

**Toplama Noktası Sistemi ve
Ankara Esenboğa Havalimanı Uygulaması**

Gürcan SINAR
Yüksek Lisans Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü
Hava Trafik Kontrol Anabilim Dalı
Mayıs-2015

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Gürcan SINAR’ın “Toplama Noktası Sistemi ve Ankara Esenboğa Havalimanı Uygulaması” başlıklı Hava Trafik Kontrol Anabilim Dalındaki, Yüksek Lisans tezi 26/05/2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca kabul edilmiştir.

	Adı-Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı)	:Doç. Dr. Öznur USANMAZ	
Üye	:Doç.Dr.Osman Nuri ÇELİK	
Üye	:Yard. Doç. Dr. Özlem ŞAHİN MERİÇ	

Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TOPLAMA NOKTASI SİSTEMİ VE ANKARA ESENBOĞA HAVALİMANI UYGULAMASI

Gürcan SINAR

Anadolu Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Hava Trafik Kontrol Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Öznur USANMAZ

2015, 75 Sayfa

Dünyada ve özellikle ülkemizde artan hava trafiği karşısında verilen hava trafik hizmetinin belirli bir standartta ve kalitede verilmesi kaçınılmaz olmuştur. Verilen hizmetin belli bir standartta verilmesi, günümüzde kullanılan yöntemlerle mümkün değildir. Trafiklerin, standart bir hizmet alması, devamlı bir alçalışla son yaklaşma fiksine ulaşması, verilen hizmette mümkün olduğunca az sayıda konuşma yapması ve frekansı mümkün olduğunca az meşgul etmesi standardizasyonu ve kaliteyi sağlayacaktır. Bu amaçla, son yıllarda geliştirilmekte olan Toplama Noktası Sistemi, Ankara Esenboğa Havalimanı (LTAC) 21 pisti yaklaşımları için uygulanmıştır. Geleneksel yöntemin kullanıldığı canlı trafik verisinin Toplama Noktası Sistemi uygulamasına göre geliştirilen simülasyon çalışması hava trafik kontrolörleri tarafından denenmiştir. Çalışma sonunda geleneksel yöntem ile Toplama Noktası Sistemi karşılaştırılarak, uygulama konusundaki sonuçlar elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toplama Noktası Sistemi, Ankara Esenboğa (LTAC) Uygulaması, Konuşma Sayısı, Frekans Meşguliyet Süresi

ABSTRACT

Master of Science Thesis

POINT MERGE SYSYTEM AND ITS APPLICATION AT ANKARA ESENBOĞA AIRPORT

Gürcan SINAR

Anadolu University

Graduate School of Sciences

Air Traffic Control Program

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Öznur USANMAZ

2015, 75 pages

A certain standard of the air traffic services across the country and increasing air traffic in the world and has become inevitable, especially given the quality. Be given a certain standard of service, it is not possible with the currently used method. The traffic, take a standard service, continuous descent to reach the final approach fix, to speak as little as possible on the number and frequency holding time as little as possible will ensure standardization and quality. For this purpose, Point Merge System which is being developed in recent years, Ankara Esenboga Airport (LTAC) approach for runway 21 has been applied. The live traffic ,which is controlled with traditional methods, is used for the simulation data of the traffic designed with the usage of Point Merge System, which tested by air traffic controllers. At the end, the results were obtained in a conventional method by comparing Point Merge System application.

Keywords: Point Merge System, Ankara Esenboğa (LTAC) Application, Number of Conversation, Frequancy Occupancy Time

TEŞEKKÜR

Eğitimim boyunca yardım ve desteğini esirgemeyen, her zaman yanımda olan, değerli tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Öznur USANMAZ'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Öneri ve eleştirileriyle çalışmamın son halini almasını sağlayan, bilgi ve tecrübeleriyle her zaman yol gösteren değerli hocalarım, Doç. Dr. Osman Nuri ÇELİK ve Yard. Doç. Dr. Özlem ŞAHİN MERİÇ'e teşekkürlerimi sunarım.

Gerçek verilere ulaşmamdaki yardımlarından dolayı başta Esenboğa Havalimanı Başmüdürü İ. Selay MÜREY'e, Hava Trafik Müdürü Şefik ÇULCUOĞLU'na, Elektronik Müdürü Ali ÜNSAL'a ve Esenboğa Havalimanı personeline teşekkürlerimi sunarım.

Simülasyon çalışmalarına gönüllü olarak katılan ve doldurdıkları anketle sonuca ulaşmamı sağlayan sevgili meslektaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Yoğun çalışma temposu içerisinde beni destekleyen ve her zaman yanımda olan sevgili eşim Solay SINAR'a ve canım oğlum Nail Güray SINAR'a ve maddi ve manevi destekleriyle her zaman arkamda olan annem, kardeşim ve diğer aile bireylerine çok teşekkür ederim.

Hazırladığım çalışmanın konu ile ilgilenenler için yararlı olmasını umar saygılar sunarım.

Gürcan SINAR

Mayıs 2015

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
1 GİRİŞ.....	1
1.1 Kaynak Özetleri	2
1.2 Terminal Kontrol Sahası Tasarım Kriterleri.....	7
1.3 Terminal Yolları	8
1.3.1 Standart geliş yolları ve aletli yaklaşma prosedürleri.....	8
1.3.2 Kapalı STAR'lar.....	10
1.3.3 Açık STAR'lar	10
1.3.4 Toplama noktası sistemi.....	11
1.4 Ankara Terminal Kontrol Sahası	14
1.4.1 Ankara Esenboğa Havalimanı standart geliş yolları	17
1.4.2 Ankara Esenboğa Havalimanı MRVA haritası	18
2 MATERYAL VE YÖNTEM.....	20
2.1 Materyal.....	20
2.1.1 Gerçek trafik verileri için kullanılan araçlar	20
2.1.2 Model geliştirmek için kullanılan araçlar.....	20
2.1.3 Trafik verileri	21

2.2	Yöntem.....	25
2.2.1	Toplama noktası sistemine göre Ankara Esenboğa Havalimanı 21 pisti geliş yol model önerisi	25
2.2.2	Gerçek zamanlı simülasyon.....	29
2.2.3	Anket çalışması	30
3	ARAŞTIRMA BULGULARI	31
3.1	Gerçek Trafik Verilerinin Analizleri (Baseline).....	31
3.2	Simülasyon Analizleri.....	34
3.3	Anket Bulguları.....	36
4	SONUÇLAR	50
Ek:	TNS Uygulaması Anketi	57

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1	Toplama Noktası Sistemi uygulanan havalimanları	5
Şekil 1.2	Vektör yöntemi ile Toplama Noktası Sistemi karşılaştırması	9
Şekil 1.3	Toplama Noktası Sistemi.....	13
Şekil 1.4	Esenboğa TMA ve giriş noktaları.....	16
Şekil 1.5	Ankara Esenboğa Havalimanı standart geliş yolları.....	17
Şekil 1.6	Ankara Esenboğa Havalimanı MRVA haritası.....	19
Şekil 2.1	Esenboğa Havalimanı 7 Eylül 2013 en yoğun saat trafik verisi ait CFMU ekran görüntüsü.	21
Şekil 2.2	TMA'ya giriş noktalarına göre trafik dağılımı.....	24
Şekil 2.3	TNS tasarımı ve rotaları.....	26

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Trafiklerin TMA'ya giriş bilgileri	22
Çizelge 2.2 Giriş/çıkış noktalarına göre trafik sayısı.....	23
Çizelge 2.3 7 Eylül 2013 tarihindeki iniş trafiklerinin uçak tipi dağılımı	25
Çizelge 2.4 TNS modelinde yer alan yol noktası listesi	27
Çizelge 3.1 Canlı trafikte, trafiklerin kontrolörle konuşma sayısı.....	31
Çizelge 3.2 Canlı trafikte, komut içerikleri ve sayıları	32
Çizelge 3.3 Canlı trafikte, frekans meşguliyet süreleri.....	33
Çizelge 3.4 Simülasyonda, trafiklerin kontrolörle ortalama komut sayısı.....	35
Çizelge 3.5 Simülasyonda, trafiklerin ortalama frekans meşguliyet süresi	36

KISALTMALAR DİZİNİ

ACC	:Saha Kontrol Merkezi (Area Control Centre)
AIP	:Havacılık Bilgi Yayını (Aeronautical Information Publication)
AIRAC	:Havacılık Bilgi Düzen ve Denetimi (Aeronautical Information Regulation And Control)
AMSL	:Ortalama Deniz Seviyesi Üzerinde (Above Mean Sea Level)
APK	:Araştırma Planlama Koordinasyon
APP	:Yaklaşma Kontrol (Approach Control)
ATM	:Hava Trafik Yönetimi (Air Traffic Management)
ATS	:Hava Trafik Hizmetleri (Air Traffic Services)
ATSRN	:Hava Trafik Hizmetleri Yol Ağı (Air Traffic Services Route Network)
AVINOR	:Norveç Havacılık (Aviation Norway)
CDA	:Devamlı Alçalarak Yaklaşma (Continuous Descent Approach)
CDO	:Devamlı Alçalma Operasyonu (Continuous Descent Operation)
CFMU	:Merkezi Akış Yönetim Birimi (Central Flow Management Unit)
CTR	:Kontrol Bölgesi (Control Zone)
DCA	:Malezya Sivil Havacılık Bakanlığı (Department of Civil Aviation Malaysia)
DFS	:Alman Hava Trafik Kontrolü (Deutsche Flugsicherung)

DHMI	:Devlet Hava Meydanları İşletmesi
ECAC	:Avrupa Sivil Havacılık Konferansı (European Civil Aviation Conference)
ENAIRE	:İspanya Havaalanları ve Hava Seyrüseferi (Spanish Airports and Air Navigation)
Eurocontrol	:Hava Seyrüseferi Emniyeti için Avrupa Teşkilatı (European Organisation for The Safety of Air Navigation)
FAF	:Son Yaklaşma Fiksi (Final Approach Fix)
FL	:Uçuş Seviyesi (Flight Level)
FMS	:Uçuş Yönetim Sistemi (Flight Management System)
GNSS	:Küresel Uydu Seyrüsefer Sistemi (Global Navigation Sattellite System)
IAA	:İrlanda Havacılık Otoritesi (Irish Aviation Authority)
ICAO	:Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (International Civil Aviation Organisation)
IAF	:İlk Yaklaşma Fiksi (Initial Approach Fix)
IFR	:Aletli Uçuş Kuralları (Instrument Flight Rules)
ILS	:Aletli İniş Sistemi (Instrument Landing System)
MRVA	:Minimum Radar Vektör İrtifai (Minimum Radar Vectoring Altitude)
MTMA	:Askeri Terminal Kontrol Sahası (Military Terminal Control Area)
NATS	:Ulusal Hava Trafik Hizmetleri (National Air Traffic Services)

NDB	:Yönlendirilmemiş Radyo Bikını (Non-directional Radio Beacon)
NM	:Deniz Mili (Nautical Mile)
P-RNAV	:Hassas Saha Seyrüseferi (Precision Area Navigation)
PSR	:Birincil Gözetleme Radarı (Primary Surveillance Radar)
RNAV	:Saha Seyrüseferi (Area Navigation)
RNP	:Gerekli Seyrüsefer Performansı (Required Navigation Performance)
SESAR	: Tek Avrupa Hava Sahası Hava Trafik Yönetimi Araştırma Programı (Single European Sky ATM Research)
SID	:Standart Kalkış Rotası (Standart Instrument Departure)
SSR	:İkincil Gözetleme Radarı (Secondary Surveillance Radar)
STAR	:Standart Geliş Rotası (Standart Arrival Route)
TACAN	:Taktik Hava Seyrüsefer Yardımcısı (Tactical Air Navigation Aid)
TMA	:Terminal Kontrol Sahası (Terminal Control Area)
TNS	:Toplama Noktası Sistemi (Point Merge System)
TSE	:Toplam Sistem Hatası (Total System Error)
VFR	:Görerek Uçuş Kuralları (Visual Flight Rules)

VOR :Çok Yüksek Frekanslı Tüm Yönlü Radyo Verici İstasyonu
(Very High Frequency Omni Directional Range)

WEL :Batı Alt Sektörü
(West Lower Sector)

1 GİRİŞ

Emniyetli, etkin ve verimli hava trafik akışını sağlamak amacıyla hava trafik kontrolörleri farklı sıralama tekniklerinden yararlanmaktadır. Havaalanlarına gelen uçakların iniş için sıralanmasında yaklaşma kontrolörleri yaygın olarak radar vektör tekniğini kullanmaktadır. Bu teknik trafik sıralamasında kontrolöre esneklik sağlamakla birlikte kontrolörlerin yoğun trafik ortamında çabuk karar vermesini ve sınırlı zaman diliminde çok sayıda trafik ile haberleşmesini gerektirmektedir. Böylelikle, kontrolörün pilotlara verdiği talimat sayısında artışa bağlı yüksek frekans meşguliyet süreleri meydana gelebilmektedir.

Geliş trafiğinin farklı sıralama yöntemleri, terminal kontrol sahaları (TMA – Terminal Control Area) içindeki havaalanları için geliştirilmektedir. Bu yöntemlerden Toplama Noktası Sistemi (PMS – Point Merge System), geliş trafiklerinin sıralanmasında kullanılan yeni bir yöntemdir (Point Merge System, çalışma içerisinde Toplama Noktası Sistemi ifadesi ve TNS kısaltmasıyla kullanılacaktır). TNS, hassas saha seyrüseferi (P-RNAV – Precision Area Navigation) yardımıyla uygulanmaktadır. Saha seyrüseferi (RNAV – Area Navigation), uçaklara yere dayalı seyrüsefer yardımcıları üzerinden uçmak yerine, direkt rotalar kullanarak operasyonlarını gerçekleştirme olanağı sağlamaktadır [1]. Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (ICAO – International Civil Aviation Organization) tarafından yapılan tanıma göre “RNAV, istasyon referanslı seyrüsefer yardımcılarının erişim alanı dâhilinde ya da uçaktaki cihazların kendi seyrüsefer limitleri dâhilinde ya da bunların birleşimi sayesinde istenilen herhangi bir uçuş güzergâhında uçağın operasyonuna olanak veren bir seyrüsefer yöntemi” olarak ifade edilmektedir [2]. P-RNAV ise yatay rota muhafaza doğruluğunu ifade etmekte olup, bu değer toplam sistem hatası (TSE-Total System Error) olarak tanımlanır ve uçuş süresinin %95’i $\pm 1\text{NM}$ ’a eşit veya daha az olmalıdır [3].

P-RNAV yol yapısına dayalı TNS, geliş trafik akışlarını kapalı döngü yörüngeler ile toplama noktasına yönlendirerek trafik sıralamasına olanak tanıyan bir tekniktir. Bu teknik, yoğun hava trafiği altında Uçuş Yönetim Sistemi (FMS-Flight Management System) tarafından sağlanan yatay rehberliği kullanarak tasarlanmaktadır ve yapısal özellikleri devamlı alçalmaya olanak tanımaktadır. TNS, önceden belirlenmiş, toplama noktasına eşit uzaklıkta olan ve yolun

kısaltılması veya uzatılması için kullanılan sıralama bacakları ile elde edilmiş özel RNAV STAR olarak da tanımlanabilir. Hava trafiğinin sıralanması, sıralama bacağına ulaşan trafiklerin “direct-to” talimatı ile toplama noktasına yönlendirilmesi ile sağlanır [1]. Toplama noktasına trafiklerin yönlendirmesi için vektör talimatı gerektirmez. Bu da frekans meşguliyet süresi açısından kontrolöre avantaj sağlar.

Bu çalışmada, Ankara Esenboğa Havalimanı 21 pisti için P-RNAV rota yapısında TNS model önerisi geliştirilmiştir. Önerilen TNS model ile geliş trafik sıralaması amaçlanmış ve bu amaç doğrultusunda canlı trafik verilerine göre hazırlanan senaryo kapsamında farklı kontrolörlerce, trafik TNS sıralama modeli kullanılarak simülatör ortamında koşturulmuştur. TNS modele ait simülasyon sonuçları ile vektör tekniğine göre yönetilmiş olan canlı trafik, kontrolörlerce verilen komut sayıları, bu komutların içerikleri ve frekans meşguliyet süreleri bant kayıtlarının analizi doğrultusunda karşılaştırılmıştır. Ayrıca gelecekte Türkiye hava sahasında kullanılabileceği öngörülen TNS yönteminin yeni bir metot olarak hava trafik kontrolörlerince kabul edilebilirliğini ölçmeye yönelik bir anket çalışması yapılmıştır.

1.1 Kaynak Özetleri

Artan hava trafik talebini karşılamak için teknolojik gelişmelere paralel olarak hava sahası tasarımı ve uçuş prosedürlerine yönelik yeni metotlar geliştirilmektedir. Özellikle trafik yoğunluğunun yüksek olduğu TMA’larda hizmet verilen uçak sayısındaki artış, hava sahasında oluşturulacak yeni yol yapıları ile hava trafik kontrolörü için trafiğin takibini kolaylaştırabilir. TMA’da RNAV prosedürlerinin uygulanmasına ilişkin Klein ve ark. [4] Las Vegas McCarran Havalimanı’nda RNAV kullanımından önce (2000 yılı) ve RNAV kullanımından sonraki (2004 yılı) operasyonlar için uçuş verilerini analiz ederek RNAV kullanımının uçuş süresini azaltarak uçuş verimliliğini arttırdığı ve havaalanı kapasitesini arttırmaya yardımcı olduğunu belirtmişlerdir.

Barker ve ark. [5] RNAV ekipmanlı ve RNAV ekipman taşımayan trafikler için karma trafik ortamında yaptıkları çalışmada, RNAV ekipmanı taşıyan uçağın,

uçuş mesafesinde ve yakıt tüketiminde azalma ve yüksek seviyede daha uzun uçuş sağladığını simülasyon sonuçları ile göstermiştir.

Geleneksel prosedürler ile belirlenmiş olan geliş ve yaklaşmaların, uçakları iniş gerçekleştirecekleri pist yönünde erken ve kademeli olarak alçaltıyor olması, yakıt verimliliği açısından uçuşu olumsuz etkiler. Ayrıca, havaalanı ve havaalanına yakın yerleşim bölgelerinde yüksek gürültü ve emisyon oluşumuna neden olur. Bu prosedürleri takiben iniş yapacağı havaalanına yaklaşmakta olan uçak son yaklaşma safhasındaki glideslope açısını yakalamadan önce sabit hızda genellikle alçak uçuş irtifasını muhafaza etmektedir. Ancak uçaklar sabit hız ve alçak irtifayı muhafaza etmek için yüksek motor itkisine ihtiyaç duymaktadır. Bu da hem çevresel etkiler hem de yakıt tüketimi açısından olumsuz etkilere yol açmaktadır [6]. P-RNAV rota yapısında oluşturulan TNS modeli uçakların iniş yapacakları meydana erken veya kademeli alçalmaları yerine devamlı alçalmalarını sağlamaktadır. Devamlı alçalma operasyonu (CDO – Continuous Descent Operations) veya devamlı yaklaşma (CDA- Continuous Descent Approach); uygun hava sahası, prosedür tasarımı ve hava trafik kontrol müsaadesi ile uçağın performansına göre belirlenen düşük itki ve düşük sürüklenme konfigürasyonunda optimum alçalma profilini uygulama tekniğidir [7]. CDO gerçekleştiren bir uçak ise geleneksel yaklaşımadaki düz uçuş bölümlerini içermemektedir ve devamlı alçalmaktadır. Böylece yakıt tüketimi, emisyon, gürültü, uçuş mesafesi ve süresinde azalma sağlanmaktadır.

Schiphol havaalanı için yapılan yaklaşma prosedür çalışmasında Wubben F.J.M. ve Busink [8] CDA prosedürlerini, geleneksel yaklaşma prosedürleri ile yakıt tüketimi anlamında karşılaştırmıştır. Bu çalışmada B747 ve B737 tipindeki uçaklardan alınan veriler incelenmiştir. Sonuç olarak CDA ile yaklaşma sayesinde uçakların geleneksel yaklaşma prosedürlerine göre yaklaşma esnasındaki yakıt tüketimlerinde %25-40 arasında düşüşün sağlanabileceği bulunmuştur.

Clarke J.P.B. ve ark. [9] B757 ve B767 uçakları ile yaptıkları çalışmada klasik yaklaşımdan CDA ile yaklaşıma geçişte alçalma esnasındaki yakıt tüketiminin düşürülebileceğini ifade etmişlerdir.

Atlanta Havaalanı için toplam uçuş süresi, yakıt tüketimi ve toplam uçuş mesafesindeki CDA'nın etkileri Wilson I. ve Hafner F. [10] tarafından

araştırılmıştır. Yapılan simülasyon çalışmalarının neticesinde CDA kullanımı sayesinde ilk yaklaşma fiksinden itibaren gerçekleştirilen her bir uçuş için 1 dakikalık uçuş süresi kazancı ve buna göre de yıllık olarak toplam 30 milyon dolara kadar bir tasarruf sağlandığı bulunmuştur.

Turgut ve ark. [11] geleneksel ve CDA prosedürleri İstanbul Terminal sahasında beş farklı giriş noktasına göre modellemiştir. Çalışmada TMA giriş noktalarından son yaklaşma noktasına kadar olan uçuşlar analiz edilmiştir. Analizlerde Boeing 757 gerçek uçuş verileri kullanılmıştır. Çalışma sonunda CDA uygulayarak yapılan alçalmaların geleneksel prosedürlere göre TMA giriş noktasına bağlı %7-9 yakıt tasarrufu, %18-19 uçuş süresinde azalma sağladığı belirlenmiştir. Bu değerler uçuş başına 40 kg'dan fazla yakıt, iki dakikadan fazla zaman tasarrufuna karşılık gelmektedir.

