

**EĞİTİM HAVASAHASI KARMAŞIKLIĞI VE HAVA TRAFİK  
KONTROLÖRÜ İŞYÜKÜNÜN GERÇEK UÇUŞ VERİLERİ  
VE UZMAN GÖRÜŞLERİ BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Doktora Tezi**

**Birsen AÇIKEL**

**Eskişehir, 2016**

**EĞİTİM HAVASAHASI KARMAŞIKLIĞI VE HAVA TRAFİK  
KONTROLÖRÜ İŞYÜKÜNÜN GERÇEK UÇUŞ VERİLERİ VE UZMAN  
GÖRÜŞLERİ BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Birsen AÇIKEL**

**DOKTORA TEZİ**

**Hava Trafik Kontrol Anabilim Dalı**

**Danışman: Yard. Doç. Dr. Uğur TURHAN**

**Eskişehir**

**Anadolu Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Ağustos, 2016**

## JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Birsen AÇIKEL' in "Eğitim Havasahası Karmaşıklığı ve Etkinliğinin Hava Trafik Kontrolörü İşyükünün Gerçek Uçuş Verileri ve Uzman Görüşleri Bağlamında Değerlendirilmesi" başlıklı tezi 22/08/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği" nin ilgili maddeleri uyarınca, Hava Trafik Kontrol Anabilim dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

	<u>Unvanı-Adı Soyadı</u>	<u>İmza</u>
Üye (Tez Danışmanı) :	Yard. Doç. Dr. Uğur TURHAN	
Üye :	Doç. Dr. Ferhan ŞENGÜR	
Üye :	Yard. Doç. Dr. İlkay ORHAN	
Üye :	Yard. Doç. Dr. Devrim GÜN	
Üye :	Yard. Doç. Dr. Engin KANBUR	

Prof. Dr. Nedim DEĞİRMENCİ  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

### EĞİTİM HAVASAHASI KARMAŞIKLIĞI VE HAVA TRAFİK KONTROLÖRÜ İŞYÜKÜNÜN GERÇEK UÇUŞ VERİLERİ VE UZMAN GÖRÜŞLERİ BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Birsen AÇIKEL

Hava Trafik Kontrol Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağustos, 2016

Danışman: Yard. Doç. Dr. Uğur TURHAN

Hava trafik yönetiminin artan trafik akışının emniyetli ve etkin bir şekilde yönetilmesinde büyük önemi vardır. Havacılık sektörünün artan pilot ihtiyacını karşılamak için yapılan uçuş eğitimlerinin verildiği hava sahalarında çalışan hava trafik kontrolörlerinin de önemi artmaktadır. Hava trafik yönetiminde havasahası karmaşıklığı ve bunun ölçütü olan hava trafik kontrolörlerinin işyüküyle ilgili daha önceden yapılmış çalışmalar, yol ve yaklaşma sahalarında çalışan hava trafik kontrolörlerinin işyüküyle ilgilidir. Yapılan literatür araştırmasında eğitim hava sahalarında hizmet veren kontrolörlerle ilgili çalışmaların kısıtlı olduğu görülmüştür. Bu araştırmada, uçuş eğitim havasahasının emniyet ve verimlilik kavramları altında kontrolörler işyükü ve karmaşıklık faktörleri ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amacı gerçekleştirmek için Hasan Polatkan Havalimanı eğitim sahası ve bu eğitim sahasındaki paydaşlar ile ilgili bir araştırma yapılmıştır. Havasahasının kullanıcıları ve bu havasahasında hizmet veren kontrolörlerin görüşlerini değerlendirmek için nitel yöntemler, bu havasahasında gerçekleşen 4801 gerçek uçuş verisinin analizlerini yapmak için nicel yöntemler kullanılmıştır. Araştırmanın nitel yöntem kapsamında önce bireysel görüşmeler ve sonrasında sekiz uzmanla odak grup görüşmesi yapılmıştır. Bu analizlerin sonuçları gerçek uçuş verileri ile birlikte değerlendirilerek önerilerde bulunulmuştur. Nitel ve nicel analizlerin sonuçları birbirini desteklemektedir. Yapılan tüm değerlendirmelere bakıldığında Anadolu eğitim havasahası içinde uçuşlar çeşitlilik gösterirken, bu uçuşların haftanın belirli gün ve gün içerisinde belirli zaman dilimlerinde yapıldıkları görülmektedir. Bu durumda hava sahası karmaşıklaşmakta ve burada görev yapan kontrolörlerin iş yükünün arttığı görülmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** Uçuş eğitim havasahası karmaşıklığı, Hava trafik kontrolör işyükü, Odak grup görüşmesi, Gerçek uçuş verileri.

## **ABSTRACT**

### **THE EVALUATION OF TRAINING AIRSPACE COMPLEXITY AND AIR TRAFFIC CONTROLLER WORKLOAD WITH REAL FLIGHT DATA AND IN THE CONTEXT OF EXPERT OPINIONS**

Birsen AÇIKEL

Department of Air Traffic Control

Anadolu University, Graduate School of Science, August, 2016

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Uğur TURHAN

The great importance of air traffic management has been increasing for safe and efficient air traffic flow in all airspaces and airports. This trend is supporting the role of air traffic controllers who manages airspaces and airports operated for flight training conducted to supply increasing demand of pilot. Recent studies on air traffic management for airspace complexity and measurement on air traffic controller workload were focused on operations in enroute and terminal areas. In the literature review, there is limited studies related to controllers who serves in the airspace used for flight training. In this research, it is aimed to evaluate workload and complexity factors under the safety and efficiency umbrellas for flight training airspace. Research has been conducted to achieve this goal on Hasan Polatkan Airport flight training airspace and its shareholders. Qualitative research methods used to have evaluations and opinions of airspace users and air traffic controller's. Quantitative research methods used to analyze 4801 real flight data operated by air traffic controllers in this airspace. In scope of this research firstly, individual interviews were made to mature for performing focus group studies with eight qualified operational experts. The suggestions made by evaluating results of these analysis in conjunction with actual flight data. When examining all evaluations, flights vary in the Anadolu flight training airspace and it is observed that these flights were condensed in the certain days of the week and certain time ranges of the day. In this case the airspace becomes more complex and resulting increased workload of the the controllers.

**Keywords:** Flight Training Airspace, Airspace complexity, Air traffic controller workload, Focus group interviews, Real flight data.

## TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmam süresince beni destekleyen, bilgi ve deneyimleriyle beni yönlendiren, özveriyle çalışmamı şekillendiren ve diğer akademik çalışmalarım da her zaman destekçi olan tez danışmanım Sayın Yard. Doç. Dr. Uğur TURHAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez izleme komitemde yer alan, aynı zamanda araştırmanın her aşamasında değerli görüşleriyle katkılarını esirgemeyen Doç. Dr. Ferhan ŞENGÜR ve Yard. Doç. Dr. İlkey ORHAN'a,

Tez savunma jürimde yer alan ve çok değerli katkılar sağlayan Yard. Doç. Dr. Devrim GÜN'e ve Yard. Doç. Dr. Engin KANBUR'a,

Tezimin izleme aşamalarında ve verilerimin analizleri sırasında desteğini esirgemeyen Doç. Dr. Yavuz AKBULUT'a,

Çalışmam boyunca her zaman sorularıma cevap veren, bilgi ve birikimiyle çalışmaya çok değerli katkılar sağlayan Öğretmen Pilot Ahmet CİVELEK'e ve Kerem KONAK'a,

Doktora tezimi bitirmem konusunda beni her zaman motive ederek, yaptığım tüm akademik çalışmalarda da destek sağlayan Prof. Dr. Mehmet Şerif KAVSAOĞLU'na,

Çalışmanın hazırlanmasında büyük desteklerini gördüğüm sevgili dostlarım Tarık GÜNEŞ ve Salih AYDIN'a,

Çalışma verilerinin hazırlanması ve analizleri aşamalarında değerli katkı ve görüşlerinden dolayı Anadolu Üniversitesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi Pilotaj Bölümünde görev yapan Pilot hocalarıma, çalışmada kullanılan verilerin temininde bana yardımcı olan Hasan Polatkan Havalimanı Hava Trafik Kontrol Kulesinde görev yapan tüm hocalarım ve arkadaşlarıma,

Lisans eğitimine başladığım tarihten, doktora tez sürecinin tamamlandığı güne kadar gerekli her türlü desteği sağlayan ve üzerimde emeği olan tüm hocalarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yoğun çalışma temposu süresince beni anlayışla karşılayarak tüm bu uzun süreç boyunca sabırla beni her zaman destekleyen sevgili aileme sonsuz teşekkür ediyor ve bana olan inançlarını hiç yitirmedikleri için bu çalışmayı onlara ithaf ediyorum.

2016

Birsen AÇIKEL

22/08/2016

## ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilemeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Birsen AÇIKEL

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
BAŞLIK SAYFASI.....	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
GÖRSELLER DİZİNİ.....	xiv
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Problem.....	3
1.2. Amaç.....	4
1.3. Önem.....	4
1.4. Sınırlılıklar.....	5
2. HAVA TAŞIMACILIĞI VE KÜRESEL UYGULAMALAR.....	6
2.1. Havacılıkta Küresel Uygulamalar.....	11
2.1.1. Yeni nesil hava ulaştırma sistemi (NextGen).....	12
2.1.2. Tek Avrupa havasahası ve SESAR.....	15
2.1.3. Asya Pasifik kesintisiz havasahası (Seamless Sky).....	16
3. HAVA TRAFİK YÖNETİMİ VE HAVA TRAFİK HİZMETLERİ.....	19
3.1. Hava Trafik Hizmetleri.....	21
3.1.1. Hava trafik kontrol hizmetleri.....	22
3.1.1.1. Meydan kontrol hizmetleri.....	24
3.1.1.2. Yaklaşma kontrol hizmetleri.....	27
3.1.1.3. Saha kontrol hizmetleri.....	27
3.1.2. Uçuş bilgi hizmeti.....	28
3.1.3. Uyarı hizmeti.....	29
3.2. Hava Trafik Akış Yönetimi.....	30
3.3. Havasahası Yönetimi.....	31

3.4. Havasahası.....	32
<b>4. HAVASAHASI KAPASİTESİ, KARMAŞIKLIĞI VE KONTROLÖR İŞYÜKÜ.....</b>	<b>37</b>
4.1. Havasahası Kapasitesi.....	37
4.2. Havasahası Karmaşıklığı.....	39
4.3. Hava Trafik Kontrolörü .....	41
4.3.1. Hava trafik kontrolörünün görevleri.....	42
4.3.2. Hava trafik kontrolörlerinin performansını etkileyen faktörler..	43
4.3.3. Hava trafik kontrolörlerinin işyükü.....	46
4.4. Havasahası Karmaşıklığı ve İşyükü Ölçümleri.....	47
4.4.1. Havasahası karmaşıklığı ve işyükü ölçütlerinin gelişimi.....	49
4.4.2. İşyükü ölçütünün tanımı ve geliştirilen işyükü ölçütleri.....	51
4.5. Literatür Araştırması.....	55
<b>5. UYGULAMA VE YÖNTEM.....</b>	<b>70</b>
5.1. Araştırma Modeli.....	71
5.2. Araştırma Deseni .....	71
5.3. Evren ve Örneklem.....	73
5.4. Araştırma Ortamı: Hasan Polatkan Havalimanı ve Anadolu Uçuş Eğitim Havasahası.....	74
5.5. Araştırmanın Katılımcıları.....	77
5.6. Verilerin Toplanması.....	78
5.6.1. Nicel veri toplama araçları.....	79
5.6.2. Nitel veri toplama araçları.....	82
5.6.2.1. Bireysel görüşme.....	82
5.6.2.2. Odak grup görüşmesi.....	82
5.7. Verilerin Çözümlemesi ve Yorumlanması.....	90
5.7.1. Nicel verilerin çözümlemesi ve yorumlanması.....	90
5.7.1.1. Anadolu eğitim havasahasındaki uçuş verilerinin çözümlemesi.....	91
5.7.1.1.1. Anadolu eğitim havasahasındaki uçuşların yıllara göre dağılımı.....	91
5.7.1.1.2. Anadolu eğitim havasahasındaki uçuşların aylara göre dağılımı.....	91

5.7.1.1.3. Anadolu eğitim havasahasındaki uçuşların günlere göre dağılımı.....	93
5.7.1.1.4. Anadolu eğitim havasahasındaki uçuşların uçak tiplerine göre dağılımı.....	97
5.7.1.1.5. Anadolu eğitim havasahasındaki uçuşların saatlik dağılımı.....	97
5.7.1.1.6. Anadolu eğitim havasahasındaki uçuşların VFR/IFR dağılımı.....	99
5.7.1.1.7. Anadolu eğitim havasahasındaki uçuşların touch&go sayılarına göre dağılımı.....	100
5.7.1.1.8. Anadolu eğitim havasahasındaki uçuşların uçuş görevine göre dağılımı.....	101
5.7.1.1.9. Anadolu eğitim havasahasındaki uçuşların bölgelere göre dağılımı.....	103
5.7.2. Nitel verilerin çözümlenmesi ve yorumlanması.....	103
5.7.2.1. Bireysel görüşmelerin çözümü ve yorumlanması.....	105
5.7.2.2. Odak grup görüşmelerinin çözümü ve yorumlanması....	106
5.7.3. Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenirliği.....	133
5.7.4. Araştırmanın Güçlü ve Sınırlı Yönleri.....	135
6. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	136
6.1. Sonuç.....	136
6.2. Öneriler.....	142
KAYNAKÇA.....	145
EKLER.....	158
ÖZGEÇMİŞ.....	176

## TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Tablo 2.1.</b> 2013 Yılı Yolcu Trafik ve Kapasite Artışları, Pazar Payları ve Doluluk Oranları.....	7
<b>Tablo 2.2.</b> 2023 ve 2035 Yıllarına İlişkin Yolcu ve Uçak Trafığı Tahminleri .....	9
<b>Tablo 2.3.</b> 2012-2013 Yılları Havayolu Şirketleri Uçak Sayıları .....	10
<b>Tablo 2.4.</b> SESAR, NextGen ve Seamless Asian Sky Projelerinin Temel Hedefleri.....	18
<b>Tablo 4.1.</b> Hava Trafik Karmaşıklık Faktörleri.....	41
<b>Tablo 4.2.</b> WJHTC'nin İşyükü Ölçütü Değişkenleri.....	52
<b>Tablo 4.3.</b> NASA1 Ölçütü Değişkenleri.....	52
<b>Tablo 4.4.</b> NASA 2 Ölçütü Değişkenleri.....	53
<b>Tablo 4.5.</b> Metron Havacılık Ölçütü Değişkenleri.....	53
<b>Tablo 4.6.</b> Geliştirilen Dinamik Yoğunluk Modellerindeki Değişkenler...	54
<b>Tablo 5.1.</b> Anadolu Üniversitesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi Uçak Filosu.....	77
<b>Tablo 5.2.</b> Odak Grup Görüşmesi Katılımcı Profili.....	78
<b>Tablo 5.3.</b> Odak Grup Görüşmesi Katılımcıları.....	86
<b>Tablo 5.4.</b> Odak Grup Görüşmesi Gündemi.....	88
<b>Tablo 5.5.</b> 2013-2014 Yılına Ait Gerçekleşen Uçuş Sayıları.....	91
<b>Tablo 5.6.</b> Aylık Gerçekleşen Uçuş Sayıları.....	92
<b>Tablo 5.7.</b> Aylara Göre Uçulan Gün Sayısı ve Gerçekleşen Uçuş Sayıları.	93
<b>Tablo 5.8.</b> Uçuş Görev Kodlarının Açıklaması.....	102
<b>Tablo 5.9.</b> Uçuş Operasyon Verileri Tercih Edilme Sayıları.....	111
<b>Tablo 5.10.</b> “Araştırmada uygulama açısından sizce sunuda yer almayan başka konular ya da analizler araştırmada yer almalı mıdır? Varsa lütfen kısaca belirtiniz.” Sorusu.....	113
<b>Tablo 5.11.</b> “Araştırmada uygulamada uçuş emniyeti ve risk değerlendirmesi açısından çalışmadaki en önemli konular hangileridir? Bunlar gelecekte nasıl fayda sağlayabilir?” Sorusu.....	114
<b>Tablo 5.12.</b> “Araştırmada uygulama açısından eğitim havasahası kapasitesi açısından çalışmadaki en önemli konular hangileridir? Bunlar gelecekte nasıl fayda sağlayabilir?” Sorusu.....	115

<b>Tablo 5.13.</b>	“Araştırmada uygulama açısından uçuş etkinliği açısından çalışmadaki en önemli konular hangileridir? Bunlar gelecekte nasıl fayda sağlayabilir?” Sorusu.....	115
<b>Tablo 5.14.</b>	“Araştırmada uygulama açısından işyükü ve karmaşıklığı açısından insan faktörleri kapsamında risk değerlendirmesi yaptığımızda, çalışmada gelecekte katma değer yaratabilecek konular hangileridir?” Sorusu.....	116
<b>Tablo 5.15.</b>	“Sizce çalışmada başka yer alması gerektiğini düşündüğünüz konular ve analizler var mı? Varsa bunlar nelerdir? ” sorusu...	117
<b>Tablo 5.16.</b>	“Araştırmada uygulama açısından çalışmanın güçlü yönleri nelerdir?” Sorusu.....	117
<b>Tablo 5.17</b>	“Araştırmada uygulama açısından çalışmanın zayıf yönleri nelerdir?” Sorusu.....	118
<b>Tablo 5.18.</b>	“Araştırmada uygulama açısından çalışmanın gelişmeye açık yönleri nelerdir?” Sorusu.....	118
<b>Tablo 5.19.</b>	“Araştırmada uygulama açısından size göre bu çalışmanın sonuçlarının potansiyel katkıları kimler açısından faydalı olacaktır?” Sorusu.....	119
<b>Tablo 5.20</b>	Odak Grup Görüşme Formu Form 4.....	120
<b>Tablo 5.21.</b>	Odak Grup Görüşme Formu Form 4 İkinci Bölüm.....	120
<b>Tablo 5.22.</b>	Harita 1 için Olasılık Şiddet Tablosu.....	118
<b>Tablo 5.23.</b>	Harita 2 için Olasılık Şiddet Tablosu.....	122
<b>Tablo 5.24.</b>	Harita 3 için Olasılık Şiddet Tablosu.....	125

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 2.1. Yıllar İtibariyle Sivil Hava Trafikğine Açık Havalimanı Sayısı....	8
Şekil 3.1 ATM Sistemi.....	20
Şekil 3.2 Hava Trafik Yönetimi ve Bileşenleri.....	20
Şekil 3.3 Hava Trafik Yönetimi.....	21
Şekil 3.4 Hava Trafik Hizmetleri.....	22
Şekil 3.5 Hava Trafik Kontrol Hizmetleri.....	24
Şekil 3.6 Meydan Taksi Paterni.....	25
Şekil 3.7 Meydan Trafik Paterni (Meydan Turu).....	26
Şekil 3.8 Havasahası Sınıflaması.....	34
Şekil 4.1 Havasahası Kapasitesini Etkileyen Faktörler.....	39
Şekil 4.2 Havasahasının Karmaşıklığının Bağlı Olduğu Karakteristikler..	40
Şekil 5.1 Araştırmanın Uygulama Süreci .....	70
Şekil 5.2 İç-içe Karma Desen .....	73
Şekil 5.3 Eskişehir Hasan Polatkan Havalimanı (LTBY) Krokisi .....	76
Şekil 5.4 Çalışmanın Veri Toplama Araçları.....	79
Şekil 5.5 Uçuş Verilerinin Tutulduğu Stripler.....	80
Şekil 5.6 Nicel Verilerin Girildiği Excel Dosyası.....	81
Şekil 5.7 Odak Grup Görüşmesi Oturma Planı.....	87
Şekil 5.8 Risk Matrisi.....	89
Şekil 5.9 2013-2014 Yılına Ait Gerçekleşen Uçuş Sayıları.....	91
Şekil 5.10 2013-2014 Yılları Aylara Göre Gerçekleşen Uçuş Sayıları.....	92
Şekil 5.11 2013-2014 Yılları Uçulan Gün Sayısına Göre Gerçekleşen Aylık Uçuş Sayıları.....	94
Şekil 5.12 2013-2014 Yılları Uçulan Gün Başına Uçuş Sayısına Göre Gerçekleşen Uçuş Sayıları .....	94
Şekil 5.13 2013-2014 Yılları En Çok Uçuş Sayısının Olduğu Günler.....	95
Şekil 5.14 2013-2014 Yılları Haftanın Günlerine Göre Uçuş Sayıları .....	95
Şekil 5.15 2013-2014 Yılları En Çok Uçulan Saat Olan 09:00-10:00 Saatleri Arası Hafta İçi ve Hafta Sonuna Göre Uçuş Sayıları.....	96
Şekil 5.16 2013-2014 Yılları En Çok Uçulan Saat Olan 09:00-10:00 Saatleri Uçuş Sayısına Göre Bu Uçuşların Yapıldığı Gün Sayısı.	96

<b>Şekil 5.17.</b>	2013-2014 Yılları Anadolu Eğitim Havasahasındaki Uçuşların Uçak Tiplerine Göre Dağılımı.....	97
<b>Şekil 5.18.</b>	2013-2014 Yılları Anadolu Eğitim Havasahasındaki Uçuşların Saatlik Dağılımı.....	98
<b>Şekil 5.19.</b>	2013-2014 Yılları Anadolu Eğitim Havasahasındaki Gündüz ve Gece Yapılan Uçuşların Sayısı.....	99
<b>Şekil 5.20.</b>	2013-2014 Yılları VFR/IFR Uçuş Sayıları .....	99
<b>Şekil 5.21.</b>	2013-2014 Yılları Anadolu Eğitim Havasahasındaki Yapılan Uçuşların Aylara Göre Touch&Go Sayıları.....	100
<b>Şekil 5.22.</b>	2013-2014 Yılları Anadolu Eğitim Havasahasındaki Touch&Go Sayılarına Göre Uçuş Sayıları.....	101
<b>Şekil 5.23.</b>	2013-2014 Yılları Anadolu Eğitim Havasahasındaki Görev Çeşitlerine Göre Uçuş Sayıları.....	102
<b>Şekil 5.24.</b>	2013-2014 Yılları Anadolu Eğitim Havasahasındaki Bölgelere Göre Uçuş Sayıları.....	103
<b>Şekil 5.25.</b>	Form 1 İçin Çıkarılan Kod ve Alt Temalar.....	107
<b>Şekil 5.26.</b>	“Sizce Aşağıdaki Verilerden Hangilerini Öncelikli Olarak Birbirleri İle Analiz Etmek Daha Önemlidir? Lütfen Aşağıdan Seçerek Yazınız” Sorusu İçin Çıkan Sonuçlar.....	110
<b>Şekil 5.27.</b>	Strip Verilerinin Katılımcılar Tarafından Tercih Edilme Sayıları	112

## GÖRSELLER DİZİNİ

		<b><u>Sayfa</u></b>
<b>Görsel 5.1.</b>	Anadolu Eğitim Havasahasına Ait Gerçek Uçuş Strip Görüntüleri.....	80
<b>Görsel 5.2.</b>	Harita 1 Anadolu Eğitim Sahası Bölgeleri ve Koridorları.....	123
<b>Görsel 5.3.</b>	Harita 1 Anadolu Eğitim Sahası Bölgeleri ve Koridorları Risk Değerlendirmesi.....	124
<b>Görsel 5.4.</b>	Harita 3 Hasan Polatkan Havalimanı Pist, Taksi Yolları ve Operasyonda Önem Arz Eden Noktalar.....	126
<b>Görsel 5.5.</b>	Harita 2 Anadolu Eğitim Havasahası Meydan Paterni Risk Değerlendirmesi.....	128
<b>Görsel 5.6.</b>	Hasan Polatkan Havalimanı Pist, Taksi Yolları ve Operasyonda Önem Arz Eden Noktalar.....	130
<b>Görsel 5.7.</b>	Hasan Polatkan Havalimanı Pist, Taksi Yolları ve Operasyonda Önem Arz Eden Noktaların Risk Değerlendirmesi.....	132

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>AB</b>	: Avrupa Birliği
<b>ABD</b>	: Amerika Birleşik Devletleri
<b>ACC</b>	: Area Control Center (Saha Kontrol Merkezi)
<b>ADF</b>	: Automatic Directional Finder (Uçak Bordo Ganiometresi)
<b>ADS-B</b>	: Automatic Dependent Surveillance Broadcast (Otomatik Bağımlı Gözetim Yayını)
<b>AIP</b>	: Aeronautical Information Publication (Havacılık Bilgi Yayını)
<b>AIS</b>	: Aeronautical Information Service (Havacılık Bilgi Hizmeti)
<b>AO</b>	: Anonim Ortaklık
<b>APP</b>	: Approach Control (Yaklaşma Kontrol)
<b>ARTCC</b>	: Air Route Traffic Control Center (Yol Havasahası Trafik Kontrol merkezi)
<b>ASAPG</b>	: Asia Pacific Seamless ATM Planning Group (Asya-Pasifik Kesintisiz ATM Planlama Grubu)
<b>ASBU</b>	: Aviation Systems Block Upgrades (Havacılık Sistemleri Blok İyileştirme Programı)
<b>ASK</b>	: Available Seat Kilometer (Arz Edilen Koltuk Kilometre)
<b>AŞ</b>	: Anonim Şirket
<b>ATC</b>	: Air Traffic Control (Hava Trafik Kontrol)
<b>ATIS</b>	: Automatic Terminal Information Service (Otomatik, Terminal Bilgi Hizmeti)
<b>ATM</b>	: Air Traffic Management (Hava Trafik Yönetimi)
<b>ATS</b>	: Air Traffic Services (Hava Trafik Hizmetleri)
<b>AWY</b>	: Airway (Hava Yolu)
<b>BADA</b>	: Base of Aircraft Data
<b>CAASD</b>	: Center for Advanced Aviation Systems Development (İleri Havacılık Sistemleri Geliştirme Merkezi)
<b>CATMT</b>	: Collaborative Air Traffic Management Technologies (İşbirlikçi Hava Trafik Yönetim Teknolojileri)
<b>CI</b>	: Hava Trafik Kontrolörünün Niyeti

- CNS/ATM**: Communication, Navigation, Surveillance Air Traffic Management  
(İletişim Seyrüsefer, Gözetim/Hava Trafik Yönetimi)
- CO<sub>2</sub>** : Karbondioksit
- CSS-Wx** : Common Support Services - Weather  
(Genel Destek Hizmetleri-Meteoroloji)
- CRCT** : Collaborative Routing Coordination Tools  
(İşbirlikçi Yönlendirme ve Koordinasyon Araç Seti)
- CTA** : Control Area (Kontrol Sahası)
- CTAS** : Center-TRACON Automation System (Merkez Tracon Otomasyon Sistemi)
- CTR** : Control Zone (Kontrol Bölgesi)
- D** : Dinamik Yoğunluk
- DD** : Dynamic Density (Dinamik Yoğunluk)
- DHMİ** : Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü
- DME** : Distance Measuring Equipment (Mesafe Ölçüm Cihazı)
- DOC** : Direct Operating Costs (Doğrudan İşletme Maliyetleri)
- EATMS** : European Air Traffic Management System  
(Avrupa Hava Trafik Yönetim Sistemi)
- ECAC** : European Civil Aviation Conference (Avrupa Sivil Havacılık Konferansı)
- ECON** : Economic Speed (Ekonomik Hız)
- ERAM** : Enroute Automation Modernization (Yol Otomasyon Modernizasyonu)
- EUROCONTROL**: European Organization for the Safety of Air Navigation  
(Avrupa Hava Seyrüsefer Emniyeti Örgütü)
- FAA** : Federal Aviation Administration (Amerikan Federal Havacılık Dairesi)
- FAB** : Functional Airspace Block (Fonksiyonel Havasahası Bloğu)
- FIC** : Flight Information Centre (Uçuş Bilgi Merkezi)
- FIR** : Flight Information Region (Uçuş Bilgi Bölgesi)
- FMC** : Flight Management Computer (Uçuş Yönetim Bilgisayarı)
- FMS** : Flight Management System (Uçuş Yönetim Sistemi)
- GNSS** : Global Navigation Satellite Systems (Küresel Uydu Seyrüsefer Sistemi)
- GPS** : Global Positioning System (Küresel Konumlama Sistemi)
- GSMH** : Gayri Safi Milli Hâsıla
- HF** : High Frequency (Yüksek Frekans)
- IAS** : Indicated Airspeed (Gösterge Hava Hızı)

<b>ICAO</b>	: International Civil Aviation Organization (Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonu)
<b>IFR</b>	: Instrument Flight Rules (Aletli Uçuş Kuralları)
<b>ILS</b>	: Instrument Landing System (Aletli İnişli Sistemi)
<b>IMC</b>	: Instrument Meteorological Conditions (Aletli Meteorolojik Şartları)
<b>ISO</b>	: International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Teşkilâtı)
<b>LRC</b>	: Long Range Cruise (Uzun Menzilli Seyir Uçuşu)
<b>LT</b>	: Land of Turkey (Türkiye Kara alanı)
<b>MAP</b>	: Monitor alarm Parameter (İzleme Alarm Parametresi)
<b>MCDU</b>	: Multipurpose Control and Display Unit (Çok Amaçlı Kontrol ve İzleme Ünitesi)
<b>MRC</b>	: Maximum Range Cruise (Maksimum Menzilli Seyir Uçuşu)
<b>NDB</b>	: Non Directional Beacon (Yönetilmemiş Radyo Yayını)
<b>NEXTGEN</b>	: Next Generation Air Transportation System (Yeni Nesil Hava Taşımacılık Sistemi)
<b>Nm</b>	: Nautical Mile (Deniz Mili)
<b>NEW</b>	: Next Generation Network Enabled Weather (Yeni Nesil İletişim Ağlarıyla Etkinleştirilmiş Hava Durumu Bilgisi)
<b>NVS</b>	: National Airspace System Voice Switch Ulusal Havasahası Haberleşme Röle Sistemi
<b>PAT</b>	: Pist Apron Taksiyolu
<b>PBN</b>	: Performance Based Navigation (Performans Tabanlı Seyrüsefer)
<b>R</b>	: Restricted Area (Tahditli Saha)
<b>RADAR</b>	: Radio Detection and Ranging (Radyo Saptama ve Ölçme)
<b>RAMS</b>	: Reorganized ATC Mathematical Simulator (Yeniden Düzenlenmiş ATC Matematiksel Simülatörü)
<b>RASG</b>	: Regional Aviation Safety Group (Bölgesel Havacılık Emniyet Grubu)
<b>RMP</b>	: Research Management Plan (Araştırma Yönetim Planı)
<b>RNAV</b>	: Area Navigation (Saha Seyrüsefer)
<b>RNP</b>	: Required Navigation Performance (Asgari Seyrüsefer Performansı)
<b>RTCA</b>	: Radio Technical Commission for Aeronautics (Havacılık Radyo Teknik Komisyonu)

<b>RVSM</b>	: Reduced Vertical Separation Minimum (Azaltılmış Dikey Ayırma Minimaları)
<b>SATORI</b>	: Systematic Air Traffic Operations Research Initiative (Sistemik Hava Trafik Operasyonları Girişimi)
<b>SES</b>	: Single European Sky (Tek Avrupa Havasahası)
<b>SESAR</b>	: Single European Sky ATM (Avrupa Hava Trafik Yönetiminde Tek Havasahası)
<b>SHGM</b>	: Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü
<b>SWIM</b>	: System Wide Information Management (Genişletilmiş Havacılık Bilgisi Yönetimi)
<b>TC</b>	: Traffic Complexity Factor (Trafik Karmaşıklık Faktörü)
<b>TD</b>	: Traffic Density (Trafik Yoğunluğu)
<b>TFM</b>	: Traffic Flow Management (Trafik Akış Yönetimi)
<b>THY</b>	: Türk Hava Yolları
<b>TMA</b>	: Terminal Control Area (Terminal Kontrol Sahası)
<b>TWR</b>	: Tower (Kule)
<b>US</b>	: United State (Birleşik Devletler)
<b>VFR</b>	: Visual Flight Rules (Görerek Uçuş Kuralları)
<b>VHF</b>	: Very High Frequency (Çok Yüksek Frekans)
<b>VMC</b>	: Visual Meteorological Conditions (Görerek Meteorolojik Şartlar)
<b>VOR</b>	: VHF Omni Directional Range (Çok Yüksek Frekanslı Çok Yönlü Verici)
<b>W</b>	: Ağırlık Faktörü
<b>WJHTC</b>	: William J. Hughes Technical Center (William J. Hughes Teknik Merkezi)
<b>a</b>	: Ağırlıklandırma Parametresi
<b>c</b>	: Normalizasyon Katsayısı
<b>d</b>	: Aynı İrtifadaki İki Uçak Arasındaki Mesafe
<b>f</b>	: Yakıt Miktarı
<b>ft</b>	: Feet
<b>ii</b>	: Trafik Karmaşıklık Faktörlerinin Sayısı
<b>km</b>	: Kilometre
<b>km/s</b>	: Kilometre/saat
<b>lbs</b>	: Libre
<b>lb/saat</b>	: Libre/saat

**m** : Metre  
**t** : Uçuş Süresi  
**\$** : ABD Doları

## 1. GİRİŞ

19. yüzyıldan itibaren uluslararası ekonomik ilişkiler gelişmiş, ticari faaliyetler ve turizm faaliyetleri ülkelerin sınırlarını aşan bir nitelik göstermeye başlamıştır. Taşımada kullanılan araçların, tesislerin, teknik donanımların da gelişmesiyle birlikte, taşımacılık tek bir ülkenin sınırları içerisinde süren bir faaliyet olmaktan çıkmış ve uluslararası bir boyuta ulaşmıştır [1]. II. Dünya savaşı sonrasında da, teknolojik gelişmeler ve kişisel gelir düzeyinin artmasıyla sivil havacılık sektöründe de büyük gelişmeler yaşanmıştır. Yirmi birinci yüzyıla birlikte dünya ticaret hacminin hızlı artışı, ulaşım sektörünün en hızlı alt sistemi olan havayolu ulaşımını dünya ekonomisinin en önemli aktörlerinden biri haline getirmiştir. Hava taşımacılığı sektörü, hizmet sektörünün önemli bir dalıdır. 1978'de başlayan Serbestleşme Hareketi, havayolu işletmelerinin yoğun rekabet ortamında faaliyet göstermelerine yol açmıştır. Bu dönemde tüm ticari ve yasal sınırlılıkların kalkması ile havacılık sektöründeki işletme ve uçak sayısında hızlı bir artış yaşanmıştır. Bunun sonucunda ortaya çıkan rekabet, hava taşımacılığını tercih edilen bir ulaşım çeşidi durumuna getirmiştir [2]. Hava taşımacılığını oluşturan sistemin tüm elemanları emniyetli ve etkin taşımacılık amacını gerçekleştirmek üzere hava taşımacılığı hizmet sürecine katkıda bulunmaktadır.

Hava taşımacılığı sistemi, havaalanı ve havaaracı işleticileri, hizmet ve altyapı sağlayıcıları, devlet, otoriteler ve yasal düzenleyiciler ile ilgili kuruluşlar, turizm işletmeleri, finansal kurumlar, eğitim kuruluşları ve son kullanıcı olarak sıralanabilecek elemanlardan oluşmaktadır. Hizmet sağlayıcılar hava taşımacılığının gerçekleştirilmesinde hem havaalanı hem havaaracı işleticisine hem de hava taşımacılığı kullanıcılarına gerekli hizmetleri sunan kuruluşlardır. Bunlar hava trafik kontrol hizmeti sağlayıcıları, meteoroloji hizmeti sağlayıcıları, bakım kuruluşları, yer hizmeti kuruluşları, ikram işletmeleri, kargo acenteleri ve araba kiralama işletmeleri şeklinde sıralanabilir [3].

Hava taşımacılığı hizmetinden yararlanmayı tercih eden yolcularının aldıkları uçuş hizmetinin emniyetli, konforlu ve ekonomik olması temel beklentidir [4]. Hava taşımacılığını diğer sektörlerden ayıran ve ön plana çıkaran temel beklentilerin yanı sıra, müşteriye sunulan yer ve zaman faydasıdır [5]. Hava taşımacılığı hizmetlerinde uçuşların gecikmesi veya iptal edilmesi, havayolu işletmelerinin kontrolü dışında gerçekleşen olumsuz meteorolojik şartlar, hava alanı kapasite sorunları, yer hizmetlerinden kaynaklanan sorunlar ve hava trafik kontrol kapasite sorunlarından kaynaklanabilmektedir [6]. Tüm bu hizmetlerin sorunsuz sağlanabilmesi ve yolcu

beklentilerinin karşılanabilmesi için her geçen yıl gelişmekte olan havacılık sektöründe istihdam edilen ve istihdam edilmesi gereken kişi sayısı da hızla artmaktadır [7]. Diğer bir ifade ile artan havaaracı sayısı pilot ihtiyacını ve artan hava trafiği hava trafik kontrolörü ihtiyacını beraberinde getirmektedir. Nitelik ve nicelik olarak gerekli personel ihtiyacının karşılanması için etkin eğitim faaliyetleri gerçekleştirilmelidir.

Bir uçağın emniyetli uçuşunu sağlayan bir pilot gibi, hava trafik kontrolörü de hava trafiğinin emniyetli, etkin ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlar. Diğer havacılık meslek gruplarından farklı olarak kontrolörlerin sorumlulukları bir tek uçakla sınırlı kalmadığı için görevleri çok karmaşık ve zordur. Kontrolörlerin faaliyetleri tüm sivil havacılık sistemini etkilemektedir. Bu yüzden, görevlerinin önemini ve karmaşıklığını karşılaştırma olanağı olan pek fazla meslek bulunmamaktadır. Kontrolörlerin yanlış bir rakam ya da talimat verme gibi hatalarıyla facialar yaşanabilir [8]. Artan uçuş talebi ve bunun sonucunda karmaşıklaşan havasahası hava trafik kontrolörlerinin işyüklerinde artış ile sonuçlanmaktadır.

Hava trafik kontrolörlük mesleğinde işyükünün etkileri oldukça fazla görülmektedir. İş yükü, kontrolörlerin artan trafiğin getirdiği talepleri yönetebilmek için gösterdikleri çabayı ortaya koymaktadır. Kontrolörlerin bu talepleri karşılamada bazı faktörlerden etkilendikleri görülmektedir. Bu faktörler hava trafiğinin yapısı, kullanılan araçlar, pilotlarla sağlanan iletişim, vardiya düzeni, işyeri tasarımı ve otomasyondur. Bu faktörlerin kontrolör üzerindeki etkileri de hava trafiğinin verimli bir şekilde yönetilmesinde son derece önemlidir [9]. Özellikle artan pilot ihtiyacının karşılandığı eğitim hava sahalarında görev yapan hava trafik kontrolörlerinin işyükü ve bu hava sahalarının kapasite ve karmaşıklığı tüm hava taşımacılığı sistemi içinde önemli bir yere sahiptir.

Hava trafikteki öngörülen büyüme ve havasahası sistemindeki daha fazla kullanıcının tercih ettiği rotalar için artan talep hava trafik kontrol ve yönetim sistemine ek yük getirmektedir. Artan bu talep alternatif havasahası konfigürasyonları, yenilenmiş trafik modelleri ve personel sayısını arttırma ile karşılanabilmektedir. Hava trafik kontrolör işyükü verilerine değişen havasahası konfigürasyonları ve trafik modellerinin etkisini anlamak için ihtiyaç duyulmaktadır. Bu karmaşık ilişki havasahası karmaşıklığı olarak adlandırılır [10, 11].

Havasahası karmaşıklığı, hem trafiğin hem de havasahasının geometrik yapısıyla ilgilidir [12]. Dolayısıyla karmaşıklık, havasahasının hem yapısal hem de akış

karakteristiklerine bağlıdır. Yapısal karakteristlikler; sektör için sabittir ve mânia, hava yollarının sayısı, havayolu kesişmeleri ve seyrüsefer yardımcıları gibi sektörün fiziksel niteliklerine bağlıdır. Akış karakteristlikleri ise zamanın fonksiyonu olarak değişir ve uçakların sayısı, uçak karması, meteoroloji, uçaklar arasındaki ayırma, yakın yollar, uçak hızları ve akış kısıtları gibi özelliklere bağlıdır. Bu yapısal ve akış parametrelerinin kombinasyonu, kontrolör işyükünü etkilemektedir [13].

### 1.1. Problem

Hava trafik kontrolör işyükünü ölçmek için daha önce yapılan çalışmalarda, ağırlıklı olarak ticari hava araçlarına hizmet verilen hava sahalarını kapsayan araştırmalar yapılmıştır.

Genel havacılık hava araçlarına hizmet verilen hava sahalarında çalışan hava trafik kontrolörlerinin işyüklerinin ölçülmesi ve mevcut hava trafik karmaşıklığı değişkenlerinin de bu hava sahaları için incelenmesi gerekmektedir.

Hava taşımacılığında kullanılan hava araçlarına hizmet verilen hava sahalarında çalışan hava trafik kontrolörleri ile uçuş eğitiminin içinde bulunduğu hava sahalarında çalışan kontrolörler arasında donanım ve yöntem bakımından farklılıklar bulunmamaktadır:

1. Ticari taşımacılık yapılan hava sahaları uçuş eğitim hava sahalarına göre daha geniştir, uçaklar daha hızlıdır ve daha yüksek irtifalarda uçarlar, uçaklar arasındaki dikey ve yatay emniyet ayırma minimaları daha fazladır.
2. Ticari taşımacılık yapılan hava sahalarındaki kontrolörlerin hava araçlarının pozisyon ve durum bilgilerini sürekli takip edebilecekleri hava radar ve yer radar ekranı gibi donanımları mevcutken, eğitim hava sahalarında çalışan kontrolörlerin genellikle bu tip donanımları yoktur. Bu nedenle görerek uçuş kurallarına göre eğitim profillerini gerçekleştirirler. Bu sahalardaki trafiklerin emniyetli ve etkin bir şekilde yönetilmesinden sorumlu kontrolörler, uçakların durumları ve pozisyonları ile ilgili bilgileri telsiz haberleşmesi yoluyla pilotların rapor etmesi ile elde etmektedirler.
3. Eğitim safhalarına göre kullanılan uçak tipi ve uçak performans farklılıklarından kaynaklanan karmaşıklık hava trafik kontrolörlerinin işlerini zorlaştırmaktadır.
4. Öğretmen ve öğrenci pilotlar ile diğer pilotların birlikte aynı havasahasını kullanmaları hava trafik kontrolörleri için karmaşıklık yaratmaktadır.

5. Meteorolojik koşullar ve eğitim programının etkileşimi nedeniyle uçuşlar yılın belirli dönemlerinde ve günün belirli saatlerinde yoğunlaşmaktadır. Bu da hava trafik kontrolörlerinin işlerini zorlaştıran ve hizmet verilen havasahasını karmaşıklaştıran en önemli etkidir.

Eğitim uçuşlarında uçaklar görecelik şartlarda uçurulmasına rağmen, sınırları kesin bir şekilde belirtilmemiş, coğrafik ve fiziki oluşumlar gibi nirengi noktalarına göre belirlenmiş bölgelerde birbirlerine çok yakın uçurulmak durumundadırlar. Ayrıca uçuş eğitimine yeni başlayan öğrenci pilotların kumanda ettiği birçok uçak olduğu için hava trafik hizmetine yoğun bir şekilde ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle eğitim uçuşlarının olduğu hava sahalarının analizini yapmak ve bu sahaların kontrolünden sorumlu hava trafik kontrolörlerinin işyükünü ölçmek önem taşımaktadır. Yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçların bu tip hava sahalarındaki emniyet düzeyinin artırılması ve havasahası kapasitesinin verimli kullanılması için yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

## **1.2. Amaç**

Uçuş eğitim hava sahalarındaki uçuşların emniyeti ve kapasitesi ile ilgili çalışmaların tüm sivil havacılık sisteminde katma değer yaratacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda çalışmanın odak noktasını, uçuş eğitim hava sahalarındaki karmaşıklığın emniyet, kapasite ve etkinlik açısından ele alınması ve hava trafik kontrolörlerinin bu yapıdan nasıl etkilendiğinin araştırılması oluşturmaktadır.

Genel havacılık hava araçlarına hizmet verilen hava sahalarında çalışan hava trafik kontrolörlerinin işyüklerinin ölçülmesi ile ilgili yapılan bu çalışma ile kontrolörlerin pilotlardan ve kendi gözlemlerinden elde ettiği uçuş verilerinden yola çıkarak havasahası karmaşıklığı ve kontrolör performansı ve özellikle işyükü hakkında değerlendirmeler yapmak amaçlanmaktadır.

Yapılan çalışma uçuş eğitimi yapılan başka eğitim hava sahaları içinde katma değer yaratma potansiyeline sahiptir.

## **1.3. Önem**

Hava taşımacılığına olan talep artışı nitelikli operasyonel insan kaynağı ihtiyacını da beraberinde gerektirmektedir. ICAO verilerine göre önümüzdeki 20 yıllık süreçte 33070 yeni uçak için talebi vardır. Mevcut uçakları ve bu yeni uçak sayılarıyla birlikte operasyonların gerektirdiği sayıda ve nitelikte insan kaynağı özellikle pilot, hava trafik kontrolörü ve uçak bakım teknisyenleri gibi emniyet ve verimlilikte başrole sahip

personelin yetiştirilmesinin önemini arttırmaktadır [14]. İnsan faktörlerinin havacılık sisteminde teknolojinin gelişmesine rağmen hala çok etkili olması bu durumu daha da önemli hale getirmektedir. Birincil öneme sahip insan kaynağının yetiştirilmesi zaman almakta ve ilgili destek hizmetleri sağlayan personel ve çevre için karmaşıklık ve işyükü yaratmaktadır.

Eğitim havasahası olarak kullanılan hava sahalarında gerçekleştirilen uçuşlar emniyet ve eğitim amaçları açısından daha da hassas bir yapıdadır. Pilot öğrenciler bu hava sahalarında bazen öğretmen pilotlarla bazen de yalnız uçmaktadırlar. Eğitim hava sahalarında yüksek kurulum maliyetleri nedeniyle teknolojik hava trafiği izleme cihazları yaygın değildir. Sadece gerektiğinde komşu sivil ya da askeri hava trafik birimlerinden destek alınmaktadır. Bu durum önemli bir insan faktörü olan hava trafik kontrolörlerinin performansına bağlı hava trafik hizmetlerini gerektirmektedir. Ayrıca bu araştırma da olduğu gibi hava sahalarını ticari ve askeri uçaklarında kullanıyor olması burada görev yapan hava trafik kontrolörlerinin işyükü ve stresini arttırmaktadır [15].

Hava trafik kontrolörleri ve eğitim havasahası emniyet, kapasite ve etkinliği için yapılacak iyileştirmeler tüm havacılık sistemi için katma değer yaratacaktır.

#### **1.4. Sınırlılıklar**

Bu araştırmanın problem ve amaçları çerçevesinde toplanan veriler, verilerin analizi ve değerlendirilmesi aşağıda belirtilen yönlerle sınırlı olacaktır:

1. Nitel araştırma sonucu elde edilen veriler deneyim sahibi uzmanlarla sınırlıdır.
2. Araştırmanın nitel verileri, yarı-yapılandırılmış bağımsız görüşme soruları ve odak grup görüşmesiyle toplanan verilerle sınırlıdır.
3. Nicel veriler 18.2.2013 ve 26.12.2014 tarihleri arasında Anadolu eğitim havasahasında gerçekleştirilen uçuş operasyonları ile sınırlıdır.
4. Araştırma nicel verilerin sağlandığı Anadolu eğitim havasahası ile sınırlıdır.

## 2. HAVA TAŞIMACILIĞI VE KÜRESEL UYGULAMALAR

İnsanların ve yüklerin bir yerden başka bir yere taşınmasının, emniyetli ve belirli koşullara uygun şekilde gerçekleştirilmesi amacıyla yapılan tüm fiziksel, sosyal, ekonomik ve kurumsal etkileşimlere ulaştırma denir [16]. Ulaştırma karayolu, demiryolu, havayolu, denizyolu, boru hattı ve uzay olmak üzere çeşitli alt sistemlerle gerçekleştirilmektedir [17]. Ulaştırma sektörünün en hızlı alt sistemi, hava taşımacılığıdır [18]. Hava taşımacılığı sektörü yolcuların, kargonun veya postanın mesafeler arasında hızlı, emniyetli ve verimli bir şekilde taşınmasını hava araçlarıyla sağlayan sistemdir [16].

Hava taşımacılığı sektörü sürekli gelişen bir sektördür. Hava taşımacılığı sektöründe yaşanan serbestleşme eğilimi tüm dünyada hızlı bir şekilde yayılmaktadır. Serbestleşme, küreselleşme ve ticarileşme eğilimlerinin bir sonucu olarak hava taşımacılığında yolcu istek ve ihtiyaçlarına uygun hizmet çeşitliliğinin gelişimi yaratılan arza yüksek talep doğurmuştur [17]. Turizm ve iş dünyasının yanı sıra insanlar, kültürler ve ekonomiler arasında da etkileşimin oluşmasında önemli katkılar sağlamıştır. İnsanlar ve ülkeler arasındaki bağların kalkmasına, artan servis kalitesi ve daha makul hale gelen ücretlendirme politikalarıyla dünyanın küçülmesine neden olmuştur [19].

Hava taşımacılığı günümüzde sürdürülebilir ekonomik ve sosyal kalkınma için önemli bir rol oynamaktadır. 2013 yılı verilerine göre doğrudan ve dolaylı olarak 56,6 milyon insanın istihdamını desteklemekte ve Küresel Gayri Safi Milli Hasılaya (GSMH) 2,2 trilyonun üzerinde katkı sağlarken, yıllık 2,9 milyarın üzerinde yolcu ve 5,3 trilyon \$ değerinde kargo taşımaktadır [20]. Tüm bu rakamlarda da görüldüğü gibi dünya genelinde kişi başına düşen gelirin artması, bölgelerarası ticaretin ve turizmin gelişmesi sektöre olan talepteki büyüme oranını hızlandırmıştır. Talebin giderek büyümesi, havasahasındaki uçak operasyonlarının sayısını arttırmaktadır.

Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonuna (International Civil Aviation Organization: ICAO) göre 2015 yılında 2014 yılına göre dünyadaki toplam tarifeli yolcu-kilometre yaklaşık % 6,8 artarak gerçekleşmiştir. Taşınan yolcu sayısı 2014 yılına göre % 5,7 daha yüksek olan 3,3 milyara yükselmiştir. Tüm dünyada taşınan kargo miktarı ise 2014 yılına göre % 1,2 lik artış ile 2015 yılında 50,7 milyona ulaşmıştır [21].

Özellikle, gerçekleştirilen yolcu-kilometre açısından, uluslararası tarifeli trafik 2015 yılında % 7,1 oranında büyümüştür. En büyük büyüme % 30,2'lik paya sahip olan Ortadoğu'da gerçekleşmiştir. Ortadoğu'yu % 8,2 ile Latin Amerika/Karayip bölgesi, % 6,3 ile Asya Pasifik bölgesi, % 4,7 ile Afrika bölgesi takip etmektedir. Uluslararası hava

trafiği Avrupa’da % 4,5 ve Kuzey Amerika’da % 2,8 büyümüştür. Göreceli olarak düşük büyümesi olan Avrupa ve Kuzey Amerika’daki trafik dünya uluslararası hava trafiğinin % 50’ sidir. Bu nedenle dünya hava trafiğinde büyük önemi vardır [22].

1977 yılından beri dünya hava trafiği her 15 yılda bir ikiye katlanmıştır. 2030 yılında da günümüze göre ikiye katlanacağı düşünülmektedir. 2013 yılında taşınan 3,1 milyar havayolu yolcu sayısının, 2030 yılında 6 milyara çıkacağı beklenmektedir. 2013 yılında 32 milyon olan kalkış sayısının 2030 yılında 60 milyon olacağı öngörülmektedir [23].

Havalimanı bazında toplam yolcu sayısının coğrafi ortalamasının 1971–2031 yılları arası gelişimi incelendiğinde yolcu trafiğinin ağırlık merkezi Amerika ve Avrupa’daki merkezlerden Ortadoğu ve Asya’daki merkezlere doğru kaymakta olduğu gözlenmektedir [22].

**Tablo 2.1.** 2013 Yılı Yolcu Trafik ve Kapasite Artışları, Pazar Payları ve Doluluk Oranları

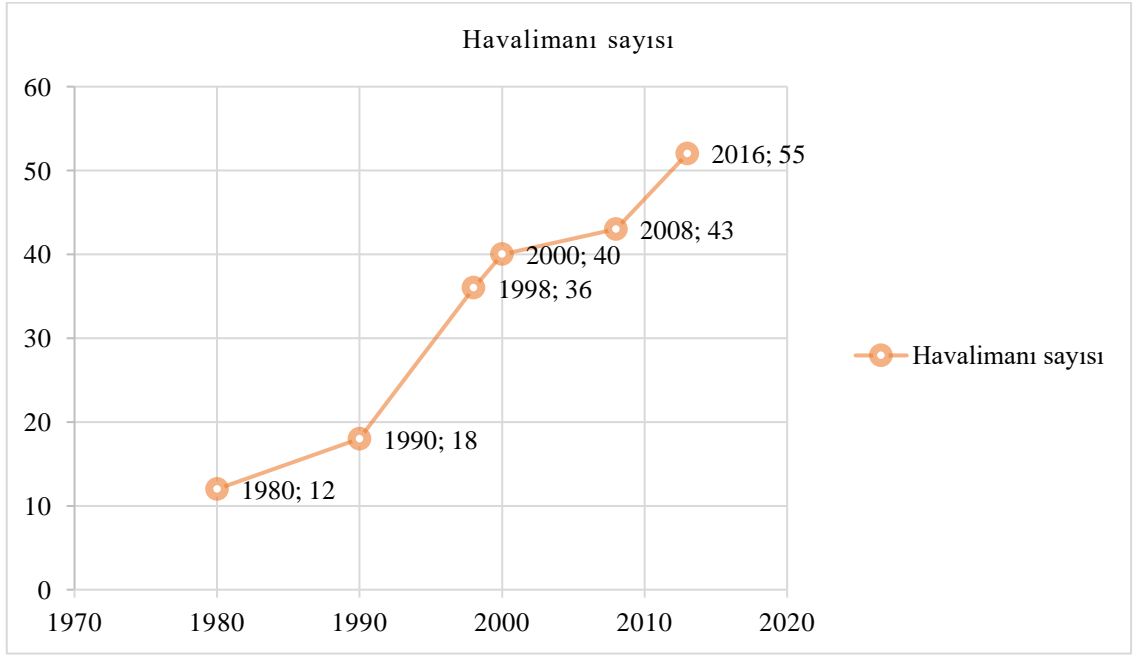
Bölgeler	Uluslararası		İç hat		Toplam		Kapasite artışı	Doluluk oranı
	%Artış	%Pay	%Artış	%Pay	%Artış	%Pay	Arz edilen koltuk kilometre (ASK)	%
Afrika	7,4	3	4,2	1	7	2	5,2	69,6
Asya Pasifik	5,2	27	9,6	37	7,2	31	6,7	77,2
Avrupa	3,8	38	3,7	8	3,8	27	2,6	79,9
Lat. Amerika ve Karayipler	8,6	4	4,2	7	6,3	5	5	76,1
Ortadoğu	10,9	13	16,1	1	11,2	9	11,5	76,9
Kuzey Amerika	2,6	14	1,9	46	2,2	26	1,9	83
Dünya	5,2	100	5,1	100	5,2	100	4,6	79,1

**Kaynak:**<http://www.tobb.org.tr/Documents/yayinlar/2014/TurkiyeSivilHavacilikSektorRaporu.pdf>

Türk hava taşımacılığı sektörü 14.10.1983 tarihinde kabul edilen 2920 Sayılı Sivil Havacılık Kanununun yürürlüğe girmesiyle birlikte, büyük gelişmeler göstermiştir [24]. Aynı yıllarda hava taşımacılığı sektörü turizm sektöründe meydana gelen büyümeden olumlu yönde etkilenmiş, ancak turizm sektöründeki iniş-çıkışlar aynı şekilde havayolu ulaştırması sektöründe de görülmüştür. Buna rağmen, Türk hava taşımacılığı sektöründe taşınan yolcu sayılarına bakıldığında sürekli bir büyüme görülmektedir [25].

Askeri meydanlar da dâhil edilirse Türkiye’de toplam 74 havalimanı mevcuttur. Sivil hava trafiğine açık olan 55 havalimanı bulunmaktadır.

Türkiye’de sivil-askeri anlaşmalar çerçevesinde Genelkurmay Başkanlığı’na ait 26 havalimanı sivil havacılık faaliyetleri içinde kullanılabilir. Bu havalimanlarından 18 tanesi serbest kullanımlı, 8 tanesi müsaadeli kullanımlı meydan statüsündedir. 1990 yılından sonra hava ulaşım trafiğindeki artışa paralel olarak sivil hava trafiğine açık havalimanı sayısında da bir artış gözlemlenmektedir [26].



**Şekil 2.1.** Yıllar İtibariyle Sivil Hava Trafiğine Açık Havalimanı Sayısı

**Kaynak:** [http://www.sihaguvder.com/FileUpload/ds395108/File/havacilik\\_ve\\_uzay\\_calisma\\_grubu\\_raporu.pdf](http://www.sihaguvder.com/FileUpload/ds395108/File/havacilik_ve_uzay_calisma_grubu_raporu.pdf)

Türkiye genelinde 55 havalimanına inen-kalkan uçak trafiği 2015 yılında; iç hatlarda 835.677 ve dış hatlarda 620.764 olmak üzere toplam 1.456.441 olarak gerçekleşmiştir. 2016 yılında ise Ağustos ayı verilerine göre toplam uçak trafiği içhata 587.695, dış hat trafiği 382.562 e toplamda 1.216.717 olarak kaydedilmiştir. 2016 yılında en çok uçak trafiği İstanbul Atatürk Havalimanı’nda gerçekleşmiştir. İstanbul Atatürk Havalimanı’nı, İstanbul Sabiha Gökçen ve Antalya Havalimanları takip etmektedir. Devlet Hava Meydanları İşletmesi (DHMI) Genel Müdürlüğü tarafından yapılan 2023 ve 2035 yıllarına ilişkin yolcu ve uçak trafiği tahminleri Tablo 2.2. de verilmektedir [27].

**Tablo 2.2.** 2023 ve 2035 Yıllarına İlişkin Yolcu ve Uçak Trafikliği Tahminleri.

	TAHMİN(2023-2035)		YILLIK ORTALAMA ARTIŞ (%)	
	2023	2035	2013-2023 (11 yıllık)	2013-2035 (25 yıllık)
<b>Yolcu Trafikliği (Direkt Transit Dahil)</b>	297099213	477832474	%7,5	%4,0
<b>Yolcu Trafikliği</b>	296160846	476494588	%7,5	%4,0
<b>Direkt Transit Yolcu</b>	938367	1337886	%8,1	%4,2
<b>Tüm Uçak (Overflight Dâhil)</b>	2342707	3449483	%5,0	%3,3
<b>Uçak Trafikliği</b>	2023783	3038798	%5,6	%3,4
<b>Overflight Uçak Trafikliği</b>	318,924	410685	%1,7	%2,1

**Kaynak:**[http://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/pdf/kurumsal/raporlar/2013\\_FAALIYET\\_RAPORU.pdf](http://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/pdf/kurumsal/raporlar/2013_FAALIYET_RAPORU.pdf)

İstanbul'un ekonomik ve coğrafi konumu sayesinde Türkiye'nin hava taşımacılığı merkezi olma potansiyelinin en yüksek olduğu yerdir. İstanbul'da yer alan havalimanlarının hava ulaşımında merkez ve geçiş noktası olması beklenmektedir [26].

3000 Nm gibi orta menzilli filolarla İstanbul'dan dünyanın yaklaşık yüz on bir ülkesine, 8000-8200 Nm gibi uzun menzilli uçaklarla ise dünyanın çoğu noktalarına uçuş düzenlenmesi mümkün olmaktadır [27].

Ülkedeki havacılık gelişmeleri, uluslararası uçuş ağının gelişiminde de katkı sağlamıştır. Yurt içi ve yurtdışı uçulan nokta sayısı iki yüz seksen sekize ulaşmış ve bunun sonucu olarak havayolu şirketlerinin uçak sayısı %137, koltuk kapasitesi %141, kargo kapasitesi % 441 artmıştır.

2014 yılında Türkiye'de 1.678.971 olan uçak trafikliği %8,1 oranında artarak 2015 yılında 1.815.095 olarak gerçekleşmiştir. Toplam yük trafikliği ise, %5,8 artışla 3.060.951 tona çıkmıştır. Bu rakamlarda göstermektedir ki uçak, yolcu ve kargo taşımacılığında dünya ortalamalarına göre 2015 yılında da önemli artışlar gerçekleşmiştir.

2015 yılında 13 havayolu işletmesinde 489 uçak, 219 hava taksi işletmelerinde, 336 genel havacılık işletmelerinde, 241 balon, 62 zirai ilaçlama işletmelerinde olmak üzere ülkedeki havaaracı sayısı 1.347 olmuştur.

Türkiye’de sivil havacılık sektöründe, on üç havayolu şirketi hem yolcu hem de kargo taşımacılığı yaparak faaliyet göstermektedir. Bu havayolu şirketlerinin 2014 yılındaki uçak sayısı % 15,8’lik artışla 422 den 489’a çıkmıştır [27].

**Tablo 2.3.** 2014-2015 Yılları Havayolu Şirketleri Uçak Sayıları.

Havayolu Şirketleri Uçak Sayıları	2014	2015
THY AO	231	266
Onur Air Taşımacılık AŞ	21	28
AtlasJet Havacılık AŞ	18	20
Pegasus Hava Taşımacılığı AŞ	46	58
Güneş Ekspres Havacılık AŞ	53	54
Mng Hava Yolları ve Taş. AŞ	7	7
Uls Havayolları Kargo Taş. AŞ	3	3
Hürkuş Hava Yolu Taş. Tic. AŞ	8	8
Turistik Hava Taşımacılık AŞ	10	10
Ihy İzmir Hava Yolları AŞ	6	7
Act Havayolları AŞ	4	7
Tailwind Havayolları AŞ	7	7
Borajet Hav. Taş. Uçak. Bak.	8	14
Toplam	422	489

**Kaynak:**[http://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/pdf/kurumsal/raporlar/2015\\_FAALIYET\\_RAPORU.pdf](http://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/pdf/kurumsal/raporlar/2015_FAALIYET_RAPORU.pdf)

2013 yılında 1500 adet yeni uçak satın alınmış ve 3000 yeni uçağın siparişi verilmiştir. Bu yeni uçaklarla birlikte yakıt verimliliğine katkı sağlanacak, havacılık sektöründeki karbon salınımını azaltmaya yardım edecek ve iklim değişikliğini engellemek için sarf edilen çabaları desteklenmektedir [27].

Sivil havacılık sektöründe yaşanan bu gelişmeler, hava ulaşımı altyapısını geliştirme gereğini de ortaya çıkarmıştır. Birçok yeni havalimanı hizmete açılmış, terminal binaları yenilenmiş ve yenileri yapılmış, Pist-Apron-Taksiyolu (PAT) sahalarının standartlarının iyileştirilmesi için çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Tüm bu teknoloji ve alt yapı gelişmeleriyle birlikte Türkiye’de uçuş eğitim organizasyonu sayısı 2014 yılında yirmi dokuzdan 2015 yılında otuza, genel havacılık işletmesi sayısı da altmış beşten yetmiş ikiye çıkmıştır [28].

2003 yılı itibariyle Türkiye’de havacılık sektöründe istihdam edilen personel sayısı 65 bin civarındayken, 2014 yılı sonunda bu sayı 187 bini aşmıştır [28]. Sektördeki istihdam sayısının artmasıyla yükseköğretim kurumları sayısı da artmıştır. 2013 yılında, toplam 33 yükseköğretim kurumu, 12 program altında, 2012 yılına göre %38 artışla toplam 4952 öğrenci almıştır. 4 yıllık lisans programlarında en yüksek kontenjan artışı %53 ile sivil hava ulaştırma işletmeciliği bölümünde olmuştur. Uçak, uzay ve havacılık mühendislikleri bölümlerinde de kontenjan artışı olmuştur. 2 yıllık önlisans programlarında ise uçak teknolojileri, yer hizmetleri ve kabin hizmetleri bölümlerinde dikkat çekici kontenjan artışı olmuştur. Pilotaj eğitimi veren üç üniversitede kontenjan artışı 2012 yılına göre %7 artmıştır. Tüm diğer havacılık personeli yetiştiren üniversite ve kurum sayıları her geçen yıl artarken, hava trafik kontrol eğitimi veren kurum, üniversite ve kontenjan sayısı değişmemektedir [23]. Türkiye’deki hava trafik kontrolörü personel ihtiyacını sadece DHMİ ve Anadolu Üniversitesi karşılamaktadır. Nitelikli insan kaynağı yetiştirmenin zaman alması, artan hava trafiği, her geçen gün daha da karmaşık hale gelen hava sahaları ve gerekli uçuş ekibi sayıları düşünüldüğünde hava trafik kontrolörlerinin artan işyükleri giderek artmaktadır.

Artan havasahası karmaşıklığının ve hava trafik kontrolör işyüklerinin hava trafik hizmetlerinin verilmesinde sorunlar yaratmaması için tüm dünyada birbirine benzer amaçları hedefleyen küresel uygulamalar üzerinde çalışılmaktadır.

