş kuralları arasındaki ilişki güç tablosu

		Değer	Anlamlık
Nominal by Nominal	Phi	-.201	.000
	Cramer's V	.201	.000
Geçerli Vaka Sayısı		711	

Çizelge 6.26. incelendiğinde, Cramer's V değerinin 0.201 olması, 0.100'den yüksek olduğundan, HTK Katkısı ile Uçuş Kuralları arasında orta güçte bir ilişki olduğunu göstermektedir.

6.2.2. Hava trafik kontrol katkısının günün saati ile ilişki analizi

HTK Katkısı ile Günün Saati arasındaki ilişki durumunun belirlenmesi amacıyla, bu iki değişkene ait çapraz karşılaştırma tablosu Çizelge 6.27'de, Ki-Kare ilişki analizi test sonuçları Çizelge 6.28'de ve ilişki gücü değeri ise Çizelge 6.29'da verilmiştir.

Çizelge 6.27. HTK katkısı ve günün saati çapraz tablosu

			Günün Saati		Toplam
			Gündüz	Gece	
HTK Katkısı	Doğrudan Dahil	Gözlenen Değer	374	53	427
		Beklenen Değer	360.3	66.7	427.0
		HTK Katkısı içindeki %	87.6%	12.4%	100.0%
		Günün Saati içindeki %	62.3%	47.7%	60.1%
	Dolaylı Dahil	Gözlenen Değer	226	58	284
		Beklenen Değer	239.7	44.3	284.0
		HTK Katkısı içindeki %	79.6%	20.4%	100.0%
		Günün Saati içindeki %	37.7%	52.3%	39.9%

Çizelge 6.27.(devam) HTK katkısı ve günün saati çapraz tablosu

Toplam	Gözlenen Değer	600	111	711
	Beklenen Değer	600.0	111.0	711.0
	HTK Katkısı içindeki %	84.4%	15.6%	100.0%
	Günün Saati içindeki %	100.0%	100.0%	100.0%

Çizelge 6.27. incelendiğinde, gündüz oluşan HTK'nın doğrudan dahil olduğu vaka sayısı beklenen değerden daha büyük olduğu, gece oluşan HTK'nın ise doğrudan dahil olduğu vakanın sayısı beklenen değerden daha küçük olduğu görülmektedir. Bu durumun aksine; gündüz oluşan HTK dolaylı vaka sayısı beklenen değerden daha küçükken, gece oluşan HTK dolaylı vaka sayısı beklenen değerden daha büyüktür. Sonuç olarak HTK'nın doğrudan dahil olduğu durumlarda (vakalarda), uçuşun gece gerçekleşmesi daha olasıdır.

Çizelge 6.28. HTK katkısı ve günün saati ki-kare test tablosu

	Değer	Serbestil Derecesi	Anlamlık
Pearson Ki-Kare	8.307 ^a	1	.004
Continuity Correction ^b	7.710	1	.005
Benzerlik Oranı	8.153	1	.004
Linear-by-Linear Association	8.295	1	.004
Geçerli Vaka Sayısı	711		

Çizelge 6.27. incelendiğinde, HTK katkısına göre günü saati arasında fark olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca Çizelge 6.28'de verilen Ki-Kare analizi sonucuna göre bu farkın istatistiksel olarak da anlamlı olduğu bulunmuştur, χ^2 (sd=1, n=711) = 8,307, p=0,004, p<0,05. Başka bir ifadeyle, HTK katkısı ile Günün Saati arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Çizelge 6.29. HTK katkısı ile günün saati arasındaki ilişki güç tablosu

		Değer	Anlamlık
Nominal by Nominal	Phi	.108	.004
	Cramer's V	.108	.004
Geçerli Vaka Sayısı		711	

Çizelge 6.29. incelendiğinde, Cramer's V değerinin 0.108 olması, 0.100'den yüksek olduğundan, HTK Katkısı ile Günün Saati arasında orta güçte bir ilişki olduğunu göstermektedir.

6.2.3. Uçuş kurallarının hava trafik kontrol birimi ile ilişki analizi

Uçuş Kuralları ile HTK Katkısı arasındaki ilişki durumunun belirlenmesi amacıyla, bu iki değişkene ait çapraz karşılaştırma tablosu Çizelge 6.30'da, Ki-Kare ilişki analizi test sonuçları Çizelge 6.31'de ve ilişki gücü değeri ise Çizelge 6.32'de verilmiştir.

Çizelge 6.30. Uçuş kuralları ve HTK birimi çapraz tablosu

			HTK Birimi			Toplam
			Meydan	Yaklaşma	Saha	
Uçuş Kuralları	VFR	Gözlenen Değer	109	47	52	208
		Beklenen Değer	89.8	57.3	60.8	208.0
		Uçuş Kuralları içindeki %	52.4%	22.6%	25.0%	100.0%
		HTK Birimi içindeki %	35.5%	24.0%	25.0%	29.3%
	IFR	Gözlenen Değer	198	149	156	503
		Beklenen Değer	217.2	138.7	147.2	503.0
		Uçuş Kuralları içindeki %	39.4%	29.6%	31.0%	100.0%
		HTK Birimi içindeki %	64.5%	76.0%	75.0%	70.7%
Toplam		Gözlenen Değer	307	196	208	711
		Beklenen Değer	307.0	196.0	208.0	711.0
		Uçuş Kuralları içindeki %	43.2%	27.6%	29.3%	100.0%
		HTK Birimi içindeki %	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Çizelge 6.30. incelendiğinde Meydan kontrol sorumluyken VFR uçuşların vaka sayısının beklenen değerden daha büyük olduğu ve Yaklaşma ve Saha kontrol sorumluyken VFR uçuşların vaka sayısının beklenen değerden daha küçük olduğu görülmektedir. Bu durumun aksine; Meydan kontrol sorumluyken IFR uçuşların vaka sayısının beklenen değerden daha küçük olduğu ve Yaklaşma ve Saha kontrol sorumluyken IFR uçuşların vaka sayısının beklenen değerden daha büyük olduğu görülmektedir. Sonuç olarak VFR vakaların Meydan kontrol sorumluyken olması olasılığı daha yüksek iken, IFR vakaların Yaklaşma ve Saha kontrol sorumluyken olması olasılığı daha yüksektir.

Çizelge 6.31. Uçuş kuralları ve HTK birimi Ki-Kare test tablosu

	Değer	Serbestlik Derecesi	Anamlık
Pearson Ki-Kare	10.249 ^a	2	.006
Benzerlik Oranı	10.199	2	.006
Linear-by-Linear Association	7.568	1	.006
Geçerli Vaka Sayısı	711		

Çizelge 6.30. incelendiğinde uçuş kurallarına göre HTK birimleri arasında fark olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca Çizelge 6.31'de verilen Ki-Kare analizi sonucuna göre bu farkın istatistiksel olarak da anlamlı olduğu bulunmuştur, χ^2 (sd=2, n=711) = 10,249, p=0,006, p<0,05. Başka bir ifadeyle, Uçuş Kuralları ile HTK Birimi arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Çizelge 6.32. Uçuş kuralları ile HTK birimi arasındaki ilişki güç tablosu

		Değer	Anamlık
Nominal by Nominal	Phi	.120	.006
	Cramer's V	.120	.006
Geçerli Vaka Sayısı		711	

Çizelge 6.32. incelendiğinde, Cramer's V değerinin 0.120 olması, 0.100'den yüksek olduğundan, Uçuş Kuralları ile HTK Birimi arasında orta güçte bir ilişki olduğunu göstermektedir.

6.2.4. Uçuş kuralları vaka oluştuğu yer ile ilişki analizi

Uçuş Kuralları ile Vaka Yeri arasındaki ilişki durumunun belirlenmesi amacıyla, bu iki değişkene ait çapraz karşılaştırma tablosu Çizelge 6.33'te, Ki-Kare ilişki analizi test sonuçları Çizelge 6.34'te ve ilişki gücü değeri ise Çizelge 6.35'te verilmiştir.

Çizelge 6.33. Uçuş kuralları ve vaka yeri (kaza veya olay yeri) çapraz tablosu

			Vaka Yeri		Toplam
			Yer	Hava	
Uçuş Kuralları	VFR	Gözlenen Değer	68	140	208
		Beklenen Değer	53.5	154.5	208.0
		Uçuş Kuralları içindeki %	32.7%	67.3%	100.0%
		Vaka Yeri içindeki %	37.2%	26.5%	29.3%

Çizelge 6.33. (devam) Uçuş kuralları ve vaka yeri (kaza veya olay yeri) çapraz tablosu

Uçuş Kuralları	IFR	Gözlenen Değer	115	388	503
		Beklenen Değer	129.5	373.5	503.0
		Uçuş Kuralları içindeki %	22.9%	77.1%	100.0%
		Vaka Yeri içindeki %	62.8%	73.5%	70.7%
Toplam		Gözlenen Değer	183	528	711
		Beklenen Değer	183.0	528.0	711.0
		Uçuş Kuralları içindeki %	25.7%	74.3%	100.0%
		Vaka Yeri içindeki %	100.0%	100.0%	100.0%

Çizelge 6.33. incelendiğinde yerde VFR uçuşların vaka sayısının beklenen değerden daha büyük olduğu ve havada VFR uçuşların vaka sayısının beklenen değerden daha küçük olduğu görülmektedir. Bu durumun aksine; yerde IFR uçuşların vaka sayısının beklenen değerden daha küçük olduğu ve havada IFR uçuşların vaka sayısının beklenen değerden daha büyük olduğu görülmektedir. Sonuç olarak yerde VFR vakaların olması olasılığı daha yüksek iken, IFR vakaların havada olması olasılığı daha yüksektir.

Çizelge 6.34. Uçuş kuralları ve vaka yeri Ki-Kare test tablosu

	Değer	Serbestlik Derecesi	Anlamlık
Pearson Ki-Kare	7.438 ^a	1	.006
Continuity Correction ^b	6.933	1	.008
Benzerlik Oranı	7.228	1	.007
Linear-by-Linear Association	7.428	1	.006
Geçerli Vaka Sayısı	711		

Çizelge 6.33. incelendiğinde uçuş kurallarına göre Vaka Yerlerine arasında fark olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca Çizelge 6.34'te verilen Ki-Kare analizi sonucuna göre bu farkın istatistiksel olarak da anlamlı olduğu bulunmuştur, χ^2 (sd=1, n=711) = 7,438, p=0,006, p<0,05. Başka bir ifadeyle, Uçuş Kuralları ile Vaka Yeri arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Çizelge 6.35. Uçuş kuralları ile vaka yeri ilişki güç tablosu

		Değer	Anlamlık
Nominal by Nominal	Phi	.102	.006
	Cramer's V	.102	.006
Geçerli Vaka Sayısı		711	

Çizelge 6.35. incelendiğinde, Cramer's V değerinin 0.102 olması, 0.100'den yüksek olduğundan, Uçuş Kuralları ile Vaka Yeri arasında orta güçte bir ilişki olduğunu göstermektedir.

6.2.5. Hava trafik kontrol biriminin vaka yeri ile ilişki analizi

HTK Birimi ile Vaka Yeri arasındaki ilişki durumunun belirlenmesi amacıyla, bu iki değişkene ait çapraz karşılaştırma tablosu Çizelge 6.36'da, Ki-Kare ilişki analizi test sonuçları Çizelge 6.37'de ve ilişki gücü değeri ise Çizelge 6.38'de verilmiştir.

Çizelge 6.36. HTK birimi ve vaka yeri (kaza veya olay yeri) çapraz tablosu

			Vaka Yeri		Toplam
			Yer	Hava	
HTK Birimi	Meydan	Gözlenen Değer	183	124	307
		Beklenen Değer	79.0	228.0	307.0
		HTK Birimi içindeki %	59.6%	40.4%	100.0%
		Vaka Yeri içindeki %	100.0%	23.5%	43.2%
	Yaklaşma	Gözlenen Değer	0	196	196
		Beklenen Değer	50.4	145.6	196.0
		HTK Birimi içindeki %	0.0%	100.0%	100.0%
		Vaka Yeri içindeki %	0.0%	37.1%	27.6%
	Saha	Gözlenen Değer	0	208	208
		Beklnen Değer	53.5	154.5	208.0
		HTK Birimi içindeki %	0.0%	100.0%	100.0%
		Vaka Yeri içindeki %	0.0%	39.4%	29.3%
Toplam		Gözlenen Değer	183	528	711
		Beklenen Değer	183.0	528.0	711.0
		HTK Birimi içindeki %	25.7%	74.3%	100.0%
		Vaka Yeri içindeki %	100.0%	100.0%	100.0%

Çizelge 6.36. incelendiğinde Meydan kontrol sorumluyken yerde vaka sayısının beklenen değerden daha büyük olduğu ve Meydan kontrol sorumluyken havada vaka sayısının beklenen değerden daha küçük olduğu görülmektedir. Bu durumun aksine; Yaklaşma ve Saha kontrol sorumluyken yerde vaka sayısının beklenen değerden daha küçük olduğu (%0) ve havada IFR uçuşların vaka sayısının beklenen değerden daha büyük olduğu görülmektedir. Sonuç olarak yerde oluşan vaka uçuşların Meydan kontrolden kaynaklanması olasılığı daha yüksektir, (100%).

Çizelge 6.37. HTK birimi ve vaka yeri Ki-Kare test tablosu

	Değer	Serbestlik Derecesi	Anlamlık
Pearson Ki-Kare	324.287 ^a	2	.000
Benzerlik Oranı	396.788	2	.000
Linear-by-Linear Association	258.633	1	.000
Geçerli Vaka Sayısı	711		

Çizelge 6.36. incelendiğinde Vaka Yerine göre HTK Birimleri arasında fark olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca Çizelge 6.37'de verilen Ki-Kare analizi sonucuna göre bu farkın istatistiksel olarak da anlamlı olduğu bulunmuştur, χ^2 (sd=2, n=711) = 324,287 , p=0,000, p<0,05. Başka bir ifadeyle, HTK Birimi ile Vaka Yeri arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Çizelge 6.38. HTK birimi ile vaka yeri ilişki güç tablosu

		Değer	Anlamlık
Nominal by Nominal	Phi	.675	.000
	Cramer's V	.675	.000
Geçerli Vaka Sayısı		711	

Çizelge 6.38. incelendiğinde, Cramer's V değerinin 0.675 olması, 0.300'den yüksek olduğundan, HTK Birimi ile Vaka Yeri arasında çok güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir.

6.2.6. Günün saatinin vaka yeri ile ilişki analizi

Günün Saati ile Vaka Yeri arasındaki ilişki durumunun belirlenmesi amacıyla, bu iki deęiřkене ait çapraz karşılaştırma tablosu  izelge 6.39’da, Ki-Kare ilişki analizi test sonuçları  izelge 6.40’ta ve ilişki gücü değeri ise  izelge 6.41’de verilmiştir.

Çizelge 6.39. Günün saati ve vaka yeri (kaza veya olay yeri)  apraz tablosu

			Günün Saati		Toplam
			Gündüz	Gece	
Vaka Yeri	Yer	Gözlenen Değer	143	40	183
		Beklenen Değer	154.4	28.6	183.0
		Vaka Yeri içindeki %	78.1%	21.9%	100.0%
		Günün Saati içindeki %	23.8%	36.0%	25.7%
	Hava	Gözlenen Değer	457	71	528
		Beklenen Değer	445.6	82.4	528.0
		Vaka Yeri içindeki %	86.6%	13.4%	100.0%
		Günün Saati içindeki %	76.2%	64.0%	74.3%
Toplam		Gözlenen Değer	600	111	711
		Beklenen Değer	600.0	111.0	711.0
		Vaka Yeri içindeki %	84.4%	15.6%	100.0%
		Günün Saati içindeki %	100.0%	100.0%	100.0%

Çizelge 6.39. incelendiğinde gündüz oluşan yerdeki vaka sayısının beklenen değerden daha küçük olduğu ve gündüz oluşan havadaki vaka sayısının beklenen değerden daha büyük olduğu görülmektedir. Bu durumun aksınr; gece oluşan yerdeki vaka sayısının beklenen değerden daha büyük olduğu ve geçe oluşan havadaki vaka sayısının beklenen değerden daha küçük olduğu görülmektedir. Sonuc olarak gece oluşan vakaların yerde olması daha olasıdır.