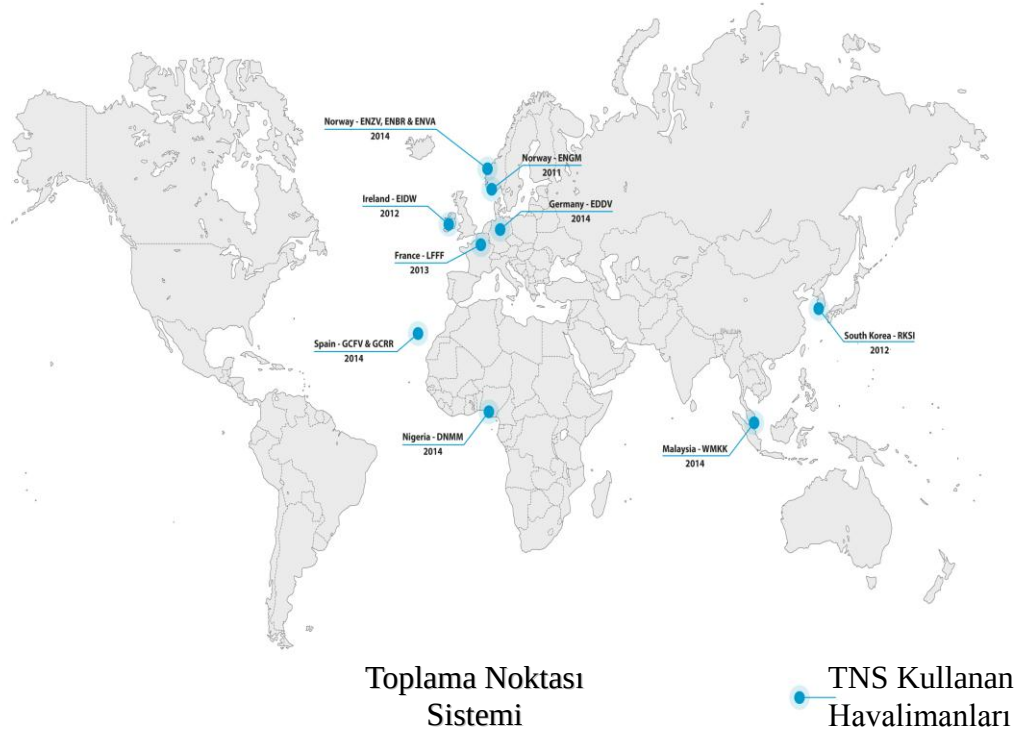
TNS'e dayalı oluşturulan hava sahası yol yapıları CDA uygulanmasına olanak tanıyacak şekilde tasarlanabilmektedir. Bu da TNS yol yapısının uçuş süresinde ve yakıt tüketiminde azalma sağlamasına imkân verecek önemli bir avantajdır.

TNS ile uçuş verimliliğine yönelik çözümlerin yanı sıra kontrolörlerin talimat sayılarındaki azalmalara bağlı olarak, kontrolör pilot arasındaki frekans meşguliyet sürelerinde de azalma sağlanmaktadır. Bu durum kontrolörlerin hizmet vereceği uçak sayısını ve dolayısıyla kapasiteyi arttıracaktır. Ivanescu ve ark. [12] vektör ve RNAV'a dayalı TNS tekniklerini tek pist konfigürasyonuna uygulanması ile ilgili çalışmıştır. Geleneksel vektör tekniğine göre TNS tekniğinin talimat sayısı anlamında önemli avantajları bulunmuştur. Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda, kontrolörün verdiği talimat sayısının TNS tekniği ile hızlı zaman simülasyonda %30, gerçek zamanlı simülasyonda ise ~%40 azaldığı görülmüştür.

Şahin Meriç Ö. ve Usanmaz Ö. [13] TNS tekniği kullanarak uzantıları kesişen pistler için RNAV-STAR yollarına dayalı geliş trafiği sıralama modeli geliştirmiştir. Geliştirilen model İstanbul Atatürk Havalimanı uzantıları kesişen 17L ve 23 pistleri için uygulanmıştır. TNS model ve vektör tekniğine göre geliş trafikleri için gerçek zamanlı simülasyonlar yapılmıştır. Simülasyon sonuçları

TNS modelinin, vektöre göre talimat sayısında %33, frekans meşguliyet süresinde ise %37 azalma sağladığını göstermiştir.

TNS tekniği, 2011 yılından itibaren Norveç, Oslo Gardermoen Havalimanı'nda; 2012 yılından itibaren İrlanda, Dublin [31, 35] ve Güney Kore, Seul Incheon Havalimanı'nda; 2013 yılından itibaren Fransa, Paris FIR'ında; 2014 yılından itibaren ise Norveç, Sola Stavanger, Flesland Bergen ve Værnes Trondheim Havalimanlarında [32]; Almanya, Hannover Langenhagen Havalimanı'nda [36]; İspanya, Kanarya Adaları Fuerteventura ve Lanzarote Havalimanları'nda [35]; Nijerya, Lagos Murtala Mohammed Havalimanı'nda ve Malezya, Kuala Lumpur Havalimanı'nda [33] kullanılmaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Toplama Noktası Sistemi uygulanan havalimanları [14]

Ayrıca İngiltere, Londra Gatwick ve London City Havalimanları [15], İtalya Roma Terminal Sahası, Belçika, Brüksel Havalimanı, İsviçre, Cenevre Havalimanı ve İstanbul 3. Havalimanı için ön çalışmalar yapılmaktadır. 3. Havalimanı ile ilişkili olarak da konuya ilişkin DHMİ hava sahası tasarımı ekibi

ile yapılan görüşmeler sonucunda böyle bir saha tasarımının planları dâhilinde olduğunu iletmişlerdir.

Tek Avrupa Hava Sahası Hava Trafik Yönetimi Araştırma Programı'ndaki (SESAR – Single European Sky ATM Research) 4-B'lu rota yönetiminin yapı taşlarından biridir. TNS, gelecekteki kapasite artışının mevcut pistlere göre geliş trafiklerinin düzenlenmesini ve geliştirilmesi, devamlı alçalma ve sabit rotalarla çevresel etkilerin en aza indirilmesi, trafiğin uçuş yönetim sistemlerindeki rotada kalmasını sağlayarak öngörülebilirliğin artırılması ve kontrolörlerin standart ve akışkan metotlar kullanması amacıyla geliştirilmiştir. Bir toplama noktası ve yolu kısaltmak veya uzatmak için, bu noktadan eşit uzaklıkta, önceden tanımlanmış sıralama bacaklarından oluşan, özel bir P-RNAV rota yapısına dayalıdır. Sıralama, geleneksel anlamda toplama noktasına “direk uçuş” ile sağlanır. (Vektör tekniği sadece beklenmeyen durumlarda, bu durumu ortadan kaldırmak için kullanılmalıdır). TNS'ye, var olan P-RNAV teknolojisine ve ölçülebilir trafik sayısına dayadığından, kısa zamanda uyum sağlanabilir [16].

Terminal kontrol sahasına giriş yapan trafiklerin son yaklaşma fiksine (FAF – Final Approach Fix) yönlendirilmesinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bunlardan ilki vektör yöntemiyle trafikleri sıralamaya sokmaktır. Vektör yöntemi, uçağın izlediği rota, uçuğu seviye ve hız gibi parametrelerde, her çalışan kontrolöre göre farklılık gösterebilir. Verilen komutlar aynı gibi gözükse de standart bir yaklaşma sağlanamamaktadır. İkinci yöntem ise; standart geliş yollarının (STAR-Standard Arrival Route) takip edildiği prosedürel uygulamadır. Bu uygulamanın ilki açık STAR yöntemidir. Bu yöntem uygulanırken son yaklaşıma kadar rota standartlaştırılmıştır. Hız tahdidi ve dikey ayırmalar kullanılmaktadır. Ancak trafik, RNAV uygulamasının sonuna geldiğinde, yaklaşma (ILS, VOR, NDB, yaklaşması vb.) türü için, yeni bir vektör talimatı ile yönlendirilmesi gerekmektedir. Eğer bir komut verilmezse, trafik en son uçuğu uçuş başını muhafaza edecektir. Diğer uygulama ise; kapalı STAR yöntemidir. Bu yöntemde ise STAR devamlı bir rotada uçağın son yaklaşma fiksine dahil olmasıyla tamamlanır. Ancak bu yöntem kullanılırken dikkat edilmesi gereken nokta, STAR sonuna geldiğinde trafiğin diğer trafikler ile ayırmasının ortadan kalkma riskidir. Geliş yolu tasarımında yeni bir yöntem olarak kullanılan Toplama

Noktası Sistemi kapalı STAR uygulamasıdır. Bu yöntemde rota, yükseklik ve hız limitleri daha önceden belirlenip ilan edildiğinden trafik sıralaması her kontrolör tarafından aynı şekilde uygulanabilmektedir. Ancak kapalı STAR RNAV uygulamadan farkı, rotanın sonuna ulaşmış trafik ile diğer trafikleri ayırmak amacıyla sıralama bacaklarının kullanılabiliyor olmasıdır.

Türkiye hava sahasındaki havaalanlarına geliş ve yaklaşımlarda radarlı yaklaşma hizmeti verilen ünitelerce büyük ölçüde vektör veya açık STAR yöntemi kullanılmaktadır. Bu tez kapsamında çalışma bölgesi olarak seçilen Ankara Esenboğa Havalimanı'nda, geliş trafikleri, hâlihazırda vektör tekniği kullanılarak yaklaşıma serbest kılınmaktadır. İstanbul Atatürk Havalimanı'nda, Sabiha Gökçen Havalimanı'nda, Antalya Havalimanı'nda ve Dalaman Havalimanı'nda ise açık RNAV (GNSS) STAR yaklaşma usulleri kullanılmaktadır.

Bu çalışmada Ankara Esenboğa 21 pisti için TNS'ye dayalı RNAV geliş yol tasarımı yapılacaktır. Vektör yöntemi kullanılarak yaklaştırılan gerçek trafiklerin simülasyon ortamında önerilen TNS modeli kullanılarak yaklaştırılması sonucunda trafik sıralaması, talimat sayısı ve frekans meşguliyet süresi değerlendirilecektir. İki yöntemin birbirleriyle karşılaştırılmalı analizleri gerçekleştirilecektir.

1.2 Terminal Kontrol Sahası Tasarım Kriterleri

Hava sahası planlamasında hedef ATM hizmetleri için gerekli emniyetin sağlanmasıyla, ülkelerin stratejik ihtiyaçları da dikkate alınarak, hava sahasının tüm kullanıcılara mümkün olan en üst düzeyde özgürce kullandırılabilmesidir. Bu amaçla hava sahasının sektörizasyonu ve yolların tasarımı planlanmalıdır.

Bu planlama yapılırken, sivil ve askeri hava sahası kullanıcıların ihtiyaçları dikkate alınmalı; yollar ve sektörizasyon uyumu sağlanmalı; TMA'ları kateden yollar ile en-route ağı uyumlu olmalı; mümkün olan en uzun mesafelerde direkt rotalar oluşturulmalı ve ICAO standartları sağlanmalıdır.

TMA tasarlanırken amaç, havaalanları ve çevresinde, IFR [39] uçuşlar için hava trafik kontrol hizmetlerinin emniyetli olarak sağlanabilmesidir. Tasarım, mevcut yapının detaylı olarak analiz edilebilmesi nedeniyle uzun bir süreçte

gerçekleşebilir. Kapasite ve uygulanacak ayırma değerleri hava sahası tasarımını etkilemektedir.

Tasarımın ilk aşamasında, mevcut ve beklenen trafik sayısı, hava sahasının operasyonel kullanımı ve gelecek planlarına dair detaylı değerlendirmeler yapılmalıdır.

Trafik yoğunluğu ve karmaşıklığı, lokal şartlar ve/veya sınırlamalar, seyrüsefer alt yapısı ve diğer kullanıcı operasyonları (askeri operasyonlar) dikkate alınmalıdır.

Tasarım; ihtiyaçlara göre hedef ve kapsamın belirlendiği ilk değerlendirme; ana trafik akış rotalarının incelendiği ve kontrolörler ile kullanıcıları da kapsayan hizmetlerin sağlandığı proje organizasyonu; hava sahasındaki problemlerin çözümü için projeler geliştirip en uygununun seçildiği öneri aşaması; simülasyon sonuçları ya da başka pozisyonlardaki uygulama ve deneme analizlerinin sonuçlarına göre yapılan onaylanma safhalarından oluşmaktadır [17].

1.3 Terminal Yolları

1.3.1 Standart geliş yolları ve aletli yaklaşma prosedürleri

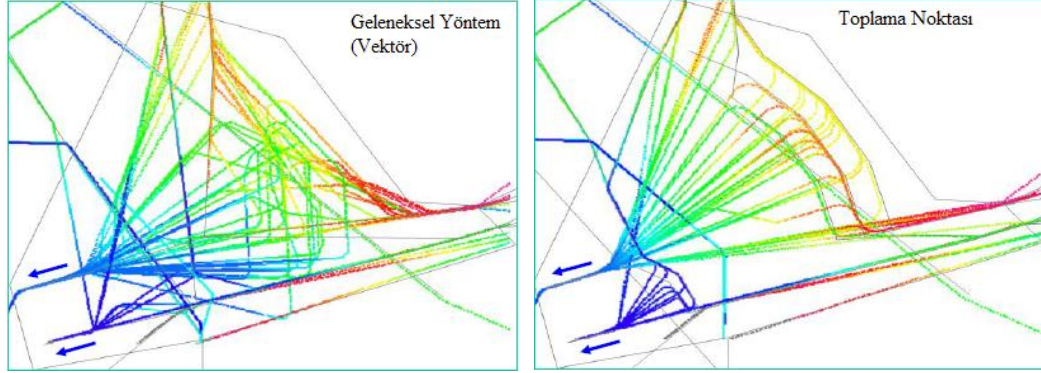
Hava trafik hizmetleri yol ağı (ATSRN – Air Traffic Services Route Network), hava trafik hizmetlerinin sağlanması amacıyla oluşturulan yolların genel ifadesidir [18]. Bununla birlikte terminal hava sahası içerisindeki yollara geliş ve gidiş yolları adı verilmektedir.

Geliş ve gidiş yolları aşağıdaki şekilde tanımlanabilir:

- STAR ve SID olarak adlandırılan IFR (Instrument Flight Rules) geliş ve gidişler için kullanılan yollar (hem geleneksel hem de RNAV’a dayalı yollar).
- Yayınlanan VFR (Visual Flight Rules) yollar (örneğin görsel rapor noktaları).
- VFR koridorlar.

Günümüzde RNAV yöntemler, RNAV’a dayalı aletli yaklaşma ve kalkış prosedürleri tasarımlarında artarak kullanılmaktadır. Birçok durumda, hava trafik

kontrolörünün kullandığı vektör yöntemi yerine, tasvir edilen bu prosedürler; radar vektör güzergâhlarının tekrarlanmasıyla oluşturulmuştur. Radar vektör rotaları, geleneksel yaklaşma prosedürlerinin yerine de kullanılabilir ancak bu duruma daha az rastlanmaktadır (Şekil 1.2).



Şekil 1.2 Vektör yöntemi ile Toplama Noktası Sistemi karşılaştırması [1]

Hava trafik kontrolörleri, trafik ayırmasını ve sıralamasını sağlamak için uzun süredir radar vektör yöntemini kullanıyor olmasına karşın, terminal hava sahasında RNAV kullanımının artması, hava trafik kontrolörlerinin bir yol noktasına doğru talimat vermesini mümkün kılmıştır. Radar vektörünün aksine, bir yol noktasına doğru talimat verilmesi, uçağın belirli bir yolda uçuşu ile sonuçlanmaktadır. Buna göre, terminal (geliş/gidiş) yollarının genel tanımı, ATS yollarının alt kümesi olan, geliş ve gidiş yollarından oluşan, SID/STAR ve RNAV'a dayalı aletli yaklaşma ve kalkış prosedürleridir.

STAR'lar ve aletli yaklaşma prosedürleri tasarım kriterleri ICAO'nun, Doc. 8168 Procedures for Air Navigation Services Aircraft Operations Vol II Construction of Visual and Instrument Flight Procedures dokümanında tanımlanmıştır [19]. Açıklayıcı materyal olarak ise, ATS Planlama El Kitabı yine ICAO'nun Doc. 9426 ATS Planning Manual dokümanında sağlanmıştır [20]. STAR'ların (ve SID'lerin) isimlendirmeleri Annex 11'in Appendix 3 Principles Governing The Identification Of Standard Departure And Arrival Routes And Associated Procedures bölümünde sağlanmıştır [21].

Uzun yıllardır, ülkeler terminal hava sahalarında iki farklı STAR modeli geliştirmişlerdir. Birinci STAR modelinde ATS yol sistemi ile terminal hava sahası arasında bir bağlantı oluşturulmuştur; ikincisinde ise STAR iniş pistine

daha yakın bir yerde başlar. Böylece birinci durumda, STAR yol safhasında başlar ve terminal hava sahası içerisindeki bir bekleme fiks'inde sona ererken; ikinci durumda STAR yaklaşık olarak terminal hava sahasının sınırında başlama eğilimindedir.

RNAV, terminal hava sahasında, sadece STAR tasarımının temeli olarak kullanılmaz. Aynı zamanda RNAV'a dayalı aletli yaklaşma prosedürlerinin tasarımında da kullanılır.

Birinci model ile ilgili olarak, RNAV'a dayalı aletli yaklaşma prosedürlerinin (ya da bazı durumlarda RNAV STAR'ların), radar vektör güzergâhlarının yerine veya tekrarlanarak kullanılması, terminal yol tasarımının temeli için RNAV'a giriş olarak öngörülmektedir.

1.3.2 Kapalı STAR'lar

Kapalı prosedürler, uçakların genellikle ILS'i yakaladıkları son yaklaşma hattına kadar rehberlik sağlamaktadır. Kapalı prosedürler, pilota, pist başına kadar olan mesafe bilgisini de vermektedir. Bir pist için birden fazla geliş yolunun olduğu terminal sahasında çalışırken; kapalı prosedürler, kontrolörün, diğer trafiğin üzerine, son yaklaştırmaya otomatik olarak dönmesine engel olmak için müdahale edemeyeceği, dolayısıyla emniyetin azalmasına sebep olabileceği öngörülmektedir. Bununla birlikte, taktiksel olarak hava trafik kontrolörü tarafından verilmesi beklenen alternatif yollar anlamında, kapalı prosedürler tasarlanabilir ve yayınlanabilir. Ek birkaç yol noktası ile bu taktiksel değişiklikler, hava trafik kontrolörünün yolu uzatmasına veya "... yol noktasına direk uç" komutuyla kısaltmasına olanak sağlamaktadır. Ancak bu taktiksel değişiklikler pist kapasitesini ve saha seyrüsefer sistemi tarafından planlanan dikey profillerde devamlı alçalarak yaklaşma etkisini arttırmak amacıyla kullanılmalıdır.

1.3.3 Açık STAR'lar

Açık prosedürler, uçaklara genellikle rüzgâr altı pozisyonuna kadar rehberlik sağlamaktadır. Hava trafik kontrolörleri, uçağın son yaklaşma hattını yakalamaları için, rüzgâr altı bacağında dönüş talimatı vermektedirler. Bu da uçağın, hava seyrüsefer sistemi tarafından sadece prosedürün son noktasına kadar

alçalmasına imkân sağlamaktadır. Hava seyrüsefer sisteminin sağladığı devamlı alçalma profilinin etkisinin artırılması amacıyla, hava trafik kontrolörü, trafiğin rüzgâr altı bacağını uzatmasını isteyebilir. Bunun yanı sıra, prosedür TMA girişinde veya iki akışın birleşme noktasında son bulur. Uçak pistten bir hayli uzak olacağından, hava trafik kontrolörü uçağı vektör etmek için daha özgür olacaktır. Bu durum pist konfigürasyonlarının sık değiştiği yerlerde yarar sağlar. Durumsal farkındalık hava trafik kontrolörü için daha kritiktir. Pilotun takip edeceği yolu tam olarak bilmemesi durumunda, devamlı alçalma profilini uygulamak daha da güçleşecektir.

1.3.4 Toplama noktası sistemi

Yaklaşma sektöründe çalışan hava trafik kontrolörleri, trafikleri STAR başlangıç noktasından son yaklaşma fiksine gelinceye kadar bekleme, vektör ve hız ayarlaması yöntemlerini kullanarak sıralamaktadırlar. Trafik sayısındaki artış ve sıralamanın verimli ve standart bir şekilde yapılabilmesi için bir takım yeni yöntemler kullanılmaya başlanmıştır.

Hava sahasını daha verimli kullanmak için, performansa dayalı seyrüsefer uygulamalarından olan Saha Seyrüseferi (RNAV–Area Navigation) ve Gerekli Seyrüsefer Performansı (RNP–Required Navigation Performance) gibi yöntemlerle; uçuşların yerden yayın yapan seyrüsefer yardımcılarının kullanılarak yapılması yerine uydular aracılığıyla elde edilen koordinatların arasında direk yapılabilmesi sağlanmaktadır. Bu sayede uçakların kat ettiği rota, yaktığı yakıt ve geçen zaman azalmaktadır. Daha kısa süreli uçuşlar, aynı zamanda çevre kirliliğinin artmasını engellemekte ve daha az frekans kullanımı sağladığından kontrolör ve pilot iş yükünü azaltmaktadır.

Eurocontrol, en yeni yöntem olarak, verimli bir sıralama sağlamak için, RNAV kabiliyetli uçakların RNP hava sahasında kullanılmak üzere Toplama Noktası Sistemi'ni geliştirmiştir [1]. TNS, yoğun geliş trafiklerinin sıralanması için kullanılan bir uygulama metodudur. Trafiğin sıralanması, geliş trafiklerinin sıralı bir şekilde tek bir noktada toplanmasıyla yapılır. Bu sistem durumsal farkındalığı artırır, uçuş ekibinin ve hava trafik kontrolörünün iş yükünü azaltır [22].

Toplama noktası sistemi, devamlı alçalmayı da içinde barındıran yüksek trafik yoğunluğu altında, uçuş yönetim sistemi (FMS–Flight Management System) tarafından yanlamasına rehberlik kullanımının genişletilmesini sağlamak için tasarlanmıştır. Toplama noktası sistemi, EUROCONTROL Experimental Center’da uçaklar arasındaki mesafe yani “sıralama ve birleştirme” üzerine yapılan daha önceki bir çalışmadan türetilmiştir [30].

Toplama noktası sistemi, geliş trafiklerini sıralarken, devamlı bir alçalış sağlayan, sıralama bacaklarından toplama noktasına yönlendiren bir tekniktir. Toplama noktasına eşit mesafede, daha önceden tasarlanmış, iki geliş trafiği arasında emniyetli mesafeyi ayarlamak için kullanılan sıralama bacaklarından oluşan hassas P-RNAV yol yapısına dayanmaktadır. Yol safhasındaki uçağın seyir seviyesini terk etmesiyle başlar ve son yaklaşma fiksinde veya meydan kontrolörüne devredilmesiyle sona erer.