## **2.1. Havacılıkta Küresel Uygulamalar**

Dünya üzerinde sivil havacılık faaliyetlerindeki gelişim devam etmekte, gelişmekte olan ülke ve pazar sayısı da hızla artmaktadır. Sivil hava yolu taşımacılığı faaliyetleri her on beş yılda bir iki kat artmakta ve 2031 yılına kadar % 4,7 civarındaki yıllık ortalama artışını sürdürmesi beklenmektedir. Önümüzdeki yirmi yıl için de sivil hava kargo taşımacılık faaliyetlerinde de ortalama % 5,2 büyüme öngörülmektedir. Tüm dünya üzerinde ticari hava taşımacılığında kullanılan uçak sayısı, yaklaşık 4,8 trilyon dolar değerinde 35 bin yeni uçağın devreye girmesiyle iki katına çıkacaktır [23].

Hava taşımacılığına olan talebin büyümesiyle artan hava trafiği, havalimanlarını, hava trafik kontrol kapasitelerini, Hava Trafik Yönetimi (Air Traffic Management: ATM) sistemini ve en önemlisi tüm bunları yöneten hava trafik kontrolörlerini zorlamaktadır [29]. ATM ihtiyaçlarını karşılamak için, 2025 yılına kadar İletişim Seyrüsefer, Gözetim/Hava Trafik Yönetimi (Communication, Navigation, Surveillance Air Traffic

Management: CNS/ATM) teknolojilerinin nasıl uygulanması gerektiğini belirten operasyonel konsept 2005 yılında ICAO tarafından yayınlanmıştır. Belirlenen bu konsept ATM sistemi için entegre, uyumlu ve küresel olarak ortaklaşa işletilebilir bir vizyondur. Bu vizyonda, her kullanıcının, tüm uçuş safhalarında, emniyet seviyelerini karşılayan, ekonomik operasyonlar sağlayan, çevresel olarak sürdürülebilir, emniyet ve güvenlik ihtiyaçlarını karşılayan, küresel ATM sistemine ulaşmaktır [30]. Bu nedenle günümüzde hava trafik hizmetlerinin iyileştirilmesine yönelik çalışmalar artmaktadır. Bu gelişmeler ve tahminler çerçevesinde geleceğin hava trafik yönetim hizmetleri Yeni Nesil Hava Ulaştırma Sistemi (Next Generation Air Transportation System: NextGen), Avrupa Hava Trafik Yönetiminde Tek Havasahası (Single European Sky ATM: SESAR) ve Seamless Asian Sky projeleri kapsamında iyileştirilecek ve artan talebe karşılık verilebilecek düzeye getirilmesi planlanmaktadır.

NextGen ve SESAR projeleri aynı amaçları olan projelerdir. Projelerin ilk yıllarında farklı yaklaşımlarda bulunsalar da son yıllarda çalışmaların paralel yürütülmesi gerektiğini ve küresel bir ATM sisteminin tüm dünyadaki havacılık paydaşları için fayda sağlayacağını söylemektedirler [30].

### **2.1.1. Yeni nesil hava ulaştırma sistemi (NextGen)**

NextGen 2012 ve 2025 yılları arasında Amerika Birleşik Devletleri genelinde kademeli olarak uygulanan yeni bir Ulusal Havasahası geliştirme sistemidir. NextGen gelecekteki talepleri karşılamak ve gökyüzünde ve havaalanlarındaki tıkanıklıkları önlemek için tüm ulusal hava taşımacılığı sisteminin geniş kapsamlı bir dönüşümüdür. NEXTGEN yer tabanlı teknolojileri yerine daha yeni ve dinamik uydu tabanlı teknolojilerinin kullanımını önermektedir. Uçakların birbirlerine daha yakın uçmaları ve doğrudan rotaları kullanmaları mümkün olacak ve uçakların açık pist için beklemeleri gibi havaalanından kaynaklanan gecikmeleri önlenecektir. Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System:GPS) teknolojisi yolları kısaltmak, zaman ve yakıt tasarrufu sağlamak, trafik gecikmelerini azaltmak, kapasiteyi arttırmak, izleme için kontrolörlere olanak vermek ve uçağı yönetmede daha fazla emniyet için kullanılmaktadır. Bunu uygulamak için, Federal Havacılık İdaresi (Federal Aviation Administration: FAA), tüm Amerika Birleşik Devletleri Hava taşımacılığı sisteminde geniş kapsamlı bir dönüşüm yapmaktadır. Bu dönüşümü destekleyen teknolojiler ve faaliyetler halen FAA yatırım portföyünün bir parçasıdır. Onları destekleyen bu yeni yetenekler ve birbirine bağımlı

teknolojiler hava trafik sisteminin işleyiş biçimini değiştirecek, sıklığı azaltacaktır. NextGen bu amacını gerçekleştirmek için Performans Tabanlı Seyrüsefer (PBN: Performance Based Navigation) ve teknolojik alt yapı uygulamalarını geliştirmiştir.

PBN, belirli bir havasahası içerisinde olan hava aracının belirlenen rotada uçabilmesi için sahip olması gereken performans gerekliliklerini belirler. Mevcut hava trafik sisteminde yer tabanlı Çok Yüksek Frekanslı Çok Yönlü Verici (VHF Omni Directional Range: VOR), Yönetilmemiş Radyo Yayını (Non Directional Beacon: NDB), Aletli İnişli Sistemi (Instrument Landing System: ILS) gibi sistemler kullanılmaktadır. Ancak bu sistemler yetersiz kalmaktadır. PBN Saha Seyrüsefer (Area Navigation: RNAV) ve Asgari Seyrüsefer Performansı (Required Navigation Performance: RNP) ile esnek rota ve terminal prosedürü olanağı sağlamaktadır [30].

PBN'nin yanı sıra geliştirilen teknolojik alt yapı uygulamaları Otomatik Bağımlı Gözetim Yayını (Automatic Dependent Surveillance Broadcast: ADS-B), yeni nesil veri iletişimi, Yol Otomasyon Modernizasyonu (Enroute Automation Modernization: ERAM), Yeni Nesil İletişim Ağlarıyla Etkinleştirilmiş Hava Durumu Bilgisi (Next Generation Network Enabled Weather: NNEW), Ulusal Havasahası Haberleşme Rôle Sistemi (National Airspace System Voice Switch: NVS), İşbirlikçi Hava Trafik Yönetim Teknolojileri (Collaborative Air Traffic Management Technologies: CATMT) ve Genel Destek Hizmetleri-Meteoroloji (Common Support Services – Weather: CSS-Wx)' dir. ADS-B ve NVS teknolojik sistemlerin modernizasyonunu, CATMT, CSS-Wx, SWIM ise taktik ve stratejik anlamda da sisteme katkı sağlayarak operasyonu desteklemeleri planlanmaktadır.

*Otomatik bağımlı gözetim yayını (ADS-B);* oldukça basittir ve hava trafik kontrolünün geleceğidir. NextGen sisteminin omurgası olarak, uçakları emniyetli bir şekilde gökyüzünde ve pistler üzerinde tutmaya yardımcı olmak için hava trafik kontrolörleri ve pilotlar daha doğru bilgi sağlamak için GPS uydu sinyallerini kullanmaktadır. ADS-B'nin iki temel fonksiyonu vardır: ADS-B verici ve ADS-B alıcı. Adından da anlaşılacağı gibi, ADS-B vericisi ile donatılmış bir uçak, diğer ADS-B donanımlı uçaklara ve yer alıcılarına doğrudan konum, hava hızı bilgileri ve diğer veri iletimi yapabilmektedir. Yer istasyonları ise ADS-B ile donatılmış ve diğer uçaklara ve kontrolörlere bu bilgileri aktarmaktadır. Bu yöntem eski sistemlere göre çok daha uzun mesafedeki hareketlerin de izlenebilmesine imkân sağlamaktadır. ADS-B sistemi (A: Automatic) her zaman açıktır ve operatör müdahalesi gerektirmez, (D: Dependent)

Küresel Uydu Seyrüsefer Sistemi (Global Navigation Satellite Systems: GNSS) pozisyon bilgisi ile ilişkilendirilmiştir, (S: Surveillance) radar gibi tarama mantığına sahiptir ve (B: Broadcast) uçağın pozisyonunu sürekli olarak diğer uçaklara ve yerdeki alıcılara yayınlar.

*Yeni nesil veri iletişimi (Next generation data communications)*; uçuş ekibi, hava trafik kontrol ve hava trafik kontrolörleri arasındaki iletişim büyük ölçüde sesle sağlanır. Başlangıçta, veri iletişimine giriş hava trafik kontrol izinleri, talimatlar, tavsiyeleri, uçuş ekibi istekleri ve raporlar için iki yönlü bir iletişim ek parçalar sağlayıcısıdır. Uçak veri bağlantısı yoluyla rutin kontrolör, pilot mesajları ve izinleri değişimiyle daha fazla trafiği kontrol etmelerini sağlayacaktır. Bu kapasite ve emniyeti artırarak hava trafik kontrolörü verimliliğini arttıracaktır.

*Yol otomasyon modernizasyonu (Enroute Automation Modernization - ERAM )*; ERAM uçuşta rota değişimlerini ve rota isteklerini daha hızlı yapabilmek için FAA hava trafik kontrol sistemi için tasarlanmıştır.

*Yeni nesil iletişim ağlarıyla etkinleştirilmiş hava durumu bilgisi (Next Generation Network Enabled weather -NNEW)*; her yıl ulusal havasahasındaki gecikmelerin %70'inin hava ile ilgili olduğu söylenmektedir. NNEW' in amacı meteorolojik koşullar ile bağlantılı olan gecikmeleri en azından yarısı oranında azaltmaktır.

*Ulusal havasahası haberleşme röle sistemi (National airspace system voice switch-NVS)*; ulusal havasahası haberleşme röle sistemi, hava trafiğinin dinamik akışını destekleyen ölçeklenebilir ses anahtarları tek bir set oluşturmayı amaçlamaktadır [31].

*İşbirlikçi hava trafik yönetim teknolojileri (CATMT)*; ATM personeline karardestek ve bilgi paylaşım araçları sunan teknolojilerdir. Bu sistem sayesinde ATM personeli için işbirliği daha kolay hale gelir.

*Genel destek hizmetleri-meteoroloji (CSS-Wx)*; Tüm havasahası kullanıcılarına ve FAA çalışanlarına eş zamanlı olarak birleştirilmiş meteoroloji bilgileri sağlayacak olan sistemdir.

*Genişletilmiş Havacılık Bilgisi Yönetimi (System Wide Information Management – SWIM)*; NextGen için gerekli dijital bilgiyi aktaracak olan ağ yapısıdır. Bu ağ yapısı sayesinde tüm paydaşlar için eş zamanlı bilgi paylaşımı hedeflemektedir [31].

### **2.1.2. Tek Avrupa havasahası ve SESAR**

Avrupa kıtasındaki ATM operasyonları Amerika kıtası ile birlikte en yoğun hava trafiğine sahiptir ve tek bir merkezden yönetilmesi ve denetlenmesi hedeflenmektedir.

Avrupa hava trafik seyrüsefer sisteminin değeri yıllık 8,6 milyardır. 2010 yılında, Avrupa hava trafik yönetim sisteminde 9,5 milyon uçuş kontrol edilmiş, yoğun günlerde günlük uçuş sayısı 33000 uçuş olmuştur. 2030 yılında bu rakamın 17 milyon uçuş ve yoğun günler için 50000 uçuş olacağı öngörülmektedir. Yine 2010 yılı için direk uçuşlarda 19,4 milyon dakika gecikme olmuştur. Ortalama olarak her uçuş direk rotasına göre 49 km daha fazla uzamıştır. Her yıl havasahasında yaklaşık 138 milyon ton karbondioksit (CO<sub>2</sub>) gazı salınımı olmaktadır.

Günümüzde kullanılan ATM sisteminin talepleri karşılayamaması ve mevcut kapasiteyi verimli kullanamaması nedeniyle, Avrupa havasahasının yeniden düzenlenmesi ihtiyacını doğmuştur. Bu ihtiyaç kapsamında Tek Avrupa Havasahası (Single European Sky: SES) projesi ortaya çıkmıştır. SES projesinin amacı, ülkelerin ulusal havasahası sınırları yerine fonksiyonel havasahası blokların (Functional Airspace Block: FAB) oluşturulmasıdır. FAB'lar operasyonel ihtiyaçlara göre belirlenmiş hava sahalarıdır ve bu hava sahaları içerisinde performansa dayalı seyrüsefer hizmetleri verilmesi istenmektedir. FAB'lar sayesinde Avrupa'da 67 ülkenin sınırlarına göre kullanılan havasahası yerine 9 tane FAB oluşturularak daha entegre hizmet verilmesi planlanmaktadır [30]. SES projesinin operasyonel ve teknolojik alt yapı boyutunda da SESAR Projesi yürütülmektedir.

Geleceğin hava trafik yönetiminin şekillenmesi ve teknolojik alt yapısının geliştirilmesi amacıyla Avrupa Birliği (AB) ve Avrupa Seyrüsefer Emniyet Teşkilatı (European Organization for the Safety of Air Navigation: EUROCONTROL) tarafından geliştirilen SESAR projesi yüzyılın en büyük projelerinden biridir. SESAR projesi tanımlama, geliştirme ve uygulama olarak adlandırılan üç aşamadan oluşmaktadır [32]. Tanımlama aşaması, EUROCONTROL tarafından üstlenilmiştir ve 2004 ve 2008 yılları arasında kapsamaktadır. Bu aşamada atılacak farklı teknolojik adımların belirlenmesi ile yeni nesil Hava Trafik Yönetim Sisteminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu aşamada "Avrupa Hava Trafik Yönetimi Ana Planı" adı altında bir plan 2008 yılında EUROCONTROL tarafından tamamlanarak yayınlanmıştır. Geliştirme aşamasında ise 2008 ve 2013 yılları arasında yeni ekipmanlar, sistemler ve standartlar geliştirilerek, Avrupa'daki ATM sistemi ile birlikte işler olması için çalışmalar yapılmaktadır. Uygulama aşaması, 2014 yılında başlamıştır ve 2020 yılında tamamlanması planlanmaktadır. Bu aşama ile yeni hava trafik yönetimi alt yapısı için yeni üretilen

ürünlerin, yazılımların, yeni tekniklerin tamamı birbiri ile tam uyum içinde ve yüksek performansta uygulamaya konulacak ve üyelerin yararlanması sağlanacaktır.

Bu kapsamda bu projenin geliştirme safhasının hayata geçirilmesi için SESAR Ortak Girişimi resmi olarak 3 Mart 2007 tarihinde kurulmuş olup, kurucu üyeleri Avrupa Topluluğu ile üyesi olduğumuz EUROCONTROL'dür. Bununla birlikte, SESAR üçüncü ülkelerin kamu yâda özel kuruluşları dâhil tüm kamu veya özel kuruluşların katılımına açıktır. Üyelik sadece nakdi katkıdan oluşmamakta aynı zamanda aynı katkılarda bulunarak geliştirme safhasının yönetilmesi ve yön verilmesi ile uygulama safhasının hazırlığında önemli anahtar rol oynamaktadır [33].

SESAR projesinin amaçları ayrıntılı olarak şu şekilde sıralanabilir;

- Avrupa havasahası ve hava alanlarının kapasitesini arttırmak,
- Trafik artışına paralel olarak uçuş mesafelerini de kısaltarak yaşanmakta olan gecikmeleri en aza indirebilmek,
- Transit uçuş ve kötü hava şartlarında en iyi performansı elde etmek,
- Farklı ATM ve sivil asker sistemleri arasındaki uyumu sağlamak,
- Ulusal sınırlara göre parçalara ayrılmış ve yaklaşık 60'tan fazla olan saha kontrol merkezini asgari sayıya indirerek verimliliğini yükseltmek,
- Karbon salınım miktarını 2020 yılına kadar uçuş başına en az yüzde 10 oranında azaltmak,
- Hava trafik kontrolörleri ile pilotlar arasındaki sesli iletişimi azaltıp uçaktaki ve yerdeki sistemlerin kullanımına ağırlık vererek daha etkili ve güvenilir iletişimi mümkün kılmaktır.

Bu proje, ATM maliyetlerini en az % 50 azaltıp hava trafik yönetim kapasitesini üç katına çıkararak emniyeti de on kat arttırmayı hedeflemektedir [32].

### **2.1.3. Asya Pasifik Kesintisiz havasahası (Seamless Asian Sky)**

Asya pasifik dünyanın en hızlı büyüyen havacılık pazarıdır. Dünyadaki yolcu trafiğinin %26'sını elinde tutmaktadır ve bu rakamın önümüzdeki yıllarda yıllık %7 artışlarla %30 çıkacağı öngörülmektedir. Uçak sayısının önümüzdeki yirmi yıl içinde üç kat büyümesi beklenmektedir. Yapılan çalışmalar tüm bu beklenen hava trafiği artışının Asya Pasifik'teki şehir çiftleri arasında olacağını göstermektedir. Bu büyüklükte trafik artışlarını hava trafik yönetim süreçlerinin, gerekli donanım ve gelişmeler olmadan etkili ve verimli bir şekilde yönetilebileceği düşünülmektedir.

Gerekli düzenlemelerin yapılmaması durumunda aksaklıklar ve yetersizlikler sadece bölgede uçuş emniyetini tehlikeye atmayacak aynı zamanda insanlar ve kargonun verimli, maliyet etkin ve emniyetli bir şekilde hareket etmesini engelleyecek, bunun sonucunda da küresel havacılıkta ekonomik fayda sınırlanacaktır. Bu olumsuz durumların yaşanmaması için 2009 yılında 46. Asya Pasifik Konferansında kesintisiz bir Asya Pasifik gökyüzü sağlayabilmek için proje üzerinde prensipte anlaşılmıştır. Daha sonrasında proje ICAO toplantıları ve atölye çalışmaları ile ilerleme kaydedilmiştir. 48. Sivil Havacılık Genel Direktörler konferansı devletler ve idarelerini Asya-Pasifik kesintisiz ATM Planlama Grubuna (Asia Pacific Seamless ATM Planning Group: ASAPG) dâhil olmaya ve ATM modernizasyon programları ile ilgili deneyimlerini paylaşmaya çağırmıştır. Özellikle Japonya, Hindistan, Singapur, Çin gibi devletlerin programları ile kazanılan deneyim yeteneklerin bu proje grubuna faydalı olacağı düşünülmüştür. Genel direktörler konferansı aynı zamanda ICAO tarafından önerilen Havacılık Sistemleri Blok İyileştirme Programının (Aviation Systems Block Upgrades: ASBU) kesintisiz Asya-Pasifik ATM sistemi için başlangıçtaki yol haritası olması önerisini de desteklemiştir. ASBU yol haritası 2011 yılındaki Küresel Hava Seyrüsefer Seminerinden adapte edilmiş ve 2012 yılındaki 12. Hava Seyrüsefer konferansında resmi olarak sunulmuştur. Ayrıca emniyetin en önemli amaç olduğu hatırlatılmıştır. Yeni oluşturulan ICAO Bölgesel Havacılık Emniyet grubunun (Regional Aviation Safety Group: RASG) açılış toplantısında bölge çapında emniyet verisi toplama işleminin tesis edilmesini amaçlayan doküman yayınlanmıştır. Devletlerarasında kesintisiz ATM sistemi oluşturulmasının riskleri azaltmak için emniyetle ilgili mevcut ve gelecekteki tehlikelerin kapsamlı analizinin yapılması gerektiğini kabul etmişlerdir. ICAO Bölgesel Ofisi bu dokümanı dikkate almış ve uzman tavsiyesi için ICAO genel merkezine göndermiştir.

Kesintisiz havasahasını, teknik ve prosedürel olarak birlikte, emniyetli bir şekilde işletildiği uçuş bilgi bölgelerinde havasahası kullanıcıları arasında geçiş olan veya yatay ve dikey sınırlardaki geçişler için önceden bir eylem yapılması gerekmeyen havasahası olarak tanımlamıştır [34].

Havacılık otoriteleri, bilimadamları, operasyonel paydaşlar ve uzmanlar tarafından geliştirilen bu üç projeninde temel hedefleri aynıdır. Artan talep ve trafik karşısında emniyetli, etkin, ekonomik ve çevreci bir hava taşımacılığı sektörü yaratmaktır. Aynı zamanda tüm operasyonların emniyet ve etkinlik açısından esnek bir şekilde yönetilebilmesi için değerlendirilmesi istenmektedir. Bu kapsam yeni yetişen ve faaliyet

gösteren operasyonel personelin bu yönde geliştirilmesi ve desteklenmesi uygun olacaktır.

**Tablo 2.1.** SESAR, NextGen ve Seamless Asian Sky Projelerinin Temel Hedefleri.

	SESAR	NEXTGEN	SEAMLESS ASIAN SKY
<i>Etkinlik</i>	Kapasiteyi üç kat arttırmak, gecikmelerde kayda değer azalmalar sağlamak.	2018 yılına kadar gecikmelerin %35 azaltılarak kapasitenin artırılması ve yeteneklerin genişletilmesi	Kapasitenin artırılması ve gecikmelerin azaltılması.
<i>Maliyetler</i>	ATM maliyetlerini %50 keserek, gecikme azaltması yoluyla 250 milyon Euro tasarruf sağlamak (mevcut gecikme maliyeti 1 milyon/yıl)	2018 yılına kadar 23 milyar dolar olan gecikme maliyetinin azaltılması ve 1,4 milyar dolar yakıt tasarrufunun sağlanması (Mevcut toplam gecikme 6,5 milyar/yıl)	Gecikmelerin azaltılması ve rotaların etkin kullanımı ile yakıt tasarrufu yapmak.
<i>Emniyet</i>	Trafik büyümesine karşın emniyet performansını 10 kat arttırmak.	Kazaların milyon sektör başına 1.43 azaltılması	Emniyet performansını arttırmak.
<i>Çevre</i>	Her bir uçuş başına çevresel etkileri %10 azaltmak	Karondioksit emisyonlarını 14 milyon ton azaltmak	Bölgesel karbon emisyonlarını azaltmak

**Kaynak:** [http://www2010.icao.int/APAC/Meetings/2012\\_APSAPG1/WP15%20IATA\\_A%20Planning%20Framework%20for%20Seamless%20ATM.pdf](http://www2010.icao.int/APAC/Meetings/2012_APSAPG1/WP15%20IATA_A%20Planning%20Framework%20for%20Seamless%20ATM.pdf)

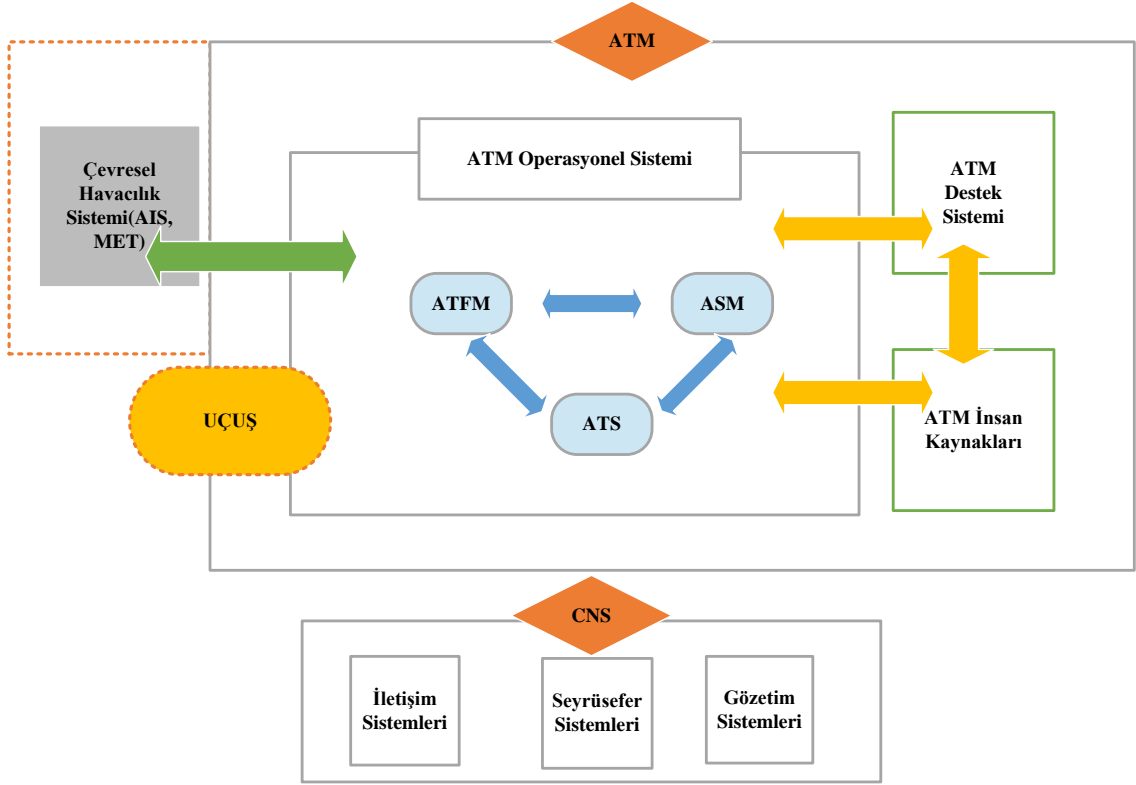
### 3. HAVA TRAFİK YÖNETİMİ VE HAVA TRAFİK HİZMETLERİ

Hava trafik hizmetleri ve yönetimi, bir havasahası içindeki uçakları koordine etmek ve trafik akışını emniyetli bir şekilde hızlandırmak için çalışmaktadır. Her uçak diğer uçaklarla havasahası ve pist gibi kaynaklarını paylaşırken, havayolları da yolcu konforu, yakıt tüketimi ve seyahat süresi gibi faktörler açısından işlettikleri uçakların operasyonel performanslarını ve buna bağlı olarak kendi performanslarını arttırmak istemektedir [35].

ATM sisteminin amacı, yer temelli ve havayla bağlantılı sistemler ile uçuşların tüm safhalarında, hava trafik akışının ekonomik, etkin ve emniyetli bir şekilde gerçekleştirilmesidir. ATM'de emniyet iki alana ayrılmaktadır: Birincisi emniyet düzenlemesidir ve toplumdaki emniyet düzeyini geliştirmek ve yerleştirmek için bir süreçtir; ikincisi ise emniyet yönetimidir ve emniyetli bir şekilde hizmet ve ürünlerin sağlanması sürecidir.

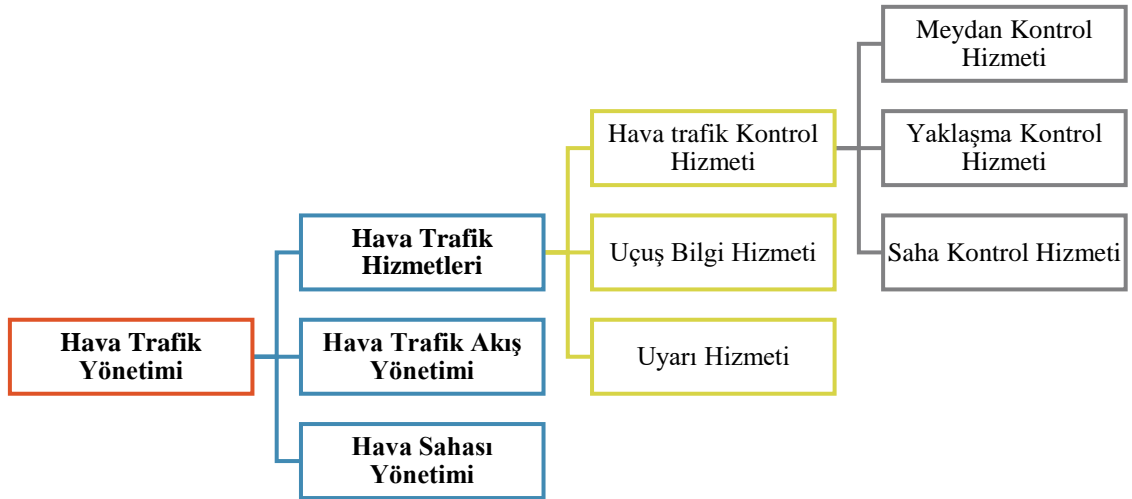
Başka bir tanıma göre ATM, hava trafiğinin ve havasahasının emniyetli, ekonomik ve verimli bir biçimde tüm iletişim, Seyrüsefer, Gözetim/Hava Trafik Yönetimi (CNS/ATM: Communication, Navigation, Surveillance /Air Traffic Management) birimleri ve çalışanlarının en üst düzeyde etkileşimleri ile dinamik ve bütünleşik olarak yönetilmesidir. ATM, sürekli gelişen dinamik bir sistemdir. ATM, trafik akış yönetimi ve ayırma hizmetlerinin her ikisini de sağlayan bir kontrol sistemi olarak, tüm diğer sistemler ile etkileşim halindedir. Hava trafik kontrolörlerinin aktif olarak performans gösterdikleri birimler bu sistemin kapsamında yer almaktadır. Şekil 3.1'de bu birimlerin birbirleri ile etkileşimi gösterilmektedir.

ATM havacılığın merkezinde yer aldığı için, emniyet, kapasite ve verimlilik konularında ATM'de öngörülen geliştirme çalışmalarının etkileri son derece önemlidir. Sivil havacılık topluluğunun gereksinmelerinin daha iyi karşılanması göz önünde bulundurularak, geleceğin hava seyrüsefer kavramı olarak FANS (Future Air Navigation System) geliştirilmiştir. FANS kavramı, daha çok uyduya bağlı karmaşık ve birbirleri ile etkileşim halindeki yüksek teknoloji desteğinde CNS/ATM sistemleri olarak bilinmeye başlamıştır.



**Şekil 3.1. ATM Sistemi**

**Kaynak:** Turhan, U. (2007). *Hava trafik kontrolörü adaylarının seçimi ve Türkiye'deki uygulama.* Yayımlanmamış Doktora Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.

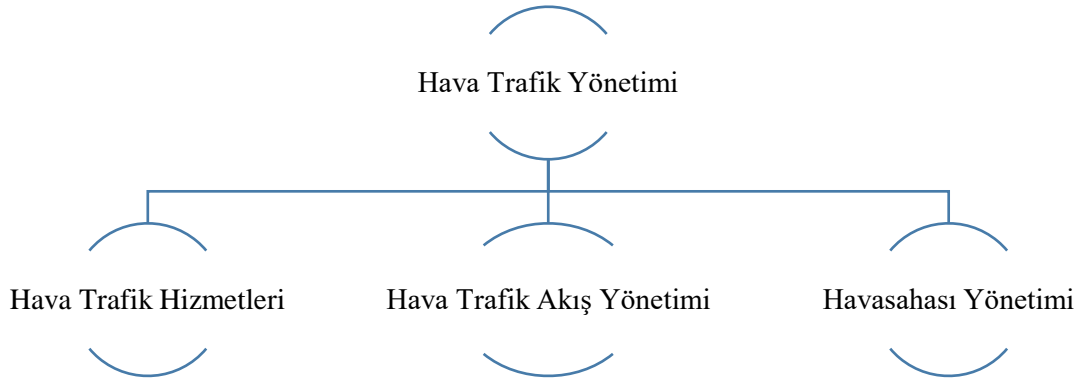


**Şekil 3.2. Hava Trafik Yönetimi ve Bileşenleri**

Havasahasının en etkin ve verimli şekilde kullanılabilmesi için "hava trafik kontrol" kavramının ATM ile değiştirilmesi gerekli görülmüştür. Bu anlamda tüm operasyonlarda sistem yaklaşımıyla hareket edilmelidir. Sistem yaklaşımıyla, kapıdan kapıya uçuşla ilgili tüm operasyonel kararların alınmasında ve uçuşların tüm safhalarının yönetiminde, havaalanı hava tarafındaki operasyonların ATM ve sistem çapındaki bilgi dağılımının

bütünleştirilmesi için kesin prensiplerin uygulanması gereklidir. ATM sistemi açık bir sistemdir. Sistem hava durumu bilgisi, hasta yolcu taşıyan bir uçağın acil olarak yönlendirilmesi, teknik bir arıza ya da havaalanındaki bir problem gibi çok çeşitli faktörlerden çok kısa zaman aralıkları içinde etkilenebilmektedir. Bu yüzden tüm sistem elemanlarının performanslarının en uygun düzeyde muhafaza edilebilmesi için sistemde bilgi ve bilgi teknolojilerinden yoğun olarak yararlanılmaktadır. ATM'de yapılacak gelişme ve iyileştirmeler, hem havasahası kullanıcıların hem de hizmet sağlayıcılarına sayısız yarar sağlayacaktır. ATM'in CNS sistemleri ve işlevleri için operasyonel gereklilikleri belirlemesi ve uygulaması gerekmektedir. Bu anlamda CNS desteğinde tüm öngörülen faydaların elde edilebilmesi için küresel olarak bütünleştirilmiş ATM'in gerçekleştirilmesi gerekmektedir [8].

ATM sistemi, Hava Trafik Hizmetleri (ATS: Air Traffic Services), Hava Trafik Akış Yönetimi (ATFM: Air Traffic Flow Management) ve Havasahası Yönetimi (ASM: Airspace Management) bileşenlerinden oluşmaktadır.



**Şekil 3.3.** *Hava Trafik Yönetimi*

ATM sistemi içerisinde hava trafik hizmetinin verilebilmesi için hava trafik hizmetlerini oluşturan hava trafik kontrol hizmeti, uçuş bilgi hizmeti ve uyarı hizmetlerini ve bu hizmetleri sunabilmek için havasahası, teknik donanım, hava araçları ve insan gücü kaynaklarını kullanmaktadır [36].

### **3.1. Hava Trafik Hizmetleri**

Uçuştaki ve havaalanlarının manevra sahalarındaki bütün uçakların harekâtı hava trafiğini oluşturur. Havaalanı üzerinde hareket eden, havaalanına inişe geçen veya hava yollarında sürekli hareket halinde olan uçaklar, belirlenmiş kurallara bağlı olarak hava trafik hizmetleri alırlar [37].

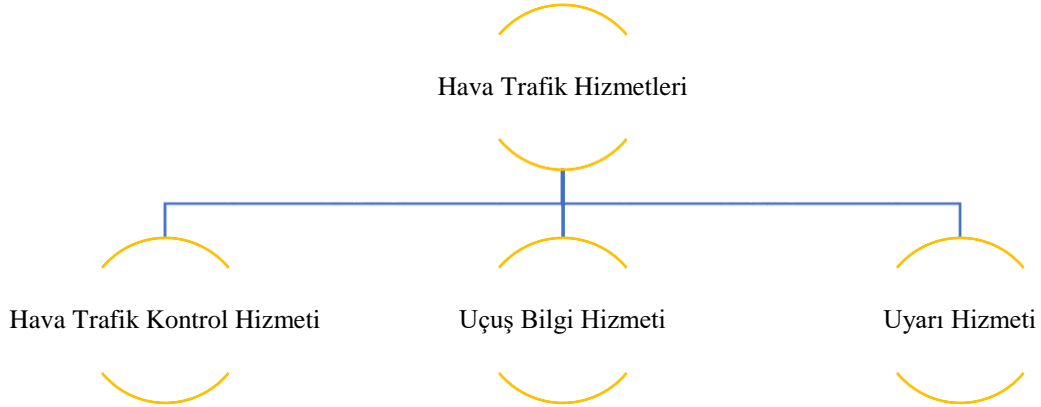
Hava trafik hizmetlerinin amaçları şu şekilde sıralanabilir:

- Uçaklar arasında meydana gelebilecek çarpışmaları önlemek,
- Manevra sahasındaki uçakların o sahadaki engellerle çarpışmalarını önlemek,
- Düzenli bir trafik akışını sürdürmek ve hızlandırmak,
- Uçuşların emniyetli ve etkili bir şekilde yürütülebilmesi için faydalı tavsiye ve bilgileri sağlamak,
- Arama-kurtarmaya ihtiyaç duyan uçaklar ile ilgili olarak ilgili kuruluşları uyarmak ve talep edildiğinde bu kuruluşlara yardımcı olmaktır [37].

Hava trafik hizmetlerinin belirlenmesinde hava trafiğinin tipi, trafiğin yoğunluğu, meteorolojik koşullar ve etkili olabilecek diğer faktörler göz önünde tutulmaktadır [8].

Hava trafik hizmetleri devletin yetkilendirdiği bir otorite tarafından sağlanmaktadır. Türkiye’de hava trafik hizmetlerinin sağlanmasından sorumlu otorite DHMİ’dir.

Hava trafik hizmeti; hava trafik kontrol hizmeti, uçuş bilgi hizmeti, uyarı hizmeti anlamlarında kullanılan genel bir terimdir [38].



**Şekil 3.4.** *Hava Trafik Hizmetleri*

### 3.1.1. Hava trafik kontrol hizmetleri

Hava trafik kontrol hizmeti, uçaklar arasındaki çarpışmaları ve uçaklar ile manevra sahası üzerindeki engeller arasındaki çarpışmaları önlemek, düzenli ve hızlı bir hava trafik akışını sağlamak için verilen bir hizmettir [38].

Uçuşun emniyeti, uçakların hareketlerini sürekli izleyen ve aralarındaki emniyetli ayırmaları temin eden hava trafik kontrolörlerince sağlanmaktadır. Hava trafik akışı ise hem trafik akış yöneticileri hem de hava trafik kontrolörlerinin birlikte çalışmasıyla

gerçekleştirilmektedir. Trafik akışı yoğun hava alanlarında ve bunun etrafındaki havasahasında trafik akışının optimize edilmesi ile yapılmaktadır. Hava trafik kontrol hizmetleri kontrollü hava sahaları içinde uçan tüm Aletli Uçuş Kuralları (Instrument Flight Rules: IFR) ve Görerek Uçuş Kuralları (Visual Flight Rules: VFR) ile uçan uçuşlara verilmektedir [38].

Hava trafik kontrol hizmeti temel olarak uçuş şartları ve havasahası sınıfı gibi faktörlere bağlı olarak verilmektedir.

Uçuş şartları uçağın uçacağı meteorolojik şartlara göre belirlenmektedir. Buna göre iki tip uçuş şartı vardır. Bunlardan ilki Görerek Meteorolojik Şartlar (Visual Meteorological Conditions: VMC), ikincisi ise Aletli Meteorolojik Şartlardır (Instrument Meteorological Conditions: IMC). Uçuş sırasında eğer görüş mesafesi, bulutlardan olan uzaklık ve bulut tavanı ile belirlenen en düşük değerlerden oluşan Görerek Meteorolojik Koşullar ( VMC ) a uyuyorsa, Görerek Uçuş Kurallarıyla (VFR) uçuş yapılabilir. Görerek Meteorolojik Koşullar (VMC) dışındaki diğer meteorolojik koşullar Aletli Uçuş Koşullarıdır( IMC ). Bu koşullar altında seyrüsefer yardımcı cihazlarıyla yapılan uçuşlar ise IFR'a göre yapılır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta; IMC bir uçak VFR uçuş yapamaz, fakat VMC ise VFR uçuşunu yapabileceği gibi, IFR uçuşunu da yapabilmektedir. Böyle bir durumda uçak, uçuşundan önce uçuş planında bildirdiği uçuş kurallarına uymakla yükümlüdür. Eğer uçuş sırasında uçuş kurallarında bir değişiklik yapılması gerekirse, bu durum ilgili hava trafik birimine bildirilmelidir. Hava trafik kontrol usulleri ve parametreleri bu iki uçuş kurallarına göre farklılık göstermektedir [39].

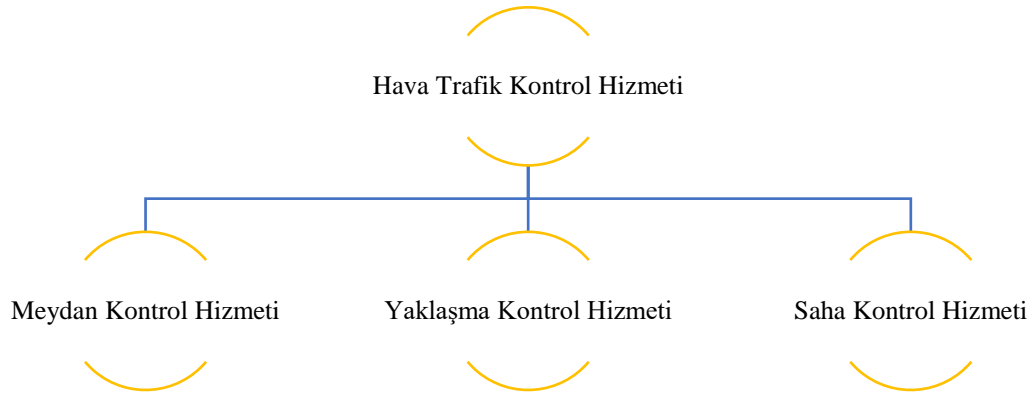
Bir pilot kalkışından 10–20 dakika önce kalkış meydanındaki hava trafik kontrolörü ile temas kurmaktadır. Kontrolör pilota bütün uçuşunu ilgilendiren izinleri verir. Bazen verilen kontrol izinleri pilotun uçuş planında istediği değerlerinden farklılıklar göstermektedir. Bunun nedeni istemiş olduğu rotanın uygun olmaması, hava koşullarındaki olumsuzluklar olabilmektedir.

Pilot uçuşuna başlamadan önce sırasıyla, kalkış meydanındaki kontrolörden motor çalıştırma, geri itme (pushback) ve piste taksi müsaadesi ister. Bu durumda yerdeki izinler hava alanı kontrol kulesi tarafından verilmektedir. Hava alanından kalkışından sonra ise kontrol yetkisi terminal radar kontrolörüne geçer. Uçuşun bu tırmanma aşamasının tamamlanarak, gideceği meydanla ilgili hava yoluna dâhil olmasından sonra kontrol yetkisi yol radar kontrolörü veya saha radar kontrolörüne devir olmaktadır. Pilotun varış

meydanına yaklaşmaya başlamasıyla birlikte, kontrol fonksiyonu tersine çalışmaya başlamaktadır.

Hava trafik hizmetlerinin verilmesi hava trafik kontrol izinleriyle sağlanmaktadır. Hava trafik kontrol izinleri uçağın çağrı adı, izin sınırı, uçuş yolu, uçuş seviyesi ve/veya seviyeleri ve eğer istenmişse uçuş seviyesi değişiklikleri, yaklaşma veya kalkış manevraları, iletişim ve izninin bitiş zamanı gibi gerekli talimatlar ve bilgileri içermektedir [39].

Hava trafik kontrol hizmeti üç tip hizmetten meydana gelir. Bu hizmetler meydan kontrol hizmeti (Aerodrome Control Service-TWR: Tower), yaklaşma kontrol hizmeti (Approach Control Service-APP: Approach), saha kontrol hizmetidir (Area Control Service-ACC: Area Control Centre) [40].



**Şekil 3.5.** *Hava Trafik Kontrol Hizmeti*

#### **3.1.1.1. Meydan kontrol hizmetleri**

Bir meydanın manevra sahası üzerindeki tüm trafik ve meydan civarında uçan uçaklar meydan trafiğini oluşturur. Bir uçak meydan turuna girerken, meydan turundayken veya meydan turunu terk ederken meydan civarında kabul edilir. Meydan trafiği için verilen hava trafik kontrol hizmetine de meydan kontrol hizmeti denir. Bu hizmet meydan kontrol kulesi tarafından verilmektedir. Uçaklar arasındaki çarpışmaları önlemek, manevra sahasındaki uçakların o sahalardaki mâniyalarla çarpışmalarını önlemek ve düzenli bir trafik akışını sürdürüp, hızlandırmak amacıyla verilen hava trafik kontrol hizmetlerini kapsamaktadır.

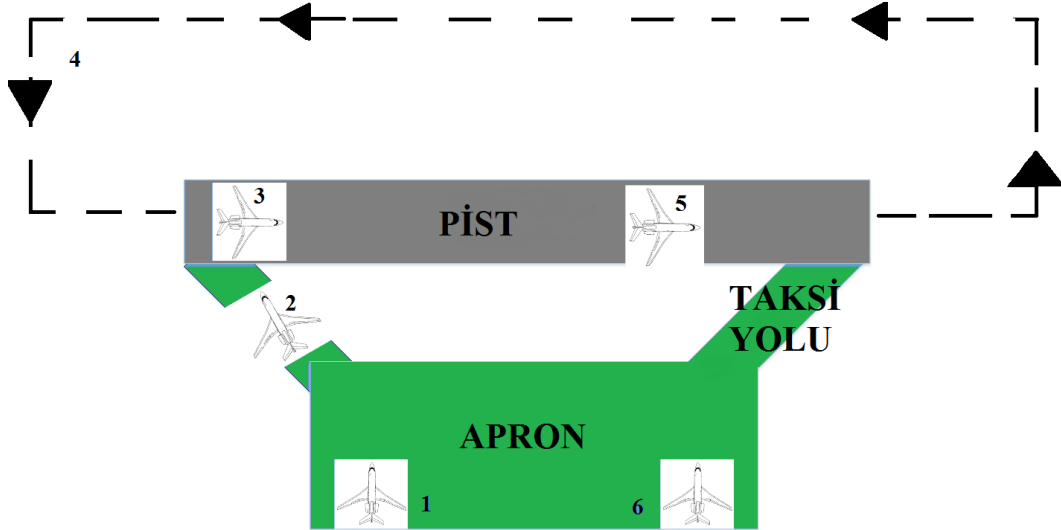
Meydan kontrol kuleleri meydan üzerinde ve civarındaki trafiğin emniyetli, düzenli ve hızlı akışını sağlamaktan sorumludur. Ayrıntılı olarak ise bir meydanın çevresindeki

meydan turunda olan uçaklar, manevra sahası üzerinde hareket eden uçaklar, iniş ve kalkış yapan uçaklar, manevra sahası üzerindeki uçaklar ve de araçlar ve manevra sahası üzerindeki uçaklarla bu sahadaki mâniolar arasındaki çarpışmaları önlemek amacı ile kontrolü altındaki uçaklara bilgiler ve izinler yayınlarlar [38].

Meydan kontrol kuleleri aynı zamanda emniyet birimlerini uyarmaktan da sorumludur. Hava alanında meydan trafiği ve uçakların kaptan pilotlarına yardımcı olmak için tesis edilmiş, herhangi bir cihaz ışık veya aygıtın çalışmama veya düzensiz çalışma durumunu vakit geçirmeden rapor ederler [38].

Meydan kontrol hizmetinde, hava trafik kontrolörü sadece gözüyle görebildiği zaman hizmet verebilmektedir.

Meydan trafiğinin kontrolünde meydan taksi paterni ve meydan trafik paterni (meydan turu) olarak iki patern vardır. Kalkış yapacak uçaklar ve inişini tamamlamış yani piste tekerlek koymuş olan uçaklar meydan taksi paterninde bulunurlar. İniş için meydana yaklaşan uçaklar ve kalkışını tamamlamış olan yani pistten tekerlek kesmiş ve pist sonunu kat etmiş uçaklar ise meydan trafik paterninde (meydan turunda) bulunurlar. Daha kısa bir ifadeyle, yerdeki uçaklar taksi paterninde, havadaki uçaklar ise trafik paternindedirler.

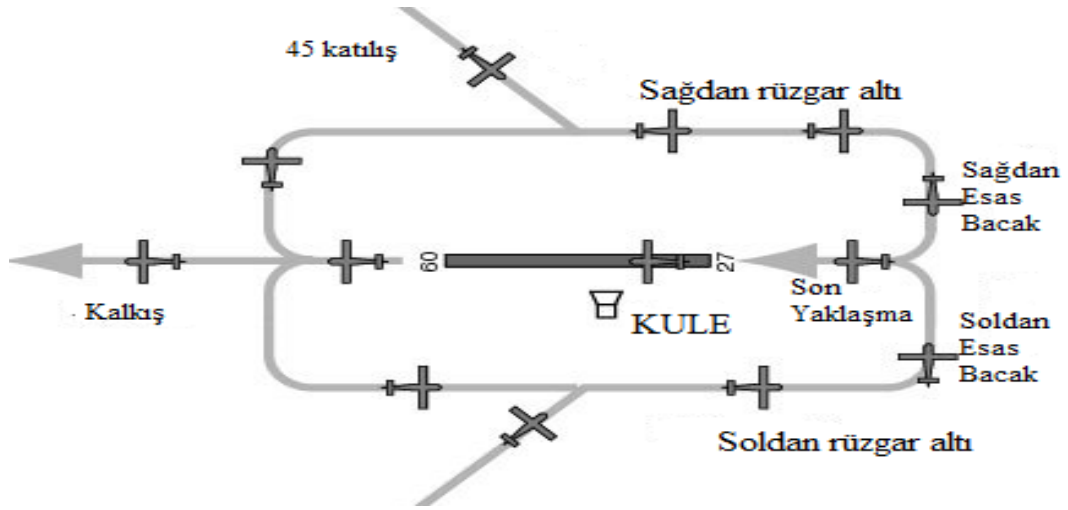


**Şekil 3.6.** Meydan Taksi Paterni

Meydan taksi paterni, belirli rüzgâr koşulları süresince manevra sahası üzerindeki uçaklar için belirlenmiş yoldur. Meydan trafik paterni ise, bir meydanın çevresinde uçan uçakların akışı için belirlenmiş yoldur.

Meydan taksi paterni temel olarak pist, apron ve taksi yolundan oluşur. Pist, bir kara meydanında uçakların iniş ve kalkışları için hazırlanmış dikdörtgen şeklinde

belirlenmiş bir sahadır. Apron, bir kara meydanında uçakların yolcu, posta ve kargo yükleyip boşaltmaları, akaryakıt ikmalleri, park etmeleri veya bakımlarını yapılabilmesi amacıyla belirlenmiş sahadır. Taksi yolu ise, bir kara meydanında uçakların taksi hareketi için hazırlanmış ve meydanın bir bölümünden diğer bir bölümüne bağlantı sağlamak amacıyla belirlenmiş yoldur. Taksi hareketi, kalkış ve iniş dışında bir uçağın kendi gücüyle bir hava meydanı yüzeyinde yaptığı harekettir.



Şekil 3.7. Meydan Trafik Paterni (Meydan Turu)

Meydan trafik paterni; rüzgâr üstü bacağı, rüzgâr yan bacağı, rüzgâr altı bacağı, esas bacak(süzülüş bacağı) ve son yaklaşımdan oluşur.

Rüzgâr üstü bacağı (up wind leg), iniş yönünde iniş pistine paralel bir uçuş yoludur. Rüzgâr yana bacağı (cross wind leg), iniş pistinin sonuyla yani kalkış yönüyle dik açı oluşturan bir uçuş yoludur. Rüzgâr altı bacağı (down wind leg), iniş yönüne ters yönde ve iniş pistine paralel bir uçuş yoludur. Esas bacak (base leg), iniş pistinin yaklaşma yönündeki sonuyla dik açı oluşturan, pist merkez hattı uzantısıyla kesişen ve rüzgâr altı bacağı'nın uzantısı olan bir uçuş yoludur. Son yaklaşma (final approach) ise, pist merkez hattının iniş yönündeki uzantısı boyunca esas baktan piste kadar uzanana bir uçuş yoludur.

Meydan taksi ve trafik paterlerindeki uçakların Şekil 3.6 ve Şekil 3.7'de rakamlarla gösterilen pozisyonları normal olarak meydan kontrol kulesi izinlerini aldıkları yerlerdir. Doğru izinlerin verilebilmesi için uçuklar bu pozisyonlara yaklaşırken meydan

kontrolörleri tarafından izlenir. Bütün izinler genellikle uçağın bu pozisyonlarda çağrı yapmasını beklemeden meydan kontrolörü tarafından verilir [42].

### **3.1.1.2. Yaklaşma kontrol hizmetleri**

Yaklaşma kontrol ofisinin sorumluluk sahası, başka bir ifadeyle uçakları kontrol ettiği alan "terminal kontrol sahası" olarak adlandırılır. Yaklaşma kontrol hizmeti terminal kontrol sahaları içerisinde uçaklar arasındaki çarpışmaları önlemek, trafik akışını sürdürmek ve hızlandırmak amacıyla kontrollü uçakların iniş-kalkışla ilgili kısımlarına verilen hava trafik kontrol hizmetidir. Yaklaşma kontrol hizmetinin sorumluluğu saha kontrol biriminden kontrolünü teslim aldığı uçakları en uygun sıralamayı yaparak, meydan kontrol bölgesine getirmektir. Yaklaşma kontrol ünitesi terminal kontrol alanındaki gelen, giden ve transit uçuşlara hizmet vermektedir [37].

Yaklaşma kontrol ofisi, saha kontrol merkezinden kontrolünü devraldığı uçakları meydan kontrol kulesine ve meydan kontrol kulesinden devraldığı uçakları da saha kontrol merkezine en uygun şekilde sıralayarak devretmekle sorumludur. Yaklaşma kontrol ofisi uçakları sıralarken, belirli kurallara bağlı kalarak uçaklar arasında belirli ayrımlar sağlamak durumundadır. Yaklaşma kontrolörü, gelen ve giden uçakları idare etmek, görevi devraldığına gelen ve kontrol sahasından geçen uçaklara izinler ve tavsiyeler hazırlayıp vermek, kalkıp tırmanan uçaklar arasında, tırmanan ve alçalan uçaklar arasında ve yoldaki uçaklarla tırmanıp yola girecek uçaklar arasında standart ayrımları sağlamak için gerekli talimatları ve izinleri vermekle sorumludur.

Terminal kontrol sahasında verilen yaklaşma kontrol hizmeti radarlı veya radarsız olarak verilmektedir. Radarlı yaklaşma kontrol hizmetinde radar kontrolörü uçakların hareketlerini radar ekranı üzerinde izler ve buna göre uçaklara talimatlar ve izinler verir. Radarsız yaklaşma kontrol hizmetinde ise uçaklar strip adı verilen özel etiketler üzerinden takip edilmektedir. Yaklaşma kontrol hizmeti verilen her bir uçak için ayrı bir strip tutulmaktadır. Uçakların radyo yoluyla verdikleri raporlar ve bilgilerle kontrolör tarafından uçaklara verilen talimat ve izinler elle bu striplere işlenir ve bu yolla uçaklar kontrol edilir [42].

### **3.1.1.3. Saha kontrol hizmetleri**

Saha kontrol hizmeti bir saha kontrol merkezi tarafından uçaklar arasındaki çarpışmaları önlemek, düzenli bir trafik akışını sürdürmek ve hızlandırmak amacıyla

kontrollü uçaklara uçuş bilgi bölgesi içerisindeki hava yollarında verilen bir hava trafik kontrol hizmetidir. Saha kontrol hizmeti bir saha kontrol merkezi tarafından veya bir kontrol sahası veya yaklaşma kontrol hizmeti sağlanmak üzere oluşturulmuş ve saha kontrol merkezi tesis edilmemiş kontrol sahalarının belli bir bölümünde yaklaşma kontrol hizmeti sağlayan birim tarafından verilmektedir [38].

Saha kontrol merkezi (ACC), kontrol sahaları içerisinde kendi sorumluluğu altında bulunan kontrollü uçuşlara hava trafik kontrol hizmeti sağlamak üzere tesis edilen bir ünedir. Saha kontrol, ABD FAA kurallarına göre "yol kontrol (en-route control)" olarak da isimlendirilmektedir [39].

Saha kontrol merkezinin hava trafik kontrol hizmeti verdiği alan uçuş bilgi bölgesi (Flight Information Region: FIR) olarak adlandırılır. Uçuş bilgi bölgesi içerisindeki hava yollarında uçan uçaklar saha kontrol hizmeti alırlar. Yaklaşma kontrol hizmetinde olduğu gibi saha kontrol hizmeti de radarlı ya da radarsız verilmektedir.

Saha kontrol merkezi, yaklaşma kontrol ofisinden kontrolünü devraldığı uçaklar arasında belirli kurallara uyarak gerekli ayırmaları sağlamak ve uçaklara uygun uçuş seviyeleri tahsis ederek hava trafiğini idare etmekle sorumludur. Ayrıca transit (overflight) bir uçuşa uçağın kontrolünü komşu uçuş bilgi bölgesine ya da inişe gelen bir uçak ise kontrolü ilgili yaklaşma kontrol ofisine devretmekte saha kontrol merkezinin sorumluluğundadır. Bir saha kontrol merkezi kendi uçuş bilgi bölgesini kat edecek transit uçuşlara ve yine kendi uçuş bilgi bölgesi içerisinde kalan meydanlardan kalkış yaparak tırmanıp yola giren uçaklara ve uçuş seviyesini terk edip alçalarak bu meydanlara iniş yapacak uçaklara talimat, tavsiye ve izinler hazırlayıp vermekle sorumludur [42].

### **3.1.2. Uçuş bilgi hizmeti**

Uçuş bilgi hizmeti, uçuşların emniyetli ve verimli bir şekilde yürütülebilmesi için faydalı tavsiye ve bilgileri vermek için uçuş bilgi bölgesi içerisinde sağlanan bir hava trafik kontrol hizmetidir. FIR, içerisinde uçuş bilgi hizmeti ve uyarı hizmeti verilen sınırları belirlenmiş bir havasahasıdır. Uçuş Bilgi Merkezi (Flight Information Center: FIC) ise, uçuş bilgi bölgesi içerisinde uçuş bilgi hizmeti ve ikaz hizmeti sağlamak için tesis edilmiş bir ünedir. Uçuş bilgi hizmeti hava trafik kontrol hizmeti sağlanan bütün uçaklara veya kontrol hizmeti verilmeyen ancak ilgili hava trafik hizmet ünitelerince bilinen uçaklara sağlanmaktadır [38].

Hava trafik kontrol hizmeti ve uçuş bilgi hizmetlerinin beraber sağlandığı hava trafik hizmet ünitelerinde, hava trafik kontrol hizmeti sağlanması gerektiğinde, hava trafik kontrol hizmeti uçuş bilgi hizmetine göre öncelikle sağlanmaktadır.

Bu hizmetinin amaçları seyrüsefer yardımcılarının çalışma durumlarındaki değişiklikler ile ilgili bilgileri, kar, buz veya fazla miktardaki suyun etkilediği meydan manevra sahalarının durumları ile ilgili bilgiler dâhil olmak üzere meydan ve meydandaki kolaylıkların durumlarındaki değişiklikler ile ilgili bilgileri ve emniyeti etkileyebilecek diğer bilgileri kapsamaktadır.

IFR uçuşlara sağlanan uçuş bilgi hizmetleri yukarıdakilere ek olarak kalkış varış veya yedek meydanlarda mevcut veya ilerisi için tahmin edilen hava durumu ile ilgili bilgileri kapsamaktadır. Bu bilgilerin yanı sıra kontrol sahaları ve kontrol alanları dışında uçan uçakların birbiri ile çarpışma tehlikesine ait bilgileri ve deniz üzerindeki uçuşlarda, pilot tarafından talep edildiğinde ve mümkün olduğunda bu sahada bulunan gemiler ile ilgili bilgileri de kapsar.

Uçuş bilgi hizmeti volkanik patlamalar, atmosferdeki radyoaktif maddeler ve zehirli kimyasallar, seyrüsefer yardımcılarının çalışma durumları, hava koşulları, serbest balonlar gibi özellikle emniyeti etkileyebilecek pek çok bilgiyi de kapsamaktadır [39].

Uçuş faaliyetleri ile ilgili uçuş bilgi hizmet yayınları Yüksek Frekans (High Frequency: HF), Çok Yüksek Frekans (Very High Frequency: VHF) ve Otomatik, Terminal Bilgi Hizmeti (Automatic Terminal Information Service: ATIS) olmak üzere üç çeşittir.

Havadaki ve yerdeki uçaklara, meydanlar ve hava yollarındaki meteorolojik durum, iniş, kalkış ve uçuş için gerekli diğer bilgiler bu yayınlarla belirli frekanslardan iletilmektedir. İletilen bu bilgilerle ilgili önemli değişiklikler olduğunda bu yayınlar yenilenerek verilmeye devam edilir. İletilen bu bilgiler belirli bir sıra ve biçimde hazırlanmaktadır [38].

### **3.1.3. Uyarı hizmeti**

Hava trafik kontrol hizmeti sağlanan, uçuş planı doldurmuş olan ve hava trafik hizmet birimlerince bilinen tüm uçaklara ve kanunsuz girişime uğramış olduğu bilinen veya kanunsuz girişime uğramış olduğuna inanılan her uçağa uyarı hizmeti sağlanır [38].

Uyarı hizmetinde uçuş bilgi hizmetleri veya saha kontrol merkezleri, kontrol sahaları içinde uçuş yapan bir uçağın acil durumu ile ilgili bilgilerini toplayan ve

topladıkları bu bilgileri ilgili kurtarma koordinasyon merkezine ileten bir ünite olarak hizmet vermektedirler. Yaklaşma kontrol birimi veya meydan kontrol biriminin kontrolü altındaki bir uçak acil bir durumla karşılaştığında, bu üniteler hemen sorumlu uçuş bilgi merkezi veya saha kontrol merkezini uyarırlar.

Uçakla son haberleşmenin yapılmasından sonraki otuz dakika içerisinde hiçbir haberleşme bağlantısı kurulamamışsa ya da bir uçak muhtemel varış zamanına göre otuz dakika geçmiş olmasına rağmen iniş yapmamışsa şüphe hali ilan eldir. Şüphe hali aşamasından sonra uçakla ilgili herhangi bir haber alınamadığında, iniş izni verilmiş bir uçak tahmini iniş zamanından sonraki beş dakika içerisinde iniş yapmamışsa, uçağın mecburi iniş yapmasını gerektirmeyecek şekilde normal çalışmasının aksadığına ait bir bilgi alınmamışsa ya da uçak kanunsuz girişime uğramışsa alarm hali ilan edilir. Alarm halinden sonra uçakla haberleşme sağlanmamışsa, uçağın bir meydana inmek için yakıt yetersizse, uçağın mecburi iniş yapmasını gerektirecek şekilde normal çalışmasının aksadığı biliniyorsa ya da uçağın mecburi iniş yaptığı veya yapacağı öğrenilmemişse tehlike hali ilan edilir. Acil bir durum başladığında acil durumdaki uçağın bilinen son pozisyonuna göre uçağın uçabileceği en uzak mesafe belirlenir ve olası pozisyonu harita üzerinde bulunur. Bu uçağın yakınındaki diğer uçakların da olası pozisyonları yakıt durumlarına göre haritada işaretlenir. Diğer uçaklar acil durumdaki uçakla ilgili olarak bilgilendirilirler [38].

Hava trafik hizmetlerinin yanı sıra hava trafik akış yönetimi ve havasahası yönetimi hava trafik yönetimini oluşturan diğer unsurlardır. Hava trafik akış yönetimi düzenli ve hızlı trafik akışını sağlamaktadır. Havasahası yönetimi ise havasahası yapısını planlar.

Hava trafik akış yönetimi ve havasahası yönetimi bekleme sürelerini en aza indirerek havaalanı kapasitesi de dâhil olmak üzere mevcut havasahasının kullanımını desteklemektedirler.

### **3.2. Hava Trafik Akış Yönetimi**

Düzenli ve emniyetli hava trafik akışının sağlanması amacıyla hava trafik kontrolünün mümkün olan en fazla kapasite ile kullanılmasını sağlayarak ve hava trafik hizmeti otoritesi tarafından belirtilen kapasite ile bu trafik seviyesinde uygun olarak sağlanan hizmet hava trafik akış yönetimidir [38].

Hava trafik akış yönetimi en uygun hava trafik yapısını sağlamak için hava trafik kontrole destek sağlar.

Hizmetlerdeki kalite, uçuşun dakiklığı ve esnekliği planlama fonksiyonları ve çizelgelemenin kullanımıyla optimize edilmelidir. Bu işlem stratejik akış yönetimi, optimal akış düzenlemesi ve taktik akış planlamasını kapsamaktadır.

Stratejik akış çizelgesi gereği her bir uçuş sezonu öncesinde hava yolu şirketlerinin yayınladıkları yaz-kış tarifelerinden elde edilir. Bu elde edilen bilgilerden ECAC için tahmini trafik akışı bilgileri elde edilir. Bu aynı zamanda stratejik ölçümlerin hazırlanmasıyla ilgili kapasitenin yaratılmasını da temin eder. İşlemin çıktısı, tahmini mevcut kapasite ve beklenen talep arasındaki dengeyi sağlayan günlük operasyonel setlerin elde edilmesidir.

Optimal akış düzenlemesi stratejik planlama aşamasını izleyen çizelgelerdeki değişikliklerin yapılmasıdır. Bu işlemin rolü orijinal plan detaylarının zaman üzerinde rafine edilmesidir.

Taktik akış planlaması günlük uçuş planlarının uygulanmasıdır. Amaç mümkün olduğunca günlük havasahası planlarının küçük sapmalarla uygulanmasıdır. Taktik akış planlaması izleme rolü oynar. Gerektiğinde yer bekleme stratejisi daha maliyetli olan havadaki gecikmeyi önlemek için uygulanacaktır [40].

Kısaca hava trafik akışını optimize etmek hem yerdeki hem de havadaki bekleme maliyetini düşürmek ve uygun emniyet tedbirleri ile sistemin aşırı yüklenmesini önlemektir [43]. Bunlar yapılırken hava durumu ve yığılmadan meydana gelen karışıklıklar en aza indirilmeye çalışılmaktadır. Ayrıca trafik ve ayırma yönetimi aşırı yüklenmelere karşı korunur. Akış yönetim hizmeti havasahası üzerindeki talep ve kapasite dengesizliklerini yirmi dört saat boyunca tespit eder ve kullanıcıların tarife bütünlüğü ile sistem kaynaklarının aşırı yüklenmesi riskini hesaba katarak kullanıcı tercihi ve sermaye gereklerini emniyet standartlarının dışına çıkmadan dengelemeye çalışır. Akış yönetimine konu olan kaynaklar hava alanı kalkış iniş oranları, kapı mevcudiyeti ve sektör kapasiteleridir. Hizmet sağlayıcı ile kullanıcı arasındaki ortak karar verme prensibi akış yönetim hizmetinin merkezini oluşturur [44].