Çizelge 6.40. Günün saati ve vaka yeri Ki-Kare test tablosu

	Değer	Serbestlik Derecesi	Anlamlık
Pearson Ki-Kare	7.297 ^a	1	.007
Continuity Correction ^b	6.673	1	.010
Benzerlik Oranı	6.884	1	.009
Linear-by-Linear Association	7.287	1	.007
Geçerli Vaka Sayısı	711		

Çizelge 6.39. incelendiğinde Vaka Yerine göre Günün Saati arasında fark olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca Çizelge 6.40'ta verilen Ki-Kare analizi sonucuna göre bu farkın istatistiksel olarak da anlamlı olduğu bulunmuştur, χ^2 (sd=1, n=711) = 7,297 , p=0,007, p<0,05. Başka bir ifadeyle, Günün Saati ile Vaka Yeri arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Çizelge 6.41. Günün saati ile vaka yeri ilişki güç tablosu

		Değer	Anlamlık
Nominal by Nominal	Phi	-.101	.007
	Cramer's V	.101	.007
Geçerli Vaka Sayısı		711	

Çizelge 6.41. incelendiğinde, Cramer's V değerinin 0.101 olması, 0.100'den yüksek olduğundan, Günün Saati ile Vaka Yeri arasında orta güçte bir ilişki olduğunu göstermektedir.



7. LOJİSTİK REGRESYON ANALİZİ

Bağımlı değişken, bir çalışmada incelenen veri setinin ilgi özelliklerini temsil eder. Bağımsız değişken, bağımlı değişkendeki değişimi açıklamak için kullanılan değişkenlerdir (Powers ve Yu, 2000: 54). İstatistiksel çalışmalarda bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için kullanılan sınıflandırma ve regresyon yöntemleri, veri analizinin önemli oluşunu başlamıştır. Bağımlı değişken sürekli olduğunda doğrusal regresyon modelleri kullanılırken, bağımlı değişken kategorik ise normallik varsayımının bozulması nedeniyle doğrusal model uygulanamadığı için lojistik regresyon modeli kullanılır (Hosmer Jr vd., 2013). Lojistik regresyon analizi, ekonomide, pazarlamada, bankacılıkta, mühendislikte, sağlık bilimlerinde, fen bilimlerinde ve sosyal bilimlerde gibi bir çok alanda ilişki analizi yapılmasına olanak sağlar (Burmaoğlu, 2009).

Lojistik regresyon analizinde kullanılan modellerde kullanılan ölçümlerin türüne göre veriler genel olarak nicel ve nitel veriler olmak üzere iki başlık altında incelenebilmektedir. Bu veri türlerinde sürekli sayılarla ifade edilen veriler nicel veya kantitatif veri olarak tanımlanırken, sayılarla ifade edilemeyen ve sözel kategorilerle tanımlanan verilere nitel veya kalitatif veri denir. Nicel veriler kesikli ve sürekli veriler olarak iki gruba ayrılır. Değerleri arasında sonlu uzaklıklar olan veriler, yani ayrık değerler ayrık iken, herhangi bir aralıkta sonsuz sayıda sayısal değer alabilen veriler sürekli (Mutlu, 2013).

Değişkenlerin nitel ve nicel olmasına bağlı olarak istatistiksel teknik seçimi de değişmektedir. Bağımlı değişken nitel olduğunda lojistik regresyon analizi, nicel olduğunda regresyon analizi kullanılır (Işığık, 2011: 45-47).

Lojistik regresyonu lineer regresyondan ayıran en belirgin özellik, lojistik regresyondaki sonuç değişkeninin ikili veya çoklu olmasıdır. Lojistik regresyon ve lineer regresyon arasındaki bu fark, hem parametrik model seçimine hem de varsayımlara yansır. Lojistik regresyonda da lineer regresyon analizinde olduğu gibi bazı değişken değerleri üzerinden tahmin yapılmaktadır.

Bu iki yöntem arasında önemli üç fark söz konusudur (Elhan, 1997).

1. Doğrusal regresyon analizinde bağımlı değişken sürekli iken, lojistik regresyon analizinde bağımlı değişken kategorik bir değerdir.
2. Lineer regresyon analizinde bağımlı değişkenin değeri, lojistik regresyon analizinde ise bağımlı değişkenin alabileceği değerlerden birinin gerçekleşme olasılığı tahmin edilmektedir (Şahin, 2016). Lineer regresyon analizinde, bağımlı değişkenin (Y) bağımsız değişkenlerin toplamının katsayıları ile çarpılmasıyla tahmin edildiği bir model oluşturulur.
3. Doğrusal regresyonda teste başlamadan önce test edilmesi gereken önemli varsayımlar bulunurken, lojistik regresyonda çoklu doğrusallık ve aykırı değerler dışında test edilmesi gereken varsayım yoktur (Bayrak ve Orhunbilge, 2013: 15-21).

Lojistik regresyon analizi, bağımlı ve bağımsız değişken arasındaki ilişkinin doğrusal olmasını gerektirmez; Ayrıca üstel veya polinom bir ilişki olabilir. Lojistik regresyon, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında lojistik bir ilişki olduğunu varsayar, bu nedenle lojistik regresyon doğrusal olmayan modeller üretebilir. Başka bir deyişle, logaritmik regresyon, doğrusal olmayan ilişkiyi korur ve ilişkinin biçimini doğrusal hale getiren logaritmik dönüşümler yapar. Lojistik regresyon, bağımlı değişken için veri dağılımının bir veya daha fazla bağımsız değişkenle doğrusal olmadığı bilindiğinde veya beklendiğinde özellikle yararlı olmaktadır (Çokluk, 2010).

Lojistik regresyon yönteminin amacı, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi en az değişken kullanarak en uygun olacak şekilde tanımlamak ve bu amaca yönelik kabul edilebilir bir model oluşturmaktır (Atabey, 2010). Diğer bir deyişle lojistik regresyon, gözlemleri ait oldukları gruplara en doğru şekilde atayacak modeli kurmayı ve gözlemlerle ilgili yapıları ve risk faktörlerini belirlemeyi amaçlar (Aksaraylı ve Saygın, 2011). Kategorik bağımlı değişkenin seçenek sayısına göre farklı lojistik regresyon analizi türleri vardır. Bağımlı değişken 0 veya 1 gibi iki değer aldığı anda ikili lojistik regresyon, ikiden fazla kategorik değer aldığı anda çoklu lojistik regresyon, ikiden fazla kategorik değer olduğu durumlarda sıralı lojistik regresyon kullanılır (Agresti, 2007: 143-149).

7.1. Binari Lojistik Regresyon ile Model Oluşturulması

Lojistik regresyon uygulanmadan önce tüm bağımsız değişkenlerin lojistik regresyona uyup uyumadığını kontrol edilmesi gerekmektedir. Değişkenlerin lojistik regresyona uygun olup olmadığını VIF ve tolerans test ile kontrol edilmektedir.

Tolerans değeri 1'e yakın olunca ve VIF değerleri 10'dan küçük olunca çoklu doğrusal bağlantı olmadığı söylenebilmektedir. Ancak kullanılan SPSS programında lojistik regresyon menüsü altında bu testi yapabilmek sağlayacak bir araç bulunmamaktadır. Bu nedenle lineer regresyon menüsü altından bu testi yapıp sonuçlarını kontrol ettikten sonra lojistik regresyona başlanmasına tavsiye edilmektedir (Bayrak ve Orhunbilge, 2013). Tolerans ve VIF test değerleri Çizelge 7.1'de verilmiştir.

Çizelge 7.1. Tolerans ve VIF test değerleri

Model		Doğrusallık İstatistikleri	
		Tolerans	VIF
1	HTK Katkısı	.937	1.068
	Uçuş Kuralları	.942	1.062
	HTK Birimi	.626	1.598
	Diş Faktör	.987	1.013
	Vaka Yeri	.619	1.615
	Günün Saati	.972	1.029
a. Bağımlı Değişken: Kaza/Olay			

Kontrol edilmesi gereken tolerans ve VIF değerlerinde bir sorun yoksa analize devam edilebilir, ve Çizelge 7.1'den görüldüğü gibi tüm değişkenlerin VIF değeri 10'dan küçük ve Tolerans değeri HTK Birimi ve Yeri değişken hariç oldukça 1'e yakın olmaktadır. HTK Birimi ve Vaka Yeri değişkenlerin tolerans değerleri 0,6 üstünde olması halde analize devam edilebilmektedir (Bayrak ve Orhunbilge, 2013). Lojistik regresyon analizi gerçekleştirebilmenin bir diğer koşulu da Cook's distance değerlerinde 1'den büyük bir değer bulunmamasıdır. Veri setinde Cook's distance değerlerinin hiç biri 1'den büyük olmadığı için lojistik regresyon yürütülebilmektedir.

Daha Sonra modelin genel olarak uygunluğunu testler yapılmaktadır. Bu testlerin sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Çizelge 7.2. Model ortak etki Omnibus test sonuçları

		Ki-Kare	Serbestlik Derecesi	Anlamlılık
Adım 1	Adım	233.954	7	.000
	Blok	233.954	7	.000
	Model	233.954	7	.000

Lojistik regresyon modelinde kullanılan bağımsız değişkenlerin test edilmesi ve modelin performansına ait bilgilerin verildiği model uyum iyiliği Omnibus test sonucu Çizelge 7.2'de verilmiştir. Tablo incelendiğinde bu teste ait anlamlılık değerinin 0,000 olması, 0,05'ten küçük olması ve modelin tahmin özelliğinin yeterli olduğu görülmektedir.

Çizelge 7.3. Hosmer ve Lemeshow test sonuçları

Adım	Ki-Kare	Serbestlik Derecesi	Anlamlılık
1	12.571	8	.127

Çizelge 7.3'te Hosmer ve Lemeshow test sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlar modelin uyum iyiliğinin değerlendirilmesini sağlamaktadır. Hosmer ve Lemeshow test sonucuna göre anlamlılık değeri 0,127 olarak hesaplanmıştır. Literatüre göre modelin uyumluğunu gösterebilmesi için bu değer 0,05'ten büyük olması şarttır. Bu nedenle tahmin edilen değerler ile gözlenen değerler arasında anlamlı bir farklılık olmadığı söylenebilmektedir. (Modelin sınıflandırma tablosu). Sonuç olarak modelin tahminleri, gerçek durum ile benzeşmektedir.

Modelin açıklayıcılık bilgi özeti Çizelge 7.4'te verilmiştir. Bu çizelgede yer alan Cox & Snell R^2 ve Nagelkerke R^2 değerleri model tarafından açıklanan ve çalışmanın bağımlı değişkenindeki varyansın miktarı ile ilgili bilgi vermektedir.

Çizelge 7.4. Model özet tablosu

Adım	Cox & Snell R Kare	Nagelkerke R Kare
1	.280	.395

Sonuç olarak modeldeki bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkendeki varyansın %28'i ile %39,5'i arasındaki bir kısmını açıkladığı görülmektedir.

Veri seti lojistik regresyon analizine uygun olduğunu tespit edildikten sonra lojistik regresyon analizi uygulanıp lojistik model oluşturulmuştur.

Çalışmada, ilk önce SPSS programında lojistik regresyon modelinde Backward (Wald) Yöntemi ile değişken arasındaki anlamlı olan değişkenler kontrol edilmiştir. Backward modeli önceden tüm değişkenler modele dahil ettikten sonra, istatistiksel olarak anlamlı olmayan değişken olursa bir sonraki adımda o değişkenleri modele dahil etmemektedir. Yapılan analizde günün saati değişkeninin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir, Ancak bu değişken modelden çıkarıldığında vaka doğru sınıflandırma yüzdesi değişmediğinden değişkenin modelde kalmasına karar verilmiştir. Model analizinde enter yöntemi kullanılmıştır. Enter yönteminde tüm değişkenler tek aşamada modele dahil edilmektedir.

Lojistik regresyon ile oluşturulan modelde bir bağımlı (Vaka Türü) ve 6 adet bağımsız değişken kullanılmıştır. Çizelge 7.5'te gösterildiği gibi modelde vaka türü kaza ve olay (rama kala olay) olarak iki grupta tanımlanmıştır. Çizelge 7.6'da bağımsız değişkenler, frekansları ve lojistik modelinde kullanılan referans değerler verilmiştir. Model sonuçları yorumlanırken referans kategorilerine göre kıyaslama yapılmaktadır.

Çizelge 7.5. Lojistik regresyon analizinde kullanılan bağımlı değişken ve kodlar

Bağımlı Değişken Kategorileri	Kod Değeri
Olay	0
Kaza	1

Çizelge 7.6. Lojistik regresyon analizinde kullanılan kategorik değişkenler ve kodlanmaları ve frekansları

		Frekans	Parametre Kodları	
			(1)	(2)
HTK Birimi	Saha	307	.000	.000
	Meydan	196	1.000	.000
	Yaklaşma	208	.000	1.000
Uçuş Kuralları	VFR	208	1.000	
	IFR	503	.000	
Günün Saati	Gündüz	600	.000	
	Gece	111	1.000	

Çizelge 7.6. (devam) Lojistik regresyon analizinde kullanılan kategorik değişkenler ve kodlanmaları ve frekanslar

Dış Faktör	Yok	616	.000	
	Var	95	1.000	
Vaka Yeri	Yer	183	1.000	
	Hava	528	.000	
HTK Katkısı	Doğrudan Dahil	427	.000	
	Dolaylı Dahil	284	1.000	

Çizelge 7.7. Lojistik regresyon modeli sonuçları

Denklemdaki Değişkenler								
	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	EXP(B) için % 95 Güven Aralığı	
							Alt	Üst
HTK Katkısı(1)	1.686	.200	71.117	1	.000	5.398	3.648	7.987
Uçuş Kuralları(1)	1.415	.207	46.645	1	.000	4.115	2.742	6.176
HTK Birimi			11.201	2	.004			
HTK Birimi(1)	.766	.354	4.677	1	.031	2.151	1.074	4.306
HTK Birimi(2)	1.168	.351	11.074	1	.001	3.217	1.616	6.402
Dış Faktör(1)	1.302	.265	24.203	1	.000	3.677	2.189	6.178
Vaka Yeri(1)	2.075	.348	35.511	1	.000	7.967	4.026	15.767
Günün Saati(1)	.149	.263	.321	1	.571	1.160	.693	1.942
Sabit	-3.485	.342	104.096	1	.000	.031		
a. Birinci adımdaki değişkenler: HTK Katkısı, Uçuş Kuralları, HTK Birimi, Dış Faktör, Vaka Yeri, Günün Saati.								

B: Modelden hesaplanan parametre değeri

S.E. : Parametrenin standart hatası

Wald : Wald istatistiği

Df: Serbestlik derecesi

Sig. : p

Exp (B) : Odds oranı

Çizelge 7.7. incelendiğinde modeldeki bağımsız değişkenlerin her birinin ağırlığı (bağımlı değişken olan vaka türü etkileri) ayrı ayrı görülebilmektedir. Modeldeki değişkenlerin katsayıları (B'ler), standart hatalar (SE), Wald istatistiği, anlamlılık düzeyleri (sig.), olabilirlik oranı(Exp (B)) ve Exp (B) için %95 alt ve üst güven aralıkları Çizelge 7.7'de verilmiştir.

Denklemden yer alan bağımsız değişkenlerin katsayılarının pozitif (+) olması referans kategorisine göre vakanın kaza olması ihtimalini artırdığını, negatif (-) olması ise vakanın kaza olması ihtimalini azalttığını göstermektedir. Denklemdenki değişkenlerin tümünün pozitif olması, referans kategorilerine göre tüm diğer kategorilerin kaza olma ihtimalini artırdığını göstermektedir.