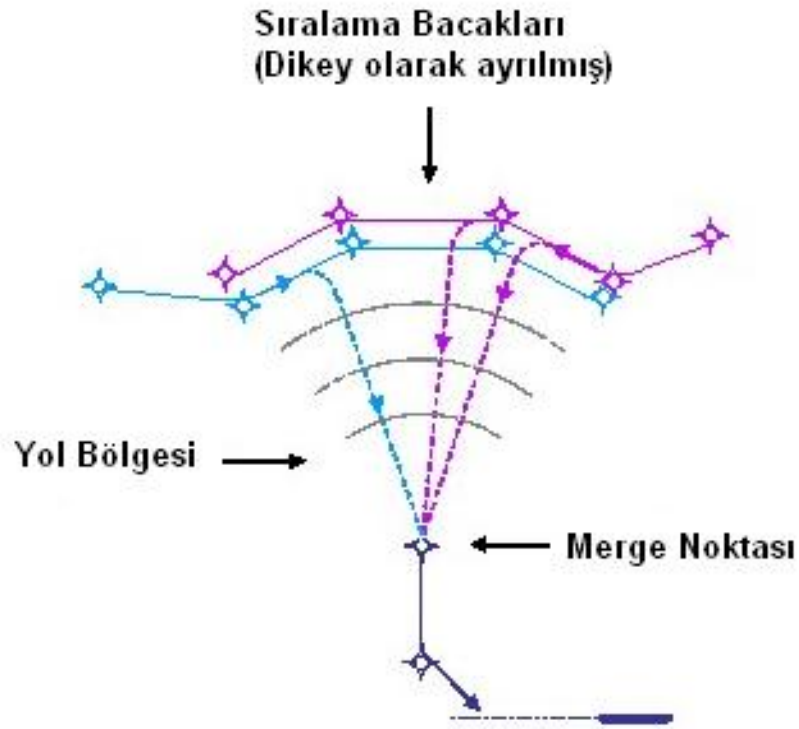
Toplama noktasından önce, tampon olarak sıralama bacakları yaratılmıştır. Uçak sıralama bacağındayken, “...’ya direk uç” komutuyla en uygun zamanda toplama noktasına doğru yönlendirilir. Hava trafik kontrolörü, trafiğin rotasını belli bir zamana kadar sıralama bacağında uzatabilmektedir. Aynı zamanda, henüz sıralama bacağına gelmemiş bir trafiğin yolunu da “...’ya direk uç” komutuyla kısaltabilmektedir [22].

Sıralama bacakları, paralel ve parçalı bacak olarak iki farklı şekilde tasarlanabilir. Paralel bacakta, sıralama bacakları ters yönlüdür ve ayırma dikey olarak sağlanmıştır. Parçalı bacakta ise, toplama noktası merkezli yarım yaylar şeklindedir.

Toplama noktası sisteminde sıralama yapmak için, bir numaralı trafik toplama noktasına direk yönlendirildikten sonra, ikinci trafiğin gerekli ayırma mesafesini sağlamasından sonra toplama noktasına direk yönlendirilir. İkinci trafik toplama noktasına yönlendirildikten sonra da her iki uçağın da performansı dikkatle takip edilmelidir.

Sıralama bacağı üzerindeki her nokta, toplama noktasına eşit mesafede olmalıdır. Başka bir deyişle, sıralama bacağı, toplama noktasının etrafında bir ark oluşturmaktadır.

Birden fazla sıralama bacağı olan durumlarda, sıralama bacaklarının toplama noktasına olan mesafeleri yaklaşık denk olmalıdır. Ancak tam bir örtüşmeden kaçınılmalıdır. Toplama noktasına en yakın sıralama bacağının uçuş seviyesi, sıralama bacakları arasında en yüksek uçuş seviyesi olmalıdır. Toplama noktasından uzaklaştıkça sıralama bacaklarının seviyesi daha düşük olacak şekilde tasarım yapılmalıdır. Bu durum, dıştaki sıralama bacağında olan uçağın sıralama bacağına terk edip toplama noktasına uçmaya başlaması anında, içteki sıralama bacağında olan uçak ile arasındaki dikey ayırmayı sağlamaktadır (Şekil 1.3).



Şekil 1.3 Toplama Noktası Sistemi [23]

İki ardışık uçak arasında, sıralamadaki gerekli ayırmanın sağlanmasını tespit etmek için radar ekranına yardımcı çizgiler çizilebilir. Toplama noktasına doğru ilk çizgiyi bir uçak geçtiğinde, sıralama bacağındaki diğer trafiklerle ayırması sağlanmış olacaktır. İlk çizgi geçildikten sonra verilecek "...ya direk uç" komutuyla, ayırma sağlanmış olacaktır. Trafikler arasındaki ayırma, hızlarının sabitlenmesiyle, toplama noktasından sonra da uzunlamasına sağlanmış olacaktır.

Uçakların bu çizgiyi geçmesinden sonra, bir sonraki uçağın toplama noktasına çevrilmesiyle süreç devam edecektir. Bu sayede, yoğun trafik emniyetli ve verimli bir şekilde yönetilebilir. Toplama noktasından sonra, uçaklar toplama noktasının çıkışına kadar ortak bir yolu (ILS hattı, VOR radyali, vb.) takip ederler. Bu safhada, ayırma hız kontrolü ile sağlanır. [22]

1.4 Ankara Terminal Kontrol Sahası

Terminal kontrol sahası, havaalanları çevresinde belirlenmiş kontrollü bir hava sahasıdır. TMA'ların oluşturulma amacı, bir TMA içinde yer alan tüm askerî ve sivil meydanların uçuş faaliyetleri ile bu meydanlara dışarıdan gelen ve dışarı giden trafiklerin uçuşlarının düzenli ve emniyetli bir şekilde gerçekleştirilmesine yardımcı olmaktır. Meydan seviyesinden değil, belirli bir irtifadan başlar ve üst limiti genellikle uçuş seviyesi (FL – Flight Level) olarak ifade edilir.

Bu çalışmada, Ankara Esenboğa Havalimanı'nın yer aldığı Ankara TMA çalışma bölgesi olarak seçilmiştir. Ankara TMA; merkezi 400340N-0325558E koordinatında olan, 42 deniz mili (NM) yarıçaplı, 4.500 feet AMSL (Above Mean Sea Level) ile FL240 (yaklaşık 24.500 feet AMSL) arasındaki sahadır.

Ankara TMA'da Bağlum (BAG), Çubuk (BUK) VOR'ları, Ankara (ANK), Beypazarı (BEY), Gölbaşı (GBI) ve Haymana (HAY) NDB'leri, Etimesgut (ETI), Akıncı (ZIR) TACAN'ları ve Esenboğa Havalimanı'nda 4 adet, Akıncı Havaalanı'nda 1 tane ve Etimesgut Havaalanı'nda 1 tane olmak üzere toplam 6 ILS vardır. Yaklaşma kontrolörü bu alanda (TMA) Esenboğa Havalimanı'nın yanı sıra; Etimesgut, Akıncı ve Güvercinlik olmak üzere 3 askeri havaalanına ve bir de Emniyet Genel Müdürlüğü'ne ait Gölbaşı heliportuna hizmet vermektedir. Mesai saatlerinde yoğun olan askeri ve emniyet trafikleri, mesai saatinden sonra yerini sivil trafiklerin yoğunluğuna bırakmaktadır.

Ankara terminal kontrol sahasında 12 adet giriş noktası bulunmaktadır. Trafikler bu giriş noktalarından yaklaşık 20-25 NM önceden saha kontrolden yaklaşma kontrole, 24.000 feet'in altında, devredilmektedir. Trafik akışını hızlandırmak ve iş yükünü azaltmak için yaklaşma kontrol tarafından aksi bildirilmedikçe WEL (Ankara West Lower - Ankara Batı Alt) sektörü, Esenboğa TMA dahilinde bir meydana batı yönünden inişe gelen trafikleri, kullanılan pistin

IAF'sine (Initial Approach Fix) uygun TMA giriş noktalarından en düşük FL190'a, doğu yönünden gelen trafikleri ise en az FL180'e müsaade edilmektedir. Bu seviyenin altındaki trafikleri ise bulunduğu seviyede transfer edilmektedir [24]. Yaklaşma kontrolörü tarafından, vektör tekniği kullanarak, trafikler son yaklaşma fiksine yönlendirilmektedir. Trafiğin performansına ve yüksekliğine göre sıralama yapılmaktadır. Yapılan bu sıralama, kontrolörün taktiksel müdahalesi doğrultusunda trafikler önce inebilmekte ya da gecikmeye maruz kalabilmektedir.

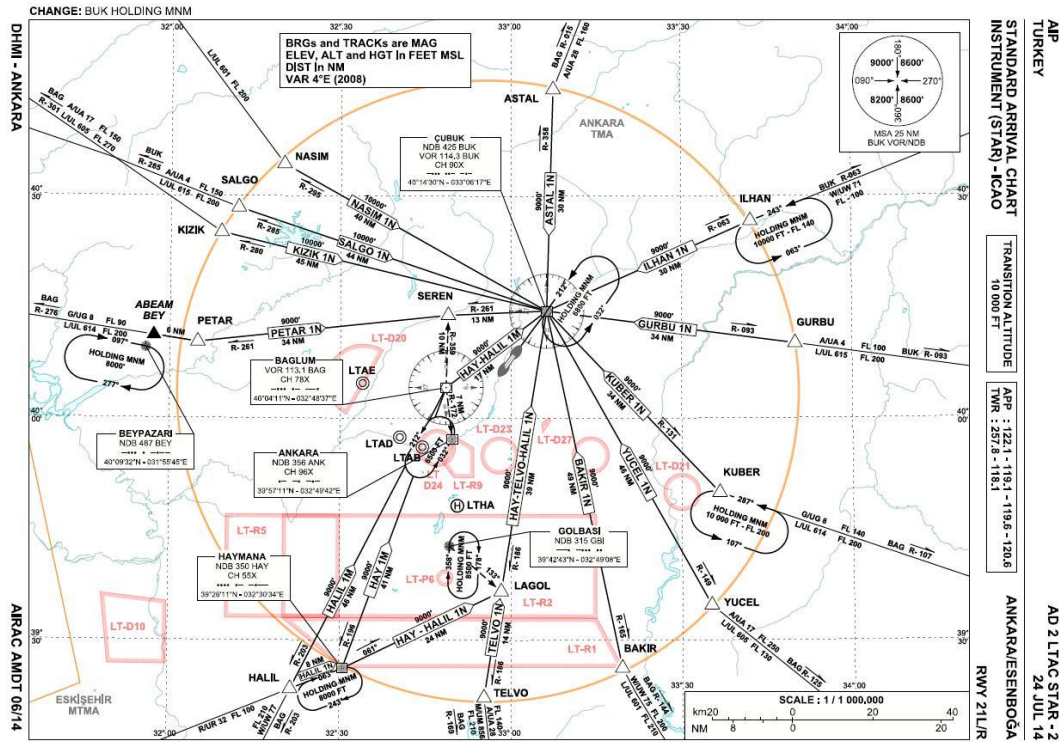
Esenboğa Havalimanı'nın trafik akış düzeni çerçevesinde; sakin ve yan rüzgârda, Esenboğa Havalimanı'na inecek ve bu havalimanından kalacak trafik ile Esenboğa Havalimanı güneyi ve güney batısında bulunan Etimesgut ve Güvercinlik askeri trafikleri arasındaki ayırmanın temin edilebilmesi amacıyla, tercih edilen pist 03 yönü olarak belirlenmiştir. Ancak trafik yoğunluğunun artış göstermesiyle, tahditli sahaların varlığı ve vektör edilen trafik sıralamasında dar bir alan kullanım zorunluluğu, tercihin 21 olarak değişmesini zorunlu kılmıştır. Bu gerekçeyle, çalışma kapsamında tasarlanan geliş yolları 21 pisti için geliştirilmiştir.

Trafik analizi yapıldığında, Anadolu Jet operasyonlarının bir saatlik trafik diliminde yaklaşık 20 trafiğin kalkıp, yaklaşık 3 saat sonra yine aynı saat diliminde Esenboğa Havalimanı terminal kontrol sahasına doğru yaklaşmakta olduğu tespit edilmiştir. Bu durum "Dalga Operasyonu" olarak isimlendirilmektedir. Bu durum aynı saat diliminde terminal sahasına yaklaşan trafikler için vektör tekniği kullanılarak gerçekleştirilen sıralama yöntemiyle trafikler için yoğunluğa bağlı gecikmelere sebep olmaktadır.

Trafikler, Karadeniz Bölgesi'nde bulunan havalimanlarından kalkarak, terminal kontrol sahasına, kuzey doğuda bulunan ILHAN noktasından; Doğu Anadolu ve Güney Doğu Anadolu Bölgeleri'nde bulunan havalimanlarından kalkarak, terminal kontrol sahasına, doğuda bulunan GURBU ve KUBER noktalarından; Akdeniz Bölgesi'nin doğusunda ve Orta Doğu'da bulunan havalimanlarından kalkarak, terminal kontrol sahasına, güney doğuda bulunan BAKIR ve YÜCEL noktalarından; Akdeniz Bölgesi'nin batısında ve Ege Bölgesi'nin güneyinde bulunan havalimanlarından kalkarak, terminal kontrol

1.4.1 Ankara Esenboğa Havalimanı standart geliş yolları

Terminal sahasına yaklaşan trafikler, vektör edilmedikleri takdirde, şekil 1.5'te görüldüğü gibi ilk yaklaşma fiksi olarak belirlenen BUK (ÇUBUK) VOR'ına doğru uçmaktadırlar. Aksi belirtilmedikçe, BUK VOR'ına geldiklerinde, tanımlı beklemeyi uygulamaktadırlar. Bu noktadaki bekleme 212° inbound, 6.800 feet minimum bekleme irtifaında ve sola dönüş olarak belirlenmiştir. Burada trafiklerin ayırma sorumluluğu tamamen hava trafik kontrolöründe olduğundan bekleme esansında trafikleri dikey olarak sıralamak yine hava trafik kontrolörünün sorumluluğundadır. BUK VOR'ı üzerinde bekleme için uygun seviye kalmadığında ise trafikler terminal hava sahası sınırındaki veya içerisindeki diğer bekleme noktalarında beklemeye alınmalıdırlar. Sırası gelen trafik BUK VOR terk ettirildikten sonra uygun yaklaşma türüyle (ILS, VOR, NDB vb.) piste doğru yönlendirilmektedir. Pas geçme durumunda trafikler ANK NDB'ye doğru, tırmanmakta ve burada beklemeye girmektedirler.



Şekil 1.5 Ankara Esenboğa Havalimanı standart geliş yolları [29]

1.4.2 Ankara Esenboğa Havalimanı MRVA haritası

Ankara Esenboğa Havalimanı'na ait Minimum Radar Vektör İrtifaları (MRVA – Minimum Radar Vectoring Altitude) haritası, merkezi 40 08 24N - 032 59 30E koordinatında bulunan Esenboğa PSR/SSR radar anteni olmak üzere hazırlanmıştır. Merkezden itibaren 10 NM aralıklarla yaklaşık üç halkadan oluşmaktadır. Aynı zamanda bu halkalara ek olarak, Esenboğa Kontrol Bölgesi (CTR - Control Zone) kuzey doğusunda ve güney batısında, uçakların ilk yaklaşma irtifasına daha rahat alçalabilmeleri için, koni şeklinde sınırları olan bir bölge de çizilmiş ve limitleri azaltılmıştır (Şekil 1.6).

2 MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal

Bu çalışmada mevcut trafiğin ve önerilen geliş modelinin analizlerinde trafik verisi ihtiyacı bulunmaktadır. Trafik verisi 2013 yılının 21 pisti için en yoğun uçuşun olduğu 7 Eylül tarihi, EUROCONTROL'un, Merkezi Akış Yönetim Birimi (CFMU-Central Flow Management Unit) verilerine dayanılarak tespit edilmiştir. İlgili güne ait trafiğin analizinde DHMİ INTERIM projesi kapsamında yer alan radar kayıtlarından ve DHMİ-NITA Expert Air Traffic Simulator'den faydalanılmıştır.

2.1.1 Gerçek trafik verileri için kullanılan araçlar

CFMU, katılımcı ülkelere hava trafik akış yönetimi sağlamak için ICAO Merkezi Hava Trafik Akış Yönetimi Organizasyonu gereğince kurulmuş bir yönetim birimidir. Bu birim, Merkezi Yönetim Birimi ve Uçuş Planı Operasyonları Bölümü'nü içermektedir [25]. Görevi, akış ve kapasite yönetimi olan bu birim; meydanlar için saatlik kapasite tespitini yine meydanların inisiyatifine bırakmıştır. Esenboğa Havalimanı saatlik kapasitesi de meydan koşulları, kullanılan seyrüsefer yardımcı cihazları gibi etkenler göz önüne bulundurularak 18 (on sekiz) olarak ilan edilmiştir [26, 38]. Çalışmada kullanılacak trafik verisinin daha doğru değerlendirilebilmesi amacıyla ülkemizde Ankara Esenboğa Havalimanı'nda bulunan CFMU merkezi yardımıyla, Esenboğa Havalimanı'na ait trafik sayısı en yoğun gün ve saat aralığı tespit edilmiştir.

Bu trafiklere ait gerçek ses ve görüntü kayıtları, SMART projesi kapsamında yer alan, INTERIM (ara modernizasyon projesi) donanımlarından elde edilmiştir. Bir trafiğin, kontrolör ile kaç kez konuştuğu tespit edilmiştir.

2.1.2 Model geliştirmek için kullanılan araçlar

Geliştirilen model, Esenboğa Havalimanı Simülör ve Eğitim Binası'nda kurulan ve kullanılmakta olan Hava Trafik Kontrol Radar ve Kule Simülörü, Expert, kullanılarak tasarlanmıştır. Hava Sahası Editörü yardımıyla, çalışmada kullanılacak olan hava sahası (Esenboğa TMA) TNS geliş rotaları, simülöre

girişleri yapılarak, trafiklerin bu rotaları kullanması amacıyla, senaryo uygulamaları için kullanıma hazır hale getirilmiştir.

2.1.3 Trafik verileri

Esenboğa Havalimanı 2013 yılına ait trafik sayısı en yoğun gün, 5 Eylül olarak tespit edilmiştir. Ancak meteorolojik şartlar yani rüzgâr sebebiyle 5 Eylül gününde kullanılan pist genellikle 03 pisti olmuştur. Çalışmada kullanılmak üzere 21 pistine ait en yoğun gün 7 Eylül olarak tespit edilmiştir. 7 Eylül tarihindeki en yoğun saat ise 04:05(Z) ile 05:28(Z) arasındadır. Şekil 2.1’de, CFMU ekran görüntüsü ve çalışmada kullanılacak bu veriler gösterilmiştir.

TV LTACARR Flight List at 31-14:43 / Archive

5th 07 Sep 2013

WEE

04:05

UNT

05:29

IFC Type

Traffic Load

Entry

Occupancy

Where

Traffic Volume

Ig

LTACARR

ΔC(s)

PMF

19 Flights

ENTRY	STA	ARCID	ATYP	ADEP	ADES	D	T	ARF	IOBT	U	E/CTOT	X	F	S	M	AT	A/TTOT	Delay	E/C/ATA	R	Opp	W	MSG	REGUL+	O	TI	EFL	TH	XFL	TD
04:06A		THY7DJ	A320	LTBA	LTAC	E			03:10		03:30E	N	I	S			03:25		04:06A	N	N									
04:24A		THY7PH	B738	EDDK	LTAC	E			01:10		01:20E	E	I	S			01:25		04:24A	N	N									
04:28A		THY71Y	B737	LTAI	LTAC	E			03:30		03:40E	N	I	S			03:38		04:28A	N	N									
04:34A		THY58Q	B737	LTAI	LTAC	E			03:30		03:35E	N	I	S			03:42		04:34A	N	N									
04:34A		THY42B	B738	LTFE	LTAC	E			03:40		03:45E	N	I	S			03:44		04:34A	N	N									
04:41A		THY72F	B737	LTCU	LTAC	E			03:30		03:35E	N	I	S			03:17		04:41A	N	N									
04:44A		THY47X	B738	LTAI	LTAC	E			03:45		04:03E	N	I	S			04:03		04:44A	N	N									
04:46A		PGT2130	B738	LTFJ	LTAC	E			03:45		03:55E	N	I	S			03:55		04:46A	N	N									
04:49A		THY23V	B737	LTCU	LTAC	E			03:30		03:35E	N	I	S			03:38		04:49A	N	N									
04:52A		THY69H	B737	LTFJ	LTAC	E			04:00		04:05E	N	I	S			04:07		04:52A	N	N									
04:54A		THY95L	B738	LTCU	LTAC	E			03:30		03:35E	N	I	S			03:43		04:54A	N	N									
04:56A		THY54A	B738	LTCU	LTAC	E			03:30		03:35E	N	I	S			03:34		04:56A	N	N									
04:58A		THY12E	B738	LTFJ	LTAC	E			03:45		03:55E	N	I	S			04:00		04:58A	N	N									
05:00A		THY7049	B738	LTCU	LTAC	E			03:20		03:25E	N	I	S			03:41		05:00A	N	N									
05:03A		THY82M	B77W	LTAI	LTAC	E			04:00		04:20E	N	I	S			04:16		05:03A	N	N									
05:05A		THY84G	B737	LTCU	LTAC	E			03:15		03:20E	N	I	S			03:34		05:05A	N	N									
05:08A		PGT100	B738	LTFJ	LTAC	E			04:20		04:25E	N	I	S			04:29		05:08A	N	N									
05:11A		BRJ341	AT75	LTFD	LTAC	E			04:00		04:05E	N	I	S			03:49		05:11A	N	N									
05:27A		THY62J	B737	LTFJ	LTAC	E			04:45		04:50E	N	I	S			04:48		05:27A	N	N									

IOBD: 07/09/2013 - Last EOB: 03:10 07/09/2013

Flight Type: Terminated / RFI

Peroute Try and Apply NOT allowed

Route: N0370F270 FIMAV L614 PETAR

FieldIS query finished with success

Şekil 2.1 Esenboğa Havalimanı 7 Eylül 2013 en yoğun saat trafik verisi ait CFMU ekran görüntüsü.

Aynı zamanda bu trafıklere ait TMA giriş noktaları, kalkış ve varış meydan verileri ile TMA’ya giriş saatleri çizelge 2.1’de gösterilmiştir.