### **3.3. Havasahası Yönetimi**

Hava trafik hizmet sistemi içerisinde uçuş faaliyetleri, havasahası içerisinde gerçekleştiği için havasahası hava trafik yönetimi için önemlidir. İçinde seyahat eden uçakların havadaki bekleme sürelerinin minimum olduğu, seyahati sırasında minimum yakıtı sarf edebileceği yolu ve uçuş irtifasını kullandığı, diğer uçaklarla çarpışma tehlikesinin

en az olduğu mevcut ve uzun vadeli trafik talebini karşılayan ve kontrolünde çalışan hava trafik kontrolörlerinin işyükünün en az olduğu havasahasını kullanmak önemlidir.

Havasahası yönetimi, havasahasının altyapısını, havasahasının tahsis ve organizasyonunu, hizmetlerin sınıflandırılmasını, uçakların gerekli yeteneklerini, mevcut yol ve seyir seviyelerini, CNS/ATM tesis ve hizmetlerini ve hava trafik kontrol tarafından uygulanan ayırma minimalarına bağlı olarak hesaplanmış kapasiteyi kapsamaktadır [43].

Havasahası yönetimi, havasahası kaynaklarının tanımlanması ve planlanması gibi uzun vadeli faaliyetlerden ve havasahası ve hava alanı kaynaklarının aktif konumlandırılmasını kapsayan kısa vadeli faaliyetlerden sorumludur. Uzun-orta vadeli sorumluluklar havasahasının, havayollarının ve hava alanı varlıklarının fiziksel tanımlanması hava trafik ve uçuş prosedürlerini kapsayan kuralların düzenlenmesini kapsamaktadır. Kısa vadeli sorumluluklar ise bu kaynakların akış, trafik ve ayırma hizmetlerine göre toplam sistem performans seviyelerini temel alarak konumlandırılmasını kapsamaktadır.

Havasahası yönetimi gerekli ve mevcut hava trafik hizmet seviyelerini günlük olarak tahmin etmektedir. Havasahası yönetimi akış, trafik ve ayırma hizmetleri için belirsizlik tahminleri temelinde tahmin, algılama ve kontrol zaman dilimlerinin bölümlendirilmesine karar vermektedir. Havasahası yönetimi sektör sınırlarını ayarlar, yolları oluşturur, hedefler arasında ayırma yapar ve akış, trafik ve ayırma için diğer anahtar havasahası kaynaklarını konumlandırır [44].

### **3.4. Havasahası**

Havasahası, uçakların seyrüseferlerini yaptıkları yerdir. Hava sahaları çeşitli şekillerde sınıflandırılmaktadır. ICAO uçaklara sağlanan hizmetlere ve uçuş gerekliliklerine göre hava sahalarını yedi sınıfa ayırmaktadır. Bunlar;

**A Sınıfı Havasahası:** A sınıfı havasahasında yalnızca IFR uçuşlara izin verilmektedir. Bütün uçuşlara hava trafik kontrol hizmeti sağlanır ve birbirleriyle ayrılmaktadır. Uçaklara hız limiti uygulanmaz. Uçaklarla devamlı iki yollu radyo haberleşmesi sağlanmaktadır. Bütün uçaklar ATC izinlerine bağımlıdırlar.

**B Sınıfı Havasahası:** B sınıfı havasahasında IFR ve VFR uçuşlara izin verilmektedir. Bütün uçuşlara hava trafik kontrol hizmeti sağlanır ve birbirleriyle ayrılmaktadır. Uçaklara hız limiti uygulanmaz. Uçaklarla sürekli iki yollu radyo haberleşmesi sağlanmaktadır. Bütün uçaklar ATC izinlerine bağımlıdırlar.

C Sınıfı Havasahası: C sınıfı havasahasında IFR ve VFR uçuşlara izin verilmektedir. Bütün uçuşlara hava trafik kontrol hizmeti sağlanmaktadır. IFR uçuşlar hem IFR hem de VFR uçuşlarla ayrılmaktadır. VFR uçuşlar IFR uçuşlarla ayrılırlar ve diğer VFR uçuşlar ile ilgili olarak trafik bilgisi almaktadırlar. Hız limiti IFR uçaklara uygulanmaz ancak VFR uçaklara uygulanmaktadır. Tüm uçaklarla devamlı iki yönlü radyo haberleşmesi sağlanır ve bütün uçaklar ATC izinlerine bağımlıdırlar.

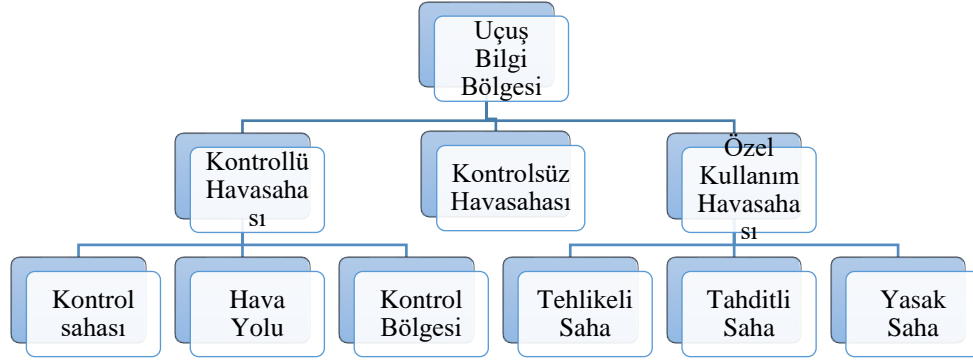
D Sınıfı Havasahası: D sınıfı havasahasında IFR ve VFR uçuşlara izin verilmektedir. Bütün uçuşlara hava trafik kontrol hizmeti sağlanmaktadır. IFR diğer IFR uçuşlarla ayrılırlar ancak VFR uçuşlar ile ilgili olarak trafik bilgisi almaktadırlar. VFR uçuşlar ise bütün uçuşlar için sadece trafik bilgisi almaktadırlar. Tüm uçaklara hız limiti uygulanmaktadır. Tüm uçaklarla sürekli iki yönlü radyo haberleşmesi sağlanır ve bütün uçaklar ATC izinlerine bağımlıdırlar.

E Sınıfı Havasahası: E sınıfı havasahasında IFR ve VFR uçuşlara izin verilmektedir. IFR uçuşlara hava trafik kontrol hizmeti sağlanmakta ve diğer IFR uçuşlarla ayrılmaktadır. Bütün uçuşlar, mümkün olduğunca trafik bilgisi alırlar. E sınıfı havasahası kontrol sahaları için kullanılmamalıdır. Tüm uçaklara hız limiti uygulanır ve IFR uçaklarla sürekli iki yönlü radyo haberleşmesi sağlanır ve IFR uçaklar ATC izinlerine bağımlıdırlar. VFR uçaklarla radyo haberleşmesi sağlanmaz ve ATC izinlerine bağımlı değildirler.

F Sınıfı Havasahası: F sınıfı havasahasında IFR ve VFR uçuşlara izin verilmektedir. Bu havasahasındaki bütün IFR uçuşlara hava trafik tavsiye hizmeti sağlanmaktadır. Tüm uçuşlar talep ettiğinde trafik bilgisi alırlar. Tüm uçaklara hız limiti uygulanmaktadır. IFR uçaklarla sürekli iki yönlü radyo haberleşmesi sağlanır ancak VFR uçaklarla radyo haberleşmesi sağlanmaz ve uçaklar ATC izinlerine bağımlı değildirler.

G Sınıfı Havasahası: G sınıfı havasahasında IFR ve VFR uçuşlara izin verilmektedir. Tüm uçuşlar talep ettiğinde trafik bilgisi alırlar. Tüm uçaklar arasında ayırma sağlanmaz ve hız limiti uygulanmaktadır. IFR uçaklarla sürekli iki yönlü radyo haberleşmesi sağlanır ancak VFR uçaklarla radyo haberleşmesi sağlamaz ve uçaklar ATC izinlerine bağımlı değildirler [38].

EUROCONTROL'ün yaptığı diğer bir havasahası sınıflaması ise Şekil 3.7.'de gösterildiği gibidir;



**Şekil 3.8.** Havasahası Sınıflaması

**Kaynak:** Uslu, S. (2007). *Hava trafik sistemi değerlendirme ölçütleri*, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Sivil Havacılık Yüksekokulu Yayınları.

Uçuş Bilgi Bölgesi(FIR): İçerisinde uçuş bilgi ve ikaz hizmeti verilen sınırları belirlenmiş ana havasahasıdır [39]. Uçuş bilgi bölgelerinde genellikle saha kontrol merkezleri hizmet verir.

Kontrollü Havasahası (Controlled Airspace): A,B,C,D ve E sınıfı havasahasını içerir ve kontrollü uçuşlara hava trafik hizmeti sağlanan ve sınırları belirlenmiş bir havasahasıdır. Kontrollü hava sahaları kontrol sahası, kontrol bölgesi ve hava yolu olmak üzere üçe ayrılmaktadır.

Kontrol Sahası (Control Area: CTA): Yeryüzünden belirli bir yükseklikten yukarıya doğru uzanan kontrollü bir havasahasıdır [39]. Bir kontrol sahasının alt limiti su veya yer seviyesinden en az 200 m. (700 ft) yükseklikte oluşturulur. Ancak, bir kontrol sahasının yeryüzünden başlama yüksekliği sahasının her yerinde aynı olmamaktadır. Bazı durumlarda kontrol sahası bir uçuş bilgi bölgesinin belirli bir bölümünü veya tamamını kaplayabildiği gibi bazen de hava yolları boyunca uzanmaktadır. Özellikle hava trafiğinin yoğun olduğu bölgelerde kontrol sahasını dikey yüksekliği belirli bir seviyede sınırlandırılır. Bu seviyenin üzerinde yüksek kontrol sahası oluşturulur. Bu durumda yüksek kontrol sahasının alt limiti kontrol sahasının üst limiti olur. Kontrol sahasının belli bir üst limitinin üzerinde hava trafik kontrol hizmeti sağlanmayacaksa veya kontrol sahası bir yüksek kontrol sahasının altında oluşturulmuşsa kontrol sahasının üst limiti de tespit edilir.

Kontrol Sahası: Terminal kontrol sahasını da (Terminal Control Area:TCA) kapsar. Terminal kontrol sahası, bir veya daha fazla sayıda hava meydanının çevresinde ve hava yollarının kesiştiği bölgede tesis edilen kontrol sahasıdır. Uçakların kalkıştaki tırmanma manevraları ve iniş için alçalma ve yaklaşma manevraları bu alan içinde yapılır. Terminal kontrol sahasının sınırlarının belirlenmesindeki ana faktörler, sahadaki hava alanlarının ve pistlerin sayısı, trafiğin yoğunluğu ve bekleme paternlerinin yeri olmakla birlikte genellikle 60 Nm. Yarıçaplı daire şeklinde bir saha olarak belirlenir.

Kontrol Bölgesi (Control Zone: CTR): Yeryüzünden belli bir üst sınıra kadar uzanan kontrollü havasahasıdır. Uçakların hava alanı üzerindeki ve civarındaki hareketlerinin kontrolü için oluşturulur. Bir kontrol bölgesi birbirlerine yakın iki veya daha fazla sayıda hava meydanını içerebilir. Kontrol bölgesinin kurulmasının temel amacı, meydan civarında yerden yukarıya doğru uzanan kontrollü bir havasahası oluşturmaktadır. Kontrol bölgesi, kontrol sahasının içinde ise, dikey olarak en az kontrol sahasının alt limitine kadar uzanır. Başka bir ifadeyle, kontrol bölgesinin üst limiti kontrol sahasının alt limitidir. Dolayısıyla, bu sahanın üst limiti su veya yer seviyesinden en az 200 m (609,6 ft) yükseklikte tespit edilir. Kontrol bölgesinin yan limitleri ise, ilgili hava meydanının veya hava meydanlarının merkezinden, yaklaşmanın yapılacağı yöne doğru en az 9,3 km (5 Nm) uzakta olmalıdır [38].

Hava Yolu (Airway:AWY): Koridor şeklinde oluşturulmuş bir kontrol sahası veya bu sahanın bir parçasıdır. Bir hava yolu en az iki radyo seyrüsefer yardımcısı arasında oluşturulur. Uçaklar, bu iki radyo vericisinin yayınlarını birleştiren en kısa mesafe üzerinde hareket ederler. Ancak, vericilerin veya uçaktaki alıcıların hata paylarıyla meydana gelen sapmalar da göz önünde bulundurularak, emniyeti sağlamak için, yollar iki vericiyi birleştiren bir tek çizgi şeklinde değil belli genişliklerde oluşturulurlar. Yolların genişlikleri ise kullanılan seyrüsefer yardımcılarının türüne ve iki cihaz arasındaki mesafeye göre belirlenmektedir. Uçaklar bu yollarda belirli seviyelerde uçarlar.

Kontrollü hava yollarının yanı sıra tavsiyeli hava yolları da oluşturulabilir. Tavsiyeli hava yolu, kontrolsüz havasahası içinde tavsiye edilen yoldur. Bu yolda uçaklara hava trafik kontrol hizmeti verilmez, sadece hava trafik tavsiye hizmeti sağlanır. Bu yollarda, hava trafik ünitelerinin çarpışmaları önlemek gibi bir sorumluluğu yoktur. Ancak çarpışmaları önlemek için pilotlara tavsiyelerde bulunulabilir. Bunun yanı sıra,

pilotların da hava trafik üniteleri tarafından verilen tavsiyeleri uygulamak sorumluluğu yoktur.

**Kontrolsüz Havasahası (Uncontrolled Airspace):** Havasahası sınıflarından F ve G sınıfı havasahasını içerir ve içerisinde hava trafik kontrol hizmeti sağlanamayan havasahasıdır. Bu tür hava sahalarında hava trafik kontrol ünitelerinin trafik idare etme sorumluluğu yoktur. Pilotlar, uçuşlarından kendileri sorumludurlar. Bu nedenle, kontrolsüz hava sahalarında dahi uçarken pilotların uçuş yönlerine göre irtifa ayırmalarına uymaları gerekir. Kontrolsüz havasahasında uçan pilotlara sadece uçuş bilgi hizmeti, hava trafik tavsiye hizmeti ve ikaz hizmeti verilmektedir.

**Özel Kullanım Havasahası (Special Use Airspace):** Özel kullanım hava sahaları, içinde uçak harekâtı çeşitli nedenlerle yasaklanmış veya geçici ya da sürekli olarak uçuşlar şartlara bağlanmış hava sahalarıdır. Özel kullanım hava sahaları tehlikeli, tahditli ve yasak sahalar olmak üzere üçe ayrılır.

**Tehlikeli Saha (Dangerous Area: D):** Belirli zamanlarda, içinde uçuş için askeri hava-hava, hava-yer ve top atışları gibi tehlikeli faaliyetin var olduğu, boyutları belirli havasahasıdır. Bu tür sahalarda uçuş yasaklanmamıştır. Bu sahalarda geçiş için sahayı kontrol eden ilgili hava trafik kontrol ünitesinden izin alınmalı ve geçiş dikkatli bir şekilde yapılmalıdır.

**Tahditli Saha (Restricted Area: R):** Bir ülkenin kara suları veya arazisi üzerinde bulunan, boyutları belirlenmiş ve içinde yapılan uçuş bazı koşullarda ilgili hava trafik kontrol ünitesinden izin alınmadıkça yasaktır.

**Yasak Saha (Prohibited Area: P):** Bir ülkenin kara suları veya arazisi üzerinde, içinde uçuş yapılması yasaklanmış olan boyutları belirlenmiş havasahasıdır [38].

#### **4. HAVASAHASI KAPASİTESİ, KARMAŞIKLIĞI VE KONTROLÖR İŞYÜKÜ**

Hava trafik kontrol sistemi havasahası, teknik donanım, hava araçları, insan ve usullerden oluşmuş, hava ulaştırma sisteminin önemli bir alt sistemidir [45]. “*Kapasite*” bir sistem içindeki üretim oranı veya belirli bir zaman içindeki üretim miktarı olarak tanımlanır. Kapasite çok sayıda faktörün etkisiyle değişmektedir. Hava trafik sistemi de bir hizmet üretim sistemi olduğu için, kapasitesini sınırlayan bir takım faktörler vardır. Bu faktörlerin hepsi bir arada hava trafik sisteminin kapasitesini belirler. Hava trafik kontrol sisteminin veya kendisinin herhangi bir alt sisteminin kapasitesi uçaklara hizmet verebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bu da verilen bir zaman diliminde havasahasının belirli bir hacmine giren uçak sayısı olarak ifade edilir [46]. Hava trafik kontrol sisteminde de kapasiteyi etkileyen kavram karmaşıklığıdır.

Anlaşılması güç bileşenlerden oluşan bir sistemi tanımlama yöntemine karmaşıklık adı verilir. Karmaşıklık kavramı bilim dünyasında farklı biçimlerde tanımlanabilmektedir. Genelde karmaşıklık bir sistemde çok sayıda elemanla onların arasında olan çok sayıdaki ilişkileri ifade etmektedir [47]. Hava trafik kontrolde, hava trafik karmaşıklığı özel bir hava trafik durumunun yönetimi ve gözlenmesinin zorluğu olarak tanımlanmıştır [48]. Karmaşıklık, trafik yoğunluğu ile aynı şey değildir. Sektör içindeki uçakların sayısı (yoğunluk, trafik yükü veya trafik sayısı olarak da bilinir) hava trafik karmaşıklığını etkiler. Bu sayı, karmaşıklık seviyesinin göstergesi değildir.

Bir operatöre yüklenen görevlerin zorluğu, sayısı, oranı ya da karmaşıklığı artırıldığında işyükünün de artması beklenir [49]. Başka bir ifadeyle karmaşıklığı anlamak için işyüküne bakmak gerekmektedir. Hava trafik kontrolörlerinin performansını etkileyen en önemli faktörlerden birisi olan işyükü, her geçen gün dünyada hava taşımacılığının hızla gelişmesi ile kontrolörler üzerinde daha yoğun bir baskı oluşturmakta ve havasahası kapasitesini etkilemektedir [8].

##### **4.1. Havasahası Kapasitesi**

Havasahası, hava araçlarının seyrüseferlerini yaptıkları yerdir [50]. Diğer bir ifade ile havasahası, ATC sistemlerinin temel girdilerindedir ve hava trafik hizmetinin sağlanabilmesi için mutlaka gereken bir unsurdur [51].

Kapasite terimi genel olarak bir hizmetin çıktısı anlamına gelmektedir [8]. Başka bir ifadeyle kapasite, bir üretim sisteminin üretim yeteneğinin sınırlayıcısı olarak tanımlanmakta ve birim zamanda elde edilen çıktı olarak ifade edilmektedir [52].

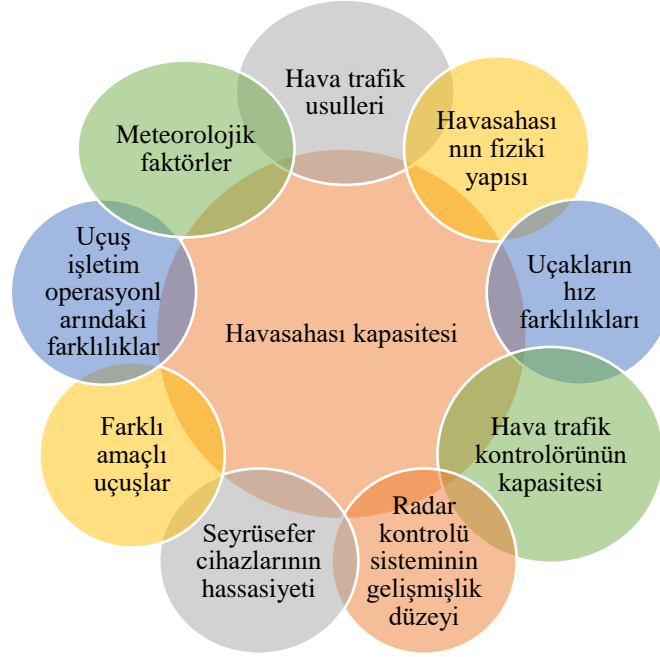
Günümüzde hava trafik yönetim sisteminin en temel konusu kapasitedir [53]. Çünkü artık kapasite nedeniyle yaşanan sorunlar tüm emniyet ve maliyet bileşenleri ile direkt etkileşim halindedir. Havasahası kapasitesi hava trafik kontrol noktalarının kontrol kapasitesi ve bunların hava trafik yapısına, teknik hava trafik kontrol sistem özellikleriyle kapasitelerine bağımlılıkları olarak da ifade edilmektedir. Kontrolör işyükü, havasahası kapasitesinin en önemli belirleyicisidir [54]. Hava trafik sisteminin kapasitesi, belirli bir periyotta kontrolör işyükü belirli bir seviyede tutulurken, uçaklar arasındaki ayırma minimalarını, saha seyrüseferi direkt rotalarını, emniyeti ve işletme standartlarını ihlal etmeden, uçuş gecikmelerinin kabul edilebilir seviyelerin üzerine çıkmasına neden olmadan belirlenen hacimdeki havasahasının taşıyabileceği en fazla uçak sayısıdır [55].

Her geçen gün artan trafik miktarı ise sistem kapasitesinin etkili bir biçimde kullanılmasını gerektirmektedir. Bu anlamda kapasiteyi kısıtlayan en temel faktörler, havasahası limitleri ve kontrolör işyüküdür [56].

Hava trafik yönetim sistemi artan uçuş sayıları nedeniyle kapasite sorunları ile başa çıkabilmek zorunda kalmaktadır. Günümüzde trafik karmaşıklığı sadece operasyonel kapasite olarak ölçülmektedir. Operasyonel kapasite hava trafik kontrolörlerinin sabit sektör bazında hava trafik hizmeti vermeye hazır olduğu maksimum uçak sayısıdır ve karmaşıklık sektör kapasitesinin gerçek uçak sayısı ile karşılaştırılması ile değerlendirilir. Kontrolörlerin kapasite eşiğinin üstüne çıktığı bazı durumlarda fazladan uçak kabul edebileceği, bazı durumlarda da kapasitenin altındayken uçakları reddedebileceği dikkate alınmalıdır. Bu basit gerçek kapasitenin kontrol işyükünü havaaracı sayısını ölçmekte yeterli olmayan bir karmaşıklık ölçütü olduğunu açıkça göstermektedir.

Havasahasındaki kapasite problemi aynı sahadan faydalanmak isteyen uçuşların artışı ile ortaya çıkmaktadır. Gerçekte hava trafik sistemi içindeki bir havasahasının kullanım olanakları sonsuz değildir. Bir havasahasının teorik kapasitesi burayı kullanacak uçakların hız performansları ve uçaklar arasında olması gerekli ayırmaya bağlı olarak hesaplanabilmektedir. Fakat herhangi bir havasahası sektörünün fiili yani gerçekleşen kapasitesinin belirlenmesine etki eden birçok faktör vardır. Sektörde seyahat edecek uçakların hız performansındaki farklılıklar, havasahasının fiziki yapısı, hava trafik usulleri, hava yollarını oluşturan seyrüsefer cihazlarının hassasiyeti, uçakların kontrolü için kullanılan radar kontrolü sisteminin gelişmişlik düzeyi, radar ekranı başındaki hava trafik kontrolörünün kapasitesi, meteorolojik faktörler, uçuş işletim operasyonlarındaki farklılıklar, farklı amaçlı uçuşlar bu faktörlerdendir. Benzer sektör hacminde aynı sayıda

uçak trafiği talebi için belirli bir zaman diliminde gerçekleşen fiili kapasite miktarı, aynı koşullar altında başka bir zaman diliminde diğer faktörler nedeniyle farklı gerçekleşmektedir. Hava yolu şirketlerinin talep artışında aynı zamanlara denk gelen istekler, günün belli saatlerinde, haftanın belirli günlerinde, yılın belli aylarında hava sahalarında tıkanıklara neden olur [43, 51].



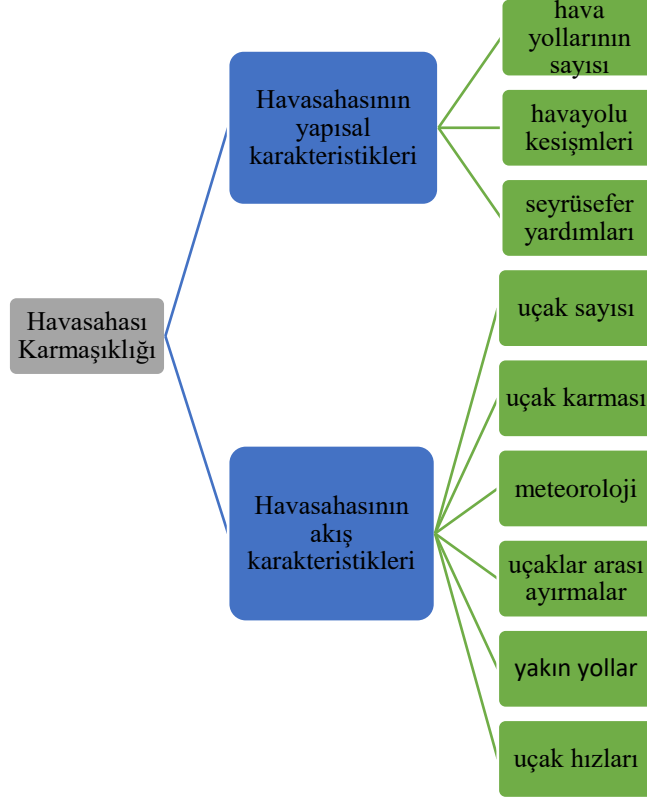
**Şekil 4.1.** *Havasahası Kapasitesini Etkileyen Faktörler.*

#### 4.2. Havasahası Karmaşıklığı

Hava trafikteki öngörülen büyüme ve havasahası sistemindeki daha fazla kullanıcının tercih ettiği rotalar için artan talep hava trafik kontrol ve yönetim sistemine ek yük getirmektedir. Artan bu talep alternatif havasahası konfigürasyonları, yenilenmiş trafik modelleri ve personel sayısını artırma ile karşılanabilmektedir. Hava trafik kontrolör işyükü verilerine, değişen havasahası konfigürasyonları ve trafik modellerinin etkisini anlamak için ihtiyaç duyulmaktadır. Bu karmaşık ilişki "Havasahası Karmaşıklığı" olarak adlandırılır [10, 11].

Havasahası karmaşıklığı, hem trafiğin hem de havasahasının geometrik yapısıyla ilgilidir [12]. Dolayısıyla karmaşıklık, havasahasının hem yapısal hem de akış karakteristiklerine bağlıdır. Yapısal karakteristikler; sektör için sabittir ve mânia, hava yollarının sayısı, havayolu kesişmeleri ve seyrüsefer yardımcıları gibi sektörün fiziksel niteliklerine bağlıdır. Akış karakteristikleri ise zamanın fonksiyonu olarak değişir ve uçakların sayısı, uçak karması, meteoroloji, uçaklar arasındaki ayırma, yakın yollar, uçak

hızları ve akış kısıtları gibi özelliklere bağlıdır. Bu yapısal ve akış parametrelerinin kombinasyonu, kontrolör işyükünü etkilemektedir [13].



**Şekil 4.2.** Havasahası Karmaşıklığının Bağlı Olduğu Karakteristikler.

Trafik karmaşıklığını ilgilendiren faktörler araştırmacıların uzun zamandan beri ilgisini çekmektedir. Karmaşıklık ile ilgili literatür tarandığında havaaracı sayısı, sektör geometrisi, trafik akışları, ayırma standartları, havaaracı performans karakteristikleri ve hava şartlarının hava trafik karmaşıklığı ve zorluğunu ilgilendiren en genel faktörler olduğu görülmektedir. Bu faktörlerin tamamı ise aşağıda listelenmiştir.

**Tablo 4.1. Hava Trafik Karmaşıklık Faktörleri.**

Havaaracı sayısı	Bir önceki zaman diliminde verilen hava araçları	Variş sayıları	Kalkış sayıları
Havaaracı yoğunluk veya trafik hacmi	Acil durum sayıları	Özel uçuşların sayısı	Koordinasyon
Trafik karması (varişlar, kalkışlar ve geçişler)	Hava alanı terminallerinin sayısı	Trafik dağılımı	Görevlendirme
Hava şartları	Ekipman durumu	Hava araçları ile yapılan haberleşme sayısı	Diğer sektörlerle yapılan haberleşme sayısı
Çakışmaların mevcudiyeti	Yol değişimlerinin sayısı	Pilot isteklerine cevap verme sayısı	Trafik akış yapısı
Uçak tipi karması	Tırmanan ve alçalan hava araçları	Kesişen uçuş yollarının sayısı	Gereken prosedürlerin sayısı
Askeri uçuşların sayısı	Havayolu toplama noktaları yerleşimi	Hava şartları ve ciddiyeti	Uçağın yönü
Birleştirme ve ayırma ile ilgili kontrol ayarlamalarının sayısı	Havasahasının kullanımı	özel Sektör geometrisi	Sektör büyüklüğü
Boylamasına ve enlemesine ayırma için gereksinimler	Radar kapsama alanı	Frekans yığılması	Kullanılan irtifa sayıları

Araştırmacılar yukarıdaki karmaşıklık faktörlerinin sayısal değişkenler kullanılarak ölçülebilirliğinin incelenmesi ile ilgilenmektedirler [54]. Bunun içinde hava trafik kontrolörleri ile birçok çalışma yapılmaktadır.

### 4.3. Hava Trafik Kontrolörü

Hava trafik kontrolörleri, hava araçlarının içindeki yolcu ve faydalı yüklerinin bir noktadan başka bir noktaya gerçekleştirdikleri uçuşlarının emniyetli, düzenli, hızlı bir şekilde gerçekleşmesi için uçuşun tüm aşamalarını yöneten, diğer bir ifade ile hava araçlarının havadaki ve havaalanındaki trafiğinin akışını sağlayan meslek grubudur [57]. Havayoluna artan talebi ve hava yolu trafiği düşünüldüğünde günümüzde dünyayı birbirine bağlayan hava ulaşım ağının olmazsa olmaz elemanlarıdır. Bu nedenle hava trafik kontrolörlerinin devreden çıktığı bir anda veya dikkatsizlik, yorgunluk, beceri

yoksunluğu gibi performanslarını düşüren etkileri taşımaları durumunda dünya ve ülkeler çok ciddi ekonomik ve sosyal kayıplara uğrayabilmektedir. Hava trafik kontrolörleri hava taşımacılığında emniyeti ve verimliliği sağlayan en önemli etkendir [8].

#### **4.3.1. Hava trafik kontrolörlerinin görevi**

Hava trafik kontrolörleri, pilotlara telsiz aracılığıyla tavsiye, bilgi ve talimatlar iletir. Bu süreçte pek çok yardımcı üniteyle birlikte çalışarak ve teknolojinin getirdiği yenilikleri takip ederek ve bunlardan faydalanarak kendi kontrol sahasındaki onlarca havaaracına aynı anda hava trafik kontrol hizmeti sağlayarak onları emniyetli, düzenli bir şekilde uçmalarını ve zamanında kalkışlarını ve varışlarını sağlamakla görevlidir. Başka bir ifadeyle hava trafik kontrolörleri tüm hava trafik kontrol çevresinden gelen bilgileri işlemekle görevlidir [57]. Görevleri, hızlı karar alma yeteneği, izleme yeteneği, dikkatli olmayı ve yoğun işyükü şartları altında çalışmalarını gerektirmektedir. Kötü hava şartları, havaaracında oluşan arızalar, havaaracı içinde olan terör olayları gibi pek çok acil durumda kontrolörlerin hava araçlarının seyrüseferini yani hava araçlarının bir noktadan bir başka noktaya olan uçuşunu, iniş ve kalkışlarını etkileyen ani planlamalar ve uygulamalar yapmaları gerekmektedir. Hava trafik kontrolörleri çoğunlukla trafiği izleyerek ve denetleyerek görevlerini yapmaktadırlar. Kontrolörler, hava araçlarına talimat verirken aralarındaki emniyetli yatay ve dikey ayırma mesafelerini sağlamaktan sorumludurlar. Bu nedenlerle görevleri, her zaman ve her koşulda dikkat ve tedbirliliği bırakmamayı gerektirmektedir [9].

Ayrıca hava trafik kontrol ve havacılık çevresi tarafından kontrolörlerden gelişmiş üç boyutlu düşünme yeteneklerini kullanarak devamlı bir şekilde hava trafiğindeki akışı sağlamaları, problemlerin belirlenmesi ve çözümlenmesi gibi işleri yapmaları beklenmektedir.

Uzman bir kontrolörün farklı faaliyetleri üç ana grupta toplanabilir: Birincisi, kontrolörün uçakları kabul ve yönlendirmesi, pilotlarla temas kurması ve konuşma gibi söylem ve hareketleri içeren iletişim faaliyetinde bulunmasıdır. İkincisi, kâğıt uçuş bilgi stripleri (hava araçlarının uçuş ve tanıtma bilgilerini içeren kâğıt şeritlerdir ve kontrolörler bu stripleri hava araçlarının uçuşunu takip ederken belirli işaretlemeler yaparak kullanırlar) ile ilgili olan elle işaretleme ve yenilenmeyi içeren uçuş geliştirme faaliyetlerini yerine getirmesidir. Sonuncusu ise, radar ekranını takip etmesi ve trafiği yönetmesi gibi radar faaliyetleridir. Kontrolörler tüm bu belirtilen işleri aynı anda yapmak

zorunda oldukları için görevleri, yüksek konsantrasyon, beceri, işe uygunluk ve iyi bir mesleki eğitim gerektirmektedir.

İstanbul'dan Ankara'ya gidecek bir havaaracı istediği zaman kalkıp, istediği yoldan istediği gibi direkt uçamaz. Hava trafik yolu denilen belirlenmiş hava koridorlarından uçuşu ve hava trafik kontrolörlerinin verdiği talimatlara uyması zorunludur. İşte bu yüzden pilot, uçağın motor çalıştırmasından kalkışına, hava koridorundaki uçuşundan tırmanacağı uçuş seviyesine, muhafaza etmesi gereken hızdan alçalmasına, gideceği havalimanındaki inişinden park yerine kadar hava trafik kontrolörlerinden izin ve talimat almak zorundadır [9].

Hava trafik kontrolörlerinin görevleri, saha, yaklaşma veya meydanı kontrolörü olarak çalışılmasına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Kısaca belli başlı görevleri de şunlardır;

- Hava araçları ile telsiz ve/veya radar temasını korumak;
- Hava araçlarının yol boyu veya havalimanındaki hareketini yönlendirmek;
- Hava araçlarına tırmanma veya alçalma konusunda talimatlar vermek ve nihai seyir seviyesini tahsis etmek;
- Hava araçlarına meteoroloji hakkında bilgiler sağlamak;
- Hava araçları arasında asgari mesafelerin muhafaza edilmesini sağlamak;
- Acil durumları ve planlamak ve harici trafiği sevk ve idare etmek.
- Pistte veya pistten gerçekleştirilecek hareketlerin kontrol edilmesi;
- Uçakların terminal etrafındaki yer hareketlerinin sevk ve idare edilmesi;
- Araçların havalimanı etrafındaki yer hareketlerinin sevk ve idare edilmesi [57].

#### **4.3.2. Hava trafik kontrolörlerinin performansını etkileyen faktörler**

Hava trafik kontrolörleri, hava araçlarına hava trafik kontrol hizmeti sağlarken performanslarını bireysel farklılıklar, yaş tecrübe, cinsiyet, kişilik, bilişsel yapı, zaman paylaşma becerisi, çevre faktörler, örgütsel iklim, zaman baskısı, takım çalışması, otomasyon, iş yeri tasarımı, stres, eğitim, işyükü ve bilgi işleme gibi faktörler etkilemektedir [8].

Hava trafik kontrolör performansı üzerinde büyük bir etkisi olan bireysel farklılıklar belirlenerek hava trafik kontrol hizmeti üzerindeki olumsuz etkilerinin

azaltılması sağlanabilmektedir. Bu sayede daha emniyetli hava trafik kontrol hizmetleri verilmektedir.

Kontrolörün yaşı, uzun süren duyuşal, motor ve bilişsel faaliyet gerektiren görevlerdeki performansını etkilemektedir. Araştırmalarda yaş, bilişsel süreçler ve performans arasında ters bir ilişki olduğu saptanmıştır. Yaş ilerledikçe belli becerilerde bir gerileme görülse de, bazı durumlarda farklı bireylerde farklı durumlar görülebilmektedir. Yaş ilerledikçe bilgiyi kullanma ve iyi performansın devamlılığı, hafıza kapasitesi, sınırlı işlem kapasitesi ve bilginin işlenmesi arasındaki koordinasyon zayıfladığı için zorlaşmaktadır. Hava trafik kontrolde meydan civarı trafiklerin ve radar bilgisinin izlenmesi gibi dikkat gerektiren görevlerde, yaşla birlikte ortaya çıkan konsantrasyon azalması gibi durumlar kötü sonuçlar doğurabilmektedir.

Literatürde cinsiyet faktörünün etkisiyle özellikle matematiksel becerilerde ve sözel yapabilirlik performansında farklılıklar olduğu araştırmacılar tarafından gözlenmiştir. Sözel becerilerde kadınların, görsel olgularda ve matematiksel becerilerde ise erkeklerin performansı daha yüksektir [58]. Erkekler üç boyutlu düşünme gerektiren faaliyetlerde kadınlara göre daha doğru karar almaktadırlar; buna karşı kadınlar ise, erkeklere göre görevlerini başarmak için daha istekli davranmaktadırlar. Yaşla birlikte erkeklerde duyma kaybı erken başlarken, kadınlarda ise görme kaybı erken başlamaktadır [9].

Kişilik, bir insanın duyuş, düşünüş, davranış biçimlerini etkileyen etmenlerin kendine özgü görüntüsüdür. Kişiliğin oluşmasında insanın doğuştan gelen özellikleri ve içinde yer aldığı çevrenin etkisi bir arada görülmektedir. Buradan, çevrenin etkisini dikkate alarak, kişiliğin sadece bireye özgü özellikleri değil, belirli ölçüde içinde yaşanılan insan topluluğunun, belirli ölçüde de tüm insanlarda ortak bazı özellikleri yansıttığı sonucu çıkartılabilir [59]. Kişiliğin bireyin işi ve çevreyi algılamasında ve onu değerlendirmesinde son derece önemli bir etkisi vardır. Bireyin kişiliği iş çevresinden etkilendiği gibi aynı şekilde birey de kişiliği ile bu çevreyi etkiler [9].

Bireysel farklılıklar, insanların sabit ve değişmeyen yeteneklerindeki farklılıklardan dolayı performanslarında oluşan farklılıklardır [60]. Bireysel farklılıklarda öğrenme yeteneği, hafıza kapasitesine bağlı olarak yeni materyallerin öğrenilmesi ve görevlerin yerine getirilmesinde etkili olmaktadır. Bazı bireyler belirli bir durum için daha esnek ve kolay adapte olabilmektedir. Hava trafik kontrolde sıklıkla zor durumlarla karşılaşmaktadır. Bu durumda kontrolörlerin yeterli bilişsel kapasiteye sahip kişiler

olması gerekmektedir. Problem çözme teknikleri ve bu problemleri belirlemek için gerekli konsantrasyon yapısı gibi bilişsel özelliklerinin olması gerekmektedir [9].

İşini doğru yapabilmesi için iş görene yeterli zamanın tanınması gerekir. Yetersiz zaman çalışanların sıkıntıya girmesine neden olur [61]. Zaman baskısı gerilime, huzursuzluğa, aceleciliğe, paniklemeye itecek sonunda bireylerin davranışlarını da olumsuz yönde etkileyecektir [62]. Zaman baskısı altında bilginin işlenmesi, kontrolörün bilgi işlem sürecinde yoğun performans göstermesini gerektirmektedir. Saha kontrol hizmetinin verildiği ortamda acil bir mesajın aktarılması için gerekli sürenin 11 saniyedir. Zaman baskısı altında kontrolör, o an odaklandığı problem nedeniyle kontrolünde olan diğer trafiklerle ilgili gelişen herhangi bir problemin farkına varamayabilir. Bir işe çok yoğunlaştığı için bir uçak için alçalma ya da tırmanma talimatı vermeyi unutabilir ve bu hata kontrol ettiği sahada kötü sonuçlar ortaya çıkarabilecektir [9].

Zaman yönetiminde temel hedef, bireyin kendisini ve görevlerini verilen zaman süresi içinde istenen düzeyde planlamasıdır. Zamanın planlanması, en verimli biçimde kullanılması çeşitli sorunları engellemektedir [61]. Zaman yönetimi becerisine sahip bir kontrolör, meydan kontrol ve radar kontrol faaliyetleri ve iletişimin yanında, farklı kaynaklar da kullanarak pek çok bilgiyi birleştirebilir, değerlendirebilir ve yönetebilmektedir. Zaman paylaşma becerisini kazanmak ise öğrenme, motivasyon, deneyim ve görev performansından etkilenmektedir [9]. Zamanın etkin kullanımı kontrolörlerin performansını ve hava trafik akışının etkinliğini artıracaktır.

Takım çalışması, hava trafik kontrolörleri ve iletişimde oldukları yönetici, pilot ve diğer havacılık personeli arasında iş süreçlerini ve yöntemlerini sürekli olarak geliştirmek ve örgütsel faaliyet ve amaçları tespit etmek için birlikte çalışmalarını şeklinde tanımlanabilir [63]. Takım çalışmasında çok iyi bir performans ortaya koymak, hava trafiğinin çok iyi yönetilmesini ve acil durumlardan doğan problemlerin kolayca çözümlenmesini sağlayacaktır. İyi bir takım çalışması yaratmak, örgütsel destek, görevlerin doğru tanımlanması, görev hedeflerinin belirlenmesi, süreçlere odaklanmak, eğitim ve takım ruhunun aşılması ve takım olarak çalışmaya uygun kişilerin seçilmesine bağlıdır. Takım çalışması, hem kontrolör ve takım şeflerinin yüz yüze etkileşimde bulunması hem de genel olarak pilotlarla, trafik yöneticileri ve uygulayıcı personelle de iletişim içinde bulunmayı da gerektirmektedir [9].

Otomasyon, artan hava trafiği sonucunda ortaya çıkacak problemlere en iyi çözüm yolu olarak görülmektedir. Otomasyonun, sistem emniyetinin geliştirilmesi ve sistemin

verimliliğinin artırılması olan iki önemli amacı vardır. CNS/ATM, hava trafik yönetiminin desteklenmesi için çeşitli seviyelerde otomasyonla birlikte uydu sistemlerini de içine alan sayısal teknolojileri kullanan haberleşme, seyrüsefer ve izleme sistemleridir. Otomasyonun sadece hava trafik kontrol kapasitesi artışını sağlaması değil, aynı zamanda emniyet ve verimi arttırarak, personel, bakım maliyetleri ve kontrolör işyükünü azaltması beklenmektedir [64]. Otomasyonun hava trafik sistemindeki önemi, kontrolörlerin çok daha hızlı ve doğru kararlar almasına yardımcı olmasından ileri gelmektedir. Dolayısıyla, bir kontrolör bir yanda otomatik sistemleri izlerken, diğer yandan da kendi mesleki bilgi ve becerisini sürekli devrede tutmalıdır [9].

İşyerlerinin tasarımı çalışanlar üzerinde sistem fonksiyonlarının kullanımının kolaylaştırılmasında önemli bir etki yaratabilmektedir. Özellikle hava trafik kontrol görevlerinin hızını ve doğruluğunu arttırabilir. Bu nedenle uygun işyeri tasarımı tüm hava trafik kontrol sistem performansın artırılması için önemlidir [9].

#### **4.3.3. Hava trafik kontrolörlerinin işyükü**

Hava trafik kontrol, operasyonel gerekliliklerin karşılanması için büyük bir kontrollü havasahasını daha küçük kısımlara bölmektedir. Böyle bir işlem iki seviyede gerçekleştirilir. Havasahası ilk seviyede, meydan kontrol bölgelerine, terminal sahalarına ve düşük-yüksek irtifalı yol sahalarına bölünür. Diğer seviyede ise, bu sahalardan her biri, “hava trafik kontrol sektörleri” olarak adlandırılan daha küçük kısımlara ayrılırlar her bir sektöre, burada hareket eden hava trafiğini takip ve kontrol etmekten sorumlu bir ya da daha fazla hava trafik kontrolörü görevlendirilir [8, 54].

İş yükü, operatörün maruz kaldığı, hedeflenen görev talepleri, bu talepleri karşılamak için operatör tarafından sarf edilen zihinsel çabayı, operatörün performansı, operatörün psikolojik durumu ve sarf edilen çabadaki kişisel tercihleri olarak tanımlanmaktadır. Kısaca işyükü operatörün maruz kaldığı çevresel talepleri ve bu talepleri karşılayabilmek için operatörün yetenekleri arasındaki ilişkiyi yansıtmaktadır [9].

Günümüzde ATM' in en önemli parçası hava trafik kontrolörleridir. Kontrolörler, uçakların bir noktadan ulaşmak istedikleri başka bir noktaya uçuşlarının tüm aşamalarında diğer uçaklarla, engellerle ve diğer araçlarla aralarındaki dikey ve yatay emniyet mesafesini korumaktan sorumludurlar [50]. Hava trafik kontrolörünün temel amacı uçuş emniyetini sağlamaktır. Fakat aynı zamanda bu emniyeti sağlamaktan dolayı

oluşan uçuş gecikmelerini de en aza indirmeye çalışırlar. Uçaklar motor çalıştırmalarından kalkışlarına, kalkışlarından hava yoluna girişine ve daha sonra da alçalmasından inişine kadar hava trafik kontrolörlerinin sorumluluğundadır. Kontrolör hava trafiğini yönetmek için, zihninde uçak hareketlerini ve konumlarını zaman boyutu ile birlikte dört boyutlu olarak canlandırma yeteneği ile bir resim oluşturmaktadır. Bu resmi devamlı olarak muhafaza etmeye çalışarak uçaklara gerekli talimatları vermektedir [51].

Sektörlerdeki hava trafik kontrolörünün işyükü, havasahasının karmaşıklığı ve hava trafik yoğunluğuna bağlı olarak değişim göstermektedir. Trafik ve sektör özellikleri ile ilgili karmaşıklık faktörlerinin belirlenmesi ve bu faktörlerin kontrolör işyükü ile ilişkilerinin ölçülmesi konusunda gösterilen çabalar her geçen gün artmaktadır.

#### **4.4. Havasahası Karmaşıklığı ve İşyükü Ölçümleri**

Genel olarak çalışanın performansına ve tepkilerine etki eden çeşitli baskılar işyükü olarak adlandırılır [65]. Başka bir ifadeyle işyükü, çalışanın belirli bir niteliğe sahip olması koşuluyla ve belirli bir sürede yapılması icap eden iş miktarını ifade etmektedir. İş yükü bireysel açıdan işi yapmak için geçen zamanı ve enerjiyi, örgüt açısından ise verimliliği ifade etmektedir. İş yükü çalışan için örgütsel bakımdan çok önemli bir değişkendir [66].

Havacılık operasyonları son yıllarda sürekli büyüme göstermektedir ve havacılık otoriteleri bu eğilimin devam etmesini beklemektedir. Bununla birlikte son yıllarda havacılık operasyonlarının büyüme göstermesi ve artan trafik hacmine ek olarak, havasahasının çoğu bölgesinde daha çok trafik akışının olmasıyla hava sahalarındaki trafik operasyonları daha dinamik olmaktadır [12]. Hava trafiğinin artmasına bağlı olarak yoğunluğun da artmasıyla hava trafik sisteminde kapasite yetersizliği, tıkanıklık, gecikme, hizmet aksaklıkları ortaya çıkmakta ve en önemlisi uçaklar arasındaki çarpışma riski artmaktadır. Bunun sonucunda da uçuş emniyeti, verimliliği ve ekonomikliği olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu durum havayolu işletmeleri için yolcu tatminsizliklerine ve maliyet artışlarına neden olmaktadır. Hava trafik sisteminin yetersiz olması durumu da doğrudan havayolu ulaştırmasını olumsuz etkilenmektedir [67]. Bu gelişmeyle birlikte havacılık otoriteleri havasahasındaki yoğunluğun çözümü için yeni bir kavram geliştirmişlerdir. Bu kavram hava trafik kontrolörlerinin işyükünü ölçütü olan dinamik yoğunluktur. Çarpışma riski ihtimalini belirleyebilen işyükü ölçütü dinamik

yoğunluk kavramının değerlendirilmesi ve ölçütün geliştirilmesi büyük bir önem taşımaktadır [68].

Dinamik yoğunluk “hem yol hem de terminal havasahasında çakışma oranını etkileyen faktörler” olarak tanımlanır ve hava trafik karmaşıklığını etkileyen faktörlerinin bir fonksiyonu olarak verilmektedir. Bu faktörler trafik yoğunluğu, akış karmaşıklığı ve ayırma standartlarıdır. Bu nedenle dinamik yoğunluğun hesaplama ve tahmini trafik işyükü değerlendirilmesi için temel ihtiyaç olarak saptanmıştır [69].

Dinamik yoğunluk hava trafik yönetiminde temel sınırlayıcı faktördür. Geçtiğimiz son on yıllık dönemlerde teknik ekipmanların geliştirilmesi, uçaklar arasındaki ayırma minimalarının azaltılması gibi hava trafik düzenlemeleri ve sektör karmaşıklığının azaltılması ile kapasite arttırılabilmektedir. Araştırmacılar uzun yıllar terminal ve yol havasahasındaki hava trafik karmaşıklığını açıklamaya katkıda bulunan özel faktörler tanımlamışlardır. Bu faktörlerin ölçülmesi dinamik yoğunluk ölçütünün geliştirilmesini ve geçerliliğini amaçlayan araştırma çalışmalarına odaklanmıştır [13]. Dinamik yoğunlukla ilgili yapılan araştırmalar dinamik yoğunluğun havasahası karmaşıklığını tespit etmek için iyi bir ölçüt olduğunu göstermektedir [12]. Dinamik yoğunluk hem uçak sayısını hem de çevreyi (havasahası çakışma açıları vb.) hesaba katan sektör karmaşıklığının temel ölçütüdür [70]. Bu ölçütün mevcut hava trafik tesis fonksiyonları için kullanılabilmesinin dışında dinamik yeniden sektörlendirme, havasahasının yeniden tasarlanması ve serbest uçuş gibi gelişmiş hava trafik kontrol kavramlarında da uygulamaları bulunmaktadır [12].

Ayrıca çarpışma riski ölçümü için de dinamik yoğunluk kavramı büyük bir öneme sahiptir. Hava trafik kontrolörün işyükü ölçütü tanımı, hava trafik karakteristiklerine dayanmaktadır. Hava trafik karakteristikleri, hem hava trafik yönetim otomasyonu hem de hava trafik prosedürlerinin geliştirilmesi için önem taşımaktadır. Dinamik yoğunluk, hem trafik yoğunluğunu (havasahası içindeki uçak sayısı) hem de trafik karmaşıklığını (havasahası hacmi içindeki hava trafiğinin karmaşıklık ölçütü) kapsayan bir kavramdır.

Dinamik yoğunluk ve karmaşıklık kavramaları aynı zamanda serbest uçuş kavramının temelini oluşturmaktadır. Serbest uçuş şartlarında trafiğin merkezi kontrole dönmeyi gerektirecek kadar karmaşık olduğu durumlarda dinamik yoğunluğun kullanılabileceği düşünülmektedir. Dinamik yoğunluk serbest uçuş prosedürlerinin uygulanmasında önemli bir sorun olarak ortaya çıkan sektördeki uçak sayısının, bu

sektörde çalışmanın zorluğunu uygun bir şekilde yansıtmayacağı düşünülerek kullanılmaktadır.

Dinamik yoğunluk çalışmaları ile birlikte havacılık sektöründeki hızla büyümenin etkisi ile hava trafik yönetiminde ortaya çıkan bir havasahası kapasite sorunu olan hava trafik karmaşıklığına çözüm getirerek, havacılık sektöründeki hava trafik sistemi kullanıcıları ve tasarımcıları için önemli katkılar sağlamayı amaçlanmaktadır. Hava trafik karmaşıklığı sorunu sadece uçak operasyonlarından direk etkilenen pilot ve kontrolörü değil aynı zamanda zaman kaybı nedeniyle yolculuk yapan müşterileri, maliyet artışı nedeniyle hava yolu şirketlerini önemli ölçüde etkilemektedir [70].

#### **4.4.1. Havasahası karmaşıklığı ve işyükü ölçütlerinin gelişimi**

Hava trafik kontrol karmaşıklığı ve havasahası karmaşıklığı kavramları ile ilgili birçok araştırmacı çalışmıştır. Dinamik yoğunluk kavramı ilk kez 1995 yılında yayınlanan RTCA Task Force 3 Raporundan sonra ortaya çıkmıştır. Rapor dinamik yoğunluğu “hem yol hem de terminal havasahasında çakışma oranını etkileyen önemli faktörler” olarak tanımlar. Bu faktörler trafik yoğunluğu, akış karmaşıklığı ve ayırma standartlarıdır. Dinamik yoğunluk kavramı yeni olmasına rağmen, sektör seviyesi trafik karmaşıklığına katkıda bulunan faktörler çok uzun zamandır araştırmacıları ilgilendirmiştir [12, 69].

2000 yılında FAA, yürütülen dinamik yoğunluk araştırması ile ilgilenen tüm gruplarla koordinasyonu sağlamak için Araştırma Yönetim Planı (RMP) geliştirmiştir. Araştırma Yönetim Planı birçok benzerlik mevcut olmasına rağmen dinamik yoğunluğa katkıda bulunan değişkenlerin ne olduğuna dair her organizasyonun kendine ait farklılıklarını görmek, kaynakları etkili kullanmak ve aynı çalışmaların gereksiz yere tekrar yapılmasını engellemek için organizasyonları bir araya getirmiştir. FAA WJHTC'nin ACB -330 grubu bu çalışmaya liderlik etmiştir ve Titan Sistem, NASA Ames Araştırma Merkezi, Metron Havacılık (eski adı Wyndemere) ve Mitre CAASD araştırma ortakları olarak çalışmaya katılmıştır. WJHTC'nin geliştirdiği 10 değişkenli dinamik yoğunluk ölçütü, Metron Havacılığın geliştirdiği 10 değişkenli dinamik yoğunluk ölçütü ve NASA Ames Araştırma Merkezinin iki dinamik yoğunluk ölçütü (NASA1 16 değişkenli, NASA2 9 değişkenli) ele alınarak ve değişkenlerin tamamını kapsayan bir analiz yapılarak birleşik bir model geliştirilmiştir. Birleşik (her

organizasyondan gelen değişkenleri kapsayan) dinamik yoğunluk modeli en iyi performansı göstermiştir [71, 12]. Mitre CAASD ETMS ham veriyi alma ve dinamik yoğunluk çıktısı üretme anlamında dinamik yoğunluk araştırma çabası için İşbirlikçi Yönlendirme ve Koordinasyon Araç Setini (CRCT) ortaya çıkarmıştır.

Dinamik yoğunluk araştırma aktiviteleri üç aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk iki aşama dinamik yoğunluk ölçütlerinin geliştirilmesi ve düzeltilmesi, trafik örneklerinin seçilmesi, bu trafik örneklerinin karmaşıklığı üzerinde çoklu hava yol trafik kontrol merkezlerindeki kontrolörler ve süpervizörlerden sübjektif karmaşıklık derecelendirmelerinin toplanmasını kapsamaktadır. Aşama 3 CRCT içindeki önerilen ölçütlerin programlanmasını, dinamik yoğunluk değişkeninin ve ölçüt değerlerini üretilmesini ve karmaşıklık derecelendirmesi ile dinamik yoğunluk çıktısının karşılaştırılmasını içeren veri analizine odaklanmıştır.

Aşama 1 kontrolörlerden ve süpervizörlerden karmaşıklık derecelendirmesinin toplanması ve deneysel prosedürlerin düzeltilmesi için tasarlanan pilot araştırmadır. Çalışma hem kontrolörleri hem de süpervizörleri kapsar çünkü süpervizörler personel tahsisi ile ilgili karar verebilmek için (pozisyon için uygun sayıda kontrolör gibi) trafik durumlarını daha iyi analiz etmektedirler. Kontrolörlerin dahil edilmesinin nedeni ise sektör karmaşıklığı üzerinde deneyimli olmaları ve eldeki operasyonlara en yakın olmalarıdır.

Aşama 2 süresince, dört ARTCC'den operasyonel trafik verisi toplanmış ve dört ARTCC değişik trafik karakteristiklerini kapsayan konu durum girdisi temelinde seçilmiştir. Dinamik yoğunluk araştırmacıları toplam 36 yüksek ve alçak sektörden elde edilen trafik verisinin toplam 72 tane 30 dakika örneğini toplamıştır. 72 trafik örneğinin her iki dakikası için üç süpervizör ve üç kontrolör ayrı ayrı karmaşıklık derecelendirmesi yapmıştır. Trafik örnekleri sistematik hava trafik operasyonları girişimi (SATORI) kullanılarak yeniden canlandırılmıştır. Bunun sonucu olarak yaklaşık 6480 karmaşıklık derecelendirmesi ortaya çıkmıştır.

Aşama 3 dinamik yoğunluk ölçütünün geçerliliği ile ilgilidir. Aşama 3'ün hedefleri aşağıdakileri hesaplayabilmektir.

- Dinamik yoğunluk ölçütleri karmaşıklığı isabetli bir şekilde ölçülebilir mi?
- Dinamik yoğunluk ölçütleri iki saat önceden karmaşıklığı tahmin için güvenilir midir?

Araştırmacılar önerilen dinamik yoğunluk değişkenlerini izleme alarm tahminleri için kullanılan ETMS verilerinden çıkarmışlardır. Araştırmacılar ETMS verilerinden dinamik yoğunluk değişkenlerini hesaplamak için Mitre CAASD tarafından geliştirilen CRCT' nin desteğini almıştır. CRCT ETMS verilerini kullanabilme kabiliyetinden, yörüngesel modelleyici (birçok değişkeni hesaplayabilmek için gerekli eleman) olmasından ve dinamik yoğunluğun ortaya çıkmasında rol oynayan birçok operasyonel tesisin ürünü olmasından dolayı seçilmiştir.

Araştırmacılar farklı dinamik yoğunluk değişkenleri için ağırlıklarını oluşturmak ve her dinamik yoğunluk ölçütü için önemli değişkenleri tanımlamak için regresyon analizi kullanmışlardır. 72 adet 30-dakikalık trafik örnekleri, iki gruba bölünmüştür. 60 trafik örnekle ilk grup, her metrik için dinamik yoğunluk denklemini kurmak için kullanılmıştır. Kalan 12 trafik örneği dinamik yoğunluk ölçütlerini test etmek için kullanılmıştır. Trafik örnekleri, rastgele gruplara bölünmüştür. Araştırmacılar, trafik örneklerinin her birisi için iki farklı dinamik yoğunluk hesaplamalarını yapmışlardır. İlk olarak ilk amaçla karşılaşmak için anlık dinamik yoğunluk hesaplamalarında odaklanılmıştır. Anlık dinamik yoğunluk hesaplamaları için, değişkenlerin değerleri 2 dakikalık aralıklarla hesaplanmıştır.

DD ölçütleri WJTHC-Titan değişkenleri, iki NASA ölçüt değişkeni ve Metron değişkenleri için geliştirilmiştir. Ayrıca, bütün ölçütlerden elde edilen bütün değişkenlerden oluşan birleşik ölçütte geliştirilmiştir. Bu model geliştirme faaliyeti, 60 trafik örneğinin ilk grubu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. DD ölçütlerini meydana getiren her değişkenin tek tek ağırlıklarını bulmak için regresyon yöntemi kullanılmıştır [71, 72, 73, 12].

#### **4.4.2. İşyükü ölçütünün tanımı ve geliştirilen işyükü ölçütleri**

Dinamik yoğunluk hava trafik kontrol görev yükü olarak da tanımlanır ve temelinde kontrolör öznel işyüküdür. Dinamik yoğunluk trafik karmaşıklığına veya bir durumun zorluğuna benzerdir ve “havasahası hacmindeki trafik paternlerinin karmaşıklığı ve uçak sayısının bir fonksiyonu olan kontrole bağlı işyükü ölçütüdür”. Aşağıda birçok araştırmacının geliştirmiş olduğu dinamik yoğunluk ölçütü verilmiştir.

1995 yılında RTCA Task Force 3 Raporu ile ortaya çıkan dinamik yoğunluk önceden de belirtildiği gibi birçok araştırmacının ilgisini çekmiştir ve farklı ölçütleri

geliştirilmiştir. Geliştirilen bu ölçütlerdeki değişkenlerin bir kısmı aynı bir kısmı ise farklılık göstermektedir. Aşağıdaki çizelgelerde bu ölçütler verilmiştir.

Tablo 4.2. de WJHTC geliştirdiği işyükü ölçütü değişkenleri listelenmiştir.

**Tablo 4.2.** *WJHTC'nin İş Yükü Ölçütü Değişkenleri.*

AD1	Havaaracı yoğunluğu 1- meşgul edilen havasahası hacmine bölünen havaaracı sayısı
AD2	Havaaracı yoğunluğu 2- sektör hacmine bölünen havaaracı sayısı
CRI	Çakışma teşhis endeksi- Yüzeysel açı ile gelen hava araçlarının çakışmasını belirlemedeki zorluk ölçütü
SCI	Kritik ayırma endeksi- Ayırma minimalarına göre çakışan hava araçlarının yakınlıkları
DOFI	Serbestlik derecesi endeksi- Çakışma durumunda manevra seçeneklerini temel alır
CTI1	Görev yükü koordinasyon endeksi 1- Devir etmeden önce sektör sınırlarından havaaracının mesafesini temel alır
CTI2	Görev yükü koordinasyon endeksi 2- CTI1 ile aynı prensibi temel alan farklı formül
SV	Sektör hacmi
AC	Havaaracı sayısı

**Kaynak:** *Kopardekar, P. and Magyarits, S., (2002). Dynamic density: measuring and predicting sector complexity. 21<sup>st</sup> Digital Avionics Systems Conference (DASC), California.*

WJHTC'nin geliştirdiği ölçütten farklı olarak NASA-1 ölçütü havaaracı sayısı haricinde farklı değişkenler kullanarak Tablo 4.3.' de listelenen 16 değişkenden oluşan farklı bir ölçüt geliştirmiştir [12].

**Tablo 4.3.** *NASA-1 Ölçütü Değişkenleri.*

C1	Havaaracı sayısı
C2	Tırmanan havaaracı sayısı
C3	Düz uçuştaki havaaracı sayısı
C4	Alçalan havaaracı sayısı
C5	Yatay yaklaşıklık ölçütü 1
C6	Dikey yaklaşıklık ölçütü 1
C7	Yatay yaklaşıklık ölçütü 2
C8	Dikey yaklaşıklık ölçütü 2
C9	Yatay yaklaşıklık ölçütü 3
C10	Dikey yaklaşıklık ölçütü 3
C11	Çakışmaya gitme için zaman ölçütü 1
C12	Çakışmaya gitme için zaman ölçütü 2
C13	Çakışmaya gitme için zaman ölçütü 3
C14	Hız değişimi
C15	Hız standart sapmasının ortalama hıza oranı
C16	Geçiş açısını temel alan çakışma ayırma zorluğu

**Kaynak:** *Kopardekar, P. and Magyarits, S., (2002). Dynamic density: measuring and predicting sector complexity. 21<sup>st</sup> Digital Avionics Systems Conference (DASC), California.*

NASA-2 ölçütü Tablo 4.4' de listelenen değişkenlerden oluşmaktadır. Nasa-2 ölçütü, NASA-1 ölçütünden havaaracı yoğunluğu değişkeni ortak olmak üzere farklı yedi derğişken kullanılarak NASA-1 ölçütünü geliştirmek için ortaya çıkmıştır.

**Tablo 4.4. NASA 2 Ölçütü Değişkenleri.**

N	Trafik yoğunluğu
NH	Baş değişimi 15 dereceden fazla olan havaaracı sayısı
NS	Hız değişimi 10 knot veya 0.02 Mach' dan fazla olan havaaracı sayısı
NA	İrtifa değişimi 750 feet' ten fazla olan havaaracı sayısı
S5	İhlaller hariç 0-5 deniz millik 3 boyutlu Öklid mesafesindeki havaaracı sayısı
S10	İhlaller hariç 5-10 deniz millik 3 boyutlu Öklid mesafesindeki havaaracı sayısı
S25	25-40 deniz mili arasındaki yatay uzaklıktaki ve 29000 feet' in üzerindeki veya altında 2000 veya 1000 feet' ten az olduğu dikey ayırmadaki havaaracı sayısı
S40	0-25 deniz mili arasındaki yatay uzaklıktaki ve 29000 feet' in üzerindeki veya altında 2000 veya 1000 feet' ten az olduğu dikey ayırmadaki havaaracı sayısı
S70	40-70 deniz mili arasındaki yatay uzaklıktaki ve 29000 feet' in üzerindeki veya altında 2000 veya 1000 feet' ten az olduğu dikey ayırmadaki havaaracı sayısı

**Kaynak:** Kopardekar, P. and Magyarits, S., (2002). *Dynamic density: measuring and predicting sector complexity. 21<sup>st</sup> Digital Avionics Systems Conference (DASC), California.*

Metron Havacılık ölçütü Tablo 4.5.' de listelenen 10 değişkenden oluşmaktadır. Bazı değişkenler diğer ölçüt değişkenleri ile aynı bazı değişkenleri ise farklıdır.