Tablodaki “Exp (B)” sütunundaki değerler, diğer bağımsız değişkenler sabit kalmak şartıyla o bağımsız değişkenden bir birimlik bir değişikliğin olabilirlik oranını (odds) kaç kez artıracak veya azaltacağını gösterir. Bu değer 1'den küçük ise olumsuz etki yaparak olabilirlik oranını azaltmaktadır, 1'den büyük ise olumlu etki yaparak olabilirlik oranını arttırmaktadır.

İlk önce her değişkenin ve alt kategorisinin Exp (E) değerlerinin, %95 Güven Aralığı en düşük ve en yüksek değerleri arasında olup olmadığını kontrol edilir. Önceki tablodan görülen Exp (E) değerlerinin bu aralıkta yer alması, %95 güven aralığında istatistiksel olarak anlamlı olduğunu anlaşılmaktadır.

Tablodaki değişkenlerin katsayıları incelendiğinde:

Sabit terim; modelde anlamlı bulunmuştur Sabit değeri (B)= 3,485 ve standart hata (S.E.)= 0,342 ve 104,096 Wald istatistiği ve 0 sig. değeri ile % 5 anlamlılık seviyesinde istatistik olarak anlamlı bulunmuştur.

Hava trafik kontrol katkısı değişkeni (Dolaylı dahil:1, Doğrudan dahil:0) için HTK Katkısı değişkeni 71,117 Wald istatistiği ve 0,000 sig. Değeri ile %5 anlamlılık seviyesinde istatistik olarak anlamlı bulunmuştur. Dolaylı dahil katkısı referans kategori olarak seçilmiştir. Değişkenin parametre değeri (B)=1,686 ve standart hata (S.E.)= 0,200 bulunmuştur. Değişkenin odds değeri 5,398 olarak hesaplanmıştır. Yani, modeldeki diğer değişkenler

sabit tutulduğunda, HTK dolaylı dahil olan vakaların kaza olarak sonuçlanması, HTK'nın doğrudan dahil olduğu vakaların kaza olarak sonuçlanmasına göre $\text{Exp}(B) = e^{1,686} = 5,398$ kat daha fazla şansa sahiptir. $\text{Exp}(B)$ için %95 güven aralığı ise minimum 3,648 ve maksimum 7,987 olarak bulunmuştur.

Uçuş kuralları değişkeni (VFR:1, IFR:0) için Uçuş Kuralları değişkeni 46,645 Wald istatistiği ve 0,000 sig. Değeri ile %5 anlamlılık seviyesinde istatistik olarak anlamlı bulunmuştur. IFR vakalar referans kategori olarak seçilmiştir. Değişkenin parametre değeri (B)= 1,415 ve standart hata (S.E.) = 0,207 bulunmuştur. Değişkenin odds değeri 4,115 olarak hesaplanmıştır. Yani, modeldeki diğer değişkenler sabit tutulduğunda, VFR vakaların kaza olarak sonuçlanması IFR vakalarına göre $\text{Exp}(B) = e^{1,415} = 4,115$ kat daha fazla şansa sahiptir. $\text{Exp}(B)$ için %95 güven aralığı ise minimum 2,742 ve maksimum 6,176 olarak bulunmuştur.

Hava trafik kontrol birimi değişkeni genel olarak 11,201 Wald istatistiği ve 0,004 sig. değeri ile %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Saha Kontrol sorumluluğu altındaki vakalar referans kategori olarak seçilmiştir.

Hava trafik kontrol birimi (1) değişkeni (Meydan:1, Saha:0, Yaklaşma:0) HTK Birimi değişkeni 4,677 Wald istatistiği ve 0,031 sig. Değeri ile %5 anlamlılık seviyesinde istatistik olarak anlamlı bulunmuştur. Değişkenin parametre değeri (B)= 0,766 ve standart hata (S.E.) = 0,354 bulunmuştur. Değişkenin odds değeri 2,151 olarak hesaplanmıştır. Yani, modeldeki diğer değişkenler sabit tutulduğunda, Meydan kontrol sorumlu altındaki vakaların kaza olarak sonuçlanması Saha kontrol sorumlu altındaki vakalarına göre $\text{Exp}(B) = e^{0,766} = 2,151$ kat daha fazla şansa sahiptir. $\text{Exp}(B)$ için %95 güven aralığı ise minimum 1,074 ve maksimum 4,306 olarak bulunmuştur.

Hava trafik kontrol birimi (2) değişkeni (Yaklaşma:1, Saha:0, Meydan:0) HTK Birimi değişkeni 11,074 Wald istatistiği ve 0,001 sig. Değeri ile %5 anlamlılık seviyesinde istatistik olarak anlamlı bulunmuştur. Değişkenin parametre değeri (B)= 1,168 ve standart hata (S.E.) = 0,351 bulunmuştur. Değişkenin odds değeri 3,217 olarak hesaplanmıştır. Yani, modeldeki diğer değişkenler sabit tutulduğunda, Yaklaşma kontrol sorumlu altındaki vakaların kaza olarak sonuçlanması Saha sorumlu altındaki vakalarına göre $\text{Exp}(B) = e^{1,168} = 3,217$ kat

daha fazla şansa sahiptir. $\text{Exp}(B)$ için %95 güven aralığı ise minimum 1,616 ve maksimum 6,402 olarak bulunmuştur.

Dış faktör değişkeni (Var:1, Yok:0) Dış faktör değişkeni 24,203 Wald istatistiği ve 0,000 sig. Değeri ile %5 anlamlılık seviyesinde istatistik olarak anlamlı bulunmuştur. Dış faktörsüz olan vakalar referans kategori olarak seçilmiştir. Değişkenin parametre değeri $(B) = 1,302$ ve standart hata $(S.E.) = 0,265$ bulunmuştur. Değişkenin odds değeri 3,677 olarak hesaplanmıştır. Yani, modeldeki diğer değişkenler sabit tutulduğunda, dış faktör olan vakaların kaza olarak sonuçlanması dış faktör olmayan vakalara göre $\text{Exp}(B) = e^{1,302} = 3,677$ kat daha fazla şansa sahiptir. $\text{Exp}(B)$ için %95 güven aralığı ise minimum 2,189 ve maksimum 6,178 olarak bulunmuştur.

Vaka yeri değişkeni (Yer:1, Hava:0) Vaka Yeri değişkeni 35,511 Wald istatistiği ve 0,000 sig. Değeri ile %5 anlamlılık seviyesinde istatistik olarak anlamlı bulunmuştur. Havadaki vakalar referans kategori olarak seçilmiştir. Değişkenin parametre değeri $(B) = 2,075$ ve standart hata $(S.E.) = 0,348$ bulunmuştur. Değişkenin odds değeri 7,967 olarak hesaplanmıştır. Yani, modeldeki diğer değişkenler sabit tutulduğunda, yerdeki vakaların kaza olarak sonuçlanması havadaki vakalarına göre $\text{Exp}(B) = e^{2,075} = 7,967$ kat daha fazla şansa sahiptir. $\text{Exp}(B)$ için %95 güven aralığı ise minimum 4,026 ve maksimum 15,767 olarak bulunmuştur.

Günün saati değişkeni (Gece:1, Gündüz:0) Parametre değeri modelden 0,149 olarak tahmin edilmiştir. 0,321 Wald istatistiği ve 0,571 sig. değeri ile %5 anlamlılık seviyesinde istatistiki olarak anlamlı değildir. Literatüre göre HTK'nın gece vardiyasında hata yapma olasılığı daha yüksektir. Ancak literatürden farklı olarak çalışmada, HTK ilişkili vakaların kaza olarak sonuçlanmasında gece ve/veya gündüz olma durumunun bir etkisi olmadığı bulgulanmıştır.

Analiz sonuçları genel olarak özetlenecek olursa.

HTK dolaylı dahil olan vakaların kaza olarak sonuçlanması, HTK'nın doğrudan dahil olduğu vakaların kaza olarak sonuçlanmasına göre 5,398 kat daha fazladır. Bu noktada, pilotaj hatasından kaynaklanan uçak kazaların etkisi unutmamalıdır. Pilot ve HTK'nın haberleşmedeki anlaşmazlığı ve hatalarını birbirinden ayırmak oldukça zordur. Dolayısıyla

HTK doğrudan dahil olaylar, HTK doğrudan dahil olan kazalardan daha olasıdır ve daha fazladır. HTK doğrudan dahil olaylar, toleranslı bir ortamda meydana geldiği için daha kolay düzeltilebilir.

VFR vakaların kaza olarak sonuçlanması IFR vakalarına göre 4,115 kat daha fazladır. Havacılıktaki uçuş kurallarına göre, IFR uçuşlarda HTK sorumluluğu VFR uçuşlara göre daha büyüktür. VFR vakaların kaza olarak sonuçlanma olasılığının daha fazla olmasının sebebi, HTK sorumluluğunun kısıtlı olması olarak açıklanabilir. Yani HTK personeli, VFR pilotlara da sadece pilot tavsiye veya yardım istediğinde değil, IFR uçuşlarda olduğu gibi, devamlı olarak hizmet sunarsa, bu tür vakaların olay olarak sonuçlanma olasılığı yükselebilir.

Meydan kontrol sorumlu altındaki vakaların kaza olarak sonuçlanması, Saha kontrol sorumluluğu altındaki vakalara göre 2,151 kat daha fazladır. Yaklaşma kontrol sorumluluğu altındaki vakaların kaza olarak sonuçlanması, Saha sorumluluğu altındaki vakalara göre 3,217 kat daha fazladır. Uçak kazaları büyük oranda kalkış ve iniş sırasında meydana gelmesi bu sonuçlarla uyumludur.

Dış faktör olan vakaların kaza olarak sonuçlanması dış faktör olmayan vakalara göre 3,677 kat daha fazladır. Bu durumun, HTK personelinin özel prosedürlerin gerektiği acil durumlar için periyodik olarak yeterince antreman (refresher) görmemesinden kaynaklandığı söylenebilir.

Yerdeki vakaların kaza olarak sonuçlanması havadaki vakalara göre 7,967 kat daha fazladır. Diğer HTK personelinin tersine, Meydan kontrol personeli hava trafik hizmeti sağlarken radar ekranından faydalanmamakta, trafiği gözle izlenmektedir. Tüm trafiğin insan gözü ile izlenmesi radar ekranı ile yapılan izlemeden çok daha zor ve yorucudur. Meydan kontrolünde de radar ekranının yardımının dahil edilmesi faydalı olacaktır.

Tabloda yer alan binary lojistik regresyon analizi sonucunda elde edilen modele ait katsayılar (B değerleri) ile oluşturulan denklem aşağıda verilmiştir.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X(\text{HTK Katkısı}) + \beta_2 X(\text{Uçuş Kuralları}) + \beta_3 X(\text{HTK Birimi}) + \beta_4 X(\text{Dış Faktör}) + \beta_5 X(\text{Vaka Yeri}) + \beta_6 X(\text{Günün Saati})$$

Daha sonra y değeri ile ilerdeki denkleme girerek p değeri hesaplanmaktadır

$$Pi = E (Y/X) = \frac{e^y}{1+e^y}$$

Pi değeri 0,5'ten büyük olunca vakanın kaza olarak sonuçlanma olasılığı daha yüksektir. Pi değeri 0,5'ten küçük olunca vakanın olay olarak sonuçlanma olasılığı daha yüksektir.

Tablodaki B değerleri bakarak model denklemini yazılabilmektedir

$$Y = -3,485 + 1,686 (\text{HTK Katkısı}) + 1,415 (\text{Uçuş Kuralları}) + 0,766 (\text{HTK Birimi1}) + 1,168 (\text{HTK Birimi2}) + 1,302 (\text{Dış Faktör}) + 2,075 (\text{Vaka Yeri}) + 0,149 (\text{Günün Saati})$$

Vaka örneği; Gece havada Meydan kontrolden dolayı olarak ve dış faktörden etkilenen VFR uçuşun kaza olarak sonuçlanma olasılığı hesaplanacaktır.

Bu durumu elde edilen modelde deneyecek olursak; Vaka Yeri kategorisine göre havadaki vaka referans grubu olduğu için eşitlikte sıfır alınır. Günü Saati kategorisinde Gece ait olan katsayı 0,149 değeri alınır. Dış Faktör kategorisinde ise dış faktör var kategorisine ait olan katsayı 1,302 olarak eşitliğe yazılır, benzer şekilde HTK birimi kategorisindeki Meydan kategorisine ait olan katsayısı 0,766 olarak, VFR kategorisine ait olan katsayısı 1,415 olarak ve dolaylı dahil kategorisine ait olan katsayısı 1,686 olarak eşitliğe yazılır.

$$Y = -3,485 + 1,686 (\text{Dolaylı dahil}) + 1,415 (\text{VFR}) + 0,766 (\text{Meydan}) + 1,302 (\text{Dış Faktör Var}) + 0 (\text{Havada}) + 0,149 (\text{Günün Saati})$$

$$Y = 1,833$$

$$Pi = E (Y/X) = \frac{e^y}{1+e^y} \quad ; \quad Pi = E (Y/X) = \frac{e^{1,833}}{1+e^{1,833}} = \frac{6,25}{1+6,25} = 0,86$$

Bulunan değer 0,50'den büyük olduğundan modele göre bu vakanın kaza geçirme ihtimalinin yüksek olduğu söylenebilir. Bu durum, bu özellikteki vakaların (Gece, havada, Meydan kontrolden, dolaylı olarak ve dış faktörden etkilenen VFR uçuş) %86 ihtimalle kazaya uğrayabileceği anlamını taşımaktadır.

Vaka örneği; Gece havada Meydan kontrolden doğrudan olarak ve dış faktör etkisi olmadan IFR uçuşun kaza olarak sonuçlanma olasılığı hesaplanacaktır.

Bu durumu elde ettiğimiz modelde deneyecek olursak; Vaka Yeri kategorisine göre havadaki vaka referans grubu olduğu için eşitlikte sıfır alınır. IFR, Doğrudan dahil HTK Katkısı, Dış Faktör yok referans gruplar olduğu için denklemde sıfır alınır.

Günün Saati kategorisinde Gece ait olan katsayı 0,149 değeri alınır. Benzer şekilde HTK birimi kategorisindeki Meydan kategorisine ait olan katsayısı 0,766 olarak denklemde yazılır.

$$Y = -3,485 + 1,686 (\text{Doğrudan Dahil}) + 1,415 (\text{IFR}) + 0,766 (\text{Meydan}) + 1,302 (\text{Dış Faktör Yok}) + 2,075 (\text{Havada}) + 0,149(\text{Gece})$$

$$Y = -3,485 + 1,686 (0) + 1,415 (0) + 0,766 (\text{Meydan}) + 1,302 (0) + 2,075 (0) + 0,149(\text{Gece})$$

$$Y = -2,57$$

$$P_i = E(Y/X) = \frac{e^Y}{1+e^Y} \quad ; \quad P_i = E(Y/X) = \frac{e^{-2,57}}{1+e^{-2,57}} = \frac{0,077}{1+0,077} = 0,07$$

Bulunan değer 0,50'den küçük olduğundan modele göre bu vakanın kaza geçirme ihtimalinin çok düşük olduğu söylenebilir. Bu özellikteki vakaların %7 ihtimal ile kazaya uğrayabileceği anlamını taşımaktadır. Diğer ifade ile bu özelliklerle vakaların olay olarak sonuçlanma ihtimali %93'tür.

Eğer $Y = 0$; $\beta_0 + \beta_1 X(\text{HTK Katkısı}) + \beta_2 X(\text{Uçuş Kuralları}) + \beta_3 X(\text{HTK Birimi}) + \beta_4 X(\text{Dış Faktör}) + \beta_5 X(\text{Vaka Yeri}) + \beta_6 X(\text{Günün Saati}) = 0$ olursa $p = 0,5$ olur ve incelenen vakanın gerçekleşme olasılığı (p) ile gerçekleşmeme olasılığı ($1-p$) birbirine eşittir.

Eğer Y çok büyük olursa p değeri 1'e yakın olur, yer Y çok küçük olursa p değeri 0'a yakın olur. Verilen iki örnekte görüldüğü gibi lojit model her vakanın kaza olma ihtimali hesaplanmaktadır. Çizelge 7.8'de bu ihtimallerin doğruluk yüzdeleri verilmektedir.