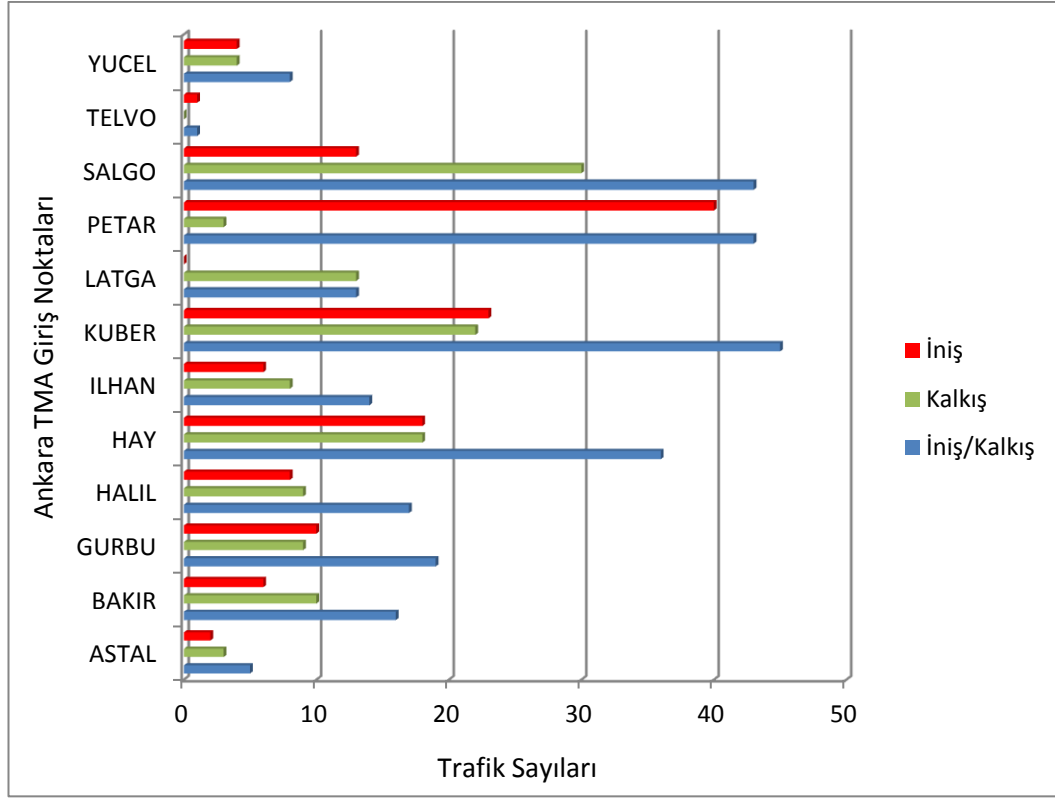
Çizelge 2.1 Trafiklerin TMA'ya giriş bilgileri

SAAT	TMA GİRİŞ NOKTASI	ÇAĞRI ADI	UÇAK TİPİ	KALKIŞ MEYDANI	GİDİŞ MEYDANI
04:06	PETAR	THY7DJ	A320	LTBA	LTAC
04:24	PETAR	THY7185	B738	EDDK	LTAC
04:28	KUBER	THY71Y	B737	LTAT	LTAC
04:34	YUCEL	THY58Q	B737	LTAJ	LTAC
04:34	HAY	THY89X	B738	LTFE	LTAC
04:41	KUBER	THY72F	B737	LTCA	LTAC
04:44	HALIL	THY47X	B738	LTAI	LTAC
04:46	HAY	PGT2130	B738	LTBJ	LTAC
04:49	ILHAN	THY25V	B737	LTCG	LTAC
04:52	PETAR	THY69H	B737	LTFJ	LTAC
04:54	KUBER	THY95L	B738	LTCC	LTAC
04:56	GURBU	THY54A	B738	LTCE	LTAC
04:58	HAY	THY12E	B738	LTBJ	LTAC
05:00	KUBER	THY7049	B738	LTCR	LTAC
05:03	PETAR	THY8KM	B773	LTBA	LTAC
05:05	KUBER	THY84G	B737	LTCI	LTAC
05:08	PETAR	THY63J	B738	LTFJ	LTAC
05:11	PETAR	BRJ341	AT75	LTFD	LTAC

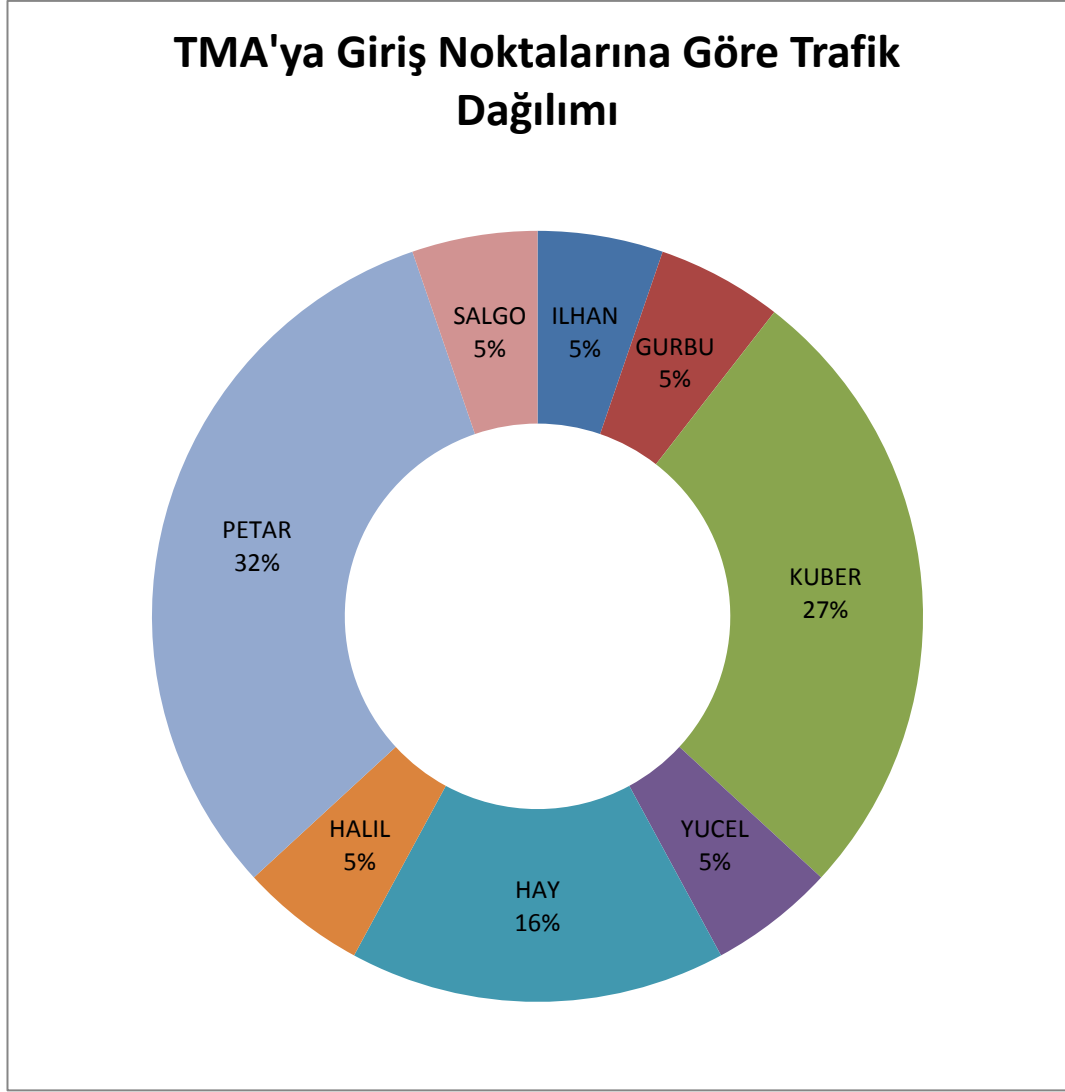
Bu tabloda trafik adedi her ne kadar 19 (on dokuz) olarak görünse de, iniş yapamayan THY12E tekrar yaklaşma kontrolörüyle temas edip ekstra bir trafik gibi yeniden sıralama için vektör edilmiştir.

2013 yılı, 21 pisti için en yoğun gün olan 7 Eylül tarihine ait verilerin tüm trafiklerin terminal sahasına giriş/çıkış noktalarına göre trafik dağılımları; iniş, kalkış ve iniş/kalkış sayıları belirtilerek çizelge 2.2'de gösterilmiştir. Çizelgede yer alan giriş/çıkış noktalarına göre trafikler incelendiğinde Ankara TMA batısında yer alan PETAR giriş noktası en yüksek değer olan 40 trafığe sahiptir.

Çizelge 2.2 Giriş/çıkış noktalarına göre trafik sayısı



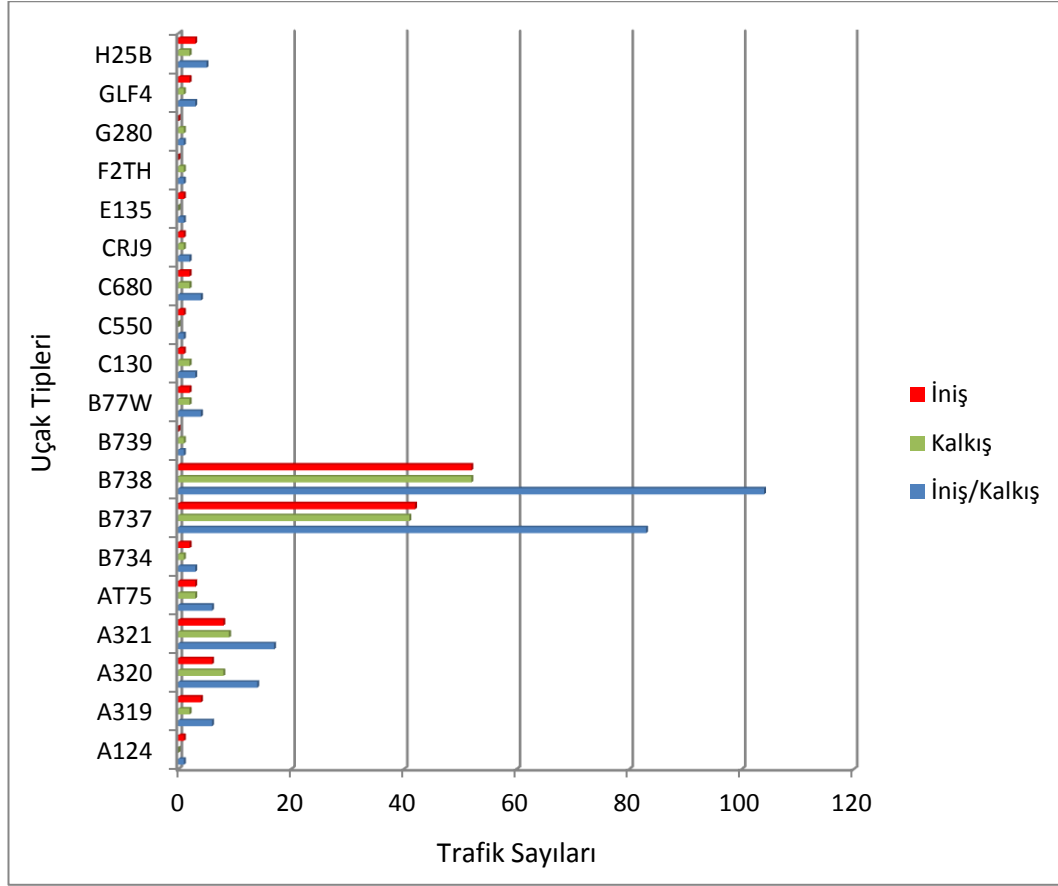
Ankara TMA giriş noktalarına göre trafik dağılımları incelendiğinde, terminal sahasına gelen trafiklerin %42'sini doğudan gelen trafikler oluşturmaktadır. % 37'si batı, %21'i ise güney batı yönünden gelen trafikler olarak görülmektedir. Yapılacak olan analizlerde ilgili gün referans alınmış olup, tasarımda oluşturulan egzersizlerde aynı veriler kullanılmıştır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 TMA'ya giriş noktalarına göre trafik dağılımı

Aynı güne ait iniş trafiklerinin uçak tipleri incelendiğinde B738 % 39,69 ve B737 % 32,06 olarak belirlenmiştir. Bu iki uçak tipi, toplam iniş trafiğinin % 71,75'ini oluşturmaktadır. İniş trafiklerinin uçak tipine göre dağılımı çizelge 2.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 2.3 7 Eylül 2013 tarihindeki iniş trafiklerinin uçak tipi dağılımı



2.2 Yöntem

2.2.1 Toplama noktası sistemine göre Ankara Esenboğa Havalimanı 21 pisti geliş yol model önerisi

Bu çalışmada, Ankara Esenboğa Havalimanı 21 pisti için geliş yol modeli TNS yöntemi kullanılarak tasarlanmıştır. Çalışma kapsamında Ankara TMA giriş noktaları aynen muhafaza edilmiştir. Esenboğa TMA'ya gelişleri gruplayarak TNS sıralama bacağına bağlantısı sağlanmıştır.

Batı yönlü gelişler olarak ifade edilen HALIL, HAY, PETAR, KIZIK, SALGO NASIM ve ASTAL noktalarından TMA'ya giriş yapan trafikler birinci sıralama bacağına daha sonrada toplama noktasına yönlendirileceklerdir. Güney ve güney doğuda bulunan TELVO, BAKIR, YUCEL VE KUBER noktalarından TMA'ya giriş yapan trafikler ikinci sıralama bacağına daha sonrada toplama noktasında yönlendirileceklerdir. Kuzey doğu gelişleri için kullanılan Gurbu ve

Çizelge 2.4 TNS modelinde yer alan yol noktası listesi

YOL NOKTASI	ENLEM	BOYLAM	AÇIKLAMA
AC001	40.18.08N	33.09.45E	Toplama Noktası
AC002	40.22.51N	33.21.22E	Sıralama Bacağı bileşeni
AC003	40.25.16N	33.18.59E	Sıralama Bacağı bileşeni
AC004	40.27.00N	33.15.44E	Sıralama Bacağı bileşeni
AC005	40.27.56N	33.12.00E	Sıralama Bacağı bileşeni
AC006	40.26.11N	33.01.36E	Geliş Yolu bileşeni
AC007	40.28.21N	32.48.45E	Geliş Yolu bileşeni
AC008	40.33.00N	32.49.00E	Geliş Yolu bileşeni
AC010	40.29.53N	33.12.28E	Sıralama Bacağı bileşeni
AC011	40.28.50N	33.16.59E	Sıralama Bacağı bileşeni
AC012	40.26.39N	33.20.47E	Sıralama Bacağı bileşeni
AC013	40.23.45N	33.23.39E	Sıralama Bacağı bileşeni
AC014	40.15.37N	33.23.39E	Geliş Yolu bileşeni
AC015	40.08.21N	33.19.46E	Geliş Yolu bileşeni
AC016	39.58.18N	33.14.26E	Geliş Yolu bileşeni
AC020	40.31.53N	33.12.55E	Sıralama Bacağı bileşeni
AC021	40.30.31N	33.18.07E	Sıralama Bacağı bileşeni
AC022	40.29.04N	33.22.06E	Sıralama Bacağı bileşeni
AC023	40.21.31N	33.28.36E	Geliş Yolu bileşeni

ASTAL noktasından TMA'ya giriş yapan trafik sağa doğru bir dönüşle AC008 yol noktasına uçarken sıralama bacaklarından uzaklaşıyormuş gibi görünse de; A28 yolunun miniması FL160 [27] olduğundan, alçaltmak için bilinçli olarak AC006 yol noktasına değil AC008 yol noktasına yönlendirilmiştir. AC008 yol noktasından sonra; AC007 yol noktasında NASIM, SALGO ve KIZIK noktalarından gelen diğer yollarla birleşip AC006 yol noktasına yönlendirilmiştir. PETAR noktasından SEREN noktasına direk uçuş yaptırılmış olup yolun altında kalan AKINCI CTR'ı sebebiyle trafikler SEREN noktasına kadar FL130'u

muhafaza etmek zorundadır [28]. Yine HALİL ve HAY noktalarından gelen trafikler DOĞAN noktasına yönlendirilerek akabinde SEREN noktasına uçmaları sağlanmıştır. DOĞAN noktasına uçurulmalarının sebebi Etimesgut trafiklerinin bu noktada ayrılmasıdır. Yine SEREN noktasına uçarken, AKINCI CTR sınırına 2.5 NM'den [19] daha yakın uçtuklarından dikey ayırma olan FL130'u muhafaza etmek zorundadırlar [28]. SEREN Noktasından da AC006 yol noktasına uçurulmuşlardır. Yukarıda anlatılan yollardan gelen tüm trafikler AC006 yol noktasını takiben AC005, AC004, AC003 ve AC002 yol noktalarının oluşturduğu birinci sıralama bacağına uçmaktadır. Birinci sıralama bacağının miniması 9.000 feet'tir. Bu değer MRVA değerlerine uygun olmakla birlikte; sıralama bacağından 10 NM mesafedeki AC001 yol noktasına uçarken uygun oranla (%5,2 – ICAO Doc. 8168 Vol II-2006 [19, 37]) alçalabilmesine imkân sağlamaktadır.

TELVO, BAKIR, YÜCEL ve KUBER noktalarından giriş yapan trafikler AC016 yol noktasında birleşip sırasıyla AC015 ve AC014 yol noktalarının oluşturduğu yol ile, AC013, AC012, AC011 ve AC010 yol noktalarından oluşan ikinci sıralama bacağına uçmaktadırlar. W75 (BAKIR) ve A17 (YÜCEL) yollarının minimaları [3] da oldukça yüksektir. Ancak sıralama bacaklarına kadar gerekli alçalma kolaylıkla sağlanabilmektedir. İkinci sıralama bacağının miniması 10.000 feet'tir. Bu değer MRVA değerlerine uygun olmakla birlikte; sıralama bacağından 12 NM mesafedeki AC001 yol noktasına uçarken uygun oranla (%5,2 – ICAO Doc. 8168 Vol II-2006 [19, 37]) alçalabilmesine imkân sağlamaktadır.

İLHAN ve GURBU noktalarından giriş yapan trafikler AC023 yol noktasında birleşip, AC022, AC021 ve AC020 yol noktalarından oluşan üçüncü sıralama bacağına uçmaktadırlar. Üçüncü sıralama bacağının miniması 11.000 feet'tir. Bu değer de MRVA değerlerine uygun olmakla birlikte; sıralama bacağından 14 NM mesafedeki AC001 yol noktasına uçarken uygun oranla (%5,2 – ICAO Doc. 8168 Vol II-2006 [19, 37]) alçalabilmesine imkân sağlamaktadır.

CDA, iniş uçaklarının mümkün olan en üst seviyede uçarak, son yaklaşma fiksine kadar devamlı alçalma ile çevre gürültüsünü, yakıt sarfiyatını ve emisyonunu azalmasını sağlamaktadır. Tasarlanan hava sahasında da trafiklerin CDA'ya göre uçmaları öngörülmüştür. Örneğin HALİL ve HAY noktalarından TMA'ya giriş yapan trafikler, neredeyse TMA'nın ortasında bulunan DOĞAN

noktasına kadar FL190'da gelmektedir. DOĞAN noktasından toplama noktasına kadar devamlı olarak alçalabilmektedir.

AC001 yol noktasına gelen trafikler 21 pistleri için kullanılmakta olan aletli yaklaşma chart'larına [29] göre yaklaşımlarını gerçekleştirebilecek konumda bulunmaktadır. Pas geçen trafikler ise ANK NDB'yi takiben [29] AC016 yol noktasına bağlanarak tekrar ikinci sıralama bacağına doğru uçuşlarını gerçekleştirebileceklerdir.

Hava Trafik Kontrol Radar ve Kule Simülatörü'nde bulunan Egzersiz Hazırlama Editörü kullanılarak, kontrolörler tarafından denenmesi istenen TNS geliş rotalarına göre, yukarıda belirtilen zaman aralığındaki trafiklerin yeniden benzetilmesi sonucu çalışmada kullanılacak ilgili senaryo ortaya çıkarılmıştır.

Son olarak, gerçek trafik verisi kullanılarak çalışmada ortaya çıkarılan TNS geliş rotaları tasarımına göre yeniden uyarlanmış haliyle hazırlanan senaryo, hem eğitmen kontrolörler hem de canlı trafikte çalışan kontrolörler tarafından sanki canlı trafikte çalışıyormuşçasına senaryonun yeniden koşturulması neticesinde, TNS geliş rotaları çalışması hakkında kontrolörlerin görüşleri elde edilmiş ve simülatörün kayıt ve yeniden oynatma özellikleri sayesinde, uçakların TMA girişinden TNS'ye kadar geçirdikleri süre ve mesafe bilgileri ile bir trafiğin kontrolör ile kaç kez konuştuğu tespit edilmiş olup, komut sayıları ve frekans meşguliyet sürelerine ilişkin analizler yapılmıştır.

2.2.2 Gerçek zamanlı simülasyon

Simülasyon için, Expert yazılımı kullanılmıştır. Vektör yöntemi ile yönetilmiş olan trafikler, TNS yöntemi ile yeniden düzenlenmiş olup, düzenlenen trafik simülatör üzerinde koşturulmuştur.

Simülasyonda, kontrolör pozisyonu için 2Kx2K çözünürlüğünde bir radar ekranı ve iki yönlü muhabere için sesli iletişim sistemi kullanılmıştır. Ayrıca, verilen talimatları yerine getirmek üzere hayali pilot pozisyonunda, bir pilot ekranı ve yine iki yönlü muhabere için sesli iletişim sistemi kullanılmıştır.

Simülasyonda, canlı trafikte çalışan hava trafik kontrolörlerinin yanı sıra, daha önce canlı trafikte çalışmış ve şu an eğitimci olarak görev yapan eğitmen hava trafik kontrolörleri, olmak üzere 15 hava trafik kontrolörü görev almıştır.

Ankara TMA, AIP’de Esenboğa Approach Lower ve Esenboğa Approach Upper olmak üzere iki farklı sektör olarak belirtilmektedir. Ancak canlı trafikte ve simülasyon uygulamasında, bu iki sektör birleştirilerek Esenboğa Approach olarak tek bir sektör olarak kullanılmıştır. Belirtilen bu hava sahası için, her simülasyon çalışmasında bir kontrolör katılmıştır. TNS’nin yeni bir yöntem olarak kullanılabilirliğine ilişkin kontrolör görüşlerini almak için gerçek zamanlı simülasyon sonunda kontrolörlere anket uygulanmıştır.

2.2.3 Anket çalışması

Anketin amacı, geliş trafiği sıralamasında kullanılan toplama noktası sistemi hakkında çalışmayı gerçekleştiren kontrolörlerin deneyim, TNS’nin yeni bir metot olarak kabul edilebilirliği ve durumsal farkındalık algılarına yönelik bilgi toplamaktır.