**Tablo 4.5. Metron Havacılık Ölçütü Değişkenleri.**

WACT	Sektör içindeki havaaracı sayısı
WDEN	Kullanılabilir sektör havasahası hacmine bölünen havaaracı sayısı
WCLAP	Belirli bir zamanda tahmini ayırmanın eşik değerinden (8 mil gibi) az olan havaaracı sayısı
WCONVANG	Çakışma durumundaki iki havaaracı arasındaki çakışma açısı
WCONFLICT NBRS	Potansiyel çakışma durumuna yakın olan hava araçları haricindeki havaaracı sayısı. (Yatay olarak 10 mil dikey olarak 2000 feet gibi)
WCONF BOUND	Sektör sınırlarının eşik mesafesi içindeki tahmini çakışma sayısı (10 mil gibi)
WALC	Sektörde eşik değerinin üzerindeki irtifa değişimi sayısı
WHEADVAR	Sektörde eşik değerinin üzerindeki baş değişimi sayısı
WBPROX	Sektör sınırlarının eşik değeri içindeki havaaracı sayısı (10 mil gibi)
WASP	Sektör açıklık oranı ile ağırlıklandırılmış sektör içindeki her havaaracının uçuş başı ile sektörün ana ekseninin yönü arasındaki mesafenin karesi.

**Kaynak:** Kopardekar, P. and Magyarits, S., (2002). *Dynamic density: measuring and predicting sector complexity. 21<sup>st</sup> Digital Avionics Systems Conference (DASC), California.*

Geliştirilen bu ölçütlerin birbirleri ile ortak kullandıkları değişkenler olduğu gibi farklı olarak kullandıkları pek çok farklı değişkende vardır. Tablo 4.6.'da tüm ölçütler birlikte görülmektedir.

**Tablo 4.6. Geliştirilen Dinamik Yoğunluk Modellerindeki Değişkenler.**

Değişkenler	WJHTC	NASA -1	NASA -2	Metron Havacılık
Havaaracı yoğunluğu 1				
Havaaracı yoğunluğu 2				
Çakışma teşhis endeksi				
Kritik ayırma endeksi				
Serbestlik derecesi endeksi				
Görev yükü koordinasyon endeksi 1				
Görev yükü koordinasyon endeksi 2				
Sektör hacmi				
Havaaracı sayısı				
Tırmanan havaaracı sayısı				
Düz uçuştaki havaaracı sayısı				
Alçalan havaaracı sayısı				
Yatay yaklaşıklık ölçütü 1				
Dikey yaklaşıklık ölçütü 1				
Yatay yaklaşıklık ölçütü 2				
Dikey yaklaşıklık ölçütü 2				
Yatay yaklaşıklık ölçütü 3				
Dikey yaklaşıklık ölçütü 3				
Çakışmaya gitme için zaman ölçütü 1				
Çakışmaya gitme için zaman ölçütü 2				
Çakışmaya gitme için zaman ölçütü 3				
Hız değişimi				
Hız standart sapmasının ortalama hıza oranı				
Geçiş açısını temel alan çakışma ayırma zorluğu				
Baş değişimi 15 dereceden fazla olan havaaracı sayısı				
Hız değişimi 10 knot veya 0.02 Mach' dan fazla olan havaaracı sayısı				
İrtifa değişimi 750 feet' ten fazla olan havaaracı sayısı				
İhlaller hariç 0-5 deniz millik 3 boyutlu Öklid mesafesindeki havaaracı sayısı				
İhlaller hariç 5-10 deniz millik 3 boyutlu Öklid mesafesindeki havaaracı sayısı				
25-40 deniz mili arasındaki yatay uzaklıktaki ve 29000 feet' in üzerindeki veya altında 2000 veya 1000 feet' ten az olduğu dikey ayırmadaki havaaracı sayısı				
0-25 deniz mili arasındaki yatay uzaklıktaki ve 29000 feet' in üzerindeki veya altında 2000 veya 1000 feet' ten az olduğu dikey ayırmadaki havaaracı sayısı				
40-70 deniz mili arasındaki yatay uzaklıktaki ve 29000 feet' in üzerindeki veya altında 2000 veya 1000 feet' ten az olduğu dikey ayırmadaki havaaracı sayısı				
Belirli bir zamanda tahmini ayırmanın eşik değerinden (8 mil gibi) az olan havaaracı sayısı				
Çakışma durumundaki iki havaaracı arasındaki çakışma açısı				
Potansiyel çakışma durumuna yakın olan havaaraçları haricindeki havaaracı sayısı. (Yatay olarak 10 mil dikey olarak 2000 feet gibi)				
Sektör sınırlarının eşik mesafesi içindeki tahmini çakışma sayısı (10 mil gibi)				
Sektör açıklık oranı ile ağırlıklandırılmış sektör içindeki her havaaracının uçuş başı ile sektörün ana ekseninin yönü arasındaki mesafenin karesi.				

#### 4.5. Literatür Araştırması

Kontrolör işyüküyle ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Ancak 90'lı yıllardan sonra yapılan araştırmalar, trafikteki artış miktarının işyükünü tanımlamada tek başına yeterli bir gösterge olmadığını vurgulamaktadır. Bu kapsamda yapılan çalışmalarda işyükü, trafik miktarı ve trafik paternlerindeki karmaşıklığın bir fonksiyonu olarak ele alınmaya başlanmıştır. Bu da dinamik yoğunluk kavramını gündeme getirmiştir.

1964 yılında Arad çalışmasında kontrolör işyükünün havasahası faktörlerinden nasıl etkilendiğini incelemiştir. Bu çalışmada kontrolör işyükleri kontrolörün çalışmasıyla meydana gelen yükler, kontrol altındaki uçak yükleri ve havasahası yükleri olmak üzere üç farklı sınıflama yapmıştır. İş yükü için de aşağıdaki formülleri geliştirmiştir.

$$L = L_0 + L_1 + L_2 \quad (5.1)$$

$$L = L_0 + \left(\frac{N}{T}\right) \cdot K_1 + \left(\frac{2 \cdot a \cdot V \cdot N^2}{gS}\right) \cdot K_2 \quad (5.2)$$

L: Toplam Yük, L<sub>0</sub>: kontrolörün çalışmasıyla meydana gelen yükler, L<sub>1</sub>: kontrol altındaki uçakların yükleri, L<sub>2</sub>: havasahası yükleri, N: kontrol altındaki uçak sayısı, T: sektördeki minimum uçuş süresi, K<sub>1</sub> ve K<sub>2</sub>: yük katsayıları, g: sektör akış düzen katsayısı, V: ortalama hava hızı, S: sektör alanı ve a: ortalama uçak ayırmasını ifade etmektedir [74].

Schmidt, D.K., yaptığı çalışmada yarı deneysel deterministik bir işyükü modeli geliştirmiştir. Çalışmanın hava trafik kontrolörünün yetki alanları içerisinde kalan havasahasının tasarlanmasında kullanılabileceğini belirtmiştir. Bu çalışmada Kontrol Güçlüğü İndeksi-CDI (Control Difficulty Index) olarak adlandırılan parametreyi hesaplamak üzere Denklem 5.3 geliştirilmiştir.

$$CDI = \sum_i W_i + E_i \quad (5.3)$$

CDI: Kontrol güçlüğü indeksi,

W<sub>i</sub>: i olayı için ağırlık,

E<sub>i</sub>: Saatte meydana gelen i tipi beklenen trafik sayısıdır [75].

1978 yılında Hurst, M. W ve Rose, R.M çalışmalarında hava trafik kontrol ortamı içerisindeki stres kaynaklarını belirlemek üzere 47 radar sektöründe inceleme yapmışlardır. Yapılan bu incelemede kontrolörlerin aktivite ve davranışları, saatlik trafik sayısı, pik trafik sayısı, haberleşme süresi ve yol değişimi yapan uçak sayısı değişkenleri alınarak çoklu regresyon yapılmıştır. Bu çalışmada analiz sonuçları, kontrolörlerin işyükünde pik trafikte % 53 'lük bir artış olduğunu ortaya koymaktadır [76].

Buekley, E.P. ve arkadaşları çalışmalarında 3, 4, 5 NM'lik çarpışma tehlikelerinin sayısı ve süresi, kontrol altındaki süre, akış mesafesi, yakıt tüketimi, yol değişiklikleri, yerden havaya haberleşme sayısı ve süresi, toplam gecikme sayısı ve süresini kullanarak çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda insan performansı ve işyükü, dinamik olarak nitelendirilmiştir [77].

Stein, 1985 yılında kontrolör işyükünü değişkenlerle incelemiştir. Bu değişkenler; uçak sayısı, tehlike ile karşılaşma sayısı, karmaşıklık veya havasahasının belirli bir bölgesindeki uçak yoğunluğu ve irtifa, yol ve baş değişikliği gibi planlama faaliyetleri ağırlıklandırılmış toplamı olarak tanımlanmıştır. Bu çalışma 3 aşamada gerçekleştirilmiştir. Bunlar hazırlık aşaması, uzman görüşleri ve Buckley'in tamamlamış olduğu çalışmanın sonuçlarını kullanarak çalışmaya katılan 10 hava trafik kontrolörü trafik senaryolarının geliştirilmesini kapsamaktadır. Daha sonra kontrolörler düşük, orta ve yüksek işyükü seviyeleri için bir saatlik senaryoların olduğu simülasyonda çalıştırılmıştır. Sonuçlar ATWIT (Air Traffic Workload Input Technique) tekniği ile değerlendirilerek 3 işyükü seviyesi için ağırlıklar belirlenmiştir. ATWIT algılanan işyükünü değerlendirmek için basit on basamaklı bir ölçek kullanmaktadır. ATWIT uygulama sırasında algılanan işyükünün değerlemelerini bir araya getirir Bir sonraki aşamada ise kontrolör işyükü ile toplam trafik miktarı, yetki devri sayısı, belirli bir bölgede toplanan trafik yoğunluğu, geliş ve gidiş bacağı yetki devri sayıları arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları belirtilen değişkenler ile işyükü arasında doğrusal bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır [78].

Stokes ve Kite'in 1990 yılında İngiltere'de 1100 kontrolörle yaptıkları çalışmada, kontrolörlerin çalışma ortamlarındaki örgüt yapısı nedeniyle stres yaşadıklarını belirtmişlerdir. Stres yaşamalarındaki diğer faktörleri ise işyükü, ekipman yetersizliği ve dışsal faktörler olarak belirtilmiştir. Maruz kaldıkları işyükü kontrolörlere göre özellikle vardiya, çalışma süresi ve trafik yoğunluğundan oluşmaktadır [79].

Giovanni Costa 1993 yılında yaptığı çalışmada hava trafik kontrolörlerinin trafik durumuna göre fizyolojik ve psikolojik tepkilerini ölçülerek işyükünün kontrolörler üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışma Roma hava trafik kontrol merkezinde üç farklı vardiyede çalışan 20 kontrolör ile gerçekleştirilmiştir. Sabah ve öğleden sonraki vardiyelerde ortalama işyükü aynı olurken gece daha az olmuştur. Vardiya sırasında kontrolörlerin fiziksel durumları ve endişeleri artmaktadır. Gece vardiyasında bu etkiler daha fazla olmaktadır. Çalışma sonucunda kalp atış oranı gibi fizyolojik tepkilerin işyükü ile direk ilişkili olduğu görülmüştür. Psikolojik olarak ise gece vardiyasından sonrasında kontrolörlerin daha kötü olduğu belirtilmiştir. Tüm bunların sadece işyüküyle ilgili olmadığı işyükünün yanı sıra radar hatası, pilotlarla ve birlikte çalıştığı diğer kontrolörlerle iletişimde yaşanan sorunlar gibi diğer stres faktörlerinin de etkisinin olduğu belirtilmiştir [80].

Mogford, R.H ve ark. (1994); çalışmalarında yol aşaması sektör karmaşıklığını ele almışlardır. Başlangıçta 19 karmaşıklık faktörü sonraki aşamada 15 faktör tanımlanmıştır. Bu faktörler tırmanma ve alçalmadaki trafik miktarı, uçak karması, kesişen uçak yollarının sayısı, gerekli prosedürlerin sayısı, askeri uçuşların sayısı, koordinasyon sayısı, meteoroloji, karmaşık uçak yolları, tahditli sahalar- askeri uçuş sahaları, sektör hacmi, ayırma gereklilikleri ve frekans tıkanıklığı gibi faktörlerdir [81].

Wyndemere Şirketi tarafından yapılan çalışmada hava trafik kontrolü açısından karmaşıklığa neden olan 19 faktör tanımlanmıştır. Bu faktörler havasahasının yapısı, özel kullanımlı havasahası, meteorolojik koşullar, sektör sınırına yakın olası çakışma tehlikesi, uçak yoğunluğu, tırmanma veya alçalmadaki uçak sayısı, irtifa farklılıklarının sayısı, meteorolojik etkiler, uçak hızındaki değişiklik, uçuş yönlerindeki değişiklik, uçak karması performansı, rüzgâr, birbirine çok yakın yaklaşma noktalarının dağılımı, çarpışma tehlikesi durumunda yakınsama açısı, uçak çiftlerinin yakınlığı, uçağın niyeti, ayırma gereklilikleri ve koordinasyondur [82].

Pawlak, W.S. ve ark. (1996); bir hava trafik durumunun kontrolör tarafından algılanma karmaşıklığını ölçmek ve değerlendirmek üzere hem fiziksel hem de zihinsel işlemleri kapsayan bir yapı ortaya koymuşlardır. Bu yapı içerisinde planlama faaliyetleri, herhangi bir çarpışma tehlikesini çözmek üzere yeni yolar, vektörler, hız tahsisi, irtifa değişiklikleri, diğer kontrolörlerle koordinasyon gibi en iyi faaliyetin belirlenmesidir. Gerçekte bir görevin yerine getirilmesi kontrolörün bilişsel yeteneği ile ilgilidir. Dolayısıyla her görev farklı uçaklar için farklı sürelerde aynı döngü içerisinde yerine

getirilmektedir. Bu çalışmada Wynedemere Inc. tarafından tanımlanan karmaşıklık faktörleri algılama karmaşıklığı için değerlendirilmiştir. Çeşitli yol kontrol merkezlerindeki kontrolörler ve uzmanlarla yapılan görüşme sonucunda havasahası yapısı, meteorolojik koşullar, uçak yoğunluğu üzerindeki meteorolojik etkiler ve uçak çiftlerinin yakınlığı (komşuluğu) dışında kalan 15 karmaşıklık faktörü seçilmiştir. Bu faktörler, gerçek zamanlı insan döngülü simülasyonlarla hem mevcut hem de serbest uçuş senaryoları çerçevesinde incelenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, haberleşme ve veri girişi gibi fiziksel görevlerin bir karmaşıklık durumunun değerlendirilmesinde etkin bir ölçüm yöntemi olmadığını ortaya koymaktadır. Bu nedenle planlama, izleme ve değerlendirme ile ilgili görevlerin önemi vurgulanmaktadır [83].

Smith, K. ve ark. (1998); çalışmalarında trafik artışının uçaklar arasındaki çarpışma tehlikesini arttırmasından yola çıkarak bir dinamik yoğunluk indeksi tanımlamışlardır. Çalışmada hava trafiğinin artmasına bağlı olarak yoğunluğun da artmasıyla uçaklar arasındaki çakışma riskinin arttığı ve bununla birlikte havasahası sisteminin gelişmesinin de zorunlu hale geldiği ifade edilmiştir. Çalışmada da belirtildiği gibi çarpışma riski ihtimali için dinamik yoğunluğun ölçütlerinin geliştirilmesi zorunludur. Smith ve arkadaşlarının geliştirdiği ölçüt aşağıdaki denklemde verilmiştir.

$$D_t = \sum_{i=1}^{N-j} \sum_{j=i+1}^N \frac{1}{\left(\frac{d_j(t)}{c}\right)^a} \quad (5.4)$$

N: Uçak sayısı

$d_{ij}$ : İrtifa olarak ayrılmamış iki uçak arasındaki mesafe

c: Normalleştirme sabiti, 5 NM'e eşittir (min yatay mesafe)

a: Ağırlık parametresi.

Bu çalışmada, çarpışma tehlikesinin tahmininde en önemli faktör olan ayırma üzerine odaklanmışlar ve özellikle insan faktörü problemlerini çözmek üzere kullanılabilir bir yaklaşım olduğunu söylenmiştir [68].

Laudeman, L V. ve ark. (1998), çalışmalarında dinamik yoğunluk ölçümünü şu aşağıdaki denklemi geliştirmişlerdir.

$$DD = \sum_{i=1}^n W_i TC_i + TD + CI \quad (5.5)$$

DD: Dinamik yoğunluk,  
TC: Karmaşıklık faktörü,  
W: Faktör ağırlığı ci karmaşıklık faktörlerinin sayısıdır),  
TD: Trafik yoğunluğu,  
CI: Hava trafik kontrolörünün niyeti.

Hava trafik karmaşıklığını belirleyebilmek amacıyla kontrolörlerle yapılan görüşmeler ve bunların radar iz verileri ile gerçek zamanlı hesaplanması sonucunda 8 trafik faktörü tanımlanmıştır. Bunlar uçakların baş ve hız değişiklikleri, uçak yoğunluğu ve çarpışma tehlikesi faktörleridir. Trafik faktörleri belirlendikten sonra radar iz verileri, uçuş planları ve meteoroloji verileri kullanılarak ağırlıklar hesaplanmıştır. Trafik yoğunluğu ve karmaşıklığının doğrusal bir fonksiyonunu ifade eden denklemle dinamik yoğunluk elde edilmiştir.

$$DD = W_1 (HC) + W_2 (SC) + W_3 (AC) + W_4 (MD 5) + W_5 (MD10) + W_6 (CP 25) + W_7 (CP 40) + W_8 (CP 70) + TD \quad (5.6)$$

Araştırmacılar, kontrolör faaliyetlerinin değerlendirilmesinde dinamik yoğunluk ile sadece trafik yoğunluğuna bağlı olarak yapılan ölçümler arasındaki farklılığı değerlendirmek ve modelin geçerliliğini sağlamak üzere radar kontrolörlerini kapsayan 9 aktiviteyi seçerek hesaplamalarını yinelemişlerdir. Laudeman ve Ark. 'nın NASA' da gerçekleştirdikleri bu çalışmada işyükü ve kontrolör faaliyetlerinin değerlendirilmesinde dinamik yoğunluğun çok daha iyi sonuç verdiği belirtmişlerdir [84].

Sridhar ve ark. yapmış olduğu çalışmada Laudeman ve Ark.'nın tanımladığı kontrolör işyükü değerlendirmesini radyo haberleşmesi ve radar ekranı ile ilgili faaliyetleri de kapsayacak şekilde 1 dakikalık örnek zaman aralığı ile hesaplamışlardır. Hava trafiğinin yönetilebilmesi için kontrolör işyükünün ne olacağının önceden tahmin ediliyor olması gerekliliğini belirtilmiştir. Çalışma incelendiğinde kontrolör işyükünün dinamik yoğunluğa bağlı olduğunu görülmektedir. Bu çalışma dinamik yoğunluğun kontrolör işyükü ölçmede iyi bir ölçüt olduğunu göstermektedir. Verilen dinamik yoğunluk ölçütü trafik yoğunluğu, uçağın baş değişimi, hız değişimi, irtifa değişimi, hız farklılıkları ve çakışmaların ağırlandırılmış toplamları ile elde edilir [71].

Smith ve ark. yaptığı çalışmada hava trafiğinin artmasına bağlı olarak yoğunluğun da artmasıyla uçaklar arasındaki çakışma riskinin arttığı ve bununla birlikte havasahası sisteminin gelişmesinin de zorunlu hale geldiği ifade edilmiştir. Çalışmada da belirtildiği

gibi çarpışma riski ihtimali için dinamik yoğunluğun ölçütlerinin geliştirilmesi zorunludur. Smith ve arkadaşlarının geliştirdiği ölçüt aşağıdaki denklemde verilmiştir.

$$D = \frac{1}{\left(\frac{d}{c}\right)^a} \quad (5.7)$$

Denklem (5.7) de D dinamik yoğunluğu, d aynı irtifadaki iki uçak arasındaki mesafeyi, c normalizasyon katsayısını ve a ise ağırlıklandırma parametresini ifade eder. İndeks sadece aynı irtifadaki uçaklar için kullanılabilir, çünkü uçaklar arasında çakışma olması için aynı irtifada olması gerekmektedir [68].

Sale 1998 yılında yaptığı yüksek lisans tezinde bir bilgisayar tabanlı havasahası meşguliyet modeli geliştirmede işyükünü modellemede Kip Smith ve Laudeman'ın dinamik yoğunluk ölçütlerini vermiştir [85].

Chatterji, G.B. ve Sridhar, B. 1999 yılında karmaşıklık ve işyükü arasındaki ilişkiyi yapay sinir ağları kullanarak doğrusal olmayan regresyon teknikleri kullanarak göstermişlerdir. Bu çalışmada havasahası karmaşıklığı yapısal ve akış karmaşıklığı olarak iki bölümde ele alınmıştır. Burada yapısal karmaşıklık, hava yolları ve kavşak noktalarının sayısı gibi havasahasının geometrik özelliklerine bağlıdır. Havasahasının akış karmaşıklığı ise uçakların bağlı hız ve pozisyonlarının bir fonksiyonudur. Hava trafik yol kontrol merkezinden alınan trafik verileri ile düşük, orta ve yüksek işyükü seviyeleri belirlenmiştir. 12 sn'lik aralıklarla pozisyon, hız ve her uçağın komşuluğu için tanımlanan 6 kinematik değişkenin her biri için 12 skaler ölçüm yapılmıştır. Burada doğrusal regresyon tekniklerinin kullanıldığı çalışmalara göre yapay sinir ağları gibi doğrusal olmayan yaklaşımlarla işyükü ve karmaşıklık karşılaştırmasının daha iyi sonuç verdiği belirtilmiştir [86].

Niessen ve Eyferth' in 1999 yılında gerçekleştirdikleri çalışmada Berlin hava trafik kontrol merkezi saha kontrol biriminde görev yapan 36 hava trafik kontrolörü ile iki farklı simülasyon çalışması yapılmıştır. Simülasyonda kontrolörler tarafından bildikleri ve daha önceden çalışmadıkları sahalardaki trafiği kontrol etmeleri istenmiş ve bu süreç gözlenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında tüm kontrolörlerin uçakların çağrı adları, uçuş seviyeleri ve uçuş yönleri gibi birkaç veriye odaklandıkları görülmüştür. Uçuş sribinin işlenmesi gözlemlendiğinde tecrübe farklılıklarına göre büyük değişiklikler belirlenmiştir. Kontrolörlerin tecrübeleri arttıkça daha az veri kullandıkları

gözlemlenmiştir. Tecrübeli kontrolörlere göre daha az tecrübeli kontrolörler kısa süreli planlama yapmakta ve bu yüzden daha sık zihinsel süreçler yaşamaları gerekmiştir. Veri seçimleri tecrübeye göre değişiklik göstermiştir. Planlama ile ilgili veri kullanımı becerisi yıllar geçtikçe kazanılmaktadır. Tecrübeli ve daha az tecrübeli kontrolörlerin trafik çeşitliliklerini sınıflandırırken farklılık gösterdikleri belirtilmiştir. Tecrübeli kontrolörler benzer uçuş karakteristiklerine sahip uçakları gruplandırarak, işyükünden daha az etkilenmiş ve trafiği daha rahat idare edebilmişlerdir [87].

Aynı yıl İngiltere saha kontrol simülasyonunda yapılan çalışmada ise farklı tecrübe düzeylerine sahip hava trafik kontrolörleri ile çalışılmıştır. İngiltere hava sahadaki trafik yoğunluğunun %80'ni bu sahada gerçekleşmektedir. Çalışmada bir saatlik zaman dilimi içinde yoğun ve az işyüküne sahip uçak trafiği uygulanmıştır. Araştırmada kontrolörlerin işyüklerini ölçmek için belirli bir zaman dilimindeki heceleme sayıları kaydedilmiştir. Hava trafik kontrol operasyonlarında ağır işyükü şartlarının hafif işyükü şartlarına göre zaman kullanımından daha fazla etkilendiğini göstermiştir. Hafif işyükü şartlarında ise, zaman kullanımı daha az önemli ve yeterlidir. Ayrıca ağır işyükü şartlarında zaman yönetiminin yarattığı stresin kontrolörlerin karar almada süreçlerinde etkili olduğu görülmüştür. Zamanın az olduğu durumlarda kontrolörler önemli ve acil kararlar verirken daha az önemli olanları geri planda bırakarak ihmal ettikleri belirtilmiştir. Ayrıca ağır işyükü koşullarında kontrolörler arasındaki koordinasyonun önemli olduğu ortaya çıkmıştır [88].

1999 yılında FAA teknik merkezinde yapılan bir araştırmada, 12 tecrübeli yaklaşma radar kontrolörleri ile simülasyon uygulamaları yapılmıştır. Çalışmada transit uçuşların radar ekranında yarattığı etkinin kontrolörlerin işyükü ve performansı üzerindeki sonuçları incelenmiştir. Simülasyonda 15 dakikada 6 uçak ile düşük ve 12 uçak ile yüksek seviyedeki trafik ile çalışılmıştır. Kontrolörlerin performansı 12 uçaklık senaryoda yani yüksek işyükünde azalma göstermiştir. Kontrolörler yüksek işyükü altında hizmet kalitelerinin azaldığını belirtmişlerdir. Kontrolörler mevcut trafikleri ile çalışırken transit uçakların etiketlerinin radar ekranında yarattığı etkinin azda olsa işyüklerinin artmasına neden olduğunu belirtmişlerdir [89].

2000 yılında Delahaye, D. ve Puechmorel, S. yaptıkları çalışmada iki yaklaşım kullanılmıştır. Bunlardan ilki, uçakların izafi pozisyon ve hızlarına dayalı olan geometrik yaklaşımdır. Bu yaklaşımla uçak gruplarını dikkate alarak bir sektördeki farklı trafik yapısına sahip bölgeleri tanımlanabilmiştir. Diğer yaklaşım ise dinamik sistem esasına

dayanmaktadır. Bu amaçla isteğe bağlı bir boyutta karmaşık veya düzensiz bir hareketi nitelendirmek için kullanılan bir çeşit ölçüm yöntemi olan Kolmogorov Entropy kullanılarak uçakların global düzensizliği ölçülmüştür [90].

Majumdar, A. ve Ochieng, W. Y. (2001) kontrolörlerin işyükünü etkileyen karmaşıklık faktörlerini belirlemek için Avrupa havasahasında beş yol sektörünü incelemişlerdir. Bu çalışmada pik saatteki kontrolör işyükünü ölçmek Regresyon Analizleri, Esas Bileşen Analizleri ve Faktör Analizleri gibi analiz yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar, çalışılan beş farklı sektörde farklılıklar göstermiştir. Bu nedenle ağırlıklandırılmış regresyon analizleri, maksimum olasılık analizleri) ve doğrusal olmayan analizlerle her bir sektör için işyükünü etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir [54].

Schaefer ve ark. (2001); çalışmalarında çoklu bir sektör planlama çalışması için hava trafik karmaşıklığını göstermekte kullanılan ve TLS (Tactical Load Smoother) olarak adlandırılan bir göstereyi tanımlamışlardır. Eurocontrol'ün ATM Harmonizasyon Programı (PHARE-Program for Harmonised ATM Research in Eurocontrol) içerisinde yapılan ilk değerlendirmeden sonra TLS, Belçika'daki CANAC (Computer Assisted National ATC Center) operasyonel ortamına uyarlanmıştır. Bu çalışmada trafik yöneticileri ile yapılan görüşmeler sonucunda tanımlanan karmaşıklık faktörleri aşağıda maddeler halinde verilmiştir;

- Çarpışma tehlikesi pozisyonu (sektör sınırına yakınlığı),
- Uçuş safhası (gelişteki trafik için çarpışma zamanı),
- Çarpışma tehlikesinin yüksekliği,
- Havasahası yapısı (geliş ve gidiş akışlan),
- Hız değişikliği,
- Çarpışma tehlikesinin tipi,
- Trafik karması,
- Meteoroloji,
- Çağrı (callsign) yoğunluğu.

Burada karmaşıklığın hesaplanması, havasahasının küçük birimlerine ayrıştırılmasını kapsamaktadır. Dolayısıyla sektör başına genel karmaşıklık, tüm küplerin karmaşıklıklarının toplamının hesaplanmasıyla elde edilmiştir. Trafik yoğunluğu ise her bir havasahası ünitesi içerisinde olması beklenen uçak sayısı ile karmaşıklığın en temel etkeni olarak düşünülmüştür. Bu çalışma sektör kapasitesinin artırılması amacıyla kübik

bir havasahası içerisinde karmaşıklığın hesaplanması ile alternatif bir yaklaşım olarak geliştirilmiştir [91].

Kirwan, Scaife ve Kennedy (2001); artan trafik karmaşıklığının kontrolörün zihinsel operasyonlarında ve duruma hâkimiyetinde meydana getireceği problemler üzerinde durularak karmaşıklığın azaltılması için bir yaklaşım geliştirilmiştir. Bu çalışmada karmaşıklık faktörlerinin belirlenmesi, analiz edilmesi ve bunların hava trafik yönetiminde emniyet üzerindeki etkisinin azaltılması amacıyla bir takım öneriler ortaya koyulmuştur. Sonuç olarak araştırmacılar yeni bir sektör tasarımı yapılırken trafiğin belirli noktalarda gruplanmasının engellenmesi için stratejilerin geliştirilmesi ve uygulanması, askeri uçuşların yoğun olduğu sahalarda havasahasının sivil-asker esnek kullanımı ve trafiğin olabildiğince standartlaştırılmasının karmaşıklığı azaltacağını vurgulamışlardır [92].

Histon, J.M ve ark. (2001); karmaşıklığı algılama karmaşıklığı faktörleri; havasahası faktörleri, trafik faktörleri ve operasyonel kısıtlar olmak üzere üç grupta toplanarak incelenmiştir. Bu çalışmadaki faktörler; sektör boyutları, hava yollarının ve seyrüsefer cihazlarının yeri, sayısı; sektör şekli ile uyum; yörünge karmaşıklığı; kavşak ve birleşme noktalarının etkileşimi, diğer kontrolörlerle koordinasyon, uçakların gruplanması, sektör sınırına, birleşme noktasına en yakın yaklaşma noktasının yeri, sektör geçiş süresi, trafik akışıyla ilgili kapasite, bekleme paternindeki uçak sayısı, özel kullanımlı havasahası, gürültü azaltma prosedürleridir. Burada her bir trafik senaryosu ölçümlerini gerçekleştirmek üzere 10 ölçekli bir skala ile tasarlanmış ve Cooper-Harper adı verilen bir oranlama kullanılmıştır. Ölçüm, yatay bir eksen boyunca ilerleyen uçaklar arasındaki ayırma ihlali sayısı ve uçak başına ortalama hız değişimi ile bulunmuştur. Çıkan sonuçlarda, çok sayıda rapor noktası olmasının kontrolör açısından bilişsel karmaşıklığı arttırdığını ortaya koymaktadır [93].

Athènes ve ark. (2002); çalışmada daha önceden geliştirilen ölçütlerden farklı olarak dinamik yoğunluk kavramını anlatmışlar ve bu yeni ölçütle birlikte karmaşıklığı birçok değişkenle ölçmüşlerdir. Çalışma radar kontrolörleri ile yapılmış ve NASA-TLX kullanılarak merkezi sinir sistemi aktivitesini yansıtan 5 fizyoloji parametresi kullanılarak fizyolojik değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 25 hava trafik kontrolörü görev almış ve kontrolörlere bir çarpışma tehlikesi senaryosu hazırlanmış ve zaman baskısı yaratılmıştır. Her bir uçak için bir trafik yük indeks değeri hesaplanmıştır. Zaman sınırları; tüm uçaklar için ilk radyo haberleşmesi bağlantısından son bağlantıya kadar

geçen süre olarak düşünülmüştür. Çarpışma tehlikesi minimumdan maksimuma olacak şekilde 4 kategoride derecelendirilmiştir. Burada her bir uçak değerlendirildikten sonra kontrolör için Trafik Yük İndeksi-TLI hesaplanmıştır. Bunun yanı sıra kalp atış oranı, merkezi sinir sistemi aktivitesini yansıtan fizyolojik parametreler ve çalışmaya katılan her bir kontrolör için NASA TLX görev yük indeksi kullanılarak hesaplanmıştır [11].

Kopardekar, P. ve Magyarits, S. (2002); dinamik yoğunluğu hava trafik durumunu karmaşıklığını veya zorluğunu ifade eden bir kavram olarak tanımlanmıştır. RTCA raporu dinamik yoğunluğu yol ve terminal havasahasında çalışma oranını etkileyen gerekli faktörler olarak tanımlar. Dinamik yoğunluğun başka bir tanımı ise kontrolörün öznel işyükü temelinde ATC' nin görev yüküdür. Bir havasahası hacminde havaaracı sayısının ve trafik paternlerinin karmaşıklığının fonksiyonu olan kontrolle ilgili işyükü ölçütüdür. Çalışmalarında WJHTC ve Titan sistemleri, NASA tarafından geliştirilen 2 tip ölçüm, Wyndemere ve Metron havacılık tarafından şu ana kadar gerçekleştirilen dört farklı dinamik yoğunluk ölçümünün performanslarını incelemiştir. Çalışma genel olarak 3 aşamadan oluşmaktadır. Başlangıç aşamasında, kontrolörlerle karmaşıklık oranlarının belirlenmesi, sonraki aşamada ise 4 yol kontrol merkezinden toplamda 36 yüksek ve düşük irtifa sektöründen 72 tane 30 dakikalık trafik örneği alınmıştır. Son aşamada ise dinamik yoğunluk ölçümünün geçerliliği yapılmıştır. Bu çalışmada doğrusal regresyon analizleri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar kontrolör açısından karmaşıklığın tahmin edilmesinde dört dinamik yoğunluk ölçümünün oldukça iyi sonuç verdiğini göstermiştir. Ancak burada yapay sinir ağları, genetik algoritmalar ve doğrusal olmayan regresyon analizlerinin de geliştirilerek değerlendirilmesi önerilmiştir [12].

Masalonis, A.J. ve ark. (2003); çalışmalarında trafik karakteristiklerini kullanarak dinamik yoğunluk ve kontrolör işyükü açısından karmaşıklığı modellerneyi amaçlamışlardır. Bu çalışmada Wyndemere ve NASA'nın yapmış olduğu dinamik yoğunluk ölçümleri dikkate alınarak bunlar içerisinde 12 kriter belirlenmiştir. Bu kriterlere ek olarak 4 hava trafik yol kontrol merkezinden alınan 30 dakikalık trafik örneği ile kontrolör subjektif oranları sağlamışlardır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, trafik akış koordinatörleri açısından yatayda birbirine yakın veya akışların kesiştiği aynı irtifalardaki uçakların, geliş ve kalkış durumlarının ek olarak da trafik hacmi ölçümünün oldukça önemli olduğunu göstermektedir [73].

Benkouar, A. ve ark. (2005); Avrupa havasahası için sektör karmaşıklığını değerlendirmek, işyükü ve sektör kapasite tahmini için 3 çeşit işyükü tanımlamışlardır.

Bunlar:

- Kontrolörlerin rutin görevi,
- Seviye değişimi izleme görevi,
- Çarpışma tehlikesini kontrol etme ve çözme görevi.

Buna göre işyükü ölçümü aşağıdaki denklemle ifade edilmiştir.

$$WL = t_{AC} \cdot O_{AC} + t_{Cnf} \cdot O_{Cnf} + t_{Cl} \cdot O_{Cl} \quad (5.9)$$

Burada

$O_{AC}, O_{Cnf}, O_{Cl}$ : 1 saatlik bir zaman periyodunda meydana gelen tırmanma/alçalma ve çarpışma tehlikesi olaylarının sayısıdır.

$t_{AC}, t_{Cnf}, t_{Cl}$ : Tırmanma/alçalma ve çarpışma tehlikesi görevlerinin saniye cinsinden süresidir.

Bu çalışmada karmaşıklık faktörleri iki ayrı başlık altında toplanmıştır. Bunlardan uçuş karmaşıklığı faktörleri; belirli bir zaman aralığındaki uçak tipi ve sayısı, en yoğun 3 saat, tırmanma/alçalma trafik miktarı ve saha sınırlarına yakınlıktır. Diğer karmaşıklık faktörleri ise; çarpışma tehlikesi tipi ve sayısı, birçok kavşak noktası, küçük açılı yakınsak yollar, uçak performansı, ayırma standartları, çarpışma tehlikesi tespit ve çözümü arasındaki süre, akış organizasyonu ve yoğunluktur. Araştırmacılar bu çalışmada genetik algoritma kullanmışlardır [94].

Ball tarafından yapılan çalışmada, hava trafik hizmet sağlayıcılarının trafik akış yönetimi ile koordineli çalışarak ve dinamik yoğunluk hakkında tahminlerde bulunarak, serbest uçuş için kolaylık sağlanabileceğini vurgulamıştır [95].

2000 yılında FAA William J. Hughes Teknik Merkezinin yayınladığı rapor farklı dinamik yoğunluk değişkenlerini ve aralarındaki bağlantıları açıklayan bir başvuru kaynağı oluşturmaktadır. Raporda günümüze kadar geliştirilen dinamik yoğunluk ölçütleri birleşik olarak incelenmiştir [72].

2001 yılında Baart ve Magyarits ve ark., tarafından yapılan çalışmalarda dinamik yoğunluk tanımlaması yapılmış ve RAMS' da (Reorganized ATC Mathematical Simulator) yapılan dinamik yoğunluk uygulaması verilmiştir [96, 97].

Versteegt ve Visser tarafından yapılan çalışma mevcut çarpışma saptama ve çözme algoritmaları yakıt tüketimini, uçuş süresini, yörünge sapmalarını ve birbirinden farklı

diğer faktörleri azaltmaya çalışmaktadır. Bu çalışmada belirtildiği gibi yeni geliştirilen MASC algoritması ile bahsi geçen tüm faktörlerin aynı anda optimizasyonu sağlanmaktadır. Yani MASC algoritması diğer çakışma saptama ve çözme algoritmalarından daha iyidir. Çalışmadan elde edilen sonuç bu algoritma kullanıldığında trafik karmaşıklığı, dinamik yoğunluğunun azaldığını göstermektedir [98].

Kallus ve ark., tarafından yapılan çalışmaya göre hava trafik kontrolde emniyet-verimlilik-görev yükü dengesi işyükünü etkiler. İş yükünü ölçmek içinde dinamik yoğunluk kullanılır. Dinamik yoğunluk trafik karmaşıklığı ile işyükünü hesaplar ve uçak sayısına göre değişir [99].

Aynı yıl Gosling çalışmasında havasahası hacmindeki hava trafik kontrol faktörlerinin fonksiyonlarını kullanarak kontrolör işyükünü ölçmek için geliştirilen modelin dinamik yoğunluk olduğunu belirtmiştir [100].

2003 yılında Kopardekar ve Magyarits dinamik yoğunluğu hava trafik durumunu karmaşıklığını veya zorluğunu ifade eden bir kavram olarak tanımlanmıştır. RTCA raporu dinamik yoğunluğu yol ve terminal havasahasında çalışma oranını etkileyen gerekli faktörler olarak tanımlar. Dinamik yoğunluğun başka bir tanımı ise kontrolörün öznel işyükü temelinde ATC' nin görev yüküdür. Bir havasahası hacminde havaaracı sayısının ve trafik paternlerinin karmaşıklığının fonksiyonu olan kontrolle ilgili işyükü ölçütüdür [101].

Yousefi ve ark., hava trafik yönetiminin geliştirilmesi için yapılan çalışmalarda yeni yaklaşımların ortaya çıktığını ifade etmişlerdir. Çalışma incelendiğinde havasahası ölçütleri belirlemek için dinamik yoğunluğun geliştirildiğinin görüldüğü belirtilmiştir [52].

2004 yılında Straussberger ve ark., tarafından yapılan çalışmada simüle edilen hava trafik kontrolörün işyükünün dinamik yoğunluğa bağlı olduğunu söylemişlerdir. Çalışmada hava trafik kontrolün tek düze görev odaklı çalışma özellikleri ve psikofizyolojik analiz reaksiyonlarını araştırmak için düşük ve yüksek dinamik yoğunluklu havasahası kullanılmıştır [102].

Rantanen ve ark. kontrolör işyükü ölçümünün dinamik yoğunlukla yapıldığını belirtmişlerdir. Çalışmalarında da belirtildiği gibi literatüre bakıldığında birçok dinamik yoğunluk ölçütü vardır. Karmaşıklık ölçütü, risk indeksi ve çakışma indeksi dinamik yoğunluk kavramı ile birleştirilmiştir [103].

Hava trafik karmaşıklığı için yapılan çalışmaların sonucunda serbest uçuş kavramı ortaya çıkmıştır. 2005 yılında yapılan çalışma Busing, serbest uçuş kavramı karmaşıklığını ölçebilmek için beraberinde dinamik yoğunluk ölçütünün doğmasına neden olduğunu söylemiştir [104].

Bilimoria ve Lee tarafından yapılan çalışmada dinamik yoğunluğun merkez sektör sınırları içindeki aşırı tıkanıklığı ölçtüğü görülmüştür [105].

Manning ve Pfliegerer sektör karmaşıklığını dinamik yoğunluk olarak adlandırmışlardır. Çalışmada da belirtildiği gibi sektör karmaşıklığı geliştirilen dinamik yoğunluk ölçütleri ile saptanabilmektedir [106].

Hava trafik kontrolör işyükünün hava trafik karakteristiklerine dayandığı ve dinamik yoğunluğu da bu karakteristiklerin oluşturduğunun belirtildiği çalışma 2006 yılında Stein ve ark. [107] tarafından yapılmıştır.

Aynı yıl yapılan diğer bir çalışmada Boag ve ark., işyükü ölçümlerinin regresyon modelleri kullanılarak geliştirilmesi ile yapıldığını, bilinen ve en çok kullanılan işyükü ölçütünün ise dinamik yoğunluk ölçütü olduğunu vurgulamışlardır [108].

Gianazza ve Guittet'in çalışmada yapay sinir ağları kullanılarak karmaşıklık göstergeleri ve sektör konfigürasyonları arasındaki ilişkiyi belirlemek için bir yöntem sunmaktadır. Buradaki temel kabul uçak sayısı, trafik karması gibi değişkenlerin birleşiminin dinamik yoğunluk olduğudur [109].

2007 yılında Song ve ark., havasahasında talep mevcut kapasiteyi aşarsa gecikmelerin başlayacağı ve emniyetin riske girebileceğini belirtmişlerdir. Bu nedenle TFM (Traffic Flow Management)' in rolünün talebe karşı kapasiteyi karşılamak olduğu ve bunun içinde havasahasındaki tıkanıkların giderilmesi gerekliliği ve bunu da dinamik yoğunluk ölçütüyle yapılması gerektiği belirtilmiştir [110].

Bu yıl yapılan farklı bir çalışmada Krozel ve ark., konvektif hava şartları için oluşturulan havasahası modelini dinamik yoğunluk kavramı temel alınarak oluşturmuştur. Burada modelleme yaparken dinamik yoğunluğun seçilmesinin nedenini dinamik yoğunluğun birçok değişkenden meydana gelmesi olarak vermiştir [53].

Kopardekar ve ark., önceki çalışmalarına paralel olarak 2007 yılında da "Airspace complexity measurement: an air traffic control simulation analysis" çalışmasını yapmışlardır. Bu çalışma karmaşıklık ölçütlerini değerlendirmek için tasarlanmış dinamik yoğunluk ve dinamik yoğunluk model geliştirme faaliyetlerinin sonuçlarını açıklamaktadır [69].

Gelecek için önerilen dinamik havasahası konfigürasyonlarında kullanılan ölçütlerin içinde dinamik yoğunluk ölçütü de vardır. 2008 yılında Klein ve ark. [111] çalışmalarında bunu belirtmişlerdir.

Aynı yıl Yenson, ve Rakas'ın yaptıkları çalışmasında geliştirilen işyükü modelinde girdi olarak belirlenen sektör karmaşıklığının ve trafik yoğunluğunun dinamik yoğunluk olarak adlandırıldığı ve modelde dinamik yoğunluğun kullanılacağı belirtilmektedir [112].

Kopardekar ve ark., karmaşıklığa dayalı modelin sadece uçak sayısına bağlı modele göre işyükünü ölçmede daha iyi olduğunu yaptıkları çalışmada belirtilmişlerdir [113].

Son yıllara gelindikçe dinamik yoğunluk ölçütünün önemi anlaşılmış ve yapılan çalışmaların sayısı her geçen yıl artmıştır. 2009 yılında Puechmorel, ve Delahaye tarafından yapılan çalışmada basit uçak sayısı ile ilgili ilk karmaşıklık göstergesinin NASA'dan Laudeman ve diğerlerinin dinamik yoğunluğu olduğu ifade edilmiştir. Çalışmada dinamik yoğunluk, trafik yoğunluğunun(uçak sayısı), uçuş yönü değişimlerinin sayısının(>15 derece), hız değişimlerinin sayısının(>0,02 Mach), yükseklik değişimlerinin sayısının(>750 feet), 0-25 deniz mili arasındaki 3 boyutlu Öklid mesafesindeki uçak sayısı ve 25-40 deniz mili arasındaki tahmini çakışma sayısının ağırlıklandırılmış toplamları olarak verilmiştir. Bu faktörler birçok kontrolör için farklı senaryolar ile hesaplanan ağırlık faktörleri kullanılarak birlikte toplanır. Karar analizini kullanarak karmaşıklık faktörlerini tanımlamak için yapılan çalışmada havasahası tasarımı, trafik hacmindeki en önemli ikinci faktör olarak tanımlanır [114].

Lai ve Zelinski'nin çalışmaların da ise sabit ve değişken sektör kapasitesine dayalı havasahası karmaşıklık ölçütü basitleştirilmiş dinamik yoğunluktur denilmiştir [115].

Klein ve ark., dinamik yoğunluk yönetimi ile yol yapısı karmaşıklığı ölçümü için ölçütler önermişler ve yeni teknikler tanıtmışlardır [116].

Prandini ve Hu çalışmalarında hava trafik kontrolde işyükünü ölçmek için sadece uçak sayısı değil birçok faktörden oluşan dinamik yoğunluğun bunun için daha uygun olduğunu ifade etmişlerdir [117].

2009 yılında yapılan diğer iki çalışmada Webb ve ark. [118] "Resource allocation for air traffic controllers using dynamic airspace configuration" adlı çalışmada kümeleme ve hesaplamalı geometri algoritması ile benzer uçuş rotalarını gruplayarak havasahasını kümelere böler. Bu algoritma uçuş rota segment kümelerini kontrol etmek için dinamik yoğunluk kullanılır.

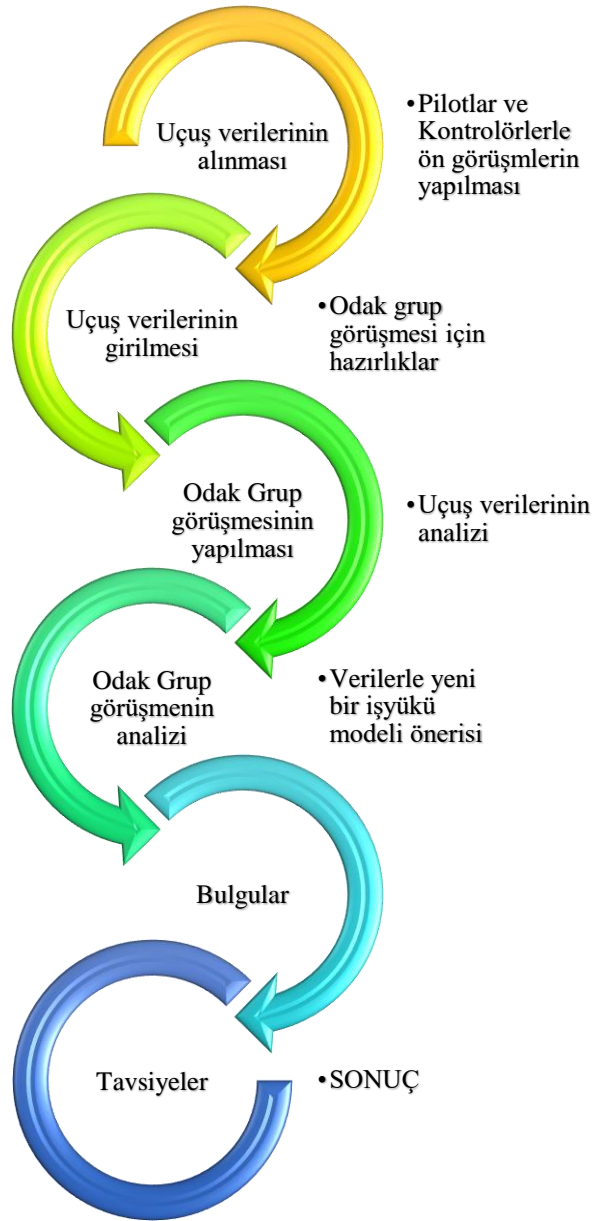
Li ve Hansman çalışmalarında hava trafik karmaşıklık ölçütünün dinamik yoğunluk olduğunu belirtmişlerdir ve çalışmada bugüne kadar geliştirilen dinamik yoğunluk ölçütleri verilmiştir. En yaygın olarak kullanılan ölçütün Kopardekar ve Magyarits'in 2003'te geliştirdikleri ölçüt olduğu belirtilmiştir [119].

Bloem ve ark. yaptıkları çalışmada kontrolör işyükünü tahmin etmede ve dinamik yoğunluk ölçütlerini kullanıldığını belirtmişler ve dinamik yoğunluk tahmini için yeni bir yaklaşımda bulunmuşlardır [120].

Klein ve Rodgers günümüz hava trafik yönetim programlarından biri olan NextGen'in operasyonel faydasını ölçmek için basitleştirilmiş dinamik yoğunluk ölçütünü kullanmışlardır [121].

## 5. UYGULAMA VE YÖNTEM

Eğitim havasahasındaki uçuşların emniyeti, kapasitesi, etkinliğini ve hava trafik kontrolörlerinin işyükünün incelenmesine yönelik olarak tasarlanan bu çalışma da araştırma modeli, araştırma deseni, araştırma ortamı, araştırmanın katılımcıları, uygulama, evren ve örnekleme, verilerin toplanma süreci, çözümlenmesi ve yorumlanmasına yönelik faaliyetler gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte teorik çalışmaların ve benzer araştırmaların bulgularının karşılaştırılarak sonuç ve öneriler elde edilmesi, alan yazın ve operasyonel çevre açısından önemlidir. Araştırmanın uygulama ve yöntemiyle ilgili aşamalar Şekil 5.1.'de verilmiştir.



Şekil 5.1. Araştırmanın Uygulama Süreci

### **5.1. Araştırma Modeli**

Araştırma modeli, çalışmaya konu olan problemin bütünüyle anlaşılması, çözümlenmesi için oluşturulan kavramsal bir sistemdir [122]. Farklı bir ifadeyle, araştırılacak problem ve alt problemlere cevaplar bulmak için yapılan araştırma planıdır. Araştırmacının yapacağı çalışmada, verileri nasıl toplayacağına karar vermesi gerekir. Bu karar aslında, araştırmanın modelini belirler. Araştırma modeli de araştırmanın amacına uygun elde edilecek verilerin sistemli bir şekilde toplanıp araştırmanın amacına hizmet etmesini sağlamaktadır [123].

Eğitim havasahasında görev yapan hava trafik kontrolörlerinin, işyükünü incelemeye ve eğitim havasahasının kapasitesine ilişkin analizler yapmaya yönelik bu araştırmada temel olarak nitel ve nicel yöntemler benimsenmiştir. Araştırma modeli de betimleyici bir araştırmadır.

Hava trafik kontrolörlerinin işyükü değişkenlerini belirlemeye yönelik bu araştırma, araştırmaya konu olan çalışma ortamından veriler sağlanarak yapılmıştır. Sağlanan verilerin yorumlanması içinde kontrolörlerin görüşlerine ve eğitim havasahasını kullanan öğretmen pilotların görüşlerine de başvurulmuştur.

### **5.2. Araştırma Deseni**

Araştırma deseni, bilimsel çalışmalarda veri toplama, verileri analiz etme ve yorumlamayı sağlar. Araştırma deseni, araştırmacının hangi araştırma yöntemlerini kullanacağına ilişkin olarak verilecek kararı ve araştırma sonunda yapılacak yorumları belirlemede yarar sağlamaktadır [124].

Bu araştırmanın genel amacı, eğitim havasahası kapasitesini analiz etmek ve hava trafik kontrolörleri için işyükü modeli geliştirmektir. Araştırma sorularının yanıtlanmasına yönelik veri toplama ve veri analizi süreçlerinde hem nicel hem de nitel yöntemlerin kullanıldığı için, araştırma karma yöntemle desenlenmiştir.

Karma yöntem araştırmaları, araştırmaların daha iyi anlaşılabilmesi, analiz edilebilmesi ve yorumlanabilmesi amacıyla nicel ve nitel yaklaşımların bir arada kullanıldığı, araştırmaların bazı aşamalarında nicel ve nitel verilerin toplandığı, analiz edildiği veya bütünleştirildiği çalışmalardır [124]. Bu araştırmada sadece nicel veya nitel yöntemlerin yeterli olmayacağı düşünüldüğü için, nicel ve nitel veriler birlikte kullanılmıştır. Karma yöntem araştırmalarında temel amaç, bir yöntemin zayıf yönlerinin diğer yöntemle geliştirilmesidir.

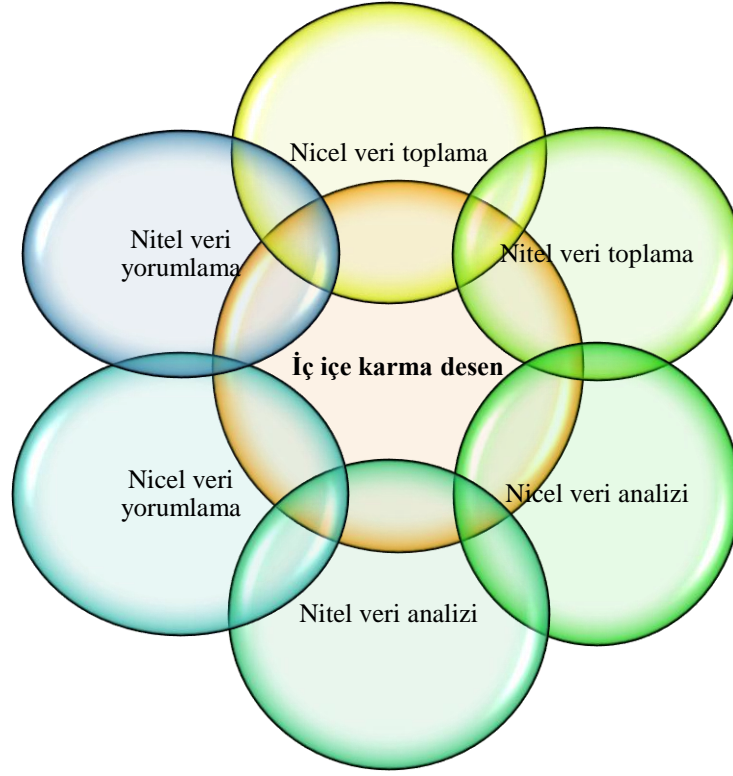
Karma yöntem araştırması etkileşimi, önceliği, zamanlamayı ve birleştirmeyi yansıtan bir desen seçer. Bu karar aşamalarında yedi farklı karma desen seçenekleri vardır. Bunlar:

- Yakınsayan paralel desen,
- Açımlayıcı paralel desen,
- Açımlayıcı sıralı desen,
- Keşfedici sıralı desen,
- Dönüştürücü desen,
- Çok aşamalı karma desen ve
- İç içe karma desendir [124].

Bu araştırmada araştırma deseni olarak iç-içe karma desen kullanılmıştır. İç içe desen, geleneksel nitel veya nicel araştırma desenlerinin çerçevesinde, derlemeyi bir araya getirdiği, hem nicel hem de nitel verileri analiz ettiği, bir karma yöntem yaklaşımıdır. İkinci veri kümesinin toplanması ve analizi veri toplanmasının gerçekleştirilmesinden önce, gerçekleştirilmesi sırasında veya sonrasında meydana gelmiş olabilir. Analiz ise daha büyük desen ile bağlantılı olarak devam eder [124].

Bu desenin ana sınırları, tek veri setinin yeterli olmaması, farklı soruların cevaplanması gerekliliği ve her farklı tipteki sorunun farklı veri seti gerektirmesi gibi durumları içerir. İç içe deneysel karma yöntem deseni durumunda, araştırmacılar bu yöntemi, nitel veriyi, daha baskın nicel çalışma içindeki ikincil araştırma sorusunu cevaplarırken işin içinde katmak durumundadır. Deneysel örnekte araştırmacı, toplama prosedürünü iyileştirmek, müdahale sürecini test etmek, katılımcıların deneye katılım konusundaki tepkilerini açıklamak gibi sebeplerden dolayı nitel veriyi gömer. Nitel verileri hesaba katmadaki amacın muamelenin sonuçlarının manidar olup olmadığı belirlemek ile hem ilintili hem de ondan farklı olduğu gerçeği gözden kaçmamalıdır. Bu iç içe deseni yakınsayan desenden, araştırmacının tek kapsayıcı soruyu irdelerken iki yöntemi birlikte kullandığı durumda ayırt eder.

İç içe desenler, araştırmanın temel amacını irdelemek, nicel ve nitel desenlerin uygulanmasını iyileştirmek için araştırmacının farklı veri türleri kullanmasını gerektiren birbirinden farklı soruları olması hallerinde uygulanabilir [124].



**Şekil 5.2.** İç-içe Karma Desen

İç-içe karma yöntem araştırması olarak desenlenen bu araştırmanın nicel boyutunda ise verilerin analizi, nitel boyutta ise bireysel görüşme ve odak grup görüşmesi yapılmıştır.

### 5.3. Evren ve Örneklem

Bu araştırmanın evrenini Eskişehir Anadolu eğitim havasahası ve bu havasahasında yapılan uçuşlar ve hava trafik tavsiye hizmeti veren hava trafik kontrolörleri oluşturmaktadır. Araştırma örneklemini ise karma yöntem tasarımlarında en çok bilinen ve kullanılan sıralı ve eşzamanlı karma yöntem örneklemdir. Sıralı karma yöntem örneklemini, olasılıklı ve amaçlı örnekleme stratejileri (nitel/nicel) veya (nicel/nitel) şeklinde sıralı biçimde örneklem seçilmesini kapsar. Nicel aşamada kullanılan örneklem, nitel aşamada örneklem seçme için belirleyici olarak kullanılmıştır. Bir başka deyişle uçuşlara ilişkin nicel veriler ile uzman operatör görüşlerine ait nitel veriler kullanılmıştır. Nicel araştırma için 18.2.2013 ve 26.12.2014 tarihleri arasından eğitim havasahasında yapılan uçuşlardan olasılık temelli örnekleme yöntemlerinden küme örnekleme seçilmiştir. Araştırmada nitel boyutta ise araştırmanın nicel boyuta katkı sağlaması ve desteklemesi için deneyimli hava trafik kontrolörleri, öğretmen pilotlardan oluşan amaçlı

örnekleme yöntemi içerisinde yer alan ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Amaçlı örnekleme araştırmaların derinlemesine çalışılmasına olanak verir ve pek çok durumda durum ve olayların keşfedilmesinde ve açıklanmasında faydalı olmaktadır. Ölçüt örnekleme önceden belirlenmiş bütün koşulları taşıyan bireylerle çalışmayı amaç edinir [126].

#### **5.4. Araştırma Ortamı: Hasan Polatkan Havalimanı ve Anadolu Uçuş Eğitim Hava Sahası**

Araştırma ortamı olarak bu çalışmada Eskişehir Hasan Polatkan Havalimanı, Anadolu eğitim havasahası ve bu havasahasına kontrol hizmeti veren kontrol kulesi seçilmiştir.

Anadolu Üniversitesi İki Eylül Kampüsü'nde bulunan Eskişehir Hasan Polatkan Havalimanı, Anadolu Üniversitesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi'ne aittir. Hasan Polatkan Havalimanı çoğunlukla uçuş eğitim faaliyetlerine hizmet vermektedir.

Hasan Polatkan Havalimanı eski adıyla Anadolu Üniversitesi Havaalanı Mart 1989 yılında trafiğe açılmıştır. Havalimanının öncelikli amacı üniversitenin Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi pilotaj bölümü eğitim faaliyetlerini karşılayabilmektir. Bunun yanı sıra Eskişehir ve çevre illerde oluşabilecek talebi karşılamayı amaçlayarak ulusal ve uluslararası yolcu taşımacılığına katkı sağlamaktadır. Bu kapsamda Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi Pilotaj Bölümü'nün uçuş eğitimlerinin yanı sıra VIP(Very Important Person), CIP(Commercially Important Person), hava taksi ve ambulans uçuşları, THY öğrencilerinin eğitim uçuşları, 5700 kg altı uçakların bakım faaliyetleri ile ilgili uçuşları, mecburi iniş ve seyrüsefer cihazlarının kalibrasyon uçuşları, tarifeli iç hat yolcu taşımacılığı uçuşları, tarifersiz uluslararası yolcu taşımacılığı uçuşları gerçekleştirilmektedir [126].

Hasan Polatkan Havalimanı'nın ICAO tanımlı kodu LTBY dir. Meydan deniz seviyesi yüksekliği 2580 ft, pist kaplaması asfalttır. Havalimanı 09-27 istikametinde 3000 m uzunluğa ve 45 m genişliğinde tek piste sahiptir. Hasan Polatkan Havalimanında doğu, batı ve bakım olmak üzere üç adet apron ve iki adet hangar bulunmaktadır. Doğu apronu aynı zamanda terminal apronudur. 100x87m boyutlarında 8000 m<sup>2</sup> alana sahip ve asfalttır. Terminal apronunun yanı sıra 72x100m boyutlarında 7200 m<sup>2</sup> beton bakım apronu da genel havacılık faaliyetlerine hizmet etmektedir. Genel havacılık apronu eğitim hava araçları için ve diğer genel havacılık uçakları için park apronu olarak kullanılmaktadır. 5700 kg altı uçaklar için toplam 18 genel park pozisyonu mevcuttur. Bu

iki apron haricinde bir de itfaiye binası önünde batı apronu mevcuttur. 18 m genişliğinde A taksi yolu, 24 m genişliğinde B, C, D, E, G, H, J taksi yolları, 15 m genişliğinde F ve 30 m genişliğinde de L taksi yolları ile pist apronlara bağlanmaktadır. Hasan Polatkan Havalimanı krokisi Şekil 5.3.'de verilmiştir. Havaalanı iç hat ve dış hat yolcu trafiği için kullanılan 4.000 m<sup>2</sup> yolcu terminal binasına sahiptir. Terminal binası bünyesinde hava trafik kontrol kulesi mevcut olup meydan kontrol hizmeti verilmektedir [127].

Hasan Polatkan Havalimanı mevcut durumuna 1999 yılında VOR/DME cihazı tesis edilerek, 2002 yılında ilave taksi yolları inşa edilerek, pist ve taksi yolu aydınlatmaları ve yaklaşma ışıkları ve PAPI'ler (Precision approach path indicator – Hassas yaklaşma hattı göstergesi) kurulmuştur.

Kule frekansı 123,750 MHz ve 121,9 MHz olarak ramp (manevra sahası) frekansı 2005 yılında değiştirilmiştir. Uçuş faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi için tahsis edilen havasahası 294835N – 030311E koordinatları merkez olmak üzere, pist orta hattı kuzeyinde 1,5 Nm yarıçaplı yarım dairedir. Havasahasının dikey limitleri 3500 ft AMSL/SFC dir. Hava trafik hizmet ünitesinin çağrı adı Anadolu Kule ve intikal seviyesi 7000 ft dir. Yaklaşma hizmeti Eskişehir Askeri Yaklaşma Radarı ile sağlanmaktadır. Eskişehir Askeri havaalanının yoğun askeri uçuşları nedeniyle meydan güneyinden türlü yaklaşma yapılamamaktadır [127].

AIP  
TURKEY

AD 2 LTBY ADC  
03 APR 14

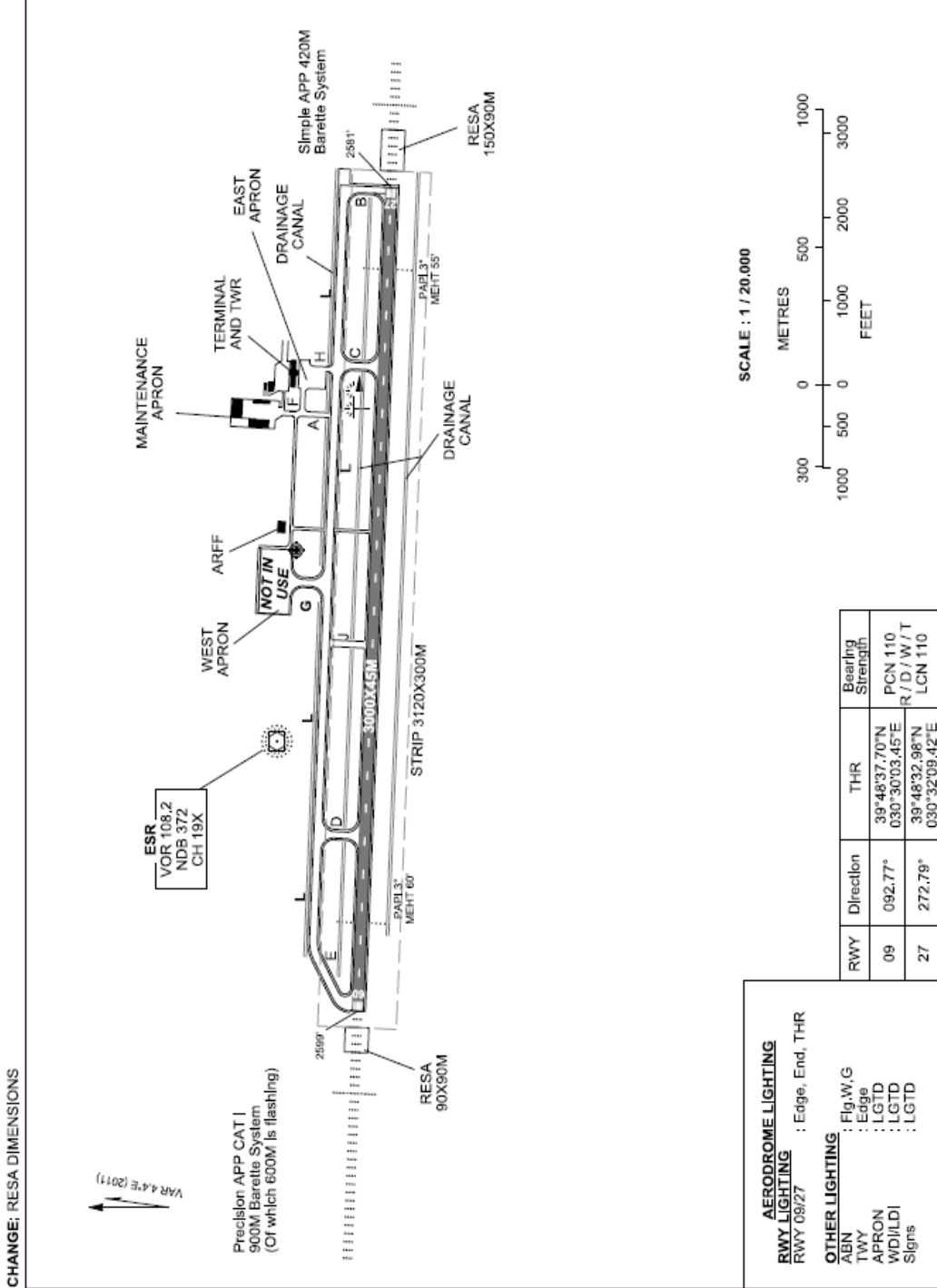
AERODROME  
CHART  
ICAO

39°48'45"N  
030°31'14"E

ELEV: 2599 FT

TWR : 123.750  
GND : 121.900

ESKIŞEHİR/  
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ



DHMI - ANKARA

AIRAC AMDT 03/14

Şekil 5.3. Eskişehir Hasan Polatkan Havalimanı (LTBY) krokisi

Kaynak: <http://ssd.dhmi.gov.tr/ANSLogin.aspx?mn=41>

Anadolu eğitim sahasında tüm uçaklar giriş/çıkış ve kat edişlerde Eskişehir Yaklaşma ve Anadolu Kule ile daima temas halinde bulunmaktadır. Sivil Havacılık İşletmelerince uçuş planlanması durumunda Hava Kuvvetleri Komutanlığından ön müsaade alınması gerekmektedir. VFR trafiklerde Türkiye AIP'sinde açıklanan bölgede uçuş düzenleyen IFR/VFR trafikler, doğal ve suni mâniyeler ve meteorolojik hadiseler gibi VFR kurallara tabi olup, uçuşu düzenleyen pilota aittir.

Anadolu Üniversitesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi uçak filosu Tablo 5.1. de verilmiştir. Uçaklarla ilgili özellikler EK-1., EK-2. ve EK-3 te verilmiştir.

**Tablo 5.1.** *Anadolu Üniversitesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi Uçak Filosu*

Adet	Uçak Tipi	Üretici Firma
5	Cessna 172 SP	Cessna Aircraft Co./ABD
9	TB 20	Socata Trinidad/Fransa
2	C90	Beechcraft/ABD

Anadolu eğitim sahasında gerçekleştirilen uçuşların çoğunluğunu pilotaj bölümü eğitimlerini oluşturmaktadır. Pilotaj bölümünde pilotaj bölümü öğrencileri, entegre hava yolu nakliye pilotu eğitimini tamamlayarak, ticari hava taşımacılığındaki çok pilotlu, çok motorlu uçaklarda ikinci pilot olarak görev yapabilecek düzeyde eğitilmekte ve CPL(A)/IR(A) lisansını alabilmeleri sağlanmaktadır. Buna ilave olarak ticari hava taşımacılığı yapmayan herhangi bir uçakta sorumlu pilot olarak uçuş ve tek pilota sertifikalı ticari hava taşımacılığında sorumlu pilot olarak uçuş becerilerini de kazanmaktadırlar. Bu eğitim uçuşlarının yapılması sırasında eğitim amaçlarına ulaşabilmek ve emniyetli uçuşu sağlamak için Anadolu eğitim sahasında da meteorolojik koşulların uygun olması gerekmektedir. Bu nedenle eğitim uçuşlarının sayısı bahar ve yaz aylarında artmaktadır [128].

### **5.5. Araştırmanın Katılımcıları**

Araştırmanın katılımcıları Anadolu Üniversitesi Hasan Polatkan Havalimanında görev yapan hava trafik kontrolörleri ve Anadolu Üniversitesi Pilotaj Bölümünden görev yapan deneyimli öğretmen pilotlardır. Araştırmanın katılımcıları amaçlı örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Amaçlı örnekleme yöntemi araştırmada daha önceden belirlenmiş ölçütleri karşılayan örneklemin seçilmesidir. Amaçlı örneklemede

katılımcılar araştırma amaçlarına en uygun ve istenen özellikleri taşıyan örneklem olarak belirlenebilmektedir [129].

Katılımcıların uçuş operasyonlarındaki rolleri, yaş, cinsiyet ve deneyimlerinin yer aldığı katılımcı profili Tablo 5.2.' de verilmiştir.

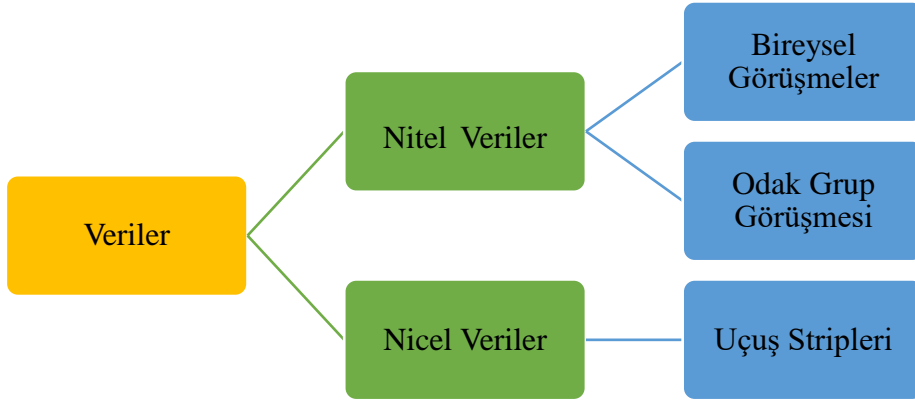
**Tablo 5.2 Odak Grup Görüşmesi Katılımcı Profili**

Katılımcı Profili		
Katılımcı	Uçuş operasyonlarındaki rol	Deneyim(Yıl/Uçuş saati)
K1	Hava Trafik Kontrolörü	27
K2	Hava Trafik Kontrolörü	25
K3	Hava Trafik Kontrolörü	7
K4	Hava Trafik Kontrolörü	8
K5	Hava Trafik Kontrolörü	6
K6	Öğretmen Pilot	26 yıl/5000 saat
K7	Öğretmen Pilot	27 yıl/4000 saat
K8	Öğretmen Pilot	35 yıl/7500 saat

## 5.6. Verilerin Toplanması

Araştırmalarda olaylar arasındaki ilişkileri tanımlamak için sayısal verilerin kullanıldığı nicel araştırma yöntemleri kullanılmaktadır. İnsan davranışlarını veya deneyimlerini tanımlamak için ise sözcükleri veri olarak kullanan nitel araştırma yöntemlerinden faydalanılır [130]. Nicel araştırmalarda araştırma problemleri, nitel araştırmalarda ise araştırma soruları vardır. Sayısal araştırma yöntemlerinde çok miktarda sayının toplanmasını gerektirmektedir ve bu sayılarla genellikle istatistik analizler yapılır. Sayısal araştırmalar sayısal verilerin benzerliklerini, oranlarını veya farklılıklarını belirlenmesini sağlamaktadır. Niteliksel araştırmalar ise daha çok soyut kaynaklıdır. Nitel yöntemler kişilerin yazdıklarını, söylediklerini veya gözlenen davranışlarını temel veri kaynağı olarak ele almaktadır [131].

Araştırmanın verileri araştırma problemine yanıt aramak için uçuş operasyonlarının yürütülmesi ile ilgili hava trafik yönetimi verileri, Anadolu Kulesinde uçuşlar için tutulan uçuş striplerinden toplanmış ve analiz edilmiştir. Veri aralığı olarak 18.2.2013 ve 26.12.2014 tarihleri arasındaki Anadolu eğitim sahasında hizmet verilen tüm uçuşların bilgilerini kapsamaktadır. Araştırmada toplanan striplerdeki uçuş verileri Microsoft EXCEL yazılımındaki veri çözümleme araç kiti kullanılarak analiz edilmiştir.



**Şekil 5.4.** Çalışmanın Veri Toplama Araçları

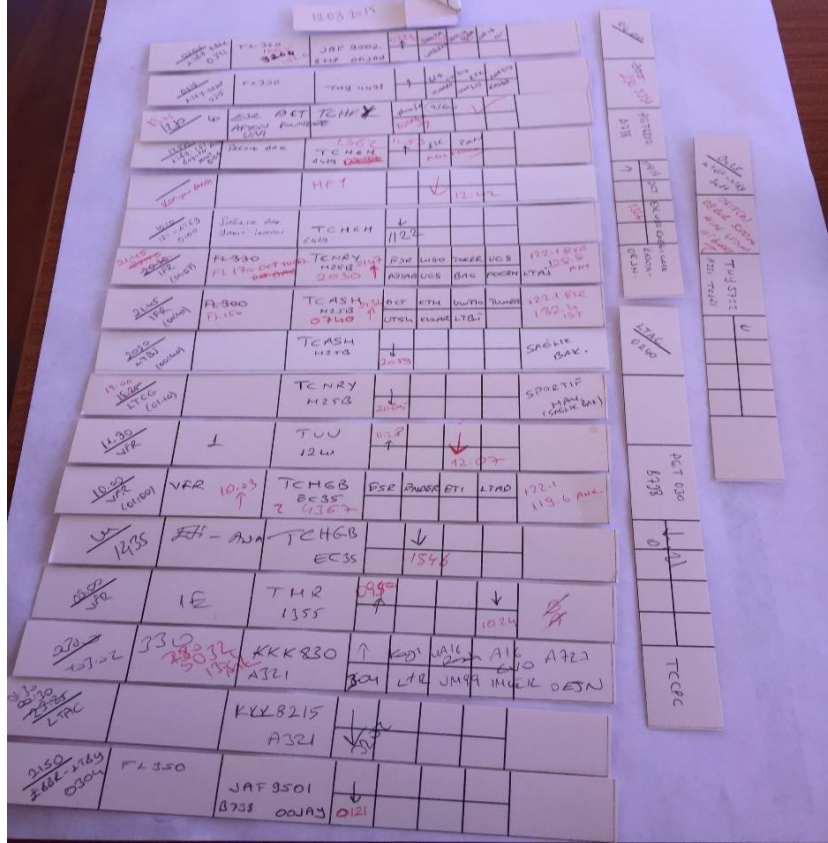
Çalışma kapsamında, nitel araştırma tekniklerinden ön görüşme sonucunda elde edilen verilerden yola çıkılarak, hava trafik kontrolörlerinin ve öğretmen pilotların görüşlerini ve gereksinimlerini belirlemek amacıyla odak grup görüşmesinde kullanılmak üzere formlar ve haritalar geliştirilmiştir.

#### **5.6.1. Nicel veri toplama araçları**

Nicel veri araştırma yöntemleri olgu ve olayları nesnelleştirerek gözlemlenebilir, ölçülebilir ve sayısal olarak ifade edilebilir bir şekilde ortaya koyan niteliği taşır [132]. Araştırmada 18.2.2013 ve 26.12.2014 tarihleri arasında uçuş verileri, Anadolu kulede tutulan uçuş stripleri fotoğraflanarak ele edilmiştir. Şekil 5.5'te uçuş verilerinin tutulduğu strip örneği, Görsel 5.1.'de ise fotoğraflanan gerçek uçuş stripleri yer almaktadır. Striplerden elde edilen veriler uçuş tarih ve saat sırasına göre Microsoft EXCEL yazılımına girilmiştir. Toplamda gerçekleştirilmiş 4801 uçuşa ait veri elde edilmiştir. Bu veriler kapsamında uçağın çağrı adı, uçağın tipi, kalkış meydanı, gidiş meydanı, yaptığı uçuş görevi, çalışma sahası, taksiye başlama saati, gerçek taksiye başlama saati, motor durdurma saati, gerçek motor durdurma saati, uçulan süre ve meteorolojik durum bilgileri bulunmaktadır. Microsoft EXCEL yazılımına girilen verilerin görüntüsü Şekil 5.6.'da verilmiştir.

Uçuş Plan Saati Pilotun Soyadı	Çalışma Bölgesi	Uçak Çağrı Adı	↑	△	△	↓	Rapor Noktaları
		Transponder Kodu	Kalkış Saati	Bölgeye Giriş Saati	Bölgeden Çıkış Saati	İniş Saati	

Şekil 5.5. Uçuş Verilerinin Tutulduğu Stripler



Görsel 5.1. Anadolu Eğitim Havasahasına Ait Gerçek Uçuş Strip Görüntüleri

Tarih	Uçak Çağın Adı	Uçak Tipi	Kalkış meydanı	Görev	Çalışma sahası	Taksiye başlama	Gerçek Taksiye başlama	Gerçek Motor durdurma	Gerçek Motor durdurma	Uçuş planlanan süre	Uçulan Süre				
18.2.2013	TCSHB	C90	LTBY	metr-03	4	08:30	08:30	10:00	10:00			E	Hava koşulları nedeniyle yapılmadı		
18.2.2013	TCSHB	C90	LTBY	metr-03	4	10:05	10:05	11:35	11:35			E	Hava koşulları nedeniyle yapılmadı		
18.2.2013	TCSHB	C90	LTBY	metr-03	4	12:15	12:15	13:45	13:45			T	Hava koşulları nedeniyle yapılmadı		
18.2.2013	TCSHB	C90	LTBY	metr-03	4	14:30	14:30	16:00	16:00			U	Hava koşulları nedeniyle yapılmadı		
18.2.2013	TCSHB	C90	LTBY	metr-03	4	16:05	16:05	17:35	17:35			U	Hava koşulları nedeniyle yapılmadı		
19.2.2013	lcauf	tb20	LTBY	dif-09	2	09:30	09:30	09:24	11:30	10:55	2	01:31	F		
19.2.2013	lcauf	tb20	LTBY	dif-09	3	09:35	09:35	09:26	11:35	11:06	2	01:40	X		
19.2.2013	lcauf	tb20	LTBY	dif-09	1	09:40	09:40	09:26	11:40	10:58	2	01:32	A		
19.2.2013	lcauf	tb20	LTBY	dif-09	2	11:35	11:35	11:27	13:35	12:55	2	01:28	S		
19.2.2013	lcauf	tb20	LTBY	dif-09	3	11:40	11:40	11:37	13:40	13:15	2	01:28	X		
19.2.2013	lcauf	tb20	ltby	dif-09	1	11:45	11:45	11:29	13:45	13:01	2	01:32	R		
19.2.2013	lcauf	tb20	ltby	dif-09	2	13:40	13:40	13:30	15:40	15:12	2	01:42	F		
19.2.2013	lcauf	tb20	LTBY	dif-09	3	13:45	13:45	13:45	15:45	15:35	2	01:50	B		
19.2.2013	lcauf	tb20	LTBY	dif-06	1	13:50	13:50	13:26	15:50	15:00	2	01:34	D		
19.2.2013	lcauf	tb20	LTBY	dif-07	2	15:45	15:45	15:39	17:45	17:17	2	01:38	U		
19.2.2013	lcauf	tb20	ltby	dif-07	3	15:50	15:50	15:53	17:50	17:20	2	01:27	E		
19.2.2013	lcauf	tb20	ltby	dif-06	1	15:55	15:55	15:21	17:55	16:56	2	01:35	D		
19.2.2013	lcs:hb	e90	LTBY	metr-03	4	09:30	09:30	09:43	11:00	11:00	01:30	01:17	E		
19.2.2013	lcs:hb	C90	LTBY	metr-03	4	11:05	11:05	11:18	12:35	12:28	01:30	01:10	E		
19.2.2013	lcs:hb	e90	ltby	metr-03	4	13:30	13:30	13:36	15:00	14:52	01:30	01:16	T		
19.2.2013	lcs:hb	e90	LTBY	metr-04	4	15:05	15:05	15:15	16:35	16:15	01:30	01:00	T		
20.2.2013	lcs:hb	C90	LTBY	metr-03	4	09:30	09:30		11:00		01:30		U	Hava koşulları nedeniyle yapılmadı	
20.2.2013	lcs:hb	e90	LTBY	metr-03	4	11:05	11:05		12:35		01:30		U	Hava koşulları nedeniyle yapılmadı	
20.2.2013	TCSHB	C90	ltby	metr-03	4	13:30	13:30		15:00		01:30		N	Hava koşulları nedeniyle yapılmadı	
20.2.2013	lcs:hb	e90	ltby	metr-03	4	15:05	15:05		16:35		01:30		N	Hava koşulları nedeniyle yapılmadı	
21.2.2013	lcauf	tb20	LTBY	dif-10	2	09:30	09:30	09:38	11:30	11:18	02:00	01:40	C		
21.2.2013	lcauf	tb20	LTBY	dif-10	3	09:35	09:35	09:23	11:35	10:57	02:00	01:34	A		
21.2.2013	lcauf	tb20	ltby	dif-10	1	09:40	09:40	09:40	11:40	11:11	02:00	01:31	S		
21.2.2013	lcauf	tb20	LTBY	dif-10	2	11:35	11:35	11:52	13:35	13:26	02:00	01:34	X		
21.2.2013	lcauf	tb20	LTBY	dif-10	3	11:40	11:40	11:25	13:40	13:04	02:00	01:39	B		

Şekil 5.6. Uçuş Strip Verilerin Girildiği Excel Dosyası

### **5.6.2. Nitel veri toplama araçları**

Nitel araştırma, gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi nitel veri toplama yöntemlerinin kullanıldığı, algılandığı ve olayların doğal ortamda gerçekçi ve bütüncül bir biçimde ortaya konmasına yönelik bir sürecin izlendiği araştırma türüdür [129]. Araştırmada nitel verilerin toplanması aşamasında bireysel görüşmeler ve odak grup görüşmesi yöntemleri kullanılmıştır.

#### **5.6.2.1. Bireysel görüşme**

Bireysel görüşme nitel araştırmalarda en çok kullanılan veri toplama araçlarından biridir. Bireysel görüşme, görüşme yapılan kişiye bir araştırma konusu hakkında ayrıntılı sorular sorarak konu hakkında kapsamlı bilgi ve veriler toplamaktır [133]. Bu nedenle, bu araştırmanın veri toplama sürecinde ve odak grup görüşmesinden önce sorulacak soruların yapılandırılması için Anadolu Eğitim Havasahasını kullanan öğretmen pilotlar ve bu havasahasına hizmet veren hava trafik kontrolörleriyle bireysel görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Görüşmelerde açık uçlu bireysel görüşme sorularını yöneltmeden önce yapılacak araştırma hakkında görüşmecilere bilgi verilmiştir. Çalışmada hava trafik kontrolörü işyükü ile ilgili çalıştıkları havasahası ile ilgili değerlendirmelerinin ve önerilerinin alınmak istendiği belirtilmiştir. Ayrıca, görüşmecilere kurumsal izinlerin alındığı bilgisi verilerek görüşme sırasında araştırmacı her bir katılımcıdan yeniden izin istemiştir. Görüşme sırasında, veri kayıplarının yaşanmaması için notlar alınmıştır.

#### **5.6.2.2. Odak grup görüşmesi**

Odak grup görüşmeleri, son yıllarda araştırmalarda sıklıkla kullanılan nitel bir araştırma tekniğidir. Nitel araçlarla yapılan değerlendirmelerde ortaya çıkan sonuçların derinlemesine incelenmesi ve raporlanması amacıyla kullanılmaktadır.

Odak grup görüşmesi, araştırmacının bir kişi yerine çok kişiyle aynı anda gerçekleştirdiği görüşmeler için kullanılan genel bir tanımlamadır [134]. Odak grup görüşmesi, ılımlı ve tehditkâr olmayan bir ortamda önceden belirlenmiş bir konu hakkındaki düşünceleri elde etmek amacıyla planlanmış bir tartışmalar olarak tanımlanır [135]. Başka bir tanıma göre ise, odak grup görüşmesi, araştırmacı tarafından seçilmiş ve bir araya getirilmiş bir grup uzmanın veya kişinin kendi deneyimlerinden yola çıkarak araştırma konusu hakkında görüş belirtmeleri ve tartışmalarıdır [129].

Odak grup görüşmelerinde amaç anlam çıkarmak değil, anlama; genelleme değil, çeşitliliği tanımlama; katılımcılar hakkında açıklama değil, katılımcıların durumu nasıl algıladıklarını ortaya çıkarmaktır [135]. Odak grup görüşmesinde, katılımcılar kavramları ve çerçeveyi çizmeleri konusunda cesaretlendirilmektedir. Bunun yanı sıra yaratılan bu ortamla birlikte katılımcılar birbirlerinden öğrenme olanağına da sahip olmaktadır [136]. Ayrıca bu görüşmelerde gönüllü katılımcılar yer aldığından, araştırmaya gönülsüz katılım da engellenmiş olmaktadır [122].

Katılımcıların sahip oldukları bilgi, deneyim, duygu, algı, düşünce ve tutumlar tüm nitel araştırmalarda olduğu gibi odak grup görüşmelerinde de önemlidir. Önemli olan genellemelere gidecek bilgilere ulaşmak değil, katılımcıların görüşlerinin ve bakış açılarının betimlenmesidir [137].

Ortalama 1-2 saat arasında süren odak grup görüşmeleri genellikle ortak bir deneyim geçmişine ve uzmanlığa sahip bireylerin oluşturduğu 6-10 kişilik bir grupla gerçekleştirilmektedir [138]. Odak grup görüşmesi sırasında araştırmacı katılımcılara toplayacağı bilgi ile ilgili soruları teker teker sorabilmekte ve/veya katılımcıları tartışarak bu tartışmalardan bilgiler elde edebilmektedir [139]. Bu yöntem sayesinde, araştırma konusu hakkında katılımcıların tecrübelerine, algılarına, bakış açılarına, yaşantılarına, deneyimlerine, eğilimlerine, fikirlerine, duygularına, tutum ve alışkanlıklarına ait nitel bilgiler elde edilebilmektedir. Odak grup görüşmeleri sırasında dikkat edilmesi gereken konu, katılımcıların genel kabul gören veya çoğunluğun kabul ettiği görüş yönünde fikir bildirmeleri değil, sadece kendi fikir ve görüşlerini diğerlerinden etkilenmeden ortaya koymalarını sağlayacak ortam oluşturmaktır [140].

Odak grup görüşmesinin güçlü yönleri şu şekilde sıralanmaktadır:

- Odak grup görüşmesi, insanı işin içine katmaktadır.
- Odak grup görüşmesi, nitel verileri kullanılır hale getirmektedir.
- Odak grup görüşmesinde grup üyeleri görüşme sırasında etkileşim içinde olmakta, birbirlerinden etkilenmektedir.

• Odak grup görüşmelerinde sınırları oldukça iyi belirlenmiş bir başlık üzerine odaklanmasından gelmektedir; görüşme sırasında yönlendirmeler bu odak çerçevesinde yapıldığı zaman o konuya ilişkin ayrıntılı ve kapsamlı veriler elde edilmektedir.

Odak grup görüşmelerinin olumlu yönleri olduğu gibi bazı olumsuz yönleri de vardır [122]. Bunlar:

- Katılımcılardan birinin kullandığı bir kelime/ifade, diğer görüşmecilerle fikir ayrılıkları nedeniyle çatışmalar yaşamasına neden olabilir.
- Görüşmede baskın bir grup oluşabilir. Bu sonucunda diğer katılımcıların görüşleri etkilenebilmektedir.
- Odak grup görüşmeleri bazı hassas konuların tartışılması için uygun ortamlar değildir.
- Verilerin toplanması ve çözümlenerek yorumlanması uzun zaman almaktadır.
- Araştırmacılar üretilen veriler üzerinde, nicel araştırmalara göre daha az kontrole sahiptir.
- Odak grup görüşmelerinde olacakları önceden kestirebilmek çoğu zaman çok zordur.

Odak grup görüşmelerinin olumlu yönlerinin ön plana çıkartılması ve olumsuz yönlerinin azaltılması ya da engellenmesi için dikkat edilmesi gereken noktaları da şöyle özetlemek mümkündür:

- Odak grup görüşmesinde tartışılan konunun sınırlarının ve kapsamının iyi belirlenmesi gerekmektedir [122].
- Görüşmeye katılanların konu ile doğrudan ilgili yani konu hakkında uzman olması gerekmekte ve küçük, homojen gruplar oluşturulmalıdır.
- Grup dinamiklerine dikkat edilmelidir.
- Odak grup görüşmelerinde, görüşmeyi yöneten bir moderatör ve görüşmeleri not eden bir raportör bulunmalıdır.
- Moderatör ve raportör odak grup görüşmesi tekniği hakkında bilgi sahibi olmalıdır.
- Moderatör, tartışılan konu hakkında uzman gibi görünmemelidir. Tartışmaları desteklemeli ve katılımcıları cesaretlendirmelidir. Görüşme konusu ile ilgili yorum yapmaktan kaçınmalıdır.
- Görüşme sırasında moderatöre, konuya ilişkin fikri sorulursa fikir belirtmemelidir. Görüşlerini görüşme bittikten sonra belirtebileceğini ifade edebilir.
- Katılımcıları tanıtırken görüşme konusu hakkındaki uzmanlıklarına değinerek araştırma açısından önemli görülen özelliklerini belirtmeleri istenmelidir [129].
- Görüşme sürecinin soru-cevap şeklinde ilerlememesine dikkat edilmelidir. Daha ayrıntılı fikir belirtmeleri için katılımcılara konu sınırlarına çıkmayacak daha kapsamlı sorular sorulabilir.

- Görüşmede çok pasif kalan katılımcılar varsa, bu katılımcıları tartışmaya çekmeye çalışılmalı ve katılımları konusunda cesaretlendirilmelidir.
- Görüşme sırasında katılımcıların konudan konuya atlamaları konu dışına çıkılması durumunda, moderatör buna kısa bir süre izin vermeli, daha sonra konuyu istenen yöne çekmek için bir toparlamalıdır.
- Görüşme sırasındaki tartışmalarda katılımcıların olması gereken gerçekleri söylemeleri değil, kendi görüşlerini belirtmeleri önemlidir.
- Görüşmelerinde grubun oturma düzeni önemlidir. Bu görüşmelerde yuvarlak masa toplantısı ya da U düzeni tercih edilmelidir. Bu oturma düzenlerinde moderatör ile raportörün karşılıklı oturması tavsiye edilmektedir.
- Görüşmelerde kayıtlar alınarak daha sonra yapılacak analizler için veri oluşturmaktır.
- Görüşmelerde soru sayısı 10–15 olmalıdır.
- Görüşmeler zaman yönetimi önemlidir.
- Görüşmelerde katılımcıların özgeçmiş bilgilerine çok fazla zaman ayrılmamalıdır.
- Moderatör objektif olmalı ve katılımcıların düşüncelerini etkilememeli ve kendi görüşlerini belirtmemelidir [129].

Odak grup görüşmelerinde araştırma konusuna ilişkin fikirler, beklentiler ve görüşülen kişilerin deneyimleri değerlendirilerek probleme ilişkin temel örüntüler ortaya çıkartılmaya çalışılmaktadır. Bu anlamda odak grup görüşmeleri sayesinde nicel çalışmalarla elde edilemeyen çeşitlilikte ve zenginlikte bilgiler sağlanmakta, verilere derinlik kazandırılmakta, yanlış anlamalar ve konu hakkında yapılan genellemeler engellenmektedir [140].

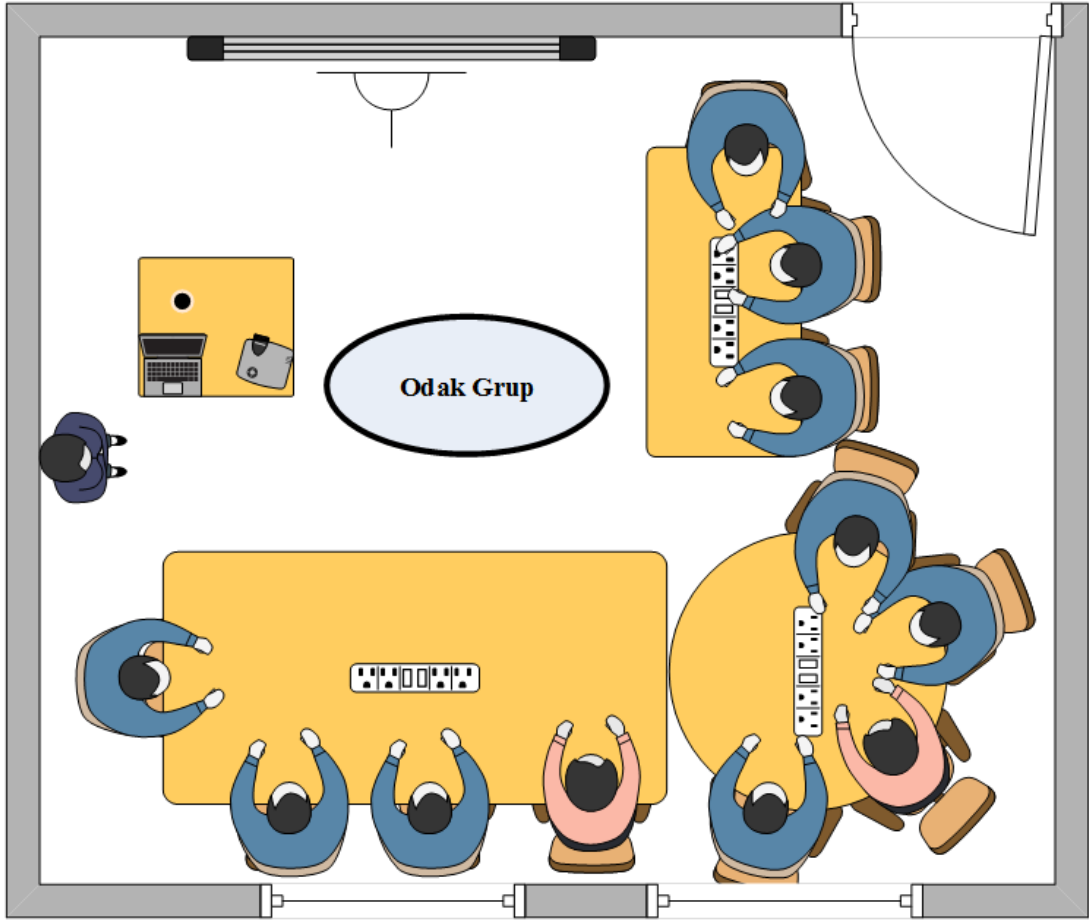
Bu araştırmada, odak grup görüşmesi katılımcıları uçuş emniyeti ve etkinliğinde birincil işleve sahip deneyimli öğretmen pilotlar ve hava trafik kontrolörlerinden seçilmiştir. Çalışmanın yapılabilmesi için kurum yönetiminden izinler alınmıştır (EK-4, Ek-5).

Bu bağlamda, görüşlerine başvurulmak üzere, 12 Nisan 2016 tarihinde on üç uzmana odak grup görüşme daveti yapılmıştır. Eskişehir, Anadolu Üniversitesinde gerçekleştirilmesi amaçlanan odak grup çalışması davetine olumlu yanıt veren sekiz katılımcının ve çalışmanın değerlendirilmesi için davet edilen uzman gözlemcinin listesi Tablo 5.3' de bulunmaktadır.

**Tablo 5.3. Odak Grup Görüşmesi Katılımcıları**

<i>Takma İsim</i>	<i>Birimi/Görevi</i>
K1	Hava Trafik Kontrol Kulesi/Kontrolör
K2	Hava Trafik Kontrol Kulesi/Kontrolör
K3	Hava Trafik Kontrol Kulesi/Kontrolör
K4	Hava Trafik Kontrol Kulesi/Kontrolör
K5	Hava Trafik Kontrol Kulesi/Kontrolör
K6	Pilotaj Bölümü/Öğretmen Pilot
K7	Pilotaj Bölümü/Öğretmen Pilot
K8	Pilotaj Bölümü/Öğretmen Pilot
Gözlemci	Araştırma Uzmanı/Akademisyen

Katılımcıların, odak grup çalışması davetine olumlu yanıt vermelerinin ardından kendilerine tekrar [www.doodle.com](http://www.doodle.com) web sitesi aracılığıyla 20, 21, 22 Nisan tarihlerini içeren bir takvim gönderilmiş ve kendileri için uygun olan tarihleri işaretlemeleri istenmiştir. Katılımcıların [www.doodle.com](http://www.doodle.com) da yaptıkları tarih ve saat seçeneği sonrasında en fazla katılımın tercih edildiği 22 Nisan 2016 tarihi ve 16:00 saati odak grup görüşme zamanı olarak belirlenmiştir. Odak grup görüşmesi tarihi ve katılımcı sayısı kesinleştikten sonra hazırlıklara başlanmıştır. Odak grup görüşmesi öncesinde, bireysel görüşmeler sonucunda elde edilen veriler birlikte gözden geçirilmiş odak grup görüşmesine ilişkin görüşme formları ve havasahası ile ilgili haritalar geliştirilmiştir. Bu formlar ve haritalar, odak grup görüşmesi sırasında katılımcılara sunulmak üzere düzenlenerek çoğaltılmıştır. Ayrıca, katılımcılara sunmak üzere çalışmasının amacını ve sürecini kısaca açıklayan bir Power Point sunusu hazırlamıştır. 22 Nisan 2016 tarihinde, odak grup görüşmesi gününde araştırmacı, tez danışmanı ve teknik destek alınan araştırma görevlisi görüşme saatinden yaklaşık bir saat önce görüşmenin yapılacağı yer olan Anadolu Üniversitesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesinde Danışman odasında bulunarak son hazırlıklarını tamamlamıştır. Saat 16.00'te katılımcıların da gelmesiyle birlikte odak grup görüşmesi başlamıştır. Katılımcılara görüşmeye başlamadan önce Katılımcıların oturma düzeni ve görüşmenin yapıldığı odanın krokisi Şekil 5.7.'de verilmiştir.



**Şekil 5.7.** *Odak Grup Görüşmesi Oturma Planı*

Odak grup görüşmesinin moderatörlüğünü araştırmacının danışmanı yapmıştır. Moderatör, öncelikle bir açılış konuşması yapmış ve katılımcılara geldikleri için teşekkür etmiştir. Ardından, görüşmeye moderatörün yapılan çalışmanın konusunu ve katılımcıları tanıtmaları ile başlamıştır. Sunuya başlamadan önce Araştırma Gönüllü Katılım Formu(EK-6) imzalatılmıştır. Daha sonra katılımcılara odak grup görüşmesinin gündemi hakkında Tablo 5.4.'de belirtildiği şekilde bilgi verilmiştir. Daha sonra, odak grup görüşme sürecini başlatan moderatör, odak grup görüşmesinin amacını açıklayarak, araştırmacının genel durumu hakkında bilgi vermek üzere araştırmacıdan sunu yapmasını istemiştir. Görüşmeye bu aşamadan sonra katılımcı profil bilgilerini ve araştırma konusu hakkında ön bilgilerini alabilmek için hazırlanan Form 1 ile devam edilmiştir. Form 1 EK-7'de verilmiştir. Katılımcılar Form 1'deki sorularla ilgili görüşlerini forma yazdıktan ve sözlü olarak ifade ettikten sonra, araştırmacı araştırma konusu ve yapılan çalışmalar

hakkında detaylı açıklamalar yapmıştır. Söz konusu açıklamalar Powerpoint sunusu eşliğinde yapılmıştır.

**Tablo 5.4. Odak grup görüşmesi gündemi**

GÜNDEM	
Araştırma konusuna giriş	15 dak
Konu hakkında Uzman öngörülerinin alınması	20 dak
Araştırmanın sunumu	20 dak
Sununun birlikte değerlendirilmesi	20 dak
Katılımcı geri bildirimlerinin alınması	30 dak

Araştırmanın sunusu yapıldıktan sonra Form 2’de yer alan sorular hakkında yazılı ve sözlü geri bildirimler alınmıştır. Form 2 EK-7’de verilmiştir.

Katılımcılara sonraki aşamada hizmet verdikleri ve uçuş gerçekleştirdikleri Anadolu eğitim havasahası ile ilgili uygulama çalışmaları yaptırılmıştır. Bu çalışmalar risk matrisi kullanılarak daha önceden Google Earth ile hazırlanmış haritalar üzerinde belirlenmiş kritik noktalar üzerinde olasılık ve şiddet derecelendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Riskli olduğu düşünülen operasyonel noktalar kontrolör ve pilotların işyükü ve görev karmaşıklığını etkilediğinden yola çıkarak belirlenmiştir. Katılımcılardan bu belirlenmiş noktalar ve kendi belirleyecekleri noktalar için risk değerlendirmeleri yapmaları istenmiştir [141]. Kullanılan risk matrisi Şekil 5.8.’de verilmiştir. Google Earth ile hazırlanmış üç haritada sırasıyla çalışma bölgeleri, koridorlar, giriş-çıkış noktaları, kesişme noktaları, meydan turu için kritik noktalar, hava araçlarının yerdeki hareketleri için olabilecek pist başı, pist sonu, taksi yolları gibi önemli konumların uzmanlar tarafından algılanan risklere karşı değerlendirilmeleri istenmiştir. Hazırlanan diğer iki haritada ise eğitim havasahasını ve bu sahadaki meydan turu paternini değerlendirmeleri ve eğer değişiklik yapmak isteselerdi ne gibi değişiklikler yâda geliştirmeler yapılabileceği soruları için geri bildirimler alınmıştır. Google Earth haritaları [142] sırasıyla EK-9, EK-10, EK-11, EK-12, EK-13’de verilmiştir.

Olasılık	Etkinlik Derecesi				
	Felaket	Tehlikeli	Büyük	Küçük	İhmal Edilebilir
Sık sık	5A Kabul Edilemez	5B Kabul Edilemez	5C Kabul Edilemez	5D Gözden Geçirme	5E Gözden Geçirme
Ara sıra	4A Kabul Edilemez	4B Kabul Edilemez	4C Gözden Geçirme	4D Gözden Geçirme	4E Gözden Geçirme
Nadiren	3A Kabul Edilemez	3B Gözden Geçirme	3C Gözden Geçirme	3D Gözden Geçirme	3E Kabul Edilebilir
Çok az	2A Gözden Geçirme	2B Gözden Geçirme	2C Gözden Geçirme	2D Kabul Edilebilir	2E Kabul Edilebilir
Hemen hemen hiç	1A Kabul Edilebilir	1B Kabul Edilebilir	1C Kabul Edilebilir	1D Kabul Edilebilir	1E Kabul Edilebilir

**Şekil 5.8. Risk Matrisi**

**Kaynak:**<http://www.icao.int/safety/SafetyManagement/Documents/Doc.9859.3rd%20Edition.alltext.en.pdf>.

Görüşmenin sonraki aşmasında katılımcılardan EK-14 de Form 3’te yer alan sorular hakkında görüşleri istenmiştir. Bu formda araştırmanın uygulama boyutuna ilişkin sorular yer almaktadır. Odak grup görüşmesinin son aşamasında ise EK-15’de verilen Form 4 ile katılımcıların çalışmayı genel olarak değerlendirmeleri istenmiştir.

Odak grup görüşmesi sırasında veriler ses kayıt cihazı ile kaydedilmiş ve raportör tarafından yazılı notlar halinde tutulmuştur. Odak grup görüşmelerinin pilot çalışmasının olanaklar çerçevesinde yapılabileceği, yapılamadığı durumlarda birebir uzman görüşüne sunulurak da denenebileceğini belirtilmektedir [135]. Bu kapsamda araştırmacı tarafından geliştirilen görüşme soruları uzman görüşüne sunulmuştur.

Gözlemci uzman akademisyen değerlendirmesine göre odak grup çalışmasının yapılandırılması, yönetimi ve katılımcı katkıları açısından oldukça başarılı ve verimli geçmiştir. Görüşmede her katılımcı Anadolu eğitim havasahası ve kontrolör işyüküne ilişkin görüş ve deneyimleriyle araştırmaya önemli katkılarda bulunmuştur.

### **5.7. Verilerin Çözümlemesi ve Yorumlanması**

Araştırmada nitel ve nicel ölçme araçlarıyla karma veri toplandığı için verilerin analizi nitel ve nicel olarak iki başlıkta verilmiştir. Nitel verilerin analizinde bireysel görüşmeler ve odak grup görüşmesi vardır. Nicel verilerin analizi bölümünde ise uçuş strip verilerinin analizi bulunmaktadır. Araştırmada elde edilen nicel verilerin çözümlemesinde sayısal işlem programı Microsoft Excel yazılımından faydalanılmıştır. Nitel veri kapsamında olan bireysel görüşmeler ve odak grup görüşmelerinde elde edilen veriler ise kelime işlem programlarına (Microsoft Office Word) aktarılmıştır. Bu verilerle elde edilen ifadeler çalışmada birinci ağızdan aktarılarak kullanılmıştır. Odak grup görüşmesinde elde edilen bazı bulgular ise istatistiksel sonuçların açıklanması ve tartışılması amacıyla yine sayısal işlem programından (Microsoft Excel) faydalanılarak analiz edilmiştir.

#### **5.7.1. Nicel verilerin çözümlemesi ve yorumlanması**

Nicel veri çözümlemede, soru ve hipotez türüne dayalı olarak veriler analiz edilmektedir. Bunu yaparken de uygun istatistiksel testler kullanılmaktadır. Uygun istatistiksel testin seçimi, eğilimlerin tanımlanması, grupların karşılaştırılması ve/veya değişkenler arasındaki ilişkiler gibi araştırma sorularının türüne, bağımlı ve bağımsız değişken sayısına, bunları ölçmek için kullanılacak ölçek türüne, verilerin dağılımına göre yapılmaktadır. Nicel analizde verilerin analizine betimsel analizle başlanıp, çıkarımsal istatistiksel analizlerle devam edilmektedir.

### 5.7.1.1. Anadolu eğitim havasahasındaki uçuş verilerinin çözümlenmesi

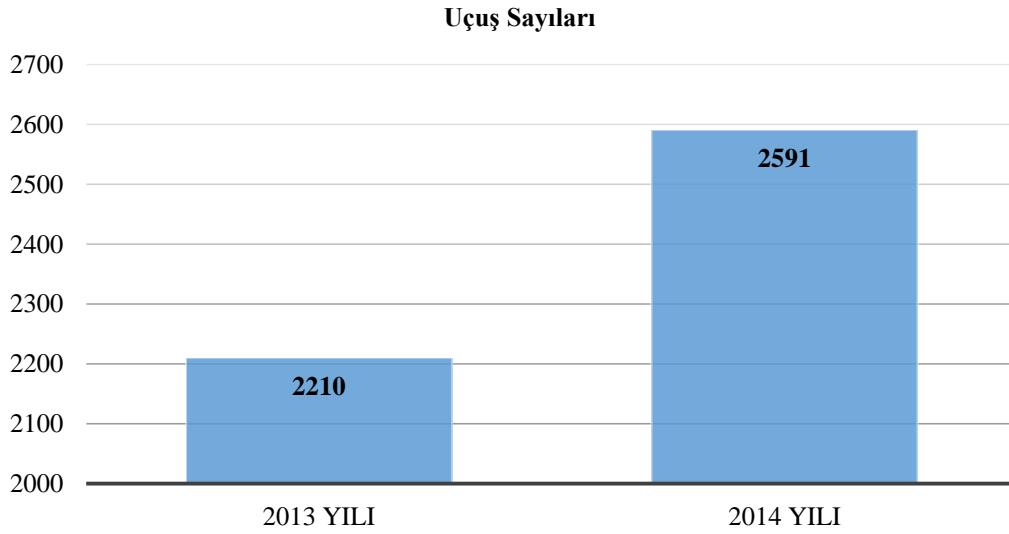
Anadolu kuleden alınan ve bu araştırmada kullanılan 4801 uçuşa ait uçuş stripleri 18.2.2013 ve 26.12.2014 tarihleri arasında gerçekleşen uçuşlara aittir.

#### 5.7.1.1.1. Anadolu eğitim havasahasındaki uçuşların yıllara göre dağılımı

Toplanan veriler doğrultusunda Anadolu eğitim havasahasında gerçekleşen uçuşların sayıları Tablo 5.5.'de verilmiştir. Şekil 5.9.'da grafikte de görüldüğü gibi 2014 yılında 2013 yılına göre daha fazla uçuş gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 5.5. 2013-2014 Yılına Ait Gerçekleşen Uçuş Sayıları**

Yıllar	Uçuş sayısı
2013	2210
2014	2591



**Şekil 5.9. 2013-2014 Yılına Ait Gerçekleşen Uçuş Sayıları**

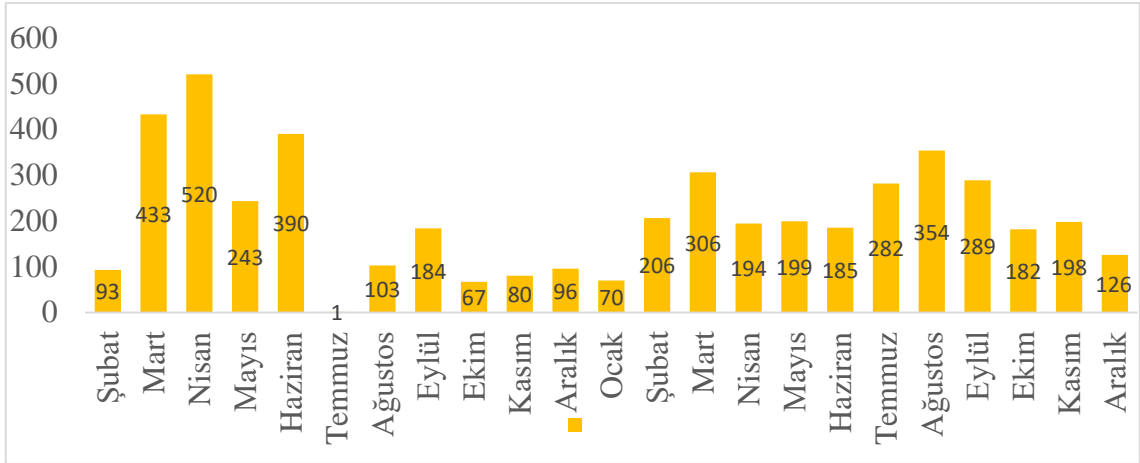
#### 5.7.1.1.2. Anadolu eğitim havasahasındaki uçuşların aylara göre dağılımı

Anadolu eğitim havasahasında toplanan verilerle yapılan aylık uçuşların sayıları Tablo 5.6.'da verilmiştir. Verilerin incelendiği iki yıllık süreçte en fazla uçuş 2013 yılı Nisan ayında yapılmıştır. En az uçuş ise, 2013 Temmuz ayında bir uçuşla olmuştur. 2013 Temmuzda bir uçuşun yapılma nedeni bakım ve malzeme satın alma süreçleri ile ilgilidir. Yapılan tek uçuş Beechcraft C90 uçağına aittir. Şekil 6.10'da grafikte de görüldüğü gibi

kış aylarında meteorolojik şartların olumsuz etkileriyle daha az uçuş yapılmaktadır. Bu nedenle eğitim havasahasında görev yapan kontrolörler için 2013 Temmuz ayı hariç uçuşların arttığı bahar ve yaz aylarında işyükü de artmaktadır.

**Tablo 5.6.** *Aylık Gerçekleşen Uçuş Sayıları*

AYLAR	UÇUŞ SAYISI
2013 Şubat	93
2013 Mart	433
2013 Nisan	520
2013 Mayıs	243
2013 Haziran	390
2013 Temmuz	1
2013 Ağustos	103
2013 Eylül	184
2013 Ekim	67
2013 Kasım	80
2013 Aralık	96
2014 Ocak	70
2014 Şubat	206
2014 Mart	306
2014 Nisan	194
2014 Mayıs	199
2014 Haziran	185
2014 Temmuz	282
2014 Ağustos	354
2014 Eylül	289
2014 Ekim	182
2014 Kasım	198
2014 Aralık	126



**Şekil 5.10.** 2013-2014 Yılları Aylara Göre Gerçekleşen Uçuş Sayıları

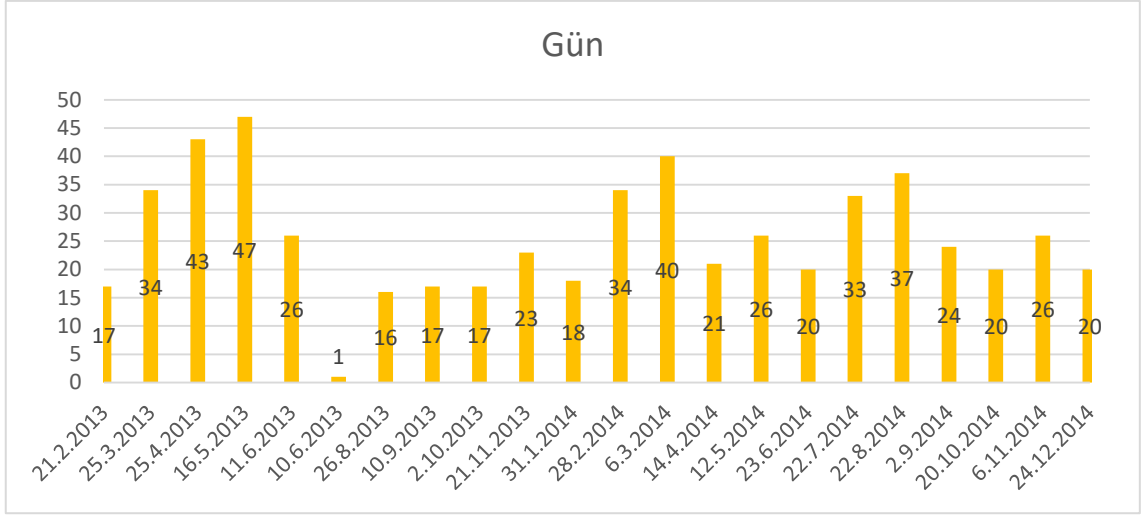
### 5.7.1.1.3. Anadolu eğitim havasahasındaki uçuşların günlere göre dağılımı

Anadolu eğitim havasahasında 2013 yılında 134 gün, 2014 yılında ise 165 gün uçuş gerçekleştirilmiştir. En fazla uçuş sayısı 2013 Nisan ayında yapılmıştır. 2013-2014 yılları uçulan gün sayısına göre gerçekleşen uçuş 2013 Haziran ayındadır.

**Tablo 5.7.** Aylara Göre Uçulan Gün Sayısı ve Gerçekleşen Uçuş Sayıları

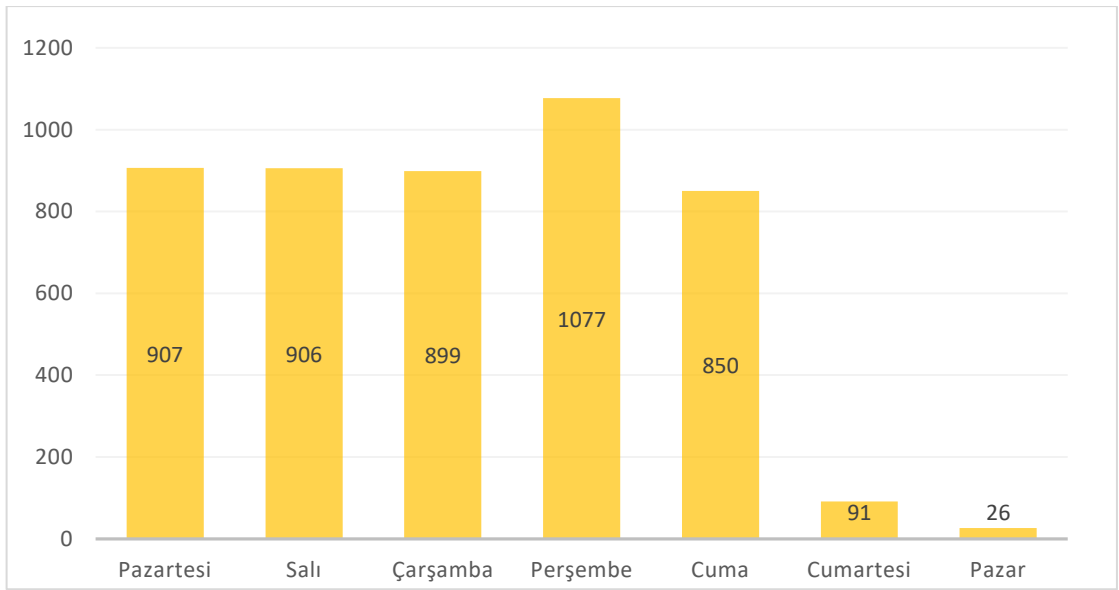
Yıl	Uçuş Sayısı	Aylar	Uçulan Gün Sayısı	Uçulan gün başına uçuş sayısı
2013	93	Şubat	9	10,33
2013	433	Mart	19	22,79
2013	520	Nisan	19	27,37
2013	243	Mayıs	19	12,79
2013	390	Haziran	23	16,96
2013	1	Temmuz	1	1,00
2013	103	Ağustos	10	10,30
2013	184	Eylül	17	10,82
2013	67	Ekim	5	13,40
2013	80	Kasım	5	16,00
2013	96	Aralık	7	13,71
2014	70	Ocak	8	8,75
2014	206	Şubat	14	14,71
2014	306	Mart	15	20,40
2014	194	Nisan	13	14,92
2014	199	Mayıs	11	18,09
2014	185	Haziran	14	13,21
2014	282	Temmuz	15	18,80
2014	354	Ağustos	19	18,63
2014	289	Eylül	20	14,45



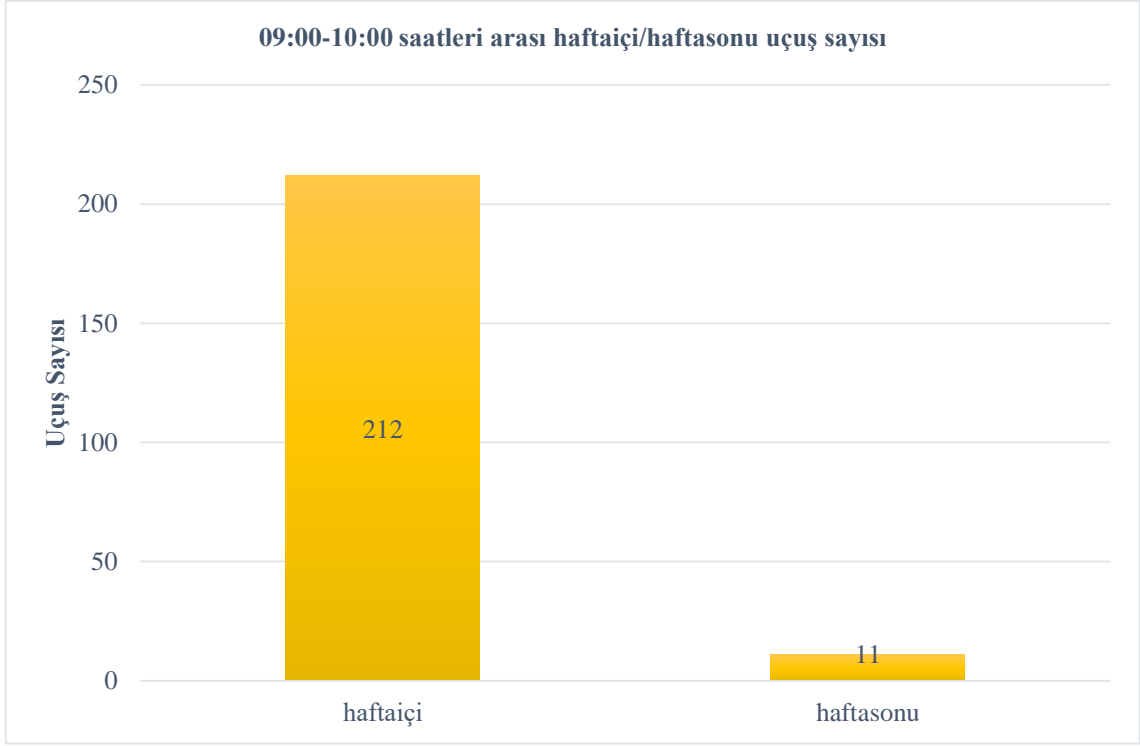


**Şekil 5.13.** 2013-2014 Yılları En Çok Uçuş Sayısının Olduğu Günler

En çok uçulan gün sayılarına bakıldığında 16 Mayıs 2013 Perşembe günü 47 uçuşla gerçekleştirilmiştir. Uçuşları haftanın günleri bazında değerlendirildiğinde ise en çok uçulan gün Perşembe ve en az uçulan gün Pazar'dır. Perşembe gününden sonra ise sıralama Pazartesi, Salı, Çarşamba ve Cumartesi şeklinde gerçekleşmektedir.

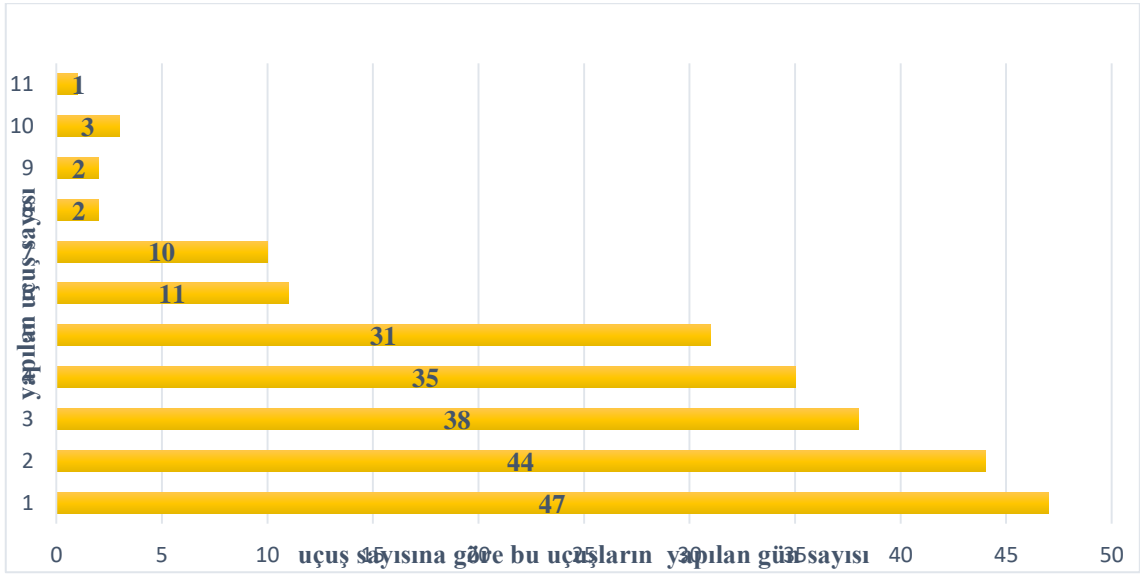


**Şekil 5.14.** 2013-2014 Yılları Haftanın Günlerine Göre Uçuş Sayıları



**Şekil 5.15.** 2013-2014 Yılları En Çok Uçulan Saat Olan 09:00-10:00 Saatleri Arası Hafta İçi ve Hafta Sonuna Göre Uçuş Sayıları

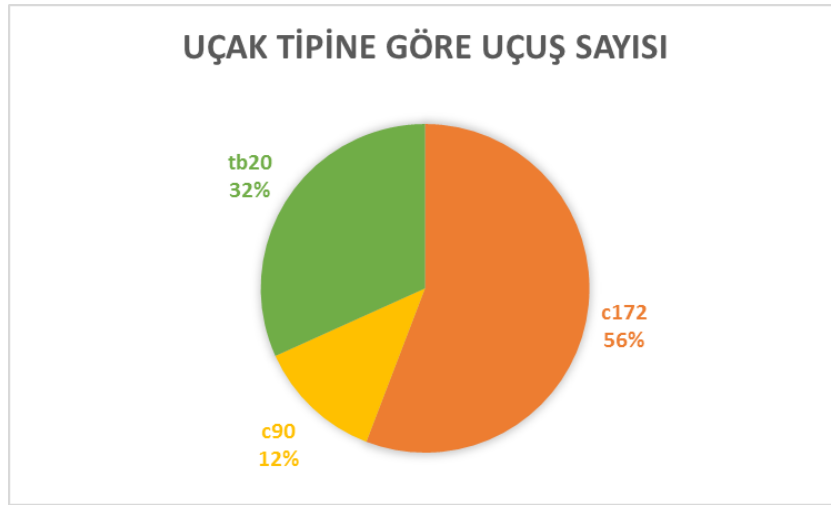
2013-2014 yılları en çok uçulan saat olan 09:00-10:00 saatleri arası hafta içi ve hafta sonuna göre uçuş sayılarına bakıldığında hafta içi 212, haftasonu 11 uçuş gerçekleştirilmiştir.



**Şekil 5.16.** 2013-2014 Yılları En Çok Uçulan Saat Olan 09:00-10:00 Saatleri Uçuş Sayısına Göre Bu Uçuşların Yapıldığı Gün Sayısı

#### 5.7.1.1.4. Anadolu eğitim havasahasındaki uçuşların uçak tiplerine göre dağılımı

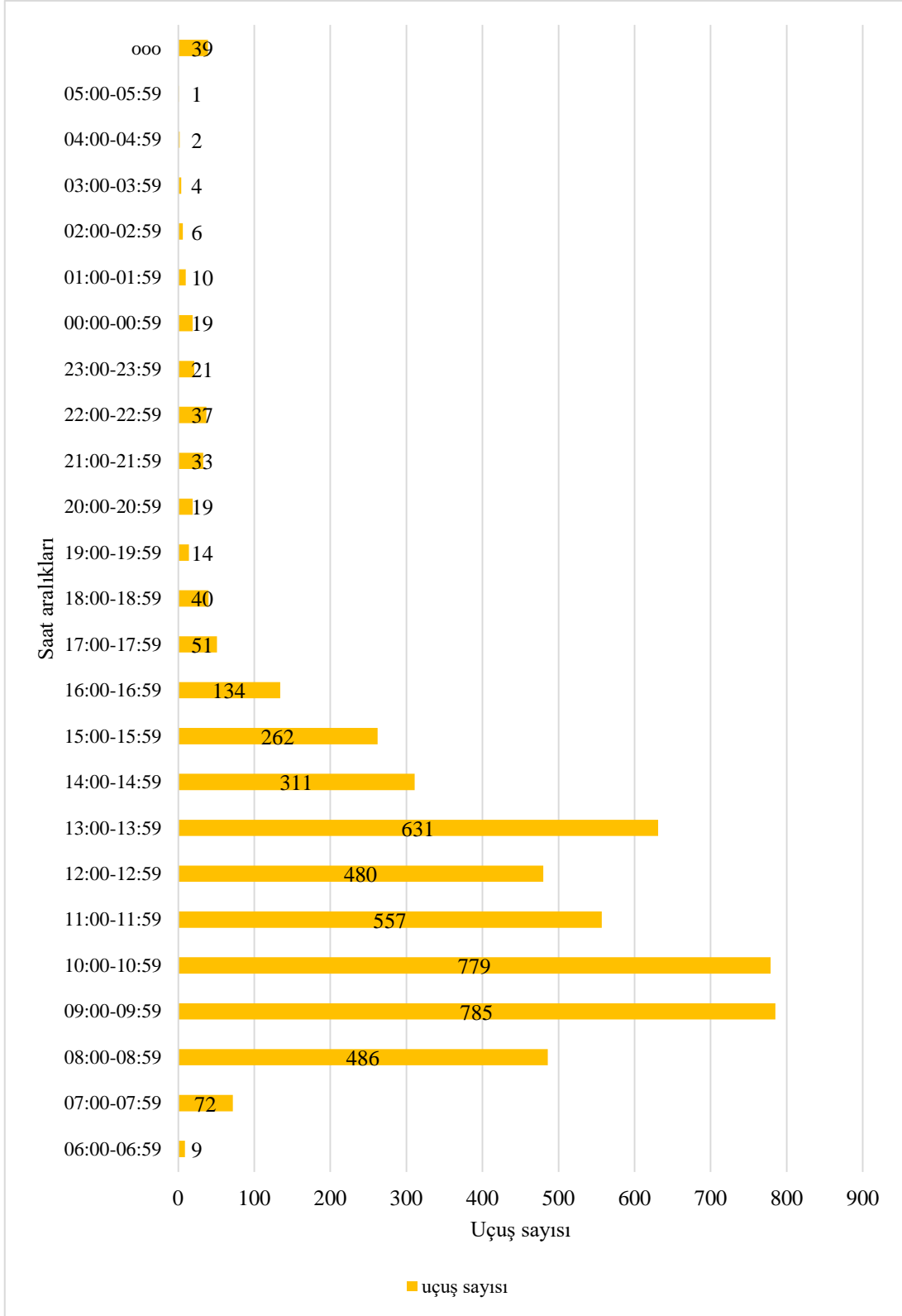
Anadolu eğitim havasahasını Anadolu Üniversitesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesine ait on altı uçak kullanmaktadır. Bu uçaklardan beş tanesi C172(Cessna 172 SP), dokuz tanesi TB20(Socata TB20) ve iki tanesi de C90(Beechcraft C-90)dır. Toplanan uçuş verilerine bakıldığında uçuşların %56'sı yani 2680 uçuş C172'lerle, %32'si yani 1524 tanesi TB20'lerle ve uçuşların %12'sini oluşturan 597 uçuşta C90 tipi uçaklarla gerçekleştirilmiştir.



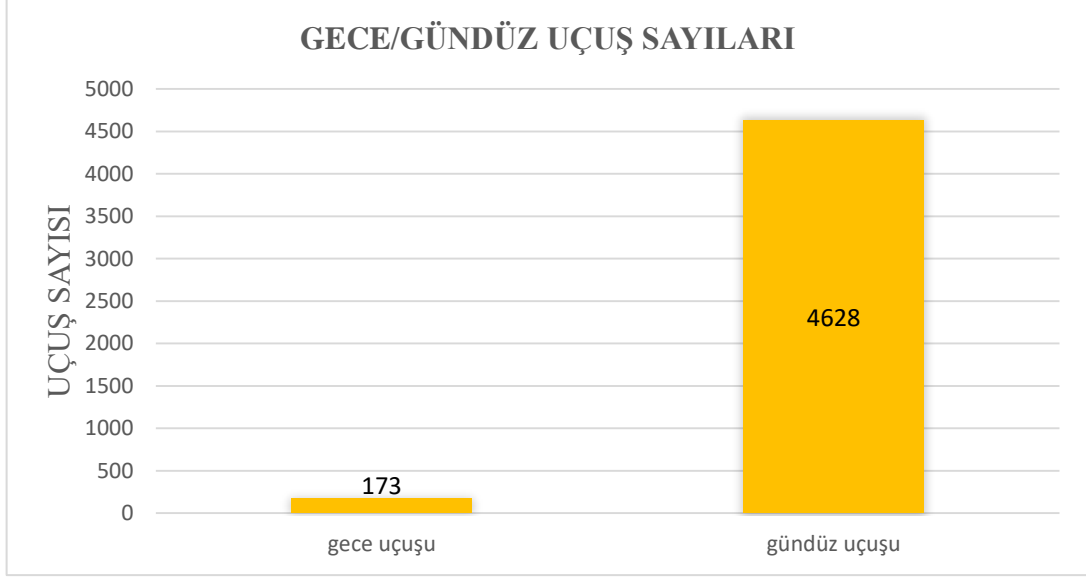
Şekil 5.17. 2013-2014 Yılları Anadolu Eğitim Havasahasındaki Uçuşların Uçak Tiplerine Göre Dağılımı

#### 5.7.1.1.5. Anadolu eğitim havasahasındaki uçuşların saatlik dağılımı

Anadolu eğitim havasahasında gerçekleşen uçuşların çoğu günün 08:00 ve 15:00 saatleri arasıdır. 09:00 ve 09:59 arası 789 uçuşla en fazla uçuş gerçekleştirilmektedir. Günün ilerleyen saatlerinde ise sadece zaman zaman gece uçuşları yapıldığı için uçuş sayıları daha düşüktür. 18.2.2013 ve 26.12.2014 tarihleri arasında Anadolu eğitim havasahasındaki gündüz ve gece yapılan uçuşların sayılarına bakıldığında gündüz uçuş sayısı 4628 ve gece uçuş sayısı 173'tür.



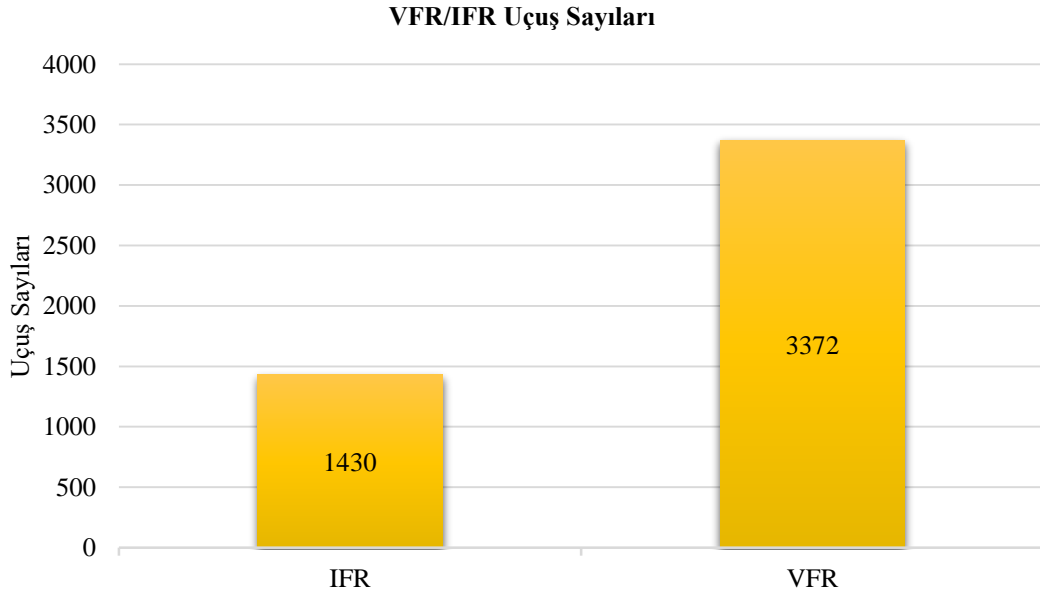
**Şekil 5.18.** 2013-2014 Yılları Anadolu Eğitim Havasahasındaki Uçuşların Saatlik Dağılımı



*Şekil 5.19. 2013-2014 Yılları Anadolu Eğitim Havasahasındaki Gündüz ve Gece Yapılan Uçuşların Sayısı*

**5.7.1.1.6. Anadolu eğitim havasahasındaki uçuşların VFR/IFR dağılımı**

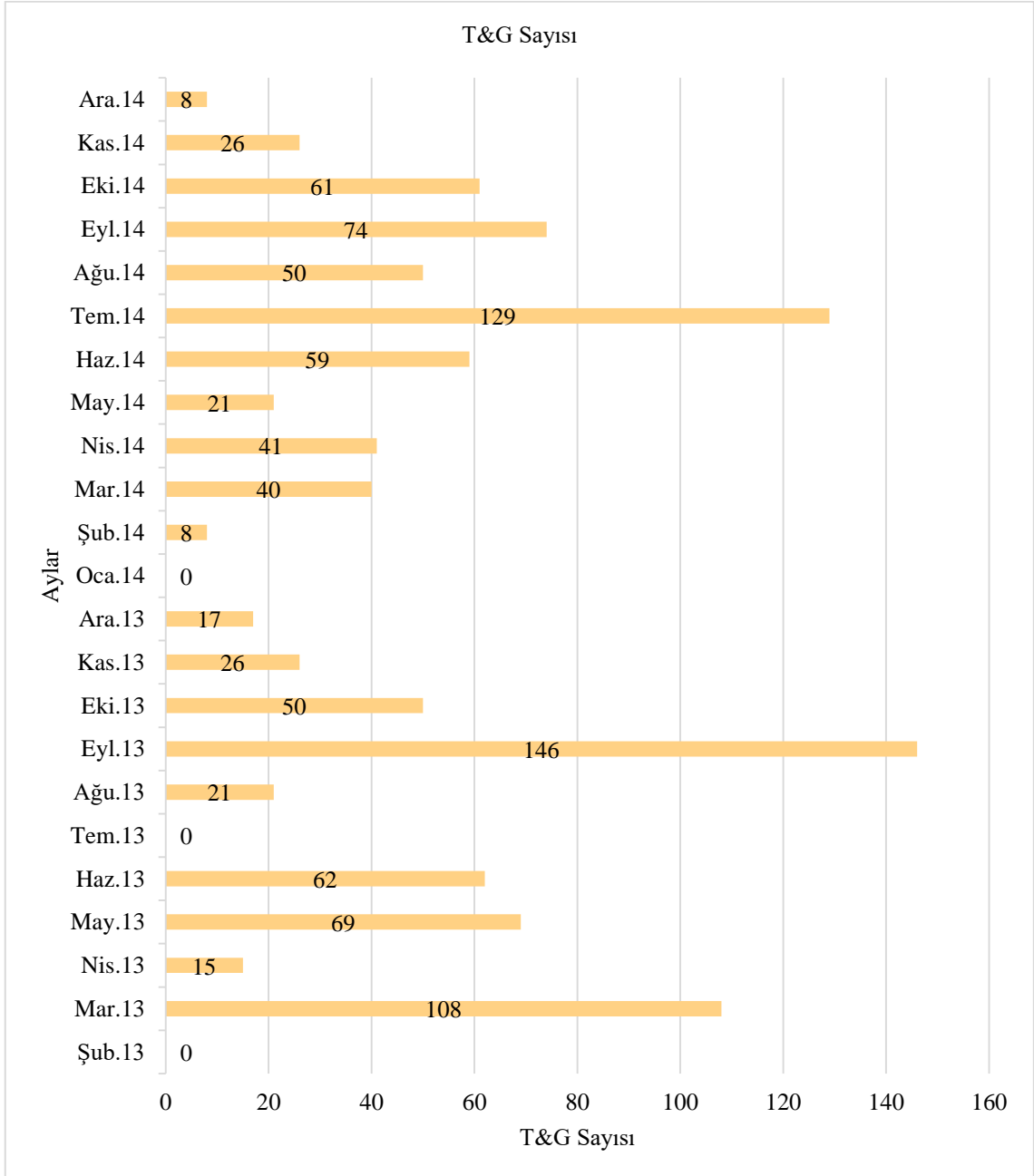
Gerçekleştirilen uçuşlara bakıldığında 3372 uçuş VFR koşullarda, 1430 uçuş ise IFR koşullarda gerçekleştirilmiştir.



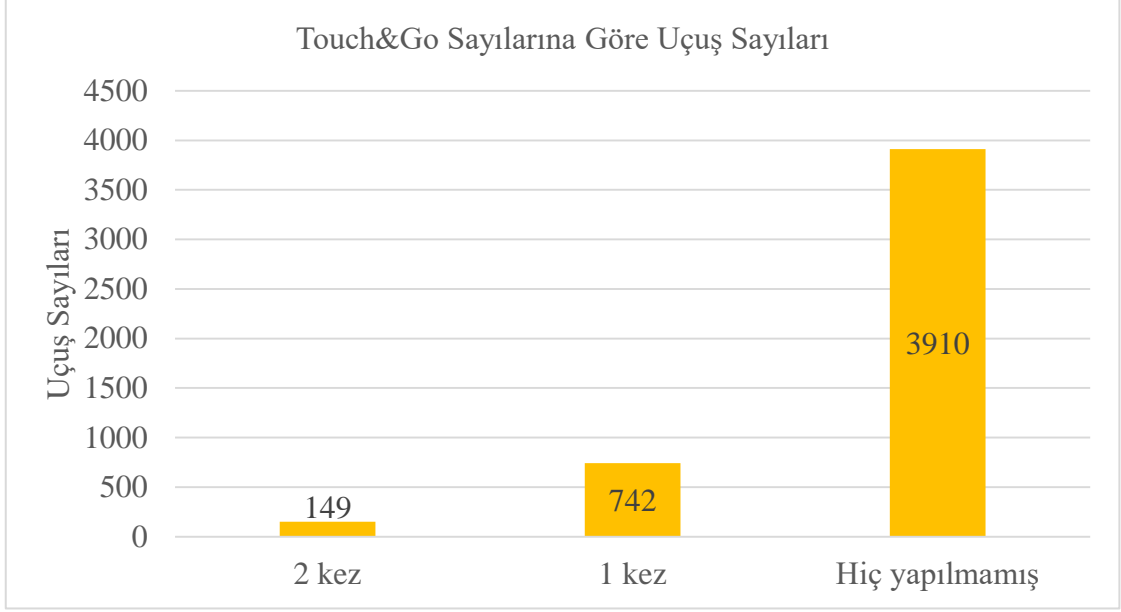
*Şekil 5.20. 2013-2014 Yılları VFR/IFR Uçuş Sayıları*

**5.7.1.1.7. Anadolu eğitim havasahasındaki uçuşların touch&go sayılarına göre dağılımı**

Yapılan Touch&Go (T&G) sayılarına bakıldığında en çok T&G'lar Eylül 2013, Temmuz 2014 ve Mart 2013 aylarında gerçekleştirilmiştir. T&G sayıları pilotaj eğitimindeki proğalara ve meteorolojik şartlara göre değişmektedir.



**Şekil 5.21.** 2013-2014 Yılları Anadolu Eğitim Havasahasındaki Yapılan Uçuşların Aylara Göre Touch&Go Sayıları

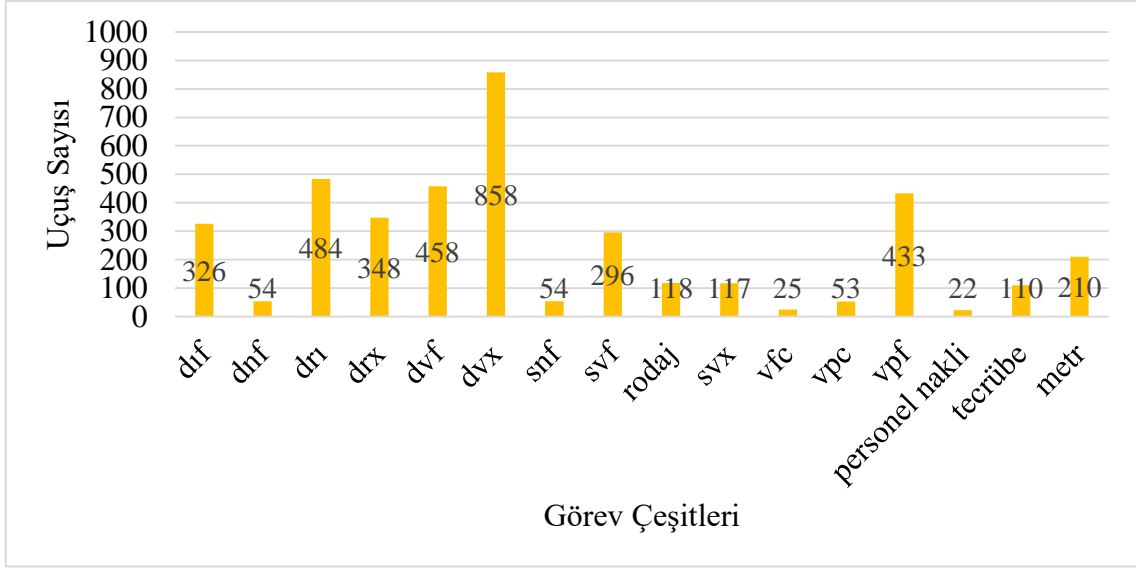


**Şekil 5.22.** 2013-2014 Yılları Anadolu Eğitim Havasahasındaki Touch&Go Sayılarına Göre Uçuş Sayıları

Gerçekleşen uçuşlardaki T&G sayılarına yapılan görev başına gerçekleşen sayılara bakıldığında 2 kez T&G'nun yapıldığı 149 uçuş, 1 kez yapıldığı 742 uçuş ve hiç T&G'nun yapılmadığı 3910 uçuş gerçekleştirilmiştir.

#### **5.7.1.1.8. Anadolu eğitim havasahasındaki uçuşların uçuş görevine göre dağılımı**

Anadolu eğitim havasahası içinde gerçekleştirilen uçuşların yaptıkları görevler Şekil 6.23'de verilmiştir. Burada ki verilere göre en fazla gerçekleştirilen görev 858 uçuşla Dvf görevidir. Grafikte yer alan görevlerin dışında eğitim antremanları, yalnız kontrolü ve bu görevlerin birlikte yapıldığı görevler gibi gerçekleştirilen farklı görev uçuşlarında yapılmıştır. Bu uçuş görevlerinden Svf, Svx ve Snf uçuş görevleri solo uçuştur. Yani pilotaj öğrencilerinin yanlarında eğitmen pilotlar olmadan gerçekleştirdikleri görevlerdir. Yalnız yapılan bu uçuş görevleri 350 tanedir.



**Şekil 5.23.** 2013-2014 Yılları Anadolu Eğitim Havasahasındaki Görev Çeşitlerine Göre Uçuş Sayıları.

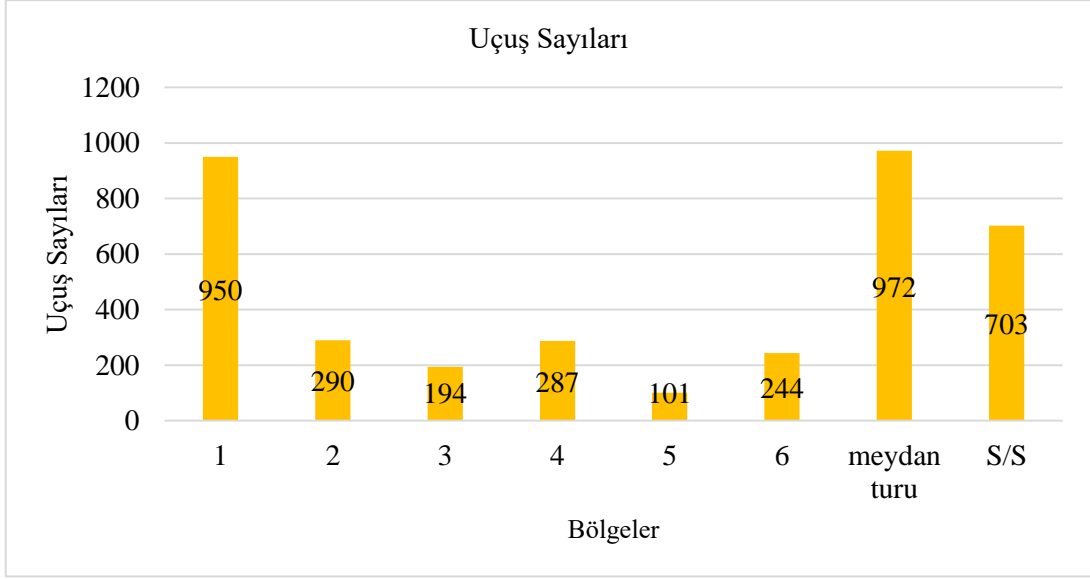
**Tablo 5.8.** Uçuş Görev Kodlarının Açıklaması.

Görev Kodu	Görev Adı	Görev Açıklaması
VPF	Visual Preliminary Flight	Cessna/TB Görerek İntibak
DVF	Dual Visual Flight	Çift Kumanda Görerek
SVF	Solo Visual Flight	Yalnız Cessna/TB Görerek
DIF	Dual Instrument Flight	Çift Kumanda Cessna/TB Temel Alet
DVX	Dual Visual Cross Country	Çift Kumanda Cessna/TB Görerek S/S
SVX	Solo Visual Cross Country	Yalnız Cessna/TB Görerek S/S
DRI	Dual Radio Instrument	Çift Kumanda TB Radyo Alet
DRX	Dual Radio Cross Country	Çift Kumanda TB IFR S/S
DNF	Dual Night Flight	Çift Kumanda TB Gece
SNF	Solo Night Flight	Yalnız TB Gece
METR	Multi Engine Type Rate	Çok Motor Tip İntibakı
MEIR	Multi Engine Instrument Rate	Çok Motor Alet İntibakı
MEIRX	Multi Engine Cross Country	Çok Motor S/S
MEIRNX	Multi Engine Night Cross Country	Çok Motor Gece S/S
MEITST	Multi Engine IR&TR Skill Test	Çok Motor Alet Yetkisi ve Çok Motor tip Yetkisi

**Kaynak:** Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi FTO Eğitim El Kitabı. (2015). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi.

#### 5.7.1.1.9. Anadolu eğitim havasahasındaki uçuşların bölgelere göre dağılımı

Gerçekleştirilen uçuşların kullandıkları eğitim hava sahalarındaki bölgelere bakıldığında en çok meydan turu yaptıkları görülmektedir. Meydan turundan sonra 1.Bölge, 2. Bölge, 4.Bölge, 6.Bölge, 3.Bölge ve 5.Bölge Kullanılmaktadır. Bölgelerde gerçekleştirilen VFR uçuşların dışından bu bölgeleri kat ederek seyrüsefer uçuşu yapan yaklaşık 700 civarı uçuş yapılmıştır.



Şekil 5.24. 2013-2014 Yılları Anadolu Eğitim Havasahasındaki Bölgelere Göre Uçuş Sayıları.

#### 5.7.2. Nitel verilerin çözümlenmesi ve yorumlanması

Veri analizi, nitel araştırmalarda araştırmanın en çok güçlü çekişen aşamasıdır. Nitel araştırmalarda, verilerin analiz aşaması çeşitlilik, yaratıcılık ve esneklik gerektirir. Standartlaştırılmış veri analizi araştırma verilerine uygun, zengin ve kapsamlı sonuçlar elde edilmesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle, araştırmanın ve toplanan verilerin özelliklerinden yola çıkarak ve mevcut veri analiz yöntemlerini de gözden geçirerek yapılan araştırmaya uygun veri analiz planı yapılır [129].

Nitel araştırmada veri analizi, analiz için verilerin hazırlanmasını ve organizasyonunu sonra verileri kodlamayı ve kodların bir araya getirilerek temaya indirgenmesini ve son olarak verileri grafikler, şekiller, tablolar ve/veya bir tartışma halinde sunmayı kapsamaktadır [124].

Nitel verilerin analizi için alanyazında üç temel kavram vurgulanmaktadır. Bu kavramlar betimleme, analiz ve yorumlamadır. Betimlemede, araştırmada toplanan verilerin, araştırma problemine ilişkin olarak neleri ortaya çıkardığına bakılır. Gözlenen bir ortamda nelerin olup bittiği, görüşülen bireylerin neleri söyledikleri, çalışılan dokümanların hangi bilgileri ortaya koyduğu betimlemeye uygun sorulardır. Analizde ise veri setinde doğrudan görülmeyen, kavramsal kodlama ve sınıflama yoluyla temaların ve temalar arasındaki anlamlı ilişkilerin ortaya çıkarılması, analiz sürecinin temel işlevidir. Analizde kısaca “neden” ve “nasıl” sorularına yanıt aranır. Yorumlamada “Bu söylenen veya gözlenen neyi ifade etmektedir?” sorusunun yanıtı aranır [129].

Bu araştırmanın nitel araştırma yöntemlerinden olan bireysel görüşmeler ve odak grup görüşmesiyle elde edilen nitel verilerin çözümlenmesinde betimsel analizi yöntemi kullanılmıştır. Betimsel analizde araştırma için toplanan veriler daha önceden belirlenen temalara göre özetlenir ve yorumlanır. Görüşmelerde, belirtilen görüşlerin daha çarpıcı ve dikkat çekici olması amacıyla doğrudan alıntılara sık sık yer verilir. Betimsel analizde amaç, verilerin sistematik ve açıkça betimlenmesidir. Sonra bu betimlemeler açıklanır ve yorumlanır. Daha sonra ise neden-sonuç ilişkileri incelenir ve sonuçlar çıkarılır. Ortaya çıkan temalar ilişkilendirilir, anlamlandırılır ve de sonrası için tahminler ve önerilerde bulunulabilir.

Araştırmada elde edilen veriler sırasıyla yazılı forma dönüştürme, kodlamaların oluşturulması, temaların bulunması, kodlamaların karşılaştırılması ve güvenilirliği, bulguların yorumlanması ile analiz edilmiştir.

- Verileri yazılı forma dönüştürme: Görüşme formundaki ve ses kayıtlarındaki verilerin hiçbir değişiklik yapılmadan aynen aktarılmasıdır. Daha sonra tüm bu yazılı kayıtlar araştırma konusuna hâkim bir uzmanla birlikte değerlendirilir.
- Kodlamaların oluşturulması: Elde edilen veriler incelenerek anlamlı bölümlere ayrılır. Ayrılan her bölümünde ne anlam ettiği bulunur. Kendi içinde anlamlı bir bütün oluşturan bölümler isimlendirilir, yani kodlanır.
- Temaların kodlanması: Toplanan verilerin kodlanması ve sınıflandırılması kendi başına yeterli değildir. Öncelikle ortaya çıkan kodlardan yola çıkarak verileri, genel düzeyde açıklayabilen ve kodları belirli kategorilere göre bir araya getiren temaların bulunması gerekmektedir. Araştırmacı ve alandan bir uzman birbirlerinden bağımsız olarak araştırma kapsamındaki verilerin yazılı olduğu

formların tümünü okuyarak görüşme kodlama anahtarında her sorunun yanıtını içeren uygun temayı kodlarlar [124].

- Kodlamaların karşılaştırılması ve güvenilirlik: Görüşülen her birey için kodlama anahtarları doldurulur ve daha sonra kodlama anahtarının tutarlılığı karşılaştırılır. Bu işlemde araştırmacı ve uzman aynı temayı işaretler ise veya her ikisi de aynı temayı işaretlemeler de bu uzmanlar arası “görüş birliği” olarak kabul edilir. Eğer araştırmacı ve uzman farklı temalar işaretler ise bu “görüş ayrılığı” olarak kabul edilir. Kodlamaların güvenilirliği aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Güvenirlik} = \frac{\text{Görüş Birliği}}{(\text{Görüş Birliği} + \text{Görüş Ayrılığı})} \times 100$$

Güvenirliğin 0,70'den yüksek olması gerekmektedir. Buna göre bu araştırmada kodlayıcılar arası güvenilirlik 0,70'den yüksek çıkmış ve kodlamalar güvenilir kabul edilmiştir.

- Bulguların tanımlanması ve yorumlanması: Görüşmelerin kodlama anahtarına göre işlenmesi ve güvenilirlik çalışmasının yapılmasından sonra veriler tanımlanarak, araştırma soruları gerekli yerlerden doğrudan alıntılar yapılarak desteklenir. Tanımlanan bulgular açıklanır, araştırma soruları ile ilişkilendirilir [129].

#### **5.7.2.1. Bireysel görüşmelerin çözümü ve yorumlanması**

Bireysel görüşmelerin tamamlanmasının ardından, araştırmacı her bir bireysel görüşme katılımcısı için bilgisayar ortamında bir klasör oluşturmuştur. Her görüşmede not alma şeklinde tutulan kayıtlar bilgisayar ortamında önceden oluşturulmuş ilgili klasöre aktarılmıştır. Daha sonra her katılımcının görüşme çözümlenmeleri yine aynı klasör içinde metin dosyası olarak belgelenmiştir. Bu süreç her bireysel görüşme katılımcısı için tekrarlanmıştır.

Bireysel görüşme yapılan deneyimli hava trafik kontrolörleri ve öğretmen pilotlar;

- Anadolu eğitim havasahasında gerçekleştirilen uçuşların eğitim uçuşları olması,
- Eğitim uçuşlarında görerek şartlarda uçulmasına rağmen sınırları kesin bir şekilde belirtilmemiş olması,
- Coğrafi ve fiziki oluşumlar gibi nirengi noktalarına göre belirlenmiş bölgelerde birbirlerine çok yakın uçmak durumunda kalınması,
- Eğitime yeni başlayan öğrenci pilotların için hava trafik hizmetine yoğun bir şekilde ihtiyaç duyulması,

- Eğitim uçuşlarının izlenmesi için teknoloji desteğinin olmaması, durumlarının işyükü ve kapasite üzerinde önemli etkilerinin olduğunu belirtmişlerdir.

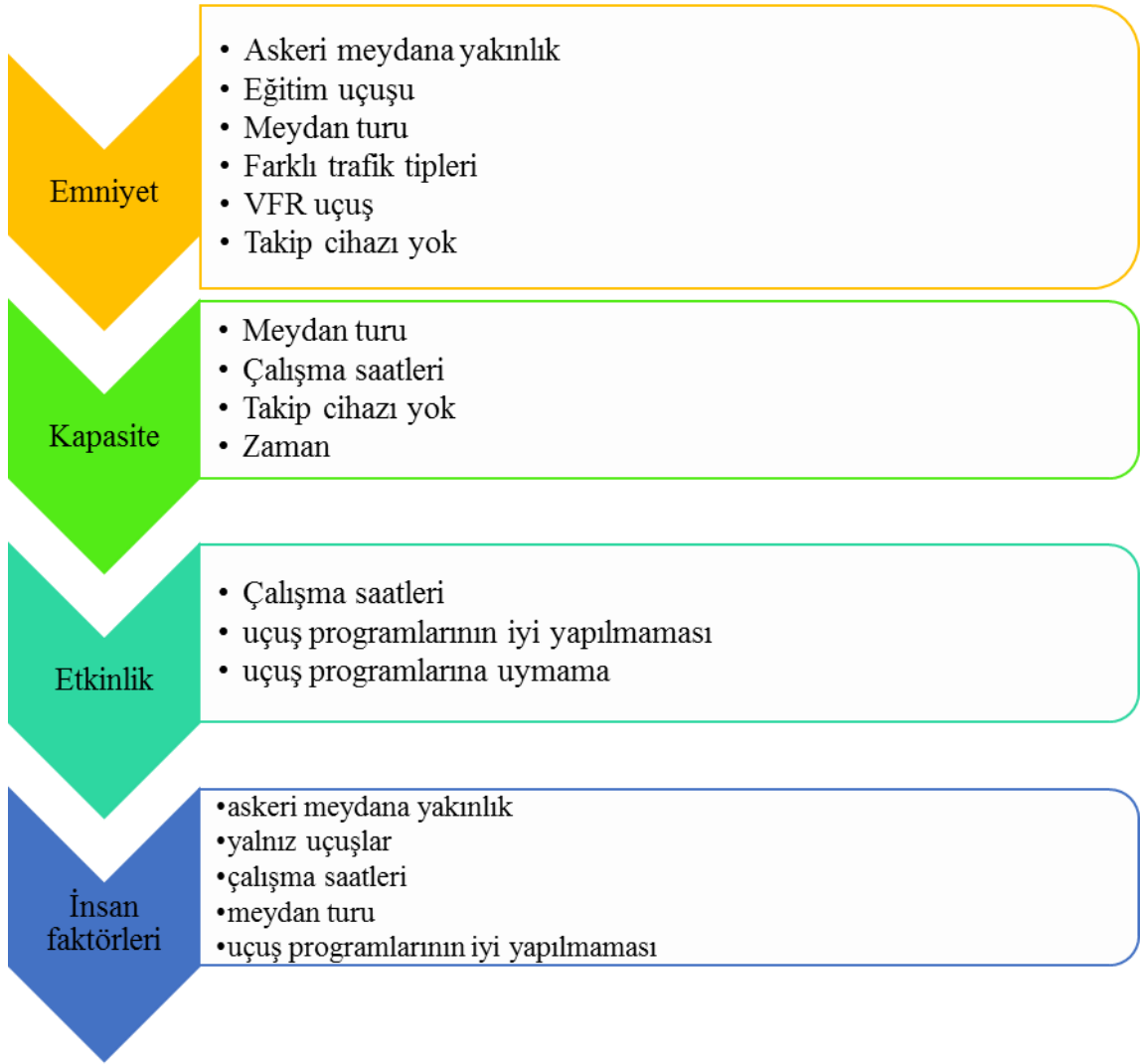
### **5.7.2.2. Odak grup görüşmelerinin çözümü ve yorumlanması**

Odak grup görüşmesinin verilerin analizinde betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Betimsel analiz içerik analizine göre daha yüzeysel olup, daha çok araştırmanın kavramsal yapısının önceden açık biçimde belirlendiği araştırmalarda kullanılmaktadır [122]. Veriler, araştırma sorularının ortaya koyduğu temalara veya görüşme ve gözlem süreçlerinde kullanılan sorulara göre düzenlenebilmektedir. Başka bir deyişle, veriler daha önceden belirlenen temalara göre özetlenerek yorumlanmaktadır. Ayrıca, doğrudan alıntılara sıkça yer verilmektedir [129]. Betimsel analizde amaç, elde edilen bulguları düzenlenmiş ve yorumlanmış bir şekilde sunmaktır.

Araştırmada veriler, araştırma sorularının ortaya koyduğu temalara göre düzenlenmiştir. Toplam iki saat süren odak grup görüşmesine ait ses kayıtlarının dökümü yapıldıktan sonra, dökümler araştırmacı tarafından birkaç kez okunmuştur. Öncelikle araştırma sorularından yola çıkılarak veri analizi için bir çerçeve oluşturulmuş; verilerin hangi temalar altında düzenleneceği belirlenmiştir. Daha sonra, elde edilen veriler oluşturulan çerçeveye göre okunarak düzenlenmiştir. Bir sonraki aşamada ise düzenlenen veriler tanımlanarak, doğrudan alıntılarla desteklenmiştir. Son olarak, tanımlanan bulgular açıklanmış ve yorumlanmıştır.

Odak grup görüşmesi verilerinin çözümü ve yorumlanması, bireysel görüşmelerin çözümü ve yorumlanması süreciyle benzerlik göstermektedir. Odak grup görüşmesi gerçekleştirildikten sonra araştırmacı görüşme ses kayıtlarını bilgisayar ortamına aktarmış ve bir metin belgesinde çözümlemelerini tamamlanmıştır. Çözümleme işleminin ardından, bireysel görüşmelerin çözümü ve yorumlanmasından elde edilen ana temalar ve bu temalardan oluşturulan kontrol listesinde yer alan kodlama işleminin ardından, bireysel görüşmelerin çözümü ve yorumlanması sürecinde izlenen yolda olduğu gibi, odak grup görüşmesine ilişkin kodlar, tema ve ana temalar çıkarılmış ve kontrolleri yapılmıştır. Odak grup görüşmesi çözümü ve yorumlanmasından elde edilen kodlar ve temalarla benzerlik gösteren bireysel görüşmelerden elde edilen ana temalar birleştirilmiş ve ana tema ortaya çıkmıştır. Bu durumda odak grup görüşmesinin, bireysel görüşmelerde elde edilen ana temaları doğrular nitelikte olduğu fark edilmiştir.

Form 1'den çıkarılan kodlar ve alt temalar Şekil 6.25'de verilmiştir.



**Şekil 5.25.** Form 1 için çıkarılan kod ve alt temalar

Odak grup görüşmesinde Form 1’de de yer alan katılımcı profilli ve sonrasında yer alan “Yapılan uçuş operasyonları ile ilgili düşüncelerinizi emniyet, kapasite, etkinlik ve insan performansı açısından (stres-işyükü, hata yapma, yorgunluk vb.) açısından değerlendiriniz” sorusuna verilen yanıtlardan emniyet açısından askeri meydana yakınlık, takip cihazının olmaması, uçuşların eğitim uçuşu olması ve çoğunlukla VFR uçuş yapılması, farklı trafik tipleri olduğu için olumsuz durumların yaşanabileceği belirtilmiştir. Bunlarla ilgili görüşler şu ifadelerle dile getirilmiştir.

*“Uçuşlar görerek olduğu için daha çok pilot sorumluluğundadır. Ancak herhangi bir takip cihazı olmaması açısından verilen talimatlar pilotların bildirimine göredir. Bu nedenle de bir kaza yaşanmamış olmasına göre çok emniyetli değildir.”*

*“Genel olarak havacılık kuralları uygulanmakla birlikte farklı meydan turu paternleri olması nedeniyle, zaman zaman meydan turundaki trafikler gerekli minimaların altında ayırma ile trafiğe alınabilmektedir.”*

*“Askeri meydan yakınlığı ve eğitim uçuşu özelliği nedeniyle emniyetsiz durumlar yaşanmaktadır.”*

*“Meydan turunun çok kullanılmasından dolayı meydan turu kapasitesi yetersiz kalmakta ve uçaklar çalışma bölgelerinde bekletilmekte veya kalkışta gecikme olmaktadır.”*

*“Meydan çalışma saatleri özellikle yaz sezonunda 08:30-17:30 yerine daha uzun bir zaman dilimine yayılarak trafik sayısı arttırılabilir.”*

*“Uçuşlar eğitim uçuşu ve görerek olduğu için uçuş yapılabilecek gün sayısının az olmasıyla beraber bütün uçakların aynı zaman dilimine iniş ve kalkış planlaması emniyeti de olumsuz etkilemekte. Uzun zaman dilimlerine yayarak hem kapasite doğru kullanılmış olacak hem de emniyet arttırılacaktır.”*

*“Kapasite düşük bir oranda kullanıyor. En büyük nedeni (insan ve araç) kaynak eksikliği ve organizasyon sorunlarıdır.”*

*“Eğitim uçuşlarının planlanması düzgün yapılması durumunda uçuşların günün tamamına yayılması daha etkin kullanım imkânı olabilir.”*

*“Uçuş başlamadan bazen programda değişiklik yapılmaktadır. Bakımla daha iyi organize olarak faal uçaklar öğrenilip program bu doğrultuda yapılabilir.”*

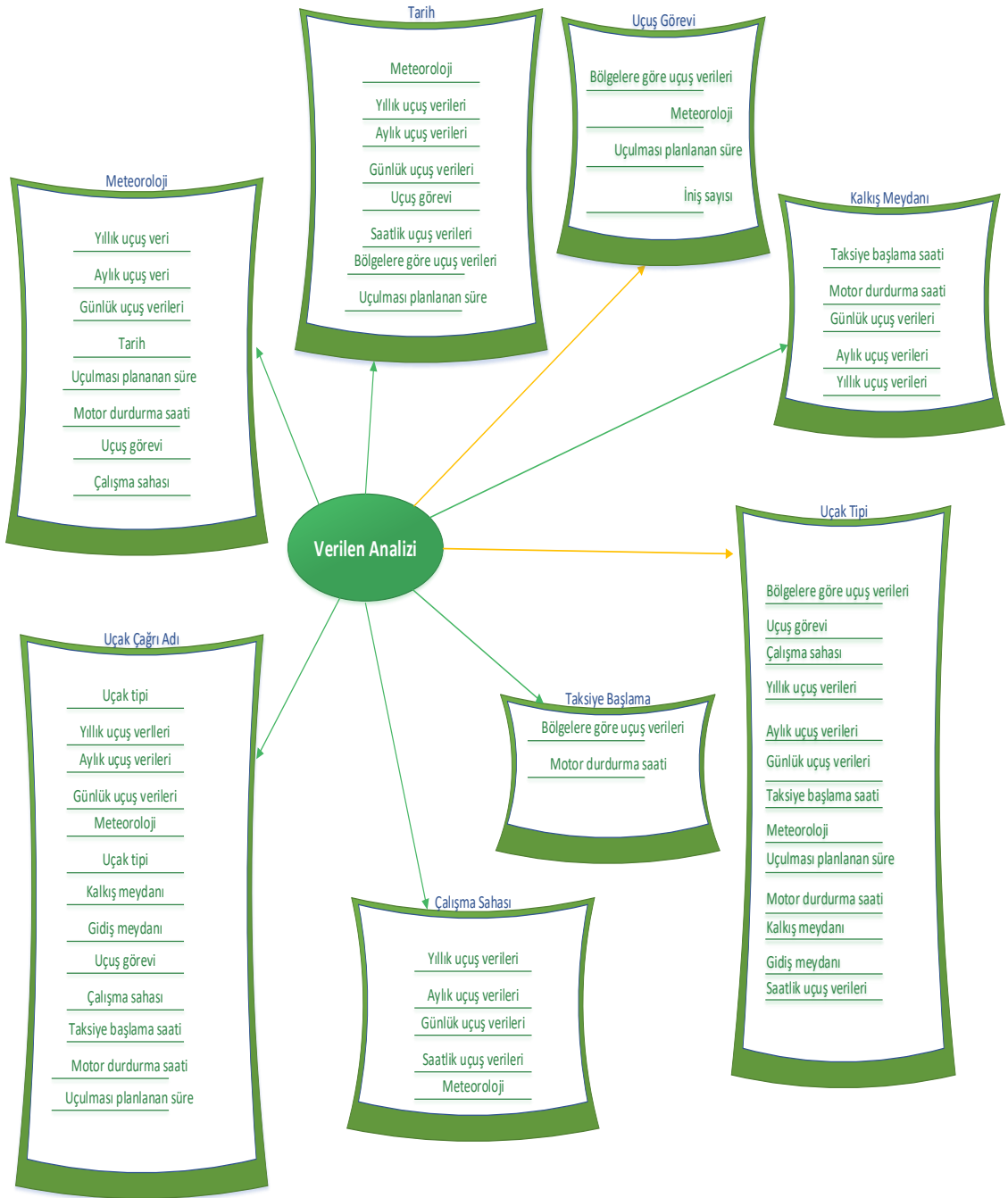
*“Tüm gün güneş ışığından yararlanılarak yapıldığı periyotlarda sorti aralarının dinlenme ve uçuşun değerlendirmesine zaman bırakılınca daha etkin olmakta aksi halde verim düşmektedir.”*

*“Askeri meydana yakınlık, eğitim uçuşlarında öğrenci pilot uçuşu gibi bir takım faktörler stres, işyükü artışına sebep olmakta ve buna bağlı hata yapma riskini arttırmaktadır.”*

*“Aynı anda çok sayıda uçağın kalkışa ve inişe gelmesi, ILS, VOR, VOR/DME yapacak uçaklar ve ters pisti kullanacak uçaklarla meydan trafik paterninde çalışma yapacak uçaklar inanılmaz stres, işyükü ve hatayı arttıracaktır. Pilotların birbirlerini dinlememesi, yeni öğrenci pilotlara readbacklerde yardımcı olmamaları, freyzleri tekrar ettirmeleri işyükünü arttıracaktır.”*

Görüşmelerde katılımcıların verdikleri yanıtlar değerlendirildiğinde Anadolu eğitim havasahasını emniyet, kapasite, etkinlik ve insan faktörleri açısından iyileştirilebilir bulmaktadırlar.

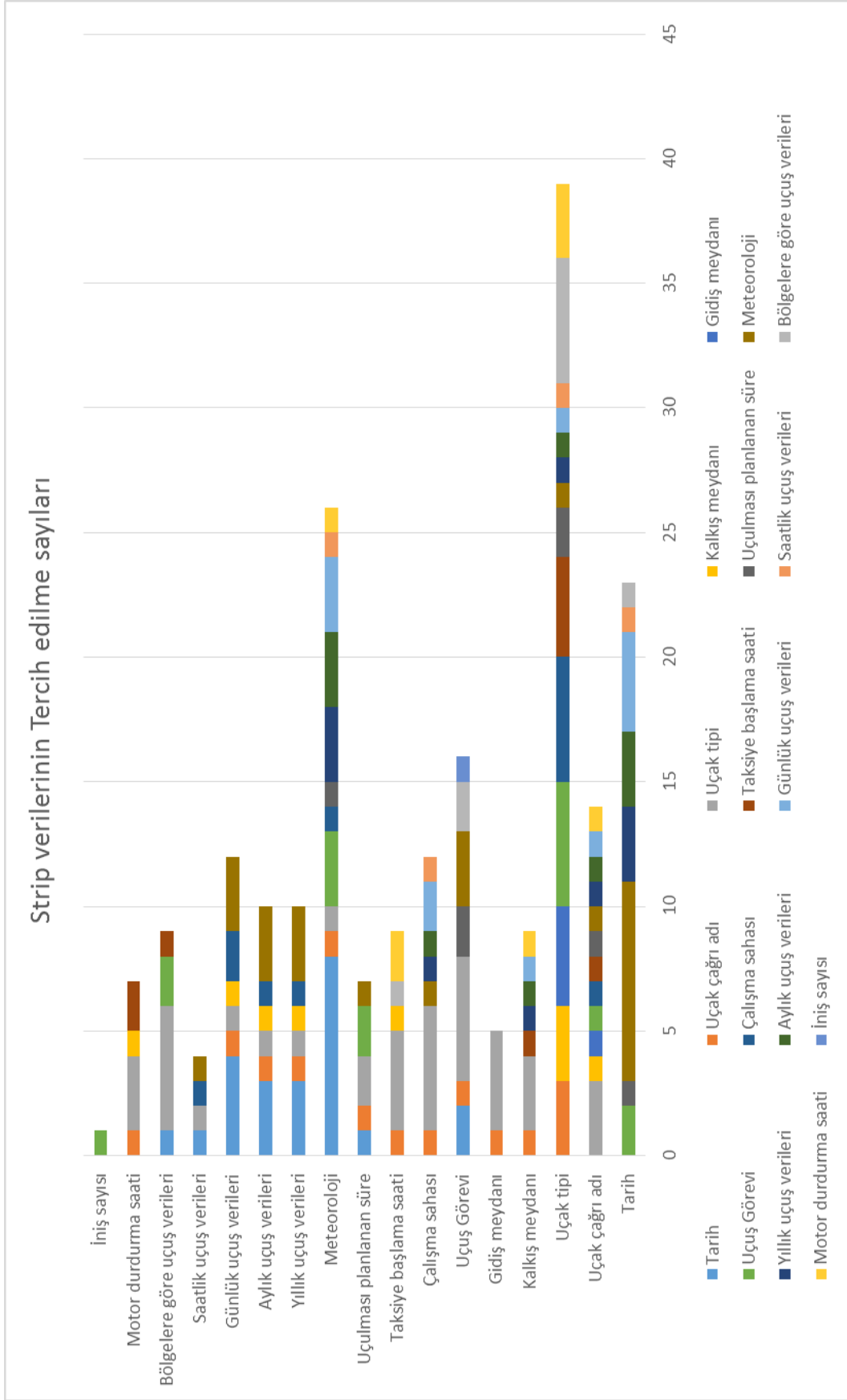
Form 2 ile görüşmeye katılan uzmanlara sorulan “Sizce aşağıdaki verilerden hangilerini öncelikli olarak birbirleri ile analiz etmek daha önemlidir? Lütfen aşağıdan seçerek yazınız.” sorusu ile verileri incelemeleri istenmiş varsa eklemek istedikleri farklı verileri Form 2’deki bölüme yazmaları istenmiştir. Katılımcıların seçtikleri veriler ve bu verilerin diğer hangi veriler ile analiz edilmesi gerektiği ile ilgili görüşleri Şekil 6.26’de verilmiştir. Veriler tercih edilme sayısına göre düzenlendiğinde Tablo 6.9’daki sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlara göre yapılan grafikte Şekil 6.27’de verilmiştir. Buna göre uzmanlar uçak tipinin en önemli veri olduğunu, iniş sayısının ise analizde daha az katkısı olduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuçlar araştırmanın nicel boyutunda da oldukça önemlidir. Katılımcılara Form 2’nin ikinci bölümünde ayrıca “Size göre operasyonel açıdan burada olmayan ve olması gerektiğini düşündüğünüz veriler varsa lütfen belirtiniz.” sorusu sorulmuştur. Katılımcılardan bir kişi meteoroloji ve iniş sayısını, bir kişi de operasyonu gerçekleştiren pilot ve kontrolörlerin araştırmada belirtilmesi gerektiğini söylemiştir.



**Şekil 5.26.** “Sizce aşağıdaki verilerden hangilerini öncelikli olarak birbirleri ile analiz etmek daha önemlidir? Lütfen aşağıdan seçerek yazınız” Sorusu için Çıkan Sonuçlar.

**Tablo 5.9. Uçuş Operasyon Verileri Tercih Edilme Sayıları**

	Tarih	Uçak çağrı adı	Uçak tipi	Kalkış meydanı	Gidiş meydanı	Uçuş Görevi	Çalışma sahası	Taksiye başlama saati	Uçulması planlanan süre	Meteoroloji	Yıllık uçuş verileri	Aylık uçuş verileri	Günlük uçuş verileri	Saatlik uçuş verileri	Bölgelere göre uçuş verileri	Motor durdurma saati	İniş sayısı
Tarih	0	0	0	0	0	2	0	0	1	8	3	3	4	1	1	0	0
Uçak çağrı adı	0	0	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0
Uçak tipi	0	3	0	3	4	5	5	4	2	1	1	1	1	1	5	3	0
Kalkış meydanı	0	1	3	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0
Gidiş meydanı	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Uçuş Görevi	2	1	5	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	2	0	1
Çalışma sahası	0	1	5	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	1	0	0	0
Taksiye başlama saati	0	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0
Uçulması planlanan süre	1	1	2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Meteoroloji	8	1	1	0	0	3	1	0	1	0	3	3	3	1	0	0	0
Yıllık uçuş verileri	3	1	1	1	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Aylık uçuş verileri	3	1	1	1	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Günlük uçuş verileri	4	1	1	1	0	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Saatlik uçuş verileri	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Bölgelere göre uçuş verileri	1	0	5	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motor durdurma saati	0	1	3	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
İniş sayısı	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



**Şekil 5.27. Strip Verilerinin Katılımcılar Tarafından Tercih Edilme Sayıları**

Odak grup görüşmesinin Form 3 aşamasındaki sorular ve katılımcılardan alınan yanıtlar Tablo 5.10. ve Tablo 5.19. arasındaki tablolarda yer almaktadır.

**Tablo 5.10.** “Araştırmada uygulama açısından sizce sunuda yer almayan başka konular ya da analizler araştırmada yer almalı mıdır? Varsa lütfen kısaca belirtiniz.” Sorusu.

Araştırmada uygulama açısından sizce sunuda yer almayan başka konular ya da analizler araştırmada yer almalı mıdır? Varsa lütfen kısaca belirtiniz.
Yok.
Eğitim uçuşları için pilotaj işyükünün de incelenerek havasahası karmaşıklığına etkisi nedir?
Askeri havasahası olması sebebiyle dikine ve yanlamasına limitlerin olması, ayrıca aletli yaklaşma sistemi sadece 09 pistine göre tesis edilmiştir. Kullanılan 27 olursa aletli yaklaşma yapan trafikle kaza ihtimali vardır.
İnsan faktörleri(işyükünü arttıran paternlerde ısrarcı olmak, kontrolörün görevi olmayan işleri kontrolöre yaptırmak, frekansta gereksiz konuşmalar yapılması.)
Eskişehir, Yenişehir ve Anadolu kontrol sahalarının iç içe olması, yakın olması işyükünü artırır.
Emniyet artırıcı teçhizat üzerinde
Riske etki eden haberleşme, görsel olarak takip edilememe.

İlk soru için alınan yanıtlardan yapılan kodlamalar,

- Pilotaj işyükü
- Yaklaşma prosedürleri
- Komşu kontrol sahası ile iç içe olma
- Teknolojik uçuş izleme sisteminin olmamasıdır.

**Tablo 5.11.** “Araştırmada uygulamada uçuş emniyeti ve risk değerlendirmesi açısından çalışmadaki en önemli konular hangileridir? Bunlar gelecekte nasıl fayda sağlayabilir?”

Sorusu.

Araştırmada uygulamada uçuş emniyeti ve risk değerlendirmesi açısından çalışmadaki en önemli konular hangileridir? Bunlar gelecekte nasıl fayda sağlayabilir?
Havaalanının konumu, kapasite kullanımı, kontrolör işyükü, birimler arası koordinasyon.
Kontrolör işyükünün hesaplanması.
Bölgelerden gelişler ile meydan trafik paternindeki uçakların ayırmasına yönelik yöntemler ile daha risksiz ve emniyetli uçuş sağlanabilir.
Mevcut hava trafik yönetim kurallarına uymak. Bu kurallar çerçevesinde üst yönetim baskısı olmadan emniyetli çalışmak.
Uçakları takip edecek teknolojinin bulunmaması. Bu sistemle işyükü azalacaktır, emniyet artacaktır.
Teknoloji kullanımı hem kontrolörün hem de pilotun işyükünü azaltır ve emniyet sağlar.
Rotaların kesişme yaptığı yoğunlaştığı yerler belirlenmesi. Rota ve çalışma sahaları tasarımı değişebilir.
Uçakların rotalarındaki olası kesişim noktaları. Potansiyel risk tablosu. Bu noktaların rapor noktası haline getirilmesi gerekmektedir.

İkinci soru için alınan yanıtlardan yapılan kodlamalar,

- Kontrolör işyükü,
- Çalışma sahasının yeniden tasarımı,
- Teknolojik uçuş izleme sisteminin olmamasıdır.

**Tablo 5.12.** “Araştırmada uygulama açısından eğitim havasahası kapasitesi açısından çalışmadaki en önemli konular hangileridir? Bunlar gelecekte nasıl fayda sağlayabilir?”

Sorusu.

Araştırmada uygulama açısından eğitim havasahası kapasitesi açısından çalışmadaki en önemli konular hangileridir? Bunlar gelecekte nasıl fayda sağlayabilir?
Havasahası kullanımının efektif uygulanması kontrolör yükünün azalması ve uçuş sayısının çoğalmasını ve emniyet artışını sağlayacaktır.
Bölgeler ve meydan trafik paterninin ayrımı. Havasahası limitleri
Mâniolar. İrtifa limitleri.
Belirli paternlerin ya da prosedürlerin trafiğin durumuna göre yapılması ya da uçuş planlamasının yapılacak paternlere göre, prosedürlere göre hazırlanması. Emniyet artar, işyükü azalır, stres azalır.
Bölge sınırları arttırılmalıdır. Özellikle güneyde kullanılabilen bölgeler kapasiteyi oldukça arttıracaktır.
Çalışma sahalarının ve iniş paterninin değerlendirilmesi ve gelecekte tekrar tasarlanması.
Bölgenin tek merkezden planlanıp kullanılması.

Üçüncü soru için alınan yanıtlardan yapılan kodlamalar,

- Meydan trafik paterni,
- Çalışma sahasının yeniden tasarımıdır.

**Tablo 5.13.** “Araştırmada uygulama açısından uçuş etkinliği açısından çalışmadaki en önemli konular hangileridir? Bunlar gelecekte nasıl fayda sağlayabilir?” Sorusu.

Araştırmada uygulama açısından uçuş etkinliği açısından çalışmadaki en önemli konular hangileridir? Bunlar gelecekte nasıl fayda sağlayabilir?
Trafiğin gün içine yayılması, çalışma sahalarının yeniden düzenlenmesi.
Kule personeli tarafından uçuşların bilgisayardan takip edilmesinin sağlanması.
Pilotların aynı zaman diliminde uçuşa başlaması (planların dışına çıkılması).
Planlanan günlük uçuşları farklı zaman dilimlerine yayarak daha etkin uçuş yapmak.
Kapasitenin etkin kullanımı. Bir grup uçak kalkıp görev yerine gittikten sonra diğer grubun çalışma yapması, görev yerindekilerin dönüşünde diğerlerinin ortamı rahatlatması.
Zamanın etkin kullanımı.
Verimliliğin arttırılması. Gelecekte kapasite artışı sağlanabilir.
Mevcut sahanın kullanım irtifalarının gözden geçirilmesi. Blok irtifa uygulaması, gidişte 5500 ft, dönüşte 5000 ft. Bölge çalışması 6000 ft – 7000 ft. Üst limit arttırılırsa (7500 ft gibi) gidiş-geliş kesişme azalır.

Dördüncü soru için alınan yanıtlardan yapılan kodlamalar,

- Çalışma saatleri,
- Teknolojik uçuş izleme sisteminin olmaması,
- Çalışma sahasının yeniden tasarımıdır.

**Tablo 5.14.** “Araştırmada uygulama açısından işyükü ve karmaşıklığı açısından insan faktörleri kapsamında risk değerlendirmesi yaptığınızda, çalışmada gelecekte katma değer yaratabilecek konular hangileridir?” Sorusu.

Araştırmada uygulama açısından işyükü ve karmaşıklığı açısından insan faktörleri kapsamında risk değerlendirmesi yaptığınızda, çalışmada gelecekte katma değer yaratabilecek konular hangileridir?
Havaalanı pat sahasının yapısı kontrolör işyükünü çok fazla arttırmaktadır. Bazı durumlarda hava trafik kontrolörü gibi değil araç kontrolörü gibi çalışıyoruz.
Gelecekte eğitim uçuşlarının artması durumunda havasahasının kapasite artırımına ne kadar ihtiyaç olduğunun belirlenmesi ve hava trafik kontrolörlerinin işyükünün hesaplanması.
Radar ile çalışma imkânı. Radarsız yaklaşma yetkisi verilerek sorumluluk baskısının azaltılması.
Havasahasının yeniden tasarımı. Daha iyi günlük uçuş programı. Her pist için aletli yaklaşma.
Eğitim verilmelidir.
Kapasite arttırma çalışmaları mevcut sistemle yapılırsa risk artacaktır.
Risk alanlarının belirlenmesi ve ortak anlayışla risk azaltıcı yöntemlere yönelmek.
Görsel olarak izleme olanaklarının kurulması.

Beşinci soru için alınan yanıtlardan yapılan kodlamalar,

- Teknolojik uçuş izleme sisteminin olmaması,
- Çalışma sahasının yeniden tasarımıdır.

**Tablo 5.15.** “Sizce çalışmada başka yer alması gerektiğini düşündüğünüz konular ve analizler var mı? Varsa bunlar nelerdir? ” Sorusu.

Sizce çalışmada başka yer alması gerektiğini düşündüğünüz konular ve analizler var mı? Varsa bunlar nelerdir?
Emniyet açısından kapasite hesaplaması yapılırken hava sahamızda hâlihazırdaki eğitim uçuşları için kapasite artırımına gerek var mı sorusu araştırılmalı.
Anadolu meydan paterni için güneyin askeri tahditli olup, kullanılmaması.
Askeri meydan ve sivil meydan birbirine bu kadar yakın olmalı.
Sivil asker havasahası.
Bölge kullanımı ve gidiş dönüş usullerinin daha verimli hale getirilmesi işyükünü azaltacaktır.
Önerilmiş trafik paterni veya rotalar.
Uçuş kulesine yoğunluğun arttığı periyotlarda kullanılması için ilave frekans tahsisi. Her iki yöne alçalma tasarımı.

Altıncı soru için alınan yanıtlardan yapılan kodlamalar,

- Askeri meydan ile yakınlık,
- İlave frekans kullanımı,
- Çalışma sahasının yeniden tasarımıdır.

**Tablo 5.16.** “Araştırmada uygulama açısından çalışmanın güçlü yönleri nelerdir?” Sorusu.

Araştırmada uygulama açısından çalışmanın güçlü yönleri nelerdir?
Direk kuleden alınan gerçek iniş kalkış saatlerinin tek tek incelenip analiz edilmesi.
Reel verilere dayalı olması.
Sonuç odaklı, sorunun tespitine ve çözüme yönelik.
Sorunları çözmeye yönelik olması, dikkate alınması.
Çıkacak sonuçlara göre alınacak önlemlerle işyükü azalır ve emniyet artar.
Çalışma grubuyla çalışmaya pozitif yaklaşım.
İstatistik bilgileri, çalışmanın akışı, uçuş emniyetini direkt arttırması, personel verimini arttırmaya müsait olması.

Yedinci soru için alınan yanıtlardan yapılan kodlamalar,

- Gerçek uçuş verileri,
- Sonuç odaklı,

- Uzman görüşlerdir.

**Tablo 5.17.** “Araştırmada uygulama açısından çalışmanın zayıf yönleri nelerdir?” Sorusu.

Araştırmada uygulama açısından çalışmanın zayıf yönleri nelerdir?
Yapılan çalışmalar daha açıklayıcı, daha somutlaştırılmalı.
Organizasyondan bilgi almada zorluk.
Yok.

Sekizinci soru için alınan yanıtlardan yapılan kodlamalar,

- Organizasyondan bilgi almada zorluk,
- Daha somut olmalıdır.

**Tablo 5.18.** “Araştırmada uygulama açısından çalışmanın gelişmeye açık yönleri nelerdir?” Sorusu.

Araştırmada uygulama açısından çalışmanın gelişmeye açık yönleri nelerdir?
Tekrar kullandığımız havasahasının gözden geçirilip nasıl etkin hale getirilebileceği saptanabilir.
Havasahası kapasitesi artırılabilir ve hava trafik karmaşıklığında azalmalar olabilir.
Örnek havasahası anlatılabilir. Yani özellikleri bakımından örnek olabilecek optimum kullanılan rol model bir havasahası.
Konular detaylandırılabilir.
Teknolojinin işyükünü ne kadar azalttığına dair somut veriler kullanılabilir.
Emniyet, etkinlik alanlarında.
Kullanılan sahanın tekrar dizayn edilip tekrar değerlendirme yapılabilmesi.

Dokuzuncu soru için alınan yanıtlardan yapılan kodlamalar,

- Çalışma sahasının yeniden tasarımı,
- Teknolojik uçuş izleme sistem gerekliliğinin anlatımı,
- İş yükü hesabıdır.

**Tablo 5.19.** “Araştırmada uygulama açısından size göre bu çalışmanın sonuçlarının potansiyel katkıları kimler açısından faydalı olacaktır?” Sorusu.

Araştırmada uygulama açısından size göre bu çalışmanın sonuçlarının potansiyel katkıları kimler açısından faydalı olacaktır?
Hava trafik kontrolörleri, pilotlar.
Havasahasını yönetenler ve havasahası kullanıcıları.
Pilot ve hava trafik kontrolöre işyükü emniyet, stres. Sorumlu olan herkese katkı sağlayacaktır.
Hava trafik kontrolörleri, pilotlar (daha akıcı ve daha performanslı çalışmalarını dolayısıyla verimliliklerinin artmasını sağlayacağını düşünüyorum.

Onuncu soru için alınan yanıtlardan yapılan kodlamalar,

- Pilot,
- Hava trafik kontrolörüdür.

Form 3’teki kodlamalar için çıkan temalar;

- Komşu kontrol sahası ve askeri saha ile iç içe olma
- Çalışma sahasının yeniden tasarımı
- Teknolojik uçuş izleme sisteminin olmamasıdır.

Odak grup görüşmesinde görüşmenin sonunda katılımcılara çalışmayı genel olarak değerlendirdiklerinde anlaşılabilirlik, operasyonel çevreye uygunluk, önerilerin uygulamaya dönüştürülebilme potansiyeli ve sonraki çalışmalar için katkı sağlama konuları hakkındaki düşüncelerini 1 ila 10 arasında puanlamaları istendiğinde verilen puanlar 7 ila 10 arasında değişmektedir. Katılımcılar tarafından verilen puanların aritmetik ortalaması alındığında en düşük değeri 8,625 puanla önerilerin uygulamaya dönüştürülebilme potansiyeli almıştır. Bunun nedeninin de hem operasyonda çalışanların hem de yönetsel kararlarda görüş ayrılıkları yaşanacağı belirtilmiştir. Katılımcılar tarafından verilen puanların aritmetik ortalaması alındığında en yüksek değeri ise 9,75 puanla daha sonra yapılacak çalışmalar için katkı sağlama potansiyeli almıştır. Bunun nedeni olarakta katılımcılar bu araştırma konusu ile ilgili uzman görüşlerinin alınmasının çalışmaya ve sonraki çalışmalara önemli katkılar sağlayacağını belirtmişlerdir.

**Tablo 5.20. Odak Grup Görüşme Formu Form 4.**

Çalışmayı genel olarak değerlendirdiğinizde aşağıdaki konular hakkında düşüncelerinizi belirtiniz.									
- Anlaşılabilirlik	9	9	9	8	10	10	10	10	Ortalama
	9,375								
- Operasyonel çevreye uygunluk	8	7	10	10	10	9	9	9	Ortalama
	9								
- Önerilerin uygulamaya dönüştürülebilme potansiyeli	10	8	10	7	9	9	8	8	Ortalama
	8,625								
- Daha sonra yapılacak çalışmalar için katkı sağlama potansiyeli	10	10	10	9	10	10	9	10	Ortalama
	9,75								

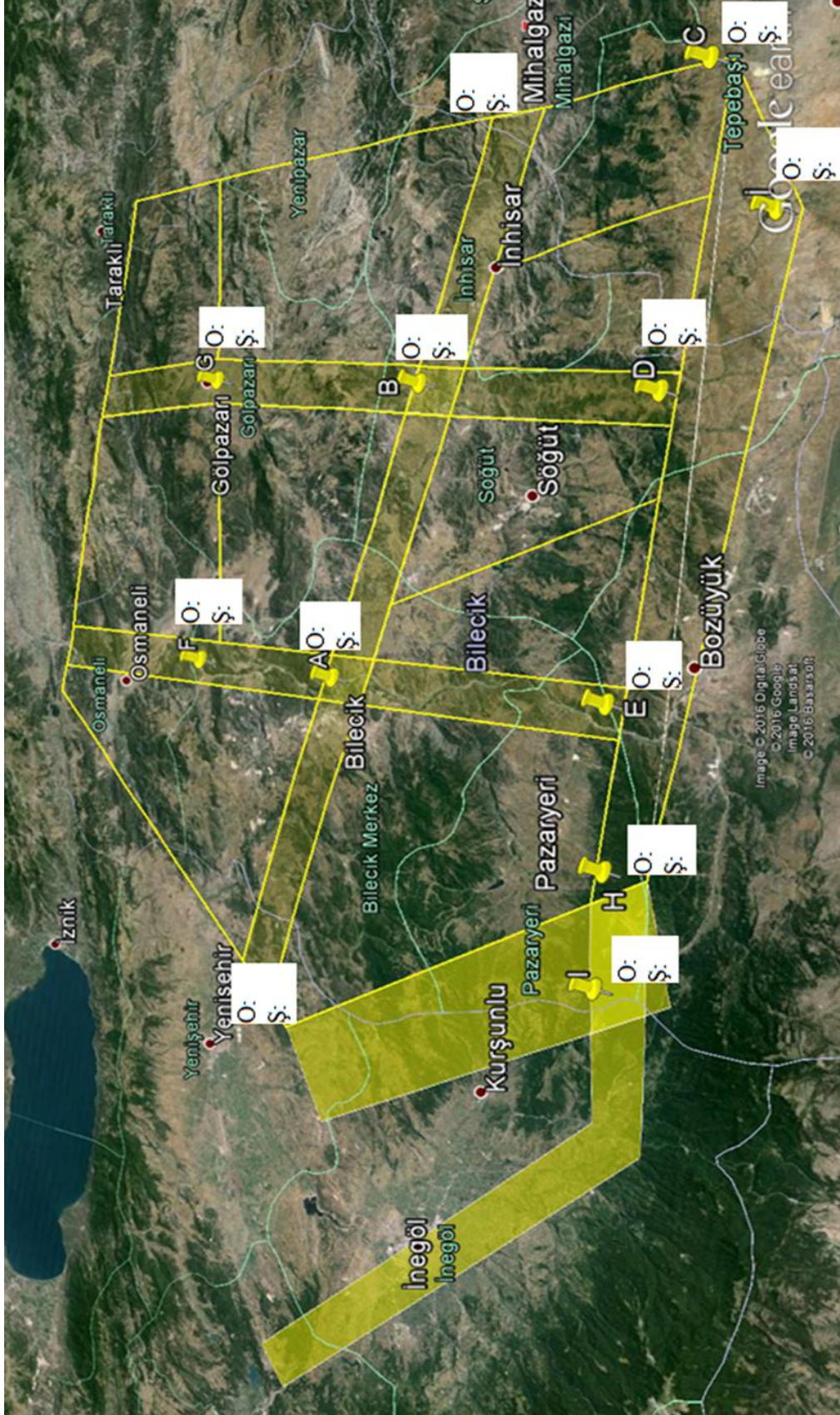
Odak grup görüşme formu Form 4 ikinci bölümde de katılımcılara “Bu toplantı süreci emniyet, işyükü ve kapasite değişkenleri açısından farkındalığınızı etkiledi mi? Lütfen belirtiniz.” sorusu yöneltildi. Katılımcıların tamamı yapılan bu odak grup görüşmesi ile emniyet, işyükü ve kapasite açısından farkındalıklarının artarak, düşündüklerinden işyükü açısından daha yoğun ve daha riskli bir çalışma sahasında çalıştıklarını algıladıklarını belirtmişlerdir.

**Tablo 5.21. Odak Grup Görüşme Formu Form 4 İkinci Bölüm**

Bu toplantı süreci emniyet, işyükü ve kapasite değişkenleri açısından farkındalığınızı etkiledi mi? Lütfen belirtiniz.
Emniyet, işyükü ve kapasite değişkenleri bakımından farkındalığınızı arttırdı.
İş yükünün düşünüldüğünden daha fazla olduğunu, aslında oldukça riskli bir çalışma sahasının olduğunu fark ettim.
Kapasite açısından daha önce hiç bakmadığım bir pencereden bakmamı sağladı.
Evet. Havasahasının yeniden tasarlanması gerektiğini anladım.
Evet. İş yükümüzü etkileyen faktörleri inceleme fırsatı verdi.
Evet. Umarım sonuçları uygulanabilir.

Odak grup görüşmesinin harita aşamasında katılımcılara risk matrisi verilerek, matristeki değerlere göre haritalar üzerindeki noktaları değerlendirmeleri istenmiştir.

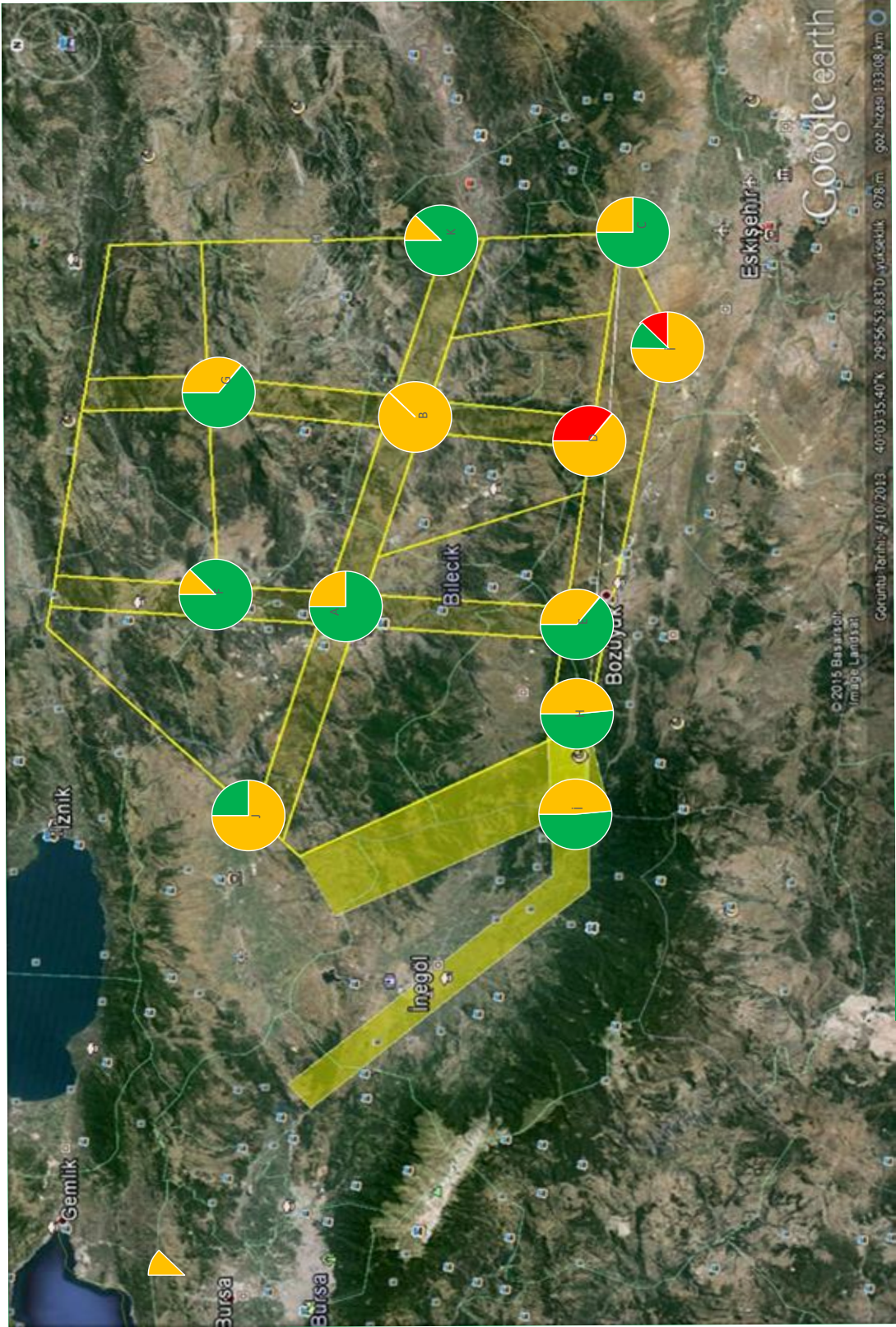
Görsel 5.2’de verilen Harita 1’de Anadolu eğitim havasahasındaki çalışma bölgeleri, koridorlar ve operasyonda önem arz eden noktalar belirlenmiştir. Katılımcıların yaptığı risk değerlendirmeleri Tablo 6.22’de verilmiştir. Risk değerlendirmelerine göre çıkan sonuçlar Görsel 5.3’de verilmiştir. Buna göre “D” ve “İ” noktaları “kabul edilemez”, diğer noktalarda ise “gözden geçir” ve “kabul edilebilir” risk seviyeleri belirlenmiştir. Katılımcılardan bir uzman haritaya yeni bir nokta daha ekleyerek bu noktayı da “gözden geçir”ilmesi gereken nokta olarak değerlendirmiştir.



**Görsel 5.2.** Harita 1 Anadolu Eğitim Sahası Bölgeleri ve Koridorları  
**Kaynak:** [www.googleearth.com](http://www.googleearth.com)

**Tablo 5.22. Harita 1 için Olasılık Şiddet Tablosu**

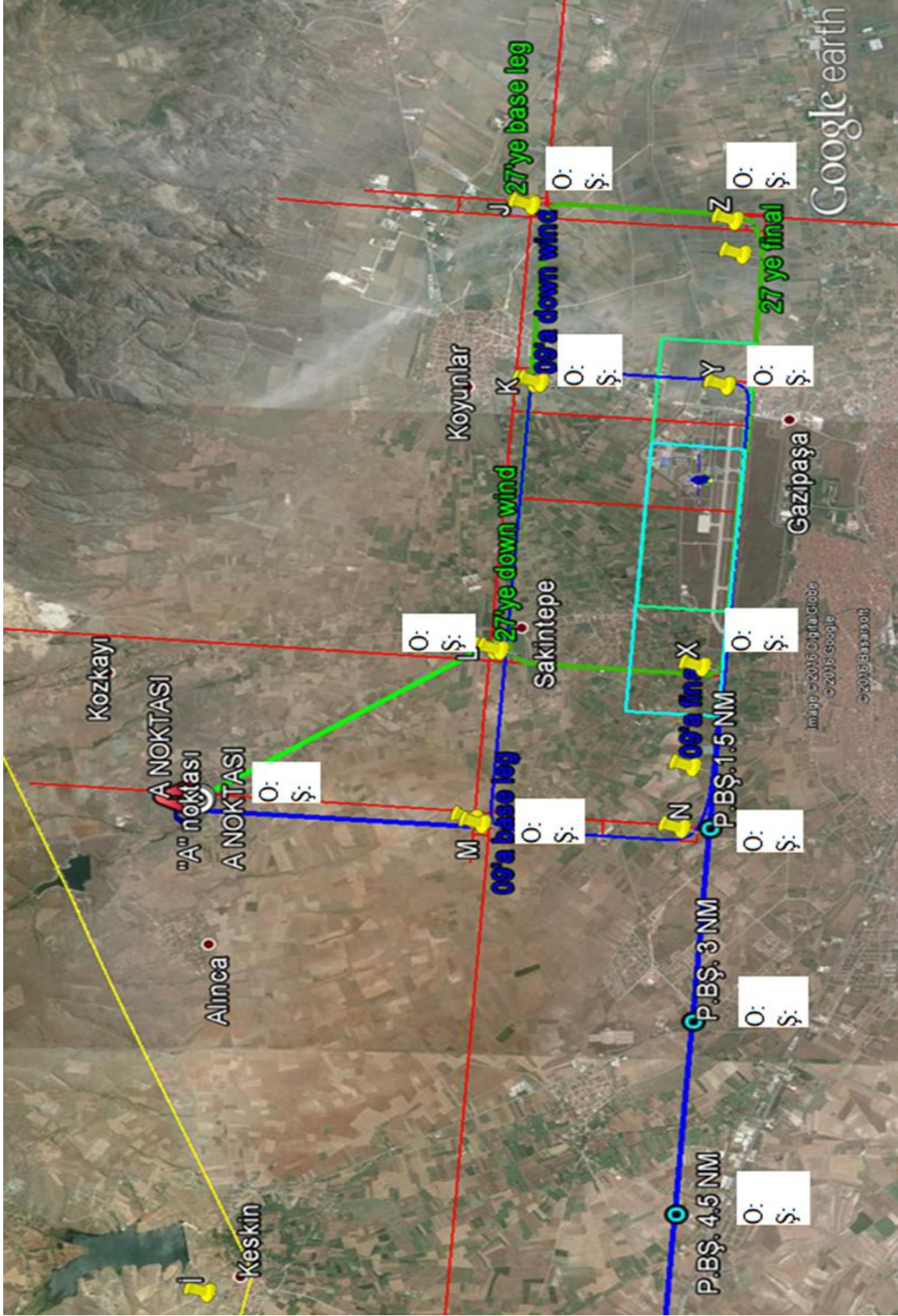
Katılımcılar Noktalar		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
		<b>A</b>	O	3	2	2	2	3	2
	Ş	D	D	D	D	B	D	C	D
<b>B</b>	O	4	4	4	4	4	3	4	5
	Ş	D	D	C	C	C	D	C	D
<b>C</b>	O	2	2	2	3	3	1	1	2
	Ş	D	E	E	B	B	E	C	B
<b>D</b>	O	4	5	4	3	3	3	4	5
	Ş	C	D	C	A	A	D	C	C
<b>E</b>	O	1	2	1	3	1	2	3	5
	Ş	D	D	C	C	E	D	C	D
<b>F</b>	O	2	2	2	1	3	2	1	2
	Ş	D	D	D	E	B	D	D	D
<b>G</b>	O	2	2	2	1	1	2	3	3
	Ş	D	C	D	E	E	D	C	D
<b>H</b>	O	3	1	1	2	1	2	2	4
	Ş	C	E	D	C	E	D	C	C
<b>I</b>	O	3	1	1	2	1	2	2	4
	Ş	D	E	D	C	E	D	C	C
<b>i</b>	O	3	3	3	2	2	2	4	5
	Ş	C	D	C	B	B	D	C	A
<b>J Yen</b>	O	3	2	3	2	4	3	3	1
	Ş	B	D	B	C	C	D	C	E
<b>K Mihal</b>	O	1	1	1	1	1	1	2	1
	Ş	E	D	E	E	E	E	C	E
<b>Taraklı</b>	O						4		
	Ş						C		



**Görsel 5.3.** Harita 1 Anadolu Eğitim Sahası Bölgeleri ve Koridorları Risk Değerlendirmesi

**Kaynak:** [www.googleearth.com](http://www.googleearth.com)

Görsel 5.4’de verilen Harita 3’de Anadolu eğitim havasahası meydan trafik paterni ve operasyonda önem arz eden noktalar belirlenmiştir. Katılımcıların yaptığı risk değerlendirmeleri Tablo 5.29’da verilmiştir. Risk değerlendirmelerine göre çıkan sonuçlar Görsel 5.5’de verilmiştir. Buna göre katılımcıların tamamı belirlenen çoğu nokta için “kabul edilemez”, “gözden geçir” ve “kabul edilebilir” risk seviyelerini belirlenmiştir. Sadece P noktası için “kabul edilemez” risk seviyesi belirlenmemiş ama “gözden geçir” ve “kabul edilebilir” seviyelerinde risk değerlendirmiştir.

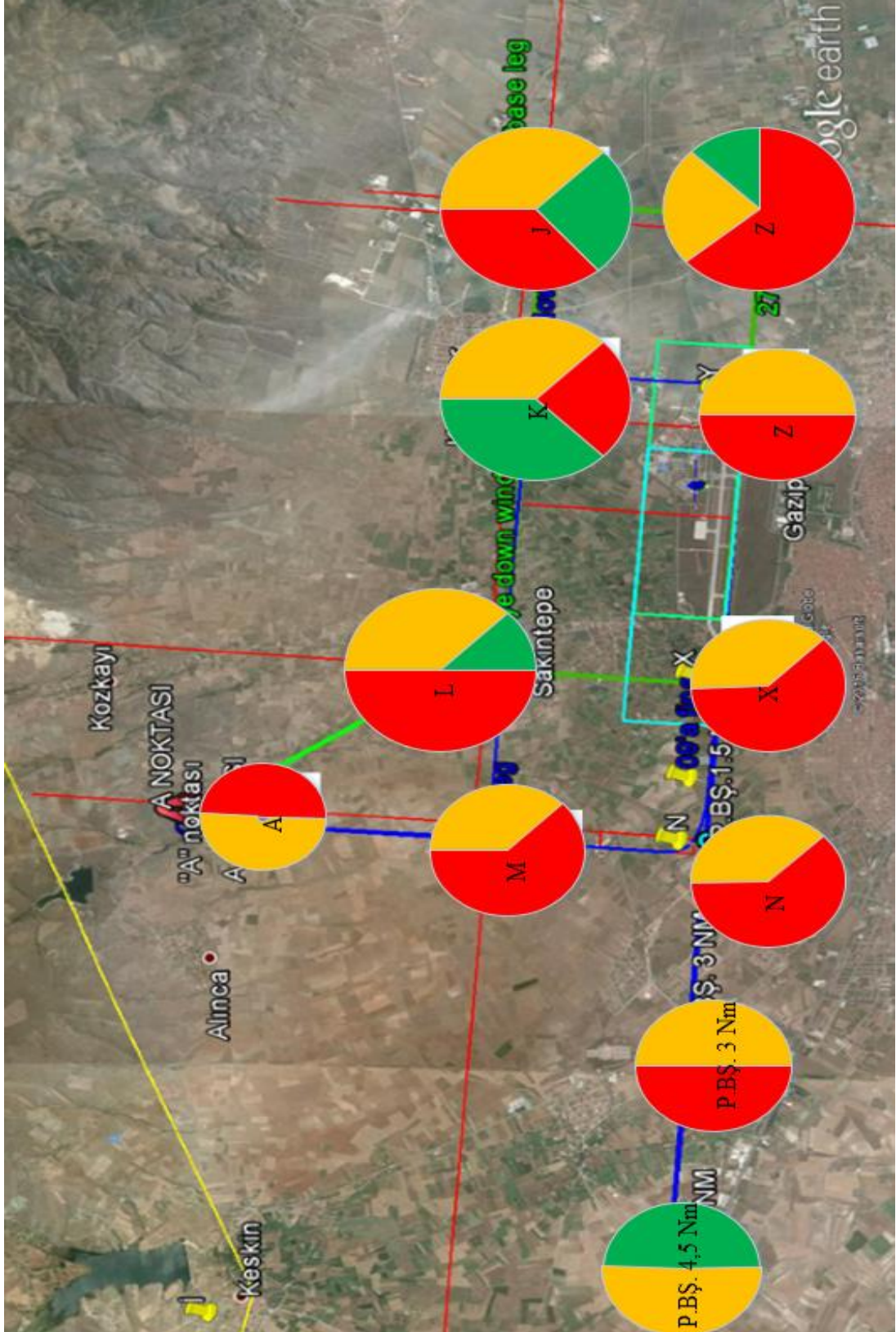


**Görsel 5.4.** Harita 2 Hasan Polatkan Havalimanı Pist, Taksi Yolları ve Operasyonda Önem Arz Eden Noktalar

**Kaynak:** www.googleearth.com

**Tablo 5.23. Harita 2 için Olasılık Şiddet Tablosu**

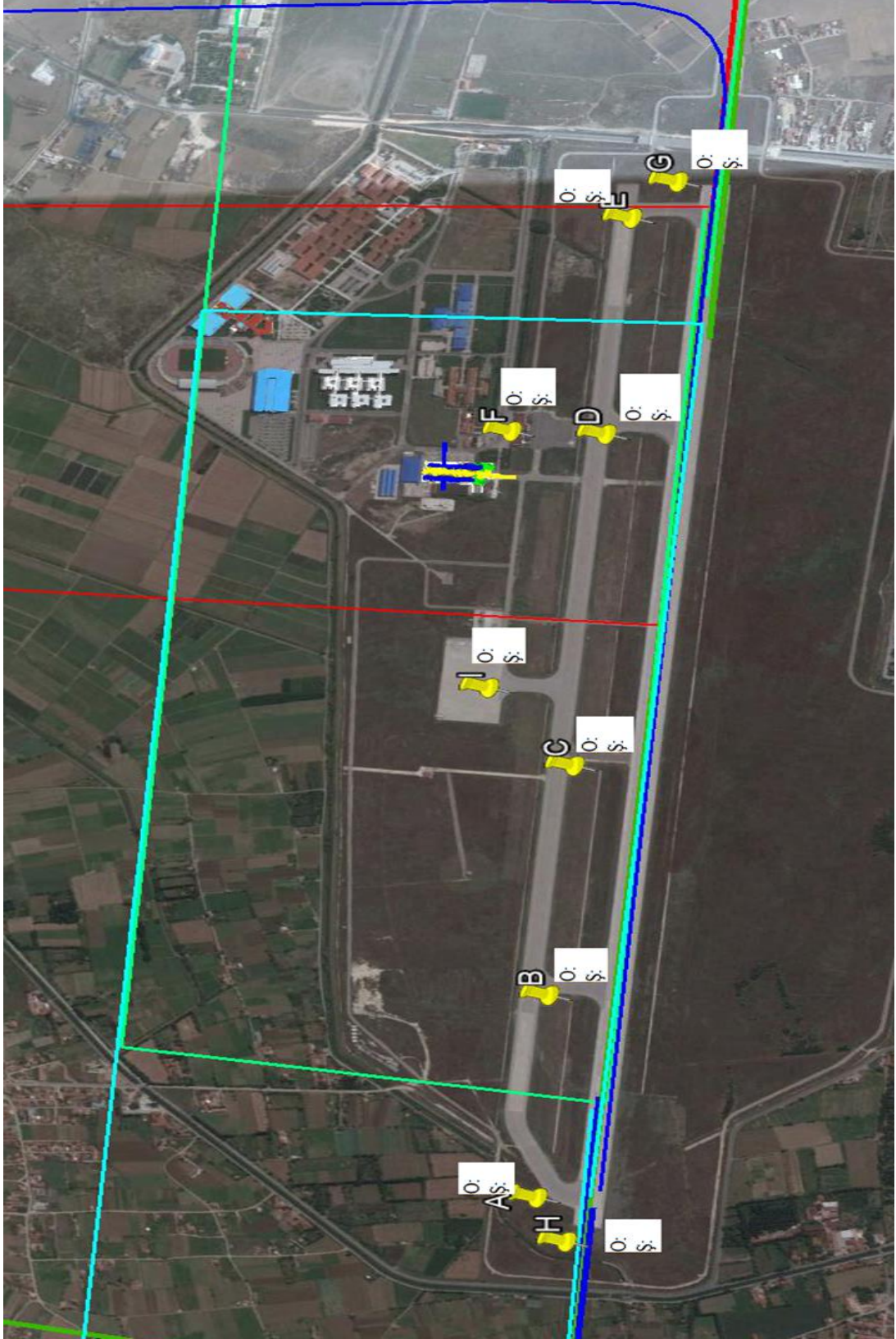
Katılımcılar		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
Noktalar									
A	O	5	5	4	4	4	3	3	4
	Ş	C	E	A	A	A	C	C	C
M	O	3	5	4	5	4	4	3	4
	Ş	C	D	B	A	A	B	C	B
L	O	4	5	2	4	4	4	3	4
	Ş	C	D	D	A	A	B	C	A
K	O	3	5	5	4	1	2	2	1
	Ş	D	D	C	A	E	D	C	E
J	O	3	5	3	4	5	2	3	3
	Ş	C	D	A	A	A	D	C	E
Z	O	4	5	4	5	5	2	3	5
	Ş	B	D	A	A	A	D	C	B
Y	O	3	5	4	5	5	3	2	5
	Ş	C	D	A	A	A	C	C	B
X	O	5	5	3	5	5	4	2	5
	Ş	C	D	C	A	A	B	C	A
N	O	5	5	4	5	5	4	4	5
	Ş	C	D	C	A	C	B	C	A
P.BŞ. 3 Nm	O	3	3	5	4	3	4	2	4
	Ş	D	B	C	A	D	B	C	B
P.BŞ. 4,5 Nm	O	3	2	1	2	2	1	1	1
	Ş	D	A	E	C	A	E	C	E



**Görsel 5.5.** Harita 2 Anadolu Eğitim Havasahası Meydan Paterni Risk Değerlendirmesi.

**Kaynak:** [www.googleearth.com](http://www.googleearth.com)

Görsel 5.6’de verilen Harita 3’de Hasan Polatkan Havalimanı pist, taksi yolları ve operasyonda önem arz eden noktalar belirlenmiştir. Katılımcıların yaptığı risk değerlendirmeleri Tablo 5.30’de verilmiştir. Risk değerlendirmelerine göre çıkan sonuçlar Görsel 5.12’de verilmiştir. Buna göre katılımcıların çoğu pist başlarını ve pist sonlarını “kabul edilemez” ve “gözden geçirilmeli” seviyede riskli değerlendirmiştir. Ayrıca katılımcılar “Hotpoint” adını verdikleri noktayı da riskli görmektedir. “B”, “C”, “D” ve “F” noktaları “gözden geçirilmeli” ve “kabul edilebilir” risk seviyelerinde belirlenmiştir.

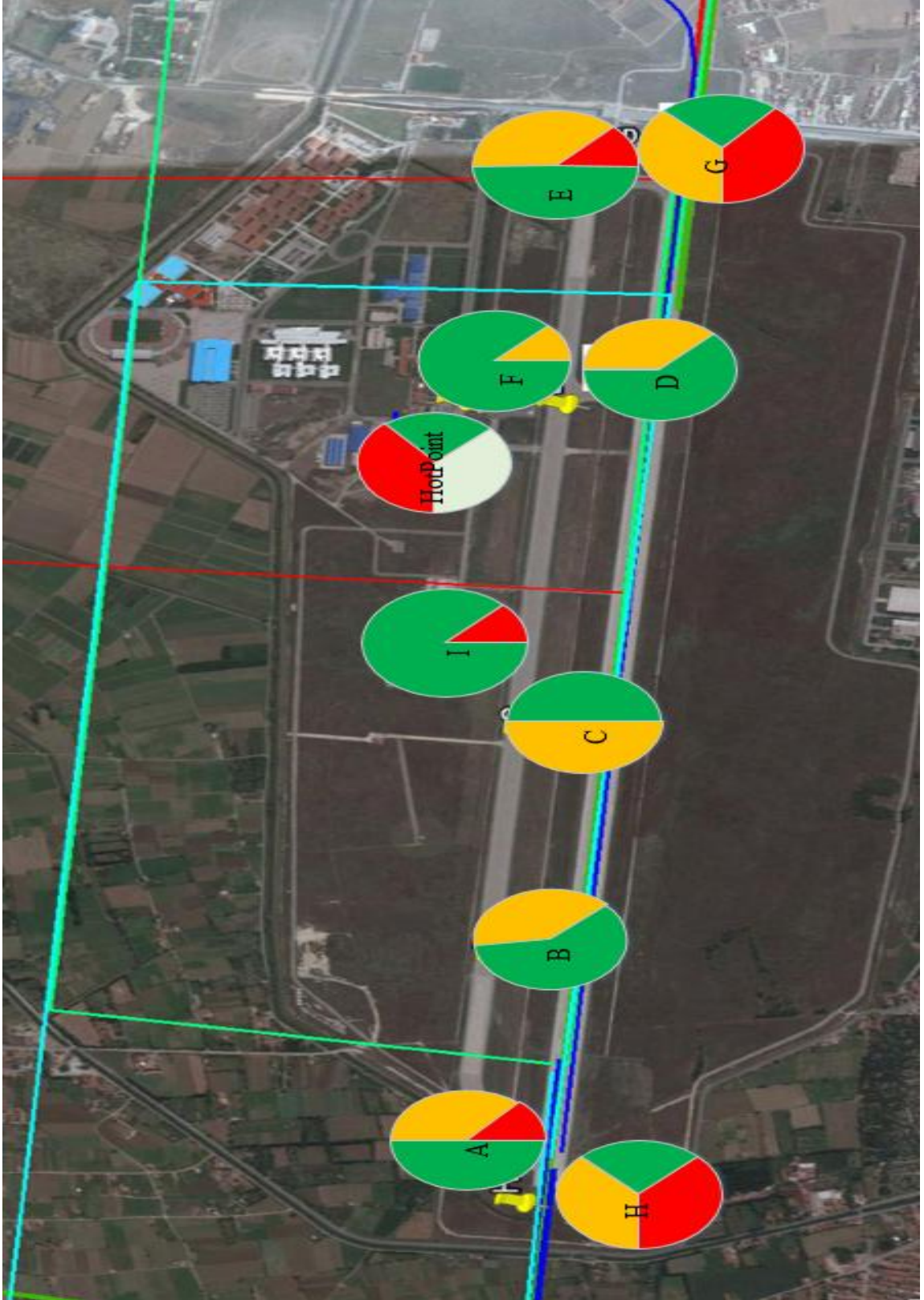


**Görsel 5.6.** *Hasan Polatkan Havalimanı Pist, Taksi Yolları ve Operasyonda Önem Arz Eden Noktalar.*

**Kaynak:** [www.googleearth.com](http://www.googleearth.com)

**Tablo 5.24. Harita 3 için Olasılık Şiddet Tablosu**

Katılımcılar Noktalar		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
		A	O	3	2	2	2	3	2
	Ş	B	E	C	E	A	D	D	D
B	O	2	2	2	2	1	2	2	3
	Ş	C	E	D	E	D	D	C	C
C	O	3	3	2	2	2	2	2	3
	Ş	D	D	D	E	D	D	C	C
D	O	3	2	2	2	2	4	2	3
	Ş	D	E	D	D	D	C	C	E
E	O	2	2	2	2	3	2	3	5
	Ş	D	D	C	D	A	D	D	D
F	O	2	1	1	2	1	4	2	1
	Ş	E	E	E	D	E	C	D	E
G	O	4	4	5	5	4	2	3	1
	Ş	C	C	A	A	A	D	B	E
I	O	1	1	1	1	1	1	1	3
	Ş	D	E	E	E	E	E	E	A
H	O	4	4	5	4	4	2	3	1
	Ş	C	C	A	A	A	D	B	E
Hotpoint	O	5			4	4		4	5
	Ş	B			C	B		C	A



**Görsel 5.7.** *Hasan Polatkan Havalimanı Pist, Taksi Yolları ve Operasyonda Önem Arz Eden Noktaların Risk Değerlendirmesi*  
**Kaynak:** [www.googleearth.com](http://www.googleearth.com)

Odak grup görüşmesinin son aşamasında Anadolu eğitim havasahası üzerinde yapmak istedikleri değişiklikler ve yeni düzenlemeler var mı diye sorulmuş ve bunları Harita 4 üzerinde belirtmeleri istenmiştir. Katılımcıların belirttikleri görüşler şu şekildedir:

Katılımcı A;

*“Yeni koridorlar yaratmak, çalışma bölgelerini daraltacağından çözüm seviye ayırma bazı düşünülebilir.”*

Katılımcı B;

*“Geliş gidişlerde seviye ayırması yapıldığından hâlihazırdaki bölgeye gidişte kullanılan koridorlar aynen kalabilir. Ayrı koridorlar oluşturmak çalışma bölgelerinin alanını daraltır. Seyrüsefer uçuşları için ayrı seviyeler belirlenmeli veya kontrol noktaları değiştirilmelidir.”*

Katılımcı C;

*“Gidiş ve geliş koridorları ayrı ayrı olmalı ve iki koridor olmalı.”*

Katılımcı D;

*“Mevcut havasahasında dikey limitler çalışma sahaları için 7000 ft’i kapsamaktadır. Askeri havasahası ile koordine edilerek bu 8000 ft’e kadar çıkarılmalıdır. Bunun sonucunda her çalışma sahasının aynı anda iki uçak kullanabilir. Birinci uçak 5500-6500 ft, ikinci uçak 7000-8000 ft arasında çalışabilir. Bölgeye gelen trafikler 5000 ft’te gelebilir. Meydana dönenler 4500 ft’te dönüş yapabilir.”*

Katılımcı E;

*“Girişler için ilave bir koridor eklenmeli. Geliş ve gidiş koridorları ayrılmalıdır.”*

Katılımcı F;

*“Bölgelerin tasarımı tamamen değişmelidir.”*

Katılımcı H;

*“Yer + MSL 7000’ olan MSL 7500’ olmalı. Gidiş/uzaklaşma turmanma 7500’ten olmalı. Dönüş bölge içinde, alçalış sol koridorlardan 5000’ ten yapılmalıdır. Mevcut bölgelerin doğusunda ilave bölge oluşturulmalıdır. Kütahya bölgesinde yeni bölge oluşturulmalıdır.”*

### **5.7.3. Araştırmanın geçerliği ve güvenilirliği**

Araştırmalarda toplanan verilerin analizinde ve yorumlanmasında doğruluğun sağlanması önemlidir. Yapılan araştırmanın doğruluğunu, bilimselliğini ve bilimsel bir araştırma yöntemine uygun bir biçimde meydana getirildiğini gösteren en önemli ölçütler, araştırma verilerinin geçerliği ve güvenilirliğidir. Geçerlik araştırma sonuçlarının

doğruluğunu, güvenilirlik ise araştırma sonuçlarının tekrar edilebilirliğini konu edinir (Yıldırım ve Şimşek, 2006).

Nicel araştırma yöntemiyle geçerlik ölçme aracının araştırma olgusunu doğru ölçmesi gereklidir. Bu amaçla toplanan veriler araştırma sonuçlarının geçerliğine katkıda bulunur [129]. Nitel araştırma yöntemiyle ise geçerlik araştırma konusunun olabildiğince yansız olarak aktarılması anlamına gelmektedir.

Araştırmayla ilgili yapılan uygulama hakkında bütüncül bir resim oluşturabilmesi için araştırmada elde edilen verileri ve ulaşılan sonuçların onaylamasına ihtiyaç vardır. Buna yardımcı olacak yöntemler, çeşitleme, katılımcı teyidi, meslektaş teyidi gibi çalışmalardır [129].

Bir araştırmada geçerliği arttırmak için, verilerin toplanma sürecine ilişkin ayrıntılı ve açık olarak anlatılması, verilerden elde edilen sonuç ve bulguların nasıl sunulduğuna ilişkin açık ve ayrıntılı betimlemeler yapılması, sonuç ve bulguların farklı veri kaynaklarından elde edilen verilerle betimlenme yapılması gerekmektedir (Feldman, 2008).

Literatürde tavsiye edildiği gibi araştırma uygulamalarının geçerliğini arttırmak için;

- Hem nicel hem de nitel araştırma teknikleri kullanılarak derinlemesine ve tutarlı bulgular elde edilmeye çalışılmıştır.
- Alan uzmanlarının görüşleri alınmıştır.
- Araştırma sürecinde yapılan bireysel görüşmeler ve odak grup görüşmeleri dökümlerinin belli bir bölümü bir başka uzman tarafından dinlenerek kayıtların doğrulanması gerçekleştirilmiştir.
- Toplanan tüm veriler çeşitlerine göre sınıflandırılarak dosyalanmıştır.
- Veri toplama, analiz ve yorumlama sürecindeki kayıtlar düzenli olarak tutulmuştur.
- Veriler arasındaki tutarlılık kontrol edilmiştir.
- Bireysel görüşmelerde ve odak grup görüşmelerinde veri kaybını önlemek amacıyla notlar tutulmuş, ses kayıt cihazı kullanılmış ve ses kayıtları bilgisayar ortamına aktarılarak çözümlenmiştir.
- Odak grup görüşme süreci ve soruları ile ilgili nitel ve nicel araştırma alanında uzman bir akademisyenin görüşlerine başvurulmuştur.

- Nitel araştırmaya katılan uzmanların araştırma için gerekliliği ayrıntılı olarak açıklanmıştır.
- Araştırmanın veri toplama araçları, toplama süreci, veri çözümü ve yorumlanması aşamaları ayrıntılı olarak açıklanmıştır.
- Araştırma süresince elde edilen tüm veriler bellek, eposta, veri depolama programları gibi ortamda yedekleri bulunacak şekilde arşivlenmiştir.

#### **5.7.4. Araştırmanın gülü ve sınırlı yönleri**

Araştırmanın en gülü yönü, nicel ve nitel veri toplama tekniklerinin birlikte kullanılması sayesinde örnekleme de yer alan uzman operasyonel personelin uçuşlara ilişkin algı, tutum ve davranışlarını zengin bir şekilde betimleyebilmesidir. Araştırmanın verileri yüzeysel değildir, yüz yüze görüşmelerdir. Katılımcıların araştırma problemine olan olumlu yaklaşımı ve problemin çözümüne ilişkin motivasyonu bir diğer katma değer yaratan gülü yönüdür. Odak grup görüşmesinde yer alan yapılandırılmış sorulara katılımcıların verdiği yanıtlar ve öneri ve tavsiyeler ile konu hakkındaki düşünce, tutum ve davranışları daha iyi anlaşılmıştır. Araştırma sürecine görüş ve deneyimleriyle katkı sağlayacağı düşünölen uzman öğretmen pilotlar ve hava trafik kontrolörleri amaçlı örnekleme yoluyla seçilmiştir.

Bununla birlikte, araştırma doktora tez çalışması kapsamında kısıtlı olan süre ile sınırlıdır. Benzer şekilde, oluşturulan görüşme soruları, amaçlı örnekleme yoluyla seçilen katılımcılar, bireysel görüşme ve odak grup görüşmeleri yoluyla toplanan veriler bu çalışmanın sınırlılıkları olarak ifade edilebilir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırma sonucunda elde edilen bulgulara dayalı olarak ulaşılan sonuçlara ve bu bağlamda kurumlara, eğitim uçuşu ve hava trafik kontrol operasyonlarına ve ileride yapılabilecek benzer araştırmalara yol gösterebilecek önerilere yer verilmiştir.

### 6.1. Sonuç

Bu araştırma kapsamında, eğitim havasahasında yapılan uçuşların havasahasının karmaşıklığını nasıl etkilediği ve bu havasahasında görev yapan hava trafik kontrolörlerinin işyükleri üzerinde nasıl bir etkisinin olduğu incelenmiştir. Bu kapsam içerisinde havacılık operasyonlarının birincil önceliği olan emniyet ve etkinlik bakış açısı ile çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Araştırmada nitel ve nicel araştırma yöntemleri kullanılmıştır. Elde edilen veriler incelenerek amaçlar doğrultusunda değerlendirmeler yapılmıştır.

Bu değerlendirmeler:

- Uçuş sayısı değişkeni daha önce yapılan çalışmalarda, alan yazınında ve geliştirilen ölçütlerde her zaman en önemli ve etkili değişken olarak değerlendirilmiş ve kullanılmıştır [12, 54, 68, 69, 70, 71, 72, 73 ]. 2013 yılında gerçekleştirilen 2210 uçuş ve 2014 yılında gerçekleştirilen 2591 uçuşa ilişkin analizler yapılmıştır. Buna göre, yılda ortalama 2400 uçuşa hizmet verilmiştir. Eskişehir ve havaalanı çevresi iklim koşulları nedeniyle uçuş eğitimi yıllık olarak ortalama 120 -150 gün yapılabilmektedir [128]. Buradan yola çıkarak gün başına düşen uçuş sayısı 16 ile 20 arasında olması beklenmektedir. 2013 yılında 134 gün ve 2014 yılında ise 165 gün uçuş yapılmıştır. Uçuşa elverişli gün sayısı temelinde 2013 yılında günlük ortalama 16,5 uçuş, 2014 yılında ise 15,7 uçuş değeri elde edilmektedir. Uçuşlar zaman açısından homojen bir dağılım göstermemektedir. Bu sayı değerlerinden de anlaşılacağı üzere işyükü açısından, uçuşlar iklim özellikleri ve diğer koşullar izin verdiği sürece daha fazla güne yayılarak planlandığında gün başına düşen uçuş sayıları da azalacaktır. Etkinlik açısından ise, uçuşa elverişli günlerde daha fazla uçuş yapılabilecektir.
- Uçuşların belirli günlere yığılması, uygun olan diğer günlerde yapılmaması karmaşıklığı ve işyükünü arttırmaktadır. Örneğin ortalama günde 16-20 uçuş yapılması gerekirken, 16 Mayıs 2013 Perşembe günü 47 uçuş yapılmıştır. Burada kontrolörlerin işyükünün ortalama değerlere göre daha fazla arttığı görülmektedir.

- Anadolu eğitim havasahasında yapılan uçuşların iklim özellikleri nedeniyle ağırlıklı olarak bahar ve yaz aylarında gerçekleştiği görülmektedir. En çok uçuş yapılan aylar ise Haziran 2013'te 23 gün, Eylül 2014'de 20 gün olarak belirlenmiştir. En az uçuşun yapıldığı aylar ise Ekim 2013 ve Kasım 2013'te ise yalnızca 5'er gün olarak belirlenmiştir.
- Aylara göre uçuş sayıları incelendiğinde en çok uçuş 520 uçuşla 2013 yılı Nisan ayıdır. Hava trafik hizmeti verilen uçuşların uçulan gün başına sayılarına bakıldığında en yoğun operasyonların 27.37 uçuşla 2013 yılı Nisan ayında gerçekleştiği görülmektedir. Diğer bir deyişle, uçulan gün sayısı Haziran 2013'te daha çok olmasına rağmen işyükü ve karmaşıklık açısından 2013 Nisan ayı daha yoğundur.
- 2013 yılı Temmuz ayı bakım ve yedek parça tedarik süreçleri ile ilgili yaşanan sıra dışı aksaklık durumu düşünülerek diğer aylar değerlendirildiğinde, 2014 yılı Ocak ayında en düşük uçuş sayısı olduğu görülmektedir. Bu durum hava trafik kontrolörlerinin yaz aylarında işyüklerinin arttığını göstermektedir.
- Uçuşların haftanın tüm günlerine göre dağılımına bakıldığında, 117 tanesi hafta sonu diğer 4684 tanesi ise hafta içi yapılmıştır. Ayrıca Pazartesi 907, Salı 906, Çarşamba 899, Perşembe 1077, Cuma 850, Cumartesi 91 ve 26 uçuş Pazar günü yapılmıştır. En çok Perşembe günleri uçulurken en az Pazar günleri uçulduğu görülmektedir. İki yıllık toplam uçuş sayılarının ortalamasını alıp haftanın yedi gününde uçuş yapılabildiğini varsaydığımızda gün başına 685 uçuş yapılabilecekken, uçuşlar hafta içi yapılarak daha önce yapılan uçuşların ortalama 936 uçuşla yaklaşık % 37 arttığı söylenebilir. Uçuşların Pazar günleri hariç haftanın altı gününe eşit olarak dağıtıldığını düşündüğümüzde günler bazında sayı 800 uçuş olmaktadır. Buradan da anlaşılacağı gibi uçuşlar yine belirli bir periyotta yoğunlaşırken belirli periyotlarda daha az yapılmaktadır. Belirli bir zaman dilimi içindeki uçak sayısı karmaşıklık ve işyükü hesaplamaları için önemli bir değişken olarak kullanılmaktadır [12, 54, 68, 69, 70, 71, 72, 73 ].
- Odak grup görüşmesinde de uzman katılımcılar, uçuşların genellikle sabah saatlerinde, çoğunlukla da 09:00-10:00 saatlerinde yapıldığını belirtmişlerdir. Tüm uçuşlarda 09:00 ve 13:59 saatleri arasında yapılan uçuşlara bakıldığında, uçuşların %67'sinin bu zaman aralığında yapıldığı görülmektedir. En yoğun olarak 09:00- 10:00 aralığında ise 785 uçuş yapılmıştır. Bu tüm uçuşların %16'dır. Bu uçuşlara bakıldığında 09:00-10:00 da yapılan uçuşlar 1 ile 11 arasında değişmektedir. Bazı tarihlerde bu saatler arasında 1 uçuş yapılmışken bazı tarihlerde bu sayı 11'e çıkmıştır. Kontrolörler iki saatlik

zaman dilimlerinde aktif çalışma pozisyonlarında görev aldıklarını düşündüğümüzde, bu saatler arasında çalışan kontrolörlerin diğer zaman aralıklarına göre daha yoğun işyükü ve karmaşıklığı yönetmek durumunda oldukları görülmektedir. Sabah saatlerine yığılan uçuşlar hem kontrolör işyükünü arttırmakta hem de sınırlı havasahası kapasitesinin etkin ve emniyetli kullanılmasını engellemektedir.

- Tüm uçuşlara bakıldığında uçuşların % 96'sının gündüz uçuşu olduğu görülmektedir. Gündüz gerçekleştirilen uçuş sayısı 4628, gece gerçekleştirilen uçuş sayısı ise 173'tür. Gece gerçekleştirilen uçuş sayısı gündüz uçuşlarına göre oldukça azdır.
- Anadolu eğitim havasahasında hava trafik hizmeti farklı tipte uçaklara verilmektedir. Farklı uçuş performanslarına sahip C90 gibi seyrüsefer uçuşu yapan IFR uçuşlar ve TB20 ve C172 gibi VFR uçuş hizmeti verilen uçak karması ile kontrolör işyükü ve havasahası karmaşıklığı arttırmaktadır. Daha önceden yapılmış çalışmalarda geliştirilen ölçütlere bakıldığında uçak tipi çeşitliliği ya da trafik karması işyükü ve karmaşıklık için önemli bir değişkendir [84, 72, 69].
- Yapılan uçuşların eğitim uçuşu olması nedeniyle uçuşların % 70'i VFR uçuş olarak yapılmıştır. 3372 uçuş VFR, 1430 uçuş IFR yapılmıştır. VFR uçuşlarda seyrüsefer emniyetinin birincil sorumlusu pilotlar olmasına rağmen, bu uçuşlarda öğrenci pilotların yalnız uçması ve farklı eğitim profillerinin gerçekleştirilmesi kontrolörler üzerinde önemli bir baskı oluşturmaktadır.
- Havasahası çalışma bölgelerinde uçaklar kontrolörlerin görüş alanının dışında uçmaktadırlar. Kontrol kulesinde ve kokpitte herhangi bir trafik izleme sisteminin olmaması katılımcılar tarafından önemli bir yetersizlik olarak belirtilmiştir. Kontrolörler verdikleri talimatların uygulanıp uygulanmadığı konusunda sadece pilotların geri bildirim raporlarına güvenmektedirler. Bu nedenle bir kaza yaşanmamış olmasına rağmen kontrolörler bu durumu emniyetli görmemekte ve alınan risklerden dolayı işyüklerinin ve karmaşıklığın arttığını ifade etmişlerdir.
- Ayrıca VFR uçuşlar yapılırken IFR uçuşlarında aynı zaman dilimi içerisinde yapılması, ya da aynı zaman dilimi içerisinde yapılma zorunluluğu olan IFR uçuşlarda havasahasındaki bölgelere giderken, koridorlardan geçerken, meydana yaklaşma noktaları ve meydan trafik paterninde uçak performansı ve görev prosedürleri açısından karmaşıklık ve işyükü yaratmaktadır. Bu değişkenler işyükü ve karmaşıklık hesaplamalarında kullanılmaktadır [12, 69, 72, 84].

- Farklı görevlerin kısıtlı bir havasahası içerisinde yaptırılması kontrolör için işyükü yaratmaktadır [12, 69, 72, 84, ]. Eğitim uçuş görevleri sadece kalkış ve inişten oluşmamaktadır. Bu eğitimlerde uygulamalı olarak, anormal ve acil durum (emergency) usulleri, Touch&Go teknikleri gibi birçok farklı görev için öğrencilere uçuş eğitimi gerçekleştirilmektedir. Pilotaj öğrencilerinin eğitim süreleri boyunca uçuşla ilgili tüm olağan, olağan dışı ve uçuşun tüm aşamaları ile ilgili durumları çalışarak tecrübe etmeleri gerekmektedir. Yapılan uçuş sayılarına bakıldığında 891 uçuşta Touch&Go yapılmıştır. Gerçekleştirilen Touch&Go sayılarına bakıldığında ise belirli bir zaman planlamasına göre eşit bir şekilde yapılmamıştır. 129 görevle Temmuz 2014, 146 görevle Eylül 2013 ve 108 görevle Mart 2013'te Touch&Go'ların yığıldığı görülmektedir. Aynı zamanda Touch&Go çalışmaları, uçuşların en yoğun olduğu zamanlarda gerçekleştirilmiştir. Yapılması gereken Touch&Go gibi çalışmaların diğer zaman dilimlerine yayılması işyükü ve karmaşıklığı azaltacaktır. Kontrolörler açısından uçuşlar ile ilgili planlamaların bilinmesi çok önemlidir. Böylece hava trafiğini yönetme stratejilerini ve planlamalarını daha uygun gerçekleştirebilirler. Touch&Go gibi pilot talebine bağlı olarak gerçekleştirilen faaliyetler işyükü ve karmaşıklık yaratmaktadır. Var olan meydan paterni trafiklerinin arasına normalde inerek uçuşunu tamamlaması gereken bir uçuş tekrar kalkış yaparak diğer trafiklere katılmaktadır. Verilen trafik sayıları açısından Touch&Go yapan trafiklerin sayısı ilave olarak hesaplanabilir. Söz gelimi, belirli bir zaman diliminde gerçekleşen 10 uçuşun her Touch&Go yapan uçak için (örn:5) 15 hesaplanması gerekir. Kontrolörler açısından durum bu şekildedir. Benzer durum emniyet ve kapasite açısından da söz konusudur.

- Anadolu eğitim havasahasında eğitim uçuşları kapsamında çok çeşitli görevler gerçekleştirilmektedir. Ayrıca uçakların bu uçuşları gerçekleştirebilmesi içinde sorunsuz bir şekilde tecrübe uçuşu, rodaj uçuşu gibi uçuş görevleri yapmaları gerekmektedir. Bu uçuşların yanı sıra personel nakli ya da kurumsal özel uçuşlarda yapılmaktadır. En çok uçulan gün olan 16 Mayıs tarihine bakıldığında dnf, snf, rodaj, dvf, dvx, eğitim antremanı gibi birçok görev yapılmıştır. Tüm bu uçuş çeşitliliği kontrolörler için fazladan işyükü ve karmaşıklık anlamına gelmektedir.

- Gerçekleştirilen uçuşların yine büyük bir bölümü de belirli bölgelerde yapılmaktadır. 972 uçuş sadece meydan turu yapmıştır. Kontrolörler odak grup görüşmesinde, sadece kuzey meydan paterni kullanılabilen meydan turu ile ilgili özellikle yoğunluk ve emniyet açısından sorunlar yaşandığını belirtmişlerdir. Meydan turunun kısa

yapılması meydan turunda birden fazla uçak olduğunda kontrolörlerin, işyüklerini arttırdığını vurgulamışlardır. Kontrolörler için meydan turu açısından diğer bir önemli konu ise, hava trafik kontrol kulesinin meydanadaki pozisyonu nedeniyle pistin kuzeyinde bulunması ve kullanılmak zorunda olunan kuzey paterninin arkalarında kalmasıdır. Kontrolörler pisti ve havaalanı tarafını kontrol ederken aynı zamanda arkalarında gerçekleşen meydan turu operasyonlarını takip etmekte zorlanmaktadır. Bu durum hem zihinsel hem de fiziksel olarak normalden daha fazla efor harcamalarına neden olmaktadır. Aynı zamanda görsel erişim kapasiteleri etkilendiği için operasyonel karmaşıklık artmakta ve emniyet açısından riskli bir yapı bulunmaktadır. Geliştirilen diğer ölçütlerde ve yapılan çalışmalarda meydan turu ile ilgili değişkenler bulunmamaktadır [12, 69, 72, 84].

- Odak grup görüşmesinden çıkan sonuçlara göre, eğitim havasahasının ve havalimanının askeri saha ve meydana yakınlığı, Anadolu havasahasında yapılan uçuşların eğitim uçuşu olması nedeniyle sınırlı yaratmaktadır. Bireysel ve odak grup görüşmesi sonrası askeri meydan yakınlığı tema olarak analizlerden çıkmıştır. Daha önceden yapılmış olan çalışmalarda bu değişken ele alınmamıştır [12, 69, 72, 84].
- Eğitim havasahasındaki uçuşların büyük bir bölümünün yapıldığı bölgeler meydan giriş çıkış noktasına yakın bölgelerdir. Giriş ve çıkış noktalarının en yakınında olan 1.bölgede oldukça fazla uçuş yapılmaktadır. Birinci bölgede 950 uçuş yapılırken meydan turunda da 972 uçuş yapılmaktadır. Bu konumları kullanması gereken de 703 seyrüsefer uçuşu bulunmaktadır. Yani birbirlerine yakın konumlarda uçan uçuş sayısı fazladır. Bu durum kontrolörlerin hem meydan turu ile hem giriş, çıkış noktaları ile hem de bölgelerle koordinasyonunu zorlaştırmaktadır.
- Odak grup görüşmesinde Harita 1 de verilen D ve İ noktaları içinde risk değerlendirmelerinde “kabul edilemez” ve “gözden geçirilmeli” görüşleri ortaya çıkmıştır. F ve G noktaları ise katılımcılar tarafından kabul edilebilir seviyesi yüksek çıkan noktalardır. Buda yukarıda verilen nicel verilerle örtüşmektedir.
- Harita 2’de verilen meydan paterninde ise yine nicel verilere paralel çoğu nokta “kabul edilemez” ve “gözden geçirilmeli” çıkmıştır. Bazı katılımcılar K noktasını yani meydan turunun rüzgâr altı bacağı ve rüzgâr altı bacağının orta noktası olan bölümü risk değerlendirmesi açısından kabul edilebilir seviyelerde bulmuştur.
- Hasan Polatkan Havalimanı pist ve taksi yolları üzerinde operasyon için önem arz eden noktalar değerlendirildiğinde, hava trafik kontrolörleri için en önemli noktaların pist

başları olduğu görülmüştür. Pist başlarından sonra uçakların yerdeki hareketlerini bazı bölgelerde özellikle düşük görüş şartları ve fiziksel engeller nedeniyle göremedikleri için Hotpoint adı verilen noktanın da önemli olduğu vurgulanmıştır. Pist başı ve bu nokta kontrolörlerin en fazla dikkat etmeleri gereken noktalar.

- Odak grup görüşmesinde katılımcılara işyükü ve karmaşıklık ölçütü geliştirilirken elimizde olan hangi değişkenleri birbirleri ile analiz etmemiz ve neleri çalışmaya ilave etmemiz gerekir sorusu yöneltmiştir. Alınan yanıtlara göre uçak tipi, tarih (zaman dilimi), meteoroloji verilerinin önemli olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca çalışmaya pilotaj işyükünün, yaklaşma prosedürleri değişkenlerinin ve komşu kontrol sahası ile iç içe olmanın da değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Bunlar daha önce yapılan çalışmalarda hesaplamalara katılan değişkenlerle benzerlik göstermektedir [12, 69, 72, 84].

- Odak grup çalışmasında uçuş emniyeti ve risk değerlendirmesi açısından çıkan temalar işyükü, çalışma sahasının yeniden tasarımı, teknolojik uçuş izleme sisteminin olmamasıdır. Sahada uçuş rotalarının kesiştiği noktalar nedeniyle sahanın yeniden tasarlanması gerekliliği vurgulanmıştır. Katılımcılar, teknoloji kullanımı ile hem kontrolörün hem de pilotun işyükünün azalacağını ve emniyetin artacağını savunmuşlardır.

- Kapasite açısından değerlendirme yapmaları istenen odak grup katılımcıları irtifa limitleri, çalışma sahasının ve iniş paterninin değerlendirilmesi, belirli görevlerin ve yapılan paternlerin trafiğin durumuna göre değerlendirilip yapılacak olmasının önemini vurgulamışlardır. Bu noktalara dikkat edildiğinde kapasitenin daha etkin kullanılacağı ve işyükünün azalacağını savunmuşlardır.

- Odak grup görüşmesinde uçuş etkinliğinin artırılması için yapılması gerekenler ve uçuş etkinliğinin değerlendirilmesi istendiğinde trafiğin belirli saatlere değil gün içine yayılması gerekliliği, hava trafik kontrolörleri tarafından uçuşların takip edilmesi gerekliliği, mevcut sahada irtifa kullanımının gözden geçirilerek uçuşların yapılması önerilerinde bulunmuşlardır. Burada çıkan temalar çalışma saatleri, sahanın yeniden tasarımı ve uçuş izleme sistemidir.

- Odak grup görüşmesinde işyükü ve karmaşıklığın insan faktörleri kapsamında risk değerlendirilmesi yapılması istendiğinde çıkan temalar, uçuş izleme sistemlerinin olmaması ve çalışma sahaslarının yeniden tasarlanması gerekliliğidir. Hava alanı PAT

sahasında görünmeyen ve takip edilemeyen noktaların olması, uçakların havasahasında takip edilememesi kontrolörlerin işyüklerini arttırmaktadır.

- Görüşmelerde katılımcılara çalışmanın güçlü yönleri sorulduğunda gerçek verilerin kullanılması, var olan gerçek bir sorunun saptanması ve çözümüne yönelik değerlendirilmelerin yapılması, verileri sağlayan ya da kullanan görevlilerle nitel araştırmanın yapılmasının olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmanın zayıf yönleri için ise organizasyondan bilgi alma ve çıkan sonuçların ileride değerlendirilip değerlendirilemeyeceği ile ilgili kaygılarının olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmanın gelişmeye açık yönlerini eğitim havasahasının yeniden tasarımı, izleme sisteminin gerekliliği olarak ifade etmişlerdir.

- Katılımcılar tarafından çalışmanın genel değerlendirilmesinin yapılması istendiğinde 10 puan üzerinden çalışmanın anlaşılabilirliğini 9,375, operasyonel çevreye uygunluğunu 9, önerilerin uygulamaya dönüştürülme potansiyelini 8,625, daha sonra yapılacak çalışmalar için katkı sağlama potansiyelini ise 9,75 olarak değerlendirmişlerdir.

Nitel ve nicel verilerin değerlendirilmeleri sonucunda iki araştırma yönteminde de bulunan sonuçlar birbirini desteklemektedir. Yapılan tüm değerlendirmelere topluca bakıldığında bu havasahası içinde uçuşlar çeşitlilik gösterirken haftanın ve günün belirli zaman dilimlerinde yapıldıkları görülmektedir. Bu durum havasahasını karmaşıktırmakta ve burada görev yapan kontrolörlerin işyükünü arttırmaktadır.

## 6.2. Öneriler

Türkiye’de hava trafikle ilgili çalışmalarda eğitim hava sahaları ile ilgili çalışmalar görülmemektedir. Ancak dünyada havacılığa olan talep, artan trafik miktarları, sipariş edilen yeni uçaklar ve istihdam edilmesi gereken personel sayısı, havacılıkta gelişen tüm eğilimlerin Asya’ya doğru olması, Türkiye için de yapılması gereken şeylerin olduğunu göstermektedir. Sayıları giderek artan havacılık okulları, yetiştirilmesi gereken pilotlar için yeni eğitim hava sahaları arama ve/veya var olan sahalarda hizmet almak isteyeceklerdir. Bu nedenle bu çalışmada verilen önerilerin katma değer yaratacağı düşünülmektedir.

Anadolu Eğitim havasahasında görev yapan hava trafik kontrolörleri ve bu havasahasını kullanan eğitim pilotlarla odak grup görüşmesi yaparak araştırma konusu hakkında fikirlerini almak bu havasahasının kullanıcıları ve havasahasını yönetenler arasında bir köprü görevi görmüştür. İki tarafın da aynı ortamda bilimsel bir araştırma

teknîği aracılığıyla bir araya gelerek sorunlarını, önerilerini, şikâyetlerini ve memnuniyetlerini paylaşmaları oldukça etkili olmuştur. Yapılacak diğer akademik çalışmalarda operasyonda görev alan personelin görüşlerinin alınması ve kurum içinde yapılacak uçuş operasyonları ile ilgili diğer toplantılar kapsamında da görüşlerinin alınması son derece yapıcı olacaktır. Bu sebeple bu tür toplantıların havasahasını kullananlar ve havasahasında hizmet verenler tarafından daha sık yapılması önerilmektedir. Diğer bir deyişle, operatörler aynı ekibin parçası olarak eş güdümlü ve koordine bir şekilde çalışmalıdırlar.

Havasahası tekrar tasarlanabilir. Burada iki temel değişiklik üzerinde durulmaktadır. Birinci ana değişiklik havasahasının dikeyde irtifa değişiklikleri ile prosedür değişiklikleri yapılabilir. İkinci değişiklikte ise eğitim havasahasının içindeki bölgelerin ve koridorların tekrar tasarlanması sağlanabilir. Yapılan odak grup görüşmesinde de çıkan sonuçlarda bu iki seçenek üzerinde durulmaktadır. İleride yapılacak akademik çalışmalar içinde bu uygulamaların yapılması, bu saha için daha iyi sonuçlar verecektir. Bu çalışmalarda yapılacak tasarımlar hızlı ve gerçek zamanlı hava trafik ve uçuş simülatörlerinde uzman personel ve araştırmacılarla birlikte test edilmeli ve geliştirilmelidir. Daha sonra yeterli güvenilirliğe ulaşan havasahası prosedürleri belirli zaman periyotlarında gerçek uçuş ve hava trafik kontrol operasyonları ile denenerek geliştirilmelidir. Böylece bu çalışmanın sonuçlarında ortaya çıkan emniyet ve kapasite konularından kaynaklanan havasahası karmaşıklığı ve işyükü uygun seviyeye getirilebilir.

Askeri meydana olan yakınlık nedeniyle zaman zaman hava trafik kontrol hizmet sorumluluğu Anadolu kulede çalışan kontrolörler ve askeri kontrolörler arasında paylaşılmaktadır. Askeri hava trafik birimleri ile koordinasyon, gerekli görüşmeler ve anlaşmalar yapılarak geliştirilmeli ve yeni düzenlemeler yapılması için çalışılmalıdır.

Eğitim havasahasında uçan uçakların izleme sistemleri ile veya radar donanımları ile takip edilmesi gerekmektedir. Bunun için uçaklar ve havasahası için en uygun sistem ADS-B olabilir. ADS-B diğer izleme sistemlerine göre daha düşük maliyetlidir. Radar sistemleri gibi kaplama sınırlılıkları gösteren bölgelerde de daha etkin kullanılmaktadır.

Hava trafik yönetimi ile ilgili daha önce yapılan çoğu çalışmada nicel araştırma yöntemleri kullanılmıştır. İnsan faktörlerine odaklanmak bu çalışmalarda elde edilen sonuçları gerçekçi ve uygulanabilir hale getirecektir. Bu nedenle bu çalışmalarda nitel araştırma yöntemlerinin de kullanılması büyük katkı sağlayabilir.

Ayrıca çalışmada gerçek uçuş verilerinin kullanılması simülasyon uygulamalarına göre daha gerçekçi sonuçlar verebilmektedir. Bu nedenle sonraki araştırmalar için daha uzun dönemli uçuş verilerinin incelenmesinin daha da iyi sonuçlar verebileceği düşünülmektedir.

Uçuş planlaması zamana homojen olarak dağıtılmalıdır. Aynı zamanda farklı performansa sahip uçak operasyonları hava trafik akışını destekleyecek şekilde yapılmalıdır. Uçuş profilleri de benzer şekilde ele alınarak, benzer uçuş görevleri belli zaman aralıklarında bir araya getirilerek kontrolörlerin görev karmaşıklığı ve işyükü azaltılabilir. Aynı zamanda uçak tip ve performansı dikkate alınarak planlamalar yapılmalıdır.

Operasyonel personel, özellikle öğretmen pilotlar tüm planlama, tasarım ve uygulama faaliyetlerinde birlikte çalışmalıdırlar. Yönetim bu çalışmalarını teşvik etmeli ve destek olmalıdır. Bu destek emniyet kültürünün gelişmesi açısından katma değer yaratacaktır.

Bu çalışma sonucunda elde edilen veriler ve değişkenler hava trafik kontrolörlerinin görev performansları izlenerek, işyükü ve havasahası karmaşıklığı modelleri geliştirmek için araştırmalar tasarlanmalı ve gerçekleştirilmelidir.

Elde edilen araştırma sonuçları alanyazında, sivil havacılık kural koyucu ve operasyonel paydaşları ile paylaşılmalıdır. Böylece yetersiz olan hava trafik kontrol araştırmaları gelişecektir. Sonuçlar, otorite ve kural koyucuların dikkatleri ve ilgileri konuya çekilerek emniyet ve kapasite açısından geniş kapsamlı stratejik kararlar alınması ve uygulanması için katma değer yaratma potansiyeline sahiptir.

## KAYNAKÇA

- [1] Şamlı, K.Y. (2008). *Uluslararası kara, hava ve deniz yoluyla eşya taşımalarında taşıyıcının/taşıyanın sınırlı sorumluluktan yararlanma hakkının kaybı*. İstanbul: On İki Levha Yayıncılık.
- [2] Gün, G. (2007). *Hava kargo pazarının lojistik açıdan değerlendirilmesi ve Türkiye için durum analizi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- [3] Kuyucak, F. (2007). *Havaalanlarında değer odaklı yönetim yönelimli bilgi sistemlerinin kullanılması ve Atatürk Havalimanı terminal işletmeciliği uygulaması*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- [4] Karagülle, A.Ö. ve Birgören, T. (2013). *Havayolu taşımacılığında uçucu ekip yönetimi*. İstanbul: Beta Yayıncılık.
- [5] Kanbur, E., Çökük, B. ve Sunar, O.N. (2014). Havacılıkta değer yaratmak ve yönetmek: Türkiye ve Dünyadan örnekler. *Proceeding 2nd International Aviation Management Conference*, Ankara: Türk Hava Kurumu Üniversitesi, s.122.
- [6] Orhan, İ. (2007). *Uçak bakım planlamasının en iyilenmesine yönelik bir karar destek tasarımı*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- [7] Yağcı, K., Akdağ, G., ve Akyurt, H. (2014). *Havayolu taşımacılığı havayolu ulaşımı ve örnek Amadeus sistem uygulamaları*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- [8] Turhan, U. (2007). *Hava trafik kontrolörü adaylarının seçimi ve Türkiye'deki uygulama*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- [9] Turhan, U. (2001). *Hava trafik kontrolörlerinin performansında işyükünün etkileri ve hava trafik kontrolörleri üzerinde bir uygulama*. Yayınlanmamış yüksek Lisans Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- [10] Flener, P., Pearson, J., Agren, M., Garcia-Avello, C., Çeliktin, M., and Dissing S. (2007). Air traffic complexity resolution in multi-sector planning. *Journal of Air Transport Management*, 13(6), 323-328.
- [11] Athenes, S., Averty, P, Puechmorel S., Delahaye, D., and Collet, C. (2002). ATC complexity and controller workload: trying to bridge the gap, *HCI-02 Proceedings*, 56-60.

- [12] Kopardekar, P. and Magyarits, S. (2002). Dynamic density: measuring and predicting sector complexity. *21<sup>st</sup> Digital Avionics Systems Conference (DASC)*, California.
- [13] Manning, C.A., Mills, S.H., Cynthia, M.F. and Pfleiderer, E., (2000). Investigating the validity of performance and objective workload evaluation research. *3rd USA/Europe Air Traffic Management R&D Seminar*.
- [14] <http://www.icao.int/sustainability/Pages/eap-licensed-personnel-training.aspx> (Erişim Tarihi: 29.04.2015)
- [15] Eurocontrol. (2000). *EATMP. ATS Manpower Planning in Practice: Introduction to a Qualitative and Quantitative Staffing Methodology*, HUM.ETI.STü2.2000-REP-01, 10.
- [16] Sancaklı, A. (2006). Uluslararası lojistik şirketlerinde karşılaştırmalı ölçüm (Benchmarking) uygulamaları. Yayınlanmamış yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi.
- [17] Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı. (2005). *9. kalkınma planı havayolu ulaşımı özel ihtisas komisyonu raporu*. Ankara.
- [18] [http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Hava%20Yolu%20Ta%C5%9F%C4%B1mac%C4%B1l%C4%B1%C4%9F%C4%B1.pdf](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Hava%20Yolu%20Ta%C5%9F%C4%B1mac%C4%B1l%C4%B1%C4%9F%C4%B1.pdf) (Erişim Tarihi: 18.04.2015)
- [19] Çalıyurt, K. (2012). Havayollarında kurumsal yönetim ve bağımsız denetim. Bursa: Ekin Yayıncılık.
- [20] <http://www.icao.int/Meetings/anconf12/Documents/Draft%20Doc%209750.GAN.P.en.pdf> (Erişim Tarihi: 18.04.2015)
- [21] <http://www.icao.int/Newsroom/NewsDoc2015/COM.21.14.EN.pdf> (Erişim Tarihi: 18.04.2015)
- [22] <http://www.airbus.com/company/market/forecast/> (Erişim Tarihi: 18.04.2015)
- [23] <http://www.tobb.org.tr/Documents/yayinlar/2014/TurkiyeSivilHavacilikSektorRaporu.pdf> (Erişim Tarihi: 18.04.2015)

- [24] [www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5431.doc](http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5431.doc) (Erişim Tarihi: 18.04.2015)
- [25] [http://www.ziyaguney.com/dosyalar/pdf/8.plan\\_havayolu.pdf](http://www.ziyaguney.com/dosyalar/pdf/8.plan_havayolu.pdf) (Erişim Tarihi: 20.04.2015)
- [26] [http://www.sihaguvder.com/FileUpload/ds395108/File/havacilik\\_ve\\_uzay\\_calisma\\_grubu\\_raporu.pdf](http://www.sihaguvder.com/FileUpload/ds395108/File/havacilik_ve_uzay_calisma_grubu_raporu.pdf) (Erişim Tarihi: 20.04.2015)
- [27] [http://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/pdf/kurumsal/raporlar/2015\\_FAALIYET\\_RAPORU.pdf](http://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/pdf/kurumsal/raporlar/2015_FAALIYET_RAPORU.pdf) (Erişim Tarihi: 30.08.2016)
- [28] [http://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/pdf/kurumsal/raporlar/2015\\_faaliyet\\_raporu\\_29.02.2016.pdf](http://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/pdf/kurumsal/raporlar/2015_faaliyet_raporu_29.02.2016.pdf) (Erişim Tarihi: 30.08.2016)
- [29] Kirwan, B. (2001). The role of the controller in the accelerating industry of air traffic management. *Safety Science*, 37, 151-185.
- [30] Özbek, E. (2015). *Hava trafik yönetiminde koordinasyon: Türkiye esnek havasahası konseptinin koordinasyon süreçlerinin betimlenmesi*. Yayınlanmamış yüksek Lisans Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- [31] <https://www.faa.gov/nextgen/> (Erişim Tarihi: 29.04.2015)
- [32] <http://www.sesarju.eu/discover-sesar/objectives> (Erişim Tarihi: 29.04.2015)
- [33] <http://web.shgm.gov.tr/tr/genel-duyurular/1044-tek-avrupa-hava-sahasi-hava-trafik-yonetimi-arastirma-gelistirme-sesar-ortak-girisimine-ju-uye-olmak-icin-avrupa-birligi-tarafindan-yapilan-ihale-duyurusu> (Erişim Tarihi: 29.04.2015)
- [34] [http://www2010.icao.int/APAC/Meetings/2012\\_APSAPG1/WP15%20IATA\\_A%20Planning%20Framework%20for%20Seamless%20ATM.pdf](http://www2010.icao.int/APAC/Meetings/2012_APSAPG1/WP15%20IATA_A%20Planning%20Framework%20for%20Seamless%20ATM.pdf) (Erişim Tarihi: 29.04.2015)
- [35] Prandini, M., Putta, V. and Hu, J. (2010). “A probabilistic measure of air traffic complexity in three-dimensional airspace”, *International Journal of Adaptive Control and Signal Processing*, s.1242-1249.
- [36] <http://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/mevzuat/sektorel/taslaklar/SHY-HTH.pdf> (Erişim Tarihi: 29.04.2015)

- [37] International Civil Aviation Organization (ICAO). (2007). *Procedures for air navigation services: air traffic management, Doc. 4444 ATM/501*. Canada.
- [38] International Civil Aviation Organization (ICAO). (2001). *Annex 11 to the Convention of International Civil Aviation: Air Traffic Services*. Canada.
- [39] International Civil Aviation Organization (ICAO). (2005). Annex 2 to the convention of international civil aviation: rules of the air. Canada.
- [40] Cook, A. (2007). *European air traffic management principles, practice and research*, England: Ashgate Publishing Limited.
- [41] <https://www.aopa.org/-/media/files/aopa/home/pilot-resources/asi/safety-advisors/sa08.pdf?la=en> (Erişim Tarihi: 29.04.2015)
- [42] Uslu, S. (2007). *Hava trafik sistemi değerlendirme ölçütleri*, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Sivil Havacılık Yüksekokulu Yayınları.
- [43] Janic, M. (2000). *Air transport system analysis and modelling: capacity, quality of services and economics*. Amsterdam: Gordon and Breach Science.
- [44] Sipe, A.L., Schwab, R.W., Haralddottir, A., Schomig, E.G., Singleon, M.K., Tulder, P.A., Alcabin, M.S., Glickman, S.H. ve Shakarian, A. (2005). Capacity-enhancing air traffic management concept. *Journal of Aircraft*, 42, 1, 105-112.
- [45] Cavcar, A. ve Özkul, A.E. (1998). Hava trafik akış planlaması için karar destek sistemi ve Türkiye için öneriler. *4. Ulaştırma Kongresi Bildiriler Kitabı 1*, Denizli: TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, s.157-167.
- [46] Pekcanattı, F. (2006). İstanbul Atatürk ve Sabiha Gökçen Havalimanının kapasite, talep değerlendirmesi. Yayınlanmamış yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Üniversitesi.
- [47] Li, L. And Hansman, R.J. (2009). Experimental studies of cognitively based air traffis control complexity metrics for future operational concepts. Cambridge: MIT International Center of Air Transportation.
- [48] Radisic, T. (2014). The Effect of Trajectory-based Operations on Air Traffic Complexity, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb.

- [49] Huey, B.M. and Wickens, C.D. (1993). *Workload Transition: Implications for Individual and Team Performance*. Washington, DC: National Research Council.
- [50] Turhan, U. ve Usanmaz, Ö. (2004). Hava trafik kontrolde otomasyon ve insan. 5. *Sivil Havacılık Sempozyumu*, Mayıs, 345-350. Kayseri.
- [51] Yaman, K. (2010). *Havasahası sektörizasyonu problemine yeni bir çözüm yaklaşımı*, Yayınlanmamış Doktora Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- [52] Yousefi, A., Donohue, G. L. and Qureshi, K.M. (2003). Investigation of en route metrics for model validation and airspace design using the total airport and airspace modeler (TAAM). 5th EUROCONTROL/FAA ATM R&D Conference, Hungary.
- [53] Krozel, J., Mitchell, J.S.B., Polishchuk, V. and Prete, J. (2007). Capacity estimation for airspaces with convective weather constraints”, *Navigation and Control Conference*, Hilton Head, SC.
- [54] Majumdar, A. and Ochieng, W.Y. (2001). The factors affecting air traffic controller workload: a multivariate analysis based upon simulation modelling of controller workload. *81st Annual Meeting of The Transportation Research Board*, Washington DC.
- [55] Janic, M. (2007). *The sustainability of air transportation*. İngiltere: Ashgate Publishing Limited.
- [56] Corker, K. M.,Ca., S.J., Jadhav, A. and Weber, E., A. (2003).A report of the investigation of the use of integra tools in assessment of operational evolution issues in air traffic management with advanced Technologies.Brussels: EUROCONTROL.
- [57] <http://web.shgm.gov.tr/tr/havacilik-personeli/2129-hava> (Erişim Tarihi: 29.04.2015)
- [58] [http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice./documents/thematic\\_reports/120TR.pdf](http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice./documents/thematic_reports/120TR.pdf) (Erişim Tarihi: 15.06.2016)
- [59] Yelboğa, A. (2006). Kişilik özellikleri ve iş performansı arasındaki ilişkinin incelenmesi. *İş, Güç Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi*. 8 (2), 196-211.

- [60] <http://users.metu.edu.tr/skirazci/Courses/LearningSlides/04-05-2%2002.pdf>  
(Erişim Tarihi: 15.06.2016)
- [61] Güçlü, N. (2001). Zaman yönetimi. Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi. 25, 87-106.
- [62] Balcı, A. (1990). Zaman yönetimi. Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi. 23(1), 95-102.
- [63] İnce, M., Bedük, A., ve Aydoğan, E. (2004). Örgütlerde takım çalışmasına yönelik etkin liderlik nitelikleri. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 11, 423-446.
- [64] Oktal, H. ve Yaman, K. (2004). Haberleşme, seyrüsefer, izleme ve hava trafik yönetimi teknolojisi (CNS/ATM) ve bu sistemin Türk havasahasına uygulanması. Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi. 1(3), 39-47.
- [65] Dağdeviren, M., Eraslan, E. Ve Kurt, M. (2005). Çalışanların toplam işyükü seviyelerinin belirlenmesine yönelik bir model ve uygulaması. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi. 20(4), 517-525.
- [66] Karacaoğlu, K. ve Çetin, İ. (2015). İş yükü ve rol belirsizliğinin çalışanların tükenmişlik düzeyleri üzerinde etkisi: AFAD örneği. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi. 5, 46-69.
- [67] Wiener, E.L. and Nagel, D.C. (1988). *Human factors in aviation*, USA:Academic Pres.
- [68] Smith, K., Scallen, S.F., Knecht, W. and Hancock, P.A. (1998). An index of dynamic density. *Human Factors*, 40 (1), 69-78.
- [69] Kopardekar, P., Field, M., Schwartz, A., Magyarits, S. and Rhodes, J. (2007). Airspace complexity measurement: an air traffic control simulation analysis. 7<sup>th</sup> USA/Europe Air Traffic Management Research and Development Seminar, Barcelona.
- [70] Jehlen, R. (2002). *Performance requirements - dynamic density & dynamic resectorization concepts*, FAA Air Traffic Planning Division, Toulouse.

- [71] Sridhar, B., Sheth, K.S. and Grabbe, S. (1998). Airspace complexity and its application in air traffic management. *2<sup>nd</sup> USA/Europe Air Traffic Management R&D Seminar*, Orlando.
- [72] FAA. (2000). *Dynamic density - a review of proposed variables*, NAS Advanced Concepts Branch, ACT 540.
- [73] Masalonis, A.J., Callaham, M.B. and Wanke C.R. (2003). Dynamic density and complexity metrics for real-time flow management. *5<sup>th</sup> USA/Europe Air Traffic Management R&D Seminar*, Budapest.
- [74] Arad, B.A. (1964). The control load and load sector design. *Journal of ATC*. May, 12-31.
- [75] Schmidt, D.K. (1976). On modelling ATC work load and sector capacity. *Journal of Aircraft*, 13, 351-537.
- [76] Hurst, M.W. and Rose, R.M. (1978). Objective job difficulty, behavioural response, and sector characteristics in air route traffic control centers. *Ergonomics*, 21(9), 697-708.
- [77] Buckley, E.P., DeBaryshe, B.D., Hitchner, N. and Kohn, P. (1983). *Methods And Measurement in Real-Time Air Traffic Control System Simulation* (DOTIFAAICT-83/26). Atlantic City N.J: FAA Technical Center.
- [78] Stein, E.S. (1985). *Air Traffic Controller Workload: An Examination of Workload Probe* (DOTIFAAICT-TN84/24). Atlantic City, NJ: FAA Technical Center.
- [79] Stokes, A. and Kite, K. (1994). *Flight stress: Stress, Fatigue, and Performance in Aviation*. Cambridge: Ashgate Publishing Limited.
- [80] Costa, G. (1993). Evaluation of Workload in Air Traffic Controllers. *Ergonomics*, 36(9), 1116.
- [81] Mogford, R.H., Murphy, E.D., Roske-Hofstrand, R.J., Yastrop, G. and Guttman, J.A. (1994). *Application of Research Techniques for Documenting Cognitive Processes in Air Traffic Control: Sector Complexity and Decision Making* (DOTIFAA/CT-TN94/3). Atlantic City, NJ: FAA Technical Center.

- [82] Manning, C.A., Mills, S.H., Fox, C., Pfeleiderer, E. ve Mogilka, H.J. (2001). *Investigating the Validity of Performance and Objective Workload Evaluation Research-POWER (DOTIFAAIAM-01110)*. Washington, DC.
- [83] Pawlak, W.S., Brinton, C.R., Crouch, K., and Lancaster, K.M. (1996). A framework for the evaluation of air traffic control complexity. *AIAA, Guidance, Navigation and Control Conference*. San Diego, CA, : AIAA, s.29-31.
- [84] Laudeman, I.V, Shelden, S.G., Branstrom, R. and Brasil, C.L. (1998). *Dynamic Density: An Air traffic Management*, NASA/TM: 1998-112226.
- [85] Sale, S.M. (1998). *Development of a computer based airspace sector occupancy model*. Yayınlanmamış yüksek Lisans Tezi. Virginia: State University, Virginia Polytechnic Institute.
- [86] Chatterji, G.B. ve Sridhar, B. (1999). Neural Network Based Air Traffic Controller Workload Prediction. *Proceedings of American Control Conference*, San Diego, California. 2620-2624.
- [87] Niese, C. and Eyferth. K. (1999). Modelling Cognitive Processes of Experienced Air Traffic Controllers. *Ergonomics*, 42(11), 1513-1515.
- [88] Kuk, G. and Martin, A. (1999). Effects of Light and Heavy Workload on Air Traffic Tactical Operations. *Ergonomics*, 42(9), 1133-1148.
- [89] Willems, B., Allen, R. and Stein, E. (1999). *Air Traffic Control Specialist Visual Scanning II: Task Load, Visual Noise, and Intrusions into Controlled Airspace*. USA:Defense Technical Information Center.
- [90] Delahaye, D. ve Puechmorel, S. (2000). Air Traffic Complexity: Towards Intrinsic Metrics. *3rd USA/Europe Air Traffic Management R&D Seminar*, Napoli.
- [91] Schaefer, D., Meckiff, C., Magill, A., Pirard, B. and Aligne, F. (2001). Air Traffic Complexity as a Key Concept For Multi-Sector Planning. *20th Digital Avionics Systems Conference*.

- [92] Kirwan, B., Scaife, R. and Kennedy, R. (2001). Investigating Complexity Factors in DK Air Traffic Management. *Ergonomics*, 189-195.
- [93] Histon, J.M., Aigoïn, G., Delahaye, D., Hansman, R.J. and Puechmorel, S. (2001). Introducing Structural Considerations into Complexity Metrics. *4th USA/Europe ATM R&D Seminar*. Sante Fe, USA.
- [94] Benkouar, A., Flynn, G.M. and Christien, R. (2005). *Adaptation of Workload Model by Optimization Algorithms and Sector Capacity Assesment*. ECC Note No. 07/0S COCA Project, Bretigny-sur-Orge Cedex: Eurocontrol Experimental Center.
- [95] Ball, J.W. (1997). Free flight an air traffic management partnership. *16th Digital Avionics Systems Conference*. DASC.AIAA/IEEE, 2, 9.1 - 9-9.1-15.
- [96] Baart, D. (2001). *An evaluation of dynamic density metrics using RAMS*, FAA.
- [97] Magyarits, S. and Kopardekar, P. (2001). *Dynamic density: the measure of air traffic control sector complexity for the enroute environment*. FAA.
- [98] Versteegt, H. H. and Visser, H. G. (2002). *Traffic complexity based conflict resolution*. AIAA Air Traffic Control Association Institute, Incorporated.
- [99] Kallus, K.W., Ehgartner, B. and Hoffmann, P. (2002). Safety-efficiency-workload balance from the supervisor perspective. *Proceedings of the 25 th EAAP Conference. Safety, Systems and People in Aviation*, Warsaw, Poland.
- [100] Gosling, G. D. (2002). *Analysis of factors affecting occurrence and severity of air traffic control operational errors*. NW Washington: Transportation Research Board Business Office.
- [101] Kopardekar, P. and Magyarits, S. (2003). *Measurement and prediction of dynamic density*. 5th Usa/Europe Air Traffic Management 2003 R&D Seminar. Budapest.

- [102] Straussberger, S., Schaefer, D. and Kallus K. W. (2004). A psychophysiological investigation of the concept of monotony in ATC: effects of traffic repetitiveness and traffic density”, *Proceedings of 1st International Conference on Research in Air Transportation (ICRAT)*. Slovakia: University of Zilina.
- [103] Rantanen, E. M., Maynard, P. W. and Özhan, D. (2005). The impact of sector characteristics and aircraft count on air traffic control communications and workload, *13th International Symposium on Aviation Psychology*, Dayton OH.
- [104] Busing, H. (2005). *Air traffic control operating modes and the management of complexity*. MIT Proje Raporu.
- [105] Bilimoria, K. D. and Lee, H. Q.(2005). *Analysis of aircraft clusters to measure sector-independent airspace congestion*. AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Technical Forum.
- [106] Manning, C. A. and Pfleiderer, E. M. (2006). *Relationship of sector activity and sector complexity to air traffic controller taskload*. Dot/FAA/Am-06/29 Office of Aerospace Medicine Washington, Dc.
- [107] Stein, E. S., Della Rocco, P. S. and Sollenberger, R. L. (2006). *Dynamic resectorization in air traffic control: a human factors perspective*. DOT/FAA/TC - TN06/19. FAA.
- [108] Boag, C., Neal, A., Loft, S. and Halford, G. S. (2006). An analysis of relational complexity in an air traffic control conflict detection task. *Ergonomics*, 49(14), 1508-1526.
- [109] Gianazza, D. and Guittet, K. (2006). Evaluation of air traffic complexity metrics using neural networks and sector status. *The 2nd International Conference on Research in Air Transportation*. Belgium.
- [110] Song, L., Wanke, C., and Greenbaum, D. (2007). *Predicting Sector Capacity for TFM*, MITRE.
- [111] Klein, A., Rodgers, M. D. and Kaing, H.(2008). *Dynamic FPA's: a new method for dynamic airspace configuration*. ICNS Conference, 1-11.

- [112] Yenson, S. and J. Rakas. (2008). Impacts of a mixed media air traffic control communication environment on aviation efficiency. *11th Air Transport Research Society (ATRS) Annual World Conference*. Athens.
- [113] Kopardekar, P., Rhodes, J., Schawartz, A., Magyarits, S. and Willem, B.(2008). Relationship of maximum manageable air traffic control complexity and sector capacity. *26th International Congress of The Aeronautical Sciences*. Alaska.
- [114] Puechmorel, S. ve Delahaye, D. (2009). New trends in air traffic complexity. *ENRI International Workshop on ATM/CNS*. Tokyo.
- [115] Lai, C. F. ve Zelinski, S. (2009). Simplified dynamic density based capacity estimation. *28th Digital Avionics Systems Conference*. Orlando, FL, 2.E.2-1-2.E.2-10.
- [116] Klein, A., Rodgers, M. D. and Leiden, K. (2009). Simplified dynamic density: a metric for dynamic airspace configuration and NEXTGEN analysis. *28th Digital Avionics Systems Conference*. Orlando,FL, 2.D.3-1-2.D.3-12.
- [117] Prandini, M. and Hu, J. (2009). A probabilistic approach to air traffic complexity evaluation. *48th IEEE Conference on Decision and Control and 28th Chinese Control Conference*. Shanghai. 5207-5212.
- [118] Webb, A. G., Sarkani, S. and Mazzuchi, T. A. (2009). Resource allocation for air traffic controllers using dynamic airspace configuration. *Proceedings of The World Congress on Engineering and Computer Science* . San Francisco.
- [119] Li, L. and Hansman,R. J. (2009). Experimental studies of cognitively based air traffic control complexity metrics for future operational concepts. *MIT International Center for Air Transportation (ICATt.)* Cambridge: Department of Aeronautics & Astronautics Massachusetts Institute of Technology.
- [120] Bloem, B., Brinton, C., Hinkey, J., Leiden, K. and Sheth, K. (2009). A Robust approach for predicting dynamic density. AIAA-2009-6960, *AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations (ATIO) Conference and Aircraft Noise and Emissions Reduction Symposium (ANERS)*. Hilton Head, SC.


- [121] Klein, A. Rodgers, M.D., Leiden, K. (2009). Simplified dynamic density: A metric for dynamic airspace configuration and NextGen analysis. *2009 IEEE/AIAA 28th Digital Avionics Systems Conference*. Orlando, FL.
- [122] Bal, H. (2016). *Nitel Araştırma Yöntem ve Teknikleri*. İstanbul: Sentez Yayıncılık.
- [123] Kıncal, R.Y. (2015). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. İstanbul: Nobel Yayıncılık.
- [124] Creswell, J.W. ve Plano Clark, V.L. (2015). *Karma Yöntem Araştırmaları Tasarım ve Yürütülmesi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- [125] Baki, G. ve Gökçek, T. (2012). Karma Yöntem ve Araştırmalarına Genel Bir Bakış. *Elektronik ve Sosyal Bilimler Dergisi*. 11(42), 001-021.
- [126] <http://ecas.anadolu.edu.tr/> (Erişim Tarihi: 01.02.2015)
- [127] <http://ssd.dhmi.gov.tr/ANSLogin.aspx?mn=41> (Erişim Tarihi: 01.02.2015)
- [128] Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi FTO Eğitim El Kitabı. (2015). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi.
- [129] Yıldırım. A. ve Şimşek, H. (2013). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- [130] Merriam, S.B. (2013). *Nitel Araştırma Desen ve Uygulama için Bir Rehber*. (Çev: Turan. S.). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- [131] Gürbüz, S. ve Şahin, F. (2015). *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- [132] Geray, H. (2014). *Toplumsal Araştırmalarda Nicel ve Nitel Yöntemlere Giriş*. Kocaeli: Umuttepe Yayınları.
- [133] Aziz, A. (2008). *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri ve Teknikleri*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- [134] Punch, F.K. (2005). *Introduction to Social Research—Quantitative & Qualitative Approaches*. London: SAGE.
- [135] Krueger, R.A. and Casey, M.A. (2000). *Focus Groups:A Pratical Guide For Applied Research* , Thousand Oaks, CA:Sage.

- [136] Yüksel, A., Yanık, A. Ve Ayazlar, R.A. (2015). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayınları.
- [137] Glesne, C. (2015). Nitel Araştırmaya Giriş. (Çev: Ersor.AA. S.).Ankara: Anı Yayıncılık.
- [138] Baş, T. ve Akturan, U. (2013). *Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayınları.
- [139] Böke, A. (2014). *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri*. İstanbul: Alfa Basım Yayım Dağıtım.
- [140] Güler, A., Halıcıoğlu, M.B. ve Taşğın, S. (2013). Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri. Ankara: Seçkin Yayınları.
- [141].<http://www.icao.int/safety/SafetyManagement/Documents/Doc.9859.3rd%20Edition.alltext.en.pdf> (Erişim Tarihi: 01.02.2015)
- [142] [www.googleearth.com](http://www.googleearth.com) (Erişim Tarihi: 15.03.2016)

### EK-1 Cessna 172 SP uçağı performans ve teknik özellikleri

	
<i>Cessna 172 SP</i>	
<i>Genel özellikler</i>	
Mürettebat	1-2 pilot
Kapasite	2-3 yolcu
Uzunluk	8,28 m
Kanat açıklığı	11.0 m
Boş Ağırlık	743 kg
Maksimum kalkış ağırlığı	1110 kg
Güç	Lycoming IO-360-L2A Flat-4 motoru, 2400 rpm'de 160 hp (120 kW)
<i>Performans</i>	
Düz uçuş hızı	163 kts
Menzil	1270 km
Servis Tavanı	13500 ft (4115 m)
Tırmanma Oranı	720 ft/min 219 mpm
Kanat yüklemesi	14.1 lb/ft <sup>2</sup> (68.9 kg/m <sup>2</sup> )
Kalkış Mesafesi	945 ft (288 m)
İniş mesafesi	460 m
Stall hızı	51 kt- 94 km/s (flapsız)    47 kt-87 km/s (flaplı)

## EK-2 Socata TB 20 uçağı performans ve teknik özellikleri

	
<i>Socata TB 20</i>	
<i>Genel özellikler</i>	
Mürettebat	1-2 pilot
Kapasite	3-4 yolcu
Uzunluk	7,75 m
Kanat açıklığı	9,97 m
Yükseklik	2,85 m
Kanat Alanı	11,90 m <sup>2</sup>
Boş Ağırlık	900 kg
Maksimum kalkış ağırlığı	1400 kg
Güç	Lycoming IO-540-6 silindir 250 hp
<i>Performans</i>	
Düz uçuş hızı	163 kts
Menzil	1290 km
Servis Tavanı	20000 ft
Tırmanma Oranı	1200 ft/min
Kanat yüklemesi	14.1 lb/ft <sup>2</sup> (68.9 kg/m <sup>2</sup> )
Kalkış Mesafesi	647 ft (50 m geçiş 1008 ft)
İniş mesafesi	720 m
Stall hızı	70 kt (flapsız) 59 kt (flaplı)

### EK-3 Beechcraft C-90 uçağı performans ve teknik özellikleri



<i>Beechcraft C-90</i>	
<i>Genel özellikler</i>	
Mürettebat	1-2 pilot
Kapasite	5-12 yolcu
Uzunluk	35, 6 in (10,82 m)
Kanat açıklığı	50,3 in (15,32 m)
Yükseklik	14 ,3 ft (4,34 m)
Kanat Alanı	279,7 ft <sup>2</sup> (26 m <sup>2</sup> )
Boş Ağırlık	6950 lb (4608 kg)
Maksimum kalkış ağırlığı	10100 lb(4581 kg)
Güç	2 X (P&WC PT6A-135A 550 hp)
<i>Performans</i>	
Düz uçuş hızı	270 kts (500 km/s)
Menzil	1919 km
Servis Tavanı	30000 ft Tek motor 19170 ft
Tırmanma Oranı	1953 fpm (595 m/dk)
Kanat yüklemesi	34,4 lb/ft <sup>2</sup>
Kalkış Mesafesi	2392 ft (729 m)
İniş mesafesi	2355 ft (717 m)
Stall hızı	94 kts (flapsız) 60 kts (flaplı)

EK-4 İzin Talebi Yazısı

Anadolu Üniversitesi  
Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi Dekanlığına

Doktora tez danışmanı olduğum Birsen Açikel ve Salih Aydın'ın, Yüksek Lisans tez danışmanı olduğum Tarık Güneş'in tez uygulama çalışmalarında Hava Seyrüsefer ve Bakım Teknik uygulamaları hakkında veri ve uzman görüşlerine ihtiyaç olacaktır. Bu kapsamda ilgili havaalanı ve operasyonel birimler ile etkileşime geçebilmek ve veri desteği alabilmek için onay ve izinlerinizi arz ediyorum.

Gereğini saygılarımla olurlarınıza sunarım.

07.04.2015

Yrd.Doç.Dr. Uğur TURHAN

EK-5 İzin Talebi Onay Yazısı

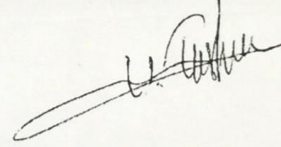
Sr - Hakan AYDEMİR

Anadolu Üniversitesi  
Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi Dekanlığına

Doktora tez danışmanı olduğum Birsen Açikel ve Salih Aydın'ın, Yüksek Lisans tez danışmanı olduğum Tarık Güneş'in tez uygulama çalışmalarında Hava Seyrüsefer ve Bakım Teknik uygulamaları hakkında veri ve uzman görüşlerine ihtiyaç olacaktır. Bu kapsamda ilgili havaalanı ve operasyonel birimler ile etkileşime geçebilmek ve veri desteği alabilmek için onay ve izinlerinizi arz ediyorum.

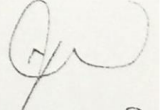
Gereğini saygılarımla olurlarınıza sunarım.

07.04.2015  
Yrd.Doç.Dr. Uğur TURHAN



Doç.Dr. Ayşe Keleş  
7/4/2015

- Y. Keleş  
- Hakan AYDEMİR  
- Dursun GALIŞIR  
- Ertan UZUN

  
07.04.2015

T.C. ANADOLU ÜNİVERSİTESİ HAVACILIK VE UZAY BİLİMLERİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI	
<b>GELEN EVRAK</b>	
Kayıt Tarihi	07-04-2015
Kayıt No	- 470 -
Desimal Dosya No	- 000 -
Eki	-

### ARAŞTIRMA GÖNÜLLÜ KATILIM FORMU

Bu çalışma, “Eğitim havasahası karmaşıklığı ve etkinliğinin hava trafik kontrolörü işyükünün gerçek uçuş verileri ve uzman görüşleri bağlamında değerlendirilmesi” başlıklı bir araştırma çalışması olup Doktora tezi amacını taşımaktadır. Çalışma, Birsen Açıkkel tarafından yürütülmekte ve sonuçları ile doktora tez çalışmasıyla ortaya konacaktır.

- Bu çalışmaya katılımınız gönüllülük esasına dayanmaktadır.
- Çalışmanın amacı doğrultusunda, odak grup görüşmesi yapılarak sizden veriler toplanacaktır.
- Araştırmada katılımcıların isimleri gizli tutulacaktır.
- Araştırma kapsamında toplanan veriler, sadece bilimsel amaçlar doğrultusunda kullanılacak, araştırmanın amacı dışında ya da bir başka araştırmada kullanılmayacak ve gerekmesi halinde, sizin (yazılı) izniniz olmadan başkalarıyla paylaşılmayacaktır.
- İsteminiz halinde sizden toplanan verileri inceleme hakkınız bulunmaktadır.
- Veri toplama sürecinde size rahatsızlık verebilecek herhangi bir soru/talep olmayacaktır. Yine de katılımınız sırasında herhangi bir sebepten rahatsızlık hissederseniz çalışmadan istediğiniz zamanda ayrılabilirsiniz. Çalışmadan ayrılmanız durumunda sizden toplanan veriler çalışmadan çıkarılacak ve imha edilecektir.

Gönüllü katılım formunu okumak ve değerlendirmek üzere ayırdığınız zaman için teşekkür ederim. Çalışma hakkındaki sorularınızı Anadolu Üniversitesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi’nden Birsen Açıkkel’e mail ve telefon ile yöneltebilirsiniz.

Araştırmacı Adı :Birsen Açıkkel

Adres : Anadolu Üniversitesi 2 Eylül Kapüsü Havacılık ve Uzay Bilimleri  
Fakültesi Eskişehir

İş Tel : 0 222 321 35 50 / 6914

Cep Tel: 0 505 921 59 65

Bu çalışmaya tamamen kendi rızamla, istediğim takdirde çalışmadan ayrılabileceğimi bilerek verdiğim bilgilerin bilimsel amaçlarla kullanılmasını kabul ediyorum.

Katılımcı Ad ve Soyadı:

İmza:

Tarih:

Ek-7 Odak Grup Görüşmesi Form 1

FORM 1		A	
<b>Katılımcı Profili</b>			
Uçuş operasyonlarındaki rolünüz		Deneyiminiz (Yıl/Uçuş saati)	
Yaşınız		Cinsiyetiniz	
<b>Yapılan uçuş operasyonları ile ilgili düşüncelerinizi;</b>			
Emniyet açısından değerlendiriniz.			
Kapasite açısından değerlendiriniz.			
Etkinlik açısından değerlendiriniz.			
İnsan performansı açısından (stres-isyükü, hata yapma, yorgunluk vb.) değerlendiriniz.			

FORM 2

A

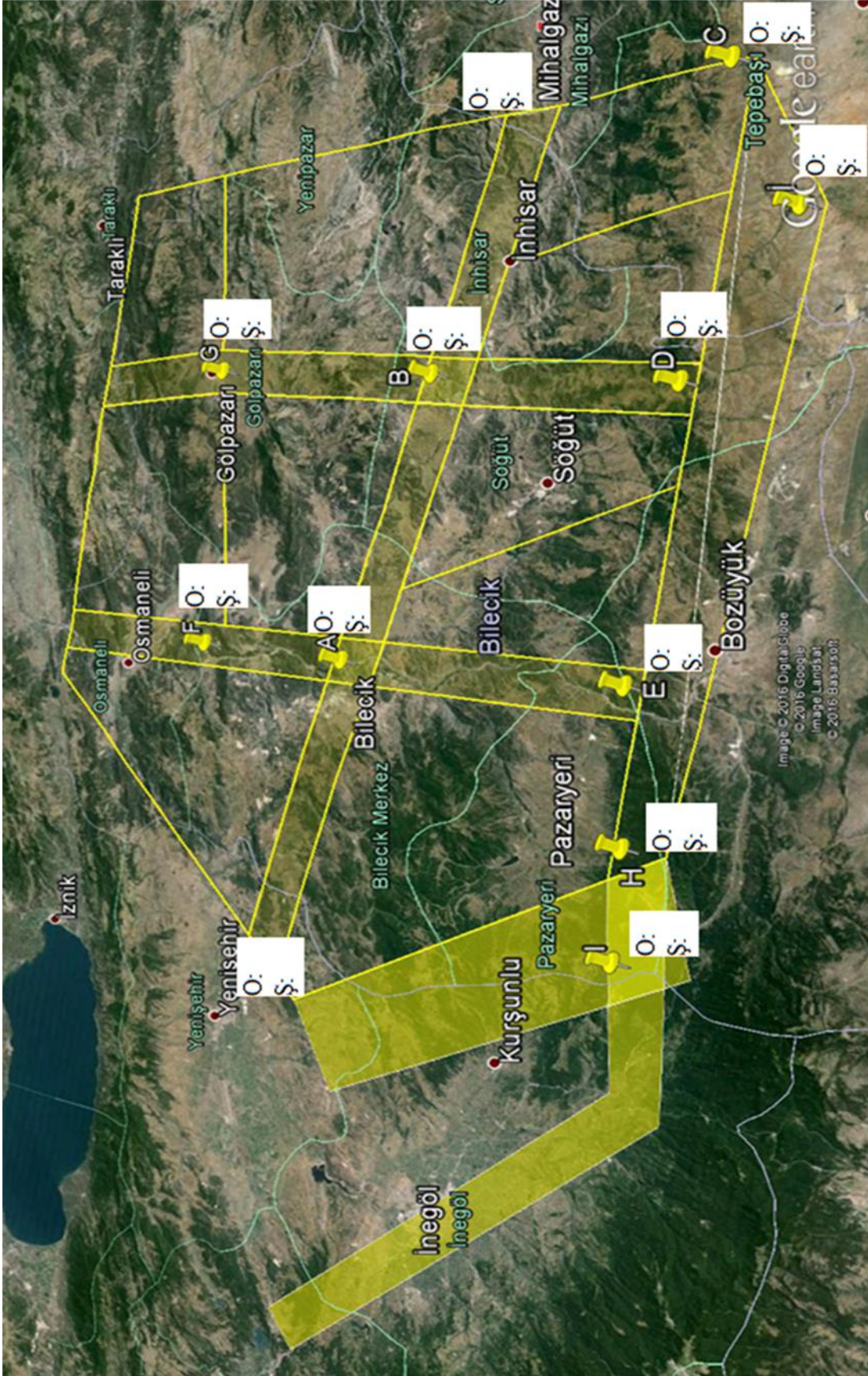
**Sizce aşağıdaki verilerden hangilerini öncelikli olarak birbirleri ile analiz etmek daha önemlidir? Lütfen aşağıdan seçerek yazınız.**

Tarih	Uçuşu planlanan süre
Uçak çağrı adı	Meteoroloji
Uçak tipi	Yıllık uçuş verileri
Kalkış meydanı	Aylık uçuş verileri
Gidiş meydanı	Günlük uçuş verileri
Uçuş Görevi	Saatlik uçuş verileri
Çalışma sahası	Bölgelere göre uçuş verileri
Taksiye başlama saati	Motor durdurma saati

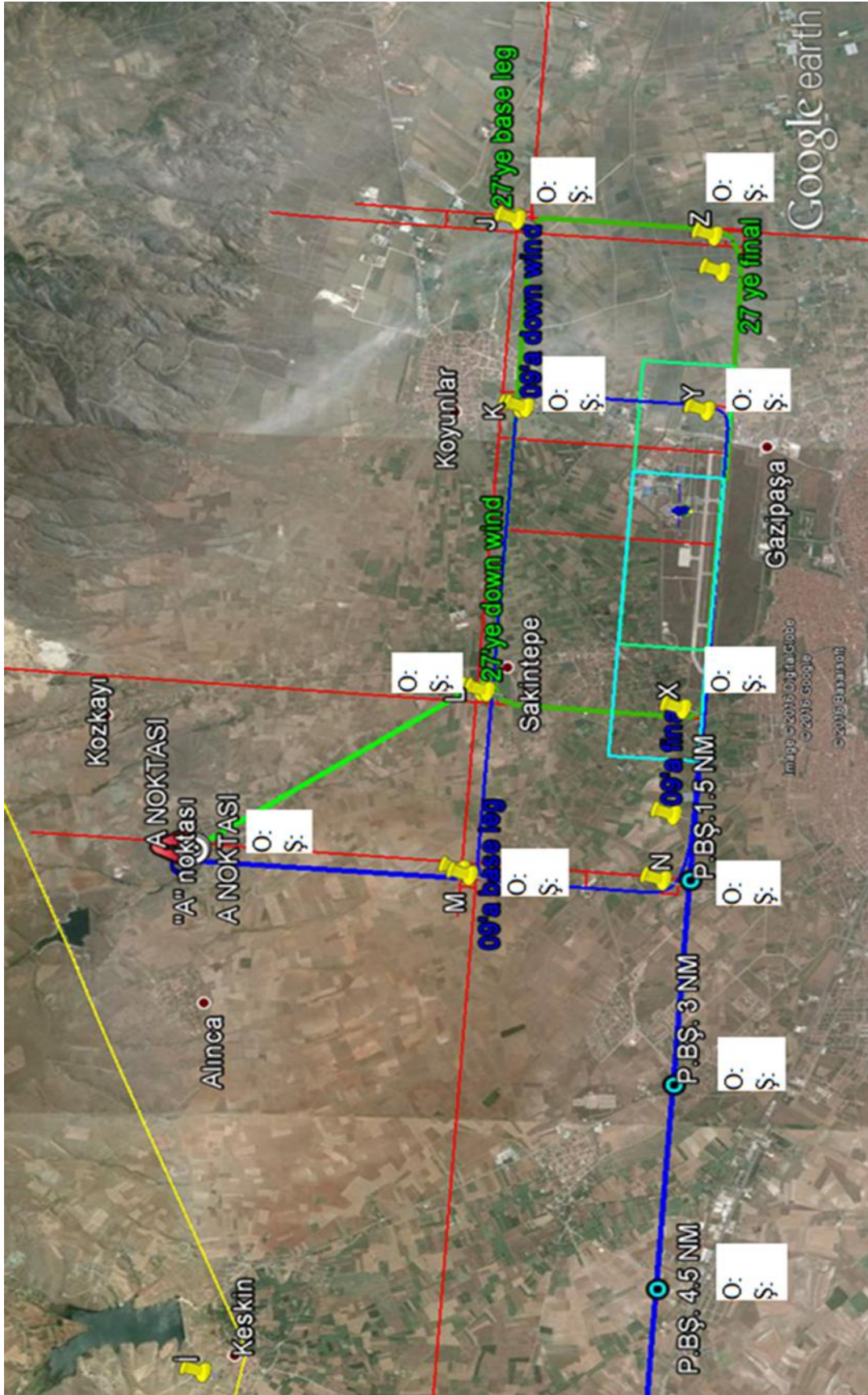
**Size göre operasyonel açıdan burada olmayan ve olması gerektiğini düşündüğünüz veriler varsa lütfen belirtiniz.**

--

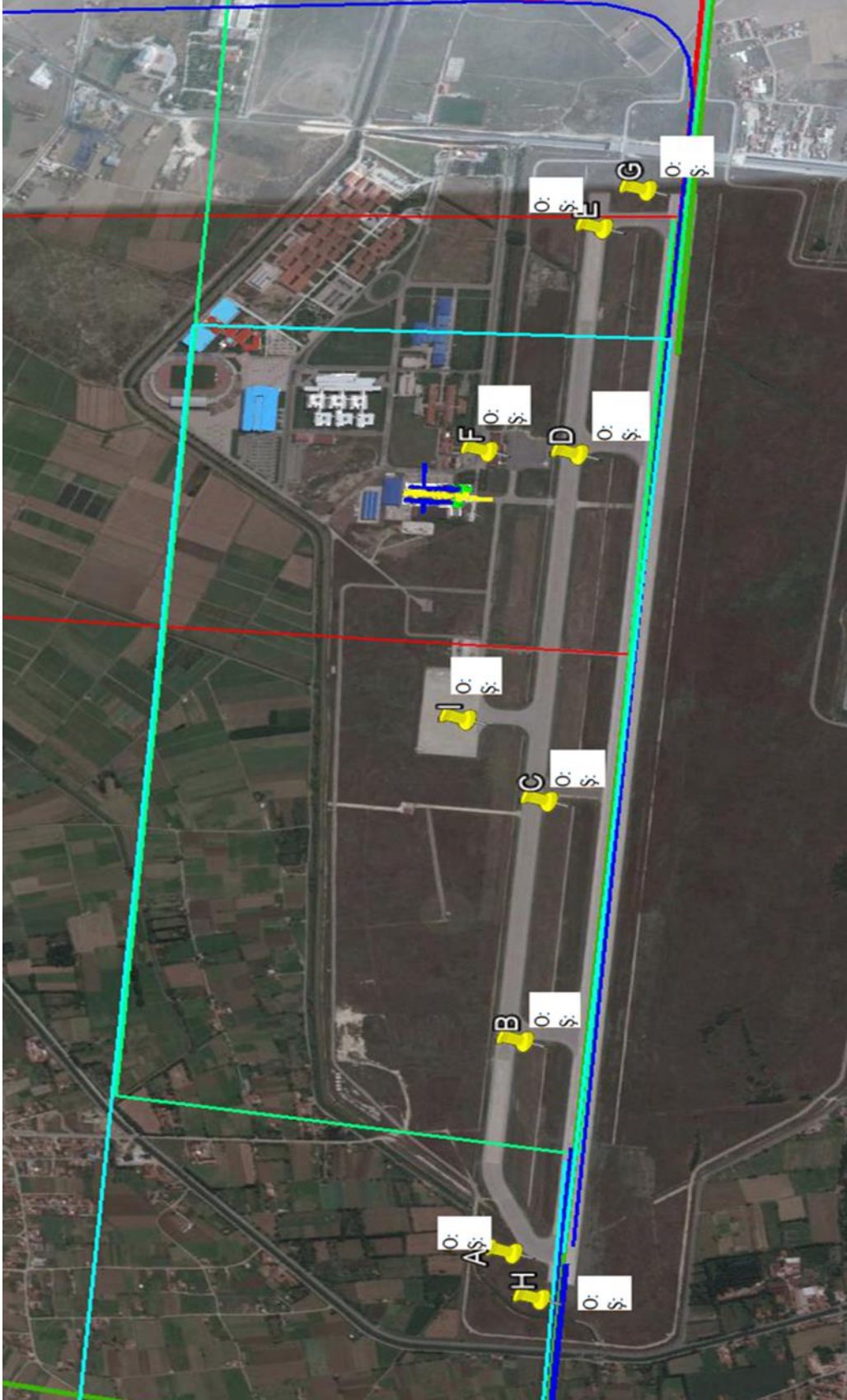
EK-9 Anadolu Eğitim Havasahası Bölge ve Koridorları.



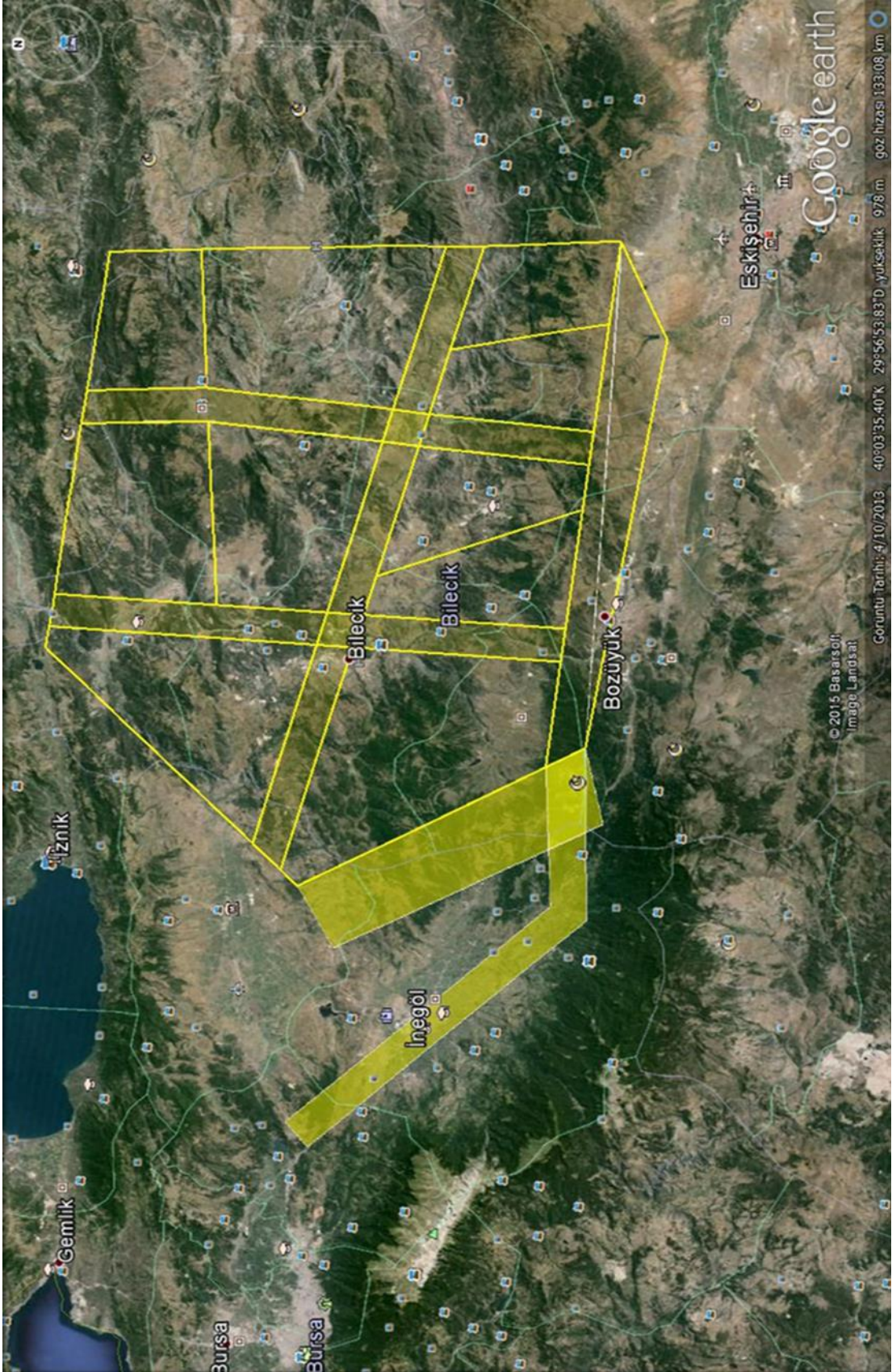
EK-10 Anadolu Eğitim Havasahası Meydan Trafik Paterni.



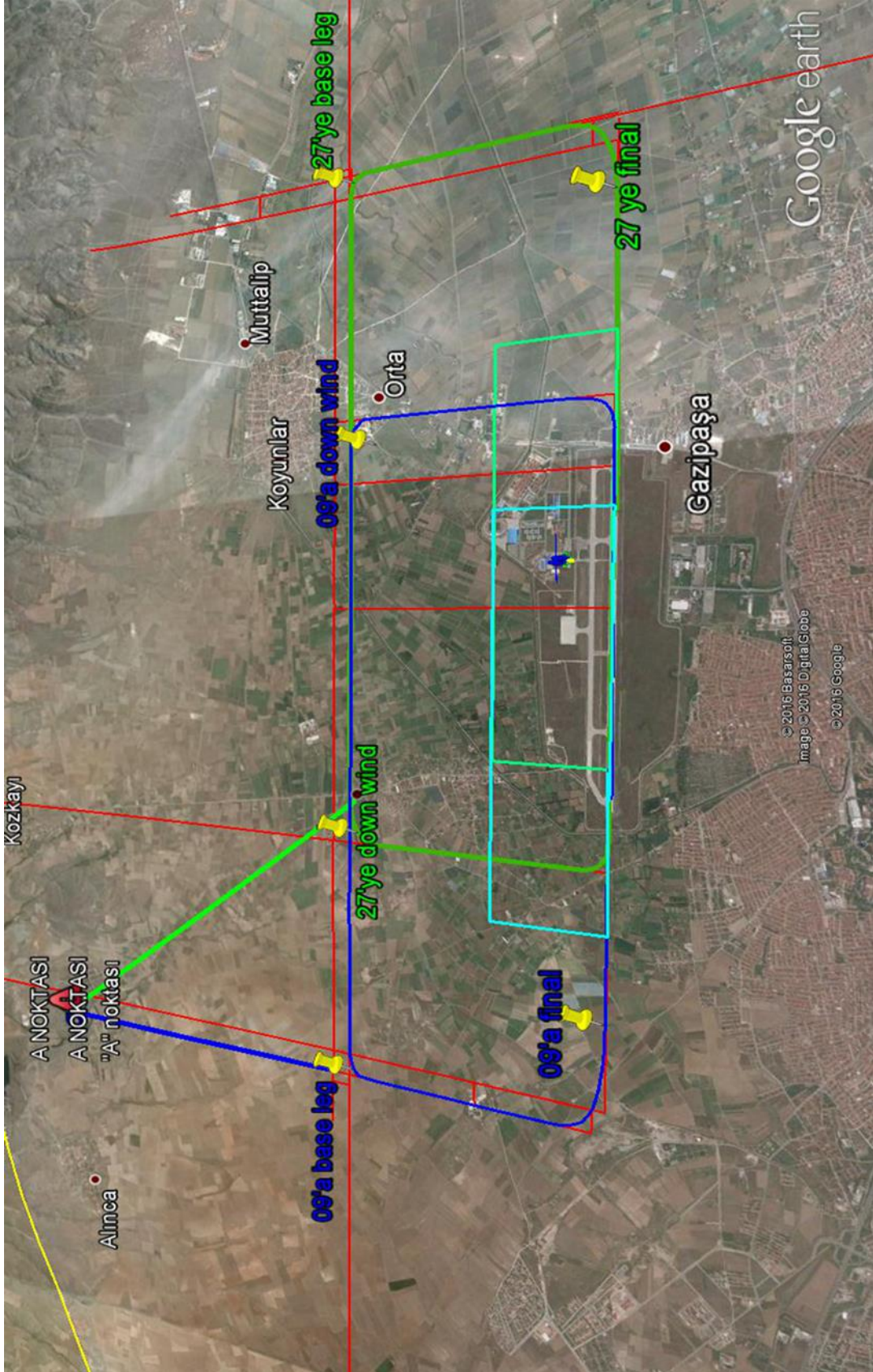
EK-11 Anadolu Eğitim Havasahası Pist, Taksi Yolları, Apron Kritik Noktaları.



EK-12 Anadolu Eğitim Havasahası Bölge ve Koridorları Yeniden Değerlendirme Haritası.



EK-13 Anadolu Eğitim Havasahası Meydan Trafik Paterni Yeniden Değerlendirme Haritası.



FORM 3		A
<b>Araştırmada uygulama açısından;</b>		
Sizce sunuda yer almayan başka konular ya da analizler araştırmada yer almalı mıdır? Varsa lütfen kısaca belirtiniz.		
Uçuş emniyeti ve risk değerlendirmesi açısından çalışmadaki en önemli konular hangileridir? Bunlar gelecekte nasıl fayda sağlayabilir?		
Eğitim havasahası kapasitesi açısından çalışmadaki en önemli konular hangileridir? Bunlar gelecekte nasıl fayda sağlayabilir?		
Uçuş etkinliği açısından çalışmadaki en önemli konular hangileridir? Bunlar gelecekte nasıl fayda sağlayabilir?		
İşyuku ve karmaşıklığı açısından insan faktörleri kapsamında risk değerlendirmesi yaptığınızda, çalışmada gelecekte katma değer yaratabilecek konular hangileridir?		
Sizce çalışmada başka yer alması gerektiğini düşündüğünüz konular ve analizler var mı? Varsa bunlar nelerdir?		
Çalışmanın güçlü yönleri nelerdir?		
Çalışmanın zayıf yönleri nelerdir?		
Çalışmanın gelişmeye açık yönleri nelerdir?		
Size göre bu çalışmanın sonuçlarının potansiyel katkıları kimler açısından faydalı olacaktır?		

FORM 4		A
<b>Çalışmayı genel olarak değerlendirdiğinizde aşağıdaki konular hakkında düşüncelerinizi belirtiniz.</b>		
- Anlaşılabilirlik		
- Operasyonel çevreye uygunluk		
- Önerilerin uygulamaya dönüştürülebilme potansiyeli		
- Daha sonra yapılacak çalışmalar için katkı sağlama potansiyeli		
<b>Bu toplantı süreci emniyet, işyükü ve kapasite değişkenleri açısından farkındalığınızı etkiledi mi? Lütfen belirtiniz.</b>		

EK-16 PİLOTAJ EĞİTİM PROGRAMI

SORTİ NO	GÖREV KODU	SAAT	GÖREV TANIMI	KONTROL KODU	KONTROL TANIMI	UÇUŞ GÖREVİ	UÇUŞ TİPİ
<b>2 nci EVRE 1 nci SAFHA (CESSNA -172 S)</b>							
1	VPF	01	01:15	İntibak	-	-	DUAL VFR
2	VPF	02	01:15	İntibak	-	-	DUAL VFR
3	VPF	03	01:15	İntibak	-	-	DUAL VFR
4	VPF	04	01:15	İntibak	-	-	DUAL VFR
5	VPF	05	01:30	İntibak	-	-	DUAL VFR
6	VPF	06	01:30	İntibak	-	-	DUAL VFR
7	VPF	07	01:30	İntibak	-	-	DUAL VFR
8	VPF	08	01:30	İntibak	-	Nokta Kont.	DUAL VFR
9	VPF	09	01:30	İntibak	-	-	DUAL VFR
10	VPF	10	01:00	İntibak	VFC-01	Yalnız Kont.	DUAL VFR
<b>2 nci EVRE 2 nci SAFHA (CESSNA -172 S)</b>							
11	SVF	01	00:30	Trf. Paterni	-	-	SOLO VFR
12	DVF	01	01:30	Hv. Hrk.	-	-	DUAL VFR
13	SVF	02	01:15	Trf. Paterni	-	-	SOLO VFR
14	DVF	02	01:30	Hv. Hrk.	-	-	DUAL VFR
15	SVF	04	01:30	Hv. Hrk.	-	-	SOLO VFR
16	DVX	01	01:15	S/S	-	-	DUAL VFR
17	SVF	05	01:30	Hv. Hrk.	-	-	SOLO VFR
18	DVX	02	01:45	S/S	-	-	DUAL VFR
19	SVF	06	01:45	Hv. Hrk.	-	-	SOLO VFR
20	DVX	03	01:45	S/S	-	-	DUAL VFR
21	SVF	07	01:45	Hv. Hrk.	-	-	SOLO VFR
22	DVX	04	01:45	S/S	-	-	DUAL VFR
23	SVF	08	01:45	Hv. Hrk.	-	-	SOLO VFR
24	DVX	07	02:00	S/S	VPC-01	S/S Ylnz. K.	DUAL VFR

<b>2 nci EVRE, 3 A nci SAFHA (CESSNA -172 S)</b>							
25	DVF	03	02:30	Hv.Hrk.	-	-	DUAL VFR
26	DVX	06	02:30	S/S	-	-	SPIC VFR
27	DVF	04	02:30	Hv.Hrk.	-	-	DUAL VFR
28	DVX	07	02:30	S/S	-	-	SPIC VFR
29	DVF	05	02:00	Hv.Hrk.	-	-	SPIC VFR
30	DVX	08	02:30	S/S	-	-	SPIC VFR
31	DVF	06	02:00	Hv.Hrk.	-	-	SPIC VFR
32	DVX	09	02:30	S/S	-	-	SPIC VFR
33	DVF	07	02:00	Hv.Hrk.	-	-	SPIC VFR
34	DVX	10	02:30	S/S	-	-	SPIC VFR
35	DVF	08	02:00	Hv.Hrk.	-	-	SPIC VFR
36	DVX	11	01:45	S/S	-	-	SPIC VFR
37	DVX	12	01:45	S/S	-	-	SPIC VFR
38	SVX	01	01:30	S/S	-	-	SOLO VFR
39	SVX	02	01:30	S/S	-	-	SOLO VFR
40	DVX	13	01:45	S/S	-	-	SPIC VFR
41	DVX	14	01:45	S/S	-	-	SPIC VFR
42	SVX	03	01:30	S/S	-	-	SOLO VFR
43	SVX	04	01:30	S/S	-	-	SOLO VFR
44	DVX	15	01:30	S/S	300 NM S/S 1. SEKTÖR	-	SPIC VFR
45	DVX	16	01:30	S/S	300 NM S/S 2. SEKTÖR	-	SPIC VFR
46	DVX	17	01:30	S/S	300 NM S/S 3. SEKTÖR	-	SPIC VFR
47	DVF	09	02:00	Hv.Hrk.	-	-	SPIC VFR
48	DVX	18	02:00	S/S	VXPT-01	S/S Gelişme K.	DUAL VFR

## EK-16 PİLOT AJ EĞİTİM PROGRAMI devamı

3 – B SAFHASI (TB-20)								
49	VPF	11	01:30	İntibak	-	-	DUAL	VFR
50	VPF	12	01:30	İntibak	-	-	DUAL	VFR
51	VPF	13	01:30	İntibak	-	-	DUAL	VFR
4 ncü SAFHA (TB-20)								
52	SDIF	01	02.00	Temel Alet			DUAL	IFR
53	DIF	01	01.30	Temel Alet			DUAL	IFR
54	SDIF	02	02.00	Temel Alet			DUAL	IFR
55	DIF	02	02.00	Temel Alet			DUAL	IFR
56	SDIF	03	02:00	Temel Alet			DUAL	IFR
57	DIF	03	01.45	Temel Alet			DUAL	IFR
58	SDIF	04	02.00	Temel Alet			DUAL	IFR
59	DIF	04	02.00	Temel Alet			DUAL	IFR
60	SDIF	05	02.00	Temel Alet			DUAL	IFR
61	DIF	05	02.00	Temel Alet	IPC-01	Nokta Kont.	DUAL	IFR
62	SDIF	06	02.00	Temel Alet			DUAL	IFR
63	DIF	06	02.00	Temel Alet			DUAL	IFR
64	SDIF	07	02.00	Temel Alet			DUAL	IFR
65	DIF	07	02.00	Temel Alet			DUAL	IFR
66	DIF	08	02.00	Temel Alet			DUAL	IFR
67	SDIF	08	02.00	Temel Alet	SIFQT-01	T.Alet Kal.K.	DUAL	IFR
68	DIF	09	02.00	Temel Alet			DUAL	IFR
69	DIF	10	02.00	Temel Alet	IFQT-01	T.Alet Kal.K.	DUAL	IFR
70	SRIF	01	02.00	Temel Alet			DUAL	IFR
71	DRI	01	01.45	Temel Alet			DUAL	IFR
72	SRIF	02	02.00	Temel Alet			DUAL	IFR
73	DRI	02	02.00	Temel Alet			DUAL	IFR
74	SRIF	03	02.00	Temel Alet			DUAL	IFR
75	DRI	03	02.00	Radyo Alet			DUAL	IFR
76	SRIF	04	02.00	Radyo Alet			DUAL	IFR
77	DRI	04	02.00	Radyo Alet			DUAL	IFR
78	SRIF	05	02.00	Radyo Alet			DUAL	IFR
79	DRI	05	02.00	Radyo Alet	IPC-02	Nokta Kont.	DUAL	IFR
80	SRIF	06	02.00	Radyo Alet			DUAL	IFR
81	DRI	06	02.00	Radyo Alet			DUAL	IFR
82	SRIF	07	02.00	Radyo Alet			DUAL	IFR
83	DRI	07	02.00	Radyo Alet			SPIC	IFR

EK-16 PİLOTAJ EĞİTİM PROGRAMI devamı

84	SRIF	08	02.00	Radio Alet	SIRQT-01	R.Alet Kal.K.	DUAL	IFR
85	DRI	08	02.00	Radio Alet			SPIC	IFR
86	DRI	09	02.00	Radio Alet	IRQT-01	R.Alet Kal.K.	DUAL	IFR
87	VPF (VFC 02)	14	01.00	Günd.Trf.P.			DUAL	VFR
88	SVF	08	00.30	Günd.Trf.P.			SOLO	VFR
89	DNF	01	01:00	Gece Uçuşu			DUAL	VFR
90	DNF	02	01:00	Gece Uçuşu			DUAL	VFR
91	SNF	01	01:00	Gece Uçuşu			SOLO	VFR
92	DNF	03	01:00	Gece Uçuşu			DUAL	VFR
93	SNF	02	01:00	Gece Uçuşu			SOLO	VFR
94	SRXF	01	02.00	R.Alet S/S			DUAL	IFR
95	DRX	01	02:00	R.Alet S/S			SPIC	IFR
96	DRX	02	02:00	R.Alet S/S			SPIC	IFR
97	DRX	03	02:00	R.Alet S/S			SPIC	IFR
98	SRXF	02	02.00	R.Alet S/S			DUAL	IFR
99	DRX	04	02:00	R.Alet S/S			SPIC	IFR
100	DRX	05	02:00	R.Alet S/S	IPC-03	Nokta Kont.	SPIC	IFR
101	SRXF	03	02.00	R.Alet S/S			DUAL	IFR
102	DRX	06	02:00	R.Alet S/S			SPIC	IFR
103	DRX	07	02:00	R.Alet S/S			SPIC	IFR
104	SRXF	04	02.00	R.Alet S/S	SIXQT-01	C/C A.K.Test	DUAL	IFR
105	DRX	08	02:00	R.Alet S/S			SPIC	IFR
106	DRX	09	02:00	R.Alet S/S	IXQT-01	C/C A.K.Test	DUAL	IFR

5 nci SAFHA (C 90GT/BE 20)								
ÇOK MOTOR TYPE RATE								
114	METR	01	01:30	Type Rate Int.	-	-	DUAL	VFR
115	METR	02	01:30	Type Rate Int.	-	-	DUAL	VFR
116	METR	03	01:30	Type Rate Int.	-	-	DUAL	VFR
117	METR	04	01:30	Type Rate Int.	-	-	DUAL	VFR
ÇOK MOTOR IR								
118	MEIR		01:00	Çok Mot. Alet Int.	-	-	DUAL	IFR
119	MEIRX	01	01:30	Çok Mot. Alet S/S	-	-	DUAL	IFR
120	MEIRX	02	01:30	Çok Mot. Alet S/S	-	-	DUAL	IFR
121	MEIRXX		01:00	Çok Mot. Gece S/S	-	-	DUAL	IFR
122	MEITST		01:00	Skill Test	MEITST	ÇM IR &TR/CPL Yet. Testi	DUAL	IFR
			01:00					VFR

## ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı : Birsen AÇIKEL

Yabancı Dil : İngilizce

Doğum Yeri ve Yılı : Çifteler/1980

E-Posta : byoruk@anadolu.edu.tr

### Eğitim ve Mesleki Geçmişi:

- 2003, Anadolu Üniversitesi, Sivil Havacılık Yüksekokulu, Uçak Gövde Motor Bakım.
- 2003, Uçak Bakım Makinisti, Anadolu Üniversitesi, Uçak Gövde Atölyesi.

### Yayınları ve Bilimsel/Sanatsal Faaliyetleri:

- 2015, International Symposium on Sustainable Aviation, Yörük Açıkkel,B., Turhan, U. "Green Airport Application: Green Airport in Turkey". 2015, İstanbul,, 31/05/2015
- 2015, International Symposium on Sustainable Aviation, Yörük Açıkkel,B., Turhan, U. "Relationship Between Air Traffic Control and Cost Index". 2015, İstanbul, 31/05/2015.
- 2015, SECONOMICS: SocioEconomics meets Security. 7. Çerçeve Programı AB Projesi FP7 SEC-2011.6.4-1 SEC-2011.7.5-2 ICT (GA No: 285223). 01.02.2012-30.01.2015.
- 2014, Security Journal, Ergün, N., Açıkkel, B., Turhan, U. "The Appropriateness of Today's Airport Security Measures in Safeguarding Airline Passengers". DOI: 10.1057/SJ.2014.41.
- 2010, VIII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES'10, Açıkkel B. ve Cavcar A."Ticari Yolcu Uçaklarında Maliyet İndeksi Kullanımının Sürdürülebilir Enerji-Çevre İlişkisine Katkıları", 1-3 Aralık, Bursa.
- 2010, III. Ulusal Havacılık ve Uzay Konferansı, Yörük Birsen ve Cavcar Aydan, "Havasahası Dinamik Yoğunluğu", 16-18 Eylül, Eskişehir.
- 2010, III.Ulusal Havacılık ve Uzay Konferansı, Cavcar Aydan ve Açıkkel Yörük Birsen, "Hava Trafik Ortamının Maliyet İndeksine Etkileri", 16-18 Eylül, Eskişehir.

### Mesleki Birlik/Dernek/Kuruluş Adı, Yeri:

- 2016, Sürdürülebilir Havacılık Araştırma Derneği, Eskişehir.