Çizelge 7.8. Lojistik regresyon modeli ile tahmin edilen vaka sonucu sınıflandırması

Sınıflandırma Tablosu					
	Gözlemlenen		Tahmin Edilen		
			Kaza/Olay		Doğruluk Yüzdesi
			Olay	Kaza	
Adım 1	Kaza/Olay	Olay	420	70	85.7
		Kaza	81	140	63.3
	Genel Yüzde				78.8
a. Kesim Değeri 0,500					

Çizelge 7.8 incelendiğinde modelin sınıflandırma kesme değeri olarak 0,5 alındığını görülmektedir. Çizelge 7.8’de 490 gözlenen değerinin Olay olduğu ve 420 gözlemin Olay grubuna atandığı görülmektedir. Olay grubuna atanması gerekirken Kaza grubuna atanan 70 gözlem bulunmaktadır. Aynı şekilde 221 gözlemin Kaza grubuna atanması gerekirken 81 gözlemin Olay grubuna, 140 gözlemin ise Kaza grubuna atandığı görülmektedir. Sonuçlar incelendiğinde 711 vakadan 560 vaka sonucunun doğru olarak sınıflandırdığı görülmekte olup modelin doğru sınıflandırma gücünün %78,8 olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuçlara göre modelin sınıflandırma gücünün iyi olduğu söylenebilir.

Sonuç olarak; Yer, Uçuş Kuralları, Dış Faktör, HTK Birimi, HTK Katkısı değişkenlerinin vaka sonuçlanmasına istatistiksel olarak anlamlı derecede etki ettikleri belirlenmiştir.

Özetle:

Kaza olma olasılığı artıran faktörler:

- VFR uçuş,
- Yerde
- Dış faktör var
- Meydan ve Yaklaşma kontrol sorumluluğu altında
- HTK Katkısı dolaylı dahil

Olay olma olasılığı artıran faktörler:

- IFR Uçuş
- Havada
- Dış faktör yok
- Saha kontrol sorumluluğu altında
- HTK Katkısı doğrudan dahil

HTK ilişkili kazaları etkileyen faktörlerin etkileme gücüne göre sıralaması şöyledir:

- yerde oluşması,
- HTK dolaylı dahil kaynaklanması,
- VFR uçuş olması,
- dış faktör var olması,
- meydan kontrol sorumluluğu altında olması ve
- yaklaşma kontrol sorumluluğu altında olmasıdır.

8. ORTAK KARAKTERİSTİKLERE (FAKTÖRLERE) GÖRE KAZA VE OLAYLARIN ANALİZİ

8.1. Ortak Karakteristiklere Göre Kaza Analizi

MS. Excel programında IF COUNT fonksiyonu ile ortak karakteristiklere göre kazaların sıklığı hesaplanmıştır ve Çizelge 8.1’de yüzde oranları verilmiştir. Tablodan görüldüğü gibi en sık oluşan kazalar; (birinci satırda gösterildiği gibi) kazaların %13,12’sini oluşturan gündüz, herhangi dış faktör yokken, yerde, dolaylı dahil olarak meydan kontrolden etkilenen VFR kazalarıdır. Bu bağlamda, HTK ilişkili kazaların ortak karakteristikler şunlardır: Gündüz meydana gelmesi, VFR uçuş olması, dış faktörden etkilenmemesi, yerde oluşması ve meydan kontrolün dolaylı dahil olması. Tüm HTK ilişkili kazaların %13,12’sinde bu karakteristikler bulunmaktadır. Onu %9,95 oranla gündüz, herhangi dış faktör yokken, havada, dolaylı dahil olarak saha kontrolden etkilenen VFR kazaları takip etmektedir. Üçüncü sırada, %5,88 oranla gündüz, yerde, dış faktör yokken, doğrudan dahil olarak meydan kontrolden kaynaklanan IFR kazaları bulunmaktadır. Gece meydana gelen kazalar söz konusu olunca, bu tür kazaların en sık tekrarlanan özellikler şunlardır: VFR uçuş olması, dış faktör yokken, havada oluşması ve dolaylı dahil olarak saha kontrolü ile ilgili kazalardır. Bu karakteristikler, tüm HTK ilişkili kazaların %2,71’sinde bulunmaktadır. Daha sonra dış faktörden etkileyen kaza söz konusu olmalı. Dış faktörü içeren en sık tekrarlanan karakteristikler ile meydana gelen kazaların oranı 4,07’dir. Bu kazaların karakteristikleri şunlardır: gündüz oluşması, IFR uçuş olması, havada oluşması ve dolaylı dahil olarak yaklaşma kontrolü ile ilgili olmasıdır.

Çizelge 8.1. Ortak karakteristiklere göre kaza sıklığı

Nu.	Günün Saati	HTK Katkısı	Uçuş Kuralları	HTK Birimi	Dış Faktör	Vaka Yeri	Oran
1	Gündüz	Dolaylı Dahil	VFR	Meydan	Yok	Yer	13,12%
2	Gündüz	Dolaylı Dahil	VFR	Saha	Yok	Hava	9,95%
3	Gündüz	Doğrudan Dahil	IFR	Meydan	Yok	Yer	5,88%
4	Gündüz	Dolaylı Dahil	IFR	Meydan	Yok	Yer	6,79%
5	Gündüz	Dolaylı Dahil	IFR	Saha	Yok	Hava	4,98%
6	Gündüz	Dolaylı Dahil	VFR	Yaklaşma	Yok	Hava	4,52%
7	Gündüz	Dolaylı Dahil	IFR	Yaklaşma	Var	Hava	4,07%
8	Gündüz	Dolaylı Dahil	IFR	Yaklaşma	Yok	Hava	3,62%
9	Gündüz	Doğrudan Dahil	VFR	Meydan	Yok	Yer	3,17%

Çizelge 8.1. (devam) Ortak karakteristiklere göre kaza sıklığı

10	Gündüz	Dolaylı Dahil	IFR	Saha	Var	Hava	3,17%
11	Gece	Dolaylı Dahil	VFR	Saha	Yok	Hava	2,71%
12	Gece	Doğrudan Dahil	VFR	Meydan	Yok	Yer	2,71%
13	Gece	Doğrudan Dahil	IFR	Meydan	Yok	Yer	2,26%
14	Gece	Dolaylı Dahil	IFR	Meydan	Yok	Yer	2,26%
15	Gündüz	Doğrudan Dahil	IFR	Yaklaşma	Yok	Hava	2,26%
16	Gece	Dolaylı Dahil	VFR	Yaklaşma	Yok	Hava	1,81%
17	Gündüz	Doğrudan Dahil	IFR	Saha	Yok	Hava	1,81%
18	Gündüz	Dolaylı Dahil	IFR	Meydan	Yok	Hava	1,81%
19	Gece	Doğrudan Dahil	IFR	Yaklaşma	Yok	Hava	1,36%
20	Gece	Dolaylı Dahil	VFR	Meydan	Yok	Yer	1,36%
21	Gece	Dolaylı Dahil	IFR	Saha	Yok	Hava	1,36%
22	Gündüz	Doğrudan Dahil	IFR	Yaklaşma	Var	Hava	1,36%
23	Gündüz	Doğrudan Dahil	IFR	Meydan	Var	Yer	1,36%
24	Gündüz	Doğrudan Dahil	VFR	Yaklaşma	Yok	Hava	0,90%
25	Gündüz	Dolaylı Dahil	VFR	Saha	Var	Hava	0,90%
26	Gündüz	Doğrudan Dahil	VFR	Saha	Yok	Hava	0,90%
27	Gündüz	Dolaylı Dahil	VFR	Meydan	Yok	Hava	0,90%
28	Gece	Doğrudan Dahil	IFR	Meydan	Var	Yer	0,90%
29	Gündüz	Dolaylı Dahil	IFR	Meydan	Var	Yer	0,90%
30	Gündüz	Doğrudan Dahil	VFR	Meydan	Var	Yer	0,90%
31	Gündüz	Doğrudan Dahil	IFR	Saha	Var	Hava	0,90%
32	Gündüz	Dolaylı Dahil	VFR	Yaklaşma	Var	Hava	0,90%
33	Gündüz	Dolaylı Dahil	VFR	Meydan	Yok	Hava	0,90%
34	Gündüz	Doğrudan Dahil	VFR	Meydan	Var	Hava	0,90%
35	Gece	Doğrudan Dahil	VFR	Meydan	Yok	Hava	0,45%
36	Gündüz	Doğrudan Dahil	VFR	Saha	Var	Hava	0,45%
37	Gece	Doğrudan Dahil	VFR	Meydan	Var	Yer	0,45%
38	Gece	Dolaylı Dahil	IFR	Yaklaşma	Yok	Hava	0,45%
39	Gece	Doğrudan Dahil	IFR	Meydan	Yok	Hava	0,45%
40	Gece	Dolaylı Dahil	IFR	Yaklaşma	Var	Hava	0,45%
40	Gece	Dolaylı Dahil	VFR	Meydan	Var	Hava	0,45%
42	Gece	Dolaylı Dahil	VFR	Saha	Var	Hava	0,45%
43	Gece	Dolaylı Dahil	IFR	Saha	Var	Hava	0,45%
44	Gece	Doğrudan Dahil	VFR	Meydan	Var	Hava	0,45%
45	Gece	Dolaylı Dahil	IFR	Meydan	Var	Hava	0,45%
46	Gündüz	Doğrudan Dahil	VFR	Meydan	Yok	Hava	0,45%
47	Gündüz	Doğrudan Dahil	VFR	Yaklaşma	Var	Hava	0,45%
48	Gündüz	Dolaylı Dahil	VFR	Meydan	Var	Yer	0,45%
							99,90%

8.2. Ortak Karakteristiklere Göre Olay Analizi

MS. Excel programında IF COUNT fonksyonu ile ortak karakteristiklere göre olayların sıklığı hesaplanmıştır ve Çizelge 8.2’de yüzde oranları verilmiştir. Tablodan görüldüğü gibi en sık oluşan olaylar; olayların %17,55’ini oluşturan gündüz, herhangi dış faktörden yokken, havada, doğrudan dahil olarak saha kontrolden etkilenen IFR olaylardır. 17,55 oranı büyük bir orandır. HTK ilişkili ciddi olayların %20’sinde bu karakteristiklerin bulunduğu söylenebilir. Bu şekilde HTK ilişkili özetlenen ciddi olaylar ilerdeki çalışmalar için faydalı olacaktır. Yeni çalışmalar için temeli olabilmektedir. Bu anlamda, HTK ilişkili ciddi olayların inceleneceği çalışmalarda, bahsedilen karakteristiklere sahip olaylara odaklanarak bu tür olayların nedenleri daha detaylı bir şekilde ortaya konulabilir. Daha sonra %13,06 oranla gündüz, herhangi dış faktör yokken, havada doğrudan dahil olarak yaklaşma kontrolden etkilenen IFR uçuşları gelmektedir. Üçüncü sırada, %9,39 oranla gündüz, herhangi dış faktör yokken, havada doğrudan dahil olarak meydan kontrolden etkilenen IFR olayları bulunmaktadır. Bu 3 gruba ait tek fark, sorumluluğu altında oldukları HTK birimindedir. Bu üç grubun yüzde oranları toplamı %40’tan daha büyük olduğu için HTK Biriminin olayları etkileyen en önemli faktör olduğu söylenebilir. Etkileme gücüne göre sıralama şöyledir: saha kontrol, yaklaşma kontrol ve meydan kontrol. HTK birimini analizden çıkarıldığında, olayların %40’ından fazlasının aynı karakteristiklere sahip olduğu görülmektedir. Bu karakteristikler şunlardır: gündüz oluşması, HTK’nın doğrudan dahil olması, IFR uçuş olması, dış faktör yokken havada oluşmasıdır. Bu bulgunun da ileride yapılacak çalışmalara faydalı olacağı düşünülmektedir.

VFR uçuşlarda söz konusu olunca, en sık tekrarlanan karakteristikler gündüz, dış faktör yokken, yerde meydan kontrolden doğrudan dahil olarak kaynaklanan olaylardır. Bu kazaların oranı 4,90’dır.

Çizelge 8.2. Ortak karakteristiklere göre olay sıklığı

Nu.	Günün Saati	HTK Katkısı	Uçuş Kuralları	HTK Birimi	Dış Faktör	Vaka Yeri	Oran
1	Gündüz	Doğrudan Dahil	IFR	Saha	Yok	Hava	17,55%
2	Gündüz	Doğrudan Dahil	IFR	Yaklaşma	Yok	Hava	13,06%
3	Gündüz	Doğrudan Dahil	IFR	Meydan	Yok	Hava	9,39%
4	Gündüz	Doğrudan Dahil	IFR	Meydan	Yok	Yer	7,35%
5	Gündüz	Dolaylı Dahil	IFR	Yaklaşma	Yok	Hava	5,92%

Çizelge 8.2. (devam) Ortak karakteristiklere göre olay sıklığı

6	Gündüz	Doğrudan Dahil	VFR	Meydan	Yok	Yer	4,90%
7	Gündüz	Dolaylı Dahil	IFR	Saha	Yok	Hava	3,47%
8	Gündüz	Dolaylı Dahil	IFR	Meydan	Yok	Hava	3,06%
9	Gündüz	Doğrudan Dahil	VFR	Yaklaşma	Yok	Hava	2,86%
10	Gece	Doğrudan Dahil	IFR	Saha	Yok	Hava	2,86%
11	Gündüz	Doğrudan Dahil	VFR	Meydan	Yok	Hava	2,65%
12	Gündüz	Dolaylı Dahil	IFR	Meydan	Yok	Yer	2,24%
13	Gündüz	Doğrudan Dahil	VFR	Saha	Yok	Hava	2,24%
14	Gündüz	Dolaylı Dahil	VFR	Yaklaşma	Yok	Hava	2,20%
15	Gece	Doğrudan Dahil	IFR	Yaklaşma	Yok	Hava	1,63%
16	Gündüz	Doğrudan Dahil	IFR	Saha	Var	Hava	1,43%
17	Gündüz	Dolaylı Dahil	VFR	Saha	Yok	Hava	1,43%
18	Gündüz	Doğrudan Dahil	IFR	Meydan	Yok	Hava	1,22%
19	Gece	Doğrudan Dahil	IFR	Meydan	Yok	Yer	1,22%
20	Gündüz	Doğrudan Dahil	IFR	Yaklaşma	Var	Hava	1,22%
21	Gece	Dolaylı Dahil	IFR	Meydan	Yok	Yer	1,22%
22	Gece	Dolaylı Dahil	IFR	Yaklaşma	Yok	Hava	1,02%
23	Gece	Dolaylı Dahil	IFR	Meydan	Var	Yer	1,02%
24	Gece	Doğrudan Dahil	IFR	Meydan	Yok	Yer	1,02%
25	Gündüz	Dolaylı Dahil	VFR	Meydan	Yok	Yer	1,02%
26	Gündüz	Dolaylı Dahil	VFR	Meydan	Yok	Hava	0,82%
27	Gece	Doğrudan Dahil	IFR	Yaklaşma	Var	Hava	0,82%
28	Gündüz	Doğrudan Dahil	IFR	Meydan	Var	Yer	0,82%
29	Gündüz	Dolaylı Dahil	IFR	Yaklaşma	Var	Hava	0,61%
30	Gündüz	Dolaylı Dahil	IFR	Meydan	Var	Hava	0,41%
31	Gündüz	Dolaylı Dahil	IFR	Meydan	Var	Yer	0,41%
32	Gece	Dolaylı Dahil	IFR	Meydan	Yok	Hava	0,41%
33	Gece	Dolaylı Dahil	VFR	Meydan	Yok	Hava	0,41%
34	Gece	Dolaylı Dahil	IFR	Saha	Var	Hava	0,41%
35	Gündüz	Doğrudan Dahil	VFR	Yaklaşma	Var	Hava	0,20%
36	Gece	Doğrudan Dahil	IFR	Meydan	Var	Yer	0,20%
37	Gündüz	Doğrudan Dahil	VFR	Meydan	Var	Hava	0,20%
38	Gündüz	Dolaylı Dahil	IFR	Saha	Var	Hava	0,20%
39	Gündüz	Dolaylı Dahil	VFR	Yaklaşma	Var	Hava	0,20%
40	Gece	Dolaylı Dahil	IFR	Saha	Yok	Hava	0,20%
40	Gece	Dolaylı Dahil	VFR	Yaklaşma	Yok	Hava	0,20%
42	Gece	Doğrudan Dahil	VFR	Yaklaşma	Var	Hava	0,20%
43	Gece	Doğrudan Dahil	VFR	Meydan	Yok	Yer	0,20%
							100,12%

Çizelge 8.1. ve Çizelge 8.2. kıyaslanırken ilk fark edilen şey kazaların en sık ortak karakteristiklerinde HTK dolaylı dahilken, olayların en sık tekrarlanan ortak karakteristiklerinde HTK doğrudan dahildir. Kazaların en sık ortak karakteristiklerin arasında VFR uçuş yer alırken, olaylarda en sık ortak karakteristiklerin arasında IFR uçuşlar yer almaktadır ve göze çarpan bir farklılık daha da söz konusudur; o da kazaların en sık tekrarlanan ortak özelliği yerde olması iken, olaylarda havada olmasıdır. Bu şekilde özetlenen kaza ve olayların özellikleri, lojistik model sonuçları ile benzeşmektedir.