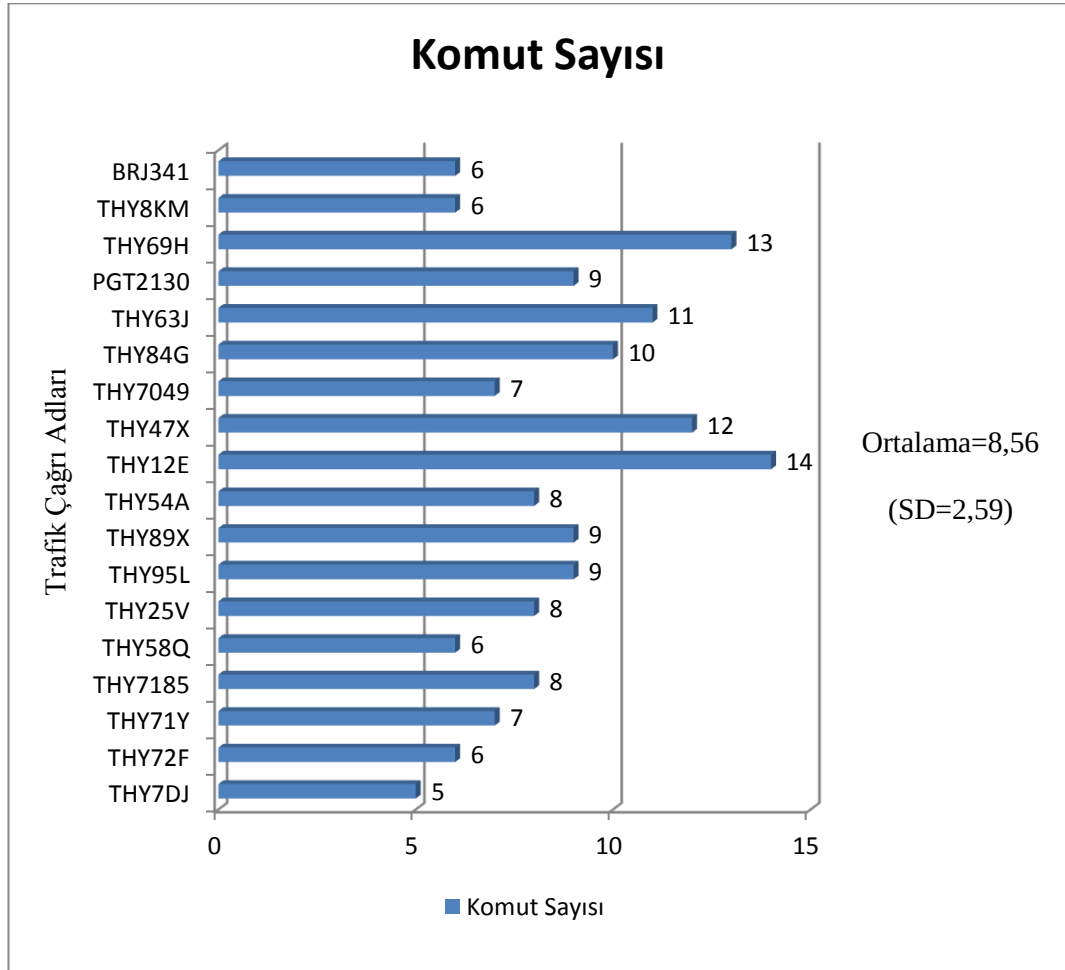
Bu kapsamda 5’li likert ölçeğinde hazırlanan anket örneği EK’te verilmiştir.

3 ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1 Gerçek Trafik Verilerinin Analizleri (Baseline)

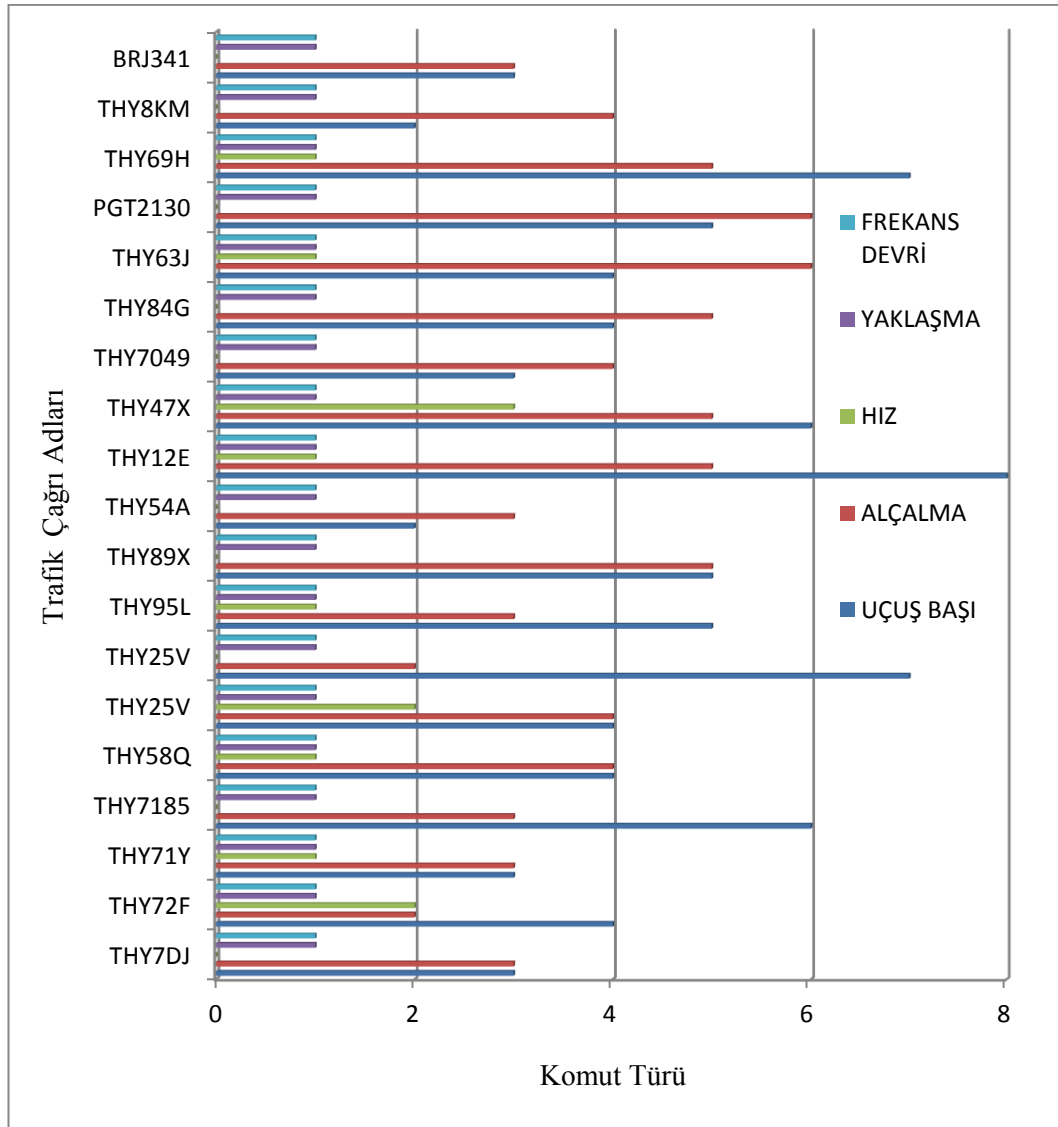
7 Eylül 2013 tarihinde 04.05 (Z) ile 05.28 (Z) saatleri arasında gerçekleşen canlı (baseline) trafikler vektör yöntemi ile yönetilmiştir. İlgili trafiklerin kontrolör pilot arasındaki konuşmalara bağlı komut sayıları, bu komutların içerikleri ve trafiklerin frekans meşguliyet süreleri çalışma kapsamında yapılan analizler doğrultusunda belirlenmiştir. Komut sayılarının belirlenmesinde bir komut, bir read-back ve bir onay sıralaması referans alınmıştır. INTERIM video kaydı incelenmesi sonucu vektör yöntemine göre verilen komutlarda her bir trafiğin, kontrolörle kaç kez konuştuğu çizelge 3.1’de verilmiştir. Komut sayıları beş ile on dört arasında değişmekte, uçak başına ortalama ise 8,56 (SD:2,59)’dir.

Çizelge 3.1 Canlı trafikte, trafiklerin kontrolörle konuşma sayısı



Konuşma içerikleri uçuş başı, alçalma, hız, yaklaşma müsaadesi, ve frekans değişikliği olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma kapsamında uçak bazında trafiklerin aldığı komutlar çizelge 3.2’da gösterilmiştir. Komut içeriklerinde birinci sıraya uçuş başı talimatı, takiben alçalma ve son olarak da hız tahditleri komutları verildiği tespit edilmiştir. Uçuş başı talimatı toplam talimatlar içerisinde % 40 oranında bir yere sahiptir. Canlı trafik ortamında vektör yöntemi kullanılmasında dolayı uçuş başı komutlarının en yüksek oranda çıkması doğal bir sonuç olmakla birlikte frekans meşguliyet sürelerini arttırmada belirleyici faktördür.

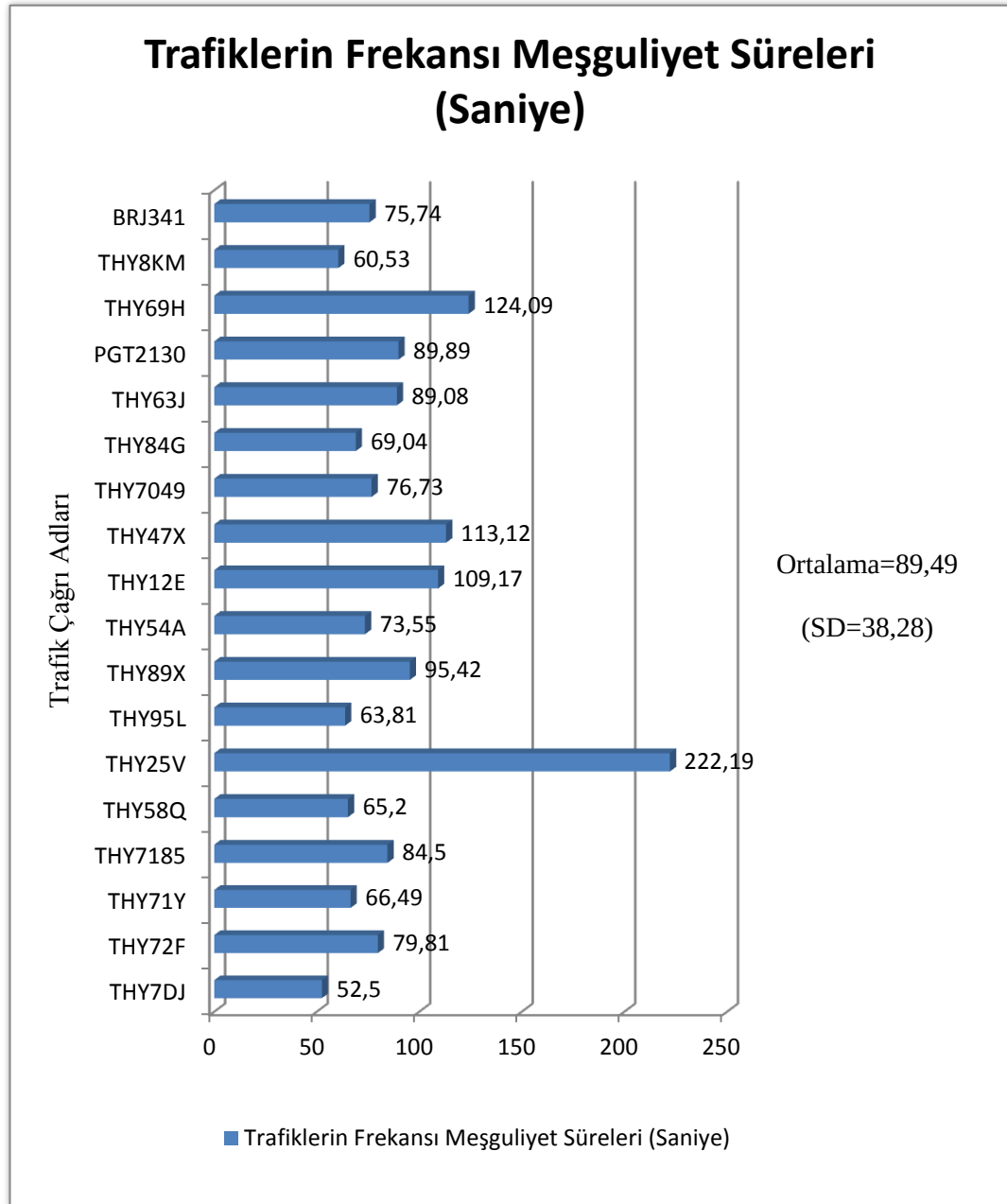
Çizelge 3.2 Canlı trafikte, komut içerikleri ve sayıları



Yine aynı kayıtların incelenmesi doğrultusunda, trafikler ile kontrolör arasında geçen konuşma süreleri tek tek ölçülerek, her bir uçak için toplam

konuşma süresi tespit edilmiştir. Trafiklerin frekans meşguliyet süresi çizelge 3.3’de verilmiştir. Frekans meşguliyet sürelerinde THY25V çağrı adlı uçak 222,19 saniye ile en yüksek meşguliyet süresine sahipken; THY7DJ çağrı adlı uçak 52,5 saniye en düşük meşguliyet süresine sahiptir. Ortalama olarak frekans meşguliyet süresi 89,5 saniye olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 3.3 Canlı trafikte, frekans meşguliyet süreleri



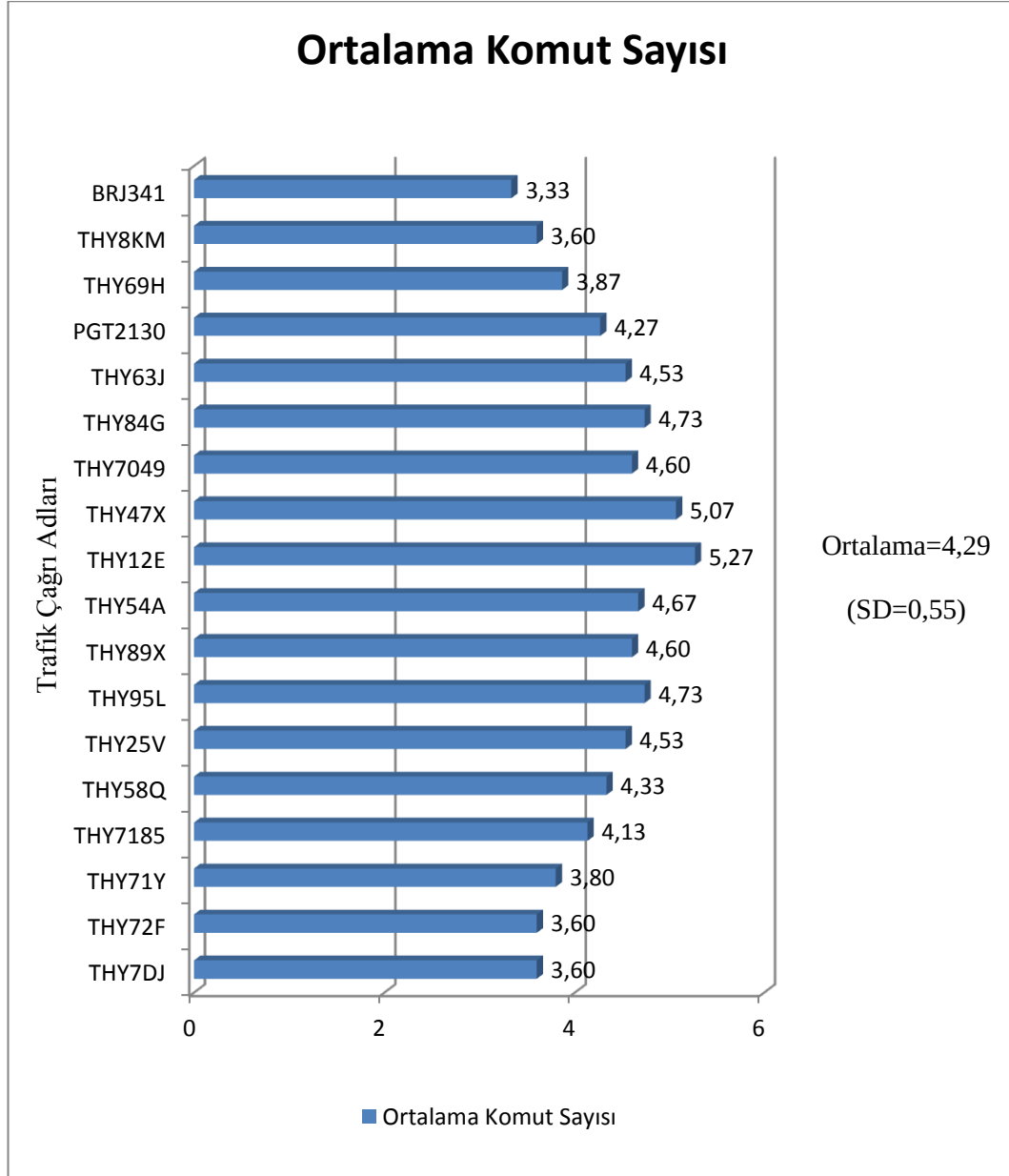
3.2 Simülasyon Analizleri

Canlı trafik verilerinin simülasyon ortamına aktarılması ve TNS'ye göre geliştirilen geliş yol modeli üzerinde trafiklerin yönetilmesi 15 farklı kontrolör tarafından gerçekleştirilmiştir. İlgili trafiklerin kontrolör pilot arasında ki konuşmalara bağlı komut sayıları ve trafiklerin ortalama frekans meşguliyet süreleri simülasyon çalışmaları sonucunda belirlenmiştir.

Komut sayıları bir komut, bir read-back ve bir onay sıralaması referans alınarak belirlenmiştir. Simülasyon kayıtları incelenmesi sonucu TNS yöntemine göre verilen komutlarda her bir trafiğin, kontrolörle ortalama kaç kez konuştuğu çizelge 3.4'de verilmiştir. Bu çalışmada, çalışmaya katılan tüm hava trafik kontrolörlerine ait veriler toplanmış olup değerlendirmelerde kullanılmak üzere sonuçlarda ortalama değerleri verilmiştir.

Ortalama komut sayıları 3,22 ile 5,2 arasında değişmekte olup ortalama değer 4,29 (SD:0,55)'dir.

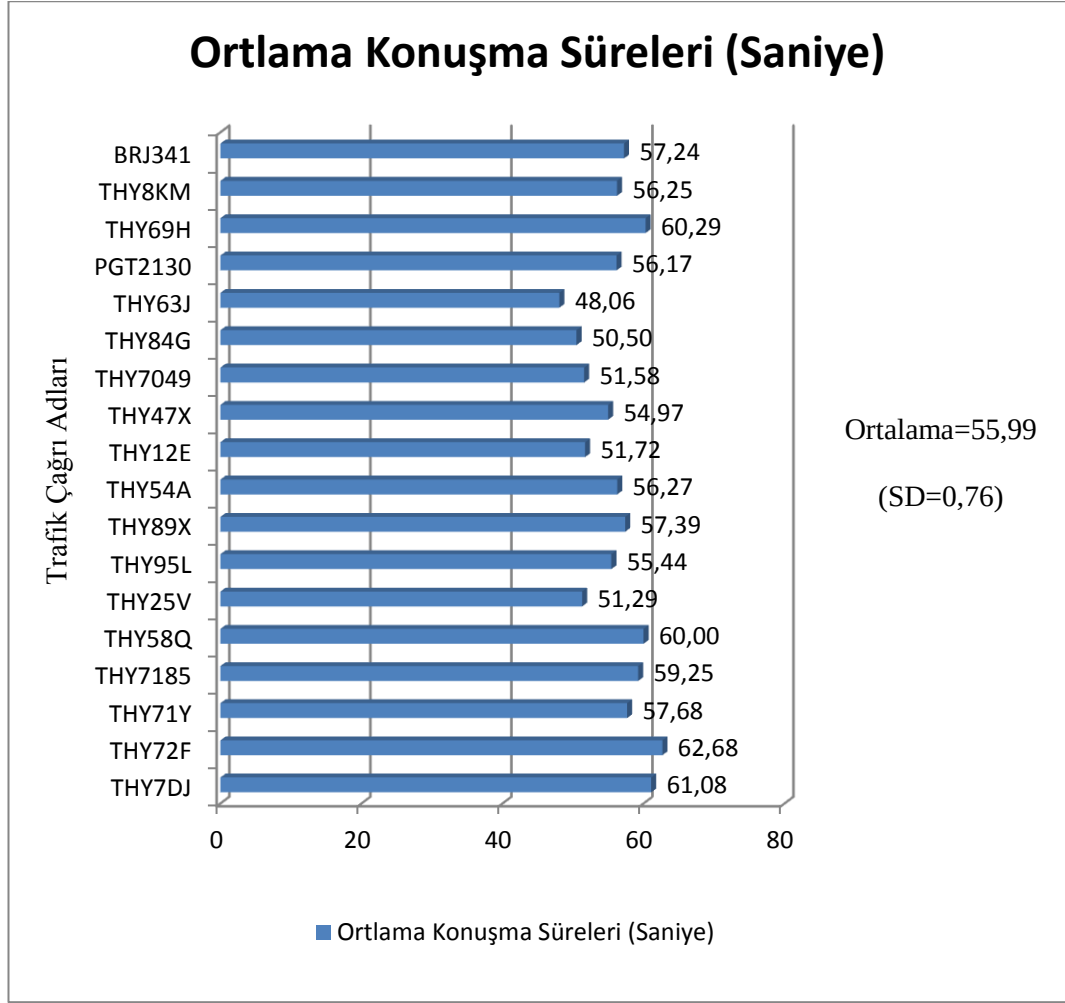
Çizelge 3.4 Simülasyonda, trafiklerin kontrolörle ortalama komut sayısı



Yine aynı kayıtların incelenmesi doğrultusunda trafikler ile kontrolör arasında geçen konuşma süreleri tek tek ölçülerek trafiklerin frekans meşguliyet süresi çizelge 3.5’de verilmiştir.

Ortalama frekans meşguliyet süresinde, THY72F çağrı adlı uçak 62,68 s. ile en yüksek frekans meşguliyet süresine sahipken; THY63J çağrı adlı uçak 48,06 s. ile en düşük frekans meşguliyet süresine sahiptir. Tüm uçakların ortalama frekans meşguliyet süresi 55,99 (SD:0,76) saniyedir.

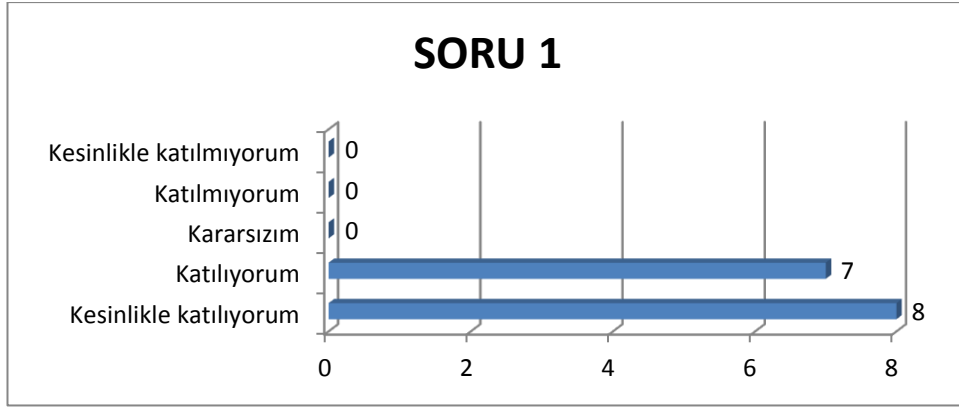
Çizelge 3.5 Simülasyonda, trafiklerin ortalama frekans meşguliyet süresi



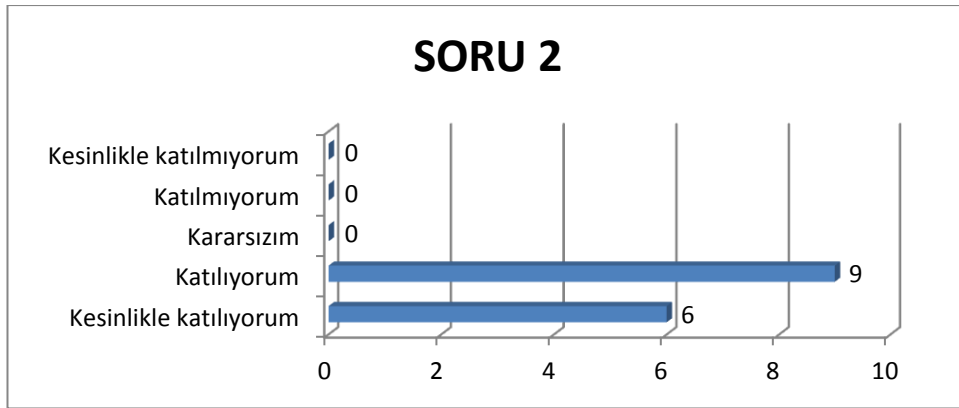
3.3 Anket Bulguları

Geliş trafiği sıralamasında yeni bir yöntem olarak kullanılan toplama noktası sistemi hakkında, kontrolörlerin deneyim, TNS'nin yeni bir metot olarak kabul edilebilirliği ve durumsal farkındalık algılarına yönelik bilgi toplamak amaçlı yapılan anket çalışmasına 15 kontrolör katılmış olup bunlardan altı tanesi kadın dokuz tanesi erkektir. Katılımcılardan altı tanesi 30-39, sekiz tanesi 40-49 ve bir tanesi de 50-59 yaş gurubundadır. Bir katılımcı 5-9 yıl, dört katılımcı 10-14 yıl, sekiz katılımcı 15-19 ve iki katılımcı ise 20 yıl veya daha fazla çalışma tecrübesine sahiptir. Ankette yer alan ilk 34 soru 5'li Likert ölçeğinde hazırlanmış olup; 35. soru ise açık uçlu sorudur. Hava trafik kontrolörlerinin ankette vermiş oldukları cevaplar soru bazında aşağıda verilmiştir.

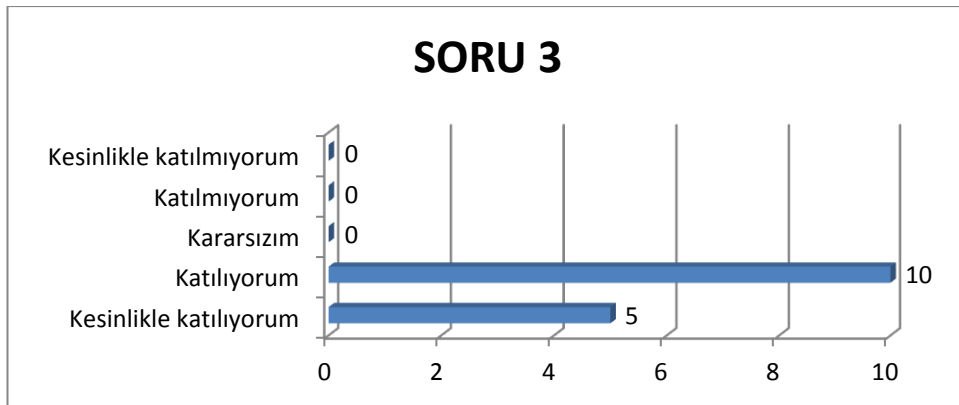
Soru 1: TNS öğrenmesi kolay bir metottur.



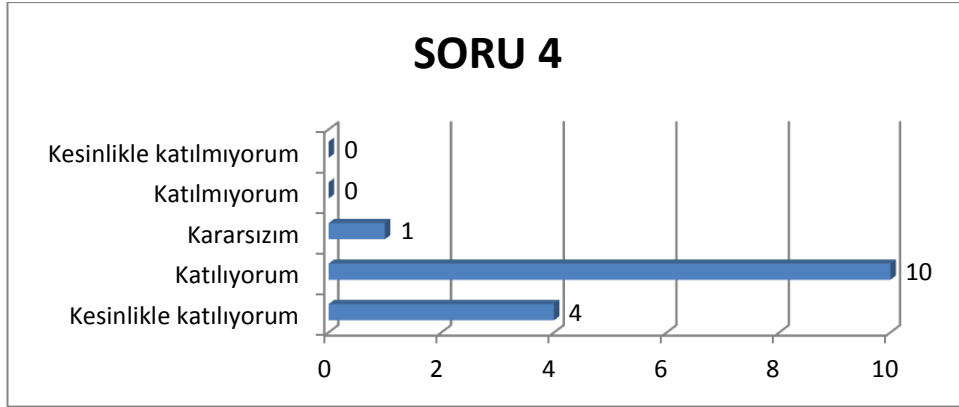
Soru 2: TNS uygulaması kolay bir metottur.



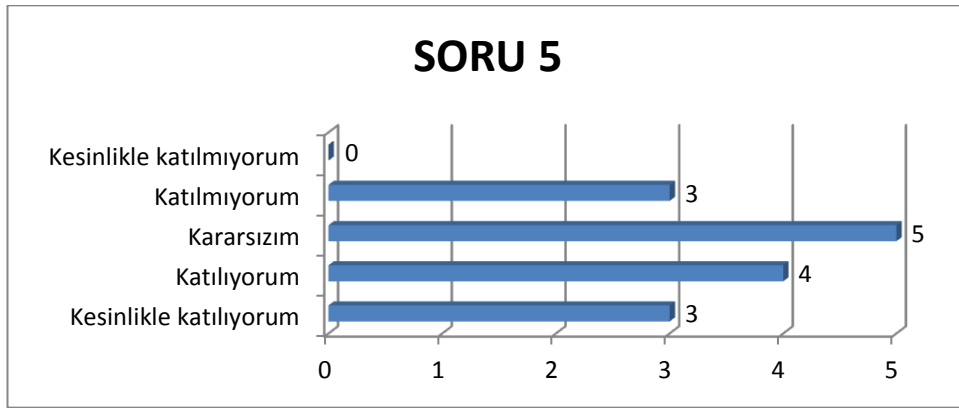
Soru 3: TNS kullanırken trafik sıralamasında zorlanmıyorum.



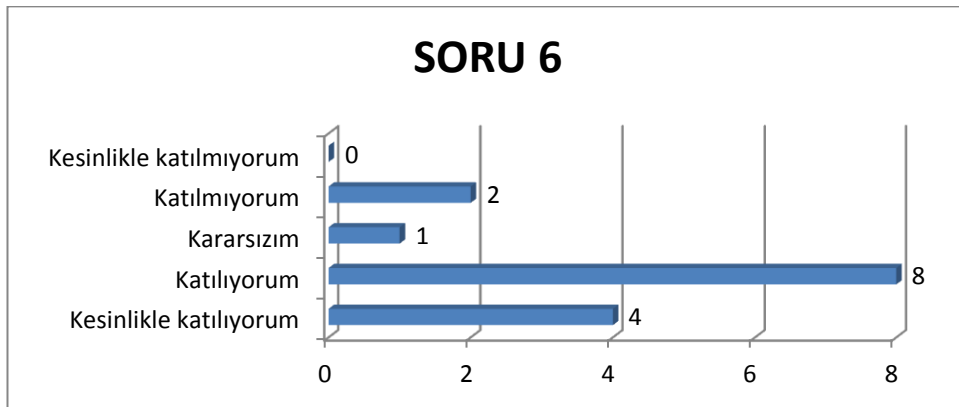
Soru 4: TNS'yi hemen kullanmaya başlayabilirim.



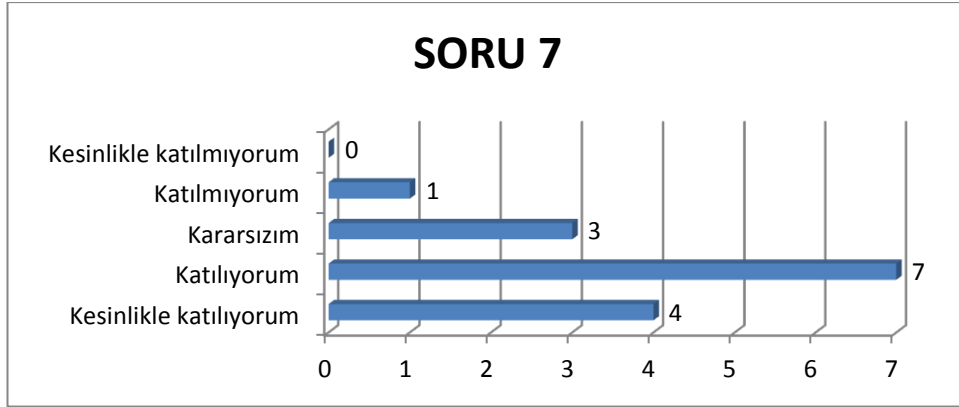
Soru 5: TNS uygulamak için uzun süreli mesleki tecrübeye gerek duymam.



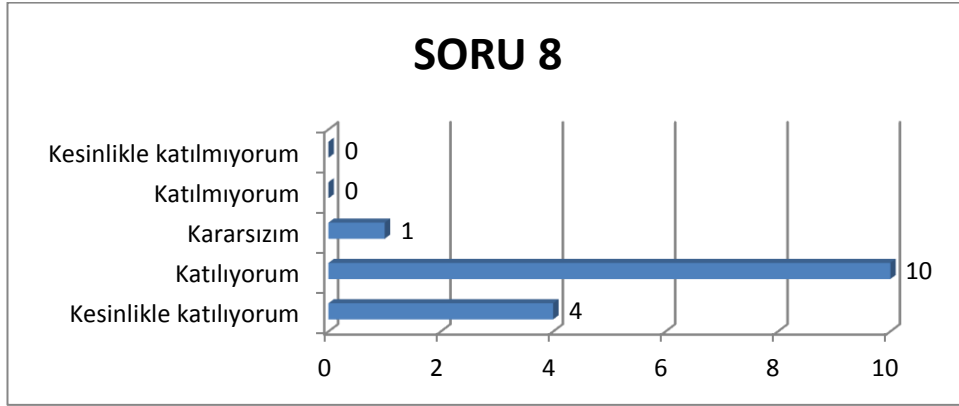
Soru 6: TNS kullanırken trafik idaresinde öngörüm artar.



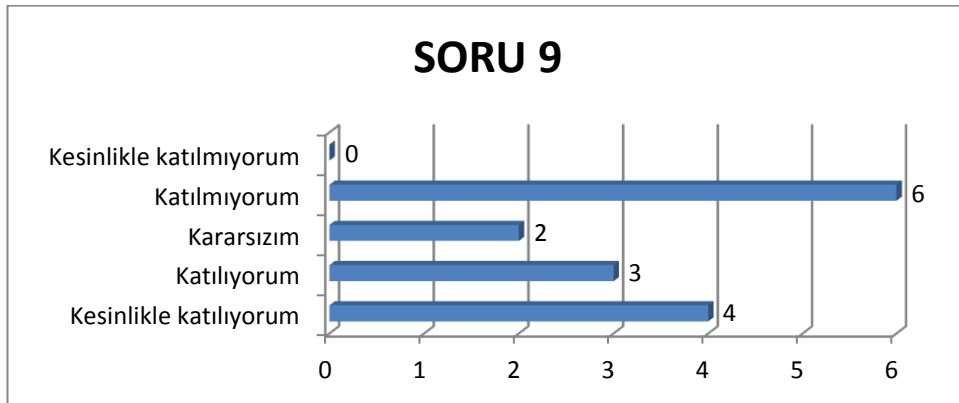
Soru 7: TNS kullanırken durumsal farkındalığım artar.



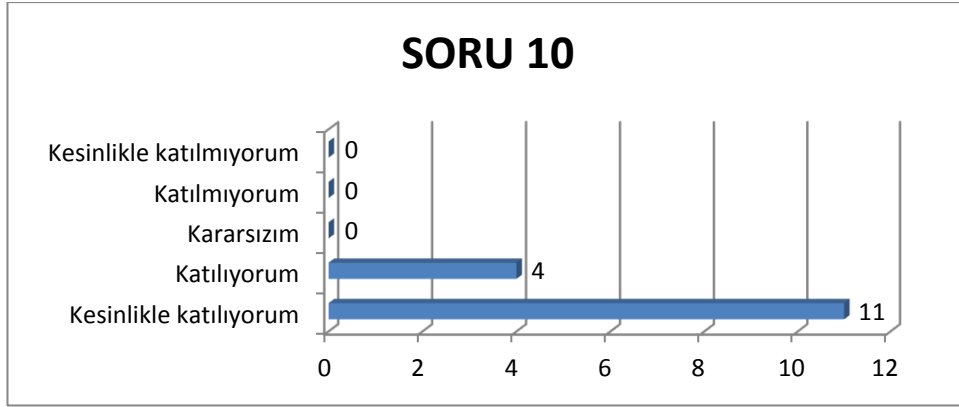
Soru 8: TNS, çalışma başlangıcında kontrolörlerin trafiği devralmasında kolaylık sağlar.



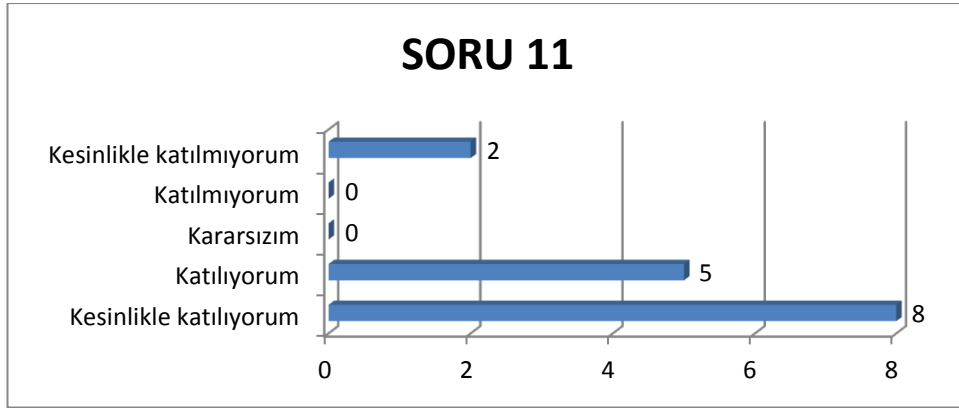
Soru 9: TNS, vektör tekniğine göre daha esnektir.



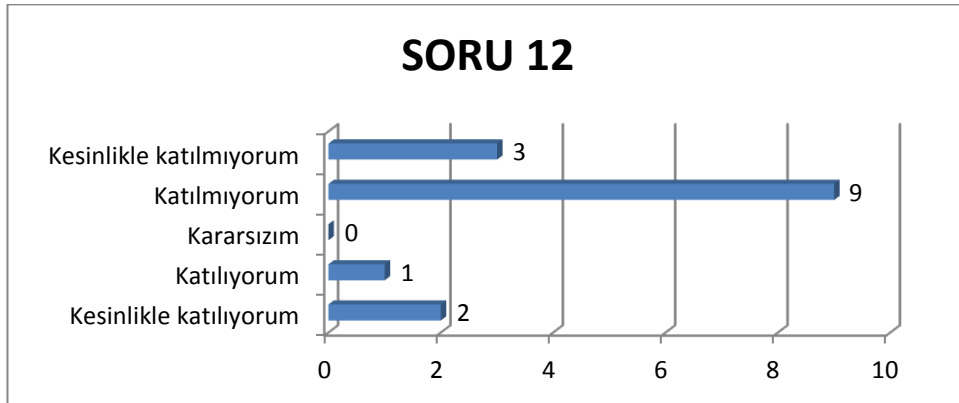
Soru 10: TNS, pilot ile iki yollu iletişim süresini azaltır.



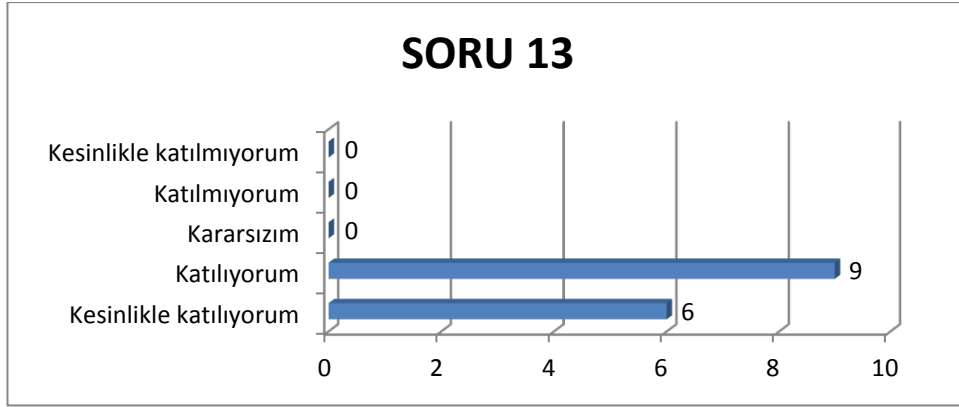
Soru 11: Vektör tekniği kullanırken pilot ile daha uzun süre konuşmam gerekir.



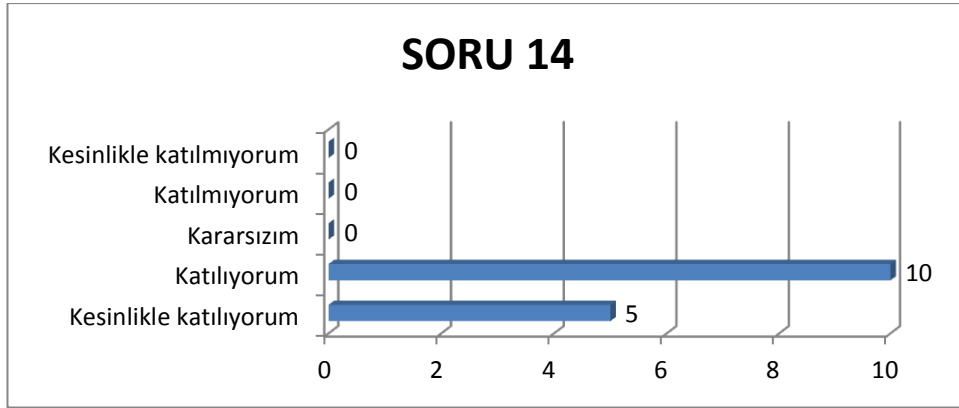
Soru 12: TNS kullanırken pilota daha fazla sayıda talimat vermem gerekir.



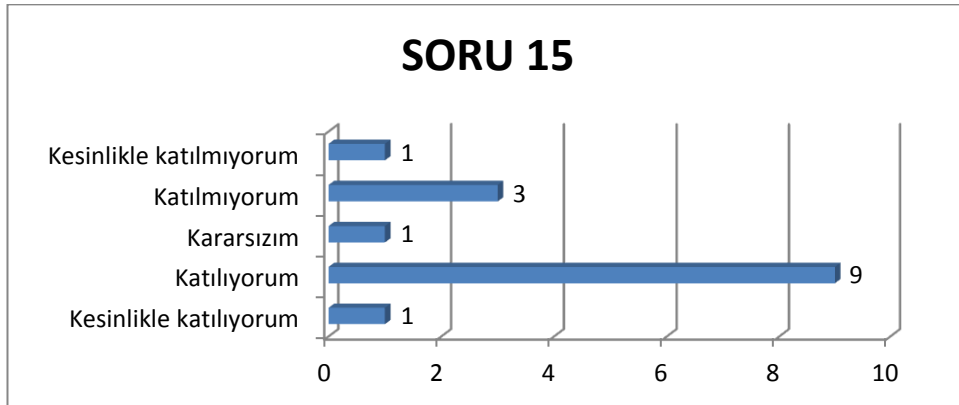
Soru 13: TNS kullanıldığında trafiklere baş talimatı vermeme gerek yoktur.



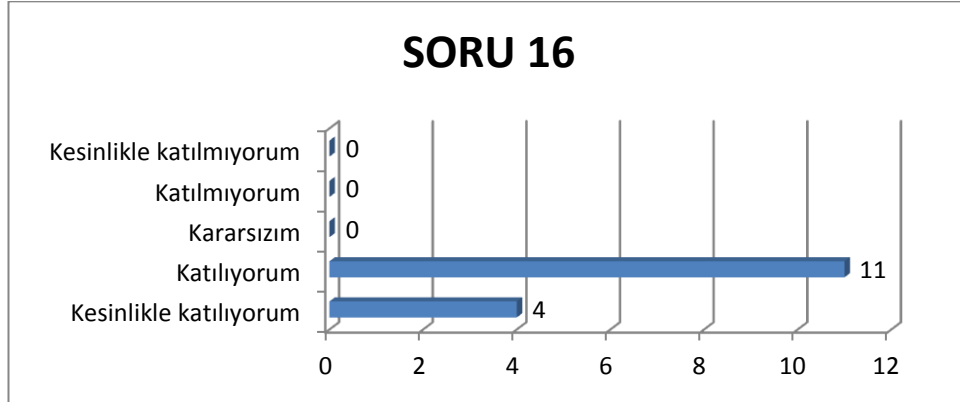
Soru 14: TNS, kontrolörlerin çalışma sonrasında trafiği devretme süresini kısaltır.



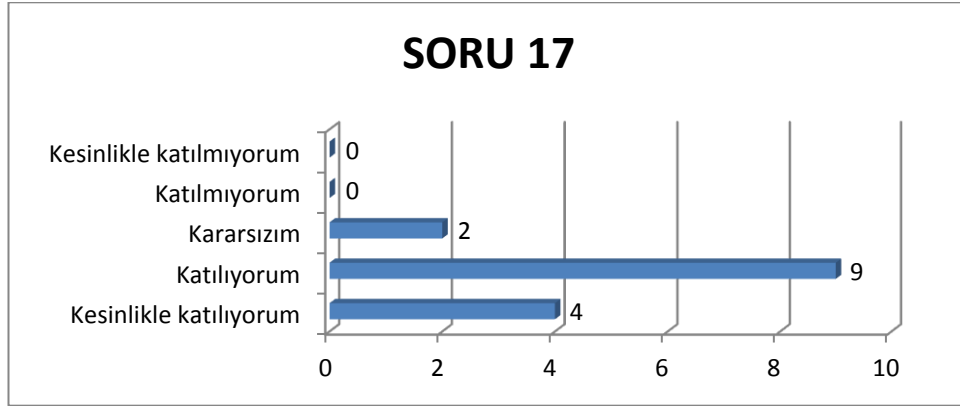
Soru 15: TNS monoton bir tekniktir.



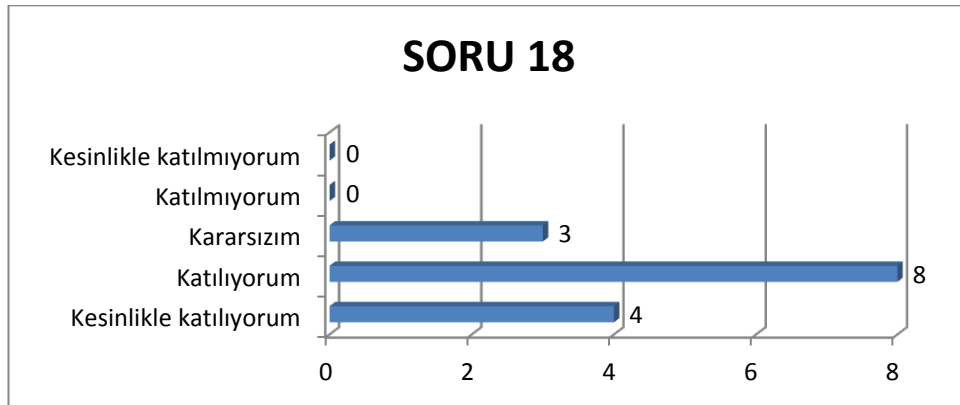
Soru 16: TNS kullanıldığında geliş trafiklerini daha düzenli şekilde idare ediyorum.



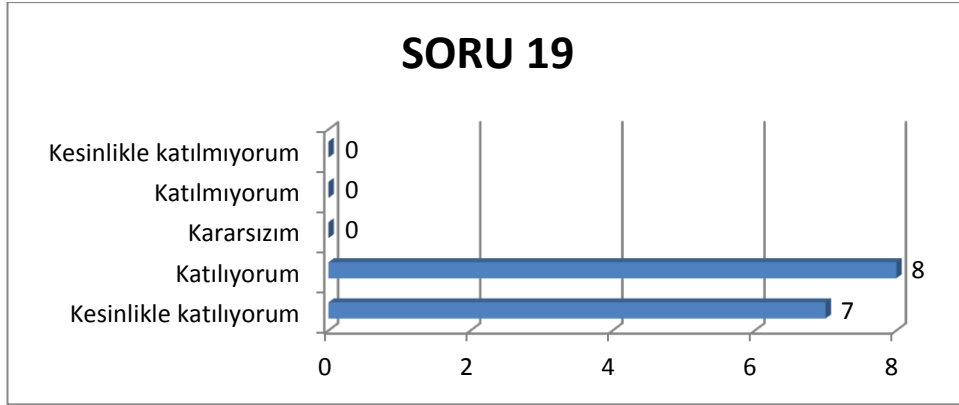
Soru 17: TNS kullandığımda trafikleri daha kolay izliyorum.



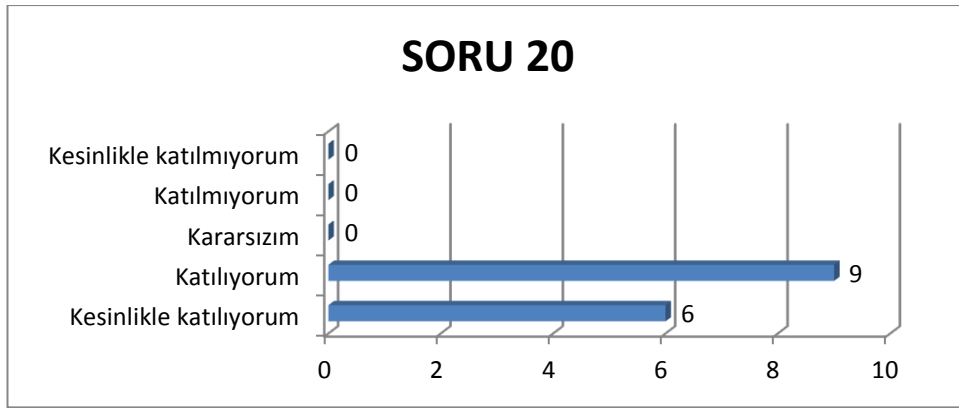
Soru 18: TNS, trafik yörünge tahmin edilebilirliğini artırır.



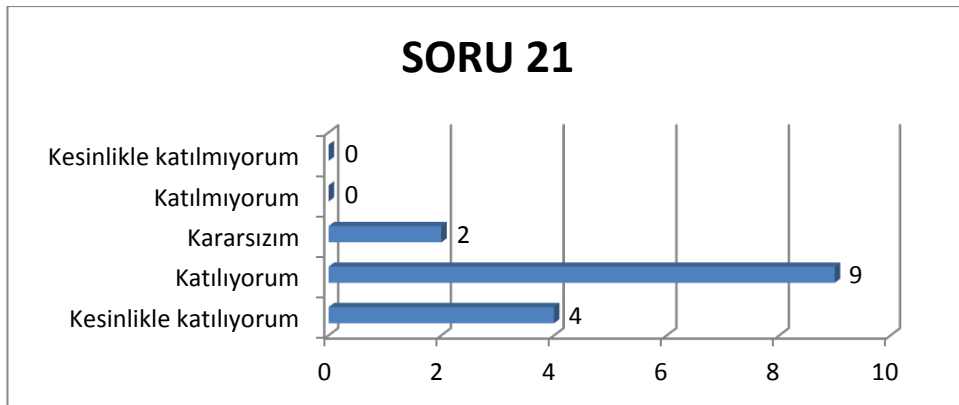
Soru 19: TNS ile trafikler farklı yerlere dağılmayıp belirli bir alan içinde yer alır.



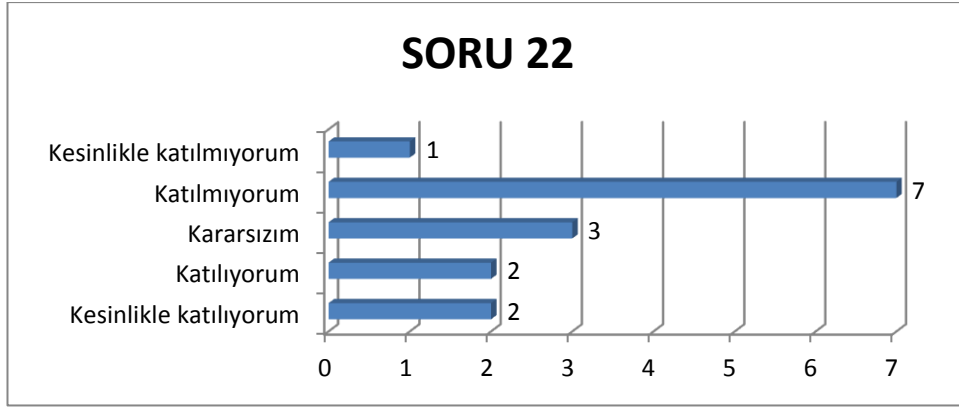
Soru 20: TNS kullanıldığında trafiklere çoğunlukla aynı talimatları veriyorum.



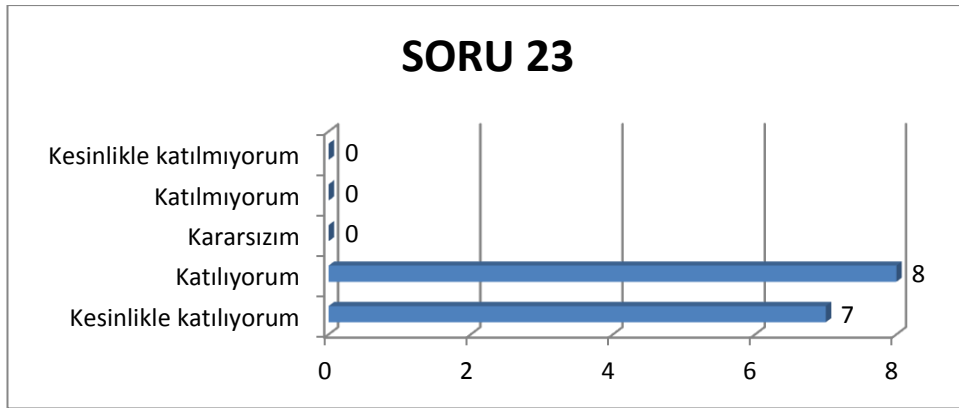
Soru 21: TNS kullandığımda trafik hâkimiyetim artar.



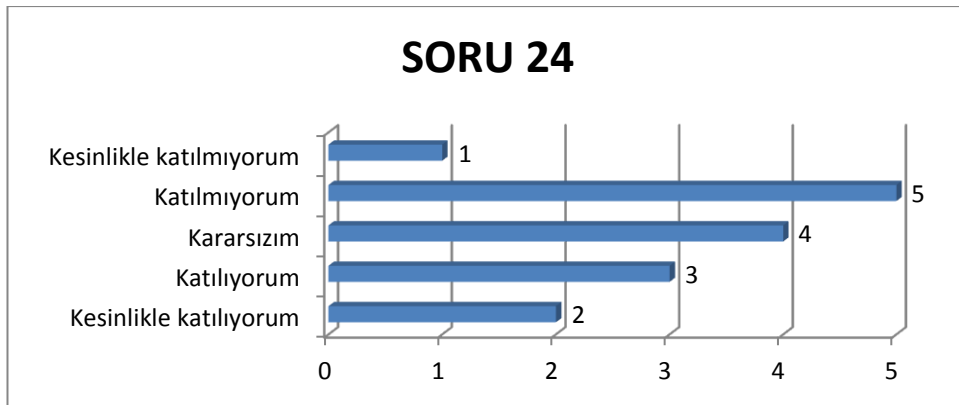
Soru 22: Vektör tekniği kullanıldığında geliş trafiklerini daha kolay sıralarım.



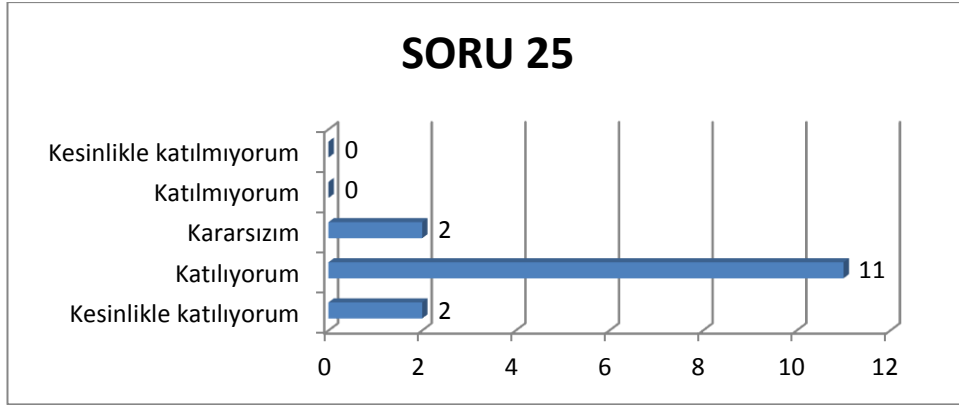
Soru 23: TNS iş yükümü azaltır.



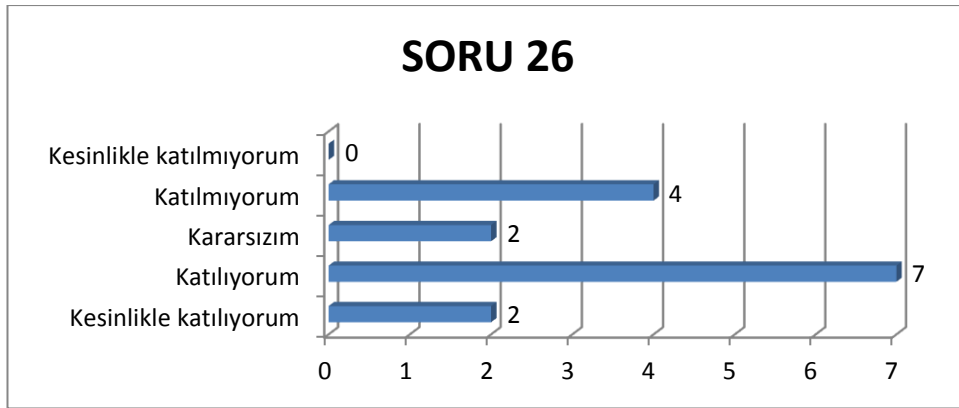
Soru 24: Vektör tekniği ile trafikleri daha erken alçaltırım.



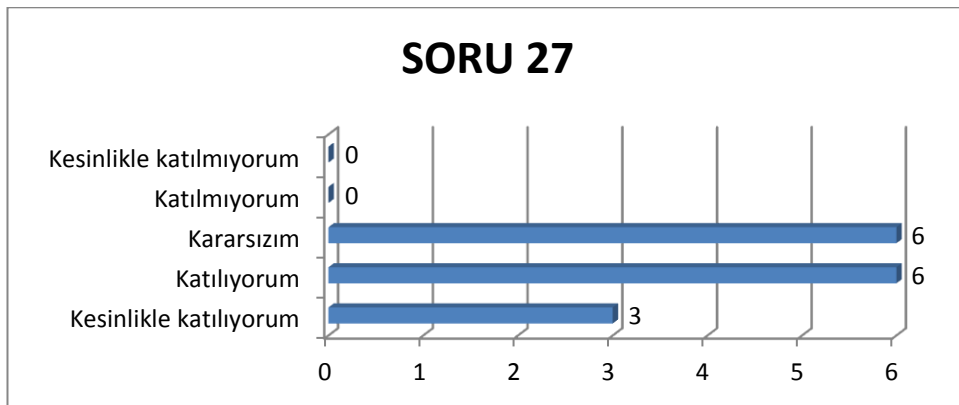
Soru 25: TNS'yi yoğun trafikte kullanmak isterim.



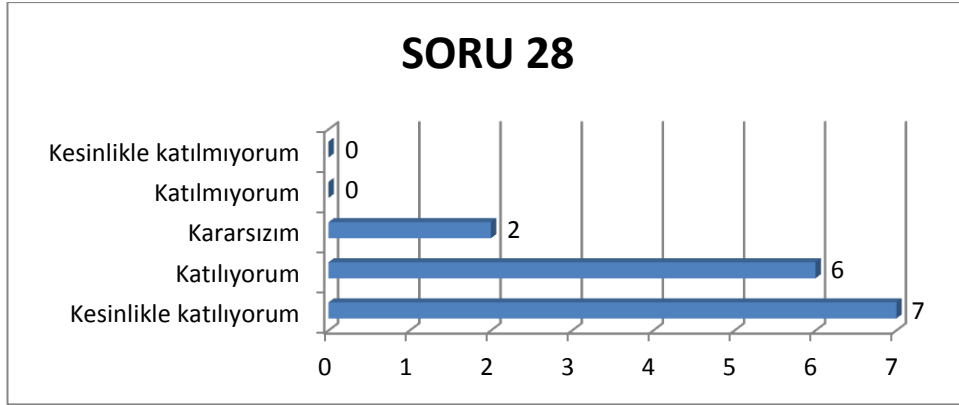
Soru 26: TNS kullanıyor olsam da vektör tekniğine her zaman ihtiyaç vardır.



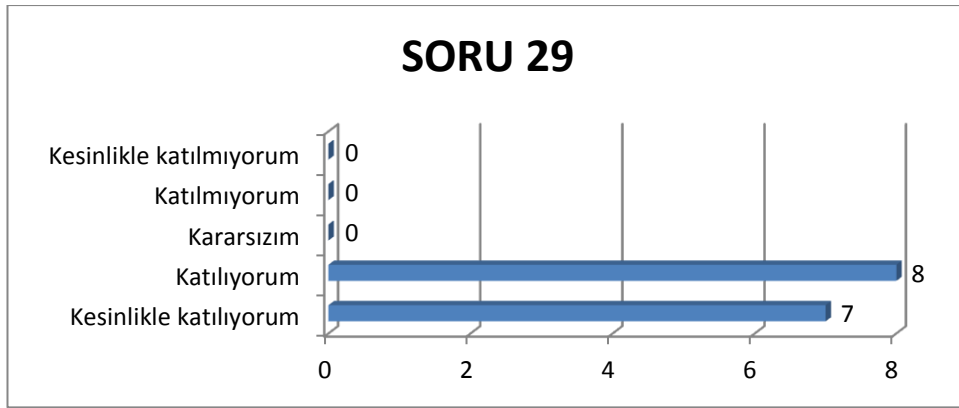
Soru 27: TNS kullanıldığında trafikleri geciktirmek için farklı bir yöntem daha uygulamaya gerek duymam.



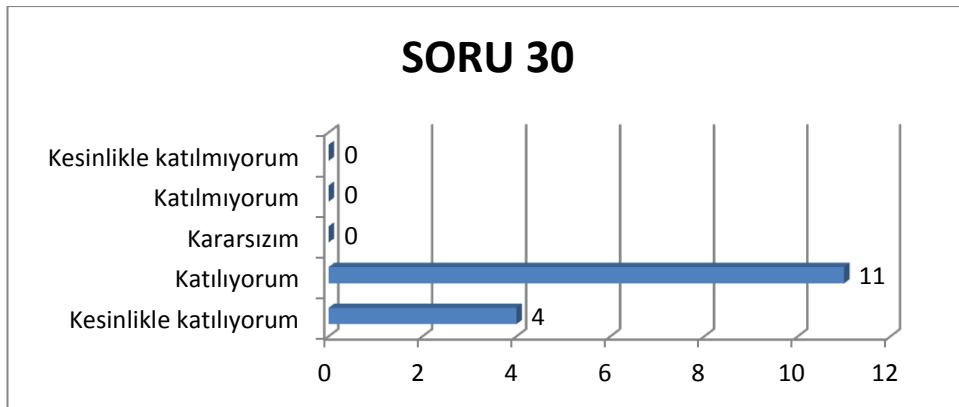
Soru 28: TNS kullanarak daha fazla trafiğe hizmet verebilirim.



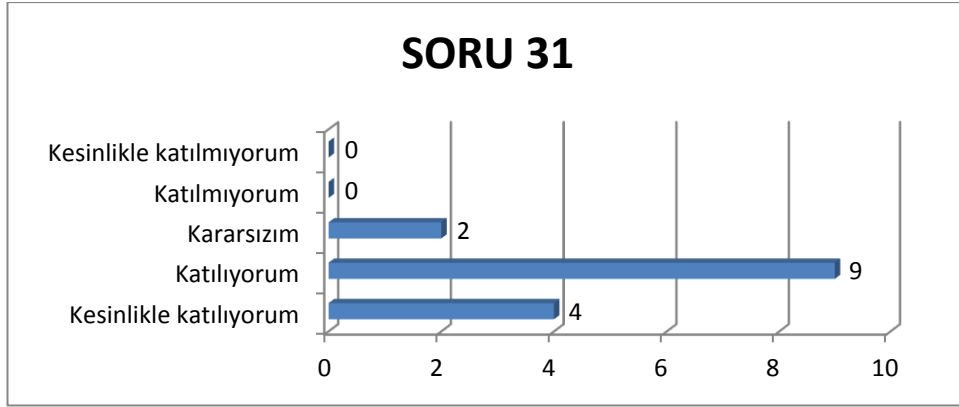
Soru 29: TNS geliş trafiğine verilen hizmetin standartlaşmasını sağlar.



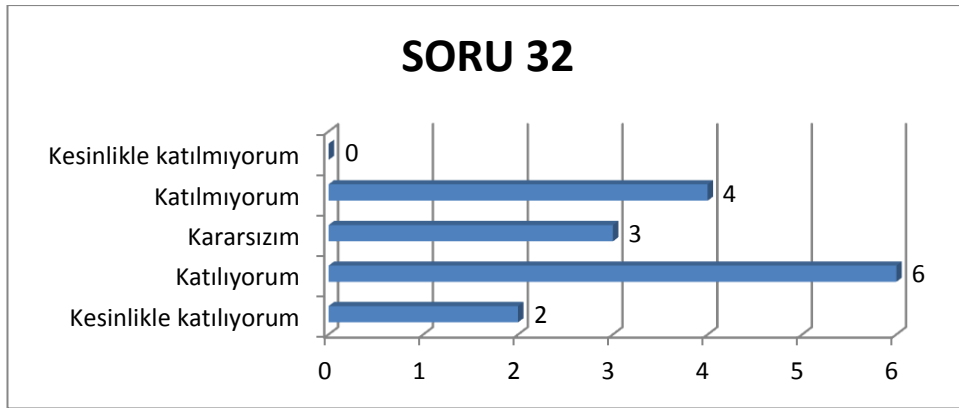
Soru 30: TNS ile uçaklara devamlı alçalma sağlatabilirim.



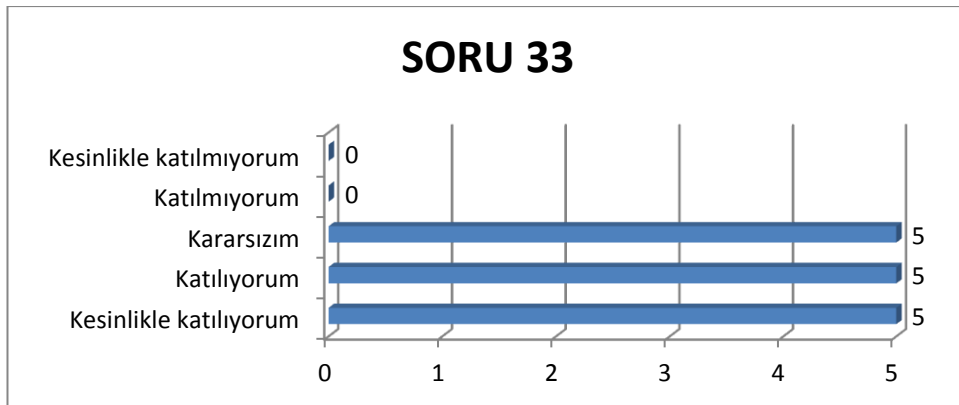
Soru 31: TNS uçakların yakın geçme riskini azaltır.



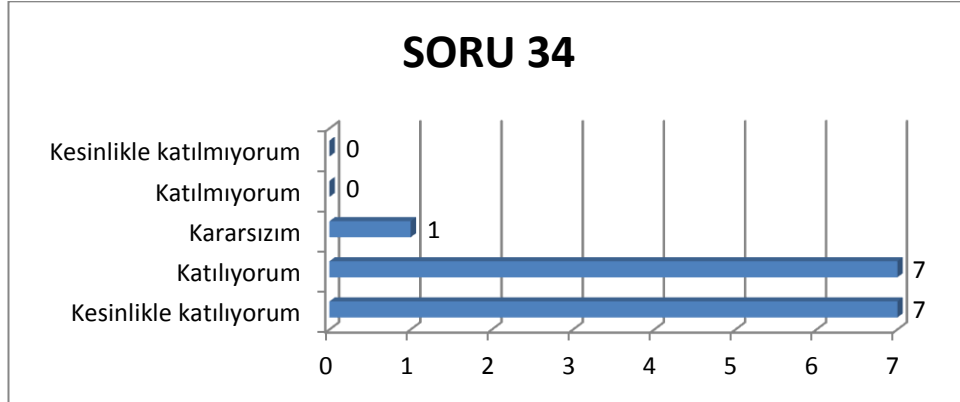
Soru 32: Trafik sayısı az ise TNS kullanmayı tercih etmem.



Soru 33: TNS trafik akışını hızlandırır.



Soru 34: TNS'nin hava trafik kontrolde daha emniyetli bir metot olduğunu düşünüyorum.



Soru 35: TNS'nin kullanılmasına ilişkin görüşlerinizi nedenleri ile açıklayınız.

Kontrolör 1:

“Trafığın düzenli akışını sağlayan, iş yükünü azaltan, uygulaması kolay bir yöntem.”

Kontrolör 2:

“Çok yararlı olacağını düşündüğüm bir sistemdir.”

Kontrolör 3:

“Sahayı tanıdıktan ve yöntemi iyi öğrendikten sonra öngörünün ve hızlanmanın artacağını düşünüyorum.”

Kontrolör 4:

“Ayırma minimumu ile yaklaşma sıralama minimumunun eşitlenmesi, TNS'nin verimliliğini artırır.

Sıralama bacakları ile MRVA'nın optimize edilmesi gerekmektedir.”

Kontrolör 5:

“Tecrübeli kontrolörlerin TNS kullanması daha uygundur. (Vektör tekniğinin gelişmesi açısından faydalı bulmadım. Radarlı çalışmaya yaklaşımda başlayan bir kişinin ACC radardaki vektör tekniğinin gelişmesi açısından.)”

Kontrolör 6:

“Vektör tekniğine göre daha emniyetli ve hızlandırıcı bir yöntem. Ancak uzun süre TNS ile çalışınca vektöre geçişte zorluk yaşanabilir. Yine de etkin ve hızlandırıcı bir metot olarak TNS'yi tercih ederim.”

Kontrolör 7:

“Sıralama bacaklarındaki seviyeler, toplama noktasına doğru azalarak tasarlanması daha iyi olur. Zira ters yönde uçan uçaklardan toplama noktasına yakın olan sıralama bacağındaki uçak, toplama noktasına doğru serbest kılınıp alçalma verilirse, karşılıklı rotada ayırma ihlali oluşabilir. Trafik akışını düzenleyip, hızlandıracak ve konuşma sayısı ile süresini azaltacak bir yöntem.

Ayrıca geliş trafik akışını düzenleyip, bildiren ve toplama noktası üzerinde olacağı zamanı gösteren yazılımlar yardımıyla etkinliğinin en üst seviyeye ulaşacağını düşünüyorum.”

4 SONUÇLAR

Canlı trafik verilerine (vektör) ait analiz sonuçlarında konuşma sayısı 8,56 adet ve frekans meşguliyet süresi 89,49 saniye olarak tespit edilmiştir. Yapılan simülator (TNS) çalışmalarında, ortalama olarak konuşma sayısı 4,29 adet ve, frekans meşguliyet süresi 55,99 saniye olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Canlı trafik verisi (baseline) ve simülator (TNS) çalışmalarının ortalaması karşılaştırıldığında ise konuşma sayısında %49,88 azalma, frekans meşguliyet süresinde ise % 37,43 azalma tespit edilmiştir. Ivanescu ve ark. [12] vektör ve RNAV'a dayalı TNS tekniklerini tek pist konfigürasyonuna uygulanması ile ilgili yaptıkları simülasyon çalışması sonucunda kontrolörün verdiği talimat sayısının TNS tekniği ile hızlı zaman simülasyonda %30, gerçek zamanlı simülasyonda ise %40 azaldığı sonucuna ulaşmışlardır. Şahin Meriç Ö. ve Usanmaz Ö. [13] TNS tekniği kullanarak geliştirdikleri uzantıları kesişen pistler için RNAV-STAR yollarına dayalı geliş trafiği sıralama modelinde, İstanbul Atatürk Havalimanının uzantıları kesişen 17L ve 23 pistleri için gerçek zamanlı simülasyon çalışmasında TNS modelinin, vektöre göre talimat sayısında %33, frekans meşguliyet süresinde ise %37 azalma sağladığı sonucuna ulaşmışlardır. Bu durum, tez kapsamında elde edilen sonuçların literatürde yer alan çalışmaların sonuçları ile örtüştüğünü göstermektedir.

Uygulanan ankette katılımcıların verdiği cevaplara göre aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Katılımcıların tamamı, TNS yönteminin öğrenmesi ve uygulaması kolay bir metot olduğu, kontrolör pilot arasındaki iki yöllü iletişim süresinin azalacağı, TNS kullanıldığında trafiklere baş talimatı verilmesine gerek olmadığı, TNS'nin kontrolörlerin çalışma sonrasında trafiği devretme süresini kısalttığı, TNS kullanıldığında geliş trafiklerini daha düzenli şekilde idare edildiği, TNS ile trafikler farklı yerlere dağılmayıp belirli bir alan içinde yer aldığı, TNS kullanıldığında trafiklere yoğunlukla aynı talimatlar verildiği, TNS'nin iş yükünü azalttığı, TNS'nin geliş trafiğine verilen hizmeti standartlaştırdığı ve TNS ile uçaklara devamlı alçalma sağlanabileceği yönünde hem fikirdir.

- Katılımcılar, TNS yöntemini kullanarak sıralamada zorlanmayacaklarını ifade etmişlerdir.
- Katılımcılardan on dört tanesi TNS'yi hemen kullanmaya başlayabileceğini belirtmişken; bir katılımcı kararsız kalmıştır.
- Katılımcılardan yedi tanesi uzun süreli mesleki tecrübeye ihtiyaç duymayacağı yönünde cevap vermişken; beş tanesi kararsız kalmış ve üç tanesi tecrübe ihtiyacından yana fikir bildirmişlerdir.
- Katılımcılardan on iki tanesi TNS ile trafik öngörüsünün artacağını düşünürken; bir tanesi kararsız kalmış ve iki tanesi artmayacağını düşünmüştür.
- Katılımcılardan on bir tanesi TNS'nin durumsal farkındalığı arttıracığı konusunda hem fikir iken; üç tanesi kararsız kalmış ve bir tanesi durumsal farkındalığı arttırmayacağını düşünmüştür.
- On dört katılımcı TNS'nin trafiği devralırken kolaylık sağlayacağını düşünürken; bir tanesi kararsız kalmıştır.
- Beş katılımcı TNS'nin vektör tekniğine göre esnek olduğu yönünde fikir beyan etmişken; iki katılımcı kararsız kalmış ve altı katılımcı daha katı olduğu yönünde fikir beyan etmiştir.
- “Vektör tekniği kullanırken pilot ile daha uzun süre konuşmam gerekir” fikrine on üç kontrolör katılırken, iki tanesi katılmamıştır.
- TNS kullanırken pilota daha fazla sayıda talimat verilmesi gerektiğini üç katılımcı savunurken, on iki katılımcı bu konuda karşıt görüşe sahiptir.
- TNS monoton bir teknik olması düşüncesine on kişi katılırken; bir kişi kararsız kalmış ve dört kişi bu düşünceye katılmamıştır.
- Katılımcılardan on üç tanesi, TNS kullanıldığında trafikleri daha kolay izlediğini, trafik hâkimiyetinin artacağını, TNS'yi yoğun trafikte kullanmak istediğini, TNS kullanarak daha fazla trafiğe hizmet verebileceğini ve TNS'nin uçakların yakın geçme riskini azaltacağını belirtmişken; iki tanesi kararsız kalmıştır.
- Katılımcılardan on iki tanesi, TNS'nin trafik yörünge tahmin edilebilirliğini arttırdığı görüşündeyken; üç tanesi kararsız kalmıştır.

- Katılımcılardan dört tanesi, vektör tekniği kullanıldığında geliş trafiklerini daha kolay sıralayacağını belirtirken; üç tanesi kararsız kalmış, sekiz tanesi ise TNS’de sıralamanın daha kolay olacağını ifade etmiştir.
- Katılımcılardan beş tanesi vektör tekniği ile trafikleri daha erken alçaltacağını düşünürken; dört tanesi kararsız kalmış, altı tanesi TNS ile daha erken alçaltacağını belirtmiştir.
- TNS kullanıldığında vektör tekniğine her zaman ihtiyaç olduğunu düşünen dokuz katılımcının yanı sıra; 2 tanesi kararsız kalmış, dört tanesi vektör tekniğine ihtiyaç olmadığını belirtmişlerdir.
- Katılımcılardan dokuz tanesi TNS kullanıldığında trafikleri geciktirmek için farklı bir yöntem daha uygulamaya gerek duymadığını belirtmişken, altı tanesi kararsız kalmıştır.
- Sekiz katılımcı, trafik sayısı az olduğunda TNS kullanmayı tercih etmezken; üç katılımcı kararsız kalmış ve dört katılımcı trafik sayısı az iken de TNS kullanmayı tercih edeceğini ifade etmiştir.
- On katılımcı, TNS’nin trafik akışını hızlandıracağını düşünürken; beş katılımcı kararsız kalmıştır.
- On dört katılımcı, TNS’nin hava trafik kontrolde daha emniyetli bir metot olduğunu düşünürken; bir katılımcı kararsız kalmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Şahin Meriç Ö., Usanmaz Ö. “*RNAV Rota Yapısında Yenilikçi Bir Metot: Toplama Noktası Sistemi*”, Mühendis ve Makina Dergisi, cilt 54, sayı 636, s46-53, 01 Ocak 2013.
- [2] ICAO, *Performance-Based Navigation Manual*, Doc.9613 Third Edition, 2008.
- [3] Eurocontrol, *Guideline for P-RNAV Infrastructure Assessment*, 1.2 Edition 2008.
- [4] Klein K. A., Sprong K. R., Haltli B. M., Becher T. A., DeArmon J. S., *Evaluating Operational Benefits Of Terminal RNAV: Las Vegas Case Study*, IEEE, 2004.
- [5] Barker D. R., Haltli B. M., Laqui C., MacWilliams P., McKee K. L., *Assessment Of Terminal RNAV Mixed Equipage*, IEEE, 2004.
- [6] Canarslanlar A. O., Turgut E. T., Usanmaz Ö. “*CDA Prosedürünün Enerji ve Emisyon Değerlendirmesi: Sabiha Gökçen Havaalanı Uygulaması*”, III. Ulusal Havacılık ve Uzay Konferansı, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, 16-18 Eylül 2010.
- [7] ICAO, *Continuous Descent Operations (CDO) Manual*, Doc 9993, 2010.
- [8] Wubben F. J. M. and Busink J. J., *Environmental benefits of continuous descent approaches at Schiphol Airport compared with conventional approach procedures*, NLR-TP-2000-275, 2000.
- [9] Clarke J. P. B., Ho N. T., Ren L., Brown J. A., Elmer K. R., Tong K. and Wat J. K., *Continuous descent approach: design and flight test for Louisville International Airport*, Journal of Aircraft, Vol. 41 No. 5, 2004.
- [10] Wilson I. and Hafner F. (2005), *Benefit assessment of using continuous descent approaches at Atlanta*, Proceedings of the 24th Digital Avionics Systems Conference, DASC 2005.
- [11] Turgut E.T., Usanmaz Ö., Canarslanlar A.O., Şahin Meriç Ö., “Energy and emission assessments of continuous descent approach”, *Aircraft Engineering and Aerospace Technology: An International Journal*, 82 (1) 32-38, 2010.
- [12] Ivanescu D., Shaw C., Tamvaclis C., Kettunen T., *Models of Air Traffic Merging Techniques: Evaluating Performance of Point Merge*, 9th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference (ATIO), 2009.

- [13] Şahin Meriç Ö, Usanmaz Ö, “A New Standard Instrument Arrival: The Point Merge System”, Aircraft Engineering and Aerospace Technology, 85 (2), 136-143, 2013.
- [14] Eurocontrol, *Point Merge: improving and harmonising arrival operations with existing technology*, 2015.
<https://www.eurocontrol.int/services/point-merge-concept>, 29 Nisan 2015.
- [15] Haskins P., *Change is coming! The London Airspace Consultation*, NATS Blog, 2013.
<http://nats.aero/blog/2013/10/change-is-coming-the-london-airspace-consultation/>, 25 Kasım 2013.
- [16] DHMİ, *Havacılık Terimleri Sözlüğü*, APK Daire Başkanlığı, 2011.
- [17] Eurocontrol, *ECAC Airspace Planning Manual Volume-2*, 2002.
- [18] ICAO, *Air Traffic Services*, Annex-11, 13. Edition, 2011.
- [19] ICAO, *Procedures for Air Navigation Services Aircraft Operations Vol II Construction of Visual and Instrument Flight Procedures*, Doc. 8168, 2006.
- [20] ICAO, *ATS Planning Manual*, Doc. 9426, 1984.
- [21] ICAO, *Principles Governing The Identification Of Standard Departure And Arrival Routes And Associated Procedures*, Annex 11, Appendix 3, 2001.
- [22] Eurocontrol, *European Route Network Improvement Plan*, 2014.
- [23] Şahin Meriç Ö., *Uzantıları Kesişen Pistlerde Geliş Trafiği Sıralaması İçin Bir Benzetim Modeli Önerisi*, Anadolu Üniversitesi, Temmuz 2011.
- [24] DHMİ, *Ankara ACC WEL Sektörü ile Esenboğa APP arasındaki Anlaşma Mektubu*, 2009.
- [25] Eurocontrol, *State Sponsored Cooperative Bodies*, Skybrary, 2008.
[http://www.skybrary.aero/index.php/Central_Flow_Management_Unit_\(CFMU\)](http://www.skybrary.aero/index.php/Central_Flow_Management_Unit_(CFMU)), 30 Nisan 2015.
- [26] Eurocontrol, *Data Submission Form For Capacities for AIRAC and/or Non AIRAC Updates*, 2013.
- [27] DHMİ, *Enr 3.1 - Lower Ats Routes*, AIP, 2013.
- [28] DHMİ, *LT_AD_2_LTAE_2.17*, AIP, 2014.
- [29] DHMİ, *AD2 LTAC Charts*, AIP, 2014.

- [30] Eurocontrol, *Point Merge Integration of Arrival Flows Enabling Extensive RNAV Application and Continuous Descent - Operational Services and Environment Definition*, v2.0, 19 Haziran 2010.
<https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/content/documents/sesar/point-merge-osd-v2.0-2010.pdf>, 06 Mayıs 2015.
- [31] Lane T., *Successful Implementation of Air Traffic Control Innovation at Dublin Airport Brings Operational and Environmental Benefits*, IAA, 17 Aralık 2012.
<https://www.iaa.ie/news.jsp?i=389>, 06 Mayıs 2015.
- [32] Auen P. ve Berakvam K. *Snap - Southern Norway Airspace Project*, AVINOR, Point Merge Conference, Oslo, 2015
<https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/content/documents/sesar/southern-norway-airspace-project.pdf>, 29 Nisan 2015.
- [33] Leong C. L., *PMS Implementation At Kuala Lumpur International Airport (KLIA)*, DCA, Point Merge Conference, Oslo, 2015.
<https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/content/documents/sesar/point-merge-system-in-kuala-lumpur.pdf>, 29 Nisan 2015.
- [34] Villapalos E. O., *Point Merge System Canarias APP Sector*, ENAIRE, Point Merge Conference, Oslo, 2015
<https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/content/documents/sesar/point-merge-system-in-canary-islands.pdf>, 29 Nisan 2015.
- [35] Symmans T., *Dublin Point Merge*, IAA, Point Merge Conference, Oslo, 2015.
<https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/content/documents/sesar/point-merge-system-in-dublin.pdf>, 29 Nisan 2015.
- [36] Kaluza R., *Point Merge in Germany*, DFS, Point Merge Conference, Oslo, 2015.
<https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/content/documents/sesar/point-merge-in-germany.pdf>, 29 Nisan 2015.
- [37] ICAO, *Procedures for Air Navigation Services Aircraft Operations Vol I Construction of Visual and Instrument Flight Procedures*, Doc. 8168, 2006.
- [38] ICAO, *Regulation of ATC capacity and traffic volumes*, Doc. 4444, Fifteenth Edition, 2007.

[39] ICAO, *Rules applicable to IFR flights within controlled airspace*, Rules of the Air, Annex 2, Tenth Edition, 2005.

Ek: TNS Uygulaması Anketi

Değerli Katılımcı,

Bu anketin amacı geliş trafiği sıralamasında kullandığınız Toplama Noktası Sistemi (PMS-Point Merge System) hakkında çalışma deneyiminiz, TNS'nin yeni bir metot olarak kabul edilebilirliği ve durumsal farkındalık algınız ile ilgili bilgi toplamaktır.

Bu anketten elde edilecek sonuçlar ileride gerçekleştirilecek hava sahası ve yol tasarımına ilişkin çalışmalara ışık tutacaktır.

Ankette kimliğiniz ile ilgili bilgi yer almamaktadır. Anket kapsamında vereceğiniz bilgiler sadece bu çalışmada değerlendirilecek ve başka bir amaç için kullanılmayacaktır.

İfadelere ne ölçüde katıldığınızı mümkün olduğunca mevcut çalışma yönteminizle karşılaştırarak yanıt veriniz.

Katkılarınız için teşekkür ederim.

Hv. Trf. Kont. Gürcan SINAR

Cinsiyetiniz:

Kadın ☐

Erkek ☐

Yaşınız:

20-29

30-39

40-49

50-59

59 üstü

☐☐☐☐☐

İş tecrübeniz:

1-4 yıl

5-9 yıl

10-14 yıl

15-19 yıl

20 yıl ve daha fazla

☐☐☐☐☐

1. TNS öğrenmesi kolay bir metottur.

Kesinlikle katılıyorum

Katılıyorum

Kararsızım

Katılmıyorum

Kesinlikle katılmıyorum

☐☐☐☐☐

2. TNS uygulaması kolay bir metottur.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

3. TNS kullanırken trafik sıralamasında zorlanmıyorum.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

4. TNS'yi hemen kullanmaya başlayabilirim.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

5. TNS uygulamak için uzun süreli mesleki tecrübeye gerek duymam.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

6. TNS kullanırken trafik idaresinde öngörüm artar.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

7. TNS kullanırken durumsal farkındalığım artar.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

8. TNS, çalışma başlangıcında kontrolörlerin trafiği devralmasında kolaylık sağlar.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

9. TNS, vektör tekniğine göre daha esnektir.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

10. TNS, pilot ile iki yollu iletişim süresini azaltır.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

11. Vektör tekniği kullanırken pilot ile daha uzun süre konuşmam gerekir.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

12. TNS kullanırken pilota daha fazla sayıda talimat vermem gerekir.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

13. TNS kullanıldığında trafiklere baş talimatı vermeme gerek yoktur.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

14. TNS, kontrolörlerin çalışma sonrasında trafiği devretme süresini kısaltır.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

15. TNS monoton bir tekniktir.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

16. TNS kullanıldığında geliş trafiklerini daha düzenli şekilde idare ediyorum.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

17. TNS kullandığımda trafikleri daha kolay izliyorum.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

18. TNS, trafik yörünge tahmin edilebilirliğini arttırır.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

19. TNS ile trafikler farklı yerlere dağılmayıp belirli bir alan içinde yer alır.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

20. TNS kullanıldığında trafiklere çoğunlukla aynı talimatları veriyorum.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

21. TNS kullandığımda trafik hâkimiyetim artar.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

22. Vektör tekniği kullanıldığında geliş trafiklerini daha kolay sıralarım.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

23. TNS iş yükümü azaltır.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

24. Vektör tekniği ile trafikleri daha erken alçaltırım.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

25. TNS'yi yoğun trafikte kullanmak isterim.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

26. TNS kullanıyor olsam da vektör tekniğine her zaman ihtiyaç vardır.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

27. TNS kullanıldığında trafikleri geciktirmek için farklı bir yöntem daha uygulamaya gerek duymam.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

28. TNS kullanarak daha fazla trafiğe hizmet verebilirim.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

29. TNS geliş trafiğine verilen hizmetin standartlaşmasını sağlar.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

30. TNS ile uçaklara devamlı alçalma sağatabilirim.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

31. TNS uçakların yakın geçme riskini azaltır.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

32. Trafik sayısı az ise TNS kullanmayı tercih etmem.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

33. TNS trafik akışını hızlandırır.

Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
☐	☐	☐	☐	☐

Kesinlikle katılıyorum Katılıyorum Kararsızım Katılmıyorum Kesinlikle katılmıyorum

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

[illegible]