

**DÜNYADA FANS KULLANIMI VE TÜRK
HAVA SAHASINA BU SİSTEMİN
UYGULANMASI**

KADRIYE YAMAN
Yüksek Lisans Tezi

Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Sivil Havacılık Anabilim Dalı
Ağustos - 2002

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Kadriye YAMAN' ın 'Dünyada FANS Kullanımı ve Türk Hava Sahasına Bu Sistemin Uygulanması' başlıklı Sivil Havacılık Anabilim Dalındaki, Yüksek Lisans tezi 08/08/2002 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Adı Soyadı

İmza

Üye (Tez Danışmanı) : Yard. Doç. Dr. Hakan OKTAL

Üye : Yard. Doç. Dr. Öznur USANMAZ

Üye : Yard. Doç. Dr. Aydan CAVCAR

Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 14.08.2002 tarih ve 28/1..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Mehmet ÖZER
Fen Bilimleri Enstitüsü
08080

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DÜNYADA FANS KULLANIMI ve TÜRK HAVA SAHASINA BU SİSTEMİN UYGULANMASI

KADRIYE YAMAN

Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Sivil Havacılık Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Hakan OKTAL
2002, 205 Sayfa

1980'li yıllardan sonra tüm dünyada sivil havacılık sektöründe önemli gelişmeler yaşanmıştır. Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı-ICAO, 1983 yılında hava taşımacılığına olan talebin artmasıyla birlikte, her yıl yaklaşık olarak %5 oranında artacağı tahmin edilen hava trafiği karşısında mevcut sistemlerin emniyet, kapasite ve verim açısından yetersiz kalacağını ortaya koymuş ve 21.yüzyılın haberleşme, seyrüsefer, izleme ve hava trafik yönetim sistemlerini tanımlamıştır. FANS veya günümüzdeki adıyla CNS/ATM olarak adlandırılan bu kavram, tıpkı jet motorların ortaya çıkmasında olduğu gibi hava taşımacılığı sektörü açısından önemli bir dönüm noktası olmuştur. FANS'ın uygulanmasıyla birlikte yer esaslı seyrüsefer sistemlerinin ve sesli pozisyon raporlama işleminin yerini uyduya dayalı seyrüsefer hizmetleri ve sayısal haberleşme teknolojileri alacaktır. Sistemin tam olarak uygulamaya geçiş tarihi 2010 olarak belirlenmiştir. Günümüzde sistem üzerindeki çalışmalar küresel, bölgesel ve ulusal uygulama planlarıyla ICAO Hava Seyrüsefer Bölgeleri içerisinde oluşturulan çalışma grupları tarafından yürütülmektedir. Bu çalışmada ilk olarak FANS kavramına neden gerek duyulduğu, bu sistemle ilgili olarak dünyada yapılan faaliyetlerin neler olduğu, gelecekte kullanılması düşünülen sistemlerin getireceği kolaylıklar ve uygulama için nasıl bir yöntem izlendiği incelendikten sonra Türkiye'de havayolu taşımacılığının genel değerlendirmesi yapılarak, sistemin ülkemizde uygulanmasının sağlayacağı faydalar için bir yaklaşım geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Geleceğin Uyduya Dayalı Seyrüsefer Sistemleri (FANS), Haberleşme, Seyrüsefer, İzleme ve Hava Trafik Yönetimi (CNS/ATM), Küresel Seyrüsefer Uydu Sistemi (GNSS), Otomatik Bağımlı İzleme Yayını (ADS-B), Havacılık Haberleşme Ağı (ATN).

ABSTRACT**Master of Science Thesis****USE OF FANS IN THE WORLD AND IT'S IMPLEMENTATION TO THE
TURKISH AIRSPACE****KADRIYE YAMAN****Anadolu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Civil Aviation Program****Supervisor: Assist. Prof. Dr. Hakan OKTAL
2002, 205 Pages**

After 1980's, significant changes have occurred in the aviation industry. In 1983, International Civil Aviation Organization-ICAO pointed at the fact that the increasing air traffic rate, which was predicted as 5% per year, could not be handled by the available systems in terms of safety, capacity and efficiency and made definitions of 21st century's communication, navigation, surveillance and air traffic management systems. FANS (also referred to as CNS/ATM) concept, just like gas turbine engines, became a revolution in the air transportation industry. Application of FANS will replace ground-based navigation systems and voice position reporting systems with satellite-based navigation systems and digital communication technologies. The system is planned to be launched in 2010. Today, study groups in ICAO Air Navigation Regions perform the studies regarding the systems with global, regional and national plans. In this study, first, necessity of FANS concept, activities regarding FANS in the world, conveniences introduced by the system and guidelines of its application will be investigated, and then the advantages provided by its application in Turkey will be discussed after making a general assessment of Air transportation in Turkey.

Keywords: Future Air Navigation Systems (FANS), Communication Navigation Surveillance / Air Traffic Management (CNS/ATM), Global Navigation Satellite Systems (GNSS), Automatic Dependant Surveillance-Broadcast (ADS-B), Aeronautical Telecommunication Network (ATN).

TEŞEKKÜR

Çalıőmam süresince bana destek ve yön veren tez danışmanım sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Hakan OKTAL'a, okulumuz Hava Trafik Kontrol Bölümü hocalarıma ve arkadaşlarıma, Hava Trafik Kontrolörü arkadaşım sayın Hamit SOYERTEM'e ve yoğun çalışma temposu içerisinde bulunduğum zaman süresince beni anlayışla karşılayarak manevi desteğini esirgemeyen sevgili aileme sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
KISALTMALAR DİZİNİ.....	.xii
1.GİRİŞ	1
2.GELECEKTEKİ HAVA SEYRÜSEFER SİSTEMLERİ.....	5
2.1. Havayolu Taşımacılığı Endüstrisinin Dünyadaki Mevcut Durumu.....	5
2.2. FANS (Future Air Navigation Systems) Nedir?	9
2.3. Neden FANS'a İhtiyaç Duyulmuştur?	9
2.4. FANS'ın Gelişimi	10
2.4.1. FANS I komitesi	10
2.4.2. FANS II komitesi.....	11
2.4.3. 10.Hava seyrüsefer konferansı	11
3.DÜNYADA FANS İLE İLGİLENEN SİVİL HAVACILIK	
KURULUŞLARI VE FALİYETLERİ	14
3.1. ICAO'nun CNS/ATM ile İlgili Rolü ve Sorumluluğu.....	14
3.2. EUROCONTROL'ün CNS/ATM ile İlgili Rolü ve Sorumluluğu.....	17
3.2.1. EATCHIP projesi	17
3.2.2. EATMS.....	20
3.3. FAA'in CNS/ATM ile İlgili Rolü ve Sorumluluğu	22
4.CNS/ATM (COMMUNICATION, NAVIGATION, SURVEILLANCE /	
AIR TRAFFIC MANAGEMENT).....	24

4.1. Haberleşme (Communication)	26
4.1.1. Güncel sistemlerin yetersizlikleri	27
4.1.2. Gelecekteki haberleşme sistemleri	28
4.1.3. Veri hattı	30
4.1.3.1. Veri hattı kullanımı ile sağlanacak faydalar.....	35
4.1.3.2. Hava/Yer veri hatları.....	37
4.1.3.3. Yer/Yer veri haberleşmesi	45
4.1.4. Havacılık haberleşme ağı (ATN).....	46
4.1.4.1. ATN'in operasyonel faydaları	51
4.1.4.2. Uygulanacak bilgi koruma teknikleri.....	51
4.2. Seyrüsefer (Navigation)	55
4.2.1. Güncel seyrüsefer sistemlerinin yetersizlikleri.....	56
4.2.2. Gelecekteki seyrüsefer sistemleri	57
4.2.2.1. Küresel seyrüsefer uydu sistemi (GNSS).....	59
4.2.2.2. Gerekli seyrüsefer performansı (RNP).....	61
4.3. İzleme (Surveillance)	65
4.3.1. Güncel sistemlerin yetersizlikleri	65
4.3.2. Gelecekteki izleme sistemleri	66
4.3.2.1. Otomatik bağımlı izleme (ADS)	68
4.3.2.2. ADS yayını (ADS-B)	71
4.3.2.3. SSR mode S	72
4.3.2.4. Havada çarpışmayı önleme sistemi (ACAS).....	73
4.3.2.5. Havada ayırma güvencesi sistemi (ASAS)	74
4.3.2.6. Yüzey faaliyet radarı	75
4.3.2.7. Paralel/Hassas pist monitörleri (PRM).....	76
4.4. CNS Elemanlarının Genel Çalışma Prensipleri.....	76
4.4.1. Haberleşme fonksiyonunun genel yapısı.....	77
4.4.2. Seyrüsefer fonksiyonunun genel yapısı	80
4.4.3. İzleme fonksiyonunun genel yapısı	81
4.5. Hava Trafik Yönetimi (ATM).....	84
4.5.1. Hava trafik sistemi ve elemanları	84
4.5.2. Güncel sistemlerin yetersizlikleri	86

4.5.3. Operasyonel ATM kavramı	87
4.5.3.1. Hava trafik hizmetleri (ATS)	89
4.5.3.2. Hava trafik akış yönetimi (ATFM)	90
4.5.3.3. Hava sahası yönetimi (ASM)	92
4.5.3.4. Uçuş operasyonları	93
4.5.4. ATM otomasyonu	93
4.5.5. Serbest uçuş	96
5.DÜNYADAKİ CNS/ATM UYGULAMALARI	100
5.1. CNS/ATM'e Küresel Geçiş ile İlgili Görüşler.....	100
5.2. Küresel Plan	101
5.2.1. Yeni haberleşme sistemlerine geçiş için belirlenen önemli noktalar	104
5.2.2. Yeni seyrüsefer sistemlerine geçiş için belirlenen önemli noktalar	105
5.2.3. Yeni izleme sistemlerine geçiş için belirlenen önemli noktalar	105
5.2.4. Eğitim	106
5.2.5. Diğer ICAO planlama faaliyetleri ile bağlantı	107
5.3. CNS/ATM Sistemlerinin Uygulanmasının Bilimsel ve Yasal Yönü	107
5.4. Bölgesel Plan.....	109
5.4.1. Avrupa Bölgesi	111
5.4.1.1. Avrupa Bölgesi'nin hava trafik durumu	111
5.4.1.2. Mevcut yetersizlikler.....	112
5.4.1.3. Avrupa'da CNS/ATM sistemlerine geçiş planı	113
5.4.1.4. ATM performansını geliştirmek için belirlenen aşamalar.....	114
5.4.1.5. ATM sistemlerinin kullanıcıları.....	120
5.4.1.6. Uçak uçuş profilleri ve yetenekleri	121
5.4.2. Kuzey Amerika Bölgesi.....	122
5.4.2.1. Kuzey Amerika Bölgesi'nin hava trafik durumu	122
5.4.2.2. Mevcut yetersizlikler.....	123
5.4.2.3. 2004 yılı için CNS/ATM uygulaması	124

5.4.3. Asya/Pasifik Bölgesi.....	127
5.4.3.1. Asya/Pasifik Bölgesi'nin hava trafik durumu.....	127
5.4.3.2. Mevcut yetersizlikler.....	127
5.4.3.3. CNS/ATM uygulamaları.....	127
5.4.4. Kuzey Atlantik Bölgesi	128
5.4.4.1. Kuzey Atlantik Bölgesi'nin hava trafik durumu.....	128
5.4.4.2. Minimum seyrüsefer performanslı hava sahası-MNPS	129
5.4.4.3. Kuzey Atlantik Bölgesi CNS/ATM uygulaması.....	130
5.4.5. Diğer IATA Bölgeleri.....	131
5.5. FANS 1/A Uçağı.....	132
5.6. Kuzey Atlantik Bölgesi İçin FANS 1/A'nın Uygulanması.....	134
5.6.1. ADS waypoint pozisyon raporlama kayıtları	134
5.6.2. ADS waypoint pozisyon raporlama işlemi.....	135
5.6.3. Yer otomasyonu.....	138
5.6.3.1. Haberleşme transferi	139
5.6.3.2. Veri haberleşmesinin transferi	139
5.6.4. Coğrafik filtreleme	140
5.6.4.1. Enlem / Boylam koordinatlarının isimlere dönüştürülmesi	140
5.6.5. Altyapı	141
5.6.5.1. Havadaki sistem	141
6.FANS SİSTEMİNİN TÜRKİYE'DE UYGULANMASI	143
6.1. Giriş.....	143
6.2. Türkiye'deki Mevcut Durum	143
6.2.1. Türkiye ATS yol ağı.....	147
6.2.2. Havalimanları ve meydanlar.....	147
6.2.3. Hava trafik üniteleri ve haberleşme seyrüsefer yardımcı istasyonları.....	152
6.2.3.1. Haberleşme sistemleri	153
6.2.3.2. Seyrüsefer sistemleri	154
6.2.3.3. İzleme sistemleri	155

6.3. Türkiye'deki Mevcut Yetersizlikler	156
6.4. Türkiye'de Modernizasyon Çalışmaları.....	157
6.5. Türkiye İçin Ulusal Planlama.....	159
6.5.1. Türkiye'nin gelecekteki hava trafik durumu ve mevcut sistemin değerlendirilmesi	162
6.5.2. Türkiye hava sahası kullanıcılarının gereksinimleri.....	166
6.5.3. CNS/ATM'e geçiş için önerilen aşamalar	166
6.5.3.1. Kısa vadede planlama (2005 yılına kadar).....	169
6.5.3.2. Orta vadede planlama (2005-2010).....	170
6.5.3.3. Uzun vadede planlama (2010 yılı sonrası).....	171
6.6. FANS Sisteminin Türkiye'de Uygulanmasının Getireceği Faydalar.....	171
7.SONUÇ ve ÖNERİLER.....	176
8.KAYNAKLAR	178
9.EKLER.....	183
EK-1 ARINC 623 Standardı	184
EK-2 ARINC 637 Standardı	186
EK-3 ATM Fonksiyonları.....	190
EK-4 ICAO Hava Seyrüsefer Bölgeleri.....	193
EK-5 FANS 1/A Yapısı	195
EK-6 Türkiye ATS Yol Ağı.....	199
EK-7 Hava Trafik Üniteleri	201
EK-8 Hava Seyrüsefer Yardımcı Cihazları ve Kolaylıkları.....	203

ŞEKİLLER DİZİNİ

2.1. Tüm hizmetler için dünyadaki yolcu trafiği	7
2.2. 1992 ve 2010 yılları arasında planlanan dünyadaki hava trafik artışı	10
3.1. CNS sistemleri	16
3.2. ECAC Bölgesi trafik artış tahminleri	18
3.3. Kullanıcı ihtiyaçları üzerinde odaklanan EATCHIP programı	19
3.4. Hava sahası planı	21
4.1. CNS/ATM kavramı	24
4.2. Mevcut haberleşme sistemleri	27
4.3. Gelecekteki haberleşme sistemleri	29
4.4. ATIS bilgisinin dağıtılması.....	32
4.5. Veri hatlarının sağlayacağı faydalarla gelecekteki haberleşme sistemi	37
4.6. Havacılık Haberleşme Ağı (ATN).....	47
4.7. OSI referans modeli	48
4.8. ATN veri haberleşmesi	50
4.9. Simetrik şifreleme.....	53
4.10. Asimetrik şifreleme	54
4.11. Mevcut seyrüsefer sistemleri	57
4.12. Gelecekteki seyrüsefer sistemleri	58
4.13. Diferansiyel düzeltme.....	61
4.14. Mevcut izleme sistemleri.....	66
4.15. Gelecekteki izleme sistemleri.....	67
4.16. ADS ekipmanlı uçağın kontrol merkezi ile irtibatı	69
4.17. ADS esaslı ATC sistemi	70
4.18. Gelecekteki izleme ortamında durumsal haberdarlık sağlayan sistemler.....	73
4.19. CNS fonksiyonel yapısı	77
4.20. Haberleşme yönetim fonksiyonu	78
4.21. Seyrüsefer fonksiyonel yapısı.....	80
4.22. İzleme fonksiyonel yapısı	82
4.23. Trafik izleme kavramsal yapısı.....	83
4.24. Girdi-Süreç-Çıktı akışı olarak hava trafik sistemi elemanları	85

4.25. Günümüz hava trafik sistem elemanlarının ilişkileri.....	86
4.26. Operasyonel kavram	88
4.27. Küresel ATM çalışması için planlanmış bir yapı	91
4.28. Önerilen serbest uçuş sisteminde uçak için koruma ve uyarı bölgeleri.....	97
4.29. Hava trafik yönetim verilerinde değişken kaynaklar.....	99
5.1. CNS/ATM analiz işlemi	109
5.2. 1986-2015 yılları arasında Avrupa'da FIR uçuşların gerçekleşen ve tahmini sayısı	111
5.3. Avrupa'da 1991-1999 yılları arasındaki trafik artışı, gecikme ve maliyet değişimi.....	113
5.4. FL 290 üzerinde kullanılan seviyeler	116
5.5. FL 290 üzerinde kullanılmaya başlayan seviyeler.....	116
5.6. Avrupa'da yol kapasite arttırımı akış diyagramı	120
5.7. A.B.D yol kapasitesi arttırımı akış diyagramı	126
5.8. A.B.D yol safhasında verim arttırımı akış diyagramı.....	126
5.9. IATA Bölgeleri (Asya/Pasifik, K.Atlantik, O.Doğu) yol safhası kapasite arttırımı akış diyagramı	132
5.10. Tanımlanmış olan evrimsel geçiş aşamaları	134
5.11. FANS 1/A uçtan uca sistemi.....	135
5.12. Mesaj akış diyagramı.....	139
5.13. FANS 1/A CPDLC ve ADS uygulamaları için veri hattı yapısı	142
6.1. 1990-2001 yılları arasındaki Türkiye hava trafik istatistiği	144
6.2. Avrupa Bölgesi için ülkelere göre gecikme dağılımı	145
6.3. DHMİ tarafından işletilmekte olan havalimanı ve meydanlar	148
6.4. Hava trafik ve hava enformasyon hizmet birimleri	153
6.5. Ulusal ve uluslararası AFTN devreleri	153
6.6. VHF/UHF peripheral devreleri.....	154
6.7. Türkiye'deki seyrüsefer sistemleri	154
6.8. Mevcut radar sistemleri	155
6.9. Türkiye için CNS/ATM sistemleri uygulama planı akış diyagramı	161
6.10. 1995 ve 2010 yılları arasında gerçekleşen ve tahmini yolcu trafiği	163

ÇİZELGELER DİZİNİ

2.1. 1989 ve 2010 yılları yolcu trafiği artış tahminleri	6
2.2. CNS/ATM sistemlerinden beklenen faydalar.....	13
4.1. RNP tipleri-genel uygulama	63
4.2. Arinc 429 Bit-Fonksiyon yapısı	79
5.1. İsimlendirilmiş NAT fikslerinin koordinatları	141
6.1. 1995-2001 yılları arasında gerçekleşen tüm uçak trafiğindeki artış oranı....	146
6.2. DHMİ tarafından işletilen havalimanı ve meydanlar	149
6.3. 2000 yılı yolcu trafiğine göre havalimanı ve meydanların yolcu kapasiteleri ve kapasite kullanım yüzdeleri.....	150
6.4. 2001 yılı uçak trafiğine göre havalimanı ve meydanların kapasite kullanım oranı.....	151
6.5. Radar kolaylıkları	155
6.6. 1987-2016 yılları arası gerçekleşen ve tahmini uçak trafiği.....	162
6.7. 2001 yılı uçak kapasitesi ile 2006, 2011 ve 2016 yılı kapasite kullanım oranı karşılaştırması.....	164
6.8. 2001 yılı yolcu kapasitesi ile 2006 yolcu trafiği karşılaştırması	165
6.9. 2001 yılı pist kapasiteleri.....	165

KISALTMALAR DİZİNİ

AAC	: Havacılık İdari Haberleşmesi (Aeronautical Administrative Communication)
ACARS	: Uçak Haberleşmeleri Adresleme ve Raporlama Sistemi (Aircraft Communications Addressing and Reporting System)
ACAS	: Havada Çarpışmayı Önleme Sistemi (Airborne Collision Avoidance System)
ACC	: Saha Kontrol Merkezi (Area Control Center)
ADS	: Otomatik Bağımlı İzleme (Automatic Dependent Surveillance)
ADS-B	: Otomatik Bağımlı İzleme Yayını (ADS-Broadcast)
ADSP	: Otomatik Bağımlı İzleme Paneli (ADS Panel)
AFN	: Hava Trafik Hizmet Tesis Bildirimi (ATS Facilities Notification)
AFS	: Sabit Havacılık Hizmeti (Aeronautical Fix Service)
AFTN	: Sabit Havacılık Haberleşme Şebekesi (Aeronautical Fixed Telecommunication Network)
AMCP	: Havacılık Mobil Haberleşme Paneli (Aeronautical Mobile Communication Panel)
AMSS	: Havacılık Mobil Uydu Hizmeti (Aeronautical Mobile Satellite Service)
AOC	: Havacılık İşletim Kontrolü (Aeronautical Operational Control)
APC	: Havacılık Yolcu Haberleşmesi (Aeronautical Passenger Communication)
ASAS	: Havada Ayırma Güvencesi Sistemi (Airborne Separation Assurance System)
ASM	: Hava Sahası Yönetimi (Airspace Management)
ATARSG	: Otomatik Hava Raporlama Çalışma Grubu (Automatic Air Reporting Study Group)

ATC	: Hava Trafik Kontrol (Air Traffic Control)
ATFM	: Hava Trafik Akış Yönetimi (Air Traffic Flow Management)
ATIS	: Otomatik Terminal Bilgi Hizmeti (Automatic Terminal Information Service)
ATM	: Hava Trafik Yönetimi (Air Traffic Management)
ATN	: Havacılık Haberleşme Ağı (Aeronautical Telecommunication Network)
ATS	: Hava Trafik Hizmetleri (Air Traffic Services)
ATSC	: Hava Trafik Hizmet Haberleşmesi (Air Traffic Service Communication)
AWOP	: Tüm Hava Operasyonları Paneli (All Weather Operations Panel)
CATCs	: Sivil Havacılık Eğitim Merkezleri (Civil Aviation Training Centers)
CDTI	: Kokpit Trafik Bilgi Göstergesi (Cockpit Display of Traffic Information)
CFMU	: Merkezi Akış Yönetim Birimi (Central Flow Management Unit)
CIDIN	: Ortak ICAO Veri Değişim Ağı (Common ICAO Data Interchange Network)
CIP	: Katılım ve Uygulama Programı (Convergence and Implementation Programme)
CMU	: Haberleşme Yönetim Birimi (Communication Management Unit)
CNS	: Haberleşme, Seyrüsefer, İzleme (Communication, Navigation, Surveillance)
CPDLC	: Kontrolör – Pilot Veri Hattı Haberleşmesi (Controller / Pilot Data Link Communication)
DME	: Mesafe Ölçüm Cihazı (Distance Measuring Equipment)
EATCHIP	: Avrupa Hava Trafik Kontrol Harmonizasyon ve Bütünleştirme Programı (European Air Traffic Control Harmonization and Integration Programme)

EATMS	: Avrupa Hava Trafik Yönetim Sistemi (European Air Traffic Management System)
ECAC	: Avrupa Sivil Havacılık Teşkilatı (European Civil Aviation Conference)
ENAGP	: Avrupa Hava Seyrüsefer Planlama Grubu (European Air Navigation Planning Group)
EUROCONTROL	: Hava Seyrüseferinin Emniyeti İçin Avrupa Teşkilatı (European Organization for the Safety of Air Navigation)
EWP	: EATCHIP Çalışma Programı (EATCHIP Working Programme)
FAA	: Federal Havacılık Teşkilatı (Federal Aviation Administration)
FANS	: Gelecekteki Hava Seyrüsefer Sistemleri (Future Air Navigation Systems)
FDPS	: Uçuş Veri İşleme Sistemi (Flight Data Processing System)
FFAS	: Serbest Uçuş Hava Sahası (Free Flight Air Space)
FIR	: Uçuş Bilgi Bölgesi (Flight Information Region)
FIS	: Uçuş Bilgi Hizmeti (Flight Information Service)
FMS	: Uçuş Yönetim Sistemi (Flight Management System)
FMSG	: Frekans Yönetimi Çalışma Grubu (Frequency Management Study Group)
GLONASS	: Küresel Yörünge Belirleme Seyrüsefer Uydu Sistemi (Global Orbiting Navigation Satellite System)
GNSS	: Küresel Seyrüsefer Uydu Sistemi (Global Navigation Satellite System)
GPS	: Küresel Konum Belirleme Sistemi (Global Positioning System)
HFDL	: Yüksek Frekans Veri Hattı (High Frequency Data Link)
HFSG	: Uçuş Emniyeti ve İnsan Faktörleri Çalışma Grubu (Flight Safety and Human Factors Study Group)
HMI	: İnsan-Makine Arabirimi (Human Machine Interface)

IATA	: Uluslararası Hava Taşıyıcıları Birliği (International Air Transport Association)
ICAO	: Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (International Civil Aviation Organization)
IFR	: Aletli Uçuş Kuralları (Instrument Flight Rules)
ILS	: Aletli İniş Sistemi (Instrument Landing System)
IRS	: Atalet Ölçme Sistemi (İnertial Reference System)
ITU	: Uluslararası İletişim Birliği (International Telecommunication Union)
LAN	: Yerel Alan Ağları (Local Area Network)
MAS	: Yönetilen Hava Sahası (Management Air Space)
MLS	: Mikrodalga İniş Sistemi (Microwave Landing System)
MNPS	: Minimum Seyrüsefer Performanslı Hava Sahası (Minimum Navigation Performance Specification Air Space)
NAS	: Ulusal Hava Sahası Sistemi (National Airspace System)
NAT SPG	: Kuzey Atlantik Sistem Planlama Grubu (North Atlantic System Planning Group)
OCP	: Engel Sınırlama Paneli (Obstacle Clearance Panel)
OLDI	: Eş Zamanlı Veri Değişimi (On Line Data Interchange)
OPSSG	: Operasyonlar Çalışma Grubu (Operations Study Group)
OSI	: Birbirine Bağlı Açık Sistemler (Open Systems Interconnection)
PRM	: Paralel/Hassas Pist Monitörleri (Parallel / Precision Runway Monitoring)
PSR	: Birincil İzleme Radarı (Primary Surveillance Radar)
RASS-C	: Radar Analiz Destek Sistem Merkezi (Radar Analsis Support System for Centre)
RASS-S	: Sensörler için Radar Analiz Destek Sistemi (Radar Analysis Support System for Sensors)
RCP	: Gerekli Haberleşme Performansı (Required Communication Performance)

RNP	: Gerekli Seyrüsefer Performansı (Required Navigation Performance)
RSP	: Gerekli İzleme Performansı (Required Surveillance Performance)
RTCA	: Havacılık için Gereksinimler ve Teknik Kavramlar (Requirements and Technical Concepts for Aviation)
RTSP	: Gerekli Toplam Sistem Performansı (Required Total System Performance)
RVSM	: Azaltılmış Dikey Ayırma Miniması (Reduced Vertical Separation Minima)
SARPs	: Uluslararası Standartlar ve Önerilen Uygulamalar (Standards and Recommended Practices)
SATCOM	: Uydu Haberleşmesi (Satellite Communication)
SSR	: İkincil İzleme Radarı (Secondary Surveillance Radar)
TAMP	: Türkiye ATC Modernizasyon Projesi (Turkish ATC Modernization Project)
TCAS	: Trafik Uyarı ve Çarpışma Önleme Sistemi (Traffic Alert and Collision Avoidance System)
TIS	: Trafik Bilgi Hizmeti (Traffic Information Service)
TWIP	: Pilotlar için Terminal Meteoroloji Bilgisi (Terminal Weather Information for Pilots)
UMAS	: Yönetilmeyen Hava Sahası (Unmanagement Air Space)
UNDP	: Birleşmiş Milletler Gelişim Programı (United Nations Development Programme)
VDL	: VHF Veri Hattı (VHF Data Link)
WAN	: Geniş Alan Ağları (Wide Area Network)

1. GİRİŞ

Hava taşımacılığı, hızla gelişen teknoloji karşısında kısa sürede gelişim gösteren bir sektördür. Gecikmelere ve büyüyen zorluklara rağmen günümüzde insanlar havayolu ile seyahat etmeyi istemek ve/veya gerekli bulmaktadır.

“Tıkanıklık” ve “gecikme” hava taşımacılığının bugünkü durumunu en iyi tanımlayan kelimelerdir. Bu problemler, dünyanın hemen her yerinde hem ticari hava taşıyıcılarının hem de hava trafik kontrol otoritelerinin karşı karşıya kaldığı problemleri daha da arttırmaktadır.

Yapılan tahminler, her yıl 2 milyar yolcunun havayolu ile seyahat ettiği ve bu sayının gelecek 20 yıl içerisinde üç mislinden fazla olacağı yolundadır. Bu nedenle mevcut hava sahası problemlerini çözmek ve tahmini talebi karşılamak üzere acil önlemlere gerek duyulmaktadır.

Artan hava trafiği talebini karşılamak, tıkanıklık ve gecikmelere bağlı olarak ortaya çıkan problemlerin üstesinden gelebilmek için yeni bir kavram geliştirilerek FANS veya diğer bir deyişle CNS/ATM olarak adlandırılmıştır.

FANS kavramı, ilk kez 1980 yılının ortalarında Avustralya Sivil Havacılık Otoritesi’nden Brian O’Keeffe tarafından önerilmiştir. Brian O’Keeffe, uydu haberleşmesi, Kontrolör – Pilot Veri Hattı Haberleşmesi (CPDLC-Controller/Pilot Data Link Communication), Küresel Konum Belirleme Sistemi (GPS-Global Positioning System), Atalet Ölçme Sistemi (IRS-İnertial Reference System) ve Otomatik Bağımlı İzleme (ADS-Automatic Dependent Surveillance) ile çalışabilecek Hava Trafik Kontrol (ATC-Air Traffic Control) Merkezlerinde gelişmiş izleme ve kontrol teknolojisi ortamını tanımlamıştır. Yapmış olduğu bu çalışma ile “FANS’ın Babası” lakabını almıştır.

Daha sonra 1983 yılında Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı-ICAO’nun başlattığı çalışma ile tüm dünyada yılda yaklaşık olarak % 5 oranında arttığı tahmin edilen hava trafiği karşısında mevcut sistemlerin gelecek 25 yıl içerisindeki yetersizlikleri ortaya koyulmuş ve nihayet 1991 yılında düzenlenen 10.Hava Seyrüsefer Konferansında hazırlanan komite raporlarının sonucuna göre

bu yetersizliklerin üstesinden gelecek uydu esaslı teknolojileri içeren FANS kavramı onaylanmıştır.

Günümüzde FANS projesi ile ilgili çalışmalar, Amerika için Ulusal Hava Sahası Sistemi – NAS (National Airspace System) ve Avrupa için Avrupa Hava Trafik Yönetim Sistemi – EATMS (European Air Traffic Management System) olarak büyük gelişme göstermektedir.

Gerek Amerika’da gerekse Avrupa’da FANS sistemi ile hava sahasının kapasitesini arttırmak ve daha verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamak üzere oluşturulan senaryolar çerçevesinde sistem analizleri devam etmektedir. Aynı zamanda hava taşımacılığının ekonomikliği göz önünde bulundurularak küresel olarak düşünülen CNS/ATM’in maliyet/fayda analizleri ile ekonomik gelişimi de değerlendirilmektedir.

Şimdilerde bu sistem okyanus aşırı uçuşlarda Boeing ve Airbus firmalarının FANS donanımlı uçakları tarafından tecrübe aşamasındadır. ICAO, sistemin tam olarak uygulamaya geçirilmesi için hedef yılı 2010 olarak belirlemiştir.

Türkiye, uluslararası hava taşımacılığında can ve mal emniyetini sağlamak ve düzenli-ekonomik çalışma ve gelişmeyi temin etmek maksadıyla yürürlüğe konan Sivil Havacılık Anlaşmasına göre kurulan “Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı- ICAO” nın üyesidir. Ayrıca Hava Seyrüseferinin Emniyeti İçin Avrupa Teşkilatı (EUROCONTROL-European Organization For The Safety Of Air Navigation), Avrupa Sivil Havacılık Teşkilatı (ECAC-European Civil Aviation Conference) ve Uluslararası Hava Alanları Konseyi (ACI-Airports Council International) gibi ilgili kuruluşların da üyesi bulunmaktadır.

Türkiye, EUROCONTROL ve ECAC üyesi olması nedeniyle Avrupa hava sahası için geliştirilmekte olan yeni hava trafik yönetim kavramına göre seyrüsefer hizmetlerini gerçekleştirmekle yükümlüdür.

Amerika ve Avrupa başta olmak üzere tüm dünyada bu konu ile ilgili çalışmalar büyük bir hızla devam ederken ülkemizde yeni yeni hareketlenmeler başlamıştır.

Bu çalışmada öncelikle uçuşların emniyetli, verimli, düzenli ve en ekonomik şekilde gerçekleşmesi için hava sahası kullanıcılarına büyük kolaylıklar sağlayarak, mevcut sistemlerin yetersizliklerini ortadan kaldıracığı düşünülen FANS (CNS/ATM) kavramı ve bu konuyla ilgili olarak yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir. Uygulama olarak da bu sistemin Türkiye'ye uygulanması ile ilgili yaklaşım geliştirilmiştir.

Bu çalışmanın ikinci bölümünde havayolu taşımacılığının bugünkü durumu ve FANS kavramı tanımlanarak, başlangıçtan bu yana gelişim süreci detaylı bir şekilde anlatılmıştır.

FANS ile ilgili dünya çapındaki çalışmalar başta Amerika ve Avrupa olmak üzere ICAO'nun himayesinde diğer Sivil Havacılık Kuruluşları sayesinde hızla gelişim göstermektedir. Konu ile ilgili en önemli Sivil Havacılık Kuruluşları ve yapmış oldukları çalışmalar üçüncü bölümde yer almaktadır.

Havacılık başta da belirtildiği gibi hızla gelişim gösteren bir sektördür. Artan hava trafiği ile birlikte uçak ve elektronik ekipman sayısı da artış göstermektedir. Dünyanın hemen her yerinde farklılık gösteren uçak elektronik ekipmanlarının ICAO FANS kavramı ile standartlaştırılması beklenmektedir. Bu kapsamda gelecek için önerilen ve tecrübe edildikten sonra tüm dünyada standart hale gelecek olan sistemler ve otomasyonla büyük kapasite artışı sağlayacak olan hava trafik yönetimi hakkında dördüncü bölümde bilgi verilmiştir.

Mevcut sistemlerden yeni teknolojilere geçiş şüphesiz kısa sürede gerçekleştirilecek bir olay değildir. CNS/ATM'in tüm dünyada bütünlük kazanması için öncelikle küresel planlama yapılmış ve dünyanın hemen her yerindeki bölgesel farklılıkları, mevcut sistem yetersizliklerini ortaya koymak üzere bölgesel ve ulusal çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar, ICAO tarafından oluşturulan hava seyrüsefer bölgeleri içerisinde bölgesel planlama grupları tarafından yürütülmektedir.

Airbus, Boeing gibi iki büyük uçak imalatçısı da özellikle okyanuslar üzerinde ve diğer uzak bölgelerde CNS/ATM teknolojisinin uçaklar üzerinde kullanılabilmesi için havayolu şirketleri ve diğer uçak imalatçıları ile işbirliği yaparak yeni sistemlerin geliştirilmesi için çalışmalarını sürdürmektedirler.

Günümüzde sistem FANS1/A donanımlı uçaklarla okyanus aşırı uçuşlarda tecrübe edilmektedir. Yapılan bölgesel çalışmalar ve sistemin FANS 1/A donanımlı uçaklarla Kuzey Atlantik uygulaması beşinci bölümde detaylı bir şekilde anlatılmıştır.

Bu çalışmanın son bölümünde FANS sisteminin dünyadaki uygulama çalışmaları göz önünde bulundurularak, beklenen trafik artışına bağlı olarak meydana gelen ve/veya gelebilecek olan mevcut sistem yetersizlikleri karşısında sistemin Türk hava sahasına uygulanması ile elde edilecek faydaları ortaya koyan bir çalışma tasarlanmıştır.

2. GELECEKTEKİ HAVA SEYRÜSEFER SİSTEMLERİ (FANS)

2.1 Havayolu Taşımacılığı Endüstrisinin Dünyadaki Mevcut Durumu

Hava taşımacılığı sektörü, kısa sürede çok hızlı teknolojik ve yapısal değişiklikler göstermektedir. Bir yandan geniş kapasiteli, yakıt tasarrufu sağlayan, düşük gürültü ve emisyon seviyelerine sahip uçakların geliştirilmesinin; havayolu şirketlerinin faaliyetleri, yönetimi, hizmet kalitesi ve kapsamı üzerinde büyük ölçüde etkisi olurken diğer yandan serbestleşme, özelleştirme, sektörün daha ticari bir yapıya dönüştürülmesi ve işbirliklerinin oluşması sektörün yapısını değiştirmiş ve tüketicilerin hakim olduğu bir pazara dönüştürmüştür. Bu yapısal değişiklikler arasında özelleştirme, birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkede büyük ölçüde benimsenmekte ve uygulanmaktadır. Özelleştirme amaçları, ülkeden ülkeye farklılık gösterse de verimliliği ve hizmet kalitesini arttırmaya ve hükümet sübvansiyonlarını azaltmaya yöneliktir [1].

1990-1991 yıllarında, Körfez Savaşı'ndan olumsuz yönde etkilenen havayolu trafiği 1992 yılından itibaren tekrar gelişmeye başlamıştır. 1993 yılından başlayarak 1997 yılına kadar dünya hava taşımacılığı sektörü, trafik ve gelirlerde sürekli bir artış yaşamıştır. 1995 yılında havayolu şirketleri, Körfez Savaşı nedeniyle uğradıkları zararları kapatmaya devam etmiş ve rekor seviyede net karlar elde etmişlerdir. 1997 yılı, pazar paylarını arttırmak, güçlendirmek ve artan rekabetçi ortamda durumlarını sağlamlaştırmak için havayolu taşıyıcıları arasında işbirliğinin yaygınlaşmaya başladığı bir yıl olmuştur [1].

1998 yılında, Uzak Doğu ülkelerinde yaşanan ekonomik krizin hava taşımacılığı sektörü üzerinde etkisi çok büyük olmuştur. Ekonomik kriz havayolu sektörünün küreselleşme sürecini hızlandırarak Asya taşıyıcıları ile Kuzey Amerika ve Avrupa havayolları arasındaki işbirliklerinin gerçekleşmesine zemin hazırlamıştır [1].

Hem A.B.D.'nin hem de dünya ekonomisinin gelişiminin, hava taşımacılığına olan talep üzerinde etkisi çok fazla olmuştur [1]. Çizelge 2.1'de Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı-ICAO'ya göre, 1989 ve 2010 yılları arasında yolcu trafiğinin gerçekleşen ve gerçekleşmesi beklenen değerleri doğrultusunda tüm dünyada % 5 artış göstereceği beklenmektedir.

Çizelge 2.1. 1989 ve 2010 yılları yolcu trafiği artış tahminleri [2].

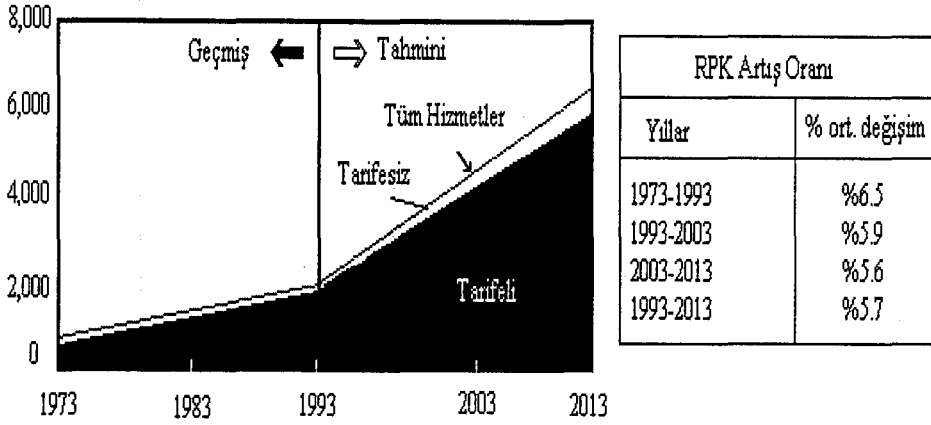
ULUSLARARASI TARİFELİ HİZMETLER	YOLCU SAYISI (BİN)			ORTALAMA YILLIK ARTIŞ ORANI (%)	
	Gerçekleşen 1989	Gerçekleşen 1999	Tahmini 2010	1989-1999	1999-2010
K.Atlantik	32.200	64.900	108.000	7.3	4.5
Orta Atlantik	1.817	3.223	6.120	5.9	6.0
G.Atlantik	1.785	3.227	6.000	6.1	6.0
Transpasifik	14.729	27.688	54.400	6.5	6.5
Avrupa ve Asya – Pasifik arasında	18.599	44.027	88.000	9.0	6.5
Avrupa ve Afrika arasında	12.138	19.213	30.530	4.7	4.5
Avrupa ve O.Doğu arasında	8.463	11.938	18.100	3.5	4.0
K. ve G. Amerika arasında	3.522	9.559	19.710	10.5	7.0
K.Amerika ve Karayip arasında	20.577	33.519	70.960	5.0	7.0
Bu Rotalardaki Toplam	113.830	217.294	401.820	6.7	5.5
Diğer Rotalar	148.112	271.596	438.180	6.3	4.5
Dünyadaki Genel Toplam	261.942	488.890	840.000	6.4	5.0

Şekil 2.1’de 1993 yılında dünya ekonomisinin düzelmeye başlamasıyla birlikte gerçekleşen ve 2013 yılında ulaşılabileceği düşünülen yolcu trafiği ile kilometre başına düşen yolcu gelirleri gösterilmiştir.

Bu artışlar karşısında hava taşımacılığının uzun dönemdeki en büyük sorunlarından biri tıkanıklık problemidir. Bu durum, yolcular için güvensizliğe ve

gecikmelere, havayolu ve havaalanı operatörleri için de verimliliği azaltmaya ve önemli derecede enerji ve materyallerin israfına neden olmaktadır.

Km başına yolcu
geliri (milyar)



Şekil 2.1. Tüm hizmetler için dünyadaki yolcu trafiği [3].

Avrupa'da hava trafik gecikmeleri, 1980 yılının sonlarında ve 1991 yılının yaz aylarında en üst seviyeye ulaşmıştır. 1996 yılı Aralık ayında uçuşların % 15.4'nde ortalama 16.7 dakikalık ATC gecikmesi kaydedilmiştir. Bu gecikmelerin 2005 yılında 3 ila 5 kat artış göstereceği hesaplanmıştır. Amerika için yapılan gecikme tahminleri de 1995 yılında iç hat kalkışlar için ortalama 7.2 dakika olarak belirlenmiştir.

Tıkanıklık nedeniyle ortaya çıkan hava trafik gecikmeleri ve kısıtlamaları, alt yapı planlaması için ülkeleri harekete geçirmiştir. Ülkeler ve otoriteler, havacılık alt yapısına destek sağlamak için gerekli yatırımları yapmadıkça gelecekteki ekonomik gelişim tehlikeye atılmış olacaktır [4].

FAA'in Amerika hava alanları için yapmış olduğu kalkış tahminlerine göre, gelecek 10 yıl içerisinde %13 oranında bir artış ve havayollarının 2015 yılında tahmin edilen bu artış karşısında iki misli daha fazla yolcuya hizmet vermesi beklenmekteydi [4]. Ancak 11 Eylül 2001'de yaşanan terörist saldırılar dünya ekonomisi ve dolayısıyla hava taşımacılığı endüstrisinde yeni bir dönemin başlangıcı olmuştur. Avrupa'da zaten krizde olan havacılık sektörü şimdi tam bir

felaketin eşiğindedir. Sayıları 40'ı bulan ulusal havayolu şirketlerinin sayısının 10 yıl içinde 4-7'ye düşmesi ve sadece güçlü olan havayolu şirketlerinin ayakta kalması beklenmektedir. Uzmanlar A.B.D'de durumun Avrupa'ya göre çok daha sağlıklı olduğunu ancak burada uçuş yapan 6-7 büyük havayolu şirketinin mali yapısındaki dalgalanmaların kaçınılmaz olduğunu ifade etmektedir [5].

Yine de uzun vadede sonuçların ne olacağı konusunda kesin bir yorum yapmak imkansızdır.

Hava trafiğindeki artışlar doğrultusunda karşılaşılan problemlerin üstesinden gelebilmek için yeni sistem arayışları günümüzde büyük bir hızla sürdürülmektedir. Hava taşımacılığında büyümeyi sağlamak için;

- Yeni teknolojilerin uygulanması,
- Kontrol sistemlerinin standartlaştırılması,
- Standartlar üzerinde özellikle de veri hatları konusunda uluslararası anlaşma sağlanması,
- Politik engellerin azaltılması ve bu engellerin giderilmesi için öncülük yapılması,
- Yüksek sistem performansı ile maliyetlerin düşürülmesi,

gibi konularda önemli çalışmalar devam etmektedir [6].

1983 yılında ICAO'nun öncülüğünde başlatılan FANS projesi, gerçekte bugün yaşanan hava trafik problemleri ve sistem yetersizlikleri ile ilgili tahminleri doğrulamaktadır. Sistemden beklenen faydaların tam olarak elde edilebilmesi için tüm dünyada küresel, bölgesel ve de ulusal düzeyde çalışmalar hızlandırılmış olmasına rağmen henüz büyük miktarda yatırımlar sağlanamamıştır. Özellikle Avrupa, Kuzey Amerika ve Asya'nın büyük bir bölümünde gelecek 10 yıl içerisinde hava sahasının kapasitesinin ve verimliliğinin artırılması için bu yatırımların bir an önce gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Büyük yatırımlar, havacılık altyapısının hemen her bölümünde gereklidir. Tüm dünyada hava sahasının ve havaalanlarının kapasitesini arttırmak için öncelikli olarak ortaya çıkan ve uydu esaslı teknolojileri kapsayan CNS/ATM sistemleridir [4].

2.2 FANS (Future Air Navigation Systems) Nedir?

Mevcut hava trafik düzenlemeleri, tüm dünyada hızla artış gösteren hava trafiği karşısında gün geçtikçe yetersiz kalmaktadır. Bu amaçla 21. yüzyılın haberleşme, seyrüsefer, izleme ve hava trafik yönetimi ihtiyaçlarını karşılayacak uydu teknolojisi esasına dayanan yeni bir kavram geliştirilmiş ve 'Future Air Navigation System' yani FANS olarak adlandırılmıştır [7].

Başlangıçta FANS olarak bilinen bu kavram günümüzde CNS/ATM adıyla gelişim göstermektedir [7]. FANS veya diğer bir deyişle CNS/ATM'in genel hedefleri, hava trafiğinin emniyetli bir şekilde idaresi sürdürülürken hava sahası kapasitesini yükseltmek ve operasyonel verimliliği arttırmaktır. Bu hedefler, daha iyi sesli haberleşme radyo cihazları, veri haberleşmesi, uydu esaslı seyrüseferin kullanılması ve hava trafik kontrol prosedürlerinin gelişimiyle gerçekleştirilmiş olacaktır. Bu sayede hava sahasının çok daha verimli bir şekilde kullanılması beklenmektedir [8].

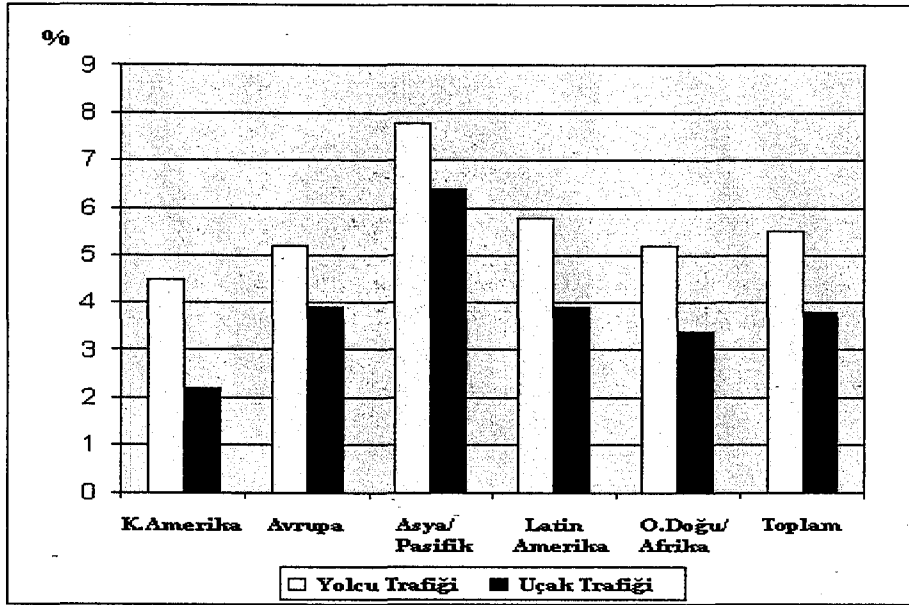
FANS sistemi, uçaktan alınan sürekli bilgi sayesinde emniyeti tehlikeye sokmaksızın ayırmalarda mümkün olduğunca azalma sağlamak üzere artırılmış hava trafik yönetimini gerçekleştirmek için ileri haberleşme, seyrüsefer ve izleme teknolojilerini kullanacaktır. Sistem, gecikme ve işletme maliyetlerini en aza indirirken kapasite, esneklik ve emniyeti en yüksek düzeye çıkartacaktır [9].

2.3 Neden FANS'a İhtiyaç Duyulmuştur?

Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı-ICAO'nun 1980'li yıllarda yaptığı çalışmalar, gelecek 25 yıl için tüm dünyada yılda yaklaşık olarak %5 oranında artacağı tahmin edilen hava trafiği (Şekil 2.2) karşısında mevcut sistemlerin kapasite, verim ve emniyet açısından yetersizliklerini ortaya koymuştur. Halen kullanılmakta olan hava trafik yönetim sistemleri; yer esaslı seyrüsefer yardımcıları, radar sistemleri ve sesli haberleşme sistemleridir [10].

Bu amaçla dünyanın çeşitli bölgelerinde yapılan araştırmalarda, mevcut sistemlerin kullanım yetenekleri, özellikleri analiz edilmiş ve ayrıntılı bir şekilde değerlendirilerek şu yetersizlikler belirlenmiştir:

- Özellikle yaklaşma ve inişte kullanılan yer seyrüsefer sistemlerinin mesafe, doğruluk, güvenilirlik anlamında sınırlı kalmaları,
- Mevcut haberleşme, seyrüsefer ve izleme sistemlerinin dünyanın her yerinde hizmet verebilecek kapsama alanına sahip olmamaları,
- Sesli haberleşmenin sınırlamaları,
- Uçakta ve yerde otomasyonu desteklemek için sayısal hava-yer veri iletim sistemlerinin eksikliği [11].



Şekil 2.2. 1992 ve 2010 yılları arasında planlanan dünyadaki hava trafik artışı [12].

2.4 FANS'ın Gelişimi

2.4.1 FANS I komitesi

Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı-ICAO, ilk olarak 1983 yılında istatistiksel tahminleri göz önünde bulundurarak 25 yıllık periyot içerisinde artması beklenen hava trafiğini karşılayabilmek için, uydu teknolojisini içeren kavram ve teknolojileri geliştirmek üzere özel FANS komitesini kurmuştur [11].

ICAO'ya üye ülkelerden ve uluslararası organizasyonlardan oluşan FANS üyeleri, küresel kapsamlı çalışma yapmak üzere bir araya gelmiştir. Dört yıllık bir periyot içerisinde çalışma grupları, konu ile ilgili enstitü ve organizasyonlar

tarafından yapılan çalışmalarla desteklenmiş dört komite toplantısı gerçekleştirilmiştir.

Bu Komite, 1988 yılı Ekim ayında çalışmalarını tamamlayarak ICAO Konseyine sonuç raporunu sunmuştur. Mevcut haberleşme, seyrüsefer ve izleme sistemlerinin yapısal eksikliklerini belirleyen FANS komitesi, gelecekte sivil havacılığın ihtiyaçlarına cevap vermekte bu sistemlerin kesinlikle yetersiz kalacağını ortaya koymuştur. Bu yetersizliklerin etkisi, dünyanın hemen her yerinde aynı olmamasına rağmen hava seyrüseferinin daha fazla gelişmesine aynı şekilde engel olacaktır. Bu sebeple komite, mevcut sistemlerin yetersizliklerini ortadan kaldırmak ve uluslararası sivil havacılığın gelecekteki ihtiyaçlarını karşılamak üzere uygulanabilir bir çözüm olarak uydu teknolojisinin kullanılması konusunda karara varmıştır [12].

2.4.2 FANS II komitesi

FANS I komitesi çalışmalarını tamamladıktan sonra ICAO, 1989 yılında karasal esaslı teknolojiden uydu esaslı teknolojiye geçişi planlamak, gelişmeleri kontrol etmek üzere ikinci bir FANS komitesi oluşturmuştur. Bu komite gelecekte kullanılacak olan sistemin amaçlarını; emniyetin artırılması, havada sağladığı kolaylıkların maksimum menzilde alınması, kullanıcılara meteoroloji, trafik durumu, tesislerin varlığı gibi bilgilerin daha iyi bir şekilde sağlanması, esnek hava sahası yönetiminin oluşturulması ve hava sahası sınırlarının mümkün olduğunca genişletilmesi olarak açıklamıştır [10].

FANS II komitesi hava sahasının kontrolünden ziyade hava sahasının yönetimi üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu da güncellenmiş hava trafik kontrol merkezleriyle uyumlu bir şekilde çalışacak ileri uçak yeteneğini gerektirmektedir [11].

2.4.3 10. Hava seyrüsefer konferansı

85 ülkeden 450 temsilci ve 13 uluslararası organizasyon 5 Eylül 1991'de ICAO'nun merkezi Montreal'de FANS I ve FANS II komitesi tarafından yapılan çalışmaları detaylı bir şekilde incelemek ve küresel CNS/ATM kavramını görüşmek üzere toplanmıştır. Dünya uluslarının yüksek düzeydeki sivil havacılık

temsilcileri gelecekte dünya çapında sivil havacılığın şekillenmesi adına komitelerin çalışmaları üzerine önerilerde bulunmuştur.

CNS/ATM sistemlerinin teknik yönden uygulama ve planlamasının başlaması için dünya sivil havacılık topluluğuna rehberlik edecek öneriler konferansın sonuç raporunda yer almıştır. Bu konferansta görüşülen diğer konular arasında;

- CNS/ATM sistemlerinin elemanları,
- Mevcut sistemlerin eksikliklerinin üstesinden gelmek için bu kavramın yetenekleri,
- Bilimsel görüşler,
- Hava Trafik Yönetimi,
- Küresel geçişi planlama,
- Maliyet etkinliğini kapsayan emniyet, teknik, operasyonel ve ekonomik görüşler,
- Geçiş planı,
- Uygulamanın düzenlenmesi,

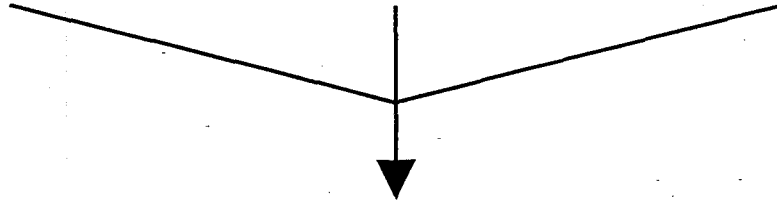
CNS/ATM kavramının onaylanması, 10. Hava Seyrüsefer Konferansının gündemindeki en önemli konusudur. Bu sayede küresel sistemin uygulanmasıyla ilgili aktivitelerin acil olarak planlanması gerçekleştirilmiştir [12].

Çizelge 2.2’de CNS/ATM sistemlerinden genel beklentiler gösterilmiştir.

FANS sistemi içerisinde yer alacak haberleşme, seyrüsefer, izleme ve hava trafik yönetim sistemleri ile bu konuda yapılan planlama ve uygulama çalışmaları hakkında daha detaylı bilgi ilerleyen bölümlerde yer almaktadır.

Çizelge 2.2. CNS/ATM sistemlerinden beklenen faydalar [12].

HABERLEŞME	SEYRÜSEFER	İZLEME
• Daha doğrusal hava-yer bağlantıları	• Dünya çapında yüksek doğrulukta seyrüsefer hizmetleri	• Pozisyon raporlarında azaltılmış hatalar
• Geliştirilmiş veri işleme	• Geliştirilmiş dört boyutlu seyrüsefer doğruluğu	• Radar kapsamında olmayan hava sahasında izleme
• Azaltılmış kanal yoğunluğu	• Yer esaslı seyrüsefer yardımcılarının azaltılması veya hiç kullanılmaması ile maliyetlerin azaltılması	• Daha doğrusal ve tercihli uçuş yollarının sağlanması
• Azaltılmış haberleşme hataları	• Daha iyi pist kullanımı	• Maliyetlerin azaltılması
• Azaltılmış iş yükü		
• Daha doğru veri		
• Maliyetlerin azaltılması		



HAVA TRAFİK YÖNETİMİ
• Arttırılmış emniyet
• Sistem kapasitesinin arttırılması; havaalanının optimum kullanımı
• Azaltılmış gecikmeler
• Azaltılmış uçuş işletim maliyetleri
• Hava sahasının daha verimli kullanımı; daha fazla esneklik; azaltılmış ayırmalar
• Daha dinamik uçuş planlama; optimum uçuş profillerinin daha iyi sağlanması
• Azaltılmış kontrolör iş yükü

3. DÜNYADA FANS İLE İLGİLENEN SİVİL HAVACILIK

KURULUŞLARI VE FAALİYETLERİ

3.1 ICAO'nun CNS/ATM ile İlgili Rolü ve Sorumluluğu

ICAO konseyi, 1983 yılında FANS komitesini uydu sistemlerinin sivil uygulamalarını incelemekle görevlendirmiştir. Bu sayede çeşitli uluslardan uzmanlar gelecekte sivil havacılığın ihtiyaçlarına cevap verecek sistemi tasarlamak üzere bir araya toplanmıştır.

Şikago Konvansiyonu altındaki yükümlülüklerle uygun olarak ICAO, CNS/ATM sistemlerini yönlendiren uluslararası standartlar ve önerilmiş uygulamaların (SARP-Standards and Recommended Practices) ve prosedürlerin benimsenmesi ve değiştirilmesinden sorumludur. CNS/ATM sistemlerinin geliştirilmesi sürdürülürken SARP'lar ve prosedürler, sürekli olarak yeniden gözden geçirilmekte ve güncelleştirilmektedir [12]. Alınan kararlar ICAO FANS komitesinin sağladığı ayrıntılı plan ve ileri teknolojinin kullanılma zorunluluğu ile dünya çapında ICAO'nun himayesinde gerçekleşecektir.

Dünyanın farklı yerlerinde operasyonel ve teknik problemlerin değişiklik göstermesi nedeniyle uluslararası hava taşımacılık faaliyetleri için yer hizmet ve tesislerinin planlanmasını ve uygulamasını kolaylaştırmak amacıyla hava seyrüsefer bölgelerine gerek duyulmuştur. Bu amaçla belirlenmiş olan 9 hava seyrüsefer planlama bölgesi aşağıda verilmiştir:

1. Afrika ve Hint Okyanusu Bölgesi (AFI)
2. Asya Bölgesi (ASIA)
3. Karaip Bölgesi (CAR)
4. Avrupa Bölgesi (EUR)
5. Kuzey Amerika Bölgesi (NAM)
6. Kuzey Atlantik Bölgesi (NAT)
7. Pasifik Bölgesi (PAC)
8. Güney Amerika Bölgesi (SAM)

9. Orta Doğu (MID)

Şikago Konvansiyonu'na göre ICAO Ekleri (Annex) hava/yer teknolojilerinin, prosedürlerinin ve hizmetlerin evrensel olarak standartlaşmasını sağlarken, ICAO Bölgesel Hava Seyrüsefer Planları belirli bir bölge içerisindeki ICAO'ya üye ülkelerin sınırları dahilinde uluslararası hava seyrüseferi için gerekli tesis ve hizmetleri belgelemektedir. Diğer bir deyişle ekler küresel olarak uygulanan standartlar ve önerilen uygulamaları açıklarken, bölgesel hava seyrüsefer planları belli bir bölge içerisindeki uluslararası hava taşımacılığı için ne gereklidir veya bölgesel plan vasıtasıyla gerekli tesis ve hizmetler uygulandığı zaman nasıl bir yol izlenmiş olmalıdır konusuna açıklık kazandırmaktadır [13].

ICAO, FANS komitesi tarafından geliştirilmiş olan bölgesel hava seyrüsefer planları ve küresel düzenlenmiş plan sayesinde evrensel boyutta CNS/ATM sistemlerinin uygulanmasını bu şekilde koordine etmekte ve izlemektedir. Küresel plan, en son teknolojileri ve gelişmeleri hesaba katmak, CNS/ATM sistemlerinin uygulanmasında ülkelerin desteğini almak üzere 1997 yılında yeniden gözden geçirilerek güncellenmiştir.

ICAO'nun himayesinde problemleri incelemek ve teknik olarak mantıklı çözümler bulmak üzere dünya çapında en iyi uzmanların katıldığı paneller düzenlenmiştir. Yeni CNS/ATM kavramı ile ilgili olarak düzenlenen paneller ve oluşturulan çalışma grupları aşağıda belirtilmektedir:

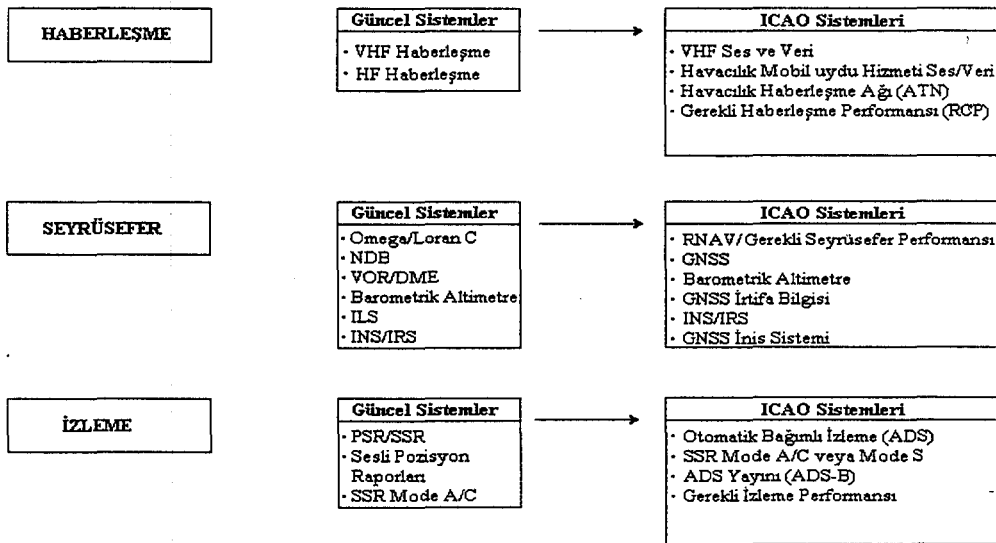
- Otomatik Bağımlı İzleme Paneli (ADSP),
- Havacılık Mobil Haberleşme Paneli (AMCP),
- Havacılık Haberleşme Ağı Paneli (ATNP),
- Tüm Hava Operasyonları Paneli (AWOP),
- Küresel Seyrüsefer Uydu Sistemi Paneli (GNSSP),
- Engel Sınırlama Paneli (OCP),
- Ayırma Kavramının İncelenmesi Paneli (RGCSPP),
- SSR Gelişmeleri ve Çarpışmayı Önleme Sistemleri Paneli (SICASPP),

- Otomatik Hava Raporlama Çalışma Grubu (ATARSG),
- Uçuş Emniyeti ve İnsan Faktörleri Çalışma Grubu (HFSG),
- Frekans Yönetimi Çalışma Grubu (FMSG),
- Operasyonlar Çalışma Grubu (OPSSG).

ICAO'nun CNS/ATM üzerindeki geçmişte, günümüzde ve gelecekte üstlendiği görev ve çatısı altında oluşturduğu çalışma grupları sayesinde CNS/ATM sistemlerin geliştirilmesi ve uygulanması kolaylaşmaktadır.

Dünya çapında uluslararası sivil havacılık topluluğu tarafından geliştirilmiş ve onaylanmış olan CNS/ATM sistemlerin başarısı, havacılıkta evrenselliğin gerçekleşmesidir. Sistemin başarılı bir şekilde uygulanması için uluslararası işbirliğinin ve CNS/ATM sistemlerinin anlaşılması ve bir bütün olarak değerlendirmesi oldukça önemlidir. ICAO, CNS/ATM sistemlerin uygulanmasıyla ilgili teknik, idari, mali ve yasal yönde ülkelere destek sağlamayı sürdürecektir.

CNS/ATM sistemlerinden beklenen faydaları elde etmek üzere günümüzde uydu teknolojisinin kullanılması için yeni sistemlerle donatılmış uçakların sayısı da giderek artmaktadır. Mevcut sistemler ile CNS/ATM sistemleri arasındaki farklılıkları içeren ve gelecek için düşünülen yeni sistemler Şekil 3.1 de gösterilmiştir [12].



Şekil 3.1. CNS sistemleri [12].

ICAO'nun CNS/ATM sistemlerine geçişi kolaylaştırmak üzere hazırlanmış olduğu küresel ve bölgesel planlar hakkında daha detaylı bilgi 5.Bölümde yer almaktadır.

3.2 EUROCONTROL'ün CNS/ATM ile İlgili Rolü ve Sorumluluğu

Eurocontrol'ün günümüzdeki en önemli hedefi, Avrupa'da hava trafiğinin emniyetli, düzenli, hızlı ve ekonomik akışını gerçekleştirebilmek için ortak bir Avrupa Hava Trafik Yönetim Sistemi (EATMS-European Air Traffic Management System) oluşturmaktır [14]. Bu amaçla aşağıda maddeler halinde verilen faaliyetleri yürütmektedir:

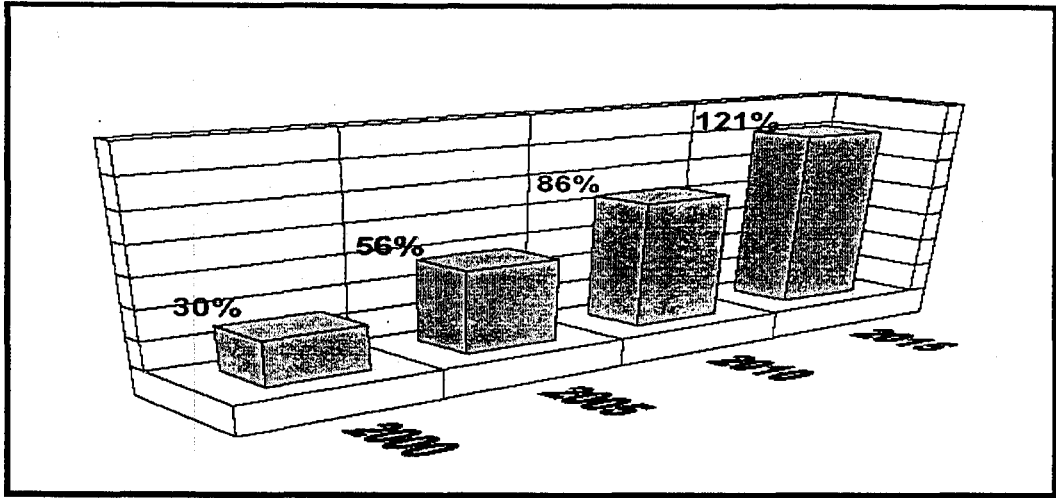
- 37 ECAC ülkesi için Avrupa Hava Trafik Yönetim Programı (EATMP-European Air Traffic Control Programme),
- 33 Avrupa ülkesini kapsayan Merkezi Akış Yönetim Birimi (CFMU-Central Flow Management Unit),
- Avrupa'da ATC kapasitesinde artış sağlamak için araştırma ve geliştirme çalışmaları,
- Hava trafik yönetiminde eğitim ve bilgi transferinin sağlanması [15].

3.2.1 EATCHIP projesi

Avrupa'da mevcut ATM kavramının artan trafik talebi karşısında gün geçtikçe yetersiz kaldığı düşünülerek kapasite, verim ve maliyet etkinlikleri gibi temel performans yetersizliklerini ortadan kaldırmak ve artan talebi karşılayabilmek amacıyla 1988 yılında 22 ülkenin Ulaştırma Bakanları Avrupa Sivil Havacılık Konferansı'nda bir araya gelerek Avrupa hava trafik akış yönetiminin merkezileşmiş bir birim içerisinde birleştirilmesi kararına varmışlardır. 1996 yılında Merkezi Akış Yönetim Birimi-CFMU, daha sonrasında 33 ülkeyi kapsayacak şekilde ECAC bölgesi için tam anlamıyla operasyonel hale getirilmiştir.

1990 yılında ECAC ülkesi Ulaştırma Bakanları, trafik artışıyla birlikte (Şekil 3.2) ECAC bölgesinin yol hava trafik kontrol merkezlerinde gerekli kapasiteyi sağlamak üzere anlaşmaya varmışlardır. "90'lı Yılların ECAC Stratejisi" adıyla anılan bu strateji, hedeflenen tarihlerde gerçekleştirilmiş olması

beklenen CNS/ATM sistemlerinin uygulanması için belli amaçları içermektedir.



Şekil 3.2. ECAC Bölgesi trafik artış tahminleri [14].

Avrupa Hava Trafik Kontrol Harmonizasyon ve Bütünleştirme Programı (EATCHIP-European Air Traffic Control Harmonization And Integration Programme), ECAC stratejisini destekleyen bir faaliyet programı olarak onaylanmıştır ve mevcut emniyet seviyesi korunurken artan trafik talebiyle başa çıkabilmek için vakit kaybetmeden hava sahası ve kontrol kapasitesinin yükseltilmesini hedeflemektedir [15].

EATCHIP aşamaları:

1.Aşama : ECAC ülkelerinin mevcut ATC sistemlerinin anlaşılmasını ve değerlendirilmesini kapsar. Bu aşama çalışmalar başından beri katılan ülkeler için tamamlanmış olup Ekim 1991'de proje yönetimine sunulmuştur.

2.Aşama : Bu aşama 1991 yılı ortalarında başlamıştır. Orta vadeli harmonizasyonun planlanması, gerçekleştirilmesi ve istenen çalışmalar için program geliştirilmesi bu aşama içerisinde yer alır.

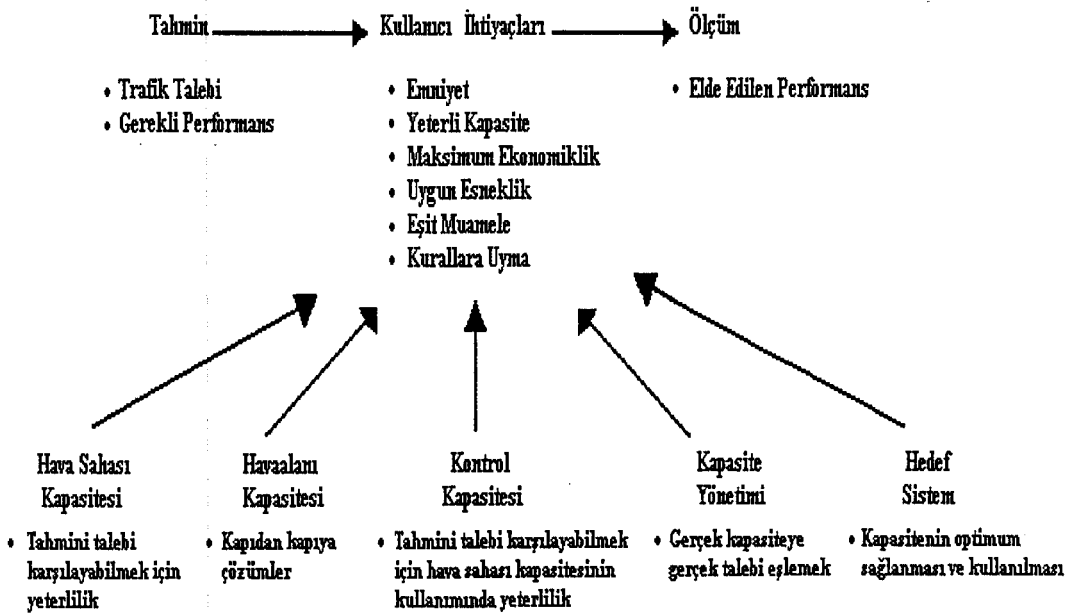
3.Aşama : Orta vadeli harmonizasyonun hayata geçirilmesinin 1998 yılı sonuna kadar süreceği anlaşılmıştır. Üçüncü aşama bunun hayata geçirilmesi ile ilgilidir.

4.Aşama : Avrupa Hava Trafik Yönetiminin hayata geçirilmesi ile ilgilidir [16].

Hızla artan hava trafiğini karşılayabilmek için ATM ve havaalanlarının gerekli kapasiteye sahip olmaması nedeniyle EATCHIP ve CFMU, 1980'li yıllarda yaşanan ATC gecikmeleri ile yapılacak olan mücadeleyi ortaya koymaktadır. EATCHIP aşamaları da mevcut ATM ağının harmonizasyonunu ve bütünlüğünü sağlayacaktır. Bu da son yıllarda trafikte yaşanan büyük artış karşısında kapasite kazancı sağlamaya ve gecikmeleri azaltma ya da dengede tutmaya yardımcı olmaktadır [14].

EATCHIP programının amaçlarına ulaşmasını sağlamak üzere Çalışma Programı (EWP- EATCHIP Working Programme) ile Katılım ve Uygulama Programı (CIP-Convergence and Implementation Programme) adı altında tamamlayıcı programlar geliştirilmiştir. EWP, gerçekleştirilmesi gerekli tüm çalışma ve tasarımların ayrıntılı bir şekilde tanımlanmasını ve planlanmasını içerirken, CIP ise ülkelerden beklenen birleşmeye yönelik faaliyetlerin tanımlanması ve planlanması ile ilgilidir [16].

Şekil 3.3'de kullanıcı ihtiyaçları üzerinde odaklanan EATCHIP programı görülmektedir.



Şekil 3.3. Kullanıcı ihtiyaçları üzerinde odaklanan EATCHIP programı [15].

3.2.2 EATMS

ECAC üyesi ülkeler için EATCHIP programının son aşaması olarak hayata geçirilmesi hedeflenen Avrupa Hava Trafik Yönetim Sistemi (EATMS), Avrupa hava sahası için ortak hava trafik yönetim kavramını içermektedir.

1992 yılında EATMS üzerinde başlayan çalışmalar 2005-2020 yılları arasında kalan zaman periyodu için ECAC ülkelerinin ATM kavramını kesin bir şekilde ifade etmektedir. Bu konuda yapılacak çalışmalar şu şekilde takvime bağlanmıştır:

2000-2005

- Hava sahası ve havaalanı kaynaklarının kullanımı ve yapısının iyileştirilmesi.
- ATM çalışma uygulamalarının genişletilmesi (bireysel ve ekip).
- Taktik ATC fonksiyonları için bilgisayar desteğinin sağlanması.
- Yeni açık veri işlemci sistemlerinin kullanılmaya başlanması.

2002-2006

- Yukarı hava sahasında serbest uçuş yollarının kullanımı.

2005-2012

- Planlama fonksiyonlarının yaygınlaştırılması.
- Esnekliğin artırılması için eş-zamanlı karar vermede kullanıcıya bağlılığın artması.
- Alçak görüş koşullarında havaalanı kapasitesinin genişletilmesi.
- CNS/ATM altyapısı ve pistlerin optimizasyonu.
- Hava-yer birleşimi.
- Kapıdan kapıya birleşim.

2010-2015

- Sorumlulukların yeniden dağılımı.

- Hareket serbestliğinin mümkün olduğunca maksimizasyonu [16].

EATMS kavramının önemli özelliklerinden biri hava sahası yapısıdır. Şekil 3.4’de görüldüğü gibi bu kavram hava sahasını Yönetilen Hava Sahası (MAS-Management Air Space), Serbest Uçuş Hava Sahası (FFAS-Free Flight Air Space) ve Yönetilmeyen Hava Sahası (UMAS-Unmanagement Air Space) olmak üzere 3 bölgeye ayırmaktadır.

Yönetilen Hava Sahası (MAS)

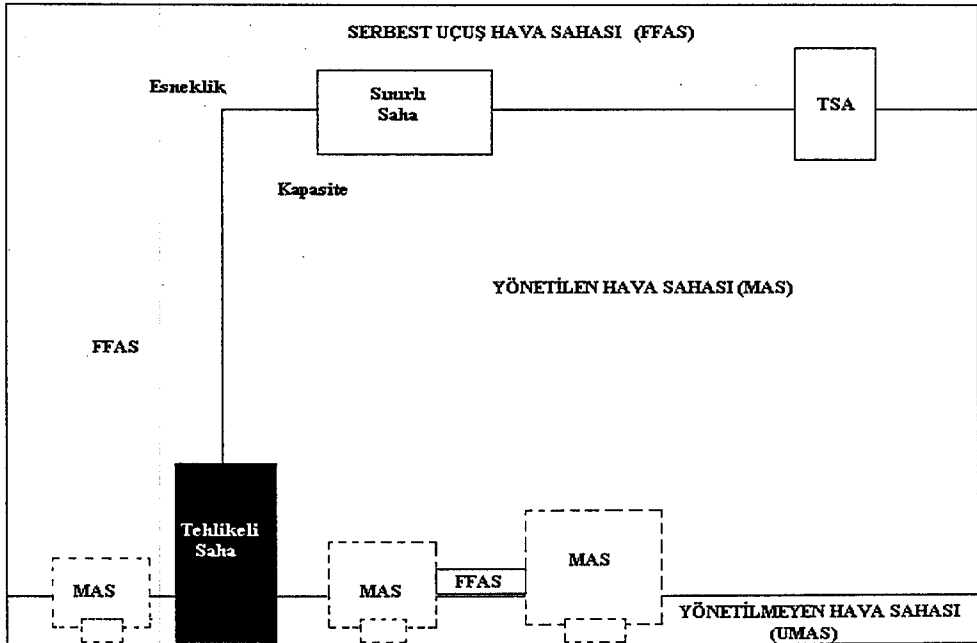
2D ya da 3D direkt rotalarıyla bugünün kontrollü hava sahasına benzemektedir. Ayırma sorumluluğu yerdedir ancak bazı durumlarda uçağa devredilebilir.

Serbest Uçuş Hava Sahası (FFAS)

Ayırma sorumluluğu uçaktadır. Kullanıcıya tercihli 3D veya 4D olarak seyrüsefer imkanı tanıyacaktır.

Yönetilmeyen Hava Sahası (UMAS)

Bugünün kontrolsüz hava sahalarının benzeridir .



Şekil 3.4. Hava sahası planı [14].

Hava sahasının bu şekilde trafik akışına göre ayarlanmasıyla birlikte daha esnek ve daha dinamik olarak kullanılması hedeflenmektedir [14].

3.3 FAA'in CNS/ATM ile İlgili Rolü ve Sorumluluğu

Federal Havacılık Teşkilatı-FAA'in en önemli görevi, Amerika'nın ulusal hava sahası içerisinde hava trafik akışının emniyetli, düzenli ve verimli bir şekilde gerçekleşmesini sağlamaktır. Bu görevi yerine getirebilmesi geniş bir bilgisayar ağı ve haberleşme ekipmanından oluşan hava trafik kontrol sistemlerinin güvenilirlik ve yeterliliğine bağlıdır.

80'li yıllarda hava trafiğinde devam eden artış ve eskimeye yüz tutan ekipmanlar, hava trafik kontrol operasyonlarının verimliliğini kısıtlayarak mevcut Hava Trafik Kontrol (ATC-Air Traffic Control) sistemini oldukça zorlamıştır. Bu nedenle FAA, gelecek için beklenen trafik artış tahminleri doğrultusunda otomasyonun artmasıyla birlikte ATC verimliliğinin sağlanabileceğini, ilave tesis ve ekipmanlarla hizmet alanının genişletilerek talepteki artışın hızlı ve verimli bir şekilde karşılanabileceğini açıklayarak, Aralık 1981'de 2000'li yıllar için mevcut ATC sistemlerinin modernleştirilmesi, otomatikleşmesi ve birleştirilmesini gerçekleştirmek üzere modernizasyon programı hazırlamaya başlamıştır. Bu program yeni tesis ve ekipmanlara ek olarak yeni radar sistemleri, otomatikleşmiş veri işleme, seyrüsefer ve haberleşme ekipmanlarını kapsamaktadır.

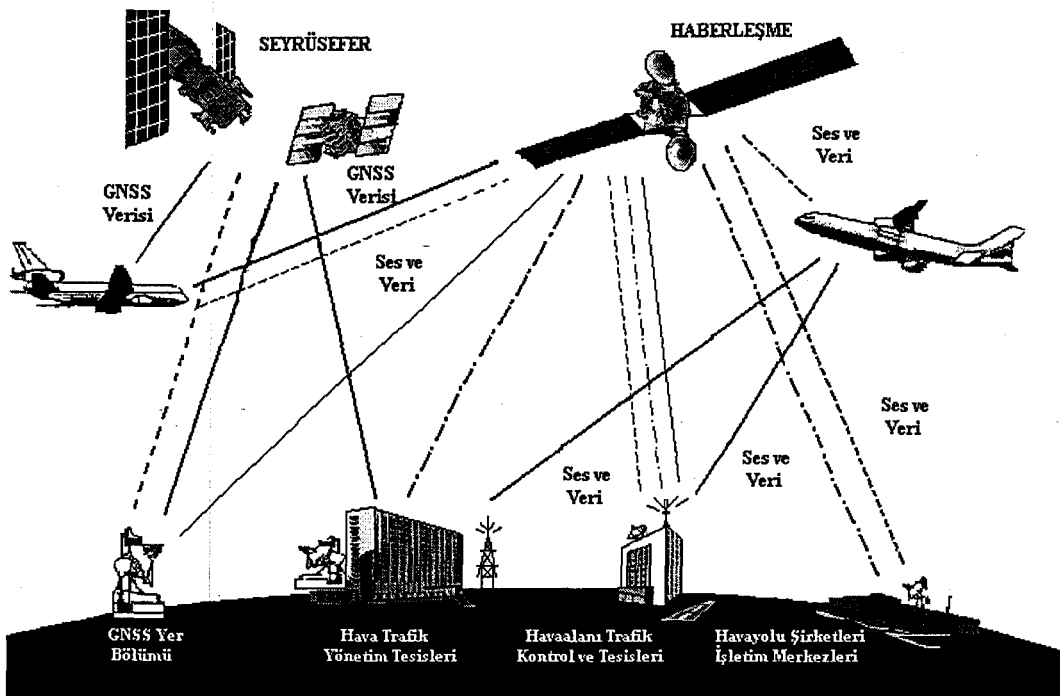
1981 yılından bu yana modernizasyon programı ile maliyet, gecikme ve önemli performans yetersizlikleri tecrübe edilmiştir. Sonuç olarak yeni tesisler, ekipman ve prosedürlerle bu programdan beklenen faydaların bir çoğu henüz tam olarak sağlanamamıştır ve hava trafik kontrol operasyonlarının verimliliği kısıtlanmaktadır. Buna ek olarak gelecekte beklenen hava trafiğindeki artış, sistemin kapasitesine etki edecektir.

FAA, son yıllarda kapasite artırım çalışmalarına Serbest Uçuş olarak bilinen yeni bir Hava Trafik Yönetim kavramını ilave ederek modernizasyon programını geliştirmiştir. Serbest Uçuş kavramını olanaklı kılmak için mevcut hava trafik kontrol sistemlerinden yeni teknoloji ve prosedürlere adım adım geçiş sağlanacaktır. Bu sayede kullanıcılar açısından optimal uçuş yollarının seçilebilmesiyle daha fazla esneklik, ekonomiklik ve yükseltilmiş emniyet gibi

faydalar sağlanırken, hava sahası ve havaalanı kaynaklarının daha verimli kullanılmasıyla hava trafiğinde beklenen artış karşılanmış olacaktır. Serbest Uçuş kavramının uygulanması yeni teknoloji ve prosedürleri gerektirmektedir. Bu amaçla FAA, şimdilerde Serbest Uçuş Operasyonel Arttırım Programı olarak bilinen “Uçuş 2000” projesiyle yeni teknoloji ve prosedürlerin tecrübe edilmesini planlamaktadır [17].

4. CNS/ATM (Communication, Navigation, Surveillance / Air Traffic Management)

ICAO tarafından tanımlanmış olan CNS/ATM kavramı, evrensel hava trafik yönetimin desteklenmesi için çeşitli seviyelerde otomasyonla birlikte uydu sistemlerini kapsayan sayısal teknolojileri kullanan haberleşme, seyirüsefer ve izleme sistemleridir (Şekil 4.1) [18].



Şekil 4.1. CNS/ATM kavramı [19].

Günümüzde kullanılmakta olan sistemler, bugünler için artacağı beklenen hava trafik miktarı göz önünde bulundurularak trafiği idare etmek amacıyla tasarlanmıştır. Ancak bu uygulamalar, prosedürler ve ekipmanlar daha fazla trafiğin üstesinden gelebilecek yetenekte değildirler.

Daha önce de belirtildiği gibi dünyanın pek çok yerinde son yıllarda hava trafik tıkanıklığı problemleri yaşanmaktadır. Gecikmeler ve diğer istenmeyen çarpışma etkileriyle sonuçlanan bu hava sahası sorunları, olağanüstü hızla artmaktadır. Buna bağlı olarak dünya çapında bazı hava sahalarında emniyet standartları hakkında da endişe duyulmaktadır [9].

Trafik yoğunluğunun çok olduğu bölgelerde hava sahasının sınırlı kullanımı, artan hava trafik problemine bir şekilde çözümler bulma zorunluluğu getirmiştir. Daha fazla gecikmelere maruz kalmaksızın her bir uçuş; zaman, maliyet ve kaynakların kullanımı açısından verimli olmalıdır. Bunu sağlayabilmek amacıyla gelecekte uçuş planları, seyrüsefer verileri, bordo paneli üzerindeki sensörler, tahmin yardımcıları ve hesaplamaların, her bir uçuşun durumu, planı, diğer uçuşlarla bağlantısı, meteorolojik koşullar, engel yakınlığı ile hava sahası kısıtlayıcıları hakkında daha doğru bilgi sağlaması beklenmektedir. Uçağın rotası üzerinde uçmakta olan diğer uçakların pozisyonu hakkındaki verilerle birleştirilen bu bilgiler, uçağın emniyetli bir şekilde uçuşunu gerçekleştirebilmesi için gerekli minimum ayırma standartlarını belirleyecektir [20].

Otomasyon, artan hava trafiği karşısında karşılaşılan problemlere en iyi çözüm yolu olarak görülmektedir. Otomasyonla birlikte tasarlanmış olan göstergeler, haberleşme, karar verme ve yardımcı çözüm bilgisi gibi fonksiyonlar için gerekli teknolojiyi kapsayacaktır. Serbest uçuş kavramı da son yıllarda hedeflenen ilave hazırlıklardan biridir. Bununla birlikte artan trafik, hava trafik kontrol sisteminin otomatikleşmesini sürdürmede sadece bir etkidir. Diğer bir etken ise hava sahası kaynaklarının kullanımında kontrolden ziyade hizmet sağlayıcıların bu konuya eğilimini arttırmaktadır [20].

Otomasyonun tanımlanmış olan 2 önemli amacı; *sistem emniyetinin geliştirilmesi* ve *sistemin verimliliğinin artmasıdır*.

Sistem emniyetiyle kapsamakta olan hedefler;

- İnsan-bilgisayar arabirimleri ve geliştirilmiş veri haberleşmesi sayesinde insan hatalarını en aza indirmek.
- Radar ve uydu esaslı sistemler sayesinde izlemeyi arttırmak.
- Meteoroloji verilerini geliştirmek.
- Ekipman güvenilirliğini yükseltmek.
- Sistemin aşırı yüklenmesini önlemek.

Sistemin verimliliği ile kapsanmakta olan hedefler ise;

- Gecikmeleri en aza indirmek.
- Kullanıcı tercihlili yörüngelere olanak sağlamak.
- Verimli yakıt tüketimini sağlamak.
- Bakım maliyetlerini azaltmak.
- İşgücü verimliliğini geliştirmektir [20].

Bölgelere ve kullanıcıların ihtiyaçlarına göre farklılıklar söz konusu olduğu için gerçekte CNS/ATM kavramı hakkında çok detaylı bir tanımlanma yapmak zordur. Gelecekte dünya çapında kullanılması kesin olarak düşünülen sistemler, değerlendirilmekte ve sağlayacakları faydalar belgelendirilmektedir. Kesin uygulama için tüm CNS/ATM sistemlerinin analiz edilmesi ve sonuçlarının başarılı bir şekilde doğrulanmış olması gerekirken, bu çözümlerin başarısı da şimdiden garanti edilmektedir [9].

Sistem üzerinde tüm çalışmalar tamamlandıktan sonra ICAO standartları doğrultusunda yetersizlikleri ortadan kaldırması beklenen tüm dünyada kullanılacak FANS veya diğer bir deyişle CNS/ATM sistemleri ve sağlayacağı yenilikler bu bölümde kapsamlı bir şekilde tanımlanmaktadır .

4.1 Haberleşme (Communication)

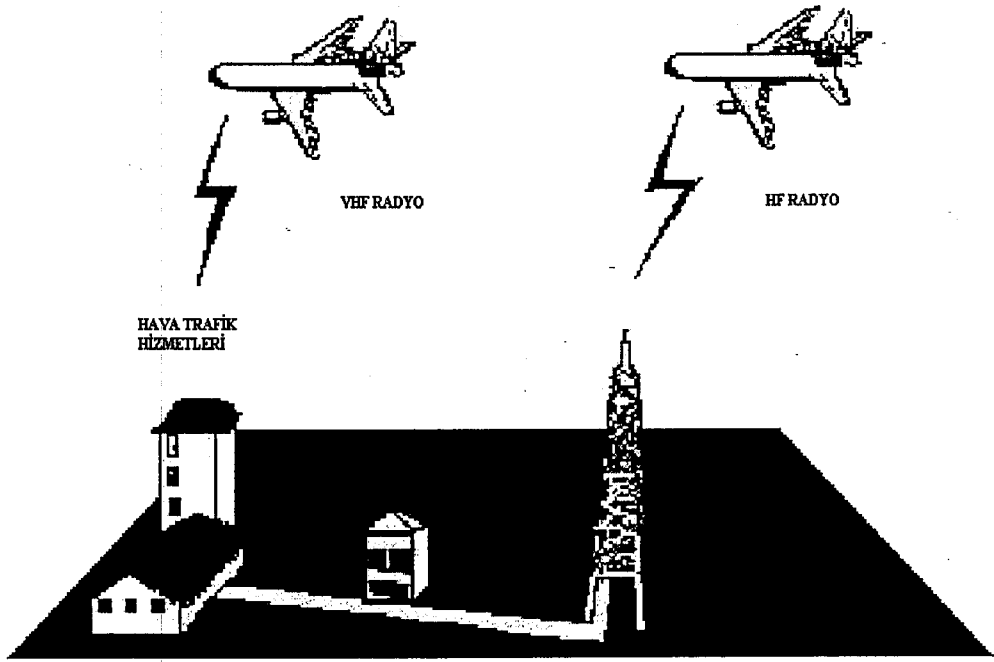
Haberleşme, hava trafik hizmetlerinin yerine getirilmesinde en önemli bölümlerden biridir. Havacılık haberleşme hizmetlerinin esas hedefi, seyrüseferin emniyetli, düzenli ve verimli bir şekilde gerçekleşmesi için gerekli haberleşme ve seyrüsefer yardımcılarının sürekli olarak hazır ve güvenilir olmalarının sağlanmasıdır.

Havacılıkta haberleşme ortamı, yerde, havada ve uzayda seyrüsefer yardımcılarının kullanımını kapsayan geniş menzilli faaliyetleri ve ortak teknik gereksinimlerin, özelliklerin ve prosedürlerin gelişimini içermektedir.

Haberleşme hizmetleri, Sabit Havacılık Hizmeti (AFS-Aeronautical Fixed Service) ve Mobil Havacılık Hizmeti (AMS-Aeronautical Mobil Service) olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. AFS, sabit noktalar arasında ya da iki hava trafik hizmet birimi veya meteoroloji yer istasyonları ile hava trafik kontrol kulesi gibi yer istasyonları arasındaki haberleşme, AMS ise uçaklar ya da uçak ve ATS birimi gibi sabit havacılık istasyonları arasındaki haberleşme ile ilgilidir [12].

4.1.1 Güncel sistemlerin yetersizlikleri

Günümüzde yer ve hava arasındaki sesli haberleşmenin büyük bir bölümü kısa menzilli haberleşmede VHF, uzun menzilli haberleşmede HF radyo frekansları üzerinden gerçekleştirilmektedir (Şekil 4.2) [12]. Ancak yapılan bilimsel çalışmalar, hem teknik hem de insan faktörleri yönünden sesli haberleşmenin yetersizliklerini ortaya koymaktadır.



Şekil 4.2. Mevcut haberleşme sistemleri [12].

Belli bir görüş menzili dahilinde yayını (VHF), kullanılabilir frekansların eksikliği, düşük güvenilirlik / kalite (HF) ve bakım sorunları sonucu ortaya çıkan sınırlamalar sistemin başlıca teknik yetersizlikleridir. Sesli radyo haberleşmesinde insan faktörü konusundaki yetersizlikler ise 'readback /hearback'

problemleri başlığı altında toplanmıştır [21]. Ayrıca son 20 yıldır hava trafik hizmetlerinin VHF üzerinden yapılması nedeniyle kanal tıkanıklığı problemi yaşanmaya başlamıştır.

Ses esaslı olarak gerçekleşen haberleşmede kimi zaman çeşitli nedenlerle sinyal bozulmalara uğrayabilmektedir. Bu durumda mesajın anlaşılması veya yanlış yorumlanması gibi sonuçlarla karşılaşılabilir [22].

Bu yetersizlikler için verilebilecek en iyi örnek 1977 yılında Tenerife'de gerçekleşen ve yaklaşık 600 kişinin hayatını kaybetmesiyle sonuçlanan üzücü bir kaza haberidir. Bu olay, hava trafik kontrolörü ile KLM ve PanAm şirketlerinin iki mürettebatı arasında "to" ve "two" kelimelerinin HF ses bağlantısından kaynaklanan yanlış anlaşılma sonucu meydana gelmiştir [23]. Dil ve düşük kaliteli radyo haberleşmesi probleminden doğan bu ve bunun gibi sorunları önlemek için ICAO, kokpitte ve ATC merkezlerinde ekranlardan mesajların açıkça görülebileceği uydu destekli iletişim sistemini geliştirme planlarını hızlandırmıştır.

Yapılan çalışmalar, ses yolu ile haberleşmeden veri hattı haberleşmesine geçişin başarılı bir şekilde tamamlanmasının oldukça zaman alacağını kanıtlamaktadır. Bu çalışmalar esas olarak yeni teknolojinin karmaşıklığına bağlıdır [21].

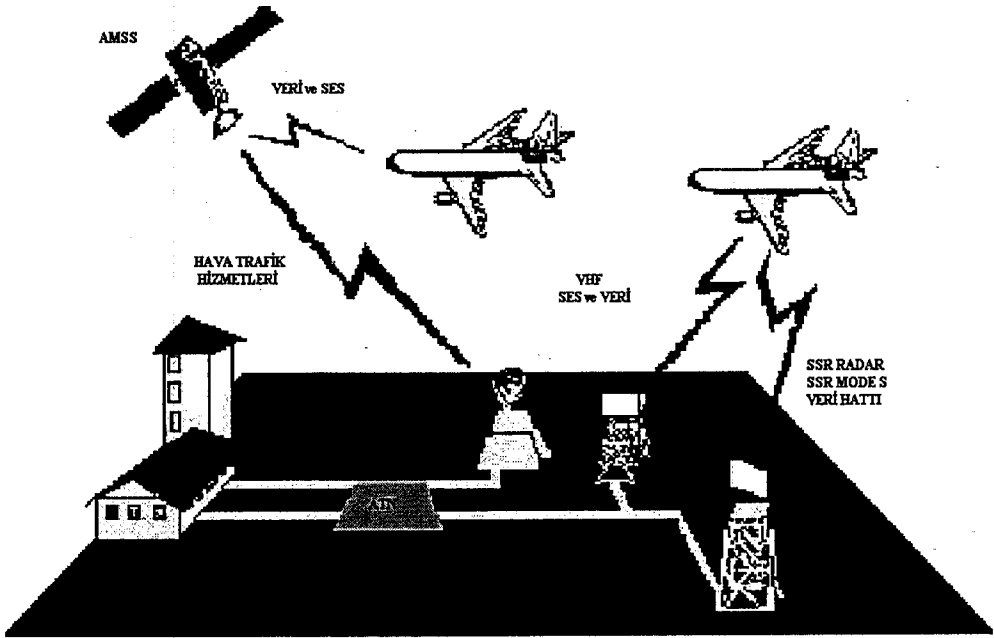
4.1.2 Gelecekteki haberleşme sistemleri

Havacılıkta uydu teknolojisinin en önemli uygulaması, hava trafik yönetim amaçlarına uygun haberleşme hizmetlerinin sağlanması olacaktır. Hava trafik yönetimi, uçuşun planlanması sürecine ve havaalanı operasyonları için bilginin tam zamanında ve doğru olarak iletimine bağlıdır.

Artan hava trafiği ile birlikte mevcut sistemler, ilave talebi ve hızlı, anlaşılır iletim ihtiyacını karşılayabilmek için modernize edilmelidir. Bu modernizasyon, mevcut VHF spektrumunun daha iyi kullanılmasını ve sayısal teknolojiyi kullanan iletişim ağı içerisinde birbiri ile uyumlu sistemlerin eski donanımla yer değiştirmesini gerektirmektedir [24].

Haberleşme için FANS kavramının esası, kontrolör ve pilot arasındaki sesli haberleşmenin veri hatları ile desteklenmesidir [25]. Veri hattı sistemi, pilot ve kontrolör arasında sayısal bilginin otomatik olarak transfer edilmesi ile geleneksel sesli haberleşmenin yerini almak üzere tasarlanmıştır [20].

Gelecekte haberleşme, seyrüsefer ve izleme sistemleri, uydu teknolojisini daha fazla kullanıyor olacağından günümüzde kullanılan sistemlerden büyük farklılıklar söz konusudur (Şekil 4.3). İleri hesaplama yöntemlerinin aşama aşama uygulanmasıyla birlikte sayısal veri teknikleri kullanılarak bilginin transfer edilmesi sayesinde daha büyük bir mali etkinlik kazanılmış olacaktır [12].



Şekil 4.3. Gelecekteki haberleşme sistemleri [12].

Gelecekte yerde ve uçakta kullanılacak sistemler için evrensel olarak onaylanmış olan teknik standartlar, pilot ve kontrolör arasında “uçtan uca haberleşme” olarak adlandırılmıştır. Hava-yer veri haberleşmesi için düşünülen uçtan uca haberleşme yapısı, oldukça karmaşıktır ve genel olarak üç bölümden oluşmaktadır.

- **Hava veya Uçak Bölümü:** Uçuş Yönetim Sistemi (FMS-Flight Management System), mesajları oluşturmak için uçuş mürettebatı ara birimleri,

mesaj göstergesi ve yazıcı gibi uçakta bulunan sistemlerden oluşmaktadır. Bu sistemler uçaktaki haberleşme ağı sayesinde birbiri ile bağlantılı olacaktır.

- **Haberleşme Bölümü:** Uçak ve yer arasında fiziksel bağlantıyı sağlamak için havadaki ve yerdeki alıcı/vericiler, haberleşme uyduları ve diğer alt yapılardan oluşmaktadır.

- **Yer Bölümü:** Yerdeki uç sistemlerden oluşmaktadır. Bunlar Uçuş Veri İşleme Sistemi (FDPS-Flight Data Processing System) gibi veri işleme sistemleridir. Bu sistemler yer servis ağları (network) sayesinde birbirleri ile bağlantılı olacaktır.

Yeni haberleşme teknoloji ve prosedürlerin uygulanmasına öncelikle havacılık işletim, idari ve yolcu haberleşmesi alanında başlanmıştır. Hava trafik yönetimi için sayısal hava-yer haberleşmesi ve mobil uydu hizmetlerinin gelişimi sayesinde önemli potansiyel sağlanacaktır [13].

Veri haberleşmesinin kullanılmasıyla birlikte CNS/ATM ortamında sesli haberleşme sadece emniyetle ilgili kritik kontrol talimatları için pilotlar ve kontrolörler arasında yapılmaya devam edecektir. Ancak ekipman arızası ve veri hattı donanımlı olmayan uçaklar için yedek haberleşme aracı olarak hizmette kalacaktır. HF sesine olan güvenin de uydu ve HF veri hatlarının kurulmasının bir sonucu olarak giderek azalması beklenmektedir [26].

4.1.3 Veri hattı

Küresel veri hattı haberleşmesi, ARINC (Aeronautical Radio Incorporated) ve SITA (International Society for Aeronautical Telecommunications) gibi iki veri hattı hizmet sağlayıcısı tarafından gerçekleştirilmektedir. ARINC tarafından Havayolu Haberleşmeleri Adresleme ve Raporlama Sistemi (ACARS-Airline Communications Addressing and Reporting) kullanılmaktadır [12].

ACARS sistemi, havacılık işletim kontrolü için VHF veri hattı olarak tanındığında gerçekte 1978 yılından bu yana ticari havacılık için veri hattı sistemleri kullanılmaktaydı. Burada dikkat edilmesi gereken veri hattı

teknolojisinin havacılık operasyonlarında 20 yılı aşkın bir süredir var olmasına rağmen CNS/ATM yeteneklerinin tanınmasında bir vasıta olarak ortaya çıkmış olmasıdır [18].

Günümüzde ARINC 622 ve ARINC 623 standartları ile tanımlanan uygulamalarla ACARS kullanılarak hava trafik hizmetleri sağlanmaktadır [26].

ARINC 623 standardı, ACARS veri hattı üzerinden karakter olarak tanımlanan ATS mesajları için kullanılmaktadır. ARINC 623 standardında kullanılan mesaj kod ve kısaltmaları Ek 1'de gösterilmiştir. Bu şekilde gerçekleştirilen hava trafik hizmet uygulamaları:

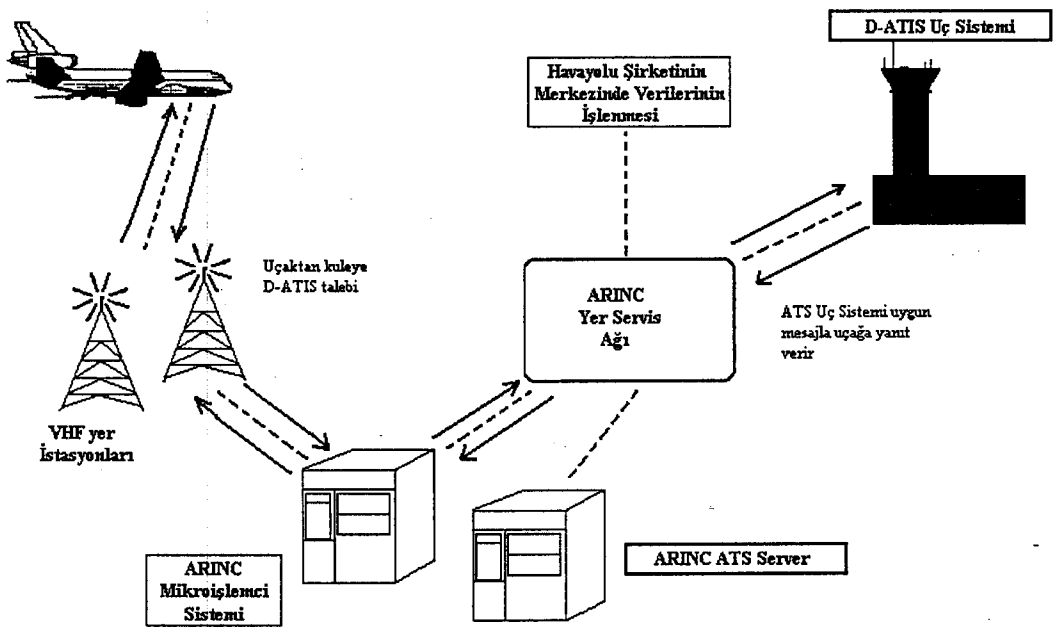
- Otomatik Terminal Bilgi Hizmeti (ATIS-Automatic Terminal Information Service),
- Kalkış müsaadesi,
- Okyanus müsaadesi,
- Uçuş sistemi mesajı,
- Pilotlar için terminal meteoroloji bilgisi (TWIP-Terminal Weather Information for Pilots),
- Taksi müsaadesi [27].

ARINC 622 standardı ise ACARS hava-yer ağı üzerinden ATS veri hattı uygulamalarıdır. Bu standart ile tanımlanan hava trafik hizmet uygulamaları:

- ATS Tesis Bildirimi (AFN-ATS Facilities Notification),
- Otomatik Bağımlı İzleme (ADS-Automatic Dependent Surveillance),
- Kontrolör/Pilot Veri Hattı Haberleşmesi (CPDLC-Controller/Pilot Data Link Communications)'dir [26].

ACARS, karakter olarak tanımlanmış mesaj formatını kullanarak VHF radyo frekansları üzerinden hava-yer bağlantısını desteklemektedir. Uçuş

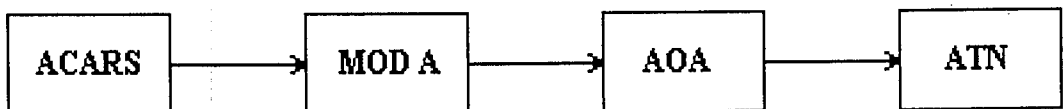
mürettebatının manuel olarak girdiği veriler veya uçaktaki elektronik ekipman ve sensörler tarafından üretilen mesajlar, ACARS yönetim birimi tarafından formatlanmaktadır. Daha sonra bu mesajlar, VHF veri hattı kanalları kullanılarak yer istasyonlarına iletilir ve buradaki işlemci, mesajları uygun formata dönüştürerek uçuş operasyon merkezlerine gönderir. Bu şekilde ACARS hizmeti giderek hava trafik hizmet mesajlarının alınması ve iletilmesi için de kullanılmaya başlamıştır [12]. Şekil 4.4'de uçaktan kuleye gönderilen ATIS bilgi talebi ve kuleden uçağa gönderilen cevabın izlediği yol örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.4. ATIS bilgisinin dağıtılması [28].

Hava taşımacılığına uygun küresel haberleşme ve bilgi işleme hizmeti sunan uluslararası organizasyon SITA da benzer şekilde ACARS ile teçhizatlı uçaklara AIRCOM olarak adlandırılan bir hizmet sağlamaktadır [25].

CNS/ATM ortamında uçak haberleşmesi için geçiş aşamasındaki yapı;



olarak tanımlanmıştır.

ACARS: Uçaktaki sistemler ve yer sistemleri arasında karakter olarak tanımlanmış (ARINC 623) veri haberleşmesi.

Mod A: VHF Sayısal Radyo (VDR-VHF Digital Radio) içerisine MODEM yerleştirilerek elektrik tertibatındaki değişim.

AOA : VDL Mod 2 hava/yer veri hattı üzerinden ACARS mesajlarının iletilmesi.

ATN : Sayısal olarak tanımlanmış mesaj iletimi için özel yapı [29].

CNS/ATM haberleşme elemanlarının en az yazılım güncellemesi ile düzgün bir şekilde karakter olarak tanımlanmış mesaj protokollerinden bit olarak tanımlanan protokollere geçişi gerekmektedir. Bu yaklaşım, ARINC 622 ve 623 protokolleri ve en sonunda ATN'e geçişi tanımlamaktadır. Geçiş periyodu süresince de hava trafik hizmet sağlayıcıları bireysel olarak veya bölgelere göre ARINC 622, ARINC 623 ve ATN kullanarak hizmet verebilirler [26].

Gelecekteki haberleşme için genel olarak VHF Veri Hattı (VDL-VHF Data Link), Mode S, Havacılık Mobil Uydu Hizmeti, HF Veri Hattı ve Giriş Hattı (Gatelink) olmak üzere 5 farklı hava-yer sistemi geliştirilmiştir.

- **VHF Veri Hattı (VDL):**

Havacılık işletim ve idari haberleşmelerinde yıllardır kullanılmakta olan bu sistem, kapasite ve sistem güvenilirliğini arttırarak daha ileri uygulamalar sağlamak üzere geliştirilmiştir [13].

Son 20 yıldır hizmet sağlayan ACARS'ın kapasitesinin sınırlı olması ve veri hattı haberleşmesi için uygun olmaması nedeniyle ICAO, hem ACARS'ın yerini alacak hem de hava trafik kontrol veri hattı hizmetlerini destekleyecek olan hava/yer haberleşme sistemi VHF Veri Hattını (VDL-VHF Data Link) tasarlamıştır. Mod 1,2,3 ve 4 olmak üzere dört tip VDL geliştirilmiştir.

VDL Mod 1 ve Mod 2, sadece veri haberleşmesini desteklemektedir. VDL Mod 3, sesli haberleşmelerin sayısallaştırılmasıyla mevcut analog ses haberleşmesinin yerini alırken aynı zamanda veri haberleşmesine imkan sağlayacaktır. VDL Mod 4 ise, Otomatik Bağımlı İzleme (ADS-B Automatic Dependent Surveillance Broadcast) ve havada çarpışmayı önleme uygulamalarının eklenmesiyle diğer 3 moddan oldukça farklı bir şekilde geliştirilmektedir [24].

Yeni biçimiyle VDL, işlek hava sahalarında ICAO standartlarına uygun olarak otomatik bağımlı izleme ve kontrolör-pilot arası veri hattı haberleşmesini desteklemesi açısından ACARS'tan 10 kat daha fazla kapasite sağlayarak hizmette olacaktır [25].

- **Mode S:**

Mode S, İkincil İzleme Radarının (SSR-Secondary Surveillance Radar) gelecekteki jenerasyonu olarak geliştirilmiştir. Esas işlevine ek olarak veri hattı yeteneği sağlamaktadır.

Havada Çarpışmayı Önleme Sistemi (ACAS-Airborne Collision Avoidance System) ile teçhizatlı uçaklar arasında havadan havaya haberleşme sağlamak üzere kullanılmaktadır. Mode S sisteminin oldukça yoğun trafiğe sahip kıtasal bölgelerde kullanılması beklenmektedir [13].

- **Havacılık Mobil Uydu Hizmeti:**

Haberleşme uyduları yıllardır iletişim amacıyla kullanılmaktadır ve pek çok havayolu şirketi uydu haberleşmesini kullanarak yolcuların telefon hizmetini sağlamaktadır. Bu uyduların hemen hemen evrensel kapsama alanına sahip olması nedeniyle teorik olarak HF sesli haberleşmenin yerini alması beklenmektedir. Havacılık mobil uydu hizmeti (AMSS-Aeronautical Mobil Satellite System), hem ses hem de veri haberleşmesi sağlamaktadır [13].

- **HF Veri Hattı:**

Modern teknoloji ile HF bandındaki yayılım problemlerinin bir miktar üstesinden gelinmiştir. Bu sistem, günümüzdeki haberleşme uydularının kapsama

alanı dışında kalan özellikle kutupsal bölgelerde kullanılmak ve uzun menzilli haberleşme gereksinimlerinin karşılanması için uydu haberleşmesine ilave olarak geliştirilmektedir [13].

- **Giriş Hattı (Gatelink):**

Bu sistem, park etmek üzere olan bir uçağa hızlı bir şekilde veri iletimi sağlamak üzere tasarlanmış veri hattıdır.

Uçtan uca bu farklı sistem elemanları arasında işlevselliği sağlayacak olan haberleşmenin en önemli elemanı Havacılık Haberleşme Ağı (ATN-Aeronautical Telecommunication Network)'dır [13].

4.1.3.1 Veri hattı kullanımı ile sağlanacak faydalar

CNS/ATM ortamında veri hattı kullanımı sayesinde bilgisayarlar arası sayısal haberleşme olanağı sağlanacaktır. Bu sayede iki kullanıcı arasında sayısal mesajların transfer edilmesi gerçekleştirilecektir [18]. Veri hatları, gerekli ATC otomasyonunu arttırarak bilgisayarlar arası havadan yere haberleşmeye ve aynı zamanda uçuş yönetim sistemi ve ATM sistemleri arasında karşılıklı veri değişimine imkan tanıyacaktır. Bu yetenekleri hava sahası kapasitesinin ve verimliliğinin artmasını sağlayacaktır [12].

Son 20 yıldır hava trafik hizmetlerinin VHF üzerinden gerçekleşmesi nedeniyle yaşanan kanal tıkanıklığı problemi de sayısal tekniklere geçiş sayesinde ortadan kalkmış olacak ve VHF kapasitesi fiilen artacaktır. Mevcut sistemlerin en büyük yetersizliklerinden biri de kontrolör ve pilot arasındaki haberleşmenin başarısız olması veya mesajın yanlış yorumlanması durumlarıdır. Gelecekte veri hattı kullanımının yaygınlaşması ile bu problemin de ortadan kalkması hedeflenmiştir [20].

Ses esaslı olarak gerçekleşen haberleşmede sinyal çeşitli nedenlerle bozulmalara uğrayabilmektedir. Bu durumda mesajın anlaşılmaması veya yanlış yorumlanması gibi sonuçlarla karşılaşılabilir. Veri hattı kullanımı ile mesajın binary 1 ve 0 olarak alınması hataları ortadan kaldıracak, mesaj işleme

kapasitesi sayısal veri mesajları sayesinde artırılabilir ve bu şekilde daha fazla uçak pozisyon raporu çözülmüş olacaktır [20].

Veri hatlarının özellikle işlek hava sahalarında kullanımının yaygınlaşması uçuşun daha emniyetli gerçekleşecek olması açısından da önem kazanmaktadır [20]. Hava trafik yönetim amaçları için veri hattı kullanımı sayesinde uçaktaki sistemlerden yerdeki ATM birimlerine daha doğru bilgi ulaşmasıyla verim artacaktır. Özellikle işlek havaalanlarında sesli haberleşmenin yerini alarak gelecekte kontrolörlerin iş yükünü %50 oranında azaltacaktır. Hava ve yer arasında veri haberleşmesinin kullanılması ile potansiyel hataların ortadan kalması bu sayede de emniyet ve kapasitenin artması sağlanacaktır [13].

Hava trafik hizmeti uygulamaları stratejik, taktik veya her iki haberleşme tipinin kombinasyonunu destekleyebilmelidir. Genişletilmiş uçuş bilgi hizmeti, meteoroloji grafikleri, özel hava sahası kullanım bildirimleri, trafik bilgi hizmeti, yüzey faaliyet kontrolü ve yardımcı uçuş planlama ve akış yönetimi gibi geniş kapsamlı hava trafik ve uçuş bilgi hizmetleri, veri hattı kullanımı sayesinde artırılmış olacaktır [12,26].

- **Meteoroloji Bilgisi:** Pilotun yer esaslı sistemlerden doğrudan meteorolojik bilgiye ulaşabilmesi mümkün olacaktır. Olumsuz hava koşulları ile ilgili uyarılar, hızlı bir şekilde pilotlara iletilecek ve uçakta yapılan ölçümler, ya istek üzerine ya da düzenli olarak yere transfer edilebilecektir [12].

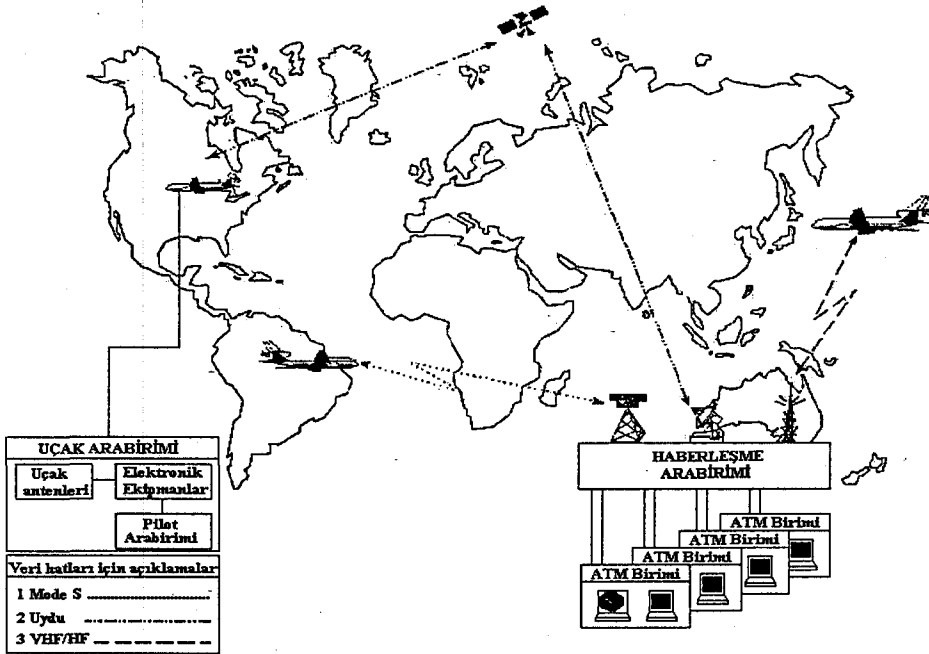
- **Havacılık Bilgisi:** Günümüzde Otomatik Terminal Bilgi Hizmeti (ATIS), VHF üzerinden ses yayını yoluyla verilmektedir. Bilgi yayını genellikle 1 dakikadan daha kısa sürmektedir ve hava durumu koşulları, kullanımdaki pistler, uçuşun kalkış, yaklaşma ve iniş safhalarını etkileyen diğer bilgileri içermektedir. Kaydedilen mesaj, yeni bilgi hazır olduğunda güncellenmektedir.

ATIS için veri hattı kullanıldığında mesajlar, VHF veya uydu veri hattı yoluyla kokpite iletilmek üzere sayısal veri olarak hazırlanacaktır. Kokpitte alınan bilgi ekran üzerinde otomatik olarak gösterilecek ve gerektiğinde bakılmak üzere

çıktısı alınacaktır. Bu sayede uçuş mürettebatının iş yükü ve iletilmiş bilgideki belirsizlik azalacaktır [30].

- **Hava Sahası Bilgisi:** Veri hattı yolu ile iletilen hava sahası bilgisi, minimum emniyet irtifa uyarılarını ve hız kısıtlamalarını kapsayacaktır. Kontrollü ya da tahditli sahalara pilotun izin almaksızın girmemesi için otomatik olarak uyarı sağlayacaktır [12].

- **Seyrüsefer Bilgisi:** Modern radar veri işleme sistemleri, hem saklanan ilgili verileri, hem de uçağın o anki ve tahmin edilen pozisyonları ile ilgili verileri dinamik veri olarak değerlendirecektir. Seyrüsefer bilgisi bu veriden çıkartılacak ve pilotun isteği üzerine veri hattı yoluyla uçağa raporlanacaktır [12].



Şekil 4.5. Veri hatlarının sağlayacağı faydalarla gelecekteki haberleşme sistemi [12].

4.1.3.2 Hava/Yer veri hatları

1) VHF ACARS:

ACARS, 2.4 kbps'da çalışan ve önceden tanımlanmış sekiz VHF frekansından birini kullanan sayısal veri hattıdır. Esas olarak havacılık işletim kontrol mesajları için planlanmış ve başlangıçta uçaklara yerleştirilen analog VHF

radyo alıcıları kullanarak uygulanmıştır. Ancak şimdilerde ATC mesajları için ARINC 622 ve ARINC 623 standartları kullanılmaktadır [26]. Günümüzde 5000'den fazla uçak ACARS ile teçhizatlandırılmıştır [25].

Avantajları;

- Bir çok ticari operatör tarafından kullanımdadır,
- ARINC ve SITA tarafından onaylanmıştır,
- Alışlagelmiş mesajlar için sesli haberleşme azaltılmıştır,
- Dil ve anlaşılabilirlik problemlerinin üstesinden gelmiş olarak sesli haberleşmeden daha az belirsizlik söz konusudur,
- Onaylanmış uluslararası standartlar ile çalışır.

Dezavantajları;

- ICAO onaylı SARP'lar mevcut değildir (ATN uyumlu değil),
- Bazı mesajlar gecikmektedir veya yanlış sırada ulaşmaktadır,
- Amerika'da ACARS 2002 ile 2004 yılları arasında gerekli yeterliliğe sahip olacaktır [18].

2) VHF Mod 2

VHF Mod 2, havacılık mobil yol hizmeti için tahsis edilmiş 118 -137 MHz aralığında VHF bandında çalışan ATN'in mobil alt şebekesidir. 25 KHz'lik aralıklarla dizilmiş kanal içerisinde 31.5 kbps'lık veri hızını sağlar [18]. Bu sayede VHF ACARS'tan kanal başına 10 kat daha fazla kapasite sağlayacaktır. Genel olarak 2005 yılına kadar yüksek yoğunluktaki trafik alanlarında kullanılan ACARS haberleşmesini destekleyecektir [25].

Avantajları;

- ATN uyumludur (2002 yılından itibaren),

- ACARS ve VDL Mod 1 ile karşılaştırıldığında daha yüksek veri hızı, geliştirilmiş kapasite ve spektrum verimliliği sağlar,
- ATS uygulamaları için uygun olarak düşünülmüştür.

Dezavantajları;

- VHF bandının kullanımı ve kısa menzili nedeniyle yer istasyonunun menzilini sınırlandırır,
- VHF bandındaki diğer hizmetlerle karışma olasılığı gecikmeye neden olabilir [18].

3) SATCOM-ACARS

Uygun elektronik ekipmanlarla donanımlı uçak, mesaj iletimi için ACARS protokollerini kullanarak Inmarsat Havacılık Mobil Uydu Hizmeti yoluyla SATCOM hava/yer veri hattı hizmetini kullanabilir.

SATCOM, lokal yer istasyonlarının kurulmasını gerektirmediğinden VHF veri hattından farklıdır. Genel olarak 80° kuzey enlemi ve 80° güney enlemi arasında sürekli kapsama alanı ile uçağa bilgi sağlamaktadır.

İlk SATCOM hizmeti, VHF ACARS veri hızından dört kat daha düşük olarak saniyede 600 bitlik bir hızını desteklemiştir. Uçak üzerinde yerleştirilmiş olan havacılık mobil uydu hizmeti (AMSS) elektronik ekipmanları, saniyede 10.5 kbps'a kadar veri hızıyla bağlantı sağlama yeteneklidir.

Avantajları;

- SATCOM ACARS, hem ATC hem de AOC mesajlarının iletimi için kullanılabilir,
- İlk olarak telefon görüşmeleri ile yolculara hizmet sağlayarak havayolu işletmelerine gelir getirecektir,
- ATC amaçları için ses haberleşme kanallarını azaltacaktır,

- Uzak bölgelerde yüksek kaliteli haberleşme sağlayacaktır,
- 3000'in üzerindeki ses ve veri kanalı şimdilerde dünyanın pek çok yerinde havayollarına hizmet vermektedir.

Dezavantajları;

- Mevcut SATCOM veri hattı hizmeti, sadece Inmarsat geostationary uydularda mevcuttur ve geostationary uyduları kutupsal bölgelerde kullanmak mümkün değildir,
- Maliyetinin düşük olmasına rağmen VHF'e oranla pahalıdır.
- ATN uyumlu değildir [18].

4) HF Veri Hattı

HF veri hattı (HF DL-HF Data Link), havacılık mobil yol hizmeti için tahsis edilmiş olan 2.8 ilâ 22 MHz aralığında HF bandında çalışan ATN'in mobil alt şebekesidir. HF yayınının yetersizliklerini azaltmak için;

- Coğrafik olarak ayrılmış ve ağ haline dönüştürülmüş yer istasyonları,
- HF bandı için ayrılmış frekansları kullanarak frekans farklılığı,
- Mevcut frekansların otomatik frekans yönetimi,
- HF kanalındaki bozulmaları telafi etmek için sayısal sinyal işleme,
- Yayınım koşullarına bağlı olarak veri hızının otomatik seçimi kullanılmaktadır.

HF veri hattında saniyede 300, 600, 1200 ve 1800 bitlik veri hızı kullanılabilir.

Avantajları;

- ATN uyumludur,

- Kutupsal bölgeleri kapsayan geniş kapsama alanına sahiptir. HF ses haberleşmesi ile karşılaştırıldığında otomatik çalışması nedeniyle uçuş mürettebatının katılımını gerektirmez.
- SATCOM'a bağımsız destek sağlar ve SATCOM'dan daha düşük maliyetlidir.

Dezavantajları;

- Düşük veri kapasitesi,
- Henüz ATC için operasyonel olarak hizmette değildir [18].

5) INMARSAT 3

Inmarsat 3, 600, 1200 bps veya 10.5 kbps hızda çalışan Inmarsat Geostationary Yörünge uydularının farklı kanallarından birini kullanan sayısal veri hattıdır. ATC ve havayolu işletim kontrol mesajları için planlanmıştır. Hem acil sesli ATC mesajlarını hem de yolcu telefon haberleşmesini sağlamaktadır .

ARINC 622 protokollerini kullanarak ATC için ADS ve CPDLC'yi kapsayan ve ATN ile uyumlu bir uydu hizmetidir [12,18].

Avantajları;

- Geniş bir kapsama alanına sahiptir ve ticari birkaç operatör tarafından kullanılmaktadır,
- Esasen geniş gövdeli uçaklar üzerinde yerleştirilmek üzere planlanmıştır,
- Uydu hizmeti ICAO SARP'larına uygundur,
- ICAO SARP'ları olmaksızın ARINC (ACARS) ve SITA (AIRCOM) sayesinde abonelik hizmeti mevcuttur,
- Çok az yatırım gereklidir,
- Alışıl gelmiş mesajlar için HF ses haberleşmesini azaltır,

- Okunabilirlik, dil ve anlaşılabilirlik problemlerinin üstesinden gelmiş olarak HF sesinden daha az belirsiz ve hızlıdır,
- Onaylanmış endüstriyel standartlar ile çalışır.

Dezavantajları;

- Uçak donanımları, elektronik olarak yönlendirilebilir büyük anten gerektirir.
- Kutupsal bölgeler ve yüksek enlemler kapsama alanında değildir,
- Mesaj maliyetleri önemlidir.
- ATN uyumlu olmayan mevcut ACARS ve AIRCOM hizmetleri ile bazı mesajlar gecikmiş veya yanlış sırada ulaşmış olabilir [18].

6) CPDLC

CPDLC, ATC mesajları için veri hattı kullanarak kontrolör ve pilot arasında haberleşme sağlar. Bu uygulama, telsiz haberleşmesinde kullanılan frezyolojiye uygun izin/ bilgi/ istek mesaj elemanlarını içermektedir.

Kontrolör, CPDLC yolu ile seviye tahsis etme, yatay sapmalar, yol izni ve değişiklikleri, hız tahsis etme, radyo frekans atamaları ve bilgi isteklerini sağlayacaktır. Pilot, mesajları cevaplandırmak, müsaade ve bilgi istemek, rapor vermek ve acil durum bildirmek veya iptal etmek için CPDLC yeteneğinden faydalanacaktır.

Kontrolör ve pilot aralarında haberleşme sağlarken 'serbest metin' mesajlarının karşılıklı değişimini gerçekleştirecektir. CPDLC yoluyla gönderilen mesaj, alıcının uygun mesajı seçmesi ve iletimi gerçekleştirmesinden oluşmaktadır. Pilot veya kontrolör, ya tanımlanan mesaj grubunu veya serbest metin mesajını ya da her ikisinin kombinasyonunu kullanarak veri mesajlarını başlatacaktır. Yerdeki ve uçaktaki sistemler, mesajların uygun şekilde gösterilmesi, gerekli olduğunda çıktılarının alınması ve yine gerektiğinde incelenmesi için saklanmasına imkan sağlamaktadır.

Her CPDLC mesajı; acil durum, tehlike uyarısı ve cevap olmak üzere üç özelliğe sahiptir [31].

Avantajları;

- Hatalı mesaj alımı azaltıldığı için arttırılmış emniyet,
- Kanal tıkanıklığı probleminin azalması,
- Hem kontrolör hem de pilot için telsiz haberleşmesinden kaynaklanan iş yükünün azaltılması,
- Haberleşmede yanlış anlama nedeniyle yeniden iletimlerin azalması,
- Yerdeki ve uçaktaki sistemler arasında hızlı ve verimli bağlantılar.

Dezavantajları;

- Hızlı ve verimli mesaj iletimini sağlamak üzere insan makine ara birimlerine etkili sonuçlar için yüksek derecede gereklilik,
- Tam olarak fayda sağlayabilmek için uçuş veri işleme sistemlerinin yer otomasyonu ile uygun bağlantı gerekliliği,
- İlave iş yükü problemlerini en aza indirmek için karma donanımlı alanlarda karmaşık geçiş prosedürleri zorunluluğu,
- Acil ve olağan durumlar dışında tamamlayıcı olarak sesli haberleşme gerekliliği [18].

7) IRIDIUM Aşama 1: 2003 Yılı için

IRIDIUM, ilk olarak emniyetle ilgili olmayan kara, deniz ve hava haberleşmesini sağlamak üzere planlanmıştır. Daha sonra ATC ve havayolu işletmeleri AOC haberleşmesi için olağan dışı ve acil ATC mesajları, ARINC 622 protokolünü kullanan CPDLC ve ADS mesajları ve ARINC 623 protokolünü kullanan ilk kalkış izni ve emniyet irtifası mesajları eklenmiştir.

Avantajları;

- Kutupsal bölgeleri kapsayan dünya çapında abonelik hizmeti

mevcuttur,

- Daha basit elektronik ekipmanlar ve tüm uçak tiplerine yerleşime imkan sağlayan antenler,
- HF ses haberleşmesini azaltır,
- Okunabilirlik, dil ve anlaşılabilirlik problemlerinin üstesinden gelmiş olarak HF sesli haberleşme mesajından daha az belirsiz ve hızlıdır.

Dezavantajları;

- Mesaj maliyetleri oldukça önemlidir,
- Dünya çapında 56.000 kanalla sınırlandırılmış olarak uygulanmaktadır [18].

8) Geçiş Hattı (GatelinK)

GatelinK, uçak ve iniş yapacağı havalimanı arasında yüksek hızlı bir veri iletimi sağlamak üzere kızılötesi teknolojisi kullanılarak tasarlanmıştır. Uçaktaki bilgisayar ile haberleşmeyi destekleyerek 1 Mbps'lık kapasite sağlayabilir. Bu sistem, uçağın uçuş veri kaydedicileri veya uçuş yönetim sisteminin (FMS-Flight Management System) yüklenmesi vb. gibi büyük miktarda veri transferinin gerekli olduğu uygulamaları desteklemektedir.

Avantajları;

- Operasyonel ve ticari veri değişimini destekler,
- Gerçek zamanlı analizler için uçağın motor ve diğer parametrelerini dahil etmek üzere genişletilmiştir,
- Uçuş yönetim sistemi ve uçuş veri kaydedici sistemlerinin bilgileri temizlemesini otomatikleştirir,
- ACARS'ın yerine ATIS, ilk kalkış müsaadesi ve taksi müsaadelerini iletmek üzere kullanılabilir.

Dezavantajları;

- Doppler etkileri, uçak normal yükseklikteki bir hızla taksiye geçene kadar kullanımını kısıtlayarak uygulamasını etkileyebilir [18].

4.1.3.3 Yer/Yer haberleşmesi

1) Sabit Havacılık Haberleşme Şebekesi (AFTN)

AFTN, ilk teleks sistemlerinden geliştirilmiştir. 5 bitlik teleks alfabesi kullanılmaktadır. Teknolojik olarak gelişmemiş ülkelerde kullanılan bir sistemdir. Aşırı derecede yavaş ve güvenilir değildir [18].

2) Müşterek ICAO Veri Değişim Ağı (CIDIN)

Müşterek ICAO veri değişim ağı (CIDIN-Common ICAO Data Interchange Network), AFTN formatlı mesajlar ile meteorolojik bilgilerin taşınmasını ve CIDIN merkezleri arasında düzenli veri değişimini sağlamaktadır.

Avantajları;

- Güvenilir mesaj transferi sağlar,
- Mesaj uzunluğunda sınırlama yoktur,
- Bir sonraki alt bölümde açıklanacak olan X.25 altyapısının yaygın kullanımına neden olmaktadır,
- AFTN ile uyumludur,

Dezavantajları;

- Küresel standartlarda olmasına rağmen yaygın olarak sadece Avrupa/Kuzey Atlantik Bölgesi ve yakın ülkelerde uygulanmıştır [18].

3) X.25 Şebekesi

X.25 şebekesi, mevcut ve gelecekteki teknolojileri birleştiren haberleşme alt yapısını sağlamaktadır. Çoklu protokol giriş platformları esasına dayanan yazılım ile desteklenmektedir. Esnek bir donanım ve teknoloji ağının

yaygınlaşması, ATM uygulamaları için gerekli uygunluktaki teknoloji ve kapasiteyi sağlayacaktır.

Avantajları;

- Noktadan noktaya bağlantılarda azalma sayesinde düşük maliyet,
- Yeni teknolojiler ve ATN, X.400 intranet gibi platformlara ATM uygulamalarının geçişini kolaylaştıran altyapıya sahiptir,
- Uluslararası veri iletim standartlarını ve gelecekteki protokolleri desteklemektedir,
- Avrupa haberleşme stratejisi ile uyumludur,
- Ses ile kolay bir bütünlük sağlar [18].

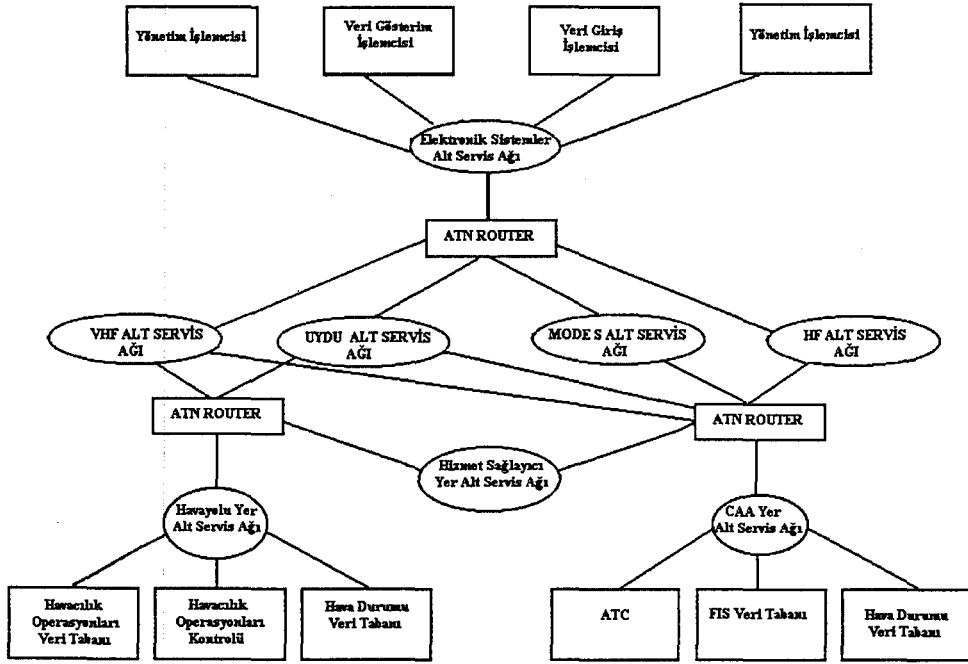
4.1.4 Havacılık haberleşme ağı (ATN)

Hava trafik hizmetleri için hem yerdeki kullanıcılar arasında haberleşme hizmeti sağlayan yer esaslı, hem de havadaki ve yerdeki kullanıcılar arasında haberleşme hizmeti sağlayan hava/yer esaslı servis ağı sistemidir. ATN, küresel hava trafik yönetim sisteminin daha hızlı ve verimli olmasını sağlamak için gerekli haberleşme, seyrüsefer ve izleme yeteneklerini kapsayan FANS'ın en önemli elemanıdır [24]. Sayısal veri haberleşmesi olarak tanımlanmıştır ve;

- Hava Trafik Hizmetleri Haberleşmesi (ATSC),
- Havacılık İşletim Kontrolü (AOC),
- Havacılık İdari Haberleşmesi (AAC),
- Havacılık Yolcu Haberleşmesi (APC),

gibi veri haberleşme hizmetlerini sağlamak üzere tasarlanmıştır [32].

ATN'in temel elemanları, alt servis ağları, özel haberleşme elemanları (router) ve uç sistemlerdir (yönetim işlemcisi, havacılık operasyonel kontrol veri tabanı v.b.) (Şekil 4.6).



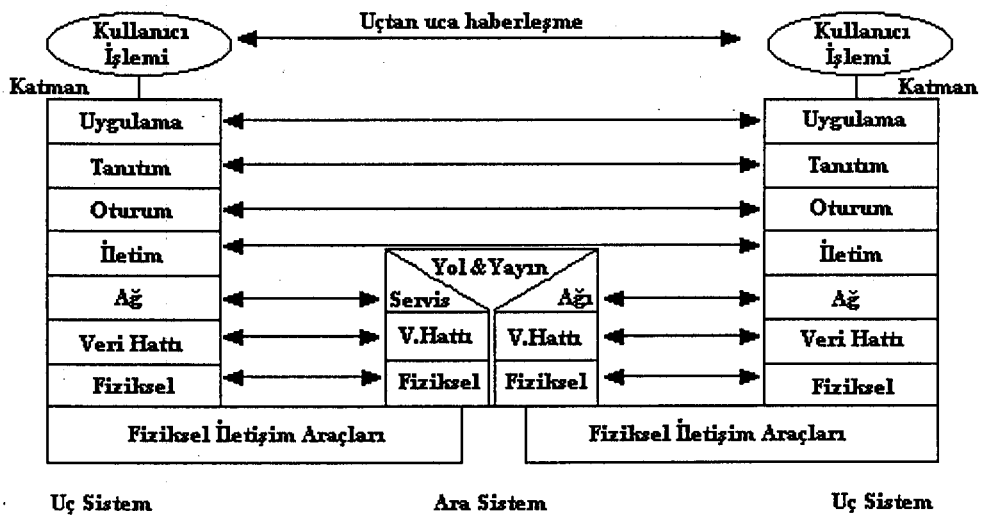
Şekil 4.6. Havacılık Haberleşme Ağı (ATN) [32].

Alt servis ağı, ATN sistemleri arasında bilgi transferi sağlayan fiziksel araçlar için kullanılmaktadır ve belirli bir haberleşme teknolojisi esasına dayanan bağımsız bir haberleşme ağıdır. Yerden-yere (sabit), havadan-yere (mobil) veya uçak alt servis ağları olarak ayırt edilmektedirler. Genel olarak yerel alan ağları (LAN-Local Area Networks) ve geniş alan ağları (WAN-Wide Area Networks) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadırlar. LAN'lar, ATC merkezi veya uçak içerisindeki uç sistemler ile ara sistemleri birbirine bağlamak için kullanılırken WAN'lar, ara sistemler arasındaki daha uzun mesafeli bağlantılar için kullanılmaktadır. Yerden-yere alt servis ağları, ATS merkezlerinin bilgisayarları arasındaki haberleşmeye uygun ağlardır. Mobil servis ağları, AMSS, VHF Veri hattı, SSR Mode S Veri Hattı ve HF Veri Hattı gibi ICAO tarafından standartlaştırılmış birkaç servis ağıdır. Uçak alt servis ağları ise, yer sistemlerine benzer şekilde uçakta kullanılmakta olan çeşitli haberleşme ağlarıdır [32].

Hem uçakta hem de yerde bulunan özel haberleşme elemanları (router), farklı alt servis ağlarının birbirine bağlanmasından sorumludur. Paket olarak

isimlendirilmiş veri mesajlarının, istenen adrese veri hattı yoluyla gönderilmesini sağlayacaktır [32]. Örneğin okyanus hava sahası üzerindeki bir uçağın pozisyon raporu, bir uydu taşıyıcısı kullanılarak transfer edilirken uçak, VHF kapsama alanı içerisine girdiğinde pozisyon verisi VHF veri hattı üzerinden ve Mode S radarın menzili içerisinde olduğu zaman da Mode S veri hattı aracılığıyla iletilmiş olacaktır. Bu sayede VHF kanal tıkanıklığı problemi önemli miktarda azaltılmış olacaktır. [12].

ATN, farklı veri hatları üzerinden havadan yere ve yerden yere sayısal veri değişimini sağlamak amacıyla uluslararası standartlardaki “Birbirine Bağlı Açık Sistemler (OSI-Open Systems Interconnection) referans modeli” prensibini kullanmaktadır (Şekil 4.7). ATN’in hem uç hem de ara sistem elemanları, bu modele göre yapılmıştır. Uç sistemler, ATN uygulamaları için uçtan uca haberleşme hizmetlerini gerçekleştirmek üzere diğer ATN uç sistemleriyle haberleşebilme yeteneklidir. Bu amaçla bir veya daha fazla ATN uygulamasının desteklenmesinde uygun haberleşme hizmetlerini sağlamak amacıyla şekil 4.7’de de görüldüğü gibi maksimum 7 katmandan oluşan bir protokol yapısını içermektedir [32].



Şekil 4.7. OSI referans modeli [32].

Uygulama katmanı, planlanan haberleşme elemanlarının kullanılabilirliğini ve veri bütünlüğünün kontrol edilmesi, hataların düzeltilmesi için prosedürler

üzerinde anlaşma sağlanmasını tanımlamaktadır. Aynı zamanda planlanan haberleşmenin mevcut olması için kaynakların yeterli olup olmadığını da belirlemektedir.

Tanıtım katmanı, bir sistemin uygulama katmanı tarafından gönderilen bilginin diğer sistemin uygulama katmanı tarafından okunabilmesini sağlar. Gerekliğinde çoklu veri gösterim formatları arasında ortak bir veri gösterim formatı kullanarak tercüme yapar. Bu katman, sadece kullanıcı veri formatı ve gösterimiyle değil aynı zamanda bilgisayar programlarında kullanılan veri yapılarıyla da ilgilidir.

Oturum katmanı, bir veya daha fazla tanıtım arasındaki diyaloktan oluşmaktadır. Tanıtma katmanı ve onun veri değişimini yönetmesi arasındaki diyalogu eş zamanlı hale getirir. Buna ek olarak verinin gönderilmesi için hazırlıkları tamamlar.

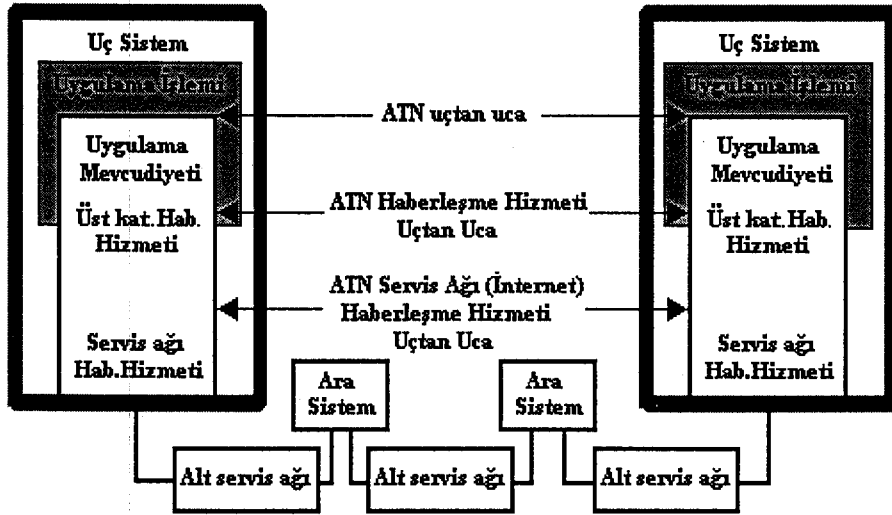
İletim katmanı, güvenilir iletim hizmetinin sağlanmasında hata tespiti, düzeltimi ve bilgi akış kontrolünün kurulması, bakımı ve düzenli bir şekilde tamamlanması ile ilgilidir.

Ağ katmanı, coğrafik olarak farklı alt servis ağları üzerinde yerleştirilmiş olan iki uç sistem arasındaki bağlantıyı ve yol seçimini sağlayan karmaşık bir katmandır.

Veri hattı katmanı, fiziksel bir hat üzerinden güvenilir veri iletimi sağlar. Bu katman, ağ topolojisi, hattın kontrol altında tutulması, hata bildirme, veri dağıtım sırası ve akış yönetimi ile ilgilidir.

Fiziksel katman, uç sistemler arasındaki fiziksel bağlantıyı aktif ve pasif hale getirmek için elektrik, mekanik ve fonksiyonel özellikleri (voltaj seviyeleri, voltaj değişim zamanları, fiziksel veri oranları, maksimum iletim mesafeleri, fiziksel bağlantılar v.b.) tanımlamaktadır [33].

Şekil 4.8'de de bu katmanlar aracılığıyla uçtan uca haberleşme bağlantısı gösterilmiştir.



Şekil 4.8. ATN veri haberleşmesi [32].

ATN’de isimlendirme ve adresleme de OSI referans modeli esasına göre yapılmaktadır. Bu da uluslararası farklı kullanıcılardan oluşan haberleşme sistemi için küresel ATN adres standardını desteklemektedir. İsimler, bir sistem, protokol ve uygulama gibi bilgi amacının tanıtılması için kullanılmaktadır ve genellikle hafızaya ait bir formatta ifade edilirken, adresler doğrudan donanım ekipmanı veya otomatik algoritmalar tarafından kullanılacağı için kodlanmış veya sayısal formatta ifade edilmektedir.

ATN adresleri, mesajı göndereni teşhis etmek, mesajın alıcısını öğrenmek ve servis ağının uç noktaları ve ara noktalarını belirlemek için ATN haberleşme protokolleri tarafından kullanılmaktadır [32].

ATN bu şekilde gelecekte hava trafik yönetimi, genel uçuş bilgi hizmetleri ve yolcu hizmetlerinde kullanılan bilgisayarlar arasında küresel bilgi transferi sağlamak amacıyla havadan yere ve yerden yere farklı haberleşme sistemlerinin birbirine bağlanmasına imkan sağlayacaktır. Diğer bir deyişle sivil havacılık otoriteleri, uçakla hava trafik yönetim sistemi veya uçak sahiplerinin işletme merkezleri ve sivil havacılık otoriteleri ile uçak sahiplerinin işletme merkezleri arasında haberleşmeyi kolaylaştıracaktır [24].

4.1.4.1 ATN'in operasyonel faydaları

ATN uyumlu altyapıya geçiş, aşama aşama gerçekleşecektir. Geleneksel sesli haberleşme sistemleri ile karşılaştırıldığında ATN ve gerçekleştireceği ATM uygulamaları pek çok fayda sağlayacaktır. Bunlar aşağıda maddeler halinde açıklanmıştır.

- Hava trafik yönetiminin daha verimli olması için karşılıklı veri değişimine imkan sağlayacak yerdeki ve havadaki sistemler arasında direk veri haberleşmesinin kazanılması,
- Daha doğru, hatası tespit edilmiş ve yakın gerçek zamanlı bilgi sonucunda kontrolör ve pilot iş yükünü azaltması,
- Azaltılmış iletim ve yorum hataları sonucunda daha iyi anlaşılır bir haberleşme,
- Hava-yer radyo kanallarının daha az kullanılması sonucunda haberleşme kanallarının daha verimli kullanılması,
- Küresel veri haberleşme ağı içerisinde hava veya yer esaslı herhangi iki uç kullanıcının bağlantı olanağı,
- Pilotların, kontrolörlerin ve diğer personelin iş yükünü azaltmak,
- ATSC, AOC, AAC ve APC haberleşmelerini yerine getirmesi nedeniyle çok sayıda haberleşme sisteminin gerekliliğini azaltması [18,32].

4.1.4.2 Uygulanacak bilgi koruma teknikleri

Geleneksel havacılık haberleşmesi açık ve emniyetsiz koşullarda gerçekleştiğinden uluslararası sivil havacılık için bilgi koruma tekniği, oldukça yeni bir konudur. Örneğin; uygun radyo alıcı/vericisine sahip herhangi biri, kontrolör ve pilot arasındaki hava-yer ses haberleşmesi için kullanılan frekanslardan konuşmaları dinleyebilir. Şimdiye kadar, personelin duyarlılığı ve

mevcut prosedürler, haberleşme içerisine ara sırada olsa yapılan müdahaleleri engellemede etkili olmuştur. Yine de CNS/ATM sistemleri içerisinde düşünülmüş olan hava-yer ve yer-yer havacılık haberleşmeleri için veri hatlarının ve servis ağlarının yaygın bir şekilde kullanımı, daha fazla emniyet ve dikkat gerektirmektedir.

Yeni haberleşme ortamı içerisinde tayin edilmiş radyo kanalları üzerinden iletimler gerçekleştirilmekte ve mesajlar sadece istenen adrese gönderilmektedir. Bunun yanında mesajlara ulaşma, radyo kapsama alanıyla kısıtlanmamıştır ve hatların fiziksel bağlantısını veya diğer özel ekipmanları gerektirmemektedir. Yeterli beceri ve bilgiyle herhangi bir servis ağı esaslı bilgisayar kullanıcısı, veri servis ağlarından birine teorik olarak bağlanabilir. Bu şekilde istenmeyen bir kişi (intruder) tarafından ilgili ve doğru formatlanmış olarak gönderilen bir mesaj uçuş esnasında kolayca kabul edilmiş olacaktır [34].

- **Tehlike Çeşitleri:**

Havacılık haberleşmesinin müdahale olmaksızın sadece dinlenmesi, emniyet tehlikesi içerisinde değildir. Gerçekte ADS ve CPDLC gibi ATN içinde hava trafik hizmetlerinin formatı ve kodlanması ICAO dokümanlarında açıkça tanımlanmaktadır. Bu gibi mesajlar şifrelenmemiştir. İki kullanıcı arasındaki servis ağı sayesinde veri paketlerini almak ve çözmek, bu tip konularda uzman olan bir kişi (hacker) için mümkündür .

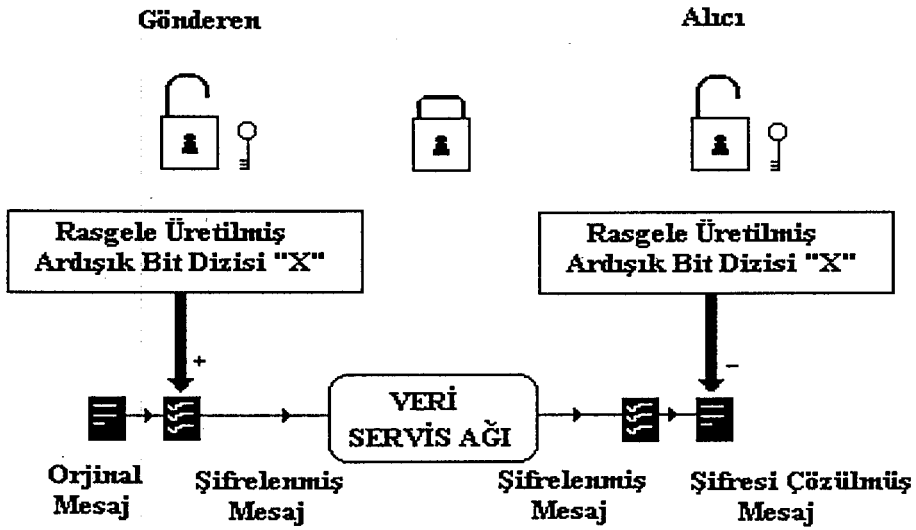
Haberleşme akışına girmeyi başaran bir kişi (intruder), hava trafik kontrolörümüş gibi yasal bir kimliğe bürünerek hava-yer radyo bağlantısının bozulmasına veya yasal kullanıcıların girişini engellemek için gereksiz trafikle hattın veya servis ağının yoğunlaşmasına, mesajların içeriğinin ve adresinin değiştirilmesine neden olabilir.

Örneğin belirli bir coğrafik alanda birden fazla hava-yer alt servis ağı, yerleştirilmiş olabilir. Bu durumda mesajın tekrarlanması, maskelenmesi veya değiştirilmesi gibi tehlikelerden korumak oldukça zordur. Bu gibi problemlerle karşı karşıya kalmamak için mesajın içeriğinin, yolunun ve zamanının

değiştirilmemiş olduğunun garantilenmesi ve mesajın gönderildiği yerden şifrenmesi gerekli olmaktadır. Bu nedenle herkese açık bir ortamda tamamen başarı elde etmek mümkün olmadığı için bazı şifreleme teknikleri kullanılmış olmalıdır [34].

- **Şifreleme Teknikleri:**

Şifrelemenin en basit şekli, başlangıçta rasgele üretilmiş ardışık bit dizisinin mesaja eklendiği simetrik şifrelemedir (Şekil 4.9). Veri servis ağı üzerinden gönderilen şifreli mesaj, aynı bit dizisinin kullanılmasını gerektiren ters yönde bir işlem yapılmadıkça alıcı için anlaşılabilir olacaktır. Bu da şifreleme nedeniyle sadece kullanılan bit dizisini bilen kişi tarafından gerçek mesajın okunabileceği anlamına gelmektedir. Bu gibi şifreleme için kullanılan rasgele üretilmiş bit dizisi, mesajın içeriğine ulaşmak üzere yapılan girişleri kontrol ettiği için “*anahtar*” olarak isimlendirilebilir. Ayrıca aynı anahtar her iki uçta da kullanıldığı için tasarımı, “*simetrik şifreleme*” olarak adlandırılmıştır.

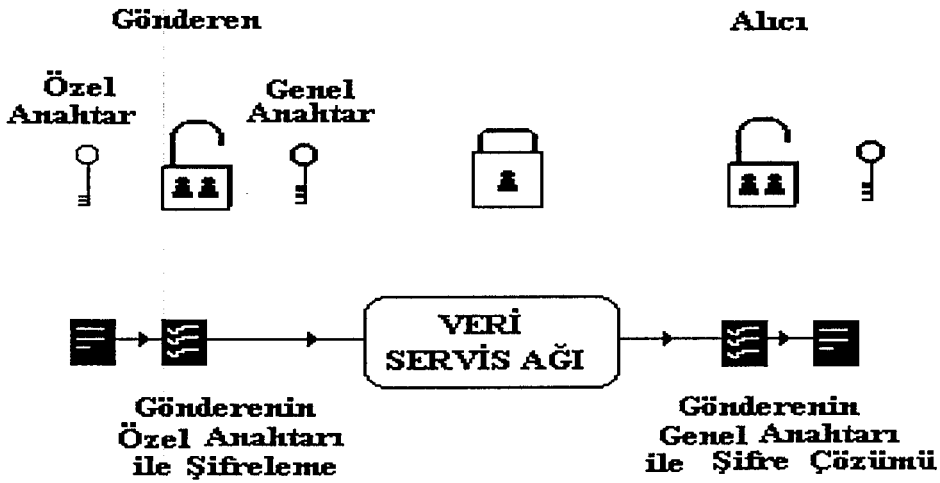


Şekil 4.9. Simetrik şifreleme [34].

Simetrik şifreleme kolay bir işlemdir. Ancak çok sayıda mesajın incelenmesi, hesaplanması ve tahmin çalışmasının yapılmasıyla anahtarın elde edilebilmesi mümkün olacağından uzun bir zaman periyodu için etkili olmayacaktır. Yeni bir anahtarın dışarıdan müdahalelere karşı savunma aracı

olarak piyasaya çıkartılmış olmasına rağmen e-mail, telefon, faks veya diğer guvensiz iletişim araçları uzerinden değişim yapılırken gizlilik ihlali olacaktır.

Daha etkili bir şifreleme şekli, “*asimetrik şifreleme*” olarak da bilinen genel anahtar şifrelemesi ile sağlanmıştır (şekil 4.10). şifreleme ve şifreyi çözme işlemleri farklı anahtar kullanılarak yapıldığından diğerine göre daha etkilidir. Bu tasarındaki genel dūřünce her kullanıcı için bir çift anahtar uzerilmesidir. Bu anahtarlardan biri ‘zel anahtar’ olarak adlandırılmıştır. Bu anahtar kullanıcı tarafından muhafaza edilir ve hiç kimseye bildirilmez. İkinci anahtar ise diğer kullanıcılar için yapılmıştır ve ‘genel anahtar’ olarak adlandırılmıştır. Anahtar çiftindeki anahtarlardan biri ile şifrelenmiş olan mesajın diğer anahtarla şifresi çözülecektir. Genel anahtar, mesajın maskelenmesi ve değişikliğe uğramasına karşı koruma sağlamak uzerine kullanılmış olabilecektir. Benzer şekilde özel anahtar ile tüm mesajların şifrelenerek gönderilmesi sayesinde mesaj akışına girmeyi başarabilen bir kişinin mesajı maskelemesine karşı koruma sağlanmış olacaktır.



şekil 4.10. Asimetrik şifreleme [34].

Bu tasarım, mesajın doğru bir adresten geldiğini ve güvenilirliğini kesinleştiren ATN içerisinde kullanmak uzerine seçilmiştir. Diğer bir deyişle mesajın, orijinal olması ve herhangi bir değişikliğe uğramaması

kesinleştirilmektedir. Bu tasarıda gerçek mesaj şifrelenmemiştir. Onun yerine, mesaja ilave edilmiş olan hesaplanmış kısa bit dizisine mesajın gönderildiği yerde özel anahtar vasıtasıyla şifreleme uygulanmaktadır. Mesajdan matematiksel olarak hesaplanmış olan dizi, karmaşık değer olarak adlandırılmıştır. Aynı matematiksel algoritmanın aynı karmaşık değerleri elde etmek üzere uygulanması ile mesajı değiştirmek oldukça zordur.

Mesajı gönderen yer, gönderilen mesaj üzerine sayısal bir imza yerleştirir. Alıcısı, sadece şifrelenerek eklenmiş olan karmaşık değeri veya mesajın üzerine eklenen şifreyi çözer ve böylece mesajın orijinalliği kanıtlanır. Alıcı, aynı zamanda alınan mesaj üzerindeki karmaşık algoritmayı yerine getirir ve şifresi çözülmüş olan karmaşık değer ile karşılaştırır. Şifresi çözülmüş ve yeniden hesaplanmış karmaşık değerlerin eşitliği mesajın doğruluğunu kesinleştirmektedir. Ayrıca belli ATN özel haberleşme elemanları arasında mesajların karşılıklı değişimine ek olarak ATS haberleşmeleri için de güvenlik hazırlıkları sürdürülmektedir [34].

4.2 Seyrüsefer (Navigation)

FANS sisteminin öncelikli hedefleri arasında dünya yörüngesine yerleştirilmiş uydular vasıtasıyla seyrüseferin yüksek doğrulukta ve emniyette gerçekleştirilmesi yer almaktadır.

Uydu seyrüseferi, genel bir seyrüsefer alıcısı kullanarak dünya çapında sivil havacılık faaliyetlerinin standartlaştırması, emniyet, kapasite, hizmet esnekliği ve işletim maliyetlerinde önemli gelişmeler sağlaması açısından büyük olanaklar sunmaktadır. Bu konudaki gelişmeler, FANS komitesi tarafından planlanmış ve uydu seyrüseferi için iki temel kavram geliştirilmiştir.

- Bağımsız Seyrüsefer
- Bağımlı Seyrüsefer

Bağımsız Seyrüsefer;

Kullanıcıların, uyduların gönderdikleri sinyallerden alınan bilgi sayesinde uçak bordo paneli üzerinde pozisyonlarını belirlemeleridir.

Bağımlı Seyrüsefer;

Çeşitli menzil ölçüleriyle yerde pozisyon belirlendikten sonra uydu hizmetlerini kullanarak uçağa iletilmesidir.

Bağımsız seyrüsefer sistemleri, yüksek doğruluk, yüksek güvenilirlik ve küresel kapsamda yüksek bütünlük sağlayacak ve sivil havacılık için seyrüseferin tek vasıtası olarak hizmette olacaktır [12].

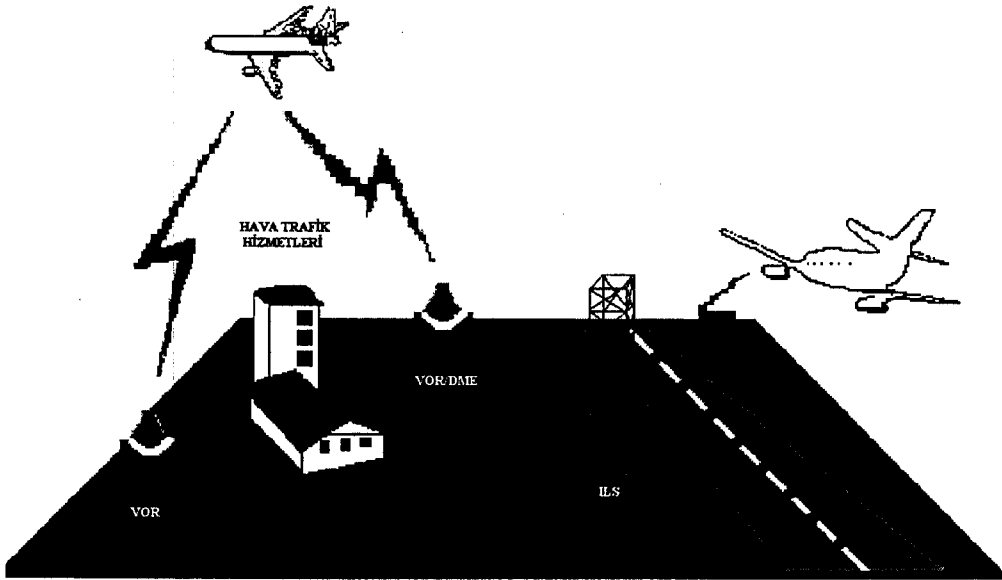
4.2.1 Güncel seyrüsefer sistemlerinin yetersizlikleri

Günümüzde OMEGA, LORAN-C, NDB, VOR, DME ve ILS gibi yer esaslı seyrüsefer yardımcıları ile INS/IRS sistemi mevcut olarak kullanılmaktadır. Kıtasal alanlarda ATS yol ağı, öncelikle VOR/DME ve NDB sistemleriyle tanımlanmaktadır. VOR/DME istasyonları ve INS/IRS sistemlerinden aldığı bilgilerle uçağın yüksek doğrulukta pozisyonunu hesaplayan FMS ekipmanlı modern uçaklar, yer esaslı seyrüsefer yardımcılarına bağlı pozisyondan bağımsız bir rota da seyrüseferi gerçekleştirme yeteneğine sahiptir. Bu yetenek R-NAV (Area Navigation) olarak adlandırılmaktadır ve bir çok bölgede ATS yol ağının mevcut gelişmeleri için esasları oluşturmaktadır [13].

Şekil 4.11'de mevcut seyrüsefer sistemleri gösterilmiştir. Bu sistemlerin belli bir menzil dahilinde çalışması ve çoğu zamanda coğrafik özelliklere göre kurulma ve bakım zorluklarına sahip olması artan hava trafiği karşısındaki yetersizliklerini ortaya koymaktadır.

Yakın bir gelecekte de VOR, NDB gibi yol ve hassas olmayan yaklaşma hizmeti veren güncel radyo seyrüsefer sistemleri, uydu sistemlerinin tek radyo seyrüsefer sistemi olmasıyla birlikte tamamen devre dışı kalacaklardır. Bu sistemlerin devre dışı kalma zamanı, uyduya dayalı yeni sistemlerin uygulanması ve özellikleri gibi pek çok faktöre bağlı olarak dünyanın çeşitli bölgelerinde farklılıklar gösterecektir.

Uydu seyrüseferinin dünya çapında uluslararası sivil havacılık üzerindeki etkisi sebebiyle, geçiş ve/veya eski sistemlerin devre dışı kalması ICAO tarafından daha çok bölgesel düzeyde planlanmaktadır [12].



Şekil 4.11. Mevcut seyrüsefer sistemleri [12].

4.2.2 Gelecekteki seyrüsefer sistemleri

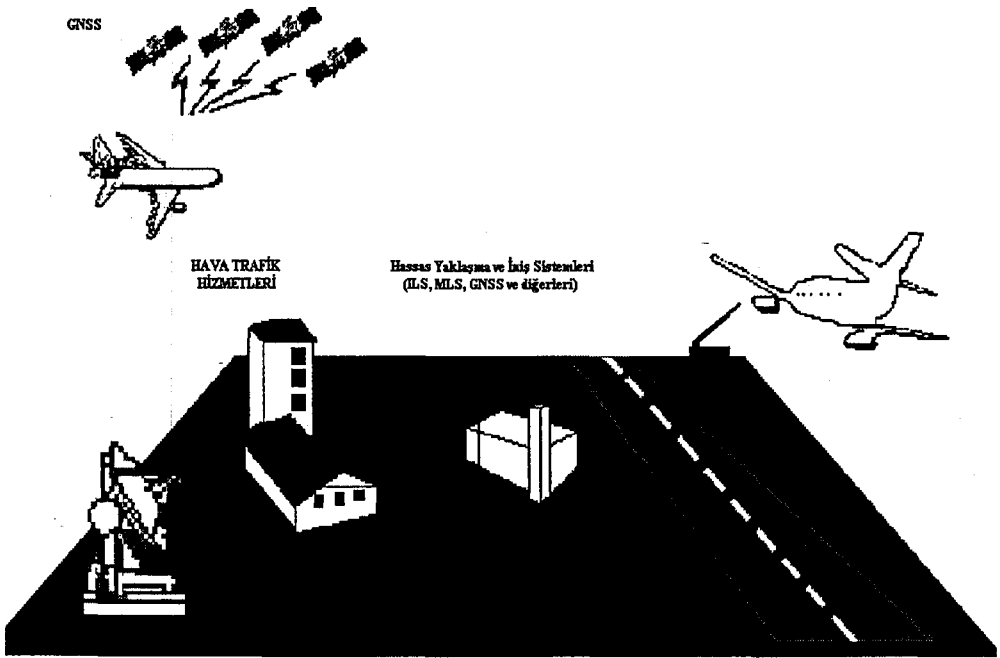
Gelecekte seyrüsefer alanındaki en önemli gelişmeler, Küresel Seyrüsefer Uydu Sistemi (GNSS-Global Navigation Satellite System) ve gerekli seyrüsefer performansı (RNP-Required Navigation Performance) olarak belirlenmiştir [13].

Amerika Birleşik Devletleri, başlangıçta askeri amaçlı olarak kullanmak üzere tasarlanmış oldukları GPS sistemini, Rusya Federasyonu da GLONASS olarak adlandırdıkları benzer bir sistemi sivil kullanıcılara uluslararası sivil havacılıkta kullanılmak üzere sunmuştur. GPS ve GLONASS, sivil kullanıma uygun sinyal güvenilirliği sağlamak ve doğruluğu arttırmak için ek sistemler gerektirmektedir ve bu konudaki çalışmalar halen sürdürülmektedir [35].

GNSS sistemi esasen Amerika'nın Küresel Konum Belirleme Sistemi (GPS-Global Positioning System) ve Rusya'nın Küresel Yörünge Belirleme Seyrüsefer Uydu Sistemi (GLONASS-Global Orbiting Navigation Satellite System)'den oluşmaktadır [20]. GPS'in Amerika'nın tekelinde bir sistem olması, sivil kullanıcılar için gece-gündüz kısa süreli kesintilere uğraması gibi nedenlerle Avrupa'da uydu seyrüsefer hizmetleri için hazırlıklar başlamış ve sivil kullanıcılara 24 saat boyunca kesintisiz hizmet verecek uydu esaslı GNSS sistemi

ortaya çıkmıştır [36]. Şekil 4.12’de gelecekteki seyrüsefer sistemleri görülmektedir.

GNSS’in standartlaştırılma çalışmaları, ICAO’nun GNSS Paneli ile halen sürdürülmektedir. Bölgesel faaliyetler, Amerika’da WAAS (Wide Area Augmentation System) ve Avrupa’da EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay System) gibi bölgesel artırım sistemlerinin gelişimi konusunda başlatılmıştır [13].



Şekil 4.12. Gelecekteki seyrüsefer sistemleri [12].

ICAO’nun uyduya dayalı seyrüsefere geçişle ilgili belirlemiş olduğu strateji ile GNSS Cat I tipi yaklaşma ve iniş operasyonlarının 2000-2005, Cat II ve III içinde 2005-2015 yılları arasında gerçekleşeceği beklenmektedir. Bu durum ILS’in halen kullanımda olmasına ve MLS sisteminin yaygınlaşmasına imkan sağlamaktadır. Mevcut bu teknolojiler, çok modlu alıcılarla birlikte GNSS tam olarak işlevselliğini sağlayana kadar hassas yaklaşma ve inişi destekleyeceklerdir. GNSS için uygulama, öncelikle uzak ve okyanus bölgelerde yol seyrüseferi ve hassas olmayan yaklaşımlar için kullanılacak dikey bilgiyle terminal alanlarında olacaktır [37].

4.2.2.1 Küresel seyrüsefer uydu sistemi (GNSS)

GNSS, seyrüsefer hizmetlerinde yüksek doğruluk sağlayacak olan bir sistemdir. Bu sistemin uygulamaları, dünyanın büyük bir bölümündeki hava sahalarında uydu esaslı sinyallerin alınması ve yorumlanması ile uçağa seyrüsefer imkanı sağlayacaktır.

GNSS, uydulardan gönderilen radyo sinyallerinin dünya üzerindeki GNSS alıcılarına ulaşma süresi ve bu süreden mesafenin hesaplanması prensibine göre çalışmaktadır. Üç ayrı uydudan alınan sinyalle uçağın pozisyonu belirlenmektedir. Uçağın kesin olarak pozisyonunun belirlenebilmesi için teoride 3 uydudan sinyal almak yeterli olduğu halde teknik olarak gerekli hesaplamaların yapılabilmesi için en az 4 uydudan sinyal almak gerekmektedir [12].

Sistemin çalışma frekansı Uluslararası İletişim Birliği (ITU-International Telecommunication Union) tarafından 1559-1610 MHz olarak belirlenmiştir [36].

GNSS'in doğruluğu, ya karşılaşılan teknik problemler ya da Amerika'nın sivil kullanıcılara sağladığı Standart Pozisyon Belirleme (SPS-Standard Positioning Service) hizmetini güvenlik nedeniyle zaman zaman kesintiye uğratmasıyla değişim göstermektedir. Bu problemi ortadan kaldırmak ve sistemin doğruluğunu arttırmak için diferansiyel teknikler uygulanmaktadır. Bu teknikler sayesinde yerdeki ölçümler sonucu yapılan düzeltmeler, veri hattı vasıtasıyla kullanıcılara mesaj şeklinde ulaştırılır. Düzeltilmiş bilgi sayesinde de kullanıcı konum bilgisi hatasını azaltabilir. Yapılan araştırmalar sonucu üç farklı diferansiyel teknik ortaya çıkartılmıştır.

- **Local Area Differential GNSS (LADGNSS)**

LADGNSS, sınırlı bir coğrafik bölge içerisinde çalışmayı desteklemek için diferansiyel düzeltmelerin kullanıldığı diferansiyel GNSS'dir. Her bir uydu için düzeltmelerin kodlu olarak iletimini içermektedir. Bu düzeltmeler, yerdeki referans noktasında toplanmış ölçümlerden elde edilir. Yer referans noktası, GNSS sinyallerinin hatalarını saptayabilir ve gerekli hesaplamaları yaptıktan sonra diferansiyel düzeltme mesajlarını veri hattı vasıtasıyla uçağa gönderebilir.

- **Kinematik Local Area Differential GNSS (KLADGNSS)**

KLADGNSS, tek bir yer istasyonundan alınan uçak pozisyon bilgisi için düzeltmelerin yapılması konusunda LADGNSS'e benzerdir. Ancak bu düzeltmeler, uydu sinyalinin taşıyıcı fazı şeklindedir. Bu sebeple uçağın seyrüsefer esnasında interferometric¹ ilkelerini kullanmasına izin verir.

- **Wide Area Differential GNSS (WADGNSS)**

WADGNSS, çalışmayı desteklemek için geniş bir coğrafik bölge üzerinde diferansiyel düzeltmelerin kullanıldığı diferansiyel GNSS'dir. Veri toplayan yer istasyonlarının servis ağlarını içermektedir. Tipik olarak bu yer istasyonları, birbirlerinden 500 mil uzaklıkta olabilir. Farklı yer istasyonlarından toplanan bilgiler, uçağa iletmek ve uydu saati, atmosferik gecikmeler gibi menzile etki eden hata kaynaklarını düzeltmek amacıyla merkez istasyonda işlenir. Daha sonra bu düzeltmeler haberleşme sistemleri vasıtasıyla kullanıcılara yayınlanır [12].

Şekil 4.13'de uydulardan gönderilen pozisyon bilgisinin uçağa ve yer istasyonuna ulaşması ve hata varsa yer istasyonunda diferansiyel teknikler kullanılarak düzeltildikten sonra veri hattı vasıtasıyla düzeltilmiş pozisyon bilgisinin tekrar uçağa ve uyduya iletilmesi işlemi görülmektedir.

GNSS ve uydu esaslı sistemlerin gelişimi ve uygulanması konusunda önemli gelişmeler birçok ülke ve uluslararası organizasyonda halen devam etmektedir. Gelecekte sağlayacağı faydalar aşağıda maddeler halinde açıklanmıştır:

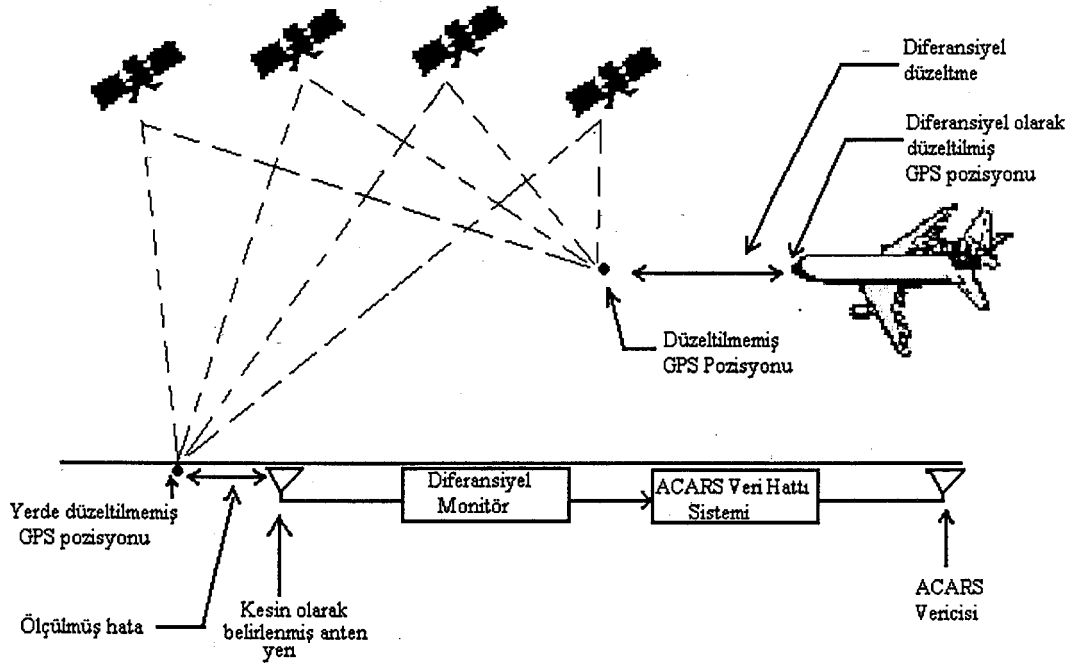
- NDB, VOR, DME, TACAN, OMEGA, LORAN, DECCA gibi geleneksel karasal esaslı seyrüsefer yardımcılarının göre en önemli avantajı sinyallerinin kutupsal bölgeler dışında dünyanın her yerinden alınabilmesidir. Bu özelliği de okyanus üzeri ve uzak bölgelere seyrüsefer imkanı sağlamaktadır.

- Geleneksel seyrüsefer yardımcılarını kullanıldığında mümkün olmayan yüksek doğrulukta pozisyon bilgisine GNSS sayesinde ulaşılmış olacaktır [21].

¹ Interferometric: Yansıma sayesinde hareketli cisimlerin yerini belirlemek için kullanılan teknik.

Diğer bir deyişle uçaklar, dünyanın herhangi bir yerindeki hava sahasında sadece tek bir seyrüsefer cihazı kullanarak seyrüseferlerini gerçekleştirebilecek, uydulardan alınan bilgilerle 3 veya 4 boyutlu seyrüsefer doğruluğuna ulaşılacak ve hava trafik hizmetlerinde mevcut yüksek maliyetli yer ekipmanına gerek duyulmaksızın mali kazançlar elde edilmiş olacaktır.

Sağlayacağı bu faydalarla GNSS sistemi, gelecekte mevcut yer esaslı seyrüsefer sistemlerinin yetersizliklerini ortadan kaldırarak, herhangi bir yer esaslı seyrüsefer sistemine gerek kalmaksızın hassas ve hassas olmayan yaklaşımlar için operasyonel gereklilikleri tek başına karşılayacak bir sistem olarak görülmektedir [12].



Şekil 4.13. Diferansiyel düzeltme [12].

4.2.2.2 Gerekli seyrüsefer performansı (RNP)

ICAO, 1992 yılından bu yana tanımlanmış bir hava sahası içerisinde gerekli minimum seyrüsefer performansının ifadesi olan RNP kavramını ayrıntılı bir şekilde incelemektedir. Gerekli seyrüsefer performansı 4 parametre ile tanımlanmıştır. Bu parametreler:

- * Doğruluk,
- * Bütünlük,
- * Süreklilik,
- * Mevcutluk.

- **Doğruluk:** Anlık bir zamanda uçağın gerçek pozisyonu ile planlanmış pozisyonu arasındaki farktır. Bu konumsal fark, *Toplam Sistem Hatası* (TSE) olarak tanımlanmıştır. Bu parametre, pilotaj ve seyrüsefer hatalarını kapsamaktadır ve uçuş süresinin % 95'inde uçuş operasyonunun maksimum izin verilebilir hatasını belirlemektedir.

- **Süreklilik:** İlgilenilen zaman aralığında seyrüsefer sistem fonksiyonlarının gerekli performansı sağlamayı sürdürme olasılığıdır.

- **Bütünlük:** Maksimum izin verilebilir hata değeri aşılmış olduğunda kontrol devresinin bunu fark etmede başarısız olma olasılığını tanımlar. Bu parametre şayet maksimum izin verilebilir hata miktarı aşılmışsa, belirlenen zaman içerisinde kullanıcıyı uyarmak ve sinyali faydasız kılmak üzere sistem yeteneği ile bağlantılıdır.

- **Mevcutluk:** Planlanan kullanım periyodunun başlangıcında sistemin kullanılabilir olmama olasılığını tanımlar. Bu da yaklaşma operasyonları için ya aynı havaalanında ya da yakın bir havaalanında mevcut yedek bir sistemin olma koşulu ile bağlantılıdır [38].

RNP kavramının gelişimi, mevcut uçak seyrüsefer sistemlerinin tahmin edilebilir bir seyrüsefer performans doğruluk seviyesini kazanabileceğini ve bu sayede hava sahasının çok daha verimli bir şekilde kullanılabileceğini ortaya koymaktadır.

Seyrüsefer performans doğruluğu; seyrüsefer sensör hataları, uçaktaki alıcı hataları, gösterge hataları ve uçuş teknik hatalarının birleşimidir [39].

RNP'nin uygulanması, kabul edilmiş sistem emniyeti korunur veya yükseltirken aynı zamanda ATC sisteminin kapasitesinin ve veriminin artmasına imkan sağlamaktadır. Seyrüsefer doğruluk seviyelerini sağlamak ve hava sahası tasarımlarının, hava trafik kontrol prosedürleri ve operasyonel prosedürlerin gelişimini desteklemek üzere RNP tipleri geliştirilmiştir [12]. RNP tipleri, bir hava sahası içerisindeki gerekli minimum seyrüsefer performans doğruluğunu belirtmektedir [39]. Çizelge 4.1'de RNP tipleri verilmiştir.

Çizelge 4.1. RNP Tipleri-Genel Uygulama [40].

RNP TİPİ	DOĞRULUK (%95)	AÇIKLAMA
RNP 0,003/z	$\pm 0,003$ NM ($\pm z$ ft)	30 m'nin altında hassas yaklaşma, kalkış, talimatlı kalkış (CAT III için)
RNP 0,01/15	$\pm 0,01$ NM (± 15 ft)	30m'ye kadar hassas yaklaşma (CAT II için)
RNP 0,02/40	$\pm 0,02$ NM (± 40 ft)	60m'ye kadar hassas yaklaşma (CAT I için)
RNP 0,03/50	$\pm 0,03$ NM (± 50 ft)	100m'ye kadar hassas yaklaşma (CAT I için)
RNP 0,3/125	$\pm 0,3$ NM (± 125 ft)	Dikey talimat ile aletli yaklaşma
RNP 0,3	$\pm 0,3$ NM	Yaklaşma, hassas olmayan yaklaşımlar ve ilk kalkış
RNP 0,5	$\pm 0,5$ NM	İlk yaklaşma ve kalkış
RNP 1	± 1 NM	Geliş, ilk/orta yaklaşma ve kalkış
RNP 4	± 4 NM	S/S sistemlerin limitli mesafeleri esasına dayanarak ATS yolları ve hava sahasını destekler. Kıtasal hava sahaları ile ilgilidir.
RNP 5	± 5 NM	Mevcut S/S ekipmanlarının kullanımını sürdürmesine imkan sağlamak üzere ECAC hava sahasında geçici olarak uygulanmaktadır.
RNP 10	± 10 NM	Okyanus aşırı sahalarda yatay ve dikey ayırma minimasının azaltılmasını ve operasyonel verimin artırılmasını destekler.
RNP 12,6	$\pm 12,6$ NM	S/S tesisleri azaltılmış bölgelerde rotaların en iyi şekilde kullanılmasını destekler.
RNP 20	± 20 NM	ATS yol operasyonlarını desteklemek üzere düşünülen kabul edilebilir minimum S/S yeteneği.

RNP 1, RNP 4/5, RNP 12.6 ve RNP 20 yol safhası için tanımlanmış kriterlerdir [40]. Örneğin RNP 1; rota, rota değişiklikleri ve sistem gereksinimlerine hemen cevap vermede oldukça büyük esneklik sağlayan RNAV vasıtasıyla daha doğru pozisyon bilgisi sağlayarak ATS rotalarının çok daha verimli kullanılmasını desteklenmek üzere planlanmıştır. RNP 1, tasarlanmış hava sahası içerisinde uçuşların % 95'inde uçakların seyrüsefer performansının 1 mil olması gerektiğini ifade etmektedir.

Gelecekte RNP gereklilikleri ile uyumlu RNAV yeteneklerinin tanınmasıyla birlikte RNP'nin uygulanması, mevcut hava sahasının daha verimli bir şekilde kullanılmasını destekleyecektir [38]. RNP kavramı içerisindeki RNAV (Area Navigation) operasyonları, direkt olarak yer esaslı seyrüsefer sistemleri üzerinde uçmaya gerek kalmaksızın belirlenen doğruluk toleransları içindeki herhangi bir hava sahasında uçmaya izin vermektedir. Dünyanın çeşitli yerlerinde RNAV tekniklerinin uygulanması şu ana kadar önemli faydalar sağlamıştır. Bu faydalar;

- Daha direkt rotalar sayesinde uçuş mesafelerinde azalma,
- Yolda daha fazla trafik akışı sağlamak üzere çift veya paralel rotaların oluşturulması,
- Yüksek yoğunluktaki terminal sahaları üzerinde uçan uçaklar için daha kestirme rotaların oluşturulması,
- Ya planlanmış ya da bu zamana kadar olan esaslar üzerinde alternatif veya olası rotalar oluşturulması,
- Bekleme paternleri için en iyi konumların oluşturulması ve
- Yer esaslı seyrüsefer sistemlerin sayısındaki azalma.

RNP, aynı zamanda emniyetli ayırma standartlarının belirlenmesinde kullanılan önemli bir parametredir [39]. Gelecekte uydu esaslı seyrüsefer sistemlerinin en azından yoldaki operasyonlar için seyrüsefer performans gereksinimlerini karşılayacağı planlanmaktadır [38].

4.3 İzleme (Surveillance)

Etkili bir hava trafik kontrolü için yerdeki insan veya sistemler, sürekli olarak uçağın pozisyonunu bilmeli ve bir sonraki pozisyonunu tahmin edebilmelidir. Uçağın pozisyonunun takip edilmesi kısaca izleme olarak açıklanmaktadır.

Uçağın pozisyonunun bilinmesi ve bir sonraki pozisyonunun belirlenmesi için en temel ve en eski yöntem, uçakla doğrudan irtibat kurmaktır. Bu şekilde pilot, uçağın diğer uçaklardan ayrılması ve takip edilmesi için gerekli bilgiyi sözlü olarak hava trafik kontrolörüne bildirecektir. Trafik yoğunluğu fazla olmayan dünyanın az gelişmiş bölgelerinde ve radar kapsama alanı dışında kaldığı için izlemenin mevcut olmadığı okyanus üzeri uçuşlarda hava trafik kontrolü bu şekilde gerçekleşmektedir. Pozisyon raporlama esasına dayanan hava trafik kontrolü “prosedürel kontrol” olarak bilinmektedir.

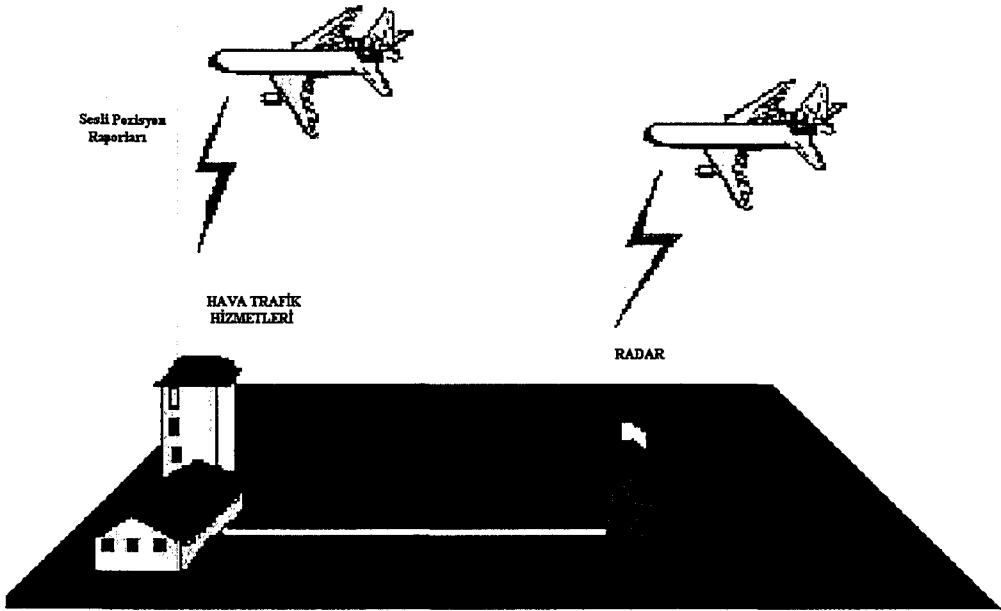
Daha ileri bir izleme şekli ise özellikle işlek kıtasal alanlarda ve yoğun hava alanlarında radar sistemlerinin kullanılmasıdır. Radar sistemleri, uçakların ve meteorolojik koşulların izlenmesi için hava trafik kontrolörleri tarafından kullanılan oldukça önemli bir cihaz olmuştur [12].

4.3.1 Güncel sistemlerin yetersizlikleri

Hızlı ve verimli hava trafik kontrolü, haberleşme ve izleme yeteneklerinin kullanılabilirliğine bağlıdır. Belli bir menzile dahilinde çalışan sistemlerin kısıtlamaları nedeniyle radar kapsamı dışında kalan uçuş operasyonları, menzile içerisinde bulunan VHF veya HF radyo kanalları üzerinden sesli pozisyon raporlarıyla güncellenmiş uçuş planlarına göre kontrol edilmektedir (Şekil 4.14) [12].

Dünya üzerinde pek çok bölge uygun radyo yardımcılara, uçakların yerini tespit edebileceği ve pozisyonlarını öğrenebileceği radar sistemine sahip değildir. Bu nedenle son 20 yıldır radar kapsamı dışında kalan bölgelerde HF bandı kullanılmaktadır. HF radyo ses frekansı, özellikle gündüzleri çok kaliteli

olmamakta, her geçen gün artan hava trafiği karşısında haberleşme gecikmelerine sebep olmaktadır [12].



Şekil 4.14. Mevcut izleme sistemleri [12].

Günümüzde hava trafik kontrolünde izleme, uçaklarda bulunan Mode A ve Mode C transpondırları sayesinde kimlik ve irtifa bilgilerinin sorgulanmasıyla gerçekleştirilmektedir. Ancak bu modların 4096 kod için sınırlandırılmış olması ve sadece uçaktan yere gönderilebilmeleri gelecekteki yetersizliklerini ortaya koymaktadır [41].

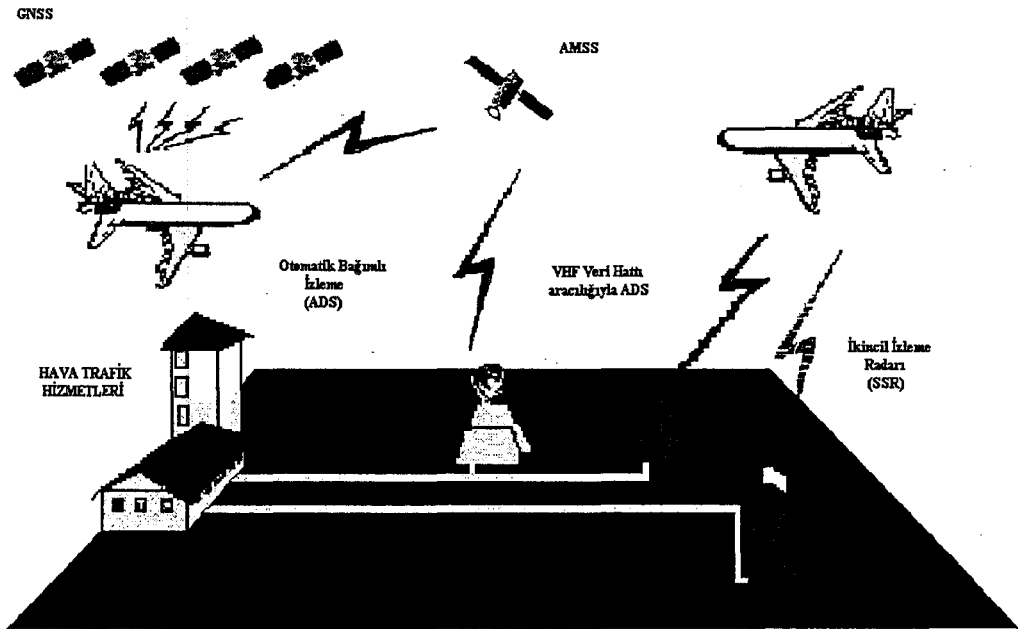
4.3.2 Gelecekteki izleme sistemleri

FANS komitesi tarafından gelecekteki CNS/ATM ortamı için mevcut ve henüz gelişme aşamasında olan izleme sistemleri (Şekil 4.15) görevlerine göre bağımlı izleme, bağımsız izleme, yerdeki faaliyetlerin izlenmesi, olağanüstü koşullar altında uçağın yerinin tespit edilmesi ve havada çarpışmayı önleme sistemleri (ACAS-Airborne Collision Avoidance Systems) şeklinde gruplandırılmıştır [12].

- **Bağımlı İzleme:** Pek çok hava sahasının radar kapsamı dışında kalması nedeniyle hava trafik kontrolünün uçuş mürettebatının verdiği pozisyon raporlarına göre sağlanması bağımlı izleme olarak açıklanabilir [13].

- **Yardımcı Bağımsız İzleme:** Uçaktan otomatik olarak gönderilen kimlik, irtifa v.b. bilgilerle yerinin tespit edilmiş olması, özellikle kıtasal hava sahalarında ATC amaçları için SSR'ın yaygın bir şekilde kullanılmasıdır [13].

- **Bağımsız İzleme:** Yer istasyonundan gönderilen sinyallerin uçağa çarparak geri yansması sonucunda yerinin ve yönünün tespit edilmesi amacıyla kullanılan bir radar sistemi olan Birincil İzleme Radarı (PSR-Primary Surveillance Radar), SSR donanımlı olan ve olmayan uçakların bulunduğu ve her iki tipteki uçağa hizmet sağlama ihtiyacının olduğu hava sahalarında gelecekte de kullanımda olacaktır.



Şekil 4.15. Gelecekteki izleme sistemleri [12].

CNS/ATM için izleme alanındaki en önemli gelişme otomatik bağımlı izleme (ADS-Automatic Dependant Surveillance) sistemi olacaktır. ADS yayını (ADS-B: ADS Broadcast) sayesinde uçağın pozisyon, hız, irtifa, baş açısı ve yapmak istediği manevrası ile ilgili bilgiler otomatik olarak uydu veya diğer haberleşme veri hatları vasıtasıyla ATM birimine, tüm ADS-B ekipmanlı uçaklara ve yerdeki araçlara iletilecektir.

Mode S radar sistemi, özellikle trafik yoğunluğu fazla olan kıtasal hava sahalarında CNS/ATM için önemli bir göreve sahip olacaktır. Daha güvenilir ve

doğru bilgi sağlayan uçaktaki seyrüsefer sistemleriyle birlikte veri hatlarının tanınması, mevcut altyapıdaki yetersizlikleri ortadan kaldırarak izleme hizmetlerine yeni olanaklar sunmaktadır [12].

4.3.2.1 Otomatik bağımlı izleme (ADS)

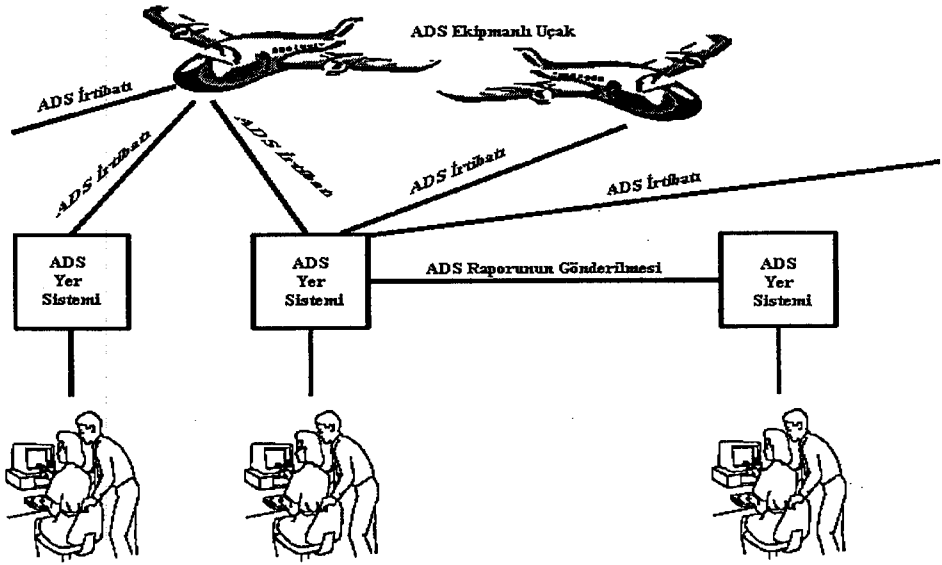
Otomatik Bağımlı İzleme (ADS-Automatic Dependent Surveillance), uçak bordo paneli üzerindeki seyrüsefer ve pozisyon belirleme sistemlerinden alınan kimlik, uç boyutlu pozisyon bilgisi ve ilgili verileri veri hattı yoluyla yer istasyonuna otomatik olarak sağlayan bir izleme tekniği olarak ICAO tarafından tanımlanmıştır [42].

Uçak üzerindeki ADS sistemi, Uçuş Yönetim Sistemi (FMS), seyrüsefer sistemleri, kontrol sistemleri ve GPS gibi çeşitli kaynaklardan gelen verileri okur. Uğağın uçmakta olduğu hava sahasına hizmet veren hava trafik hizmetleri birimine otomatik olarak bu veriler iletilir. ADS sistemi hemen hemen her bir parametreyi yere rapor edebilir. Bu parametreler:

- Uğağın kimlik bilgisi,
- Uğağın esas pozisyonu (enlem, boylam, irtifa),
- Gövde kimliği,
- Referans veri (gerçek yol, yer hızı, dikey tırmanma/dalış hızı),
- Referans veri (gerçek baş, mach sayısı, dikey hızı),
- Meteorolojik veri (rüzgar hızı, rüzgar yönü, dış hava sıcaklığı),
- Tahmini yol (planlanmış bir sonraki enlem, boylam, irtifa ve tahmini varış zamanı koşullarında tanımlanmış waypoint, planlanmış daha sonraki waypoint)

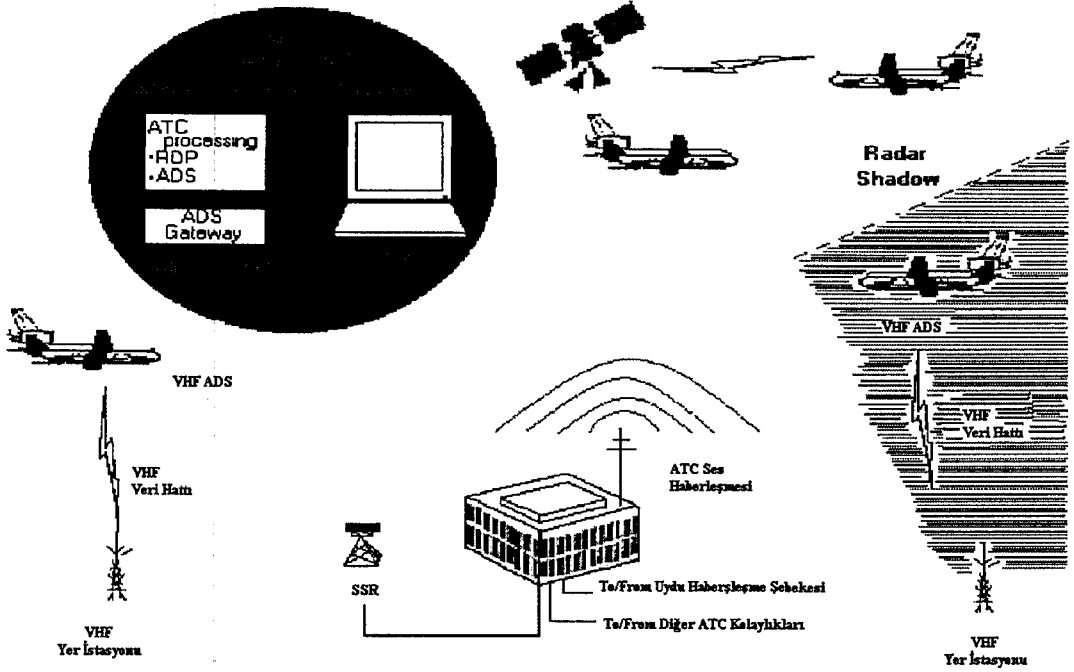
Hava trafik kontrol merkezi, istediği an istediği verilere ulaşabilecektir. Bu verileri, tek bir rapor olarak hemen isteyebilecekleri gibi belirlenmiş 5 veya 10 dakikalık zaman aralıklarında uçakla irtibat kurarak alabilecektir. Uçak merkezle

bağlantıyı onayladığı andan bağlantı bitene kadar raporlama işlemi sürecektir. Uçak dalış veya tırmanma sırasında örneğin 500 ft/min gibi belli bir değeri aşarsa, belirli bir waypointe veya pozisyona ulaşırsa, uçak hızı beklenen limitlerden sapsamışsa v.b. durumlarla karşılaşıldığında hava trafik kontrol merkezi, uçağa rapor vermesini de söyleyebilir. Uçak başka bir kontrol merkezi ile irtibata geçene kadar raporlama işlemi devam edecektir (Şekil 4.16) [43].



Şekil 4.16. ADS Ekipmanlı uçağın kontrol merkezi ile irtibatı [32].

Şekil 4.17’de de görüldüğü gibi ADS sistemi, uçak radar kapsama alanı dışında bile olsa mevcut pozisyonunun hava trafik kontrol merkezlerince izlenmesini sağlayacaktır. Ayrıca kontrolörler, uçağın planladığı yolu ve diğer bilgilerini radar ekranı üzerinden inceleyebilecektir. Uçak, pozisyonunu uydu aracılığıyla rapor edecek ve mesaj anında mevcut hava trafik kontrol merkezine gönderilecektir. Şayet hava trafik kontrol merkezi pilota talimat göndermeye gerek duyarsa, yine mesaj şeklinde verileri ya veri hattı yoluyla ya da doğrudan uçuş mürettebatı ile konuşmak için uydu ses hizmetlerini kullanarak iletebilecektir [44].



Şekil 4.17. ADS esaslı ATC Sistemi [12].

Avantajları;

- Uçuş emniyetinin artırılması,
- Radar kapsamında olmayan bölgelerde uçağın izlenmesi,
- Radarsız hava sahasında ayırma minimalalarının azaltılması,
- Gecikmelerin azaltılması,
- Kullanıcı terciqli uçuş profili kolaylığı,
- ATC kapasitesinin artırılması,
- Daha verimli ve ekonomik uçuş operasyonları

sağlamasıdır [18].

Uçağın pozisyonunun tam zamanında ve doğru olarak elde edilmesi ve sağlayacağı daha iyi haberleşme ile emniyetli ve verimli hava trafik yönetimi açısından önemli bir çözüm yolu olarak görülmektedir. Hava trafik kontrolüne getireceği bu önemli değişimle okyanus üzeri uçuşlarda radar kapsamı dışında

kalan ve menzil dahilinde çalışan haberleşme sistemlerinin kullanıldığı diğer bölgelerde uçuşların izlenmesinde büyük kolaylık sağlayacaktır [12].

4.3.2.2 ADS yayını (ADS-B)

ADS yayını (ADS-B:Automatic Dependant Surveillance-Broadcast), 90'lı yıllarda geniş kapsamlı araştırmalar ve tecrübeler sonucunda tamamlanmış olan ADS teknolojisinin uygulanmasıdır. Her bir ADS-B yetenekli uçak, pozisyonunu, irtifasını, vektör bilgisini ve ilgili verilerini diğer uçaklar ve ATS sağlayıcılar gibi yer kullanıcıları tarafından görüntülemesi için periyodik olarak yayınlayacaktır. Bu yayının menzili içerisindeki hava ya da yer esaslı herhangi bir kullanıcı, bilgiyi alabilir ve işleyebilir. Bilgiyi gönderen uçak veya yer aracı, yayını kimin aldığı konusunda bilgiye sahip olmayacaktır. Bu yetenek sayesinde hava trafik yönetim sistemi içerisinde, arttırılmış konum belirleme seviyesi ile emniyet açısından büyük bir gelişme sağlanacaktır [26].

ADS-B bir yayın sistemi olduğu için, performans gerekliliklerini desteklemek üzere veri hattına ihtiyaç gösterir. Hem uçak üzerinde hem de yer ATC otomasyon sistemleri içerisinde yeni işlevler için olanaklar sağlayacaktır.

Avantajları;

- Menzil içerisindeki uçakların, trafik durumu hakkında stratejik bilgi elde etmesini sağlayarak kullanıcılarda arttırılmış konum belirleme hizmeti verir,
- Çarpışmayı tespit etme ve önleme sistemlerinin mevcut olduğu gelecekteki ATM sistemlerini destekler,
- İzleme fonksiyonunu yerine getireceğinden radar ekipmanlarında alt yapı maliyetlerini azaltır. Buna ek olarak radar ayırma hizmetleri, şimdiye kadar radar kapsamında olmayan hava sahaları için sağlanmış olacaktır [12,18].

ADS-B teknolojisinde yayın süreklidir ve diğer kullanıcılar için izleme bilgisinin sağlanmasında sorgulama gerektirmez. Özellikle çok işlek hava

sahalarında önemli verim artışı sağlamasıyla ATM'e geçiş için potansiyel teşkil etmektedir [12].

4.3.2.3 SSR mode S

Radar sistemleri özellikle de SSR, terminal ve işlek hava sahalarında uygun karasal izleme sistemi olarak kullanılmaktadır.

Mode S, transpondırın seçici sorgulamasına ve Mode S transpondırları ile yer istasyonları arasında sayısal verinin iki yöllü değişimine aynı zamanda da diğer transpondırı olan uçakların sorgulanmasına izin veren SSR'ın geliştirilmiş bir modudur [12].

Bir SSR Mode S radar, sorgulama ve cevap frekansları için ayrılmış iki yöllü veri hattı ile tüm transponderı olan uçaklara kodlu sorgulama sinyalleri gönderir ve kodlu cevap sinyalleri alır. Mode A/C'ye sahip bir uçak, sadece Mode A/C sorgulaması ile kontrol edilirken, Mode S ekipmanlı uçak Mode S formatları kullanılarak kontrol edilmektedir. Mode S, veri transferini korumak için dahil edilmiş hata bulma ve düzeltme fonksiyonu sayesinde SSR'a yardımcı olmaktadır.

Daha ileri ve karmaşık bir sistem olan Mode S 'in tanınmasıyla çok daha detaylı sorgulamalar gerçekleştirilebilmektedir. Mode S, yer esaslı istasyonlarla veri değişimi yeteneğine sahiptir. Bu sayede, parazit veya dil problemiyle karşılaşmayacak ve otomatik hata bulma ve düzeltme sayesinde insan faktörüne gerek duyulmaksızın bilgi iletimi sağlanabilecektir. Uçaktan gönderilen hız, baş açısı gibi parametreler radar izlemesine ve kontrolöre kolaylıklar getirecektir [35]. Bu şekilde SSR Mode S, gelecekteki küresel hava trafik yönetimi içerisinde yüksek yoğunluktaki hava sahalarında maksimum doğruluk ve güvenli izleme sağlayacak bir sistemdir [12].

Avantajları;

- SSR ve ACAS II ile uyumludur,
- Kimlik, hız, irtifa, hata tespit etme ve düzeltme ve ilave bilgilerle bağımsız izlemeye yardımcıdır,

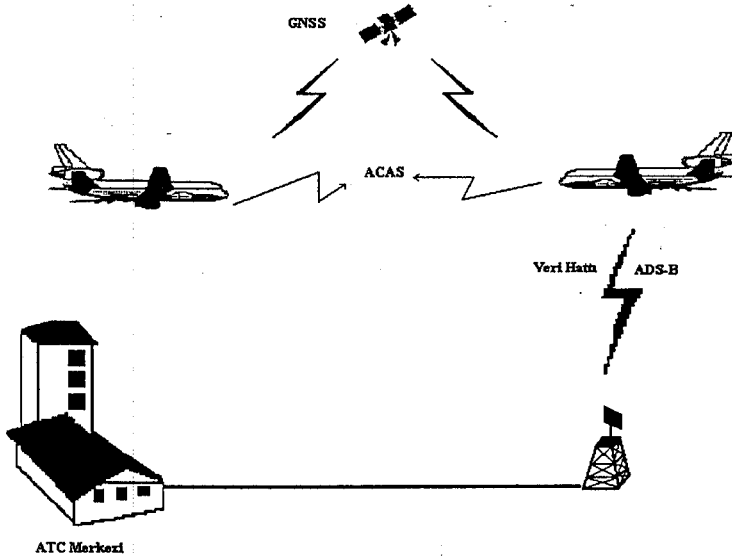
- TCAS/ACAS düzenlemeleri ile gerektiği durumda 30 koltuktan fazlası olan veya bazı bölgelerde 15000 kg'ın üzerindeki tüm uçaklara yerleştirilmiştir.

Dezavantajları;

- Uçakta Mode S transponder gereklidir,
- Dönen antenler, ışın demeti yönünde tespiti sınırlar ve sessizlik konisi ile yan lob menziline hedefler gizlenir,
- Değişim veya ekipman ekleme oldukça masraflıdır [18].

4.3.2.4 Havada çarpışmayı önleme sistemi (ACAS)

Mode C veya Mode S ekipmanlı uçakların karşı karşıya gelmeleri durumunda çözüm önerileri üreten ve pilotlara trafik bilgisi sağlayan yer esası ekipmanlardan bağımsız olarak çalışan bir sistemdir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Gelecekteki izleme ortamında durumsal haberdarlık sağlayan sistemler [44].

Tespit edilememiş hatalar veya ciddi problemler nedeniyle meydana gelebilecek çarpışmaları engellemek için üç tip ACAS tasarlanmıştır. Sistem uçuş mürettebatına muhtemel tehlikeler ile ilgili trafik önerileri gönderir ve bu gibi

tehlikelerden kaçınmak için pilota ayırma sağlamak veya ayırmayı korumak üzere yapması gereken manevra için çözüm önerileri verir.

ACAS sistemi, trafik ve çözüm önerileri sağlamak gibi esas hizmetlerine ek olarak pilotu trafik durumundan haberdar etmek üzere bilgi sağlayan en son hava sistemi olarak da görülmektedir. Bunun yanı sıra, pilota uyarı vermek üzere trafik bilgisi kokpit göstergesi (CDTI-Cockpit Display of Traffic Information)'den önce hareket eder ve emniyetli manevraları önerir. Şüphesiz havada emniyeti arttıran bir sistemdir ve 2003 yılından itibaren 15.000 kg'ın, 2005 yılından itibaren de 5700 kg'ın üzerinde maksimum kalkış ağırlığına sertifikalanmış tüm sivil uçaklarda zorunlu bir ekipman olacaktır [44].

4.3.2.5 Havada ayırma güvencesi sistemi (ASAS)

ASAS (Airborne Separation Assurance System), belli koşullar altında ayırma sorumluluğunun pilota devredilmesine imkan tanıyan hava trafik kontrol prosedürleri ile birlikte haberleşme, protokoller, havada izleme ve diğer uçakların durum verilerini bildiren bir ekipmandır. Bu sistem, pilota muhtemel çarpışmaları çözmek üzere yardımcı olmak için bilgi ile birlikte uçağın etrafındaki ikaz ve koruma bölgelerini sağlayacaktır.

ASAS'ın trafik durumundan pilotun haberdar olmasını sağlama ve ayırma yardımı gibi iki kullanım alanı vardır. İlk olarak uçuş mürettebatına diğer uçağın pozisyon, kimlik, konum ve yapmak istediği manevralar ile ilgili bilgileri sağlar. Daha sonra ise uçaklar arasındaki ayırmayı korumak için pilotların müsadelerine uymasını sağlayan prosedürlerin hazırlanmasını kapsamaktadır.

Ayrma güvencesi işlemi, hem havadan havaya hem de havadan yere direk haberleşmeyi gerektirecektir. Bu da belli ayırmaları gerektiren manevralar süresince pilotlar ve kontrolörler arasında koordinasyona imkan sağlayacaktır. Bu işlem aynı zamanda çarpışmayı önleme, uçuş kuralları, uçuş prosedürleri, ATS prosedürleri ve ayırma minimaları ile ilgili prensipleri de kapsayacaktır.

ASAS, uçak bordo paneli üzerindeki belli izleme verisi alma ve iletme fonksiyonları, haberleşme sistemleri ve uçuş veri sistemleri ile birlikte faaliyet

gösterecektir. ASAS prosedürleri, pilotların ve kontrolörlerin görevlerini tam olarak tanımlayacak ve kesinlikle kendi aralarındaki sorumluluk transferini gerekli şekilde uygulayacaktır.

ASAS kullanımı, büyük olasılıkla ADS-B esasına dayanan izleme yeteneğini gerektirecektir. Bu tek başına yeterli değildir aynı zamanda trafik bilgi hizmeti veya yayını (TIS-B:Traffic Information Service- Broadcast) gibi havadan havaya ve havadan yere veri hatları vasıtasıyla sağlanan bilgiyi de kullanacaktır [44].

4.3.2.6 Yüzey faaliyet radarı

Yüzey faaliyet radarı veya havaalanı yüzey tespit ekipmanı, havaalanının yerdeki faaliyetleri için uyarlanmış birincil radardır.

Avantajları;

- Tamamen bağımsız izleme,
- Uçak bordo paneli üzerinde ekipman gerektirmez,
- Havaalanı yüzeyi üzerindeki tüm nesnelere tespitini gerçekleştirir.

Dezavantajları;

- Belirli bir menzilde çalışan sistemlere bağlı tespit,
- Uçağın kimlik ve ilave bilgileri yoktur. Sadece tespit edilmesini sağlar,
- Yansımalarla karşı duyarlıdır [18].

Oldukça yoğun havaalanlarında, yerdeki trafiği yönlendirmek için daha gelişmiş sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Havaalanı yüzeyi üzerindeki ATC operasyonlarını desteklemek üzere tanımlanmış sistemler için genel olarak kullanılan terim, yüzey faaliyet rehberliği ve kontrol sistemleri (SMGCS-Surface Movement Guidance and Control Systems)'dir. Yüzey faaliyet radarı da SMGCS için uygun bir ekipman olarak görülmektedir .

SMGCS, havaalanlarının faaliyet alanları içerisinde uçak ve diğer araçlara otomatik olarak rehberlik olanağı sağlayacaktır [12].

4.3.2.7 Paralel/Hassas pist monitörleri (PRM)

PRM (Parallel/Precision Runway Monitors), kötü hava koşulları altında yaklaşma trafiğinin kapasitesini arttırmak için yakın aralıklarla ayrılmış paralel pistler üzerinde bağımlı / bağımsız yaklaşımları gerçekleştirir. Daha yüksek doğrulukta ve terminal radardan daha hızlı güncellenmiş olarak uçağın pozisyon bilgisini sağlamaktadır.

Avantajları;

- Gerçek kimlik bilgisi ve irtifa raporları ile yardımcı bağımsız izleme,
- Pasif izleme ve uçağın onaylanmış pozisyonu kullanılarak yardımcı bağımsız izleme,
- SSR, SSR Mode S ve ACAS II ile uyumludur.

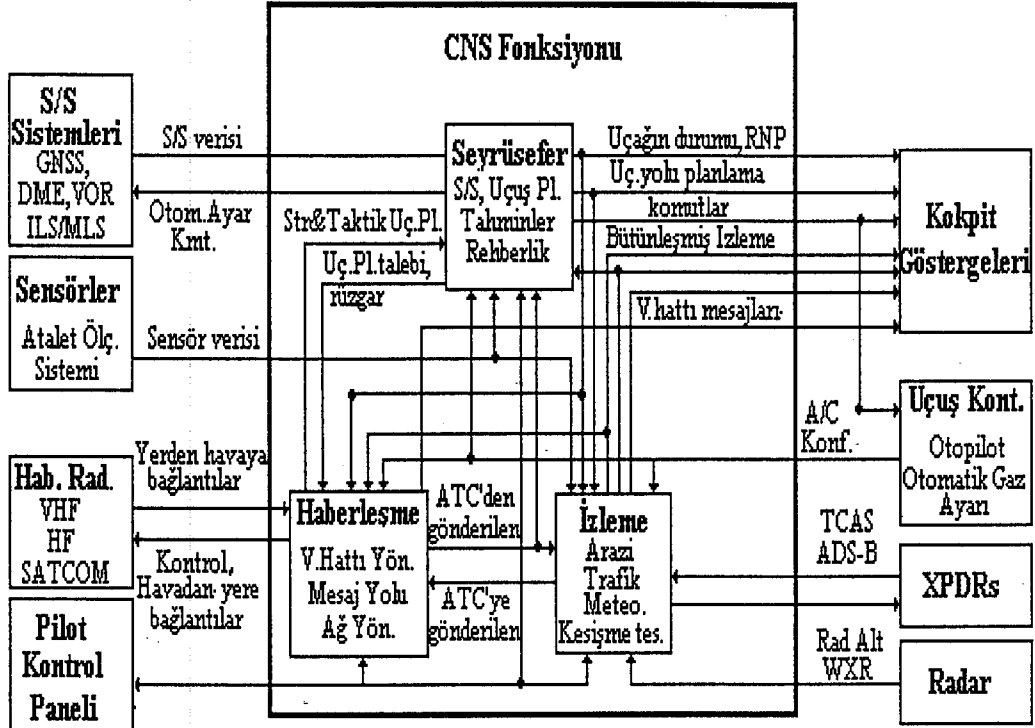
Dezavantajları;

- İlgilenilen sektörler için sınırlandırılmıştır,
- Kurulması engellere bağlı olarak zor olabilir,
- Uçak üzerinde SSR veya Mode S transponder gereklidir,
- Sensörler tarafından çevrilmiş alanlar içerisinde sadece kapsama alanının izlenmesi, yüksekliğin belirlenmesi sebebiyle kullanımı sınırlıdır [18].

4.4 CNS Elemanlarının Genel Çalışma Prensipleri

Şekil 4.19'da yukarıda tek tek ele alınan haberleşme, seyrüsefer ve izleme sistemlerinin genel fonksiyonel yapısı görülmektedir. Tasarlanmış olan bu yapı içerisinde bu üç fonksiyon bütünlük kazanmıştır. Şekilde de görüldüğü gibi DME, VOR, GNSS gibi seyrüsefer sistemlerinden, uçaktaki sensörlerden, haberleşme radyoları vasıtasıyla yerdeki ATC birimlerinden gelen veya pilot tarafından manuel olarak girilen veriler, haberleşme, seyrüsefer ve izleme fonksiyonları

tarafından değerlendirilerek ilgili göstergelere, radar sistemlerine, otomatik pilota iletilmektedir. Bu yapının daha iyi anlaşılabilmesi için aşağıda her üç fonksiyonun çalışması daha detaylı bir şekilde anlatılmaktadır.

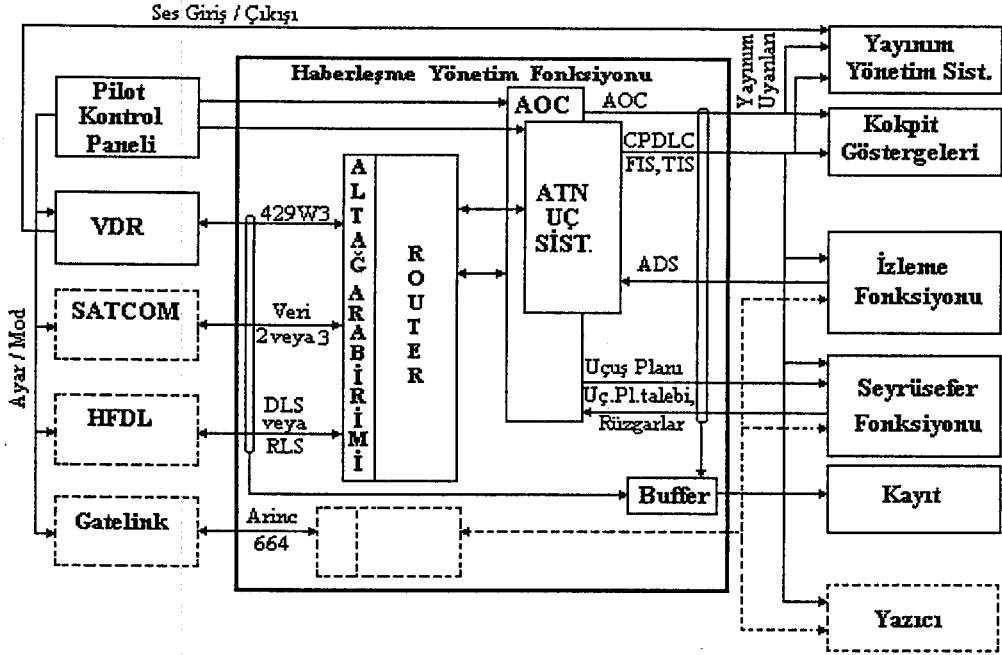


Şekil 4.19. CNS fonksiyonel yapısı [26].

4.4.1 Haberleşme fonksiyonunun genel yapısı

Şekil 4.20'de CNS/ATM kavramı içerisinde gelecekte kullanılması düşünülen ve halen geliştirilmekte olan haberleşme sistemleri görülmektedir.

Haberleşme Yönetim Fonksiyonu (CMU-Communication Management Function)'nun tasarlanmış olan bu yapısı hem ACARS, hem de ATN hizmetleri için uygun olarak değerlendirilmiştir ve çok fonksiyonlu ağ yapısını desteklemektedir. Yani aynı anda ve birbirinden bağımsız olarak ACARS ve ATN veri hattı hizmetlerinin kullanılabilmesine imkan sağlamaktadır (Ek 2) [45].



Şekil 4.20. Haberleşme Yönetim Fonksiyonu (CMU) [26].

Uçaktaki sensörler tarafından üretilen, yer istasyonlarından gelen, uçuş mürettebatı tarafından manuel olarak girilen veriler VDR, SATCOM, HF ve Gatelink gibi alt servis ağlarında toplanır. Bu veriler, alt servis ağlarını birleştiren hava/yer mobil arabirimine ulaşır. Daha sonra istenilen adrese iletilmek üzere özel haberleşme komponentleri ile ATN uç sistemlerine ve AOC'ye (ACARS arabirimi) gönderilir. ARINC 622 ve 623 protokolleri ile ACARS üzerinden gelen veriler, kokpit uçuş göstergelerine ve herhangi bir ikaz durumunda pilotun sesli olarak uyarılmasını sağlayan yayınım yönetim sistemine iletilir. ATN üzerinden gelen CPDLC, Uçuş Bilgi Hizmeti (FIS-Flight Information Service), Trafik Bilgi Hizmeti (TIS- Traffic Information Service) verileri; kokpit uçuş göstergelerine, izleme/seyrüsefer fonksiyonlarına ve istenildiğinde çıktısı alınmak üzere yazıcıya gönderilir. Ayrıca ATN'le ADS arasında izleme fonksiyonunun yürütülmesi için çift yönlü bir veri iletimi vardır.

Tasarlanmış olan haberleşme yapısı içerisinde şekilde de görüldüğü gibi SATCOM, HF DL ve Gatelink isteğe bağlı bırakılmıştır ve genel olarak VDR kullanımı ön plandadır. VDR (VHF Data Radio), hem analog ses, hem de veri yeteneğine sahiptir. ACARS'da kullanıldığında ya yönetim birimi için analog

arabirimle basit bir alıcı/verici ya da zaman ayarlayıcı bir modemdir ve radyo frekans çıkışını sayısal veriye dönüştürmektedir. VDR, VHF Mod 2/ATN uygulamasında VHF alt servis ağı için köprü görevi görmekte ve iletim süresince herhangi bir hatanın bildirilmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda bir LRU (Line Replaceable Unit)'dan diğerine bilgi transferinden sorumludur [46].

VDR, CMU'ya durum bilgisi iletmesi için çift yönlü veri iletimine imkan sağlayan ARINC 429 veri hattı üzerinden komut gönderir (Çizelge 4.2). CMU'dan gönderilen onay mesajı, ilgili adreslerden alınan veriler VDR'a iletilir. Şayet CMU, havadan yere birden çok bağlantı yapmışsa ve kanal meşgulse bu bağlantıların numarası Buffer'da toplanacak ve kaydedilecektir [46].

Çizelge 4.2. Arinc 429 Bit – Fonksiyon yapısı [46].

Bit	1-8	9-10	11-22	23-29	30-31	32
Fonksiyon	Etiket (1-377)	SDI (Sistem Tanıtcısı)	Ekipman Sınıfı	PAD Protokol durum biti	SSM Kod İşaret durum matris	Kontrol Biti

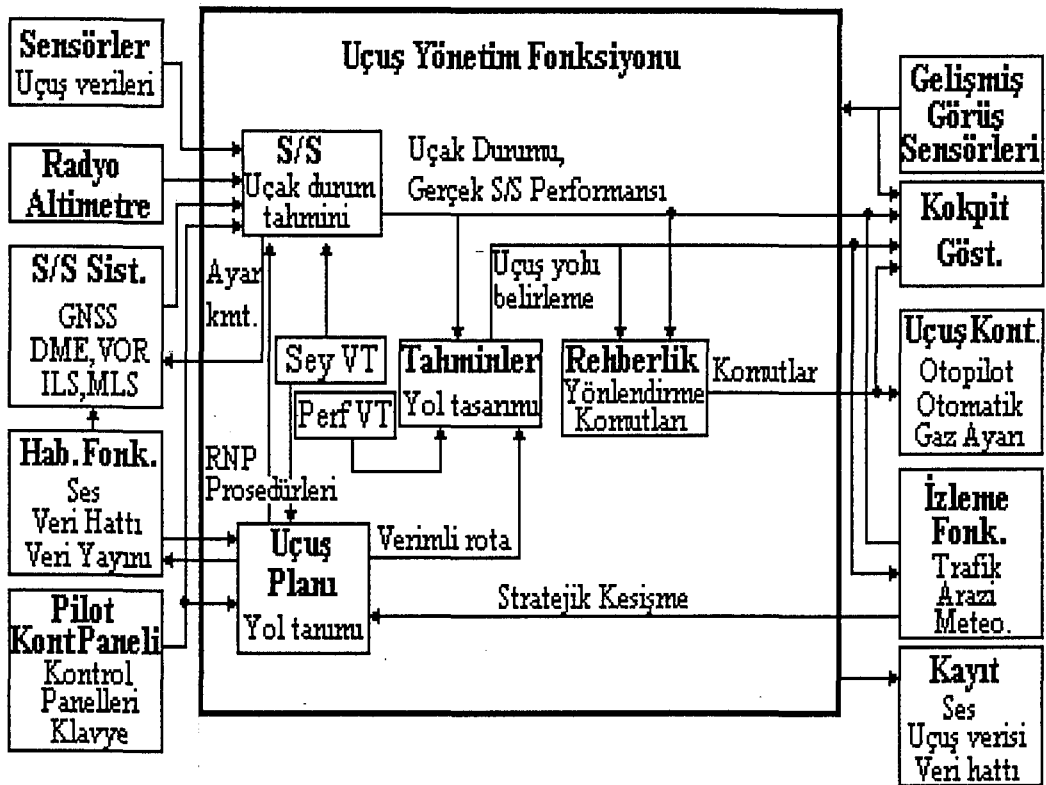
Haberleşme yönetim fonksiyonu ATN için güncellenmiş olan bu yapısıyla pek çok avantaj sağlamaktadır. Bunlar:

- Tüm ATN uyumlu hava-yer servis ağlarıyla birlikte kullanılabilir.
- Desteklenmiş her bir iletişim aracı için havadan yere (Downlink) ve yerden havaya (Uplink) bağlantı sağlar,
- Farklı iletişim araçları (VHF, SATCOM, HF) üzerinden ATN hizmetlerini aynı anda gerçekleştirebilir,
- Uçuş mürettebatı uyarı mesajları için her bir ATN uç sistemine veri hattı ile durum bilgisi sağlar,
- Uçak bordo paneli üzerindeki radyo haberleşme cihazları için gerekli arabirimler,
- ATS haberleşmesi ve CNS/ATM'i desteklemek için gerekli

haberleşme performansını sağlar [45].

4.4.2 Seyrüsefer fonksiyonunun genel yapısı

Şekil 4.21’de CNS/ATM’in seyrüsefer fonksiyonel yapısı görülmektedir. Uçuş Yönetim Sistemi (FMS-Flight Management System), uçuşla ilgili gerekli verilerin hesaplandığı ve seyrüsefer olayının uçuşun en verimli şekilde gerçekleşmesi için planlandığı bölümdür.



Şekil 4.21. Seyrüsefer fonksiyonel yapısı [26].

Atalet ölçüm sensörleri, uçağın her üç eksenindeki ivmelenme hareketini lazer cyrolar ve akselerometre vasıtasıyla ölçerek baş açışı, hız ve pozisyon gibi bilgileri sağlamaktadır. Bu sensörlerden, radyo altimetre, seyrüsefer yardımcıları ve kontrol panelinden gelen bilgiler uçuş yönetim fonksiyonu içerisindeki seyrüsefer bölümünde toplanmaktadır. Yönetim fonksiyonu içerisinde uçakla ilgili her türlü bilginin yer aldığı ve belirli dönemlerde güncellenmiş olması gereken seyrüsefer veri tabanı mevcuttur. Seyrüsefer bölümü; seyrüsefer veri tabanı ve

uçuş planı verilerini alır, uçağın pozisyonunu, tahmini ve gerçek seyrüsefer performansını hesaplar, daha sonra da bu bilgileri tahmin ve rehberlik katlarına, uçuş göstergelerine iletilir.

Tahmin bölümü, uçuş planından optimum rota bilgisi verilerini, performans veri tabanından gerekli performans değerlerini ve seyrüsefer bölümünden uçağın pozisyon, gerçek ve tahmini seyrüsefer performans verilerini alır. Bu veriler alındıktan sonra kısa bir süre içerisinde uçmak istenilen yol bilgisi hesaplanır ve rehberlik bölümüne iletilir. Rehberlik bölümünden de uçuş göstergeleri, izleme fonksiyonu, otomatik pilot ve otomatik gaz kumandalarına gönderilir.

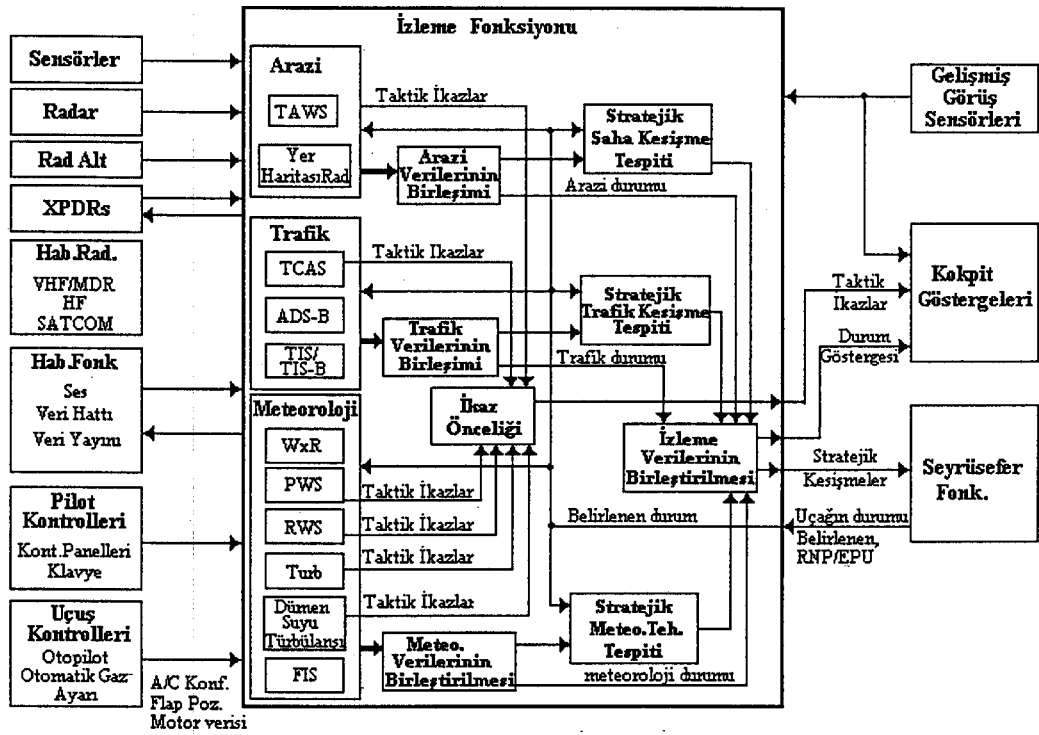
İzleme fonksiyonu uçağın pozisyonu, gerçek seyrüsefer performansı ve uçmak istediği yol bilgilerinin ulaştığı kattır. Arazi, trafik, meteoroloji verileri ve uçağın uçmak istediği yol üzerinde bir başka uçakla stratejik bir kesişme söz konusuysa bu veriyi uçuş planı bölümüne iletir. Böylece gerekli hesaplamaların yinelenmesi ve pilot ikazlarının yapılması sağlanmaktadır. Uçuş esnasında ses, veri ve veri hatlarıyla sağlanan tüm bilgiler kayıt bölümünde saklanmaktadır.

4.4.3 İzleme fonksiyonunun genel yapısı

Şekil 4.22'de izleme fonksiyonunun genel yapısı gösterilmiştir. Bu yapı arazi, trafik ve meteoroloji olmak üzere üç fonksiyondan oluşmaktadır.

Meteoroloji fonksiyonu genel olarak sıcaklık, türbülans ve tahmini rüzgar yönü verilerini sağlamaktadır. Farklı sensörler tarafından tespit edilen meteoroloji verileri, izleme fonksiyonuna iletilir. İzleme fonksiyonu bu verileri CMU ile meteoroloji radar sistemine göndermektedir. Daha sonra bu veriler birleştirilip meteoroloji radar sistemi tarafından uçuş göstergelerine aktarılacaktır. Mevcut meteoroloji radar sistemlerinin yetenekleri, türbülansı tespit etmek için kapasite açısından sınırlıdır. Bu nedenle teknolojik gelişmelerle bu yeteneğin artırılması beklenmektedir. Bu artırım, her türlü hava koşulunda sıcaklıktan türbülans tespitinin yapılmasını içermektedir. Meteoroloji radar sistemi, tüm meteoroloji verilerini bir yerde toplar ve tüm meteoroloji ile ilgili ikazları önem sırasına göre

gelişmiş uçaklarda (EFIS göstergesi olan) uçuş göstergelerine ve klasik uçaklarda sesli uyarı sağlamak için hoporlörlerle iletilmek üzere ikaz bölümüne gönderir.



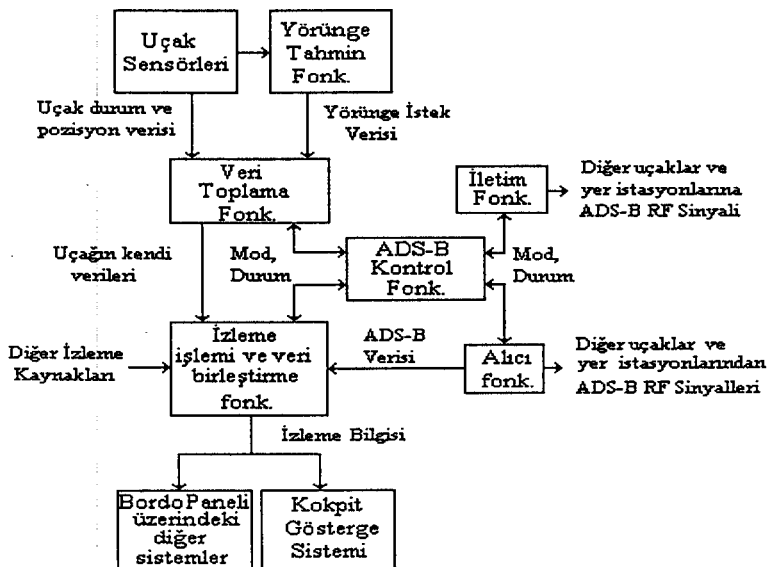
Şekil 4.22. İzleme fonksiyonel yapısı [26].

Arazi izleme fonksiyonu, gelecekte TAWS (Terrain Avoidance and Warning System) ve yer harita radarı ile sağlanacaktır. TAWS, uçağın uçmakta olduğu bölgenin sürekli olarak kontrol edilmesi ve pilota iletilmesi amacıyla kullanılacaktır. Bu sistem genel olarak Yere Yakın Uçuş Uyarı Sistemi (GPWS-Ground Proximity Warning System)'nin işlevini yapmaktadır. TAWS, uçağın uçuş yolu boyunca herhangi bir engelle karşılaşıp karşılaşmayacağını tespit etmek için uçuş planı ve FMS'den yol bilgisi alacaktır. Bu fonksiyonuna ilave olarak pist etrafındaki yükselti için de pist veri tabanı mevcuttur. Bu bilgi uçaktaki tüm sistemlere sağlanacaktır. Aynı zamanda uçuş yolu boyunca arazi yükselti verileri dikey profil göstergesinden temin edilecektir. İrtifa ve GNSS esaslı barometrik irtifa verileri bir araya toplanarak sistem uçağın üzerinde uçmakta olduğu bölgeden olan geometrik yüksekliğini hesaplayacaktır. Geometrik irtifa değeri, TAWS tarafından uçaktaki tüm sistemlere sağlanmış olacaktır. Bu değer, aynı zamanda altimetre hatalarının tespit edilmesi için kullanılacaktır. TAWS, arazinin üç boyutlu olarak gösterilmesini sağlayacaktır. Arazi fonksiyonundan gelen tüm

veriler birleştirildikten sonra herhangi bir ikaz söz konusuysa göstergelere iletmek üzere ikaz bölümüne ve arazi durumunun seyrüsefer fonksiyonuna iletilmesi için tüm izleme verilerinin toplandığı bölüme gönderilecektir [26].

Trafik fonksiyonu; temel olarak TCAS ve Mode S transpondırlarından oluşmaktadır. Mode S transpondırı sayesinde havadaki diğer uçakları sorgulayarak potansiyel çarpışmalardan kaçınmak üzere gerekli manevra uyarısı yapmak mümkündür. Gelecekte de CNS/ATM içerisinde yer alan önemli sistemlerden biri olarak, görevini sürdürürken kapasitesinin bir miktar ilavelerle artırılması üzerinde çalışılmaktadır. Bu ilaveler, çeşitli haberleşme hatları kullanılarak uçağın uçmakta olduğu bölgenin trafik durumu ile ilgili bilgi almasını sağlayacak olan ADS ve Trafik Bilgi Hizmeti (TIS-Traffic Information Service) yayınlarıdır. Bu sayede TCAS sistemi daha fazla trafik bilgisi temin etmiş olacaktır [26]. FMS'den uçuş planını ve diğer uçakların planladıkları uçuş yollarını alarak potansiyel çarpışma tespiti yapmaktadır. Çarpışma ikazları da uçuş göstergeleri veya hoporlörlerle iletmek üzere öncelikle ikaz bölümüne gönderilir. Tüm trafik verileri birleştirildikten sonra trafik durumu seyrüsefer fonksiyonuna ve göstergelere iletmek üzere izleme verilerinin bir araya toplandığı bölüme gönderilir.

Şekil 4.23'de ADS esaslı izlemenin kavramsal yapısı gösterilmiştir.



Şekil 4.23. Trafik izleme kavramsal yapısı [26].

Uçaktaki atalet ölçüm sensörlerinden alınan veriler uçmak istenilen yolun planlanması için yörünge tahmin fonksiyonuna ve verilerin bir araya toplandığı bölüme gönderilir. Uçağın durum ve pozisyon verileri ile yörünge tahmin fonksiyonundan alınan yol planı, ADS-B kontrol fonksiyonuna iletilir. ADS-B RF sinyalleriyle diğer uçaklara ve yer istasyonlarına uçağın mevcut bilgileri yayınlanır. Bu arada ADS-B yoluyla diğer uçaklardan ve yer istasyonlarından alınan veriler, veri toplama fonksiyonundan gönderilen uçağın kendi bilgileri ve diğer izleme sensörlerinden gelen veriler izleme denetim ve veri toplama fonksiyonu içerisinde birleştirilir. Elde edilen izleme bilgisi uçak bordo paneli üzerindeki diğer sistemlere ve uçuş gösterge sistemine aktarılır.

4.5 Hava Trafik Yönetimi (ATM)

4.5.1 Hava trafik sistemi ve elemanları

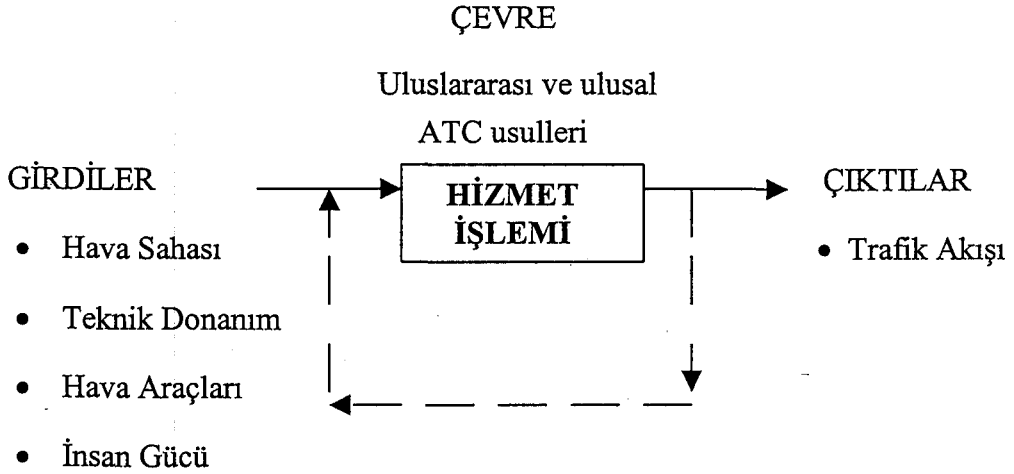
Hava trafik sistemi, hava trafik hizmetlerinin görülmesi için hava sahası, hava seyrüseferi teknik donanımı, hava araçları ve insan gücü unsurlarını bir araya getiren hizmet üretim sistemidir. Bu şekilde yapılandırılan sistemin genel kuruluş amacı hava seyrüseferi yapan hava araçlarının uçuşlarını emniyetli, verimli ve ekonomik olarak yapmalarını temin etmektir. Hava trafik sistemi bu amaçları sağlamak zorundadır. Birbiriyle çok yakından ilişkili bu amaçların hepsinin aynı zamanda gerçekleştirilebilmesi mümkün değildir. Çünkü emniyet düzeyi yükseltilmeye çalışılırsa, ekonomiklik azalır ve verim düşer. Eğer verimlilik ya da ekonomikliğe ağırlık verilirse, emniyet düzeyi düşecektir.

Hava trafik sistemi, genel olarak;

- Hava sahası,
- Teknik donanım,
- Hava araçları,
- İnsan gücünden oluşmuş bir sistemdir.

Girdi-Süreç-Çıktı akışı olarak gösterildiğinde (Şekil 4.24), bir hizmet üretim sistemi olan hava trafik sisteminin girdileri hava sahası, teknik donanım,

hava araçları ve insan gücüdür; çıktıları ise trafik akışıdır. Verilen ATC izinlerinin uçak tarafından doğru olarak alındığının kontrolü, trafik akışı- sektör kapasitesi karşılaştırılması, geri besleme; ulusal ve uluslararası ATC düzenlemeleri ise hizmet üretim çevresidir.

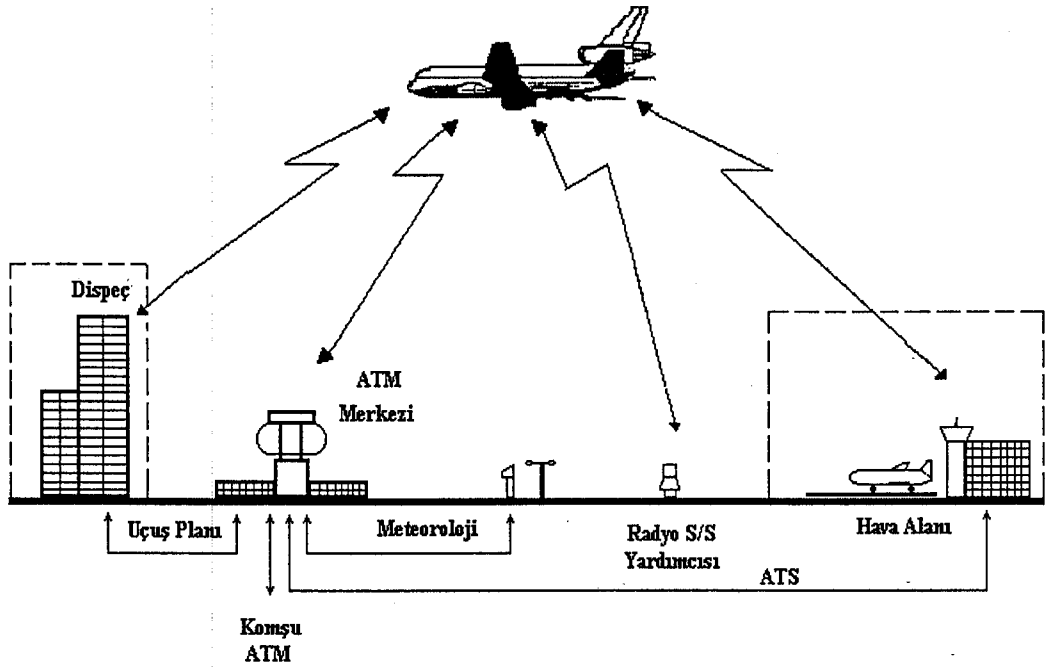


Şekil 4.24. Girdi-Süreç-Çıktı akışı olarak hava trafik sistemi elemanları [16].

Şekil 4.25’de hava sahası içerisinde hareket halinde olan bir uçağın, bağlı olduğu hizmet birimiyle, kendi şirketinin seyrüseferinin planlamasından sorumlu dispeç bürosuyla ve konum bilgisini aldığı radyo seyrüsefer cihazlarıyla olan karşılıklı iletişimi şematik olarak gösterilmektedir. Uçuşun sürdürülmesine yardımcı olan meteorolojik bilgilerin, dispeç bürosu tarafından hazırlanmış uçuş bilgilerinin, komşu ATC birimleri ile olacak bilgi akışının ve meydan kontrol kulesi ile yapılması gereken karşılıklı bilgi değişiminin akışı da yine şematik olarak gösterilmiştir. Burada hava alanı ve uçakların uçtuğu ortam hava sahası; radyo seyrüsefer yardımcıları, meteoroloji donanımı, Hava Trafik Yönetimi donanımı ve dispeç donanımı teknik donanım; yerdeki ve havadaki uçaklar hava araçları; teknik donanımı ve hava araçlarını kullananlar insan gücüdür.

Çok sayıda hava aracına en emniyetli, en verimli ve en ekonomik biçimde hizmet verilmesi hava trafik hizmetinin amacı olduğuna göre bu unsurlar arasındaki uzlaştırıcı çözümü ATM sağlar. Buna göre hava trafik yönetimi,

uçakların uçuşu sırasında maliyet ve gecikmeleri en aza indirirken emniyeti de temin eden kolaylıkların bütünüdür [16].



Şekil 4.25. Günümüz hava trafik sistem elemanlarının ilişkileri [16].

Yeni Hava Trafik Yönetimi kavramıyla gidiş ve geliş planladıkları zamanda gerçekleştirmeleri ve kabul edilen emniyet seviyesi tehlikeye atılmaksızın minimum kısıtlayıcı ile tercih ettikleri uçuş profillerini kullanmaları için uçak operatörlerine imkan tanımak hedeflenmektedir. [12].

4.5.2 Güncel sistemlerin yetersizlikleri

- Yerden yere haberleşmede ATC birimleri ve hava-yer haberleşmesinde ATC birimleri ile onların kontrolündeki uçaklar arasındaki bilgi akışı, daha ileri önemli uygulamaları desteklemek için yetersizdir.
- Hava trafik kontrolü (ATC), hava trafik akışının izlenmesi, tahmin edilmesi ve en iyi şekilde yerine getirilmesi amacı ile geliştirilmiş veri ve prosedürlere gerek duymaktadır.

- Daha gelişmiş ATC sistemleri için uçak performansı ve çevresel koşulları gösteren veriler üzerinde çalışmalar sürdürülmektedir. Bu nedenle en iyi uçuş profillerinin sınırlı uygulaması gerçekleştirilmektedir.
- Uçuş yollarının optimizasyonu ve planlanması konusunda gelişmiş uçak ekipmanlarının yetenekleri, yer sistemlerini geride bırakmıştır. Operatörler, bu gibi yeteneklerden daha fazla istifade etmek için çalışmaları hızlandırmıştır.
- Yol yapıları, genellikle esnek değildir.
- Uçuş bilgi bölgelerinin geleneksel hava sahası düzenlemeleri ve onları destekleyen ATS rotalarının alt yapısı, yer esaslı tesis ve hizmetler, genellikle uluslararası gereksinimlerden çok ulusal gereksinimler esasına dayanmaktadır. Hava sahasının bölümlere ayrılması ve ulusal sistemlerin farklılığı, hava sahasının en iyi şekilde kullanılmasını engellemektedir.
- Gelişigüzel rotalarda uçakları ayırmak için hava trafik kontrol sistemlerinin doğal kısıtlayıcıları ve çarpışmayı tespit etme ve önlemeyi desteklemek üzere geliştirilmiş otomasyon sistemlerin eksiklikleri sebebiyle, uçaklar belirli bir rota dahilinde uçuşlarını planlamaktadır [12].

4.5.3 Operasyonel ATM kavramı

1991 yılında düzenlenen 10. Hava Seyrüsefer Konferansında hava trafik hizmetlerini geliştirmek için yapılacak çalışmaların küresel hava trafik yönetimi kapsamında geliştirilmesi hedeflenmiştir (Şekil 4.26).

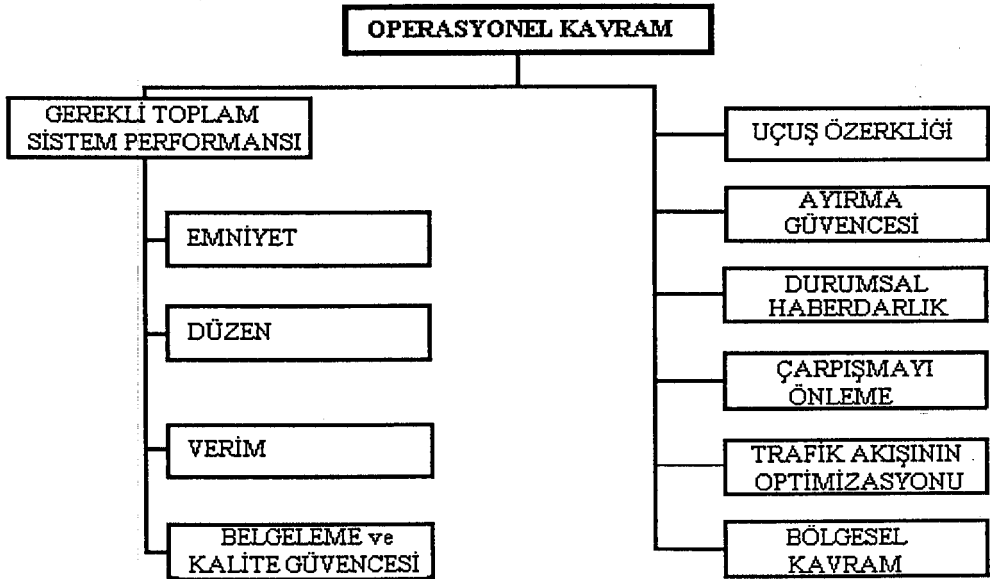
Hava trafik yönetiminin emniyet, verimlilik gibi öncelikli hedefleri yanında, gelecekteki ATM sistemleriyle ulaşılması planlanan diğer hedefler şu şekilde belirlenmiştir:

- Mevcut emniyet seviyesinin korunması veya arttırılması,
- Arttırılmış sistem kapasitesi ve trafik talebini karşılamak için gerekli

olan kapasite kaynaklarının maksimum kullanımı,

- Uçak yeteneklerinin maksimum menzilde sağlanması,
- Kullanıcı tercihli 3 ve 4 boyutlu uçuş yörüngelerinin dinamik yerleşimi,
- Kullanıcılara meteoroloji koşulları, trafik durumu ve tesislerin mevcudluğu gibi bilgilerin daha ayrıntılı olarak sağlanması,
- İleri yaklaşma ve kalkış prosedürlerini desteklemek için seyrüsefer ve iniş yeteneklerini geliştirme,
- Uçuş görüşmeleri için hava-yer bilgisayar diyalogunu kapsayan ATM karar verme işleminde kullanıcı katılımını artırma,
- Hava sahasının ATM prosedürlerine uygun olarak düzenlenmesi [12].

Bu hedeflere ulaşmak için ATM sistemlerinin küresel, bölgesel, ulusal esaslar doğrultusunda gelişimine uygun yönetim planlaması yapılması gerekmektedir [12].



Şekil 4.26. Operasyonel kavram [12].

Gerekli toplam sistem performansı (RTSP), belirli bir hava sahası içerisinde CNS/ATM ekipmanlarının performansını belirtmek üzere ICAO tarafından tanımlanmış bir kavramdır. Genel olarak gerekli haberleşme performansı (RCP-Required Communication Performance), gerekli seyrüsefer performansı (RNP-Required Navigation Performance), gerekli izleme performansı (RSP-Required Surveillance Performance) ve ATM otomasyon yeteneğinin birleşimidir. RTSP, belirli bir hava sahası, uçak ayırma standartları ve operasyonel faydalar için gereksinimleri tanımlamak amacıyla kullanılmaktadır. Bu yaklaşım, kullanıcıların elektronik ekipmanlarını yenilemek üzere CNS sistemlerine karar vermelerinde yardımcı olacaktır [26].

Gerçekte hava trafik yönetimi ile

- Hava Trafik Hizmetleri,
- Hava Trafik Akış Yönetimi,
- Hava Sahası Yönetimi ve
- Uçuş Operasyonlarını

içeren geniş çapta bir yönetimden söz edilmektedir. Otomasyon kullanımının artırılmasıyla birlikte yeni CNS teknolojilerden beklenen faydalar ATM'in geliştirilmesinde yol gösterecektir. Otomasyonun sadece ATC kapasitesinin artışı sağlanması değil aynı zamanda emniyet ve verimi artırarak, personel, bakım maliyetleri ve kontrolör iş yükünü azaltması beklenmektedir [12]. CNS sistemlerin kıtasal ve okyanus hava sahasında uygulanmasıyla ATM için sağlanacak faydalar Ek 3'de tablo olarak gösterilmiştir.

4.5.3.1 Hava trafik hizmetleri (ATS)

ATS, gelecekte de ATM'in ana elemanı olmayı sürdürecektir. Hava trafiğinin emniyetli ve verimli bir şekilde idare edilmesi, öncelikle hava trafik kontrolü ve uçuş bilgi hizmeti, uyarı hizmeti, hava trafik tavsiye hizmeti vb. gibi ATS'nin diğer elemanlarıyla sağlanmaktadır.

Hem havada hem de yerdeki ekipmanlar ile ADS esasına dayanan ATC sistemlerinin tasarımı, gelişimi ve uygulanmasında ülkelere ve endüstriye rehberlik etmek için gerekli standartların, prosedürlerin ve materyallerin gelişimi ile ilgili çalışmalar sürdürülmektedir. CNS/ATM sistemlerin uygulanması ile doğrudan hava trafik hizmetleri için sağlanacak faydalar şu şekilde belirtilmiştir:

- ATC haberleşme hatalarında azalma sayesinde emniyet, şimdilerde doğrudan kontrolör ve pilot haberleşmesinin kullanılmadığı bölgeler üzerinde veri hattı ve net ses kanallarının kullanılmasıyla artırılmış olacaktır.
- ATC vektörlemesine gerek kalmaksızın daha optimum rotalar, GNSS kullanımına dayalı seyrüsefer sayesinde sağlanmış olacaktır.
- Hata tespiti ve taktik kontrol esnekliği, ADS esaslı küresel izleme sayesinde kazanılmış olacaktır.
- Hem kontrolörler hem de pilotlar için insan faktörleri esaslarına dayanan insan hatalarında azalma ile artırılmış emniyet ve yükseltilmiş kapasite otomasyon desteği sayesinde beklenmektedir.
- Verimli ve düzenli uluslararası sivil havacılık, birbirine yakın ATC birimleri arasındaki otomatikleşmiş arabirimler vasıtasıyla geliştirilmiş olacaktır.
- Optimum uçuş profilleri ve daha ekonomik uçuşlar, hava ve yer sistemleriyle gerçekleştirilmiş olacaktır [12].

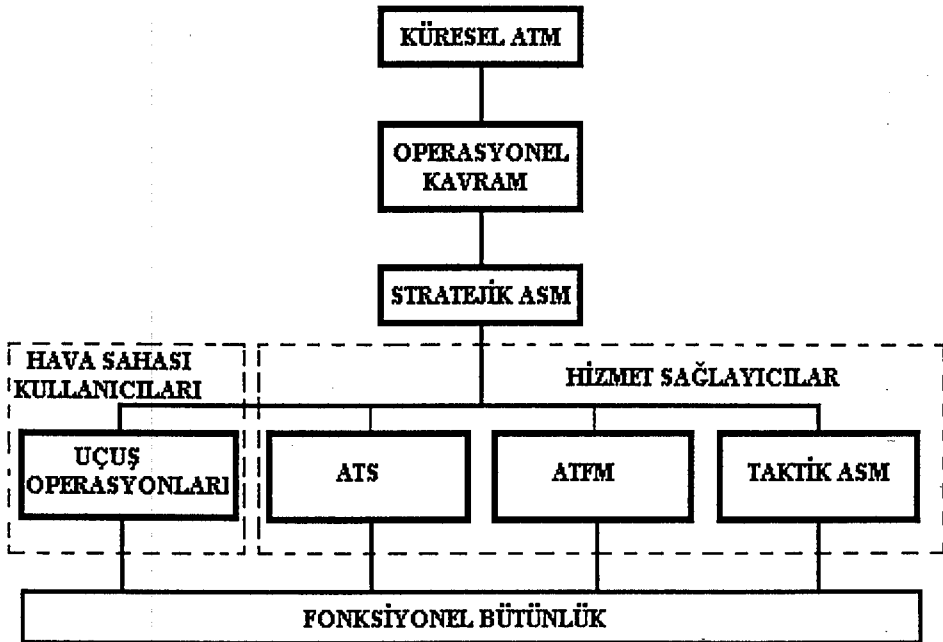
4.5.3.2 Hava trafik akış yönetimi (ATFM)

Hava trafik akış yönetiminin amacı, gerek uçuşta gerekse yerde uçak için gecikmeleri azaltmak ve sistemin aşırı yüklenmesini engellemek üzere hava trafik akışını en iyi şekilde düzenlemektir. Akış yönetimi hizmetlerinin efektif olması için ilgili ATC birimleri arasında sürekli bir işbirliği ve koordinasyon olmalıdır. Hava yolu işleticilerinin istek ve eğilimleri olabildiğince dikkate alınarak akış yönetimi:

1. Kullanılabilir ATC kapasitesinin tam kullanımını sağlanmalı,
2. Trafik akışlarının yönlendirilmesinde maksimum esnekliği ayarlamalı,
3. Trafik akışlarının düzenliliğini sürdürmelidir [16].

Akış yönetimi, stratejik ve taktik olarak iki kategori içerisinde incelenmiştir. Stratejik ATFM, belli bölgeler için veya mevsimlere göre trafik yollarının planlanması gibi önceden planlama sayesinde trafiği düzenlemeye çalışır. Buna ek olarak uçuş yolları üzerindeki belli noktalar veya gidilecek havaalanlarına ait tanımlı noktalar için önceden belirlenmiş uygun hızlar, stratejik esaslar üzerinde belirlenebilir. Taktik ATFM esnek, gerçek zamanlı esaslar üzerindeki kısıtlayıcılarla ilgili girişimlerdir.

Uzun menzilli bölgeler arası uçuşların sayısının artması, bölgesel ATFM sistem ve prosedürlerinin bütünleşmesini gerektirebilir. Bölgesel ATFM sistemlerinin küresel uyumluluğunu sağlamak için işlevselliğinin standartlaşması gereklidir [12].



Şekil 4.27. Küresel ATM çalışması için planlanmış bir yapı [12].

4.5.3.3 Hava sahası yönetimi (ASM)

Hava sahası yönetimi, hava trafik yönetiminin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Optimum hava sahası içinde seyahat eden uçakların havadaki beklemelerinin minimum olduğu, seyahati sırasında minimum yakıt sarf edebileceği yolu ve uçuş irtifasını kullandığı, diğer uçaklarla çarpışma tehlikesinin en az olduğu, mevcut ve uzun vadeli trafik talebine yeterli olan ve kontrolünde çalışan hava trafik kontrolörlerinin iş yükünün en az olduğu hava sahasıdır. Genel anlamıyla hava sahası sisteminin planlanması ile ilgili problemleri çözümlenmek amacıyla oluşturulmuş hava trafik yönetiminin bir alt kesimidir [16].

ATM ile ilgili olarak ASM, iki önemli unsurdan oluşmaktadır. Bunlardan ilki haberleşme, seyrüsefer ve izleme için ATM gereksinimlerinin verilen herhangi bir hava sahasına uygun olarak belirlenmesidir. Diğeri ise yapısal planlamadır.

Haberleşme, seyrüsefer ve izleme için küresel hava trafik yönetimine uygun gereksinimler, gerekli performans çalışmaları tamamlandıktan sonra gelecekteki standartlar ve önerilen uygulamaları, prosedürleri ve uçak için gerekli ekipmanları belirleyecektir. Bu da CNS/ATM esasına dayanan havadaki ve yerdeki sistemlerin tasarlanması, gelişimi ve uygulanması için ülkelere ve endüstriye yol gösterecektir.

Yapısal planlama, ASM'in ikinci temel unsurudur. Uçuş bilgi bölgeleri ve onları destekleyen ATS rotaları, yer esaslı tesis ve hizmetleriyle planlanan geleneksel hava sahası, uluslararası gereksinimlerden çok ulusal gereksinimlere dayalıdır. Sonuç olarak hava sahası ve sistemlerin ulusal farklılıklar göstermesi, hava sahasının optimum kullanılmasını engellemektedir.

Hava sahası alt yapısı, küresel verim ve emniyet seviyelerine uygun ve uyumlu olarak geliştirilmedikçe gelecekteki küresel ATM hedeflerini gerçekleştirmek mümkün olmayacaktır. Bu nedenle ATM, işbirlikçi bir yaklaşım gerektirmektedir [12].

4.5.3.4 Uçuş operasyonları

CNS/ATM sistemlerinin yer ve hava bölümleri, birbirleriyle sürekli olarak etkileşim içerisinde olacaktır. Örneğin yerdeki otomatikleşmiş sistemler, uçaktaki FMS sisteminde yüklü olan bilgilere dayalı olarak çarpışmayı tespit etme ve önleme ile kontrolöre yardımcı olacaktır ve bazı durumlarda havadaki sistemlerle ATC izinlerini gerçekleştireceklerdir. Buna ek olarak şimdilerde ses haberleşmesi yoluyla elde edilen diğer bilgiler, otomatik veri iletimi kullanılarak elde edilmiş olacaktır [12].

4.5.4 ATM otomasyonu

Hava trafik kontrolörünün görevi, yüksek düzeyli tecrübe gerektiren karmaşık işler ve algılama, bilgi işleme, muhakeme ve karar verme gibi yegane yeteneklerinin kullanılmasından oluşmaktadır. Kontrolör, sorumluluğundaki tüm uçakların yerini tam olarak bilmeli ve pilotun kalkış, süzülme, yaklaşma, iniş vb. gibi istek ve ihtiyaçlarını gerçekleştirirken uçakların birbirlerinden ne zaman ve nasıl ayrılacağına karar vermelidir [18].

Otomasyonla insan operatörler tarafından yerine getirilecek fonksiyonları gerçekleştiren cihaz veya sistemlerden söz edilmektedir. Bileşenlerinden bir kaçısı anlama, uyarı, önleme ve karşılıklı bilgi değişimi alanlarında tanınmıştır. Çeşitli yüksek düzeyde otomatikleşmiş sistem ile hem kısa hem de uzun dönemde karar verme ve planlama fonksiyonlarının tasarlanması hedeflenmektedir. İleri otomasyon, mevcut sistemlerin kontrol altında tutulan yeteneklerini geride bırakacak şekilde gelecekteki on yıl içerisinde hava trafiğinde beklenen artışlarla birlikte tanınmış olacaktır [20].

Ölçme ve kontrol teknikleri, arıza tespit ve teşhis etme, veri ve ses haberleşmesi, çoklu yörünge optimizasyonu, meteoroloji tahmini, gösterge teknolojisi ve uzman sistemler her geçen gün gelişim göstermektedir. Bu teknolojik ilerlemeler, hava trafik kontrolörleri için mevcut yardımcılarda önemli değişimler beklentisine neden olmuştur [18].

Otomasyonla hava seyrüsefer hizmet sağlayıcılarının rolü değişmezken CNS bileşenleri ve ATC otomasyonunun gelişimi, bir şekilde kontrolörün görevini yerine getirecek köklü değişime sebep olan cihazların artırılmasını sağlayacaktır. Bu cihazların çarpışmayı tespit etme, önleme ve çözüm üretme gibi hususlarda kontrolöre yardımcı olması da beklenmektedir. Gelişmiş otomasyon sistemleri sayesinde hesaplamalar daha hızlı yapılacak ve bu sayede doğruluk daha da artmış olacaktır. İleri hesaplama yöntemlerine dayanan çarpışmayı tespit ve önleme, daha direkt rotalara imkan sağlayacaktır [20].

Otomasyon düşünüldüğünde dikkatlice belirlenmiş olması gereken farklı sorunlar vardır. Bunlardan en kritik olanı, beklenmeyen olaylar karşısında uçuş yörüngesinin etkilenmesidir. Kontrolörler, esnek, uyumlu ve alternatif planları karşılamaya ve/veya geliştirmeye yeteneklidir. Bilgisayarlar ve ortak yazılımlar, kontrolörlere görevlerini başarmada yardımcı olacaktır. Bu doğrultuda otomasyon, tüm sistemin yönetim ve kontrolünden sorumlu hava trafik kontrolörü için kullanılabilir pek çok kaynaktan biri olarak görülmektedir. Etkin insan-makine arabirimleri pilot, kontrolör ve yer otomasyonu arasında etkileşime izin vermek üzere havada ve yerde bu nedenle bulunmalıdır.

ATM sistemi, sınırsız kullanıcı ve çeşitli elektronik ekipmanı bir arada tutmaktadır. Yeni teknolojileri kullanarak ATM prosedürleri ve tekniklerinin gelişiminde önemli tasarım mücadelesi, hava trafik kontrolörlerinin görevleri üzerinde merkezlenmiş sistem gelişmelerini gerçekleştirmektir. İnsan faktörleri, ne yapılacağını ve yapılacak işlemi ve ne zaman uygulanacağını belirlemede önemli bir unsurdur [18].

Sistem emniyeti korunur veya artırılırken, şimdilerde pek çok ATM alt sistemi daha verimli hava trafik akış yönetiminin sağlanması üzerinde odaklanmıştır. Yeni CNS sistemlerinin tanımlanması ve gittikçe hava ve yerdeki sistemlerin yeteneklerinin artması, daha karmaşık ATM sistemlerinin gelişimine imkan sağlayacaktır. Tamamen bütünleşmiş bir ATM sistemi, mevcut sistemler ile gerçekleştirilen ATM operasyonlarındaki çeşitli kısıtlayıcıları azaltmak için otomasyon kullanımını arttıracaktır. ATM, hava trafik hizmetleriyle ilgili geleneksel elemanların tümünü ve ayrıca geniş kapsamlı hava seyrüsefer alt

yapısının farklı ilave elemanlarını kapsamaktadır. Operasyonların hemen hemen tüm aşamaları için uygulanacaktır [20].

Otomasyon kullanımı ile beklenen faydalar:

- ATM otomasyonu, gerçek zamanlı akış yönetim stratejilerini açık ve kesin bir şekilde belirtmeyi mümkün kılacaktır.
- ATM otomasyonu, taktik kontrolü arttırmak için ATM ve uçak arasında görüşmeyi sağlayacaktır.
- Otomasyon yardımcılılarıyla geliştirilmiş veri hattı ve ses kanalları, ATM ile otomatik görüşme yapamayan uçak için kullanılmış olacaktır.
- Esnek okyanus üzeri ATM, kullanıcı tercihli yörüngeleri temin edecektir.
- Hem akış yönetimi hem de taktik kontrol, yol ve terminal operasyonları için arttırılmış olacaktır.
- Trafığın terminal alanlarının içerisinde ve dışında düzgün bir şekilde akışı beklenmektedir.
- Hava-yer bilgi değişimi, gelişmiş olacaktır.
- Yeni otomatikleşmiş ATM yer sistemleri, kapasite artışını destekleyecektir [12].

Hava trafik kontrolünde gelişme eğilimli değişimler için mevcut sistemler, sistem ömrü süresince teknolojideki ilerlemelerin en etkili kullanımını sağlamak üzere tasarlanmıştır. Gelişim aşamasında bilinen mevcut örneklerden biri, veri hatlarının ortaya çıkışıyla kağıt üzerindeki uçuş planı striplerinin yerini almasıdır.

Belli özellikleri üzerinde daha az anlaşmaya varılmış olmasına rağmen insan merkezli otomasyon olarak bilinen tasarımda insan faktörleri ile ilgili önemli özellikler bulunmaktadır. Bununla birlikte bakış açısına göre otomasyon, bu gibi çelişkilerin tamamen ortadan kalkmış olmasını gerektirmektedir [20].

4.5.5 Serbest uçuş

Serbest uçuş kavramının amacı, gerçek zamanda yol ve hızını seçebilme özgürlüğüne sahip kullanıcıların aletli uçuş kuralları (IFR-Instrument Flight Rules) yönetiminde emniyetli ve verimli uçuş yeteneğidir. En genel anlamıyla verimliliğin artması için uçuşların kullanıcı tercihli yollar üzerinde gerçekleşmesidir [47].

ICAO tarafından mevcut sistemlerdeki yetersizliklerin ortaya koyulması ve bu yetersizliklerin üstesinden gelecek sistemlerin tanımlanması ile birlikte gündeme gelen bu kavram, 90'lı yılların ortalarında FAA tarafından kabul edilmiştir. Havacılık İçin Gereksinimler ve Teknik Kavramlar (RTCA-Requirements and Technical Concepts for Aviation) komitesi bu kavramı raporlarında şu şekilde tanımlamıştır:

“Aletli Uçuş Kuralları (IFR-Instrument Flight Rules) altında gerçek zamanda rota ve hızını seçebilme özgürlüğüne sahip uçuş operatörlerinin emniyetli ve verimli uçuş yeteneğini kazanmasıdır. Hava trafik kısıtlamaları, sadece ayırmaların temin edilmesi, havaalanı kapasitesinin aşılmasının engellenmesi, özel kullanımlı hava sahasında izinsiz uçuşların önlenmesi ve uçuş emniyetinin sağlanması için koyulmuştur. Kısıtlamalar, tanımlanan problemi çözmek için büyüklüğü ve süresiyle sınırlandırılmıştır. Kısıtlamaları ortadan kaldırmak için yapılan her bir faaliyet, serbest uçuşa doğru ilerlemeyi göstermektedir.” [21].

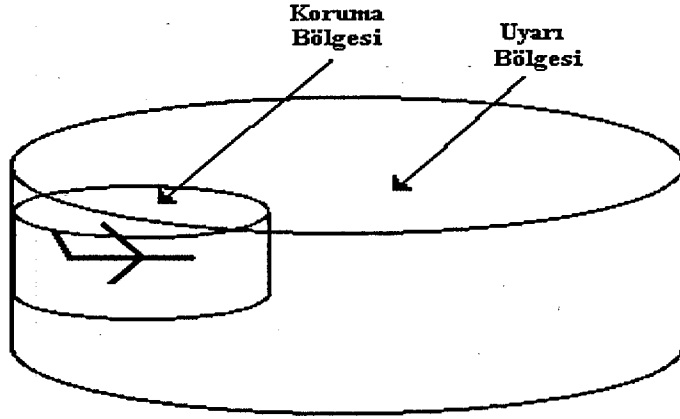
Serbest uçuş kavramı, yaklaşık olarak gelecek 50 yıl içerisinde gerekli esneklik ve kapasiteyi sağlayacaktır. Bu kavram, CNS/ATM teknolojilerinin uygulanması ve uçakların ayırma sağlarken esnekliği maksimuma çıkaran hava trafik yönetim prosedürlerinin oluşturulması sayesinde tüm hava sahası kullanıcıları için en iyi uçuş yollarını olanaklı kılmaktadır [48].

Bugünün direkt rota müsaadesi ile serbest uçuş kavramı arasındaki temel fark, özel rota, hız veya irtifa müsaadeleri olmaksızın pilotlara uçuş yapabilme yeteneğinin kazandırılmış olmasıdır. Ancak pilotlara tanınan esneklik diğer uçak

operasyonlarına müdahale edecek bir manevra söz konusu olduğunda, özel kullanımlı hava sahasına izinsiz giriş yapılması halinde, çok yoğun havaalanlarında veya tıkanık bir hava sahası içerisinde ve hava trafik kontrolörleri tarafından gerekli görüldüğünde uçuş emniyetinin tehlikeye atılmaması için sınırlandırılabilir.

Serbest uçuş sisteminde uçuş planı, hava trafik hizmet sağlayıcıları için akış yönetimine yardımcı olmak amacıyla kullanılacaktır. Ancak stratejik (uçuş yolu esaslı) kavramdan, taktik (pozisyon ve hız vektörü esaslı) kavrama doğru bir değişiklik muhtemeldir.

Serbest uçuş kavramının gerçekleşmesi, şekil 4.28' de görülen sistem içerisindeki her bir uçağın etrafındaki koruma ve uyarı bölgelerinin yapısına (yer ve/veya uçaktaki bilgisayarlar tarafından belirlenen) bağlıdır.



Şekil 4.28. Önerilen serbest uçuş sisteminde uçak için koruma ve uyarı bölgeleri [48].

Hava trafik hizmet sağlayıcısı için pozisyon ve kısa vadeli amaç bilgisi, iletilecektir. Hava trafik hizmet sağlayıcısı, potansiyel bir çarpışma durumu olduğunu tespit etmişse çözüm bulmak üzere uçuşa müdahale edecektir. Bu nedenle sadece aynı hava sahası için mücadele eden iki veya daha fazla uçak olması halinde kısa süreli kısıtlamalar uygulanacaktır. Normal şartlarda uçağın

manevrası hiçbir şekilde kısıtlanmayacaktır. Ayırma güvencesi de uçak bordo paneli üzerindeki uygun sistemler tarafından arttırılmış olacaktır [48].

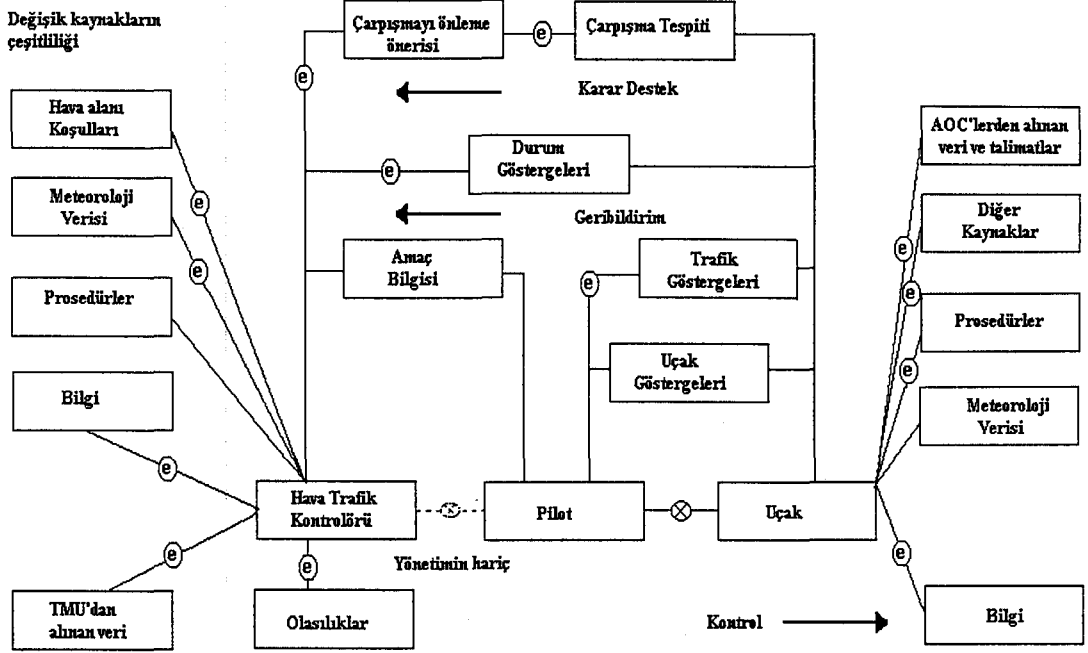
Özellikle havayolu şirketleri için önemli maliyet tasarrufu sağlaması beklenen ve potansiyel olarak görülen serbest uçuş kavramı, desteklenmektedir ve tüm problemler için çözüm yolu olarak gelişimini sürdürmektedir. Bu konudaki çalışmalar genel olarak teknoloji, prosedürler ve uçak performansı üzerinde yoğunlaşmıştır.

Kontrolörlerin çoğu mevcut ATC prosedürlerinin oldukça eski olduğu ve yakın bir gelecekte ihtiyaca cevap veremeyeceği konusunda hemfikirdir. Ancak yine de geliştirilmiş olan prosedürlerin, fiziksel ayırma standartlarını tehlikeye düşürmeyeceği kesinlik kazanmalıdır. Şayet trafik sayısı, yapılan tahminlere göre artış sürdürmeyi gösterirse, operatörler küresel havacılık sistemine rağmen aynı anda aynı hava sahasında bulunan çok sayıda uçağı idare etmek için kısıtlamalar getirmeyi sürdüreceklerdir [21].

En son aşamada ulaşılmak istenen serbest uçuş ortamında ayırma sorumluluğunun tamamen ATC'den kokpite transfer edilmesi beklenmektedir ve uçuş yolları, uçuş seviyeleri ve hızları tamamen randomdur. Uçaktaki sistemler gerekli tüm parametreleri yer esaslı sistemlere iletilecektir. Yer esaslı sistemler, muhtemelen kontrolörle mutabık olarak çarpışmaları, önerileri ve haberleşme çözümlerini tespit edecektir [21].

Serbest uçuş kavramının evrensel havacılık sisteminde insan faktörünün rolünün tanımlanması ve anlaşılmasındaki yetersizliği henüz tartışılmaktadır. Serbest uçuş kavramının yüksek kazanç sağlamaya ve insan faktöründen kaynaklanan herhangi bir yetersizliğin üstesinden gelmek için teknoloji ile birleşmeye yönelik olduğu görülmektedir. Diğer bir deyişle bu kavram, sistemde insana daha az gereksinin duyulması esasına dayanmaktadır [21].

Şekil 4.29'da yıllar sonra ulaşılmak istenen son serbest uçuş kavramı gösterilmiştir ('e' işleminde değişkenlik veya hata kaynağını temsil etmektedir).



Şekil 4.29. Hava Trafik Yönetimin verilerinde değişken kaynaklar [21].

5. DÜNYADAKİ CNS/ATM UYGULAMALARI

5.1 CNS/ATM'e Küresel Geçiş ile İlgili Görüşler

Uydu teknolojisini kapsayan yeni haberleşme, seyrüsefer, izleme ve hava trafik yönetim sistemlerinin koordineli bir şekilde uygulanması için planlama esastır. Günümüz ATM sistemleri plan ve tasarımcıları, CNS/ATM teknolojileri ile otomasyon yeteneklerinin anlaşılmasını kolaylaştırmak, alternatif olarak düşünülen pek çok sistemin maliyetini, sağlayacağı faydaları ve operasyonel uygunluğunu dikkate alarak hem, bölgesel hem de ulusal ATM uygulama planlarını geliştirmek üzere çalışmalarını sürdürmektedir. Yeni sistemlerden beklenen faydaların en erken alınabilmesi için hazırlanan uygulama planları, kullanıcı ihtiyaçlarını göz önünde bulundurmalı ve hem kullanıcıların hem de hizmet sağlayıcıların ekipmanlarını istekli olarak güncellemelerini sağlamalıdır. Bu nedenle iyi hazırlanmış bir ATM uygulama planı, CNS/ATM sistemlerinin bölgesel ve ulusal olarak planlanmasında esas teşkil etmektedir [49].

ICAO yeni teknolojilerin uygulanması ile evrensel bir hava trafik yönetiminin gerçekleşmesini hedeflemektedir. Bu sayede emniyet göz önünde bulundurularak minimum kısıtlayıcı ile tercihli uçuş profillerinin kullanılması ve uçakların tam zamanında gidiş ve gelişinin sağlanması yönünde önemli bir adım atılmış olacaktır. Her ülke, kendi hava sahası içerisinde hem uluslararası hem de yurtiçi hava trafik hizmetlerini yerine getirmek üzere ulusal planını geliştirmekle yükümlüken ICAO, küresel ve bölgesel düzeydeki planlama stratejilerini koordine etmektedir [50].

Küresel sistemlerin düzenli ve programlı bir şekilde uygulanmasını sağlamak ve yeni teknolojilere geçişi kolaylaştırmak amacıyla ICAO Konseyi tarafından kurulan özel komite (FANS II), CNS/ATM ile ilgili önemli detayları tanımlamaksızın veya diğer bir deyişle yeni CNS teknolojilerin küresel ve daha verimli ATM sistemi içerisinde nasıl geliştirileceğini tam olarak açıklamaksızın CNS/ATM kavramının kabul edilmesiyle 1993 yılında çalışmalarını tamamlamıştır [51].

Küresel olarak koordine edilmiş bu plan, belli uygulama aşamalarını tanımlamaktan çok, geleceğin CNS/ATM sistemleri ile ilgili bilimsel görüşleri ve

geçiş aşamasındaki önemli noktaları içermektedir. CNS/ATM kavramı, evrensel boyutta uygulanacak olmasına rağmen, 10. Hava seyrüsefer konferansında gelecekte kullanılması düşünülen sistemlerin bölgesel hava seyrüsefer planlama aktiviteleri ile uygulanmasına karar verilmiştir. CNS/ATM sistemlerinin uygulamaya konulması şüphesiz kısa sürede gerçekleşmeyecektir ve önemli çabaları gerektirmektedir. Bu nedenle geçiş dönemi boyunca ülkeler, uluslararası organizasyonlar, hava sahası kullanıcıları ve sistem sağlayıcıları arasındaki işbirliği sürdürülmelidir.

Uygulama için farklı aşamaların koordine edilmesi ve çeşitlilik gösteren sistemlerin evrensel bir hava seyrüsefer sistemi içerisine yerleştirilmesi ancak dikkatli ve iyi hazırlanmış bir planla mümkün olacaktır. Bu amaçla planlamanın küresel, bölgesel ve ulusal olmak üzere üç farklı boyutta gerekli olduğu düşünülmüştür. Bütün bu çalışmalar neticesinde de sistem aşamalar halinde geliştirilmiş olacaktır. Tam olarak geçişin sağlanabilmesi için de araştırma, geliştirme, tecrübe ve gerekli onayların tamamlanmış olması zorunludur [13].

Bölgesel planlama süreci, ICAO'nun önemli çalışma programlarından biridir. Bölgesel planlar, Montreal'deki genel merkezle koordineli olarak çalışan Bangkok, Kahire, Dakar, Lima, Meksika, Nairobi ve Paris'te bulunan bölge ofislerinin desteği ile 7 bölgesel planlama ve uygulama grubu tarafından geliştirilmiştir.

Küresel planın geliştirilmesinde ulusal planlama oldukça büyük önem taşımaktadır. Her ülke, kendi ulusal planını düzenlemiş bile olsa yapılan planlamanın küresel ve diğer bölgesel planlarla uyumlu olmasını sağlamak için olanakların gözden geçirilmesi ve modernize edilerek bütünlük kazanması gerekmektedir [50].

5.2 Küresel Plan

Yeni teknolojilerin başarılı bir şekilde uygulanması için başta da belirtildiği gibi küresel plan oldukça önemlidir. Mevcut teknolojilerden yeni kavramlara yapılacak olan evrimsel geçiş, küresel uygulamanın planlanması açısından oldukça kritik önem taşımaktadır. Kısacası küresel plan, CNS/ATM

sistemlerinin planlanması ve uygulanmasında ICAO'nun nasıl bir yöntem izlediğini tanımlamaktadır [51].

Geçiş aşaması boyunca sistem performansında düşüşten kaçınmak ve mevcut emniyet seviyesini muhafaza etmek için geçiş süreci dikkatli bir şekilde planlanmalıdır. Bu planlama, uçağın geçiş dönemi boyunca hem mevcut sistemleri hem de yeni CNS ekipmanlarını taşıyacak olması nedeniyle lüzumsuz yere yüklenmesini önlemek açısından da zorunludur.

Gerekli CNS hizmetleri ve istenilen ATM seviyesi arasında yakın bir ilişki vardır. Hem ekonomiklik hem de verimlilik açısından tüm sistem elemanları arasında oluşabilecek uyumsuzluğun kontrol edilebilmesi için dünyanın her yerindeki gelişim aşamaları arasındaki farklılıklar dikkate alınmalıdır. Özellikle geniş kapsamlı CNS uydu sisteminde yer alan elemanların en iyi şekilde tasarlanmış olduğu düşünülürse dünya çapında koordinasyonları zorunlu olacaktır.

Son aşamada mevcut haberleşme, seyrüsefer ve izleme sistemlerinin çeşitliliğini ortadan kaldırmaya izin verecek bir CNS kavramının onaylanması için uzun vadedeki sonuçların daha önemli olduğu kabul edilmektedir. Belli sistemlerin kullanımda olup olmayacağı hakkında alınacak kararlar pek çok faktöre bağlıdır. Temel faktörlerden biri, yeni sistemlerin yeterliliği ve uygulamalarıdır. Diğer faktör ise bugüne kadar sağlamış olduğu faydaların göz önünde bulundurulmasıdır [52].

CNS/ATM sistemlerinin uygulamasını açıklamak üzere "Küresel Hava Seyrüsefer Planı" olarak bilinen ve yeniden gözden geçirilerek düzenlenmiş olan küresel plan, Mayıs 1998'de Rio de Janeiro'da tüm dünyaya tanıtılmıştır. Yeni kavram ve sistemlerin tanıtımına ek olarak küresel planlama ile ilgili ekonomik, örgütsel ve teknik konular da program içerisine alınmıştır [53].

Küresel geçiş planlaması; sonuçların ortaya çıkarılmasını, anlaşılmasını ve yapılması gereken faaliyetlerin belli bir düzende sıralanmasını gerektirmektedir. ICAO, aşağıda belirtilen planlama amaçları doğrultusunda üye ülkeler ve uluslararası organizasyonların üstlendiği planlama faaliyetleri için öncülük etmiş olacaktır.

- Standart ve prosedürlerin mevcudluğu,

- Gerekli tecrübeler ve ispatların tamamlanması,
- Yeterli uydu kapasitesinin var olması,
- Uygun sayıda donanımlı uçak,
- Operasyonel kullanım,
- Eğitim

Dünyanın çeşitli bölgelerindeki ATM seviyelerindeki farklılıklar ve geçişi etkileyen diğer faktörler nedeniyle yeni sistemlere geçiş için kesin bir zaman belirtilmemekle birlikte 2010 yılı hedeflenmiştir.

Yeni teknolojiye geçişin ATM'deki gelişmeler ve yapısal / prosedürel değişimler ile birlikte meydana gelmesi beklenmektedir. Gerekli yapısal değişimler, yeni sistemlerden en iyi şekilde faydalanabilmek için hava sahasının yeniden düzenlenmesini kapsamaktadır. Gerekli prosedürel değişimler ise aşağıda belirtilen faktörleri içermektedir:

- Veri hattı kullanım prosedürleri,
- Ayırma kriterlerini içeren ATC prosedürlerinin yeniden gözden geçirilmesi,
- Ayırma minimasının yeniden gözden geçirilmesi,
- Mesaj formatları,
- Yaklaşma prosedürleri.

Geliştirilmiş ATM yeteneklerinin planlanmasında ve uygulamaya konulmasında insan faktörlerinin etkileri de göz önünde bulundurulmalıdır. Geçiş için düşünülen temel insan faktörleri ;

- Eğitim,
- İnsan – makine arabirimleri,
- İnsan yeteneklerinin sınırlı olması gibi sistem istatistikleri referans alınarak emniyet seviyesinin tanımlanması,
- Kullanıcı tercihli rotalar için hazırlık,

- ATS personeli ve uçuş mürettebatının gelişmeler hakkında bilgi sahibi olması,
- Kullanıcılar ve ATS personelinin ilgili bilgiyi hızlı ve verimli bir şekilde kullanabilmesi,
- Otomatikleşmiş bir ortamda pilotların, hava trafik kontrolörlerinin ve sistem tasarımcılarının sorumluluklarının tanımlanması,

konularını içermektedir [12].

5.2.1 Yeni haberleşme sistemlerine geçiş için belirlenen önemli noktalar

- Ülkeler, mümkün olan en kısa sürede veri hattı sistemlerini kullanmaya başlamalıdır.
- Havacılık mobil uydu hizmeti (AMSS)'ne geçiş, ilk olarak okyanus hava sahasında ve trafik yoğunluğu düşük kıtasal hava sahasında olmalıdır.
- Ülkeler / bölgeler, ATC uygulamalarını AMSS hizmetlerinden yararlanarak gerçekleştirmek üzere işbirliği yapmalıdır.
- AMSS'nin tanınmasından sonra geçiş periyodu boyunca mevcut HF haberleşme sistemlerinin doğruluk, güvenilirlik ve kullanılabilirlik seviyeleri korunmuş olmalıdır.
- Birbirine çok yakın ülkelerin ATC tesisleri arasında haberleşme ağları şayet mevcut değilse kurulmuş olmalıdır.
- ATN, aşamalı olarak uygulanmalıdır.
- Şayet yeni mesaj işlemcileri ve veri hattı sistemleri kullanılmaktaysa, bunlar kod ve byte şeklindeki bağımsız veri iletimini desteklemelidir ve ATN' e tam olarak uyumlu olmalıdır.
- Geçiş süresi boyunca ülkeler, uluslararası havacılığın ihtiyaçlarını karşılayacak ATN kullanımını kesinleştirecek esaslar üzerinde işbirliği yapmalıdır.

- Ülkeler, ATN'in hem güvenilir hem de işlevsel görünüşüne gölge düşmemesini sağlamak için gerekli prosedürleri hazırlamalıdır [13].

5.2.2 Yeni seyrüsefer sistemlerine geçiş için belirlenen önemli noktalar

- GNSS, başlangıçta yardımcı seyrüsefer cihazı, daha sonrasında ise tek başına seyrüsefer hizmeti sağlayan sistem olarak kullanılmak üzere onaylanmalıdır.
- Geçiş süresi boyunca mevcut seyrüsefer sistemleri için kullanılan yer ekipmanları kullanılabilir durumda kalmalıdır.
- Ülkeler / bölgeler, seyrüsefer yeteneğine göre trafiğin ayrılmasını ve daha yetenekli uçaklar için tercihli rotaların onaylanmasını göz önünde bulundurmalıdır.
- Ülkeler / bölgeler, önemli trafik geçişi sebebiyle her bir uçuş bilgi bölgesi (FIR) içerisinde yaklaşık olarak aynı zamanda ortaya çıkacak uygun donanımlı uçaklar için ayırma standartlarını ve prosedürlerini temin etmek üzere işbirliği içerisinde olmalıdır [13].

5.2.3 Yeni izleme sistemlerine geçiş için belirlenen önemli noktalar

- Ülkeler, kontrolleri altındaki hava sahasında ADS'yi uygulamak için ICAO SARP ve prosedürleri ile uyum içerisinde olacak operasyonel prosedürleri geliştirmeye başlamalıdır.
- ADS'ye geçiş, ilk olarak okyanus hava sahaları ve trafik yoğunluğunun düşük olduğu kıtasal hava sahası içerisinde olmalıdır.
- Ülkeler / bölgeler, ADS'nin tanındığı yerlerde kesinlik kazanması için işbirliği yapmalıdır. ADS, önemli trafik akışının meydana geldiği her bir FIR bölgesinde yaklaşık olarak aynı zamanda tanınmış olacaktır.
- Birbirine yakın ülkeler veya FIR bölgeleri içerisinde farklı izleme yöntemlerinin kullanılması durumunda sistemlerin karşılaştırılması ve genelleştirilmesi gereklidir. Prosedürel cihazlar, kullanıcılara anlaşılır hizmet sağlamak üzere geliştirilmiş olmalıdır.

- ADS tanındıktan sonra geçiş süresi boyunca mevcut pozisyon raporlama sistemlerinin doğruluk, güvenilirlik ve kullanılabilirlik seviyeleri korunmuş olmalıdır.
- Ülkeler / bölgeler, hava sahasının daha verimli kullanılmasını sağlayacağı düşünülen ADS ve diğer sistemler için prosedürel değişimlerini uygulamak üzere ICAO'nun himayesinde faaliyet göstermelidir.
- ADS'ye geçiş süresince uygun donanımlı uçak, tercihli rotalar ve hava sahası için ADS teçhizatlı olmayan uçak üzerinde üstünlük kazanmış olmalıdır.
- ADS, aşama aşama kullanılmaya başlanmalıdır.
- ADS ekipmanı, standart ve prosedürleri diğer izleme yöntemlerine bir bakıma yedek olarak geliştirilmiş olmalıdır [13].

5.2.4 Eğitim

Yeni teknolojiler ile birlikte düşünülen eğitim, özellikle az gelişmiş ülkeler için daha fazla önem taşımaktadır. Eğitimin genel olarak her ülkenin kendi sorumluluğunda olduğu düşünülmektedir. CNS/ATM kavramının uygulanması ile mevcut haberleşme, seyrüsefer ve izleme sistemleri için eğitim gereksinimlerinde kesin bir azalma meydana geleceği dikkate alınmalıdır.

Verilecek eğitim için mali ve teknik destek kaynaklarının geliştirilmesi gerekir. Destek sağlayacak kaynaklar, Birleşmiş Milletler Gelişim Programı (UNDP- United Nations Development Programme), Sivil Havacılık Eğitim Merkezleri (CATCs- Civil Aviation Training Centers), ICAO ve eğitim programlarını destekleyen ülkelerin eğitim (Trainair) merkezleridir.

Dünya çapında 70'in üzerinde sivil havacılık eğitim merkezi bulunmaktadır. Ulusal ve bölgesel hava taşımacılık sistemlerini kullanan eğitimli personel, sivil havacılık eğitim merkezleri tarafından eğitilmektedir.

Dünyadaki pek çok üniversite profesyonel havacılık personelinin çalıştırılmasını hedefleyen gelişim programlarını arttırmaktadır. Üniversiteler

yapmış oldukları çalışmalarla CNS/ATM için araştırma, geliştirme ve eğitim konularında kesinlikle önemli rol oynayacaklardır [12].

5.2.5 Diğer ICAO planlama faaliyetleri ile bağlantı

Geniş kapsamlı geçiş ve uygulama planlaması, bölgesel sorumluluklar dahilinde sürdürülmektedir. Yeni sistemlere geçişin küresel plan sayesinde gerçekleştirilmesi ve bu planın bölgesel planlama faaliyetleri ile arasındaki koordinasyonunun sağlanması başlangıç aşamasında hedeflenmiştir.

ICAO, yapılan bölgesel hava seyrüsefer toplantıları neticesinde bu konuda detaylı bir şekilde çalışacak bölgesel planlama gruplarını tespit etmiştir. Bölgesel planlama gruplarına düşen görev, küresel planın uygulanması için gerekli katılımı sağlamak ve çeşitli ICAO bölgelerinde bu planın bölgesel düzeyde koordinasyonunu kesinleştirmektir. Diğer bir deyişle küresel planın başarıya ulaşması, belirlenen bölgeler içerisinde gerekli hizmet ve kolaylıkları detaylı bir şekilde planlama ve uygulamadan sorumlu olan ülkelerin ulusal planları ve onaylanan hizmet ve kolaylıkları uçaklarında kullanacak olan ülkeler ile bu hizmet ve kolaylıkları mevcut hale getirecek olan ülkeler arasında fikir birliğinin sağlanmasıyla mümkün olacaktır [54].

Bölgeler arası koordinasyonun sağlanması için her bir aşamada yapılacak faaliyetlere göre farklı ihtiyaçlar değerlendirilecektir. Başlangıçta planlamaya dahil edilen bölgeler arasındaki koordinasyon resmi olmamakla birlikte ICAO ve bölgesel planlama gruplarının yapılan çalışmalardan birbirlerini haberdar etmeleri esas alınmıştır. Ara bir dönemde planlama ile ilgili belgelerin müşterek düzenlenmesiyle daha resmi bir faaliyet gerçekleştirilecektir. Neticede bölgeler arası koordinasyonun daha uzun vadede sağlanması için sürekliliğe gerek duyulmaktadır [12].

5.3 CNS/ATM Sistemlerinin Uygulanmasının Bilimsel ve Yasal Yönü

ICAO, hava seyrüseferin emniyetli, verimli ve ekonomik olarak gerçekleştirilmesini sağlamak üzere uydu teknolojisinin kullanımı ile ilgili tüm konularda uluslararası sivil havacılığın geliştirilmesinden sorumludur. Bu sorumluluğun yerine getirilmesi amacıyla oluşturulan komiteler, FANS kavramı üzerinde çalışmak ve olası engelleri tespit etmekle görevlendirilmiştir. Yapılan

çalışmalar neticesinde FANS'ın ortaya çıkmasıyla ülkelerin bağımsızlığı ve ICAO konvansiyonu ile uygunluğu açısından herhangi bir tehlikenin söz konusu olmadığı sonucuna varılmıştır.

CNS/ATM hizmetlerinde uyduların kullanılmasıyla uçak operatörleri, hava trafik yönetimi ve haberleşme hizmet sağlayıcılarına ek olarak uydu hizmet sağlayıcıları da sistem içerisinde yer alan yeni bir grubu temsil etmektedir.

- **Uçak operatörleri**

ATM hizmetlerinin kullanıcısı olan uçak operatörleri, ATM hizmetlerinde uyduların kullanıp kullanılmayacağı konusunda ATM hizmet sağlayıcıları ile karşı karşıya kalmaktadır. Uçak operatörleri, ATM hizmetlerinin zorunlu kullanımından bağımsız olarak uydu seyrüsefer hizmetlerinin kullanılmasını onaylamaktadır. Uydu hizmetlerinin kullanımına uygun koşulları içeren onayın sözleşme ile resmileştirilmesi gereklidir. Uydu tesislerinin kullanımı uydu sağlayıcılarının onayına bağlıdır.

- **ATM hizmet sağlayıcısı**

ATM hizmet sağlayıcısı haberleşme, seyrüsefer ve izleme gibi hizmetler için gerekli uyduların kullanımıyla ilgilidir. Hizmetlerin yerine getirilmesinde ATM sağlayıcıları üzerindeki belirli yasal zorunluluklar oldukça önemlidir.

- **Uydu hizmet sağlayıcısı**

Uydu gönderen ülke, uluslararası hukuk kuralları çerçevesinde uydu ile ilgili belli sorumluluğu kabul etmektedir ve uyduda meydana gelen hasarlardan sorumlu olacaktır.

Uydu hizmet sağlayıcıları, farklı amaçlar için farklı gruplara hizmet vermektedir. Bu hizmetler yasal hüküm ve standartlarla hem ulusal, hem de uluslararası hukuk kurallarına göre düzenlenmiş olmalıdır.

- **Haberleşme hizmet sağlayıcısı**

Haberleşme hizmet sağlayıcıların işlevi, ATM hizmet sağlayıcıları ve uçak operatörleri ile karşılaştırıldığında uydu hizmet sağlayıcılarına benzetilebilir.

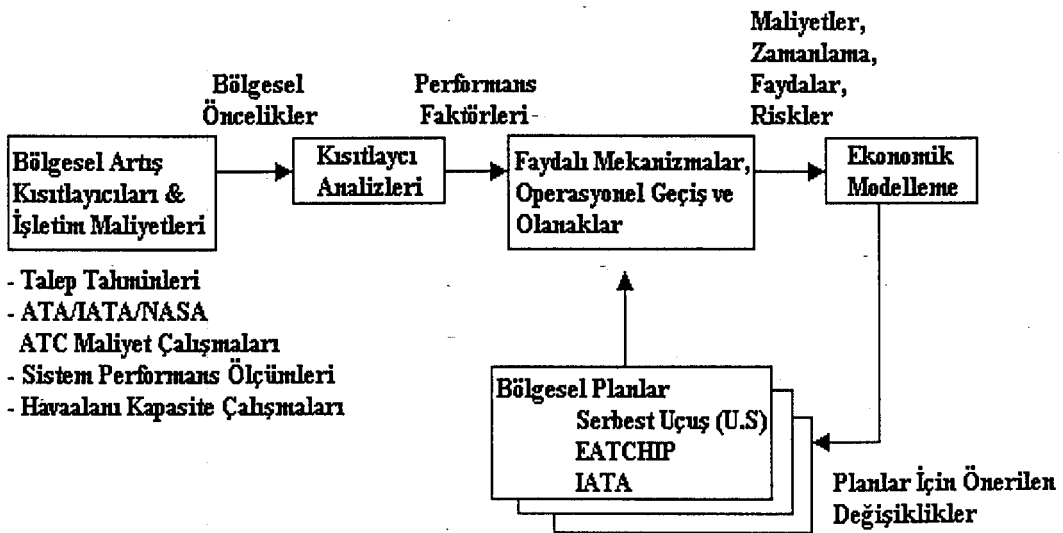
Verilen hizmetler yine sözleşme ile yürütülecektir. Haberleşme uydularında meydana gelen hasarlardan sorumlu olacaklardır [13].

5.4 Bölgesel Plan

Bölgesel plan, CNS/ATM sistemlerin bölgesel düzeyde uygulanmasını destekleyecek hizmet ve tesislerinin tanımlanmasını ve gerekli yapının oluşturulmasını sağlamaktadır.

1998 yılında CNS/ATM sistemleri ile ilgili çalışmalar belli bir düzeye ulaştığında küresel plan yeniden gözden geçirilerek düzeltilmiş ve bölgesel hava seyrüsefer planlarıyla daha anlaşılır hale getirilerek geliştirilmiştir. Bölgelere göre değişen genel ihtiyaçların ne olduğu esasına dayanarak trafik yoğunluğunu ve karmaşıklık düzeyini göz önünde bulunduran bölgesel planlama metodu, küresel plan tarafından onaylanmıştır. Bu yaklaşımla ATM planının gelişiminden önce belirli ATM bölgelerinin veya bölgelere göre önemli trafik akışlarının tanımlanması gerekmektedir. Bu amaçla trafik tahminleri kullanılarak her bölgenin operasyonel analizleri gerçekleştirilmektedir [49].

CNS/ATM sistem artırımlarını ve bölgesel planların ekonomik analizlerini gerçekleştirmek üzere uçak imalatçıları (Airbus, Boeing, Douglas), havayolları (American Airlines, British Airways, QANTAS ve United Airlines), IATA ve FAA'dan oluşan çalışma grubu tarafından bir yöntem geliştirilmiştir (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. CNS/ATM analiz işlemi [7].

Bu çalışma grubu, bugünün hava taşımacılık sistemi ve gelecek için yapılan tahminlerle gecikme ve verim miktarlarının belirlenmesine yardımcı olmak amacıyla bir veri tabanı oluşturmuştur. Dünyanın çeşitli bölgelerinde trafik yoğunluklarının farklılık göstermesi sebebiyle oluşturulan veri tabanı bölgelere göre değişiklikler içermektedir [7].

ICAO, coğrafik faktörlere göre belirlediği 9 hava seyrüsefer bölgesi içerisinde küresel planı ortaya koymuştur. Bölgesel hava seyrüsefer planı, her bölgenin uluslararası hava seyrüseferi için ihtiyaçlarının tanımlanması ile oluşturulmuştur [13]. Bu bölgeler Ek 4'de gösterilmiştir [55].

Şikago Konvansiyonu'nun 28.maddesine göre her üye ülke kendi sınırları içerisinde kabul edilen ICAO standartlarına ve önerilen uygulamalarına bağlı kalarak uluslararası hava seyrüseferi için gerekli tesis ve hizmetleri sağlamakla yükümlüdür. Bu standartlar, evrensel özelliğe sahiptir. Bölgeler arasında uluslararası hava taşımacılığının operasyonel gereklilikleri çeşitlilik göstermektedir. Bu nedenle hava seyrüsefer planlaması, bir yandan hava seyrüsefer sistemlerinin evrensel uyumluluğunu sağlamak üzere dünya çapında standartlar, önerilen uygulamalar ve prosedürler diğer yandan trafik akışı, coğrafik ve sosyo-ekonomik faktörler hesaba katılarak bölgesel esaslar üzerinde yönetilmektedir [13].

ICAO bölgesel hava seyrüsefer planları;

- Hava sahası yapısı ve ATS yolları,
- Haberleşme ve seyrüsefer kolaylıkları,
- Farklı hava sahaları içerisinde sağlanmış olan hava trafik hizmetleri,
- Küçük havaalanları ve onların farklı uçak kategorileri ve yaklaşma, iniş yardımcıları gibi gerekli tesisler için kullanışlılığı,
- Meteorolojik hizmetler,
- Arama ve kurtarma hizmetleri,
- Havacılık bilgi hizmetleri

ile ilgili konularda uluslararası hava seyrüseferi için gerekli detayları içermektedir [13].

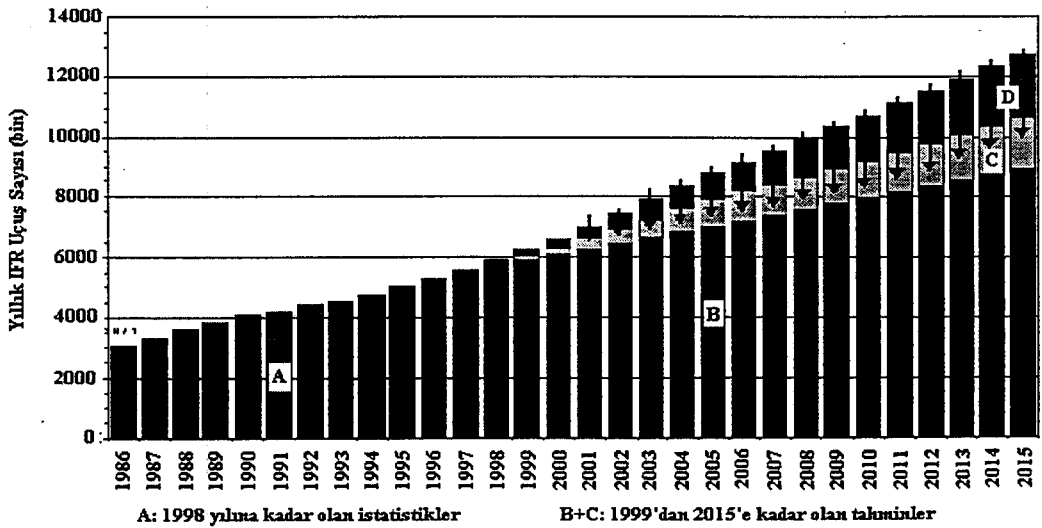
5.4.1 Avrupa Bölgesi

Avrupa bölgesi, batıda Kuzey Atlantik bölgesinden doğuda Pasifik Okyanusu'na ve Asya/Pasifik bölgesine kadar uzanan kıtasal bir alandan oluşmaktadır [54].

5.4.1.1 Avrupa Bölgesi'nin hava trafik durumu

Avrupa'da hava trafiği 1985 yılından bu yana, ağır ve düzgün bir şekilde yılda yaklaşık %5 bazen de %10'a ulaşarak artış göstermiş ve on yıllık bir zaman diliminde de ikiye katlanmıştır [56].

ECAC hava sahası, ulusal sınırlarla düzenlenmiş ve farklı kuralları uygulayan farklı ülkelerin hava sahasını kapsaması sebebiyle karmaşık bir yapıya sahiptir. Mevcut trafik yoğunluğu büyük şehirler ve endüstriyel alanlarda, özellikle merkezi bölgelerde değişim göstermektedir. Bölge sınırları içerisindeki uçuşların büyük çoğunluğu ortalama 75 dakikalık uçuş süresini kapsamakta ve gidilecek olan havaalanlarından hızlı dönüşleri içermektedir. Gelecek için yapılan trafik tahminleri de bu hava sahası için kısa mesafeli uçuşların en yoğun olduğu saatlerde süreklilik gösteren bir artışın olacağı yönündedir (Şekil 5.2).



Şekil 5.2. 1986 ile 2015 yılları arasında Avrupa'da IFR uçuşların

gerçekleşen ve tahmini sayısı [14].

Avrupa'da meteorolojik koşullar özellikle görüşün kötü olduğu kış aylarında mevcut havaalanı kapasitesini kısıtlamaktadır [18].

5.4.1.2 Mevcut yetersizlikler

Avrupa bölgesi için ATM performansını etkileyen en önemli faktörler;

- Gecikme,
- Kapasite yetersizliği,
- ATC maliyetleri ve
- Emniyet

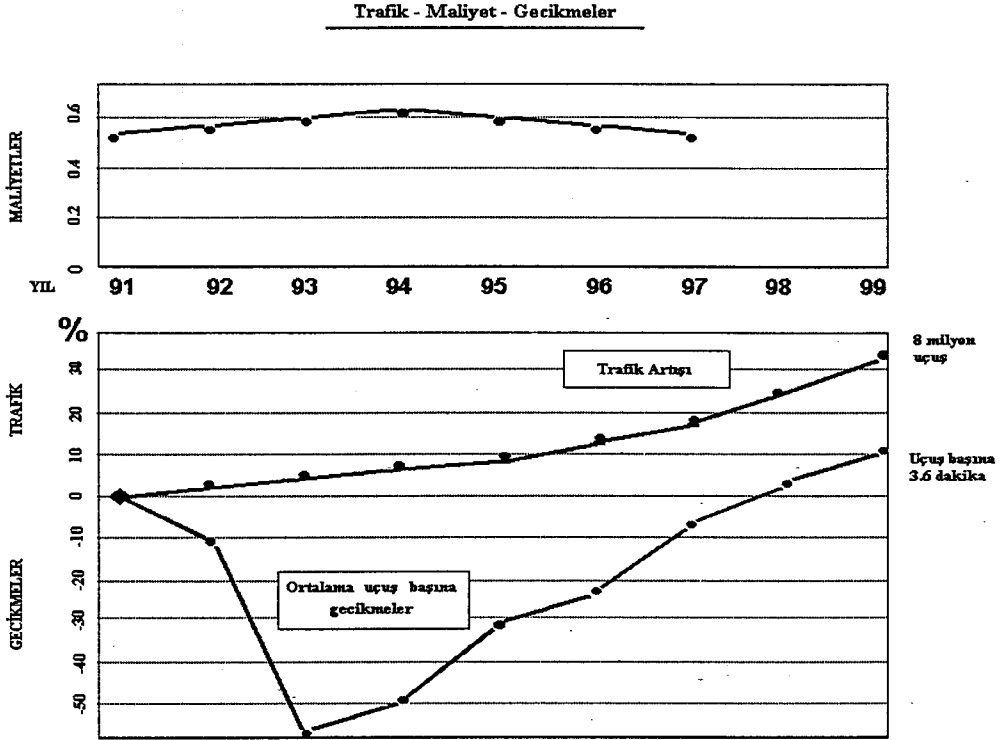
olarak belirlenmiştir.

Bu parametrelerden en önemlisi trafik artışıyla birlikte meydana gelen gecikmelerdir. Yol safhasındaki kapasite ve talep arasındaki dengesizlik, 80'li yılların sonunda gecikmelerde büyük artışa sebep olmuştur. Gecikmeleri etkileyen en önemli faktör ise talepteki artış karşısında kapasitenin yetersiz kalması olarak belirlenmiştir.

Performansı etkileyen bir diğer faktör ATC maliyetleridir. Günümüzde yakıt maliyetleri ile eşit büyüklükte olan ATM maliyetlerinin azaltılması konusunda hava sahası kullanıcıları büyük baskı yapmaktadır.

Hava trafik yönetiminin esas amacı, uçaklar arasında çarpışmanın önlenmesidir. Bu nedenle emniyet, ATM performans göstergesinin bir diğer önemli elemanıdır. İki misli artan trafik, kaza olasılığının da dört kat daha fazla olması anlamına gelmektedir [56].

Şekil 5.3'de 1991 ve 1999 yılları arasında Avrupa'da gerçekleşen trafik artışı, maliyet ve gecikme arasındaki değişim gösterilmiştir.



Şekil 5.3. Avrupa'da 91-99 yılları arasındaki trafik artışı, gecikme ve maliyet değişimi [15].

5.4.1.3 Avrupa'da CNS/ATM sistemlerine geçiş planı

ICAO Avrupa Hava Seyrüsefer Planı'nın yönetilmesi ve gelecekteki CNS/ATM sistemlerinin bölgesel uygulamalarının koordine edilmesi, 1972 yılında ICAO konseyi tarafından kurulmuş olan Avrupa Hava Seyrüsefer Planlama Grubu (EANPG-European Air Navigation Planning Group)'nun önemli faaliyetlerinden biridir. Bu çalışma 1997 yılı itibariyle 37 üyesi bulunan ECAC içerisinde EUROCONTROL tarafından yürütülmekte olan Avrupa Hava Trafik Harmonizasyon ve Birleştirme Programı (EATCHIP) ile gerçekleştirilmektedir. [13].

ECAC bölgesi için yapılan trafik tahminleri hava taşımacılığına olan talebin 21.yüzyılda önemli oranda artmayı sürdüreceğini göstermektedir. Mevcut ATM ağı ve kavramlarının tahmin edilen büyüklükteki trafik artışı ile başa çıkamayacağı bir gerçektir. Buna ek olarak hava taşımacılığındaki büyük rekabet; daha esnek ve daha ekonomik olarak hizmet sağlamak üzere ATM hizmet

sağlayıcıları üzerindeki baskıyı arttırmaktadır. Bu nedenlerin tümü göz önünde bulundurularak Avrupa için yeni bir ATM kavramı zorunlu hale gelmiştir [14].

5.4.1.4 ATM performansını geliştirmek için belirlenen aşamalar

Avrupa'da son on yılda sistemlerin uyum ve entegrasyonu önemli ölçüde tamamlanmış olmasına rağmen değişim gösteren trafik tahminleri, uygulamanın planlanmasında büyük rol oynamaktadır [57].

ATM stratejisinin uygulanması için yapılacak olan faaliyetler 3 grupta toplanmıştır.

1.Aşama (2005'e kadar)

Bu aşamada öncelikle kapasite artışının sağlanması ve hava sahası düzenlemeleri ile mevcut prosedürler ve insan kaynakları yönetimi için değişikliklerin bir araya getirilerek mümkün olduğunca verimin artırılması hedeflenmiştir. Bu amaçla talepteki artışı karşılamak üzere mevcut sistemler daha elverişli hale getirilecek ve uçuş veri işleme sistemleri içerisindeki yeni özelliklerden yararlanılacaktır.

2005 yılına kadar tamamlanması beklenen bu çalışmalar, mevcut Yaklaşım ve Uygulama Programı (CIP-Convergence and Implementation Programme) içerisinde bugüne kadar geliştirilmiş ve planlanmış olan sistemlerin uyum ve entegrasyon ölçümlerini içermektedir. Bu sayede tanımlanan periyot içerisinde emniyet, kapasite, verim ve esneklikte artış sağlanmak amacıyla yapılacak çalışmalar şu şekilde belirlenmiştir;

- Uçuş öncesi daha iyi planlama,
- RNAV esasına dayanan yol yapısı ve RVSM'in uygulanması,
- Büyük havaalanlarında yüzey faaliyetlerinin kontrolü ve havadaki kapasite yönetimi için gelişmelerin sağlanması,
- Serbest uçuş hava sahasının kullanılması,
- Hava sahası kullanımında esneklik,
- Personelin görevlendirilmesi, yönetim düzenlemeleri ve çalışma koşullarının en iyi şekilde sağlanması,

- Bireysel ve ekip çalışmaları için yeni düzenlemelerin yapılması.

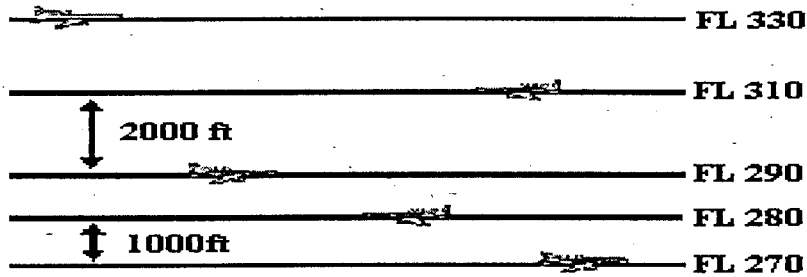
Bu çalışmaları yaparken haberleşme, seyrüsefer, izleme, hava trafik yönetiminde yer alt yapısı için düşünülen değişiklikler;

- ATN veri haberleşme yapısının tanınması,
- ATIS kullanımına ek olarak daha büyük havaalanlarında mobil veri haberleşmenin kullanılması,
- 8.33 KHz'lik kanal ayrımı ile kanal sayısının artırılması,
- RVSM uygulaması,
- Uydu seyrüseferinin kullanımı,
- Mode S arttırımlı izleme,
- Uçuş Veri İşleme Sistemi- FDPS'nin yenilenmesi,
- Büyük havaalanlarında yüzey faaliyet yönetim sistem ve prosedürlerinin kullanılması,
- İnsan-makine arabirimlerinin ve kontrolörlerinin çalışma yerlerinin yenilenmesi,
- Arttırılmış Taktik Akış Yönetim Sistemi (EATFMS)'in uygulanması olacaktır.

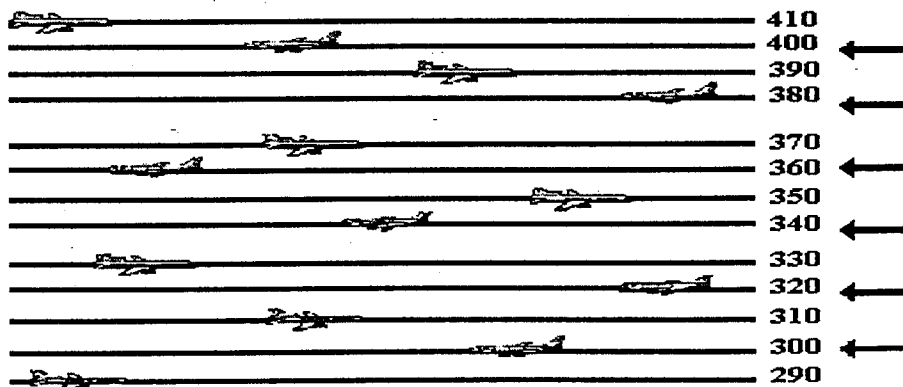
Belirlenmiş olan bu değişikliklerle 2005 yılında tahminen %60'a yakın kapasite artışı ve her uçuş başına yakılan yakıtta %3'lük azalma sağlanması beklenmektedir. Aynı zamanda yer faaliyet emisyonlarında da %15 ilâ %30'luk bir azalma söz konusu olacaktır [58].

Haberleşme altyapısındaki en önemli değişim 8.33 KHz'lik kanal ayrımının uygulanmasıyla olacaktır. Esas amaç yeni sektörlerin açılması için gerekli olan yeni VHF kanallarının bu sayede elde edilmesidir. Şayet 8.33 KHz'lik kanal ayrımı uygulaması FL 245'de başlatılırsa Avrupa için 75 ek kanal kazanılmış olacaktır [18].

Bu aşamada artan trafik talebini karşılayabilmek ve performansı arttırmak için yapılan çalışmalardan en önemlisi kapasite artışı sağlayacak olan Azaltılmış Dikey Ayırma Minimasi (RVSM-Reduced Vertical Separation Minima)'dır [56]. Havayolu ulaşımında uçakların güvenli bir şekilde uçuşlarını gerçekleştirebilmeleri için, hem yatayda hem de dikeyde ayırma kriterlerine uymaları gerekmektedir. Bu kriterler doğrultusunda Aletli Uçuşa (IFR-Instrument Flight Rules) göre uçunu sürdüren ve karşılıklı olarak uçan iki uçak arasında FL 290'a (Uçuş Seviyesi 29000 feet) kadar 1000 feet, FL 290 üzerinde ise 2000 feet dikey ayırma sağlanmaktadır. RVSM; FL290 ve üzerinde karşılıklı rotalarda uçan uçaklar için kullanılan 2000 feet'lik dikey ayırmanın, FL290 ile FL410 arasında 1000 feet'e indirilmesidir ve bu sayede 6 ek uçuş seviyesinin kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Şekil 5.4 ve Şekil 5.5' de FL290 ile FL410 arasında daha önce kullanılan ve RVSM ile kullanılmaya başlanan uçuş seviyeleri verilmiştir [59].



Şekil 5.4. FL 290 üzerinde kullanılan seviyeler [59].



Şekil 5.5. FL 290 üzerinde kullanılmaya başlanan seviyeler [59].

Azaltılmış dikey ayırma minimasının uygulanmasıyla birlikte ATC sağlayıcıları, hava sahasının çok daha verimli ve esnek kullanımı ve daha büyük hava sahası kapasitesi gibi önemli faydalar elde edeceklerdir. Operatörler için azaltılmış ayırma miniması, optimum uçuş seviyelerinde daha doğrudan rotalarda gerçekleşecek uçuşlarla, yakıt tasarrufu ve gecikmelerde azalma sağlanacaktır. Bu gelişmelere ve diğer kapasite arttırım ölçümlerine rağmen dünyanın pek çok bölgesinde tıkanıklık ve gecikmeler artmaktadır. RVSM uygulamasıyla önümüzdeki 20 yıl içerisindeki uçuşlarda % 0.5 ilâ %1 arasında yakıt tasarrufu sağlanacağı ve kontrolör iş yükünün önemli oranda azalacağı hesaplanmaktadır [49].

Avrupa RVSM programı, Avrupa Hava Sahası kapasitesinin belirli oranda artmasını sağlayacak bir programdır ve 24 Ocak 2002 tarihi itibariyle uygulanmaya başlamıştır.

2.Aşama (2005-2010)

2005 ve 2010 yılları arasındaki zaman diliminde hava sahası ile havaalanı kaynaklarının kullanımının optimizasyonunun sağlanması düşünülmektedir. Veri haberleşme hatlarının kullanımının artmasıyla birlikte otomatikleşmiş sistemlerin yer alması karar verme işleminde kolaylıklar getirecektir. Gerçek zamanda daha doğru yörünge ve izleme bilgisinin mevcutluğu ve ileri bilgisayar destek cihazlarının ortaya çıkması, yörüngeyi daha iyi tahmin etme ve çarpışmadan kaçınmayı planlama sağlayacaktır. Uygun yetenekli uçak, istenen koşullar altında veya belli hava sahası içerisinde kendi kendine ayırma uygulaması yapabilecektir. Bu sayede hava sahası yönetim ve organizasyonun, daha esnek ve dinamik olması beklenmektedir.

Bu aşamada kapasite, emniyet, verim ve esnekliği arttırmak üzere yapılacak çalışmalar kısaca şu şekilde belirlenmiştir:

- Veri hattı haberleşmesi ile desteklenen hava-yer işbirliği sayesinde çarpışma tahmini ve yörünge planlama,
- Arttırılmış ATFM prosedürleri ve kapasite yönetimi,
- Havaalanı yüzey faaliyet kontrolü ve planlaması,

- Arttırılmış hava sahası esnekliği ve sektörlere değişiklikleri,
- Askeri-sivil hava sahası planlaması,
- Serbest yol kullanımının genişletilmesi,
- Ayırma sorumluluğunun yerden havaya sınırlı olarak transferi,
- Personel atamaları ve çalışma koşulları ile ilgili çalışmaların sürdürülmesi,
- Bireysel ve ekip çalışmalarının düzenlenmesinde gelişme sağlanması.

Bu aşama için 1. aşamaya ek olarak yer alt yapısında düşünölen değişiklikler;

- FDPS ve Çarpışma Uyarı Sisteminin yükseltilmesi,
- Yüksek yoğunluktaki saha kontrol merkezlerinde ATN kullanımı,
- Mobil alt şebekelerin ilave edilmesi,
- Otomatik Bağımlı İzleme Yayını-ADS-B'nin kullanılması,
- Personelin mevcut ve yeni görevlerinin, sorumluluklarının yeniden incelenmesi, değişiklikler için eğitim programlarının yapılması.

Birinci aşamaya ek olarak bu değişimlerle bölgede % 20 ilâ % 40'lık olası kapasite artışı ve % 2 - % 3 civarında yakıt tüketiminde azalma sağlanması beklenmektedir. Aynı zamanda emniyet seviyeleri de arttırılmış olacaktır. Elde edilecek diğer faydalar, yer alt yapısının modernize edilmesi ve bir takım eski sistemlerin görevden alınmasıyla sağlanmış olacaktır [58].

3.Aşama (2010-2015 ve sonrası)

Önemli gelişmeler havada ve yerde bilgisayar destekli cihazların artması ve daha iyi planlama ile bilgi yönetiminde sürdürölen ilerlemeler sayesinde oluşacaktır. Uygulamanın bu aşamasında uçuşlar kapıdan kapıya kontrol altında tutulurken, hava sahası birkaç kısıtlayıcı ile planlama ve yönetim amaçlarına uygun olarak değerlendirilecektir.

Uçuşların büyük çoğunluğu yakıtın çok daha verimli bir şekilde kullanıldığı rotalarda gerçekleşirken uygun hava sahalarında uçakların kendi

kendine ayırma yapmasını uygulamak da mümkün olacaktır. Bu sayede ilerleme kaydedecek operasyonel gelişmeler ve kullanılacak sistemler aşağıda belirtilmiştir:

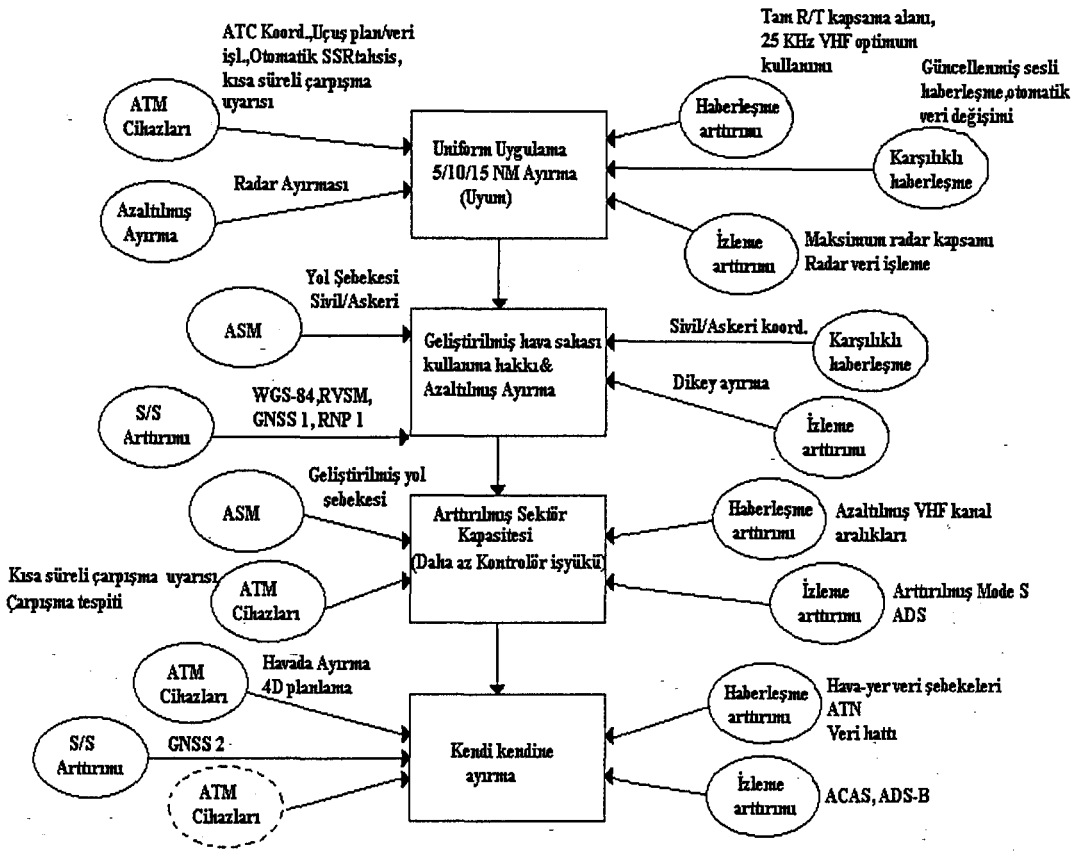
- Uçakların sıralanması ve ayrılması için bilgisayarların kullanımının yaygınlaşması,
- Kapasite yönetiminin en iyi şekilde olması,
- Tüm Avrupa hava sahasını kapsayan planlama,
- Uçuşların kapıdan kapıya planlanması ve yönetilmesi,
- Özerk uçuş operasyonlarının tanınması.

Bu aşamada diğer iki aşamaya ek olarak yer alt yapısı için düşünülen değişiklikler;

- Veri haberleşme altyapısı esasına dayanan ATN ve yer sistemlerinin tamamen bütünleştirilmesi,
- RNP1 RNAV,
- Lokal ihtiyaçlara göre değişen yeni izleme alt yapısına geçiş,
- Çoklu sektör planlamanın uygulanması.

İkinci aşamaya ilave olarak yapılacak bu değişikliklerle bölgede %20 ilâ %40'lık ek kapasite sağlanması beklenirken, 2015 yılı sonrası için trafik artışı ile birlikte kapasitenin daha da fazla artmasını sağlayacak esaslar hedeflenmektedir. Bu durumda gelecek için düşünülen değişiklikler üzerindeki kısıtlayıcıların çevresel faktörler ve pist yetersizliği olması beklenmektedir [58].

Şekil 5.6'da yukarıda aşamalar halinde anlatılan EATCHIP programı için terminal manevra alanı geliş/gidiş ve yol safhasında kapasite arttırım akış diyagramı gösterilmiştir.



Şekil 5.6 Avrupa yol kapasite arttırımı akış diyagramı [7].

5.4.1.5 ATM sistemlerinin kullanıcıları

Tecrübe aşamasında olan ve gelecekte kullanılacağı beklenen ATM sistemleri, Avrupa hava sahasını kullanma hakkına sahip hava sahası kullanıcılarına hizmet verecektir. Bu hizmetlerden faydalanacak olan kullanıcılar;

- **Ticari Havayolları**

ATM hizmetlerinin önemli çoğunlukta kullanıcıları olacaklardır. Havayolu işletmeleri için emniyet faktöründen sonra en önemli konu uçuş tarifelerinin tam zamanında ve hızlı bir şekilde yayınlanmasıdır. Tarifeler çoğu zaman birbirine bağlı olan uçuşlar ve özel uçuşlarda farklı uçak ve personelin kullanılmasını gerektirmektedir. Bağlantılı uçuş sürecinde meydana gelebilecek herhangi bir gecikme, bu uçuşa bağlı diğer uçuşlarda oldukça önemli etkiler yaratabilir.

Havayolu şirketleri ticari hedeflerine bağlı olarak farklı önceliklere sahiptirler ve uçaklarının optimum gidiş/geliş zamanları, uçmak istedikleri rota ve seviyelerin belirlenmesiyle uçuş operasyonlarını en iyi şekilde gerçekleştirmek için çaba göstermektedirler.

- **Genel Havacılık**

ATM hizmetlerinin önemli kullanıcıları olmayı gelecekte de sürdürecektir. Sayılarının ticari havacılıkta olduğu gibi artması beklenmektedir ve genellikle hedefleri ticari havayollarına benzemektedir.

- **Askeri Havacılık**

Askeri havacılık hava, yer ve deniz esaslı faaliyetlerden meydana gelmektedir. Büyük taşıma uçaklarından, avcı ve eğitim uçaklarına, helikoptere ve mürettebatsız hava araçlarına kadar çeşitli uçak tipleri kullanılmaktadır. Bu uçaklar, her türlü koşulda çalışmayı gerektirmektedir ve alçak seviyeli uçuş, havada yakıt ikmali gibi hava sahasının genel kullanım gereksinimlerine ek olarak özel gereksinimlere de sahiptirler.

Bazı askeri uçakların operasyonunun ticari havayolu operatörlerinininkine benzer olarak düşünülebilir. Özellikle de avcı ve eğitim uçakları, sivil hava sahasını kullanmak üzere uçaktaki ekipmanlarında sınırlı fiziksel mevcutluğa sahiptir [14].

5.4.1.6 Uçak uçuş profilleri ve yetenekleri

İşletim özellikleri ve modelleri açısından önemli derecede farklılığa sahip uçak filolarının 2015 yılından önce değişimi beklenmektedir. Ancak daha da ağırlaşan ekonomik koşullar, ilgili maliyetlerin en aza indirilmesi konusunda büyük baskı yaratmaktadır. Bu amaçla uçakların işletim özelliklerindeki gelişmeler sürdürülürken, uçakların uçuş profillerinin gelecekte de bugünden farklı olması beklenmemektedir.

Bunun tam aksine uçak elektronik ekipmanlarındaki gelişmelerin hız kazanacağı ve daha da karmaşık olacağı düşünülmektedir. Bunun yanı sıra bilgi transferi için hem havada uçaklar, hem de havadaki ve yerdeki sistemler arasında veri hattı haberleşmesinin kullanılması ve 4 boyutlu uçak yörüngelerinin ortaya

çıkması yönündeki faaliyetleri destekleyen uydu seyrüseferine olan güvenin de artması sağlanmış olacaktır [14].

Uçak uçuş yönetim sistemlerinin daha gelişmiş olması, hava-yer ATM sistemlerinin bütünlük kazanması açısından oldukça önemlidir. Uçaklar, yerdeki ATM ağından geçmişte olduğundan daha bağımsız olarak çalışıyor duruma gelecektir. 8.33 KHz uyumlu radyo haberleşme ekipmanı, 1999 yılından bu yana uygulama bölgesinde uçmak isteyen uçaklar için zorunlu hale gelmiştir. Mode S Transponder, TCAS ve ACAS ekipmanları için zorunlu hale gelirken, yukarı hava sahasında uçmak isteyen uçaklarda da RVSM uyumlu altimetrelere bulunacaktır. Veri hattı haberleşmesi, ilk olarak ATN/VDL-2 ile yerdeki ve havadaki sistemler, ikinci olarak da kontrolör ve pilot arasında bilgi transferinin sağlanması amacıyla kullanılacaktır [18].

5.4.2 Kuzey Amerika Bölgesi

5.4.2.1 Kuzey Amerika Bölgesi'nin hava trafik durumu

Kuzey Amerika bölgesi, Amerika ve Kanada'yı kapsamaktadır. Kuzey Amerika nüfusunun büyük bir bölümünün bulunduğu bu merkezde havacılık hizmetleri, nüfusun fazla olması ve havayolu şirketlerinin operasyon merkezlerinin burada bulunması sebebiyle merkez havaalanı (hub and spoke) teknikleriyle verilmektedir. Bu nedenle trafik akışı bu merkezlere doğru oldukça yoğundur.

Trafik akışı, esasen yol safhasındadır ve Avrupa'dan Kuzey Amerika'nın doğu sahillerine veya Pasifik kıyı kesimleri ve batı sahilleri arasında gerçekleşen uçuşlardan oluşmaktadır. Bununla birlikte hava taşımacılığında uçakların gelişimi şimdilerde Avrupa ile batı sahilleri arasında ve Pasifik kıyıları ile doğu kıyıları arasında hizmet sağlamak üzere operatörlere imkan tanımaktadır.

Bu bölgedeki yüksek yoğunluktaki yol trafiği, oldukça karmaşık yapıdadır. Aynı zamanda bölgenin sert iklim ve engebeli arazi koşulları haberleşme, yer esaslı seyrüsefer cihazları ve izleme sistemlerinin kurulmasına olanak sağlamamakla birlikte kurulma ve bakım maliyetlerini de arttırmaktadır. Merkezde ve civardaki havaalanlarında yaşanan kanal tıkanıklığı problemleri ve buna bağlı aksaklık ve gecikmeler, haberleşmenin aceleye getirilmesi, kaçırılması

veya hatalı tekrarlamalar sebebiyle ortaya çıkan emniyet tehlikeleri, kontrolörle haberleşme zamanının kısıtlı olması gibi nedenlerle de sağlanan hizmet oldukça sınırlıdır.

Bölgenin coğrafik özellikleri, sürekli olarak artan trafik talebi karşısında haberleşme, seyrüsefer ve izlemenin daha iyi koşullarda ve gelişmiş cihazlarla sağlanmasını gerektirmektedir. Bütün bu nedenlere bağlı olarak CNS/ATM kavramının uygulanmasında ICAO FANS komitesi tarafından birincil aday olarak gösterilen bölgelerden biridir [18].

5.4.2.2 Mevcut yetersizlikler

Uygulamanın gerçekleştirilmesi konusunda bu bölge için ortaya konmuş olan genel yetersizlikler aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir:

- Hem sayıca hem de karmaşıklık olarak trafik artışı,
- Uzak ve az nüfuslu bölgelerde hava/yer haberleşmesindeki kısıtlar,
- Uzak ve az nüfuslu bölgelerde yer esaslı seyrüsefer cihazlarındaki kısıtlar,
- Uzak ve az nüfuslu bölgelerde yer esaslı izleme yeteneğindeki kısıtlar,
- Daha küçük havaalanlarında kullanılan geleneksel yaklaşma sistemlerinin yeteneklerindeki kısıtlar,
- Geliş yollarının daha verimli bir şekilde izlenmesi için uçaktaki FMS yeteneğinin kullanım yetersizliği,
- Artan trafik sayısına bağlı olarak önemli merkezlerde yaşanan akış yönetimi problemleri,
- Önemli havaalanlarında ve bazı yol sektörlerinde VHF kanal tıkanıklığı,
- Yer sistemlerinin demode olması,
- Kritik uçuş safhalarında uçuş mürettebatının iş yükünün artması,
- Uçak ekipmanı ve ATS arasındaki bağlantı kesikliği.

Kanada, Meksika ve Amerika, ICAO'nun önerilerine uygun olarak Kuzey Amerika'nın Bölgesel Hava Seyrüsefer Planı'nı gerçekleştirmek üzere 1995 yılı Haziran ayında ilk çalışma grubu toplantısını gerçekleştirmiş ve yeni teknolojilerin uygulanması konusunda anlaşma sağlamışlardır. Belirlemiş oldukları uygulama stratejisi, mevcut/gelecekteki kullanıcı ihtiyaçları ve teknolojik gelişmeleri karşılayacak sistem elemanlarının uygulanması için müşterek olarak onayladıkları hedefleri ve faaliyetleri ortaya koymaktadır [18].

Geçiş aşaması ise diğer bölgesel planlar ve ICAO küresel planı ile tam olarak uyumlu sistem elemanlarının entegre edilmesiyle gerçekleşecektir [12].

5.4.2.3 2004 yılı için CNS/ATM uygulaması

- **Haberleşme**

CPDLC'nin kanal tıkanıklığı, düşük ses kalitesi, yanlış anlama ve sinyalin bozulması sebepleriyle meydana gelen karışıklıklardan kaynaklanan yanlış yorumlamaları içeren sesli haberleşme yetersizliklerini ortadan kaldırması beklenmektedir. Bu nedenle uygulama öncelikle sesli haberleşmenin verimsiz olarak kullanıldığı alanlarda gerçekleştirilecektir.

Kullanılan hava-yer veri hatları ile kullanıcılar veri değişimi yapabilmektedir. HF veri hattı, okyanusta ve kutupsal bölgelerde uydu haberleşme elektronik ekipmanları olmayan operatörler için uzun menzilli / ekonomik ATC ve AOC haberleşmesini sağlamaktadır. Hizmet sağlayıcılar da ATN sistemi kullanımında olana kadar geçici standartları kabul ederek ATC verilerini işlemek üzere hazırdır. Uzun menzilli veri haberleşmesi için doğrudan uydularının kullanımına geçiş, mevcut olan kolaylıkların ve uçak yeteneklerinin artması ile aşama aşama gerçekleştirilecektir.

- **Seyrüsefer**

2000 yılı itibariyle GNSS'in kullanımının yaygınlaşması, Kanada'nın CNS/ATM kavramının temelini oluşturmaktadır. GNSS, hizmet seviyesinin iyileştirilmesini ve yüksek maliyetli yer esaslı seyrüsefer yardımcılarının elimine edilmesini sağlayacak operasyonel faydalarla birlikte tüm kullanıcılara maksimum doğrulukta seyrüsefer imkanı tanıyacak RNAV yeteneğini de beraberinde

getirecektir. Bu da kullanıcıların doğrudan ve minimum zamanlı rota isteğini kabul etmek üzere hava sahası tasarımcıları üzerinde daha fazla baskı yaratarak izleme tekniklerinin tamamen değiştirilmesine yardımcı olacaktır.

Kanada, GNSS'in en erken uygulamasını üstlenmiştir. Tüm sivil kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılamak üzere GPS arttırmalarını araştırmak ve geliştirmek amacıyla Amerika ile çalışma içerisinde. GNSS'in faydalarından biri yer esaslı seyrüsefer yardımcılara bağlı kalmayı azaltmasıdır. Bu da yer esaslı seyrüsefer yardımcılarının görev dışı kalması anlamına gelmektedir. Bu tip sistemlerin ne zaman devre dışı kalacağı bilinmemekle birlikte 2005 ile 2010 yılları arasında GNSS yeteneklerinin tam olarak değerlendirilmesiyle belirlenmiş olacaktır.

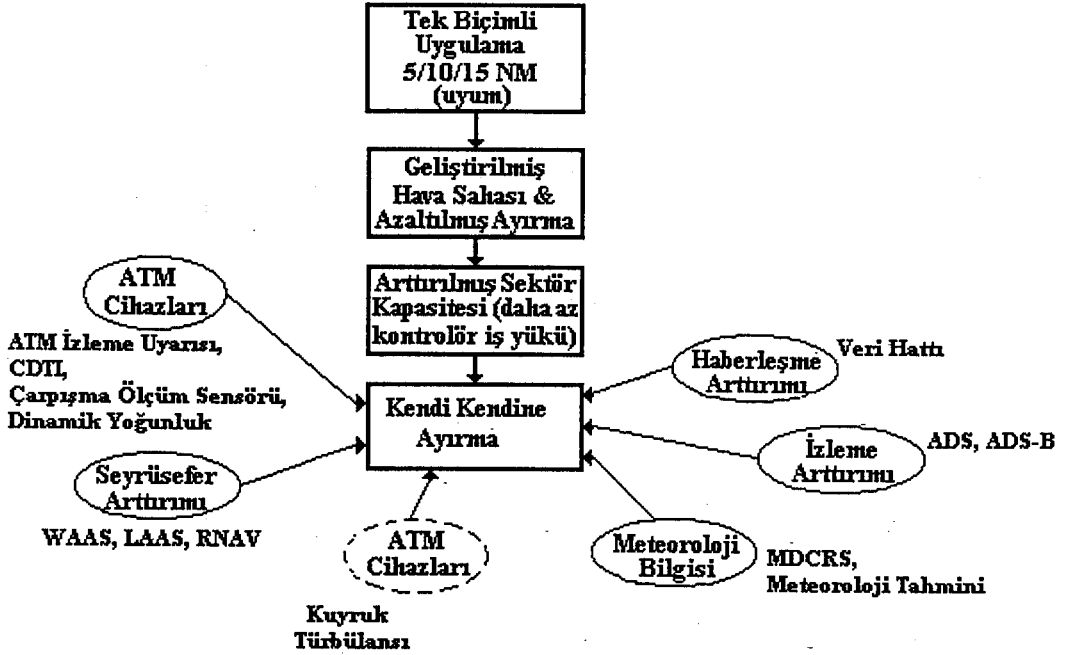
- **İzleme**

Kanada'nın kuzeyinde izleme fonksiyonlarının artması otomatik bağımlı izleme sistemi-ADS sayesinde gerçekleşecektir. Bu sistem, uçağın pozisyonunu tam zamanında ve doğru olarak periyodik aralıklarla raporlamasıyla izlemenin yapılmasına imkan sağlayacaktır. Gerek Avrupa'da gerek Amerika'da havaalanı yer araç trafiğinin kontrol edilmesi ve izlenmesi için de ADS tekniklerinin kullanımı araştırılmaktadır.

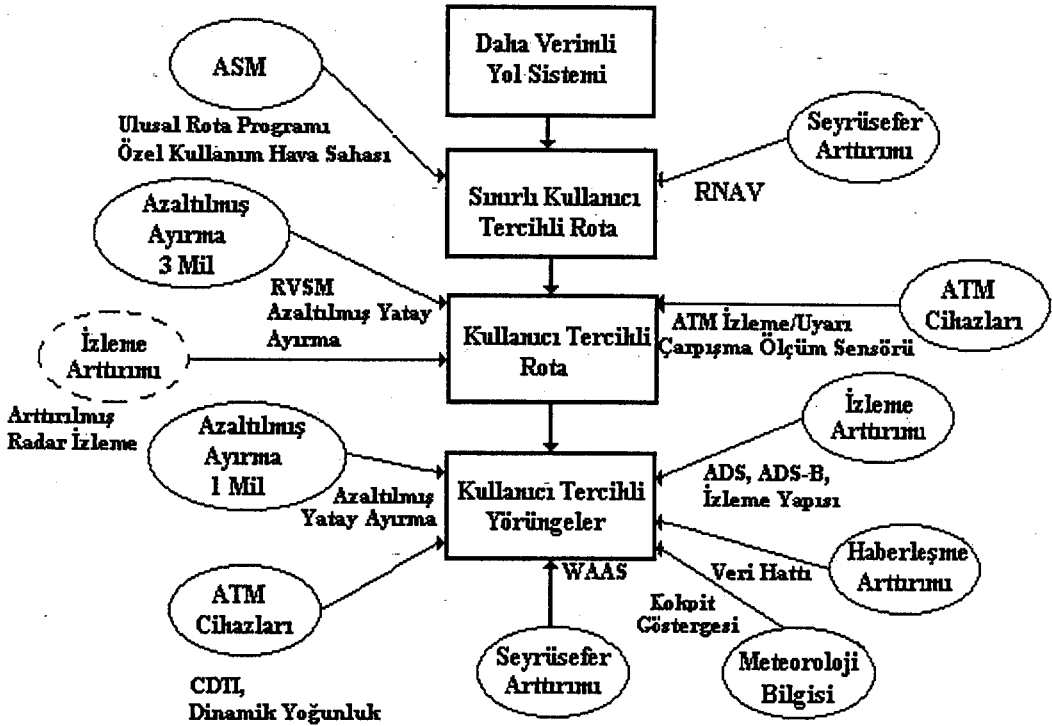
Amerika'nın Ulusal Hava Sahası Sistemi-NAS, oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir ve 1998 ile 2015 yılları arasındaki zaman dilimini kapsamaktadır. NAS'ın modernizasyonu aşama aşama gerçekleşecektir ve serbest uçuşa doğru ilerlemektedir [18,49].

Günümüzde FANS 1/A ekipmanlı uçaklara sahip havayolu şirketleri sağladığı avantajlar nedeniyle bu bölgedeki uçuşlarda tercih edilmektedir. Kanada'nın kuzey uçuşlarının yaklaşık olarak %40'ı bu teknoloji ile donanımlı uçaklar tarafından gerçekleştirilmektedir ve yakın bir gelecekte daha fazla uçak yeni teknolojiyle hizmette olacaktır [12].

Şekil 5.7 ve 5.8'de Amerika için terminal manevra alanı geliş/gidiş ve yol safhasında kapasite ve verim arttırımı sağlamak üzere oluşturulan geçiş aşaması akış diyagramı gösterilmiştir.



Şekil 5.7 A.B.D Yol kapasite arttırım akış diyagramı [7].



Şekil 5.8. A.B.D Yol safhasında verim arttırımı akış diyagramı [7].

5.4.3 Asya / Pasifik Bölgesi

5.4.3.1 Asya /Pasifik Bölgesi'nin hava trafik durumu

Asya/Pasifik Bölgesi, CNS/ATM sistemlerinin başlangıçtaki uygulamalarını gerçekleştirmek üzere belirlenmiş olan dokuz bölge içerisinde önemli trafik akışına sahip olan bölgelerden biridir [12].

5.4.3.2 Mevcut yetersizlikler

Bu bölge için gelecekteki trafik artışıyla birlikte tanımlanan yetersizlikler ;

- Trans-pasifik uçak faaliyetlerinin yılda yaklaşık olarak %4.1 oranında artması beklenmektedir.
- Asya/Pasifik ve Trans-pasifik bölgelerinde yolcu trafiği yılda ortalama olarak %5.6'lık artış göstermektedir.
- Asya/Pasifik Bölgesi'nin dağlık ve ormanlık olması nedeniyle mevcut haberleşme, seyrüsefer ve izleme sistemlerinin kullanımı oldukça zordur.
- Bölgede hava trafiğinin sürekli olarak yüksek oranda artış göstermesi ile mevcut CNS sistemleri kabul edilebilir emniyet seviyelerinde uçuşların verimli ve düzenli olmasını sağlayamayacaktır.
- Bölgenin mevcut altyapısı hava/yer veri hattı hizmeti, güvenilir uçak seyrüsefer ve izleme sistemlerinden yoksundur [18].

5.4.3.3 CNS/ATM uygulamaları

Güney Pasifik, FANS teknolojilerinden en erken faydaların sağlanması için iyi bir örnek teşkil etmektedir. Pek çok ülkenin sivil havacılık otoritesi, uçak operatörleri, haberleşme hizmet sağlayıcıları ve imalatçıların katılımıyla oldukça önemli bir işbirliği gerçekleştirilmektedir.

Bu bölgede daha önceleri diğer okyanus hava sahalarında olduğu gibi haberleşme HF kanalı üzerinden, izleme sesli pozisyon raporlama işlemiyle gerçekleştirilmekte ve seyrüseferde de uzun menzilli uçuşlar için güncellenmiş yetenekleriyle atalet sistemlerine güvenilmekteydi.

1990-1991 yıllarında Pasifik bölgesindeki uçuş denemeleri Amerika'nın batı kıyısı, Yeni Zelanda ve Güneydoğu Avustralya arasındaki hava trafik yollarında ADS, VHF ve uydu veri hattının kullanılabilirliğini göstermiştir. Bu denemeler, daha verimli rota sistemi ve azaltılmış ayırma sayesinde maliyetlerde görülen düşüş sebebiyle bu hat üzerinde çalışan önemli havayolu şirketleri tarafından desteklenmiştir.

Bölgede uzun menzilli IFR trafik yoğunluğu oldukça düşüktür. Boeing 747-400 geniş gövdeli uçakları için FANS 1 paketi geliştirilmiştir ve uygulama ile elde edilen maliyet tasarrufları, bu uçak için havayolu taşıyıcılarının yenileme programlarına yatırım yapmalarını sağlamıştır. Mevcut tesislerin yetersizliği sebebiyle uygulamayı desteklemek üzere hava seyrüsefer hizmet sağlayıcıların katılımı da çalışmaların hızlandırılmasında etkili olmuştur.

Güney Pasifik'te uygulamanın başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi esasına dayanarak mevcut geçiş yerlerindeki tıkanıklık problemlerini çözümlenmek ve Asya'dan Avrupa'ya ilave rotaları uygulamak için planlar geliştirilmiştir. Benzer şekilde yeni FANS rotaları, Amerika ve Güneydoğu Asya arasında da tecrübe edilmek üzere ortaya çıkarılmıştır.

Karmaşık ve oldukça yoğun trafiğe sahip Güney Pasifik bölgesinde kullanılan sistemler, gerekli alt yapıyı arttırmak için uygun görülmemiştir. ICAO standartlarının gelişimi sürdürülürken muhtemelen Asya/Pasifik bölgesinde uygulanan ve daha ileri uygulama için planlanan sistemler ile tüm bölgelerin ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak küresel çözümler getirmesi amaçlanan ICAO standartları arasında uyumsuzluklar meydana gelecektir [13].

5.4.4 Kuzey Atlantik Bölgesi

5.4.4.1 Kuzey Atlantik Bölgesi'nin hava trafik durumu

Kuzey Atlantik hava sahasının büyük bir bölümü uluslararası suların üzerindedir. Bu hava sahasında trafiğin yoğun olduğu saatlerde Kuzey Amerika ve Avrupa arasındaki zaman farklılığı nedeniyle tıkanıklık yaşanmaktadır. Bu nedenle bölgedeki trafik akışı homojen olmaktan çok gündüzleri Avrupa'dan Amerika'ya batı yönlü geceleri ise doğu yönlü olarak tanımlanmıştır. Optimum yolun saptanmasındaki diğer önemli faktör, troposfer ve stratosfer katmanlarında

meydana gelen doğu yönlü ince rüzgar şeritleridir (jet streams). Batı yönlü uçuşlarda güçlü ön rüzgarlardan kaçınılıırken, doğu yönlü uçuşlarda uçuş süresini azaltan güçlü kuyruk rüzgarlarının avantajları dikkate alınmaktadır.

Bölgedeki trafik talebi oldukça yüksektir. 1995 yılında günde yaklaşık 1100 uçuş hesaplanmıştır ve gelecek on yıl içerisinde de trafiğın sürekli olarak artış göstereceği beklenmektedir. Yolcuların rahatı ve kurulacak bağlantıların en iyi şekilde olması açısından uçuşlar, trafiğın en yoğun saatlerde tıkanıklık problemini önlemek amacıyla genellikle tercih edilen gidiş ve geliş saatlerine göre ayarlanmaktadır. 1995 yılında Kuzey Atlantik üzerindeki uçuşların yaklaşık %30'u optimum yol veya irtifalarda gerçekleştirilmemiştir [13].

5.4.4.2 Minimum seyrüsefer performanslı hava sahası-MNPS

27,500 ft ile 40,000 ft arasında kalan Kuzey Atlantik üzerindeki hava sahasının büyük bir bölümü, "*Minimum Seyrüsefer Performanslı Hava Sahası*" (MNPS-Minimum Navigation Performance Specification Airspace) olarak bilinmektedir ve uçağın burada seyrüseferle ilgili belli kriterleri karşılaması gerekmektedir [41].

Uçak operatörleri, MNPS hava sahası içerisinde çalışmak üzere bağılı buldukları eyaletten onay almak zorundadırlar. MNPS gereklilikleri, özellikle bu hava sahasına girmek üzere izin almış olan uçakta bulunması gereken haberleşme ve seyrüsefer cihazının tipini ve gerekli güvenilirlik ve doğruluğunu belirlemektedir. Bunun yanı sıra operatörler, hava sahasında uygulanan prosedürler için yeterli eğitimi almış uçuş mürettebatını temin etmelidir. Açores, Bermuda, Faroe adaları, Grönland ve İzlanda'da kurulmuş 5 havaalanı, tüm bölgede uluslararası hava taşımacılığının sağlanması amacıyla dönüşümlü olarak kullanılmaktadır [60].

Kuzey Atlantik MNPS hava sahası içerisindeki hava seyrüsefer hizmetleri, her biri bir uçuş bilgi bölgesi tarafından kontrol edilen 5 kontrol merkezi ile sağlanmaktadır. Bu FIR bölgeleri:

- Gander (Kanada)
- New York (USA)

- Shannon/Prestwick 'FIR Shanwick Oceanic' (İrlanda/İngiltere)
- Reykjavik (İzlanda)
- Santa Maria (Portekiz) [13].

5.4.4.3 Kuzey Atlantik Bölgesi CNS/ATM uygulaması

ICAO konseyi Kuzey Atlantik Hava Seyrüsefer Bölgesi içerisinde hava seyrüseferinin planlanmasını gerçekleştirmek üzere 1965 yılında Kuzey Atlantik Sistemleri Planlama Grubu'nu (NAT SPG) kurmuştur.

Bu bölgede belli bir menzil dahilinde çalışan yer esaslı CNS sistemlerin yerleşimi coğrafik nedenlerden dolayı kısıtlanmaktadır. Haberleşmede yayını güçlüklerine rağmen öncelikle HF ses kanalına güvenilmektedir. Seyrüsefer için uçaklar INS/IRS sistemlerini kullanmaktadır. İzleme ise HF yolu ile iletilen sesli pozisyon raporlama esasına dayanmaktadır. Sesli pozisyon raporlama işlemi, her 10 derecelik boylamda yani yaklaşık her 50 dakikalık uçuş zamanında uçuş mürettebatı tarafından yapılmaktadır. Manuel olarak yapılan bu raporlama işlemine bağlı olarak okyanus kontrol merkezlerindeki kontrolörler trafiği izlemekte ve uçağa gerekli müsaadeleri vermektedirler. Bu nedenle uçaklar arasındaki ayırma miniması, yanlamasına 60 NM, boylamasına 10 dakika ve dikey ayırma 1000 feet olmak üzere oldukça yüksek tutulur. Bu da uygun radar kapsamıyla yapılabilen 5-10 NM'lik ayırma ile karşılaştırıldığında uçağın hızına bağlı olarak 70-80 NM'e karşılık gelmektedir [13].

Bölgede kapasite ve verimi iyileştirmek üzere atılan ilk önemli adım, FL 285 üzerinde 1000 feet'lik dikey ayırmanın uygulanması olmuştur. RVSM uygulaması, 1992 yılında kabul edilmiş ve yıllardır süren araştırma/geliştirme faaliyetleri sonucunda uygulanabilirliği kanıtlanarak NAT MNPS hava sahası içerisinde FL 285 ve FL 420 arasındaki irtifalarda uygulanmak üzere Ocak 1997'de Kuzey Atlantik Bölgesel Hava Seyrüsefer toplantısıyla tanıtılmıştır. RVSM'in operasyonel denemeleri, FL 330'dan FL 370'a kadar olan hava sahasını da kapsayacak şekilde 27 Mart 1997'de başlamıştır. Nisan 1998'de uygulamanın FL 310 ve FL 390 arasındaki irtifalar için genişletilmesi tamamlanmıştır. İlave aşamaların FL 290 ve FL 410'ı kapsamak üzere tam uygulama için öncülük etmesi düşünülmüştür. Optimum yol ve seviyelerdeki kapasite kısıtları RVSM'in

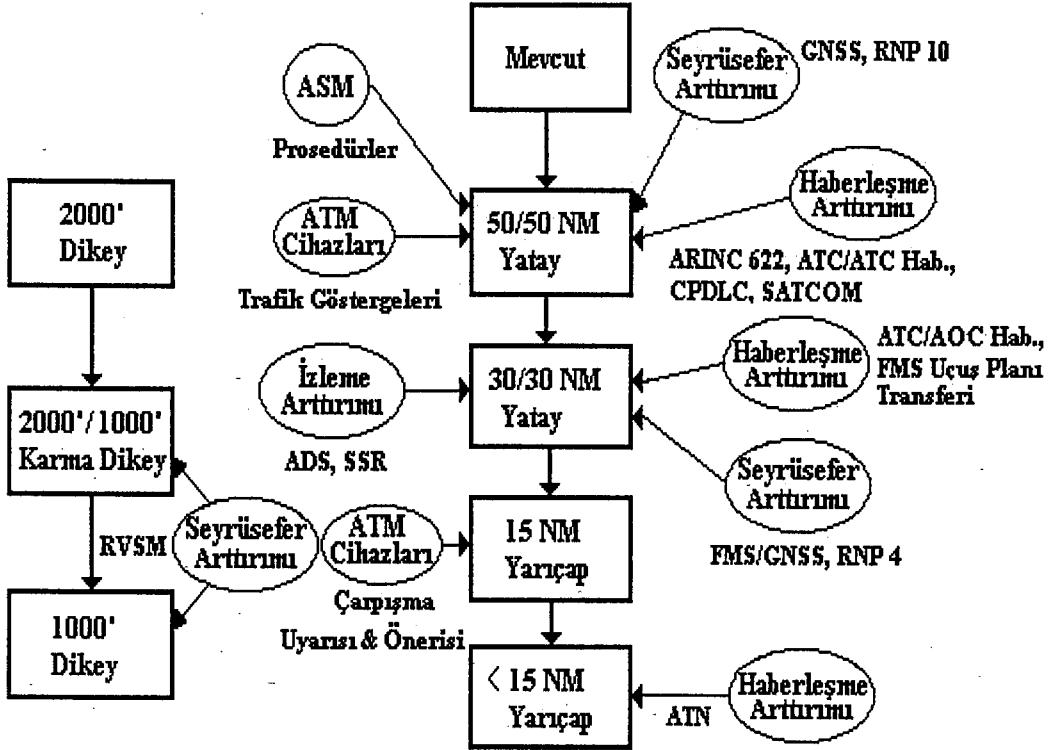
uygulamaya başlanması ile birlikte giderek azalmaya başlayacak ve uçaklar optimum seviyelerde uçabileceklerdir [60].

Uygulamanın genişletilmesi için AMSS'nin kullanımı, ADS ve GNSS ile ilgili ICAO standartlarının gelişimi hesaba katılarak uzmanlaşmış gruplar tarafından planlar geliştirilmektedir. ADS'nin uygulanması ve geçerli olarak uygulanan yanlamasına, boylamasına ve dikey ayırma standartlarının önemli derecede azaltılması sayesinde kapasite ve verimde artış olması beklenmektedir. ATC amaçları için ses ve veri haberleşmesine uygun uydu haberleşmesinin kullanılması, operatörler için verim ve emniyetin artmasında önemli katkılar sağlayacaktır.

Diğer taraftan ADS ve diğer ATC veri hattı uygulamalarını desteklemek üzere uydu haberleşme ve veri hattı ekipmanlarının kullanımıyla havayolu şirketlerinin son üretime uygun olmayan uçaklarını yenilemek için büyük yatırımlar yapması gereklidir. Benzer şekilde büyük yatırımlar ATM yer sistemlerinin yeni teknolojilere yükseltilmesi için de gereklidir. Şayet yeterli sayıda uçak yeni teknolojilere uygun olarak donatılırsa yeni CNS/ATM sistemleri ile beklenen faydalar sağlanmış olacaktır. Kuzey Atlantik Bölgesinde yeni sistemlere geçiş Güney Pasifik Bölgesinden daha da karmaşık bir yapıdadır [41,50].

5.4.5 Diğer IATA Bölgeleri

Şekil 5.9'da Asya/Pasifik, Orta Doğu ve Kuzey Atlantik için IATA FANS CNS/ATM uygulama/geçiş planı gösterilmiştir. Bu diyagram birbirini izleyen azaltmalar sayesinde mevcut yatay ve dikey ayırmalara geçiş aşamasında yol safhasındaki uçuşlar için operasyonel artırım adımlarını göstermektedir [7].



Şekil 5.9. IATA Bölgeleri (Asya/Pasifik, K. Atlantik, O. Doğu) yol safhası kapasite artırım akış diyagramı [7].

5.5 FANS 1/A Uçağı

Airbus, Boeing ve McDonnell Douglas gibi üç büyük uçak imalatçısı, okyanus ve uzak bölgeler üzerindeki uçuşlarda kullanmak ve havayolu şirketlerine CNS/ATM teknolojisinin en erken faydalarını getirmek amacıyla havayolu şirketleri ve elektronik ekipman imalatçılarıyla işbirliği içerisinde çalışmalarını sürdürmektedir. Yeni teknolojilerden öncelikle beklenen faydalar;

- Kapasitenin artırılması suretiyle okyanus bölgeleri üzerindeki uçaklar arasında azaltılmış ayırma.
- Tercihli rotaları kullanma imkanı.
- İrtifa değişikliği talebine ATC tarafından hemen cevap verilmesi.
- İzlerin katedildiği noktalardaki irtifa kaybından kaçınma.

- GNSS esaslı olarak öncelikle hassas olmayan sonrasında ise hassas yaklaşımların sağlanması [61].

Gelecekte havacılık için belirlenen hedeflerin büyük bir bölümünün CNS/ATM kavramının tanıtıldığı 10. hava seyrüsefer konferansında ortaya koyulmasıyla birlikte Boeing, Airbus gibi iki büyük uçak imalatçısı, CNS/ATM'in yakın dönemli uygulamalarını FANS elektronik ekipman paketi adıyla vakit kaybetmeden piyasaya sürmüştür. Günümüzde Airbus FANS A, Boeing ise FANS 1 olarak uygulamalarını sürdürmektedir.

Boeing FANS 1 paketi, 1995 yılı Haziran ayında sertifikaya edilerek kullanılmaya başlamış ve Kasım 1998 itibarıyla de yaklaşık olarak 330 FANS 1 uçağı operasyonel hale getirilmiştir. Bunlar B747-400, B777, B757 ve B767 uçaklarını kapsamaktadır. Boeing aynı zamanda MD-11, MD-90, B717 ve yeni üretim B737 uçaklarını da FANS 1 için sertifikaya etmeyi planlamaktadır [18].

FANS 1 paketi, B747-400'lerde Uçuş Yönetim Bilgisayar Sistemi (FMC) için yenilenmiştir. Hem ATC mesajları hem de havayolu operasyonel kontrol (AOC) mesajları için FMC doğrudan iki yönlü veri hattı sağlamakla birlikte uydu haberleşme ve seyrüsefer sistemlerinin entegrasyonuna da imkan tanımaktadır [61].

FANS 1 veya FANS A olarak adlandırılan CNS fonksiyonları, karakter ve bit esaslı protokoller arasında veri hatlı mesajların dönüşümünü sağlayan ARINC 622 protokolünün kullanılmasıyla mevcut VHF ve uydu ACARS veri hatları üzerinden ICAO tanımlı ADS ve CPDLC fonksiyonlarını içermektedir [26].

Airbus ilk olarak A319/A320 ve A321 uçakları üzerinde CNS/ATM fonksiyonelliğini tanıtmayı, sonrasında ise A330/A340 uçakları için uygulamayı planlamıştır [18].

FANS 1/A, CNS/ATM sistemlerinin ilk uygulamasıdır. Buna göre tanımlanmış olan evrimsel geçiş aşaması şekil 5.10'da gösterilmiştir.

Ek 5'de Boeing ve Airbus uçakları için FANS 1/A veri hattı yapısı detaylı olarak gösterilmiştir.

FANS 1/A Okyanus/Uzak Bölge Hava sahası	ICAO CNS/ATM-1 Yüksek Yoğunluktaki Hava sahası	Serbest Uçuş Kuzey Amerika, Avrupa
Haberleşme: ACARS esash ATC veri hattı Seyrüsefer: GPS esash ATM: Hava Trafik Kontrol (Mevcut prosedür artırımları)	Haberleşme: Yeni Haberleşme şebekesi (ATN) esash ATC veri hattı Seyrüsefer: GNSS esash uydu seyrüseferi ATM: Hava Trafik Kontrol (Mevcut prosedür artırımları , serbest uçuşa geçiş başlangıcı)	Haberleşme: İleri uçak raporlama sistemi (ADS-B) ve ATN esash ATC veri hattı. Seyrüsefer: GNSS esash uydu seyrüseferi ATM: "Serbest Uçuş"
ICAO standartlarından önce	2003 ve sonrasında ICAO standartları ile	2008 ve sonrasında ICAO standartları ile

Şekil 5.10 Tanımlanmış olan evrimsel geçiş aşamaları [8].

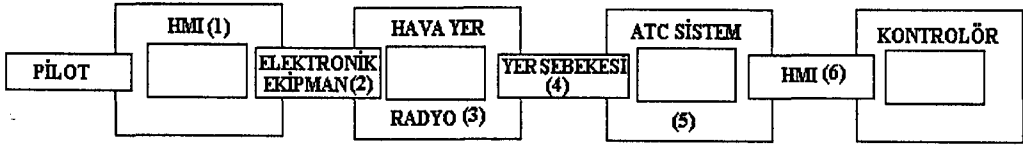
5.6 Kuzey Atlantik Bölgesi İçin FANS 1/A'nın Uygulanması

Kuzey Atlantik Bölgesi'nde tecrübe edilmek üzere FANS 1/A teçhizatının uçağa yerleştirilmesine Haziran 1997'de karar verilmiştir. NAT hava sahasında FANS 1/A veri hattının ilk kullanımı mevcut uçuş veri işleme sistemlerine (FDPS-Flight Data Processing Systems) herhangi bir değişiklik getirmeksizin ADS waypoint pozisyon raporlama işlemiyle sınırlandırılmıştır.

Sistem için ilk denemeler daha çok HF kanal tıkanıklığı, bilgi doğruluğu, pozisyon raporlarının sürekliliği, toplam seyrüsefer hatalarının azaltılması ve uçuş mürettebatının iş yükü gibi konuları kapsayan ATM gelişmeleri için yapılmaktadır [62].

5.6.1 ADS waypoint pozisyon raporlama kayıtları

FANS 1/A uçtan uca sistemi, altısı kontrolör ve pilot arasında olmak üzere sekiz bağlantılı bir zincir olarak kabul edilebilir (Şekil 5.11). Zincirin her bir bağlantısı sistemin belirli bir elemanını temsil etmektedir. Uçtan uca çalışabilirliği sağlamak amacıyla bu elemanların her biri için ihtiyaçların saptanması, bu ihtiyaçların sadece tek bir eleman için değil o elemanın zincirin diğer bağlantılarıyla da etkileşiminin belirlenmesi için gereklidir.



Şekil 5.11. FANS 1/A uçtan uca sistemi [62].

ADS waypoint pozisyon raporlama işlemi için elemanlardan bazıları gözlemci olarak sınırlandırılmıştır. Pilot, sadece veri hattı ve ADS acil durum modunun başlangıç aşamasında işleme dahil edilmektedir. Bu nedenle uçuşta insan makine arabirimi (HMI-Human Machine Interface) gerekliliği bu iki fonksiyon için sınırlandırılmıştır. Zincirin diğer ucundaki kontrolör, ADS waypoint pozisyon raporunu POS mesajı şeklinde aldığı için herhangi bir özel kontrolör HMI'na da gereksinim duyulmamaktadır. ATC sistemleri, ADS'den POS (pozisyon) mesajına ve Uçuş Veri İşleme Sistemi (FDPS- Flight Data Processing System)'ne geçişi sağlayan ön-uç işlemciden ibarettir. Acil bir durum söz konusu olduğunda ADS acil durum mesajları, EMG (Emergency) mesajına dönüştürülmektedir. Yer şebekesi, ön-uç işlemci ile hizmet sağlayıcı sistem arasında ve yakınında bulunan okyanus meydan kontrolünün ön-uç işlemcileri arasında bağlantı sağlamaktadır. Hava/yer veri hattı ise hizmet sağlayıcı tarafından kullanılmaktadır [62].

5.6.2 ADS waypoint pozisyon raporlama işlemi

Uçak ve yer istasyonu arasında gerçekleşen ADS waypoint pozisyon raporlama işlemi aşağıda maddeler halinde açıklanmıştır:

- Pilot, Okyanus Saha Kontrol (OAC-Oceanic Area Control) FANS FIR hattına girmeden kayıttan x dakika önce bir ATS Tesis Bildirim (AFN-ATS Facilities Notification) bağlantısı oluşturarak yer sistemine gönderir ve böylece log-on işlemini başlatır. Log-on işleminin başlatılması için uçak havada olmak zorunda değildir. (x: 15-30 dakikalık bir süre)
- Yer sistemi, AFN irtibatını alır ve bu bilgiye cevap gönderir. ADS sistemi tarafından waypoint bilgisi yayınlanmaktadır. Her raporda meteorolojik bilgileri içeren y dakikalık periyodik ADS raporları yayınlanmaktadır. (y:15-

30 dakika şeklindedir. Periyodik ADS bilgisi, sadece uçak tarafından meteorolojik rapor istendiğinde kullanılmaktadır.)

- c) ADS waypointlerin periyodik olarak alınmasından sonra uçaktaki elektronik sistemler iki tür bilgi yayınlamaktadır.
- d) Her y dakikası periyodik bir raporu güncellemektedir. Uçak meteorolojik bilgileri içeren bir rapor oluşturur. Yer sistemi, ADS raporunu uygun formata dönüştürdükten sonra bu bilgiyi meteoroloji hizmet sağlayıcılarına aktarır.
- e) Uçak waypointi geçtikten sonra bir waypoint raporu oluşturur. Yerde ADS raporu, bir POS mesajına aktarılarak bölgedeki FDPS'ye gönderilir. Şayet bir sonraki waypoint ilgili bir hava sahasındaysa POS mesajların diğer ATC merkezlerine yayınlanmasına gerek duyulabilir. (Bu işlem her bir waypoint için tekrar edilir.)
- f) Transfer edilen yer sistemi, transfer gerçekleşmeden belirli bir süre önce uygun bir waypointten uçak hakkında bilgi almak üzere ADS raporunu alır ve uçağa AFN irtibat önerisi gönderir. Kabul eden uçak yer sistemine otomatik olarak log-on (AFN irtibatı)'u tetikler.
- g) Uçakta bulunan elektronik sistemler bilgilerini yayınlar ve alıcı yer sistemi, uçaktan ADS bilgilerini elde eder.
- h) Uçak kontrol noktasını geçtikten sonra transfer edilen yer sistemi, gerektiğinde uçakla arasındaki ADS bağlantısını sınırlar. (uçak tarafından gönderilen bilgiler, operasyonel bir ihtiyaca gerek duyulmayıncaya kadar saklanmaktadır.)
- i) Her bir y dakikası periyodik bir raporu günceller. Uçak meteorolojik bilgileri içeren periyodik raporu oluşturur. Yer sistemi, ADS raporlarını uygun bir formata dönüştürdükten sonra meteoroloji hizmeti sağlayan birimlere bildirir. (Bu işlem her waypoint için tekrarlanır.)
- j) Uçak bir sonraki FIR'da waypointi geçer ve waypoint raporunu çıkarır. ADS raporu bir POS mesajına aktarılır ve bölgesel FDPS'ye gönderilir. Bir sonraki waypoint ilgili bir hava sahasındaysa POS mesajının diğer ATC kontrol merkezlerine yayınlanmasına gerek duyulabilir.

k) Uçak FANS hava sahasında son waypointi rapor eder. Yer sistemi, uçak ile arasındaki ADS bağlantısını bitirir. Pilot, otomatik waypoint pozisyon raporunun sonlandırılmış olduğundan haberdar edilmelidir [62].

Pozisyon raporu, uçağın kontrolünün sağlanması için verilmektedir ve uçağın o andaki pozisyonu, kimlik bilgisi, mevcut uçuş seviyesini, bir sonraki tahmini pozisyonunu, tahmini pozisyon zamanı ve meteoroloji bilgilerini içermektedir [41].

ADS bağlantısı kurabilmek için ATS yer sistemi, uçağın çağrı işaretini, tescilini, ADS uygulayabilirliği ve versiyon numarasını bilmek zorundadır. Bu bilgi pilot tarafından manuel olarak gönderilebildiği gibi AFN irtibat önerisiyle otomatik olarak başlatılan AFN log-on mesajından da temin edilebilir. FANS 1/A donanımlı uçak, her biri farklı yer tesisi olmak üzere 4 veya 5 kadar ADS bağlantısına (uçağın tipine bağlı olarak) sahip olabilmektedir. Tüm ADS bağlantıları, sistem içerisinde eşit statüye sahiptir. Sistem AFN log-on mesajı aldığı anda bu bilgiyi derhal uçağa göndererek "ADS WP irtibat isteği"ni başlatmak için kullanır. Sistem ADS WP irtibat isteğini başlattığı zaman aynı anda ADS MET irtibat isteğini de başlatacaktır (yani meteoroloji verilerinin periyodik olarak raporlanması için tipik olarak 20 dakikalık raporlama periyoduna sahip bir irtibat). Uçak kontrol sahasını terk ettiğinde sistem ADS raporlama işlemini sona erdirecektir.

Ön-uç işlemci, acil durum modunda bir ADS raporu aldığı anda bunu EMG mesajına çevirerek derhal kontrolöre bildirmek üzere FDPS'ye gönderecektir. Eğer periyodik olarak kurulan irtibat aktif durumda ise olağanüstü durum raporları aynı oranda gönderilmeye devam edecektir. Aksi takdirde FANS 1 sistemi için 5 dakika, FANS A sistemi için 1 dakika kadar gecikme söz konusu olacaktır. Acil durum raporlarının iptali sadece yer sistemi tarafından yapılabilir.

Herhangi bir waypoint pozisyon raporu gönderilirken, ATC tarafından tolerans dahilinde belirlenmiş olan zaman aşılmışsa, prosedüre göre durumu düzeltmek için pilotla HF kanalı üzerinden sesli irtibat kurmak üzere insan faktörüne gerek duyulmaktadır.

Şayet hizmet sağlayıcılar, haberleşme sağlamaya devam edemezlerse durumu ATS sağlayıcılarına bildirmelidir. ATS sağlayıcıları da bu durumu ilgili tüm uçaklara bildirerek HF sesli pozisyon raporlama işlemine geçmelerini isteyecektir. Benzer şekilde, şayet ATC sağlayıcıları veri hattı haberleşmesinde herhangi bir problem saptarsa ilgili tüm uçaklara HF sesli pozisyon raporlama işlemine dönmelerini bildirecektir [62].

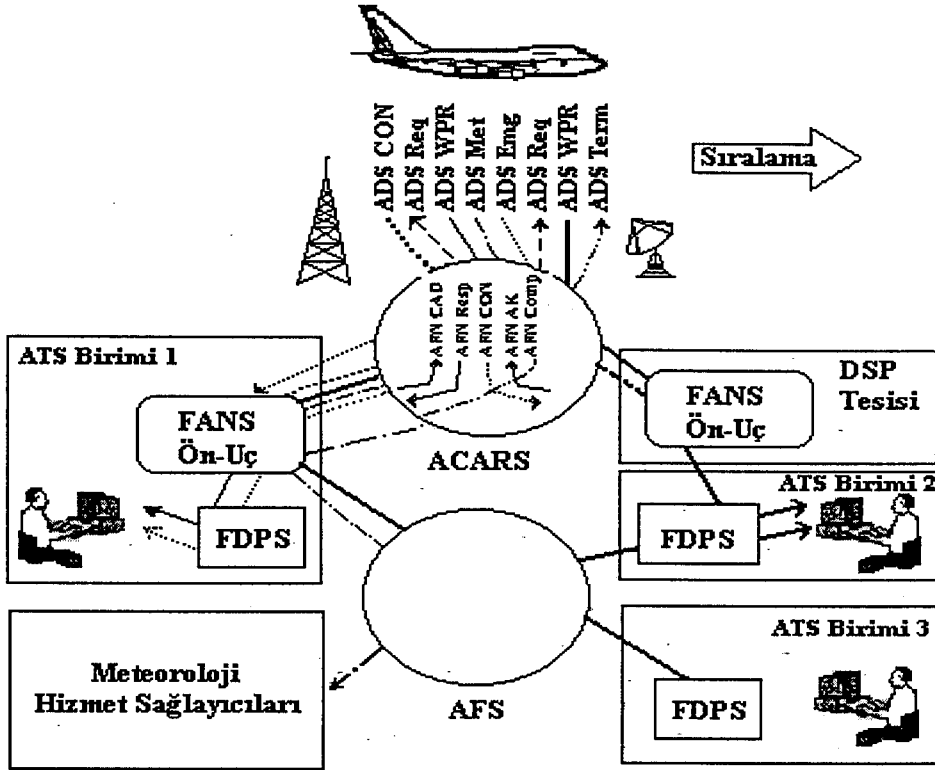
5.6.3 Yer otomasyonu

Şekil 5.12’de mesaj akış diyagramı ve mesajlara etki eden yer sistemleri gösterilmiştir. Her bir FDPS, AFS’ye ve her bir ön-uç, veri hattı hizmet sağlayıcılarının şebekesine bağlanmalıdır.

Şekilde 3 tipik ATS birimi görülmektedir. ATS 1 ve ATS 2, FANS 1/A ADS sistemi için teçhizatlandırılmıştır. Her birim AFS ile bağlantılı olan FDPS’ye sahiptir. Her bir FDPS, servis ağından POS mesajı olarak waypoint pozisyon raporlarını kabul edebilir. Aynı zamanda her bir FDPS, ilgili HF haberleşme tesisinden pozisyon raporlarını içeren havadan yere mesajları kabul edebilir. Her ATS birimindeki ön-uç, ADS mesajlarını FDPS’ye gönderecektir. Bu şekilde ön-uç, mevcut HF radyo operatörlerinin işlemlerini daha iyi yapmaya çalışmaktadır.

Benzer şekilde ön-uç, ADS waypoint pozisyon raporlarını POS mesajlarına dönüştürecek ve ilgili yakın tesislere AFS aracılığıyla gönderecektir. Sistem her bir POS mesajında “OTOMATİK RAPOR” ifadesini içermektedir.

ADS raporlarında pozisyon zaman işaretleri, uçak saatine göre başlangıçtan beri geçmiş olan zamanı göstermektedir. Sistem ADS raporunu gösterge veya bir başka sisteme iletmek üzere dönüştürdüğünde gösterge veya bir başka sistem 24 saatlik GMT (Greenwich Mean Time) formatında yeni bir zaman işareti oluşturacaktır. Uçak ve yer sisteminin saatleri arasındaki olası bir farklılık durumunda, her saat başlangıcında problemler ortaya çıkabilir. Bazı ADS raporlarında belirtilen zaman nerdeyse 1 saat geride ya da ileride gözükebilir. Bu problemleri azaltmak için sistem rapordaki saati 10 dakikadan fazla ileride veya 50 dakikadan fazla geride göstermeyecek şekilde seçmelidir.



Şekil 5.12 Mesaj akış diyagramı [62].

ADS Waypoint raporlarındaki önceden bildirilmiş rota bir sonraki waypoint'teki tahmini zamanı içermektedir. Tahmini zaman, rapor edilen pozisyonda belirtilmiş zamana göre ifade edilir. Sistem, tahmini zamanı göstergeye veya bir başka sisteme iletmek istediğinde, bu bilgiyi, rapor edilen pozisyondaki belirtilmiş zamana eklemek suretiyle 24 saatlik bir GMT zamanına çevirecektir [62].

5.6.3.1 Haberleşme transferi

Uçak, herhangi FANS 1/A ekipmanlı ATS birimlerinden sadece ilkinde bağımsız olarak kayıt yapacaktır (log on). Mesaj trafiğini en aza indirmek için her bir uçak pozisyonunu sadece bir ATS birimine rapor etmelidir [62].

5.6.3.2 Veri haberleşmesinin transferi

Bir ön-uç işlemciye ulaşan ADS raporunda belirtilen waypoint, işlemcinin kontrol sahasının sınırları içerisinde ya da sınırları dahilinde ve bir sonraki

tahmini waypoint bir başka FANS 1/A donanımlı kontrol sahasının içindeyse uçağa AFN irtibat öneri mesajı (AFN CON) gönderecektir.

Uçağın tesise AFN CON mesajı gönderebilmesi için tesisin ACARS adresini içermesi gerekir. Uçak tesisten AFN bilgisi aldığı zaman transfer eden tesise işaret olarak AFN tamamlandı mesajı (AFN Complete) gönderecektir. Ön- uç işlemci böyle bir işaret aldığı anda lokal gereksinimlere göre ilgili ADS haberleşmesini sona erdirebilmektedir [62].

5.6.4 Coğrafik filtreleme

Bir NAT ATC merkezi, yakınındaki hava sahası içerisinde uçmakta olan bir uçak kendi kontrol sahasına yaklaşıyor olduğunda POS mesajı talep edecektir. Mevcut ses haberleşmesi ortamında HF radyo operatörleri, AFS yoluyla gerekli POS mesajını gönderebilecektir. Veri hattı ortamında ise herhangi bir şekilde hava/yer HF ses iletimini sağlayacak ve POS mesajını yönlendirebilecek radyo operatörü bulunmayacaktır. Bu nedenle ADS pozisyon raporu alındığında ve eğer rapor edilmiş bir sonraki waypoint bir diğer kontrol sahasının sınırları içerisindeyse ATS yer sistemi, o kontrol sahası için uygun tesislere AFS yoluyla POS mesajı formunda veri gönderebilecektir.

FANS 1/A uçakları için veri hattı haberleşmesini kolaylaştırmak üzere mesajları alması gereken birbirine yakın kontrol sahaslarının tüm ATC tesislerinin doğru ACARS adreslerine sahip olması sistemler için oldukça önemlidir [62].

5.6.4.1 Enlem/Boylam koordinatlarının isimlere dönüştürülmesi

Her bir ATS yer sistemi, yayınlamış olan kesişim noktaları ve seyrüsefer yardımcılara ait olan enlem/boylam koordinatlarını içeren bir veri tabanına sahip olmalıdır. ATS yer sistemleri, ADS pozisyon verisini koordinatlardan ziyade mümkün olduğunca POS mesaj formatına dönüştürecektir. Bunun için eğer koordinatlar tipik olarak ± 1 NM'lik tolerans dahilindeki veri tabanında herhangi biriyle eşlenirse mesaj formatı rapor edilmiş koordinatlara uygun sabit bir isme dönüştürülecektir. Çizelge 5.1 uygulamaya yardımcı olmak üzere isimlendirilmiş NAT fikslerinin koordinatlarını göstermektedir.

Her bir ATS yer sistemi, raporlanmış enlem/boylam koordinatlarını uçuş planı enlem/boylam koordinatlarına ayarlamalıdır. ATS yer sistemleri, ADS pozisyon verisini POS mesaj formatına dönüştürecektir. Bunun içinde raporlanmış olan koordinatları en yakın dakikaya yönlendirerek karşılığı olan waypoint koordinatlarına dönüştürecektir.

Çizelge 5.1 İsimlendirilmiş NAT fikslerinin koordinatları [62]

K. ATLANTİK İSİMLERİ	ENLEM BOYLAM KOORDİNATLARI
MOATT	N5801.5 W05955.7
PRAWN	N5712.2 W05910.8
PORGY	N5619.0 W05805.0
LOACH	N5531.0 W05701.0
SCROD	N5437.0 W05552.0
OYSTR	N5352.0 W05458.0
CARPE	N5305.0 W05405.0
HECKK	N5213.2 W05322.1
CRONA	N5122.8 W05242.1

5.6.5 Altyapı

5.6.5.1 Havadaki sistem

Kuzey Atlantik Bölgesi'nde hava trafik hizmetleri için veri hattı hizmetleri; Inmarsat, SITA AIRCOM, ARINC ADNS ve Air Canada tarafından sağlanmaktadır.

Inmarsat:

Çok yönlü uydu (Geostationary) operatörleri tarafından küresel olarak kullanılan uzay bölümüdür.

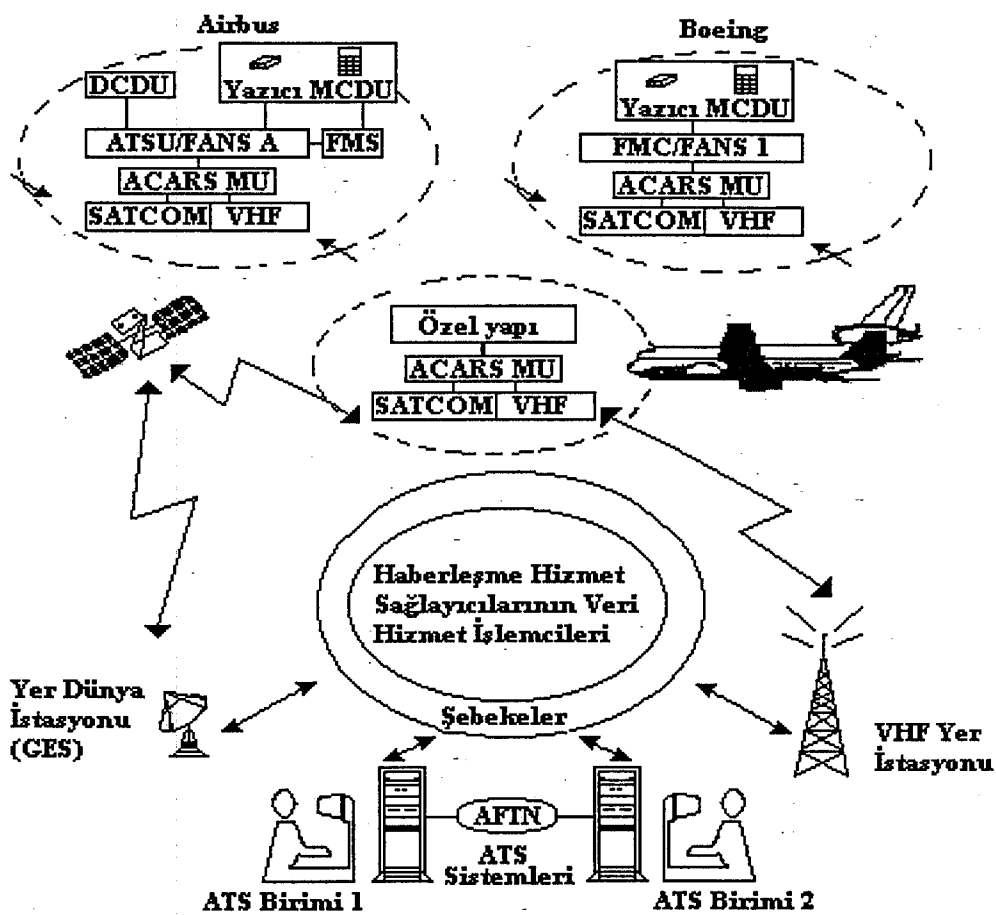
SITA AIRCOM:

Küresel bir veri haberleşme ağı tarafından birleştirilmiş Asya ve Kuzey Amerika'da bulunan iki yönlü hava/yer işlemcisidir. Küresel olarak 6 uyduya bağlantılıdır.

ARINC ADNS:

Küresel bütünlüğü sağlayan 5 uyduya bağlı hava/yer işlemcisidir.

Ön-uç işlemci ve haberleşme hizmet sağlayıcı arasındaki arabirim, ARINC 622, ARINC 620 ve ARINC 618 protokollerine uymalıdır. Haberleşme hizmetlerinin kullanımı uçtan uca izlenmelidir. Yer haberleşme ağının herhangi bir elemanı kullanılmadığı veya arızalandığı zaman uç sistemlerin ikaz edilmesi önerilmektedir [62].



Şekil 5.13. FANS 1/A CPDLC ve ADS uygulamaları için veri hattı yapısı [62].

Kuzey Atlantik Bölgesinde tecrübeler, CNS teknolojilerine geçiş için operasyonel uygulamalardaki gerekli değişiklikleri test etmek ve doğrulamak amacıyla ATC hizmet sağlayıcıları tarafından sürdürülmektedir [12].

6. FANS' IN TÜRKİYE'DE UYGULANMASI

6.1 Giriş

Bundan önceki bölümlerde FANS sistemi ve neden bu sisteme gerek duyulduğu hakkında bilgi verilmiş ve dünyada bu sistemle ilgili olarak yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir. Bu bölümde de Türkiye'de havayolu taşımacılığının bugünkü durumu ortaya koyularak, FANS sisteminin uygulanması için nasıl bir çalışma yapılması gerektiği ve uygulanması ile elde edilecek faydaların neler olabileceği konusunda bir yaklaşım geliştirilmiştir.

6.2 Türkiye'deki Mevcut Durum

1983 yılında yayınlanan 2920 sayılı Türk Sivil Havacılık Kanunu ile özel sektöre hava taşımacılığı ve havaalanı işletmeciliği hakkı verilmesi sebebi ile Türk sivil havacılığında yeni bir dönem başlamıştır [63].

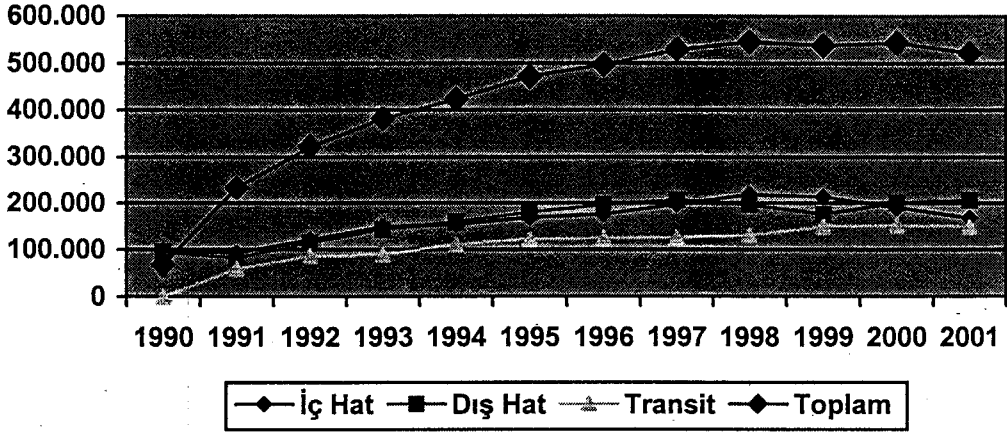
1945 yılından beri üyesi olduğumuz ICAO ve buna paralel olarak çalışan Avrupa Sivil Havacılık Konferansı (ECAC)' ın çalışmaları yakından takip edilmekte ve ülkemiz mevzuatının geliştirilmesinde en önemli kaynak olarak kullanılmaktadır. Uluslararası sivil havacılık kuruluşları ile yapılan çalışmalar ve her geçen gün daha modern ve elektronik bir yapıya kavuşan hava araçlarının yeni özelliklerinin doğal bir sonucu olarak, yapılan her yönetmeliğin belli bir süre sonra yenilenmesi, yeni şartlara göre tekrar gözden geçirilerek düzenlenmesi gerekmektedir [64].

Türkiye, yaklaşık olarak 780.000 km²'lik bir alanda oldukça büyük bir hava sahasına sahiptir. Özellikle Orta Doğu'dan Avrupa hava sahasına giriş ve çıkışlarda coğrafik olarak stratejik bir konumdadır [65].

Son yıllarda sivil havacılık faaliyetinin mümkün olan her ile yayılması, her ile bir havaalanı projesi, genel havacılık işletmelerinin açılması, sportif amaçlı, helikopter, uçak, planör, balon gibi hava araçlarının sayısının artmasının yanı sıra havaalanlarının sayısının artması, hava trafiğinin oldukça hızlı bir şekilde artışına sebep olmuştur. Bununla birlikte gerek turizm yatırımlarına önem verilmesi sonucu oluşan turizm hareketi gerekse ülkemizin ekonomik, siyasi ve ticari

ilişkilerindeki yoğunluk yıllar itibariyle ülkemiz ile diğer ülkeler arasındaki işçi ve turist trafiğinin de artmasını sağlamıştır [63].

Devlet Hava Meydanları İşletmesi-DHMI istatistiki verilerine göre 1990 ve 2001 yılı arasında gerçekleşmiş olan iç hat, dış hat ve transit uçuşlar Şekil 6.1’de grafik olarak gösterilmiştir.



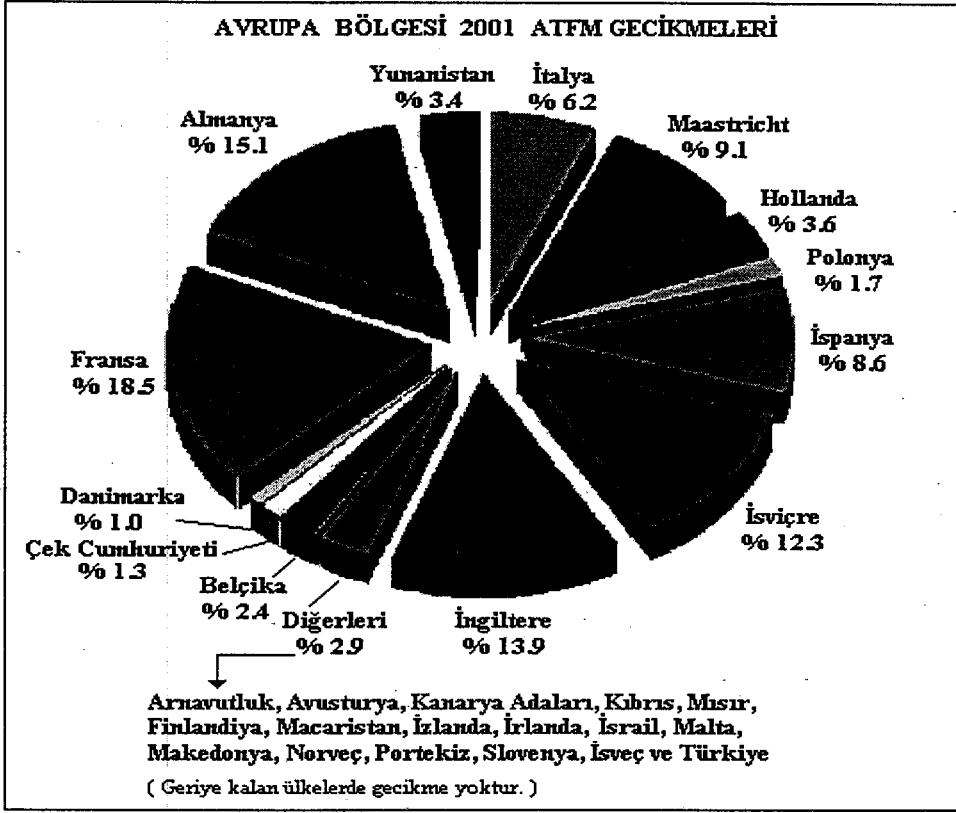
Şekil 6.1 1990-2001 yılları arasındaki Türkiye hava trafik istatistiği [66,67].

Çizelge 6.1’de görüldüğü gibi 1995 ve 2001 yılları arasında gerçekleşen iç hat ve dış hat (sivil+askeri) uçak trafiğinde toplam % 19,6, transit uçuşlarda ise % 34,1’lik bir artış yaşandığı hesaplanmıştır. Türkiye’nin coğrafik konumu nedeniyle bu artışların ileriki yıllarda da devam etmesi beklenmektedir.

Havayolu taşımacılığına olan talebin artmasıyla birlikte günümüzde pek çok ülkenin karşı karşıya kaldığı gecikme ve tıkanıklık problemleri ülkemiz için henüz büyük bir sorun teşkil etmemektedir. Türkiye, Eurocontrol’ün 2001 yılı Avrupa Hava Trafik Akış Yönetim-ATFM gecikmeleri raporuna göre 2,9’luk dilimde yer almaktadır (Şekil 6.2).

11 Eylül öncesi yapılan trafik tahminlerinin 2015 yılında Avrupa bölgesi için iki misli trafik artışını ortaya koyduğu düşünülürse, ülkemizin konumu itibariyle bu artış karşısında gecikme ve tıkanıklık problemlerini yaşamak kaçınılmaz olacaktır. Bu nedenle bu problemleri önlemek veya en aza

indirebilmek amacıyla şimdiden gerekli alt yapı çalışmalarının yapılması ülkemiz havayolu taşımacılığının gelişimi açısından oldukça önemlidir.



Şekil 6.2. Avrupa Bölgesi için ülkelere göre gecikme dağılımı [68].

Çizelge 6.1 1995 – 2001 Yılları Arasında
Gerçekleşen Tüm Uçak Trafikindeki Artış Oranı .

	TÜM UÇAK TRAFİĞİ															Yıllık Ortalama Büyüme Oranı	Toplam Büyüme Oranı	
	1994		1995		1996		1997		1998		1999		2000		2001			2001 / 1994
	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	Miktar	%	%	%
İç Hat	153.341	10.22	169.018	4.15	176.040	11.96	197.103	10.68	218.155	-2.32	213.078	-5.74	200.841	-16.6	167.500	1.76	9.2	
Dış Hat	159.020	12.83	179.431	9.48	196.446	5.22	206.711	-4.78	196.830	-10.77	175.628	8.39	190.369	8.2	206.002	4.08	29.5	
Toplam	312.361	11.55	348.449	6.9	372.486	8.41	403.814	2.76	414.985	-6.33	388.706	0.66	391.210	-4.5	373.502	2.8	19.6	
Overflight	110.834	11.17	123.225	0.65	124.022	1.12	125.408	4.23	130.713	14.3	149.395	2.0	152.394	-2.4	148.632	4.43	34.1	

6.2.1 Türkiye ATS yol ağı

Türkiye hava sahası için 30.673 kilometrelik bir uçuş yolu tahsis edilmiş, İstanbul Uçuş Bilgi Bölgesi (FIR) ve Ankara Uçuş Bilgi Bölgesi (FIR) olmak üzere iki bölgeye ayrılmıştır [1,69]. Ek 6.'da Türkiye'nin uçuş yolları gösterilmiştir.

İstanbul FIR, Yeşilköy Yaklaşma Kontrol ve İstanbul Saha Kontrol Hizmetleri olmak üzere iki sektörden oluşmaktadır.

- Yeşilköy Yaklaşma Kontrol, üst ve alt sektör olarak iki sektör halinde çalışmaktadır.
- İstanbul saha kontrol gelen, kalkan ve transit geçen tüm uçaklara radar kontrol hizmeti vermektedir. Üst, ara ve alt olmak üzere üç sektör halinde çalışmaktadır.

Ankara FIR, Esenboğa Yaklaşma Kontrol ve Ankara Saha Kontrol Hizmetleri olarak hizmet vermektedir.

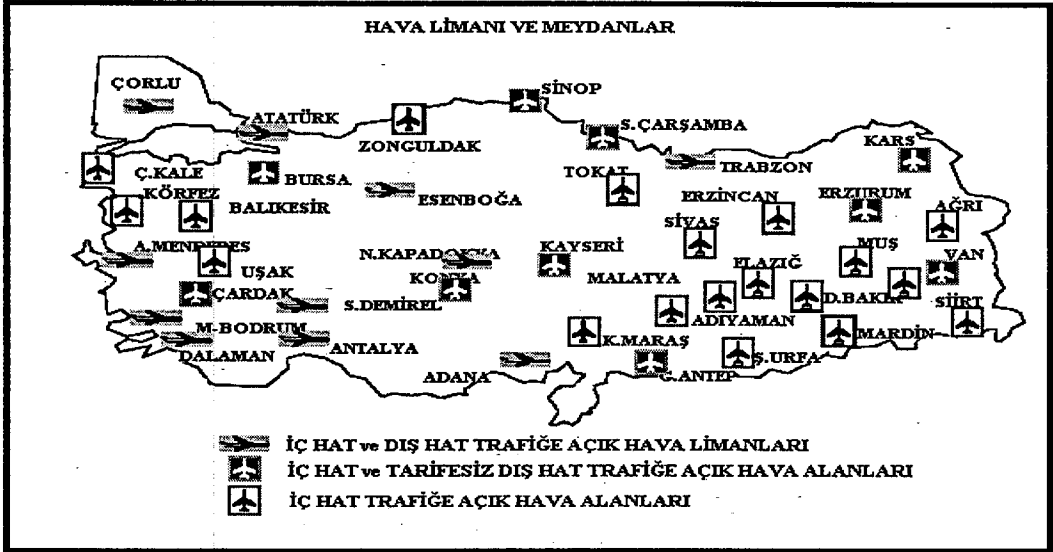
- Ankara Saha Kontrol gelen, kalkan ve transit geçen tüm uçaklara radar kontrol hizmeti vermektedir. Doğu, batı ve güney sektörü olmak üzere üç sektör halinde çalışmaktadır [69].

6.2.2 Havalimanları ve meydanlar

Türkiye'de havaalanı yatırımlarının, 80'li yılların sonunda ve 90'lı yılların başlarında, yeni konvansiyonel havaalanı yapımından ziyade, mevcutların standartlarının geliştirilmesi üzerinde yoğunlaştırıldığı görülmektedir. Bununla birlikte, hava trafik kontrol, haberleşme, seyrüsefer hizmetleri, yer hizmetleri, vb. hizmetlerin kalite güvenilirliğini arttırmaya yönelik yatırımlar da sürdürülmüştür. 1980'lerin sonunda STOL tipte küçük havaalanlarının yapımı başlatılmış ve askeri havaalanlarının sivil hava ulaşımına da açılması çalışmalarına hız verilmiştir [1]. Türkiye genelinde halen 61 adet havaalanı bulunmaktadır. Bunlardan on ikisi uluslararası, yirmi ikisi iç hat, on dokuzu askeri ve sekizi de askeri havaalanına sivil tesis ilaveli olarak kullanılmaktadır [69].

Türkiye'de hava alanlarının işletilmesi ile Türkiye hava sahasındaki hava trafiğinin düzenlenmesi ve kontrolü Devlet Hava Meydanları İşletmesi (DHMI)

Genel Müdürlüğünce yerine getirilmektedir [70]. 2001 yılı itibariyle DHMİ tarafından işletilmekte olan 39 havalimanı bulunmaktadır (Şekil 6.3). Bu meydanların mevki koordinatları, hizmete giriş tarihleri ve trafiğe açık olduğu saatler ile ilgili bilgiler Çizelge 6.2'de, 2000 yılı yolcu trafiği ve 2001 yılı uçak trafiğine göre kapasite kullanım oranları Çizelge 6.3 ve 6.4'de yer almaktadır.



Şekil 6.3. DHMİ tarafından işletilmekte olan havalimanı ve meydanlar [67].

Çizelge 6.2 DHMİ tarafından işletilen havalimanı ve meydanlar [70].

DHMİ	GENEL MEYDAN BİLGİLERİ				
	MEYDANLAR	Kategori	İntifa	Mevki Koord.	Hizmete Giriş Tarihi
ATATÜRK	SİVİL	DHMİ	40 K-28 D	1953	24 Saat
ESENBOĞA	SİVİL	DHMİ	40 K-32 D	1955	24 Saat
A.MENDERES	SİVİL	DHMİ	38 K-27 D	1987	24 Saat
ANTALYA	SİVİL	DHMİ	36 K-30 D	1960	24 Saat
DALAMAN	SİVİL	DHMİ	36 K-28 D	1981	24 Saat
ADANA	SİVİL	DHMİ	36 K-35 D	1937	24 Saat
TRABZON	SİVİL	DHMİ	40 K-39 D	1957	24 Saat
M-BODRUM	SİVİL	DHMİ	37 K-27 D	1997	24 Saat
S.DEMİREL	SİVİL	DHMİ	37 K-30 D	1997	24 Saat
N.KAPADOKYA	SİVİL	DHMİ	38 K-34 D	1998	Yaz-Kış Değiş.
ADİYAMAN	SİVİL	DHMİ	37 K-38 D	1998	Yaz-Kış Değiş
AĞRI	SİVİL	DHMİ	39 K-43 D	1997	Yaz-Kış Değiş
BALIKESİR	ASKERİ-SİVİL	DHMİ-H.K.K	39 K-27 D	1998	Yaz-Kış Değiş
YENİŞEHİR	ASKERİ-SİVİL	DHMİ-H.K.K	49 K-29 D	1944	24 Saat
ÇANAKKALE	ASKERİ-SİVİL	DHMİ-D.K.K	40 K-26 D	1995	Yaz-Kış Değiş
ÇARDAK	ASKERİ-SİVİL	DHMİ-H.K.K	37 K-29 D	1991	Yaz-Kış Değiş
ÇORLU	ASKERİ-SİVİL	DHMİ-H.K.K	41 K-27 D	1998	24 saat
DİYARBAKIR	ASKERİ-SİVİL	DHMİ-H.K.K	37 K-40 D	1952	Yaz-Kış Değiş.
ELAZIĞ	ASKERİ-SİVİL	DHMİ-K.K.K	38 K-39 D	1940	Yaz-Kış Değiş
ERZİNCAN	ASKERİ-SİVİL	DHMİ-K.K.K	39 K-39 D	1988	Yaz-Kış Değiş
ERZURUM	ASKERİ-SİVİL	DHMİ-H.K.K	39 K-41 D	1966	Yaz-Kış Değiş
GAZİANTEP	SİVİL	DHMİ	36 K-37 D	1976	Yaz-Kış Değiş.
K.MARAŞ	SİVİL	DHMİ	37 K-36 D	1996	Yaz-Kış Değiş
KARS	SİVİL	DHMİ	40 K-43 D	1988	Yaz-Kış Değiş
KAYSERİ	ASKERİ-SİVİL	DHMİ-H.K.K	38 K-35 D	1998	Yaz-Kış Değiş
KONYA	ASKERİ-SİVİL	DHMİ-H.K.K	37 K-32 D	2000	Yaz-Kış Değiş.
KÖRFEZ	SİVİL	DHMİ	39 K-27 D	1997	Yaz-Kış Değiş
MALATYA	ASKERİ-SİVİL	DHMİ-H.K.K	38 K-38 D	1941	Yaz-Kış Değiş
MARDİN	SİVİL	DHMİ	37 K-40 D	1999	Yaz-Kış Değiş
MUŞ	ASKERİ-SİVİL	DHMİ-H.K.K	38 K-41 D	1992	Yaz-Kış Değiş.
SIİRT	SİVİL	DHMİ	37 K-41 D	1998	Yaz-Kış Değiş
S.ÇARŞAMBA	SİVİL	DHMİ	41 K-36 D	1998	Yaz-Kış Değiş
SİNOP	SİVİL	DHMİ	42 K-35 D	1993	Yaz-Kış Değiş
SİVAS	ASKERİ-SİVİL	DHMİ-H.K.K	39 K-36 D	1957	Yaz-Kış Değiş.
ŞANLIURFA	SİVİL	DHMİ	37 K-38 D	1988	Yaz-Kış Değiş
TOKAT	SİVİL	DHMİ	40 K-36 D	1995	Yaz-Kış Değiş
UŞAK	ASKERİ-SİVİL	DHMİ-H.K.K	38 K-29 D	1998	Yaz-Kış Değiş
VAN	SİVİL	DHMİ	38 K-43 D	1943	Yaz-Kış Değiş
Z.ÇAYCUMA	SİVİL	DHMİ	32 K-41 D	1999	Yaz-Kış Değiş

Çizelge 6.3. 2000 yılı yolcu trafiğine göre havalimanı ve meydanların yolcu kapasiteleri ve kapasite kullanım yüzdeleri [70].

Havalimanı ve Meydanlar	Yıllık Yolcu Kapasitesi	2000 Yılı Yolcu Trafiği	Kapasite Kullanım Yüzdesi (%)
ATATÜRK	22.500.000	14.647.810	65
ESENBOĞA	5.150.000	4.027.928	79
A.MENDERES	4.600.000	2.507.389	55
ANTALYA	9.000.000	7.456.658	83
DALAMAN	3.600.000	1.839.702	51
ADANA	2.200.000	897.060	40
TRABZON	1.500.000	531.190	35
MİLAS-BODRUM	2.600.000	1.107.969	42
S.DEMİREL	600.000	6.735	1
N.KAPADOKYA	700.000	13.132	2
ADYAMAN	300.000	6.152	2
AĞRI	120.000	15.427	13
BALIKESİR	100.000	5.497	5
YENİŞEHİR	2.250.000	-	0
ÇANAKKALE	150.000	299	0
ÇARDAK	600.000	46.610	7
ÇORLU	600.000	93.887	15
DİYARBAKIR	620.000	304.724	49
ELAZIĞ	300.000	66.023	22
ERZİNCAN	600.000	19.476	3
ERZURUM	300.000	141.254	47
GAZİANTEP	620.000	229.898	37
K.MARAŞ	400.000	10.174	2
KARS	1.000.000	76.647	7
KAYSERİ	600.000	167.491	28
KONYA	1.000.000	8.236	0
KÖRFEZ	120.000	4.269	3
MALATYA	300.000	106.280	35
MARDİN	300.000	25.225	8
MUŞ	100.000	51.951	52
SİİRT	100.000	28.174	28
S.ÇARŞAMBA	2.000.000	200.540	10
SİNOP	150.000	858	1
SİVAS	620.000	10.080	1
ŞANLIURFA	500.000	53.115	10
TOKAT	150.000	95	0
UŞAK	500.000	1.936	0
VAN	1.200.000	262.643	22
Z.ÇAYCUMA	150.000	-	0
Toplam	68.200.000	34.972.534	51

Çizelge 6.4. 2001 yılı uçak trafiğine göre havalimanı ve meydanların kapasite kullanım oranı [67].

Havalimanı ve Meydanlar	Uçak Kapasitesi	2001 Yılı Uçak Trafiği	Kapasite Kullanım Yüzdesi (%)
ATATÜRK	350.400	160.901	46
ESENBOĞA	236.520	43.364	18
A.MENDERES	183.960	26.969	15
ANTALYA	262.800	62.443	24
DALAMAN	183.960	19.828	11
ADANA	105.120	10.409	10
TRABZON	52.540	4.908	9
MİLAS-BODRUM	122.640	12.573	10
S.DEMİREL	43.800	311	1
N.KAPADOKYA	26.280	474	2
ADİYAMAN	8.760	83	1
AĞRI	8.760	202	2
BALIKESİR	8.760	90	1
BURSA	17.520	969	6
YENİŞEHİR	61.320	874	1
ÇANAKKALE	8.760	429	5
ÇARDAK	8.760	712	8
ÇORLU	96.390	3.018	3
DİYARBAKIR	17.520	2.608	15
ELAZIĞ	17.520	995	6
ERZİNCAN	87.760	647	7
ERZURUM	17.520	1.852	11
GAZİANTEP	17.520	3.207	18
K.MARAŞ	8.760	211	2
KARS	8.760	930	11
KAYSERİ	26.280	2.055	8
KONYA	17.520	1.166	7
KÖRFEZ	8760	457	5
MALATYA	17.520	1.279	7
MARDİN	8.760	521	6
MUŞ	8.760	980	11
SİİRT	8.760	236	3
S.ÇARŞAMBA	26.280	2.471	9
SİNOP	8.760	28	0
SİVAS	8.760	258	3
ŞANLIURFA	8.760	880	10
TOKAT	8.760	10	0
UŞAK	8.760	48	1
VAN	17.520	4.106	23
Z.ÇAYCUMA	8.760	0	0
Toplam	2.076.100	373.502	18

Çizelge 6.3 ve Çizelge 6.4'de yer alan 2000 yılı yolcu trafiği ile 2001 yılı uçak trafiği verileri dikkate alındığında, ülkemizin havayolu yolcu trafiğinin % 87'sinin, uçak trafiğinin ise % 84'nün Atatürk, Antalya, Esenboğa, Adnan Menderes ve Dalaman Havalimanlarında gerçekleşmiş olduğu görülmektedir.

6.2.3 Hava trafik üniteleri ve haberleşme seyrüsefer yardımcı istasyonları

DHMI'nin 2001 yılı verilerine göre Türkiye'de hava trafiğinin emniyetli ve verimli bir şekilde kontrolünü gerçekleştirebilmek üzere;

- İki adet Saha Kontrol Merkezi (ACC),
- On altı adet Yaklaşma Kontrol Merkezi (APP),
- Otuz dört adet Meydan Kontrol Kulesi (TWR),
- İki adet Uçuş Bilgi Merkezi (FIC),
- On üç adet Havacılık Bilgi servisi (AIS),
- Yirmi bir adet Arama - Kurtarma Ünitesi (SAR) faaliyet göstermektedir (Ek 7)[70].

DHMI Genel Müdürlüğü Seyrüsefer Daire Başkanlığı bünyesindeki Havacılık Enformasyon Hizmetleri (AIS-Aeronautical Information Services) birimi, kendi sorumluluk sahası içerisindeki ulusal ve uluslararası hava seyrüseferinin emniyet, düzen ve verimliliğini arttırmak için gerekli olan bilgi akışını sağlamakla yükümlüdür. Bunun yanı sıra uçuş öncesi bilgi hizmeti, havacılık haritalarının hazırlanması ve uçuş sonrası pilot raporlarının alınması görevlerini üstlenmiştir [69].

Uçuş Bilgi Merkezleri (FIC-Flight Information Center), Türk hava sahasında gerçekleştirilen uçuşlara dair izinlerin takibi ve kontrolü, VFR uçuş planları ve bunlarla ilgili mesajların alımı, takibi ve aktarımı, arama kurtarma hizmetlerinde işbirliğinin sağlanması ve resmi tatil günlerinde veya hafta sonunda Türk hava sahasında uçuş yapmak isteyen uçaklara Sivil Havacılık adına uçuş izni vermekle (sadece Ankara FIC) görevlidir [69].

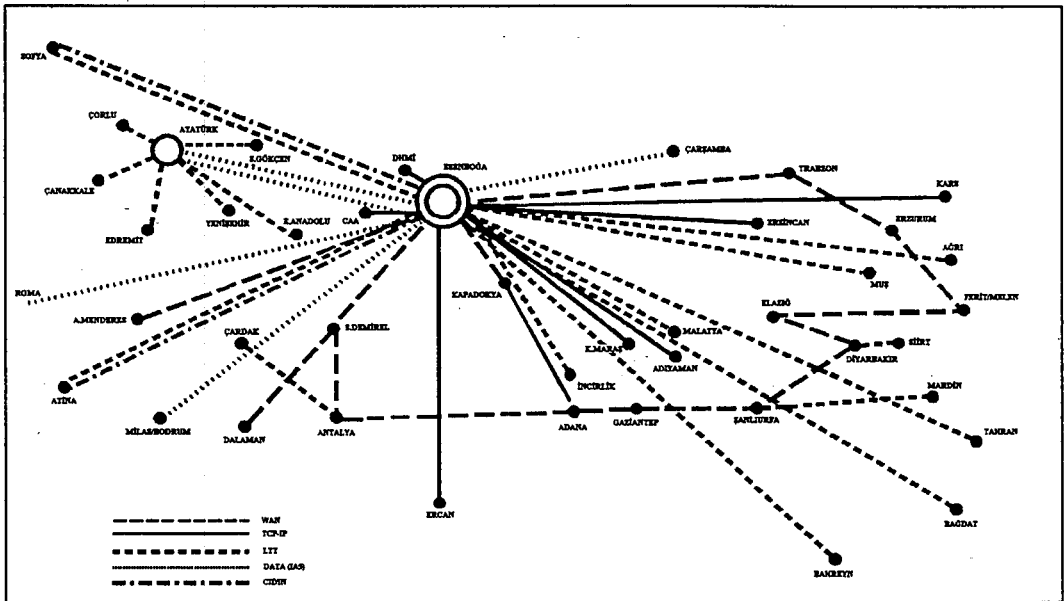
Şekil 6.4'de Hava trafik kontrol birimleri ve hava enformasyon hizmet birimlerinin Türkiye genelindeki dağılımı harita üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 6.4. Hava trafik ve hava enformasyon hizmet birimleri [67].

6.2.3.1 Haberleşme sistemleri

Hava trafik hizmetlerinin güvenli olarak yürütülmesi bakımından gerekli olan süratli ve kesintisiz haberleşmenin sağlanabilmesi için bir Uluslararası Haberleşme Merkezi, iki Haberleşme Röle Merkezi ve 22 Haberleşme İstasyonu ile faaliyet göstermektedir [1]. Hava ulaştırmasında kullanılan haberleşme sistemleri Şekil 6.5 ve 6.6'da gösterilmiştir.



6.2.3.3 İzleme sistemleri

Türkiye'deki mevcut SSR ve PSR sistemleri Şekil 6.8'de harita üzerinde gösterilmiştir. Bu radar sistemlerin maksimum menzil, irtifa ve mevki bilgileri Çizelge 6.5'de yer almaktadır.



Şekil 6.8. Mevcut Radar Sistemleri [67].

Çizelge 6. 5 Radar Kolaylıkları [69].

Hava Trafik Kontrol Ünitesi	Menzil (NM)	Maksimum İrtifa (Feet)	Radar Mevkii
İstanbul Radar	SSR 200	100.000	41 01 04N 028 49 35E
Yeşilköy Yaklaşma	PSR 60	100.000	40 58 25N 028 48 22E
Ankara Radar (Bağlum)	SSR 200	100.000	40 05 19N 032 48 40E
Esenboğa Yaklaşma (Başpınar)	PSR 60		40 08 27N 032 59 31E
Ankara ACC (Kuyutepe)	200 SSR	100.000	37 33 36N 030 23 20E
Ankara ACC (Ermeneek)	200 SSR	100.000	36 38 32N 032 54 48E
Ankara ACC (Merzifon)	200 SSR	100.000	40 57 18N 035 23 32E
Ankara ACC (Batman)	200 SSR	100.000	37 53 11N 041 16 59E
Ankara ACC (Gökçedağ)	200 SSR	100.000	37 07 39N 036 37 25E
Ankara ACC (Erzurum)	200 SSR	100.000	40 09 14N 041 33 01E
Menderes Yaklaşma	SSR 200 PSR 60	100.000	38 17 28N 027 10 01E
İzmir APP (Akdağ)	SSR 200 PSR 60	100.000	38 33 26N 026 30 09E
Antalya Yaklaşma	SSR 200 PSR 60	100.000	36 53 55N 030 46 29E
Dalaman Yaklaşma	SSR 200 PSR 60	100.000	36 42 38N 028 46 43E

6.3 Türkiye'deki Mevcut Yetersizlikler

Türkiye'de hava taşımacılığı sektörü geçtiğimiz 15 yılda yaklaşık olarak % 600' lük bir büyüme kaydetmiştir. Bunun yanı sıra dünyadaki gelişmelere paralel olarak da ülkemiz hava trafiğinde çok hızlı bir artış yaşanmıştır. Ancak, bu hızlı gelişmeye paralel olarak gerekli altyapı çalışmaları eşzamanlı yapılamadığı için sektör sağlıklı büyümüştür [1].

Türkiye'de hava trafiği özellikle yaz aylarında daha çok artış göstermektedir. Son yıllarda özellikle trafiğin yoğun olduğu belli başlı saatlerde tıkanıklık ve gecikme problemleri yaşanmaya başlamıştır.

Hava limanlarına iniş ve kalkış saatlerini slotlar belirlemektedir. Hava trafiğinin yoğunluğu ve/veya havalimanlarındaki kısıtlamalar nedeniyle Atatürk, Esenboğa, Adnan Menderes, Antalya, Muğla-Dalaman ve Milas havalimanlarında IATA tarafından belirlenen kurallar çerçevesinde slot uygulaması yapılmaktadır [69]. Ancak slot koordinasyon çalışması ve uygulamasında pek çok sorun bulunmaktadır. Bunların en önemlisi havaalanlarının planlanan slotlarına uyma yüzdelerinin çok düşük olması ve özellikle son dakika değişiklik talepleri göndererek operasyonlarına uygun slot alma yaklaşımı ile slot koordinasyon merkezinin çalışmalarını kesintiye uğratmalarıdır. Bu sorunlara yol açan en önemli sebep Türkiye'de ofisi bulunmayan ve slot işlemlerini merkezden yürütmeyen havayollarının ülkemizdeki slot işlemlerini takip etmekle yetkili kılınan temsil veya gözetim kuruluşlarının slot uygulama esaslarını yeterince bilmemeleri ve öneminin bilincinde olmamalarıdır. Slot koordinasyon uygulamasının yapılması toplam trafik artışını sağlayacağından gelecekte buna yönelik çalışma yapılmazsa talepte büyük bir düşüş yaşanacaktır [63].

2000 yılı itibariyle hava alanlarımızda yaklaşık 450 hava trafik kontrolörü hizmet vermektedir. Ancak trafik artışı sebebiyle bu sayının bugün itibariyle en az iki katı olması gerekmektedir.

Kontrolörün çalışmasına etki eden faktörler; meydanların coğrafi konumu, taksi yollarının eksikliği, apron kapasitelerinin azlığı, terminal binaları yetersizliği, slot, komşu ülkelerle haberleşmeyi sağlayan devreler, seyrüsefer yardımcılarının uygun yerlere tahsis edilmemesidir. Bunlar, pilot ile kontrolör

diyalogunun gereksiz yere uzamasına, iniş ve kalkış problemlerinin geç çözülmesine neden olmaktadır. Havayollarının arzulanan bağlantıları sağlayamaması nedeniyle hava trafiği belli yollarda sıkışıklık yaratmakta ve uçakların düşük seviyelerde uçmasına, yakıt ekonomilerinin bozulmasına ve alçalacak uçakların da gecikmesine neden olmaktadır. Türk hava sahasının sivil ve asker kullanıma hitap etmesi askeri otoritelerin sivil hava trafiğinin daha uygun rota takiplerine izin vermemesi ve havayolunun uçuş minimumlarını yüksek tutmaları da kontrolörlerin verdiği hizmeti kısıtlamakta ve hava sahası organizasyonlarını olumsuz yönde etkilemektedir. [63]. Tüm bu nedenlerden dolayı kontrolörler, ağır bir sorumluluk ve iş yükü altında çalışmaktadırlar. Bunun yanında radyo yayın kanallarının çokluğu ve hava trafik telsiz konuşmalarının yapıldığı banda yakın olması sebebiyle frekans kirliliği ortaya çıkmakta, pilot ve kontrolör arasındaki konuşmaların net olarak anlaşılabilmesi uçuş emniyetini tehdit etmektedir.

Havaalanlarımızda uçuşlar NDB, VOR, DME, ILS gibi seyrüsefer yardımcılarını kullanarak gerçekleştirilmektedir. Bu tip sistemlerin havaalanları için yerleşim ve bakım maliyetleri oldukça fazladır. Ayrıca bu işlerin gerçekleşmesi için nitelikli eleman ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bu personeli yetiştirmek ve belli bir düzeye getirmek için de yapılan yatırımlar oldukça fazladır. VOR, DME, ILS vb. sistemlerin yerleşim ve bakım maliyetleri dışında belirli bir menzile dahilinde çalışmaları ve zaman zaman devre dışı kalmaları hava trafik hizmetlerinin aksamasına neden olabilmektedir.

6.4 Türkiye’de Modernizasyon Çalışmaları

Türkiye’nin hava trafik kontrol yönetim sistemleri, 1989 yılında 80’li yılların teknolojisine uygun olarak tasarlanmış ve “*Türkiye Hava Trafik Kontrol Radar Kapsama Alanı*” projesi ile bağlantılı olarak bugünkü prosedürler geliştirilmiştir. 1996 yılı sonlarında da EATCHIP programı içerisinde yer alan sistem modernizasyonu çalışmaları başlatılmıştır [65].

Türkiye Hava Trafik Kontrol Modernizasyon Projesi (TAMP-Turkish ATC Modernization Project)’nin amacı, gelecekte artacak olan hava trafiğine karşı yeni ve gelişmiş ATM tesisleri ile Eurocontrol’ün EATCHIP programına tam ve güvenli bir şekilde uyum sağlamaktır.

TAMP projesinden beklenen faydalar şu şekilde belirlenmiştir:

- Türk hava sahasının tek bir merkezden (Ankara ACC) yönetimini sağlamak,
- Türkiye hava sahasında ve uluslararası meydanlarda düzenli bir trafik akışı ve kapasite artışını sağlamak,
- APP ve TWR ünitelerini daha verimli hale getirmek ve üniteler arasındaki koordinasyonu en aza indirmek,
- Uluslararası meydanlardaki APP ünitelerini merkezi işletim kolaylıklarından faydalandırmak,
- Ankara ACC'de sistem hatası yüzünden meydana gelebilecek problemlerde diğer ünitelerin ACC görevini üstlenebilmesini sağlamaktır [71].

Bu amaçlar doğrultusunda Eurocontrol'ün desteğiyle Türkiye için bir uygulama programı hazırlanmıştır. Bu program içerisinde;

- Yeni AFTN uygulaması-CIDIN sistemi,
- OLDI (On Line Data Interchange) standartlarına göre Uçuş Veri İşleme-FDP sistemleri arasında haberleşme bağlantılarının hazırlanması,
- Yeni MSSR (Monopulse SSR) ekipmanının temini ve kurulması için yapılacak ölçümler ile 20.000 ft'de MSSR kapsama alanının hazırlanması,
- Radar sistemlerinin ölçüm ve değerlendirilmesine imkan sağlayacak RASS-S (Radar Analysis Support System for Sensors) ve RASS-C (Radar Analysis Support System for Centre)'nin temin edilmesi,
- SSR test transpondırlarının temini,
- Tüm SSR'larda Mode S'in tanınması yer almaktadır.

Tüm bu çalışmalar neticesinde Türkiye'deki radar sistemlerinin diğer Avrupa ülkeleri ile uyum içinde olması beklenmektedir. Bu amaçla modernizasyon çalışmaları içerisinde yer alan havaalanları için radar sistem gerekliliklerinin tanımlanması, hava trafik kontrolörleri için gerekli eğitimi

sağlamak üzere kule ve radar simülatörlerinin kurulması, mevcut radar sistemleri içerisinde meteoroloji komponentlerinin entegre edilmesi işlemleri halen devam etmektedir.

Öncelikle hava trafik kontrolörlerinin eğitimi için Ankara Esenboğa Havalimanı'nda radar ve kule simülatörleri kurulmuştur [65]. Ancak bu simülatörler henüz faaliyete geçmemiştir.

RASS radar planlaması, radar yerlerinin belirlenmesi, radar onay testleri, kalite kontrol, problem araştırma ve sistem yayını testleri için 1997 yılında alınmış ve 1999 yılında kullanıma hazır hale getirilmiştir.

Türk hava sahasının tamamını kapsama alanı içerisinde almak üzere 12 MSSR sistemi ile birlikte test amaçlı 10 SSR transpondır temin edilmiş ve 1999 yılında kurulum işlemleri tamamlanmıştır. Bu transpondırlar, 365 gün 24 saat boyunca tamamen verimli bir şekilde kesintiye uğramaksızın kullanılmaktadır.

Türk hava sahası, 1999 yılı Ocak ayında mevcut durum ile Azaltılmış Dikey Ayırma Minimasi-RVSM'e geçilmesi halindeki durumun karşılaştırmasını yapmak üzere Eurocontrol tarafından gerçek zamanlı simülasyona tabi tutulmuştur. Simülasyon çalışmasında RVSM'e geçişle birlikte hava sahası kapasitesinde %35'lik bir artış sağlanacağı gözlenmiştir. 3 hafta süren simülasyon çalışması sonunda da Türk hava trafik kontrolörlerinin görevlerini yerine getirebilecek nitelikte olduğu açıklanmıştır [65]. Türkiye'de 24 Ocak 2002 itibariyle tüm Avrupa ülkeleriyle birlikte RVSM uygulanmaya başlamıştır.