9. SONUÇ

9.1. Avrupa Birliği ve ABD Hava Sahalarındaki HTK İlişkili Vakaların Karşılaştırılması

Avrupa ve Amerika hava sahasındaki HTK ilişkili olayların oranlarında farklılıklar söz konusudur. Avrupa hava sahasında, HTK'nın doğrudan dahil olduğu kaza ve olayların yüzdesi, ABD hava sahasında HTK'nın doğrudan dahil olduğu kaza ve olayların yüzdesinin iki katıdır. Çalışmanın diğer bir önemli bulgusu, Avrupa hava sahasında HTK ilişkili VFR kazalarının, ABD hava sahasındakilerden önemli ölçüde daha sık görüldüğüdür. Bununla birlikte, ABD hava sahasında, HTK'nın doğrudan dahil olduğu VFR kazalarının oranı daha yüksektir. HTK'nın dolaylı olduğu VFR kazaların daha yüksek oranı (%93) Avrupa hava sahasındaki HTK ile ilgili kazalardan oluşmaktadır. Bunun nedenleri; hava sahasının yapısının farklılığı ve bu hava sahalarının sınıflarındaki farklılıklar, VFR ile ilgili çeşitli düzenlemeler ve HTK'nın VFR uçuşlarına sağladığı sorumluluklar ve hizmetler olabilir.

VFR uçuşlarla ilgili ABD ve Avrupa hava sahasındaki bazı temel farklılıklar şunlardır:

- Havaalanı çalışma saatleri: Avrupa'da, VFR pilotları havaalanı çalışma saatini kontrol etmelidir, ABD'de ise havaalanları 7 gün 24 saat açıktır.
- VFR prosedürleri: Avrupa'da, VFR pilotları belirli yaklaşma prosedürlerine takip etmek zorundayken ABD'de VFR yaklaşma prosedürleri yoktur.
- Flight Following (Uçuş takibi): Avrupa'da uçuş takibi 7/24 mevcut değildir, oysa ABD'de her zaman mevcuttur. Ayrıca, ABD'de uçuş takip hizmetinde, Avrupa'daki FIC'den çok daha fazla tavsiye söz konusudur.

"Uçuş takibinde" aşağıda listenen bilgi türleri VFR uçaklara verilmektedir:

- Trafik bilgileri
- Varış havalimanındaki hava durumu

- Uçak konumun etrafındaki hava durumu bilgisi (yağışın yoğunluğu ve boyutu bilgileri gibi)
- Kötü hava ve kısıtlı alanların etrafındaki vektörler

Ayrıca bu çalışma, bazı dış faktörlerin dahil olduğu HTK ilişkili olayların %63'ünde trafik yoğunluğunun önemli bir dış faktör olduğunu göstermektedir. Avrupa ve Amerika hava sahalarının yüzölçümlerinin birbirine benzer olduğu göz önünde bulundurulduğunda, bu husus önemli bir bulgu olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, Avrupa kontrolörlerine göre Amerika kontrolörlerinin sayısı %13 daha az, yaklaşık %67 daha fazla uçuşu kontrol etmekte, ve önemli ölçüde daha fazla VFR trafiğini de yönetmektedirler. (EUROCONTROL ve FAA, 2019).

Bu çalışmanın sonuçları, Avrupa'da ABD'dekinden daha fazla HTK ilişkili kaza ve olay olduğunu göstermiştir. Bu sonucun nedenlerinden biri, ABD'de tüm kontrolörlerin anadili İngilizce iken Avrupa'da kontrolörlerin çoğunun anadilinin İngilizce olmaması olarak açıklanabilir. Dil kaynaklı yaşanan problemlerin, Avrupa'da Amerika'dakinden daha fazla iletişim hatalarına neden olduğu düşünülebilir. Yapılmış bazı çalışmalar, iletişim hatası nedeniyle meydana gelen kazaların, ya anadili İngilizce olmayan bir kontrolörü, ya da anadili İngilizce olmayan bir pilotu ya da her ikisini de içerdiğini göstermiştir (Breul, 2013; Strother, 1999). Ayrıca, Avustralya'nın Sidney şehrindeki Kingsford Smith Uluslararası Havaalanı'nda on sekiz saatlik hava-yer (air-ground) haberleşmesi analiz sonuçları, ana dili İngilizce olmayan pilotların ana dili İngilizce olan pilotlardan daha fazla iletişim hatası işlediklerini ve daha spesifik olarak bu hataların ihmalden ziyade hatalar olduğunu ve sayılardan ziyade kelimeleri içerdiğini ortaya koymuştur (Wu ve diğerleri, 2019). HT kontrolörleri, trafik frekansının arttığı dönemlerde kendi yetki alanları dahilindeki tüm uçaklara hizmet verebilmek için hızlı konuşmak zorunda kalmaktadır. Bu şekilde hızlandırılmış iletişimin, özellikle ana dili İngilizce olmayanlar için yanlış iletişim olasılığını artırdığı da tespit edilen nedenlerden biridir (Alderson, 2009; Estival and Molesworth, 2016; Molesworth and Estival, 2015; Prinzo et al., 2009). Bu tezin de üçüncü bölümünde yer alan Çizelge 3.2.de gösterildiği gibi, dünya bölgelerine göre HTK kaynaklı kazaların oranı en yüksek olan ülkeler Afrika ülkeleridir. Bu da ana dili İngilizce olmayan kontrolörlerin daha fazla iletişim problemi yaşadıkları tespitini desteklemektedir.

Çalışmada kaza konumu ve günün saati gibi faktörlere ilişkin sonuçlar da ortaya konulmuştur. FAA tarafından 1985-1997 dönemi için yapılan bir çalışmaya göre (Pape ve Wiegmann, 2001), en fazla kaza ve olay sayısı Meydan Kontrolü ile ilgilidir. Bu çalışmada da, ABD hava sahasındaki olaylar ve kazalar için benzer sonuca ulaşılmıştır. Avrupa hava sahasında HTK ilişkili kaza ve olaylarda Meydan Kontrolü, kazaların ve olayların üçüncü nedenidir. Ancak sadece HTK ilişkili kazalar analiz edildiğinde, FAA çalışması, Boeing ve ICAO araştırmaları ve bu çalışmanın sonuçlarının birbiriyle uyumlu olduğu görülmektedir.

FAA çalışmasına göre Meydan Kontrol ile ilgili kazanın oranı % 60 (meydan kontrolörler %41, kule şefi %10 ve yer kontrolörleri (meydan) %9) (Pape ve Wiegmann, 2001), Boeing araştırmasına göre %64 (Boeing, 2017), ICAO emniyet raporuna göre %72 (ICAO, 2014) ve bu çalışmaya göre ise ABD hava sahası için %52, Avrupa hava sahası için %56'dır.

ABD hava sahasındaki FAA çalışmasına göre, HTK ilişkili kazaların ve olayların en yüksek yüzdesi, çarpışan veya birbirine yakın olarak yaklaşan iki uçağı içermektedir. (Pape ve Wiegmann, 2001). Bu çalışmaya göre, ABD hava sahası için yukarıda bahsedilen sonuçlarla uyum söz konusu iken (ayırma ihlalleri), Avrupa havasa sahasındaki kaza ve olaylar için durum tamamen farklıdır. Avrupa hava sahasındaki kaza ve olayların en sık görülen türü anormal pist temasıdır. Ayırma ihlalleri ancak sekizinci sırada yer almaktadır.

FAA ile karşılaştırıldığında, bu çalışmanın sonuçlarındaki en büyük fark, olumsuz hava koşullarında meydana gelen HTK ilişkili olayların ve kazaların sayısında görülmektedir. Bu çalışmada, FAA çalışmasından %20 daha fazla oranda bu şekildeki kazalara rastlanmıştır. Ancak FAA çalışmasının 1985-1997 yılları arası meydana gelen kazaları analiz ederken, bu çalışmanın 2008-2018 yılları arası meydana gelen kazaları analiz ettiği unutulmamalıdır.

Genel olarak, yoğun trafik hacminin HTK personeli için aşırı derecede ağır bir iş yükü oluşturabileceği (Malakis ve diğerleri, 2010) ve bu nedenle daha yüksek bir hata olasılığı ile sonuçlanabileceği kabul edilmektedir (Rodgers ve diğerleri, 1998). Kore'de yapılan bir çalışmada, çeşitli HTK insan hatası türlerinin trafik hacminden etkilendiğini açıkça gösterilmiştir (Moon ve diğerleri, 2011). Ancak, bu araştırmanın sonuçları, ABD'deki kontrolörlerinin daha az personel ile daha fazla sayıdaki uçuşu kontrol etmelerine rağmen, Avrupa'daki kontrolörlerden daha az sayıda HTK ilişkili kaza ve olay meydana geldiğini ortaya koymaktadır.

Günün saati (kaza anında), uçak konumu (kaza anında) ve HTK birimi (trafik sorumluluğu) faktörleri dikkate alındığında; FAA çalışmasının, Boeing ve ICAO araştırmalarının ve bu çalışmanın sonuçlarının birbiriyle paralel olduğu görülmektedir. HTK ilişkili kazaların çoğu gündüz, havada oluşmakta ve Meydan Kontrol hizmetinden kaynaklanmaktadır.

Tüm bu bulguların, gelecekte HTK ilişkili VFR kazalar hakkında yapılacak araştırmalar için yol gösterici olduğu düşünülmektedir. HTK ilişkili uçak kazaları ve olaylarının organizasyonel hatalar ve kişisel hatalar gibi hata türlerine göre incelenmesi ve Avrupa ve ABD'deki hava sahası yönetiminin organizasyonlarına (ABD ve Avrupa) göre karşılaştırılması gelecekte önemli araştırma konuları olabilir.

9.2. HTK İlişkili Kazaların ve Olayların Karşılaştırılması

Giriş bölümünde ifade edildiği gibi çeşitli araştırmalar, tüm uçak kazalarının %1-8'inin HTK hatalarından kaynaklandığını göstermektedir. Halbuki bu araştırmanın sonuçları, 2008-2018 döneminde ABD hava sahasında HTK katkılı (doğrudan veya dolaylı) 58 kaza meydana geldiğini ve bu da ABD hava sahasında meydana gelen tüm kazaların %21'ini oluşturduğunu göstermektedir. Sadece HTK'nın doğrudan dahil olduğu kazalar düşünüldüğünde bu oran %6,5'tir. Yine araştırmanın sonuçları, aynı dönemde Avrupa hava sahasında HTK katkısıyla (doğrudan veya dolaylı olarak) 163 kaza meydana geldiğini ve bu kazaların da Avrupa hava sahasında meydana gelen tüm kazaların %62'sini oluşturduğunu göstermektedir. Yalnızca HTK'nın doğrudan dahil olduğu kazalar düşünüldüğünde bu oran %18 olacaktı.

Çizelge 9.1'de ICAO kaza istatistikleri kullanılarak oluşturulan, dünyada, Amerika ve Avrupa hava sahalarında meydana gelen kazalar ve ölüm sayıları görülmektedir (ICAO, 2022).

Çizelge 9.1. 2008-2018 yılları arasında dünya, Amerika ve Avrupa hava sahalarında meydana gelen kazalar ve ölüm sayısı.

	Dünya		ABD		Avrupa	
	Kazalar	Ölümler	Kazalar	Ölümler	Kazalar	Ölümler
2008	139	523	30	2	31	242
2009	116	695	22	50	17	9
2010	128	768	21	2	26	14
2011	125	422	30	0	42	71
2012	98	386	24	0	30	42

Çizelge 9.1. (devam) 2008-2018 yılları arasında dünya, Amerika ve Avrupa hava sahalarında meydana gelen kazalar ve ölüm sayısı.

2013	90	173	23	7	19	50
2014	97	911	25	0	23	300
2015	92	474	24	0	21	150
2016	76	182	21	0	23	64
2017	88	50	29	0	10	8
2018	98	514	27	1	19	72
Toplam	1147	5098	276	62	261	1022

İstatistik analiz sonuçlarına göre, HTK ilişkili kazalar ve olaylar arasında bazı dikkate değer farklılıklar gözlemlenmiştir. HTK ilişkili kazalarda; yerde, VFR uçuş, meydan kontrol hatası, dış faktör yok faktörleri daha olasıdır. Bu faktörleri içeren kazaların çoğu ‘pist emniyeti ile ilgili’ kazalardır. Buna karşılık, HTK ilişkili olaylarda; havada, IFR uçuş, saha kontrol hatası, dış faktör var faktörleri daha olasıdır. Bu faktörleri içeren olayların çoğu ise ‘ayırma ihlalleri’ türünden olaylardır.

1985 ve 1997 yılları arasında HTK ilişkili kazalar ve olaylar üzerine yapılan bir çalışmada, HTK ilişkili kazaların, uçak yerdeyken vakalardan daha çok kaza olarak gerçekleştiğini söylemektedir (Pepe ve Wiegmann, 2001). Aynı çalışma, IMC sırasında meydana gelen olaylardan daha yüksek bir kaza yüzdesinin olduğunu göstermiştir. Bu, hava koşullarının uçuş için iyi olmadığı ve dış faktörlerden birinin (hava faktörü) dahil olduğu anlamına gelmektedir. Ayrıca, çalışmanın lojistik regresyon sonuçları, dış faktörlerden birinden etkilenen vakanın olaydan çok kazaya dönüşme olasılığının daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Her iki çalışma da HTK ilişkili kazaların meydan kontrolör tarafından işlenen hatalarla, HTK ilişkili olayların ise saha kontrolör tarafından işlenen hatalarla ilişkili olduğunu göstermiştir.

Ayrıca, her iki çalışma da HTK ilişkili kazaların VFR uçuşları içerme olasılığının daha yüksek olduğunu ve HTK ilişkili olayların IFR uçuşları içerme olasılığının daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Bununla birlikte Pape ve Wiegman (2001) çalışmalarında, HTK ilişkili kazaların, HTK ilişkili olaylardan daha büyük bir yüzdesinin gün ışığı olmayan koşullarda meydana

geldiğini göstermektedir. Literatürdeki birçok çalışmada da HTK performansının gece vardiyasında düştüğünü ve HT kontrolörlerin görevdeyken uykuya dalabildiğini göstermektedir. HTK hata oranlarının gece vardiyasında en yüksek olduğuna dair çalışmalar bulunmaktadır (Luna, 1997; Holley, 2003; Signal, 2007). Bu bulgulardan farklı olarak bu çalışmanın sonuçları, günün saatinin HTK ilişkili kazalar veya HTK ilişkili olaylar için önemli bir faktör olmadığını göstermektedir.

Ayrıca ki-kare testinin sonuçlarına göre, HTK ilişkili kazalardaki ve HTK ilişkili olaylardaki faktörler arasında farklı ilişkiler tespit edilmiştir. HTK ilişkili kazalar ve HTK ilişkili olaylardaki faktörler arasında dört ilişki belirlenmiştir:

- HTK Katkısı ve HTK Birimi;
- HTK Katkısı ve Günün Saati;
- Uçuş Kuralları ve Dış Faktörler ve
- HTK Birimi ve Uçak Konumu.

HTK'nın doğrudan dahil olduğu HTK ilişkili kazaların Meydan Kontrolü'nü, ardından Yaklaşma'yı ve ardından Saha'yı içermesi daha olasıyken, HTK'nın doğrudan dahil olduğu HTK ilişkili olayların Meydan Kontrolü'nü, ardından Saha'yı ve Yaklaşma'yı içermesi daha olasıdır.

Ki-kare testi sonuçlarına göre; HTK ilişkili kazalarda HTK'nın dolaylı dahil olduğu kazaların gece meydana gelmesi daha olası iken, HTK ilişkili olaylarda HTK 'nın doğrudan dahil olduğu olayların gece meydana gelmesi daha olasıdır.

Dış faktörlerin herhangi bir etkisi olmayan HTK ilişkili kazaların IFR'dan ziyade VFR olma olasılığı daha yüksektir, buna karşılık dış faktörlerin herhangi bir etkisi olmayan HTK ilişkili olayların VFR'den daha fazla IFR olması daha olasıdır.

Havada meydana gelen HTK ilişkili kazaların yaklaşma kontrolden çok saha kontrolü içermesi daha olasıyken, havada meydana gelen HTK ilişkili olayların saha kontrolden

ziyade yaklaşma kontrolü içermesi daha olasıdır. Her ikisinin de meydan kontrolü içermesi en az olasıdır.

Aşağıda listelenen faktörler arasında ne HTK ilişkili kazalarda ne de HTK ilişkili olaylarda ilişkiler tespit edilmemiştir.

- HTK Katkısı ve Dış Faktörler;
- Uçuş Kuralları ve Uçak Yeri;
- HTK Birimi ve Dış Faktörler ve
- HTK Birimi ve Günün Saati.

HTK ilişkili kazalarda:

- HTK Katkısı ve Uçuş Kuralları;
- HTK Katkısı ve Uçak Yeri;
- Dış Faktörler ve Uçak Yeri

arasındaki ilişkiler belirlenirken, HTK ilişkili olaylarda bu ilişkiler tespit edilmemiştir.

Buna karşılık, HTK ilişkili olaylarda:

- Uçuş Kuralları ile HTK Birimi arasındaki ilişkiler;
- Uçuş Kuralları ve Günün Saati;
- Dış Faktörler ve Günün Saati;
- Uçağın Konumu ve Günün Saati

belirlenirken, bu ilişkiler HTK ilişkili kazalarda tespit edilmemiştir. Bu sonuçların özeti Çizelge 9.2.'de verilmiştir.

Bu bulgular, HTK ilişkili kazaların ve olayların yalnızca aynı sürekliliğin farklı uçları olmadığını; başka bir ifade ile, ‘‘Olaylar, saniyede kaçınılan kazalardır’’ sözünün doğru olmadığını gösteren bulgulardır. Aslında, HTK ilişkili kazalar ve olaylar; meydana geldiği koşulların birbirinden farklı olduğu, farklı faktörlere bağlı olarak gerçekleşen durumlardır. Ayrıca birçok çalışma, pilotlarla ilgili kazaların ve olayların pilotlar tarafından yapılan hata türlerinde de farklı olduğunu göstermiştir (Wiegmann & Shappell, 1997).

Çizelge 9.2. HTK ilişkili kazalarda ve htk ilişkili olaylarda faktörlerin arasında ilişkilerin karşılaştırılması

	Kazalarda	Olaylarda
Faktör I	Faktör II	Faktör II
HTK Katkısı	Uçuş Kuralları (p=0,030)	Uçuş Kuralları (p=0,265)
	HTK Birimi (p=0,001)	HTK Birimi (p=0,011)
	Dış Faktör(p=0,253)	Dış Faktör (p=0,234)
	Kaza Yeri (p=0,003)	Olay Yeri (p=0,168)
	Günün Saati (p=0,049)	Günün Saati (p=0,037)
Uçuş Kuralları	HTK Birimi (p=0,064)	HTK Birimi (p=0,008)
	Dış Faktör (p=0,017)	Dış Faktör (p=0,044)
	Kaza Yeri (p=0,711)	Olay Yeri (p=0,644)
	Günün Saati (p=0,953)	Günün Saati (p=0,011)
HTK Birimi	Dış Faktör (p=0,062)	Dış Faktör (p=0,320)
	Kaza Yeri (p=0,000)	Olay Yeri (p=0,000)
	Günün Saati (p=0,307)	Günün Saati (p=0,739)
Dış Faktör	Kaza Yeri (p=0,002)	Olay Yeri (p=0,168)
	Günün Saati (p=0,630)	Günün Saati (p=0,002)
Günün Saati	Kaza Yeri (p=0,504)	Olay Yeri (p=0,027)

Pape ve Wiegmann, (2001) çalışmasında belirtildiği gibi, olaylar genellikle daha affedici veya hataya toleranslı bir ortamda meydana geldiği için kaza olarak değil, olay olarak meydana gelmiştir. Bu çalışma, HTK ilişkili olayların çoğunun ayırma ihlallerinin olduğunu göstermiştir. Bu tür olayların kazaya dönüşmemesinin nedeni Trafik Çarpışma Önleme Sistemi (TCAS) olarak bilinen bir sistemin varlığıdır. TCAS Trafik Uyarı ve Çarpışma Önleme Sistemi olduğu için dikey ve yatay ayırma minimumları gevşediğinde uyarı vermektedir. Bu, TCAS’ın HTK personelinin dikkatsizliğinden kaynaklanan hatayı

düzeltiltiği ve bu sayede kazaların önüne geçtiği anlamına gelmektedir. Bununla birlikte, HTK ilişkili kazalar çoğunlukla pist emniyeti olaylarıdır. En yaygın HTK hatası türünün beceriye dayalı olduğu ve HTK ilişkili kazalarda kontrolörlerin dikkat veya hafıza süreçlerinde bir bozulmaya işaret ettiği belirtilmiştir. Birçok araştırmada da aynı sonuca varılmıştır. 1980 yılına ait (Danaher, 1980) olan çalışma bulguları, HTK hatasının doğasının 40 yıldan fazla değişmediği anlamına gelmektedir. Aslında pist ihlalleri ve meydan kontrol hatalarına ilişkin yaşanan vakaların sebeplerine bakıldığında, meydan kontrolörünün trafiği hızlandırmak ve beklemeleri azaltmak adına yaptığı kimi riskli davranışlar olduğu görülür. Bunun da nedeni meydan kapasitesi ve slot baskısıdır. Diğer bir faktörde trafik karmaşasının artmasıdır (düşük, yüksek performanslı uçaklar, helikopterler, yer araçları, uçuş şartları (IFR-VFR)), basit bir mantıkla idare edilen trafik çeşitlendikçe hata olasılığı artar.

Bu sonuca göre, pist emniyeti ile ilgili her türlü yerde çarpışmayı (havada TCAS gibi) önleyecek bir sisteme sahip olmanın HTK ilişkili kazaların sayısını azaltmaya katkı sağlayabileceği söylenebilir. Böyle bir yere dayalı çarpışmadan kaçınma sistemlerinin varlığının birçok avantajı vardır (Parie, 1975; Brooker, 2005). Genel olarak, emniyet sistemlerinin geliştirilmesi ve uygulanması insan hatasına daha az yer bırakır, tıpkı HTK'deki prosedürel hataların incelenmesinin HTK'da prosedürel hataların olabileceğini göstermesi gibi, ancak otomasyon bu hataların fatal etkisini azaltabilmektedir (Di Nocera ve diğerleri, 2006).

Sadece ATC ile ilgili kazaları içeren tartışmada, bu çalışmanın bulguları önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında bazı maddelerde benzerken bazı maddelerde farklıdır.

Örneğin FAA çalışmasına göre Meydan kontrol katkısı olan kazaların oranı %60 (Pape ve Wiegmann, 2001), Boeing araştırmasına göre bu oran %65 (Boeing, 2018), ICAO Emniyet Raporuna göre bu oran %72 (ICAO, 2014), bu çalışmaya göre %50'dir. Kazalar meydana geldiği farklı dönemleri için dört farklı çalışmaya göre, HTK ilişkili kazaların çoğu Meydan kontrolü içermektedir.

Önceki çalışmalar HTK ilişkili olayların orta veya düşük iş yükü ve normal karmaşıklık koşulları altında daha sık meydana geldiğini ortaya çıkarırken (Stager, P. Ve diğerleri, 1989), bu çalışmanın sonuçları, HTK ilişkili kazaların yoğun trafik veya karmaşık trafik gibi bir dış faktörü içermeye olasılığının daha yüksek olduğunu göstermiştir.

9.3. HTK İlişkili Kazaların ve Olayların Özelliklerinin Karşılaştırılması

Sekizinci bölüm Çizelge 8.2. olayların tablosuna bakıldığında, en sık tekrarlanan karakteristiklerin arasında Saha Kontrol (HTK birimi) bulunur. Saha Kontrol'den kaynaklanan olayların çoğu da 'ayırma ihlalleri' (loss of separation) cinsindendir. Bu tür vakaların kazalarla sonuçlanmamasının sebebi de Traffic Collision Avoidance System (TCAS) adıyla bilinen bir sistemin bulunmasıdır. Ayırma minimumunda düşüşler hem dikey hem de uzunlamasına ayırmalarda gerçekleşmektedir. Bunun en büyük etmeni, uçak performanslarındaki değişimler ve hava sahasının kompleksleşmesidir. Hava sahasının daha kompleksleşmesi, kavşak sayısının fazlalığı, yol sayısının ve komşu sektör sayının fazlalığıdır. TCAS, Trafik Uyarı ve Çarpışma Önleyici Sistemi olduğundan, dikey ve yatay ayırma minimumlarının ihlalinde, yani uçaklar birbirine 5 milden daha az bir mesafede bulunduğunda, uyarı vermektedir. Kazaların tablosunda ise en sık tekrarlanan karakteristiklerin arasında Meydan Kontrol (HTK birimi) bulunur. Meydan kontrolden kaynaklanan kazaların çoğu da 'runway excursion' 'runway incursion' ve 'ground collision' türündendir. Buna göre, bahsedilmiş faktörden kaynaklanan olayların büyük bir kısmının kazayla sonuçlanmamasının, havada TCAS gibi bir sistemin bulunması nedeniyle olduğu söylenebilir. Havalimanların yerdeki manevra sahalarında da TCAS'a benzeyen bir ekipmanın bulunması yerdeki kazaların sayısının azalmasına yardımcı olacaktır. En sık oluşan kaza ve olay türlerinde, HTK ile ilgili vakaların en önemli sebebinin HTK personelinin dikkatsizliği olduğu söylenebilir.

Ayrıca, çalışmanın bulgularına göre HTK'ların yaptıkları hatalar, çalışılan vardiyaların gündüz mü gece mi olduğundan etkilenmemiştir. Özellikle gece vardiyalarda oluşan kazaların ve olayların sayısı oldukça azdır. Lojistik modelde de günün saati faktörü istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Çizelge 9.3'te HTK ilişkili kazalarda en sık kaza türleri, Çizelge 9.4. HTK ilişkili olaylarda en sık olay türleri gösterilmiştir.

Çizelge 9.3. HTK ilişkili kazalarda kaza türlerinin sıklığı ve oranı

Kaza Türü	Frekans	Yüzdelik
Pist İhlali RI: Runway Incursion- vehicle, aircraft or person	30	13,3
Pistten Çıkma RE: Runway excursion	28	12,4
Yerde Çarpışma GCOL: Ground Collision	18	8,0
Uçuş Esnasında Kontrol Kaybı LOC-I: Loss of control - inflight	18	8,0
Kontrollü Uçuşta Yere Çarpma CFIT: Controlled flight into or toward terrain	16	7,1
Ayırma İhalleri MAC: Airprox/ ACAS alert/ loss of separation/ (near) midair collisions	16	7,1
Sistem/Komponent Arızası, Güç Grubu SCF-PP: powerplant failure or malfunction	12	5,3
Diğer OTHR: Other	10	4,4
Sistem/Komponent Arızası, [Güç Grubu Harici] SCF-NP: System/component failure or malfunction [non-powerplant]	10	4,4
Bilinmeyen UNK: Unknown or undetermined	10	4,4
HTY: HTK/HSG ATM: ATM/CNS	8	3,5
Yakıt İlişkili FUEL: Fuel related	5	2,2
Yerde Kontrol Kaybı LOC-G: Loss of control - ground	5	2,2
Türbülans TURB: Turbulence encounter	5	2,2
IMC Koşullarında İstenmeyen Uçuş UIMC: Unintended flight in IMC	5	2,2
Beklenmeyen Manevra AMAN: Abrupt maneuver	4	1,8
Anormal Pist Teması ARC: Abnormal runway contact	4	1,8
Kalkış ve İniş Esnasında Manialarla Çarpışma CTOL: Collision with obstacle(s) during take-off and landing	3	1,3
Buzlanma ICE: Icing	3	1,3

Çizelge 9.3. (devam) HTK ilişkili kazalarda kaza türlerinin sıklığı ve oranı

Havalimanı ADRM: Aerodrome	2	0,9
Kuş Çarpması BIRD: Birdstrike	2	0,9
Alçak seviyede uçuş LALT: Low altitude operations	2	0,9
RAMP: Yer hizmetleri RAMP: Ground Handling	2	0,9
Pist başlangıcından önce/pist sonundan sonra, uçağın teker koyması USOS: Undershoot/overshoot	2	0,9
Ruzgar veya Fırtına WSTRW: Windshear or thunderstorm.	2	0,9
KABİN: Kabin Emniyeti Olayları CABIN: Cabin safety events	1	0,4
NAV: Navigasyon Hatası NAV: Navigation error	1	0,4
Emniyet ile ilgili	1	0,4
Toplam	221	100.0

Çizelge 9.4. HTK ilişkili olayların türlerin sıklığı ve oranı

Olay Türü	Frekans	Yüzdelik
Ayrırma İhlali MAC: Airprox/ ACAS alert/ loss of separation/ (near) midair collisions	239	48.8
HTK ATM: ATM/CNS	99	20.2
Pist İhlali RI: Runway incursion - vehicle, aircraft or person	56	11.4
Diğer OTHR: Other	20	4.1
Navigasyon Hatası NAV: Navigation error	12	2.4
Yakıt İlişkili FUEL: Fuel related	9	1.8
Sistem/Komponent Arızası [Güç Grubu Harici] SCF-NP: System/component failure or malfunction [non-powerplant]	9	1.8
Pistten Çıkma RE: Runway excursion	7	1.4
Anormal Pist Teması ARC: Abnormal runway contact	6	1.2

Çizelge 9.4. (devam) HTK ilişkili olayların türlerin sıklığı ve oranı

Kontrollü Uçuşa Yere Çarma CFIT: Controlled flight into or toward terrain	6	1.2
Yerde Kontrol Kaybı LOC-G: Loss of control - ground	4	.8
Türlülans TURB: Turbulence encounter	4	.8
Havalimanı ADRM: Aerodrome	3	.6
Rüzgâr veya Fırtına WSTRW: Windshear or thunderstorm.	3	.6
Beklenmeyen Manevra AMAN: Abrupt manoeuvre	2	.4
Buzlanma ICE: Icing	2	.4
Henüz Bilinmeyen UNK: Unknown or undetermined	2	.4
Kuş Çarpması BIRD: Birdstrike	1	.2
Kabin Emniyeti Olayları CABIN: Cabin safety events	1	.2
Ateş/Duman (etkisiz) F-NI: Fire/smoke (non-impact)	1	.2
Uçuş Esnasında Kontrol Kaybı LOC-I: Loss of control - inflight	1	.2
Sistem/Komponent Arızası (Güç Grubu) SCF-PP: powerplant failure or malfunction	1	.2
Pist Başlangıçtan önce/pist sonundan sonra uçağın teker koyması USOS: Undershoot/overshoot	1	.2
Hayvanlarla Çarpışma WILD: Collision Wildlife	1	.2
Toplam	490	100.0



10. ÖNERİLER

Sonuçlar bölümünde gösterildiği gibi, VFR vakaların kaza olarak sonuçlanması IFR vakalarına göre daha olasıdır. Bunun nedenleri; VFR uçuşlara HTK hizmeti sadece tavsiye olarak, veya pilot tarafından istendiğinde verilmesinden kaynaklanabilmektedir. Halbuki, VFR uçuşlara da, IFR uçuşlarda olduğu gibi, tüm uçuş esnasında HTK hizmeti sunulursa, emniyet açısından fayda sağlanacağı düşünülmektedir.

Dış faktör olan vakaların kaza olarak sonuçlanması dış faktör olmayan vakalara göre daha olasıdır. Analize dahil edilen dış faktörler: yoğun ve karmaşık trafik, zayıf görüş şartları ve çeşitli teknik arızaları. Bu durumlar meydana geldiği zamanda HTK personel tarafından, özel prosedürlerin uygulanması gerekmektedir. Özel prosedürlerin gerektiği acil durumlar için periyodik antreman (HTK’de refresher olarak bilinen) yeterli sıklığında organize edilmiyor olabilir. Bu yüzden personel bu durumlar için yeterince hazır olmayabilir. Özel prosedürlerin gerektiği acil durumlar için periyodik antrenmanlar daha sık düzeltilmesinde faydalı olabilir. Yakıt azaltma veya boşaltma, kabin basıncında düşme, kuş çarpması, motor durması en bilindik olağan dışı olaylar olabilir fakat bu olayların çeşitliğinde bir sınır yoktur. Örneğin; kaptan pilotun kalkışta kalp krizi geçirmesi ya da son yaklaşımda bir yolcunun erken doğuma başlaması, concorde uçağının lastiğinden kopan bir parçanın motora girmesi fazlasıyla özel durumlardır ve bu durumların sınıflandırılması ve tamamına hazır olunması çok zordur.

İstatistik analizler, yerdeki vakaların kaza ile sonuçlanmasının havadaki vakalara göre 7,967 kat daha fazla olduğunu göstermiştir. Yaklaşma ve Saha kontrolden farklı olarak, meydan kontrol radar ekranı kullanmadan HTK hizmeti sağlamaktadır. Meydan kontrolünde de radar ekranı da dahil edilirse meydan kontrol personellerinin işi kolaylaştırabilir. Surface Movement Radar (SMR) sisteminin havalimanlarında uygulanması kuledeki kontrollerlere yardımcı olabilir. Özellikle manevra sahalarında olayların sık yaşandığı havaalanlarında SMR kullanılması faydalı olabilir. Sanal kule sistemi (Remote Tower System RTS) günümüzde büyük havalimanları için de uygulanmaya başlayacaktır. RTS, uzaktan meydan trafiğine HTK hizmeti sağlanabilmesine imkan veren bir sistemdir. Bu sistem şehir dışındaki ve küçük hava limanları için kullanılmıştır. Bu sistem HTK’ların işe gidip gelmek için harcayacağı zamanı azaltacaktır. Sanal kuleler şehir içerisinde konumlanabilir ve böylece işe gidip gelme zamanının HTK personellerin performansı üzerindeki olumsuz etkisi

azaltabilir. Ayrıca, RTS sistemine havalimanı manevra sahasında çarpışma önleme sistemi de dahil edilebilir. Bu sistem havalimanı manevra sahalarında sadece iki uçak arasında değil, uçak ve diğer araçlar arasındaki çarpışmaları önlemekte de yardımcı olabilir. Uçaklar birbirine yaklaştığı zaman veya uçak bir yer aracına yaklaştığı zaman bu sistem, meydan kontrol personeline uyarı verebilir ve HTK bu uyarıya göre hareket edebilir. Özetle; havada TCAS/ACAS ve STCA sistemleri nasıl çalışıyorsa, aynı mantıkla yerde de buna benzer bir sistem tasarlanabilir.

Çalışma sonuçlarına göre HTK ilişkili vakaların kaza olarak sonuçlanmasında VFR vakalarda daha olasıdır. Bu nedenle HTK ilişkili VFR kazaların daha detaylı incelenmesi faydalı olacaktır. Özellikle bu kazalarda HTK personeline ait olan ve kazaya neden olan hata türlerin analizi bu tarz kazaların sayısının indirilmesinde faydalı olabilir.

HTK personelinin uçak marka ve tipine göre uçakların manevra performansına ilişkin bilgiye sahip olmasının da faydalı olacağı düşünülmektedir. Şöyle ki: HTK personeli, uçağın tırmanma/alçalma performansını bilmeleri durumunda, pilotlara daha net tırmanma ve alçalma müsaadeleri verebilecek ayrıca trafiğin akışının hızlandırılmasını daha iyi planlayabilecektir.

HTK doğrudan dahil olduğu kazalara neden olan HTK personelinin özelliklerinin analiz edilmesi bu özelliklerin etkisini daha net açıklayabilir. Bu özellikler: yaş, cinsiyet, tecrübe, ingilizce seviyesi, son tazaleme eğitiminden (refresher) kaza tarihine kadar geçen süre, hangi vardiyada çalıştığı, vardiyada hangi saatte hata yapıldığı, vardiya planı, ortam şartları (ortam sıcaklığı, ışık, ses-gürültü, ergonomik koşullar vb.) gibi özelliklerdir. Lisansüstü tez çalışmalarında, HTK doğrudan dahil olduğu kazaların analizlerinin yapılarak kök nedenlerinin bulunmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Pilot ve HTK arasında iletişim hataları birbirinden büyük oranda etkilenmekte olup bu durumda kimin daha fazla (asli/tali) hatalı olduğunu ayırt etmek oldukça zordur. Bu nedenle pilotların doğrudan dahil, HTK'nın dolaylı dahil olduğu kazalarda HTK'nın ne tür hatalar yaptığının analiz edilmesi de önemli bulguları ortaya koyabilir.

Ayrıca, HTK ilişkili kazaların önleminde yapay zeka tekniklerinin kullanılmasına ilişkin çalışmalara başlanmış olup gelecekte bu çalışmaların hızla devam edeceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Agresti, A. (2007). *An introduction to categorical data analysis*. USA: New Jersey: John Wiley and Sons. Inc., 143-149.
- Airbus. (2014). *Commercial aviation accidents 1958-2013 a statistical analysis*. Paris, France: Airbus, 13.
- Airbus. (2018). *Commercial aviation accidents 1958-2018 a statistical analysis*. Paris, France: Airbus, 15.
- Airbus. (2021). *A statistical analysis of commercial aviation accidents 1958-2020*. Paris, France: Airbus, 19.
- Aksaraylı, M. ve Saygın, Ö. (2011). Algılanan hizmet kalitesi ve lojistik regresyon analizi ile hizmet tercihine etkisinin belirlenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(1), 21-37.
- Alderson, J. C. (2009). Air safety, language assessment policy, and policy implementation: The case of aviation English. *Annual Review of Applied Linguistics*, 29, 168–187.
- Atabey, Ö. (2010). *Lojistik regresyon modeli ve geriye doğru eliminasyon yöntemiyle değişken seçiminin hipertansiyon riski üzerine uygulamasında bootstrap yöntemi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Entitüsü, Ankara.
- Babbie, E. R. (2013). *The basics of social research* (6th Edition). California, Belmont, Wadsworth: Cengage Learning, 45.
- Bayrak, P. ve Orhunbilge, N. (2013) *Uygulamalı regresyon ve korelasyon analizi. gözden geçirilmiş* (İkinci Baskı). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Basım ve Yayınevi Müdürlüğü, 15-21.
- Boeing Commercial Airplanes, Airplane Safety. (2020). *Statistical summary of commercial jet airplane accidents, Worldwide operations, 1959 – 2019*. Seattle, Washington: Boeing, 26.
- Bos, H. Jansen, R. and Jong, H. (2009). Apportioned ATC safety criteria based on accident rates. *Air Traffic Control Quarterly*, 17(3), 269-299.
- Breul, C. (2013). Language in aviation: the relevance of linguistics and relevance theory. *Languages, Society and Policy Journal*, 4(1), 72-88.
- Broach, D. and Dollar, C. (2002) *Relationship of employee attitudes and supervisor-controller ratio to en route operational error rates*. Oklahoma City, USA: Federal Aviation Administration, 6-9.
- Brooker, P. (2005). Airborne collision avoidance systems and air traffic management safety. *Journal of Navigation*, 58(01), 1-16.

- Burmaoğlu, S. (2009). *Birleşmiş milletler kalkınma programı beşeri kalkınma endeksi verilerini kullanarak diskriminant analizi, lojistik regresyon analizi ve yapay sinir ağlarının sınıflandırma başarılarının değerlendirilmesi*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Čokorilo, O., Miroslavljević, P. and Gvozdenović, S. (2011). An approach to safety management system (SMS) implementation in aircraft operations. *African Journal of Business Management*, 5(5), 1942–1950.
- Çınar, E. (2010). *Hava trafik kontrol hizmetlerinde algılanan hizmet kalitesi*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Çokluk, Ö. (2010). Lojistik regresyon analizi: Kavram ve uygulama. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 10(3), 1357-1407.
- Danaher, J. W. (1980). Human error in ATC system operations. *The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 22(5), 535-545.
- Devlet Hava Meydanları İşletmesi. (2006). *İstatistik yılı 2006*. Ankara: Devlet Hava Meydanları İşletmesi, 10-17.
- Devlet Hava Meydanları İşletmesi. (2016). *AIP: Aeronautical information publication-CD*. Ankara: APK Daire Bakanlığı, 20-21.
- Devlet Hava Meydanları İşletmesi. (2018). *Görerek uçuş kuralları ENR1.2-1*. Ankara: Devlet Hava Meydanları İşletmesi, 5-7.
- Di Nocera, F., Fabrizi, R., Terenzi, M. and Ferlazzo, F. (2006). Procedural errors in air traffic control: Effects of traffic density, expertise, and automation. *Aviation Space and Environmental Medicine*, 77(6), 39-43.
- Dönmez, K. ve Uslu, S. (2018). İnsan Faktörleri Analiz ve Sınıflandırma Sistemi'nin (HFACS) literatürde yaygın kullanımının değerlendirilmesi. *Journal of Aviation*, 2(2), 156-176.
- Dönmez, K. ve Uslu, S. (2020). The effect of management practices on aircraft incidents. *Journal of Air Transport Management*, 84, 23-34.
- Elhan, A. H. (1997). *Lojistik regresyon analizinin incelenmesi ve tipta bir uygulaması*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Federal Aviation Administration. (1995). *Workshop on flight crew accident and incident human factors. office of system safety*. Washington, DC, USA: Federal Aviation Administration, 21-23.
- Federal Aviation Administration. (2000). *Annual review*. Washington, DC, USA: Federal Aviation Administration, 19-35.
- Henry, S. (2012). The relation of control charts to analysis of variance and chi-square tests. *Journal of The American Statistical Association*, 42(239), 425-431.

- Hosmer Jr, D. W., Lemeshow, S. and Sturdivant, R. X. (2013). *Applied logistic regression*. (3th Edition). UK: John Wiley & Sons, Inc., 145-149.
- Hurst, N. W., Young, S., Donald, I., Gibson, H., and Muyselaar, A. (1996). Measures of safety management performance and attitudes to safety at major hazard sites. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 9 (2), 161–172.
- International Air Transport Association. (2014, June). *Annual review 2014*. 70th Annual General Meeting, International Air Transport Association (IATA), Doha, 11.
- International Civil Aviation Organization. (2007). *Manual on the prevention of runway incursions* (First Edition). Montreal, Quebec, Canada: ICAO Publication, 11.
- International Civil Aviation Organization. (2013). *Safety report*. Montreal, Quebec, Canada: ICAO Publication, 15-19.
- International Civil Aviation Organization. (2016). *Aircraft accident and incident investigation, annex 13* (11th Edition). Quebec, Canada: ICAO Publication, 10.
- International Civil Aviation Organization. (2016). *Aeronautical telecommunication – Communication procedures including those with PANS status, annex 10 volum 2* (7th Edition). Quebec, Canada: ICAO Publication, 8.
- International Civil Aviation Organization. (2016). *Air traffic management (Doc. No. 4444-ATM/501)* (16th Edition). July 2016 Montreal, Quebec, Canada: ICAO Publication, 7-8.
- International Civil Aviation Organization. (2018). *Air traffic services, annex 11* (15th Edition). Quebec, Canada: ICAO Publication, 19-23.
- International Civil Aviation Organization. (2019). *Safety report*. Quebec, Canada: ICAO Publication, 5-9.
- International Civil Aviation Organization. (2020). *Aircraft accident and incident investigation, annex 13* (12th Edition). Quebec, Canada: ICAO Publication, 12.
- Işığışok, E. (2011). *Altı sigma kara kuşaklar için hipotez testleri yol haritası*. Türkiye, Bursa: Marmara Kitabevi Yayınları, 45-47.
- İnternet: Boeing Commercial Airplanes, Airplane Safety. (2001). *Statistical summary of commercial jet airplane accidents, worldwide operations, 1959 – 2000*. Seattle, Washington: Boeing, 3- 22. Web: www.boeing.com/news/techissues, Son Erişim Tarihi: 10.11.2021.
- İnternet: Boeing Commercial Airplanes, Airplane Safety. (2017). *Statistical summary of commercial jet airplane accidents worldwide operations | 1959 – 2017*. Seattle, Washington: Boeing, 11-15. Web: <https://cdn.aviation-safety.net/airlinesafety/industry/reports/Boeing-Statistical-Summary-1959-2017.pdf>, Son Erişim Tarihi: 12.01.2022.

İnternet: Boeing Commercial Airplanes, Airplane Safety. (2018). *Statistical summary of commercial jet airplane accidents. Worldwide operations 1959-2017*. Seattle, Washington: Boeing, 14. Web: <<https://aviation-safety.net/airlinesafety/industry/reports/Boeing-Statistical-Summary-1959-2017.pdf>>, Son Erişim Tarihi: 05.03.2022.

İnternet: Boeing Commercial Airplanes, Airplane Safety. (2022). *Statistical summary of commercial jet airplane accidents. Worldwide operations 1959-2021*. Seattle, Washington: Boeing, 10-12. Web: https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/company/about_bca/pdf/statsum.pdf, Son Erişim Tarihi: 01.06.2022.

İnternet: Civil Aviation Authority (CAA). (2013). *Global fatal accident review 2002 to 2011 CAP 1036*. London, UK: Civil Aviation Authority, sayfa. Web: <https://publicapps.caa.co.uk/docs/33/CAP%201036%20Global%20Fatal%20Accident%20Review%202002%20to%202011.pdf>, Son Erişim Tarihi: 17.10.2022.

İnternet: Devlet Hava Meydanları İşletmesi. (2011). *Havacılık terimleri sözlüğü*. Ankara: APK Daire Bakanlığı, 25. Web: https://cdn.flypgs.com/files/SEYAHAT_SOZLUGU/DHMi-Havacilik-Terimleri-Sozlugu.pdf, Son Erişim Tarihi: 19.10.2022.

İnternet: Eurocontrol and FAA. (2019). *US/Europe comparison of ATM-related operational performance*. Eurocontrol and FAA. Web: <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2019-05/us-europe-comparison-operational-performance-2017.pdf>, Son Erişim Tarihi: 11.05.2022.

İnternet: Eurocontrol. (2003). *Guidelines for investigation of safety occurrences in ATM*. Eurocontrol Publication. March 2003. Web: <https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/287.pdf>, Son Erişim Tarihi: 20.11.2021.

İnternet: Eurocontrol. (2009). *Decision-making*. Eurocontrol Publication July 2009. EU. Web: [http://www.skybrary.aero/index.php/Decision-Making_\(OGHFA_BN\)](http://www.skybrary.aero/index.php/Decision-Making_(OGHFA_BN)), Son Erişim Tarihi: 20.07.2020.

İnternet: Eurocontrol. (2010). *Non-compliance with ATC procedures in low traffic periods*. Eurocontrol Publication September 2010. EU. Web: http://www.skybrary.aero/index.php/Noncompliance_with_ATC_Procedures_in_low_traffic_periods, Son Erişim Tarihi: 20.08.2022.

İnternet: Eurocontrol. (2011). *ESARR 2 - Reporting and assessment of safety occurrences in ATM* (2nd Edition). Eurocontrol Publication December 2011. EU. Web: <https://www.eurocontrol.int/publication/esarr-2-reporting-and-assessment-safety-occurrences-atm>, Son Erişim Tarihi: 15.09.2022.

İnternet: Eurocontrol. (2012). *Regulation 1032/2006 - Exchange of flight data between ATC units*. Eurocontrol Publication August 2012. EU. Web: http://www.skybrary.aero/index.php/Regulation_1032/2006_, Son Erişim Tarihi: 20.08.2022.

- İnternet: Eurocontrol. (2013). *Memory in ATC*. Eurocontrol Publication May 2013. EU. Web: http://www.skybrary.aero/index.php/Memory_in_ATC, Son Erişim Tarihi: 17.07.2022.
- İnternet: Eurocontrol. (2013). *Read-back or hear-back*. Eurocontrol Publication September 2013. EU Web: http://www.skybrary.aero/index.php/Read-back_or_Hear-back, Son Erişim Tarihi: 17.07.2022.
- İnternet: Eurocontrol. (2015). *Handover/takeover of operational ATC working positions/responses*. Web: http://www.skybrary.aero/index.php/Handover/Takeover_of_Operational_ATC_Working_Positions/Responses, Son Erişim Tarihi: 14.10.2021.
- İnternet: European Union Aviation Safety Agency. (2019). *Annual safety review*. July 2019 EASA, EU. Web: <https://www.easa.europa.eu/document-library/general-publications/annual-safety-review-2019>, Son Erişim Tarihi: 20.09.2022.
- İnternet: International Civil Aviation Organization and Commercial Aviation Safety Team. (2011). *Aviation occurrence categories – Definition and usage notes*. Montreal, Quebec, Canada: ICAO Publication, 10-13. Web: https://www.icao.int/APAC/Meetings/2012_APRAST/OccurrenceCategoryDefinitions.pdf, Son Erişim Tarihi: 20.09.2022.
- İnternet: International Civil Aviation Organization. (2005) *Threat and error management (TEM) in air traffic control*. Montreal, Quebec, Canada: ICAO Publication, 14-19. Web: http://flightsafety.org/files/tem_icao_10-05.pdf, Son Erişim Tarihi: 21.09.2022.
- İnternet: International Civil Aviation Organization. (2012). *Safety report 2012*. Montreal, Quebec, Canada: ICAO Publication, 5, 10-14. Web: http://www.icao.int/safety/Documents/ICAO_SGAS_2012_final.pdf, Son Erişim Tarihi: 25.09.2022.
- İnternet: International Civil Aviation Organization. (2014). *Safety report*. Montreal, Quebec, Canada: ICAO Publication, 35. Web: https://www.icao.int/safety/Documents/ICAO_2014%20safety%20Report_final_02042014_web.pdf, Son Erişim Tarihi: 28.05.2022.
- İnternet: International Civil Aviation Organization. (2018). *Safety management manual (Doc. No.9859)*. Montreal, Quebec, Canada: ICAO Publication, 135. Web: https://caainternational.com/wp-content/uploads/2018/05/9859_unedited_en.pdf, Son Erişim Tarihi: 05.02.2020.
- İnternet: National Transportation Safety Board (NTSB). (2010). *Notification and reporting of aircraft accidents or incidents and overdue aircraft, and preservation of aircraft wreckage, mail, cargo, and records*. 49 CFR part 830. Washington: NTSB Publication, 2. Web: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2010-08-24/pdf/2010-20864.pdf>, Son Erişim Tarihi: 10.08.2021.

- İnternet: Oster, C. V., Strong, J. S. ve Zorn, K. (2010). *Why airplanes crash: causes of accidents worldwide*. Paper presented at 51st Annual Transportation Research Forum (TRF), March 11-13 Arlington, Virginia, USA., 9. Web: 51st Annual Transportation Research Forum, Arlington, Virginia, March 11-13, 2010, Web: <https://ageconsearch.umn.edu/record/207282>, Son Erişim Tarihi: 18.10.2022.
- İnternet: Prinzo, O. V., Hendrix, A. M. and Hendrix, R. (2009). *The outcome of ATC message length and complexity on enroute pilot readback performance*. Washington: Federal Aviation Administration, 34. Web: <http://libraryonline.erau.edu/online-full-text/faa-aviation-medicine-reports/AM09-02.pdf>, Son Erişim Tarihi: 15.07.2022.
- İnternet: Rodgers, M. D., Mogford, R. H., Mogford, L. S. (1998). *The relationship of sector characteristics to operational errors*. Washington: Federal Aviation Administration Civil Aeromedical Institute, 54. Web: https://www.faa.gov/data_research/research/med_humanfacs/oamtechreports/1990s/media/9814.pdf, Son Erişim Tarihi: 11.05.2022.
- İnternet: Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü. (2011). *Emniyet yönetimi el kitabı* (EYS-SMM). Ankara: SHGM Yayınları, 25-34. Web: https://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/pdf/kurumsal/yayinlar/Emniyet_Yonetimi_El_Kitabi.pdf, Son Erişim Tarihi: 01.05.2021.
- İnternet: Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü. (2015). *Havayolu taşımacılığı ve ekonomik düzenlemeler; Teori ve Türkiye uygulanması*. Ankara: SHGM Yayınları, 21, 98-99, 154. Web: https://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/pdf/kurumsal/yayinlar/SHGM_Havayolu_Tasimaciligi_Kitabi.pdf, Son Erişim Tarihi: 19.01.2021.
- İnternet: Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü. (2015). *Türk Hava sahasında hava kurallarının uygulanmasına ilişkin usul ve esaslar talimatı*. Ankara: SHGM Yayınları, 2-6. Web: https://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/mevzuat/sektorel/taslaklar/SH-T-HK_20151202.pdf, Son Erişim Tarihi: 08.07.2021.
- İnternet: Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü. (2016). *Pist ihlallerini önleme kılavuzu*. Ankara: SHGM Yayınları, 14, 29. Web: https://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/pdf/kurumsal/yayinlar/Pist_Ihlallerini_Onleme_Kilavuzu.pdf, Son Erişim Tarihi: 19.12.2021.
- İnternet: Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü. (2016). *Türk hava sahasında hava trafik hizmetlerinin uygulanmasına ilişkin usul ve esaslar talimatı (SHT-HTH)*. Ankara: SHGM Yayınları, 2-4, 10, 22-24. Web: <https://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/mevzuat/sektorel/taslaklar/SH-T-HTH.pdf>, Son Erişim Tarihi: 11.12.2021.
- İnternet: Airkule. (2012). 11 bin uçak aynı anda havada. Web: <http://www.airkule.com/haber/11-BIN-UCAK-AYNI-ANDA-HAVADA-/12656>. Son Erişim Tarihi: 06.04.2022.

- İnternet: Guild of Air Traffic Controllers of South Africa. (2013). Situational awareness. GATCSA. Web: http://www.gatcsa.org/index.php?option=com_content&task=view&id=50&Itemid= 28 Son Erişim Tarihi: 15.12.2021.
- İnternet: Netherlands Aviation Safety Board. (1977). Finalreport and comments of the investigation into the accidentwith the collision of KLM Flight 4805, Boeing 747-206B,PH-BUF and Pan American Flight 1736, Boeing 747-121,N736PA at Tenerife Airport. Netherlands Aviation Safety Board (NASB). Web: <http://www.project-tenerife.com/netherlands/PDF/finaldutchreport.pdf> Son Erişim Tarihi: 15.09.2021.
- İnternet: SHGM. (2018). Havacılık personeli, hava trafik kontrolörü. Web: <https://web.shgm.gov.tr/tr/havacilik-personeli/2129-hava> Son Erişim Tarihi: 15.12.2020.
- İnternet: Statistics of Fatal Accidents for period 2008-2018. Aviation safety network Web: <https://aviation-safety.net/statistics/period/stats.php>. Son Erişim Tarihi: 05.03.2022.
- İnternet: Usanmaz, Ö. ve Aktaş, R. (2000). Türkiye ve Avrupa Hava sahalarında dikey ayırma minimalarının azaltılması – RVSM. Web: <https://earsiv.anadolu.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/11421/22231/22231.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Son Erişim Tarihi: 11.05.2022.
- Lawrence, P. and Gill, S. (2007). Human hazard analysis: A prototype method for human hazard analysis developed for the large commercial aircraft industry. *Disaster Prevention and Management*, 16(5), 718–739.
- Loft, S., Finnerty, D., and Remington, R. W. (2011). Using spacial context to support prospective memory in simulated air traffic control. *Human Factors*, 53(6), 662-671.
- Loft, S., Sanderson, P., Neal, A. and Mooij, M. (2007). Modelling and predicting mental workload in en route air traffic control: Critical review and broader implications. *Human Factors*, 49, 376-399.
- Luna, T. D. (1997). Air traffic controller shiftwork: what are the implications for aviation safety? A review. *Aviation Space and Environmental Medicine*, 68(1), 69-79.
- Malakis, S., Kontogiannis, T. and Kirwan, B. (2010). Managing emergencies and abnormal situations in air traffic control (part I): Task work strategies. *Applied Ergonomics Journal*, 41(4), 620-627.
- Michalsen, A. (2003). Risk assessment and perception. *Injury Control and Safety Promotion*, 10(4), 201–204.
- Molesworth, B. R. C. and Estival, D. (2015). Miscommunication in general aviation: The influence of external factors on communication errors. *Safety Science*, 73, 73–79.
- Moon, W., Yoo, K., and Choi, Y. (2011). Air traffic volume and air traffic control human errors. *Journal of Transportation Technologies*, 1(3), 47-53.

- Mutlu, M. (2013). *Açık işletme kömür madenciliğinde lojistik regresyon analizi ile iş kazalarının değerlendirilmesi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Öztekin, A. E., and Luxhoj, J. T. (2010). An inductive reasoning approach for building system safety risk models of aviation accidents. *Journal of Risk Research*, 13(4). 479–499.
- Öztürk, E. A. (2017). *Ulaşım kazaları ders notları*. Ankara: Gazi Üniversitesi, 11-35.
- Pape, A. M. and Wiegmann, D. A. (2001). *Air traffic control (ATC) related accidents and incidents: A human factors analysis*. Paper presented at 11th International Symposium on Aviation Psychology. Columbus, OH, 23-29.
- Perie, M. E., Horowitz, B. M., Culhane, L. G., McFarlan, A. L. and Senne, K. (1974). *Ground-based collision avoidance systems for air traffic*. Paper presented at 20th Symposium of the AGARD Guidance and Control Panel. Edinburgh, Scotland, 18.
- Powers, D. A. and Yu, X. (2000). *Statistical methods for categorical data analysis*. San Diego, California: Academic Press, 54.
- Rose, A (2004). Free lessons in aviation safety. *Aircraft Engineering and Aerospace Technology. Emerald Insight*, 76(5), 467- 473.
- Salmon, P. M., Stanton, N. E., Lenne, M., Jenkins, D. P., Rafferty, L. and Walker, G. H. (2011). *Human factors methods and accident analysis: Practical guidance and case study applications*. Farnham: Ashgate Publishing Limited, 89-95.
- Scarborough, A., Bailey, L. and Pounds, J. (2005). *Examining ATC operational errors using the human factors analysis and classification system*. Oklahoma: Federal Aviation Administration, 11-14.
- Seamster, T. L., Redding, R. E., Cannon, J. R., Ryder, J. M. and Purcell, J. A. (1993). Cognitive task analysis of expertise in air traffic control. *The International Journal of Aviation Psychology*, 3, 257 – 283.
- Shappell S. and Wiegmann, D. (2003). *A human error analysis of general aviation controlled flight into terrain accidents occurring between 1990-1998*. Virginia: USA. Federal Aviation Administration, 5-6.
- Shappell, S. and Wiegmann, D. (2000). *The human factors analysis and classification system– HFACS*. Washington: U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, 4-7.
- Shappell, S. and Wiegmann, D. (2001). *Air traffic control (ATC) related accidents and incidents: A human factors analysis*. Paper presented at International Symposium on Aviation Psychology, Columbus, OH, USA.
- Shorrock, S. T. (2005). Errors in memory in air traffic control. *Safety Science*, 43, 571-588.
- Shorrock, S. T. and Isaac, A. (2010). Mental imagery in air traffic control. *The International Journal of Aviation Psychology*, 20 (4), 309-324.

- Shorrock, S. T. and Kirwan, B. (2002). Development and applications of human error identification tool for air traffic control. *Applied Ergonomics*, 33, 319-336.
- Sims, R. (2004). *Bivariate data analysis: A practical guide* (2nd Edition) New York: Nova Science Publishers Inc., 89-91.
- Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü. (2012). *Emniyet yönetimi sistemi temel esaslar*. Ankara: SHGM Yayınları, 1, 2, 10.
- Stager, P., Hameluck, D. and Jubis, R. (1989). Underlying factors in air traffic control incidents. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 33(2), 43-46.
- Strother, J. B. (1999). *Communication failures lead to airline disasters*. IPCC 99. Communication Jazz: Improvising the New International Communication Culture. Proceedings 1999 IEEE International Professional Communication Conference, New Orleans, LA, USA, 29-35.
- Şahin, A. (2016). *İnşaat sektöründe iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları üzerine bir araştırma: Ankara ili örneği*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Torum, O. (2002). *İnsan faktörleri*. Ankara: THY Yayınları, 5, 12.
- Türk Hava Yolları. (2002). *Uçak bakımında insan faktörleri*. Ankara: Aviation Academy Technical Training, 12-14.
- United States Office of Personnel Management. (1978). *Position classification standard for air traffic control series*. *Air Traffic Control Series*, Office of Personnel Management Publication, New York, U.S., 26.
- Uslu, S. ve Dönmez, K. (2017). Hava trafik kontrol kaynaklı uçak kazaların incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(18), 271-287.
- Villela, B. (2011). *Applying human factors analysis and classification system to aviation incidents in the Brazilian Navy*. Non Published PhD Thesis, Embry-Riddle Aeronautical University, Florida, USA, 2011.
- Wagner, D. N. (2017). Learning from Aviation project resource management to avoid project failure. *PMWorld Journal*, 6(2), 1-11.
- Waikar, A. and P. Nichols. (1997). Aviation safety: A quality perspective. *Disaster Prevention and Management*, 6(2), 87-93.
- Watson, A., F. Dolislager, L., Hall, E., Raber, V., Hauschild, D. and Love, A. H. (2011). Developing health-based pre-planning clearance goals for airport remediation following a chemical terrorist attack: decision criteria for multipathway exposure routes. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 17(1), 57-121.
- Wells, A. T. (2001). *Commercial aviation safety* (Third Edition). New York: The McGraw-Hill Companies Inc., 89.

- Wickens, C. D., and Hollands, J. G. (2000). *Engineering psychology and human performance* (3rd Edition). New Jersey: Prentice Hall, 41, 45.
- Wickens, C. D., Mavor, A. S., and McGee, J. P. (1997). *Flight to the future: Human factors in air traffic control*. Washington: National Academy Press., 66-69.
- Wiegman, D. and Shappell, S. (2001). *A human error analysis of commercial aviation accidents using the human factors analysis and classification system (HFACS)*. Oklahoma: Federal Aviation Administration, 11-13.
- Wiegmann, D. A. and Shappell, S. A. (1997). Human factors analysis of post-accident data: Applying theoretical taxonomies of human error. *International Journal of Aviation Psychology*, 7, 67-81.
- Wu, Q., Molesworth, B. R. C. and Estival, D. (2019). An investigation into the factors that affect miscommunication between pilots and air traffic controllers in commercial aviation. *The International Journal of Aerospace Psychology*, 29(1-2), 53-63.



Gazili olmak ayrıcalıktır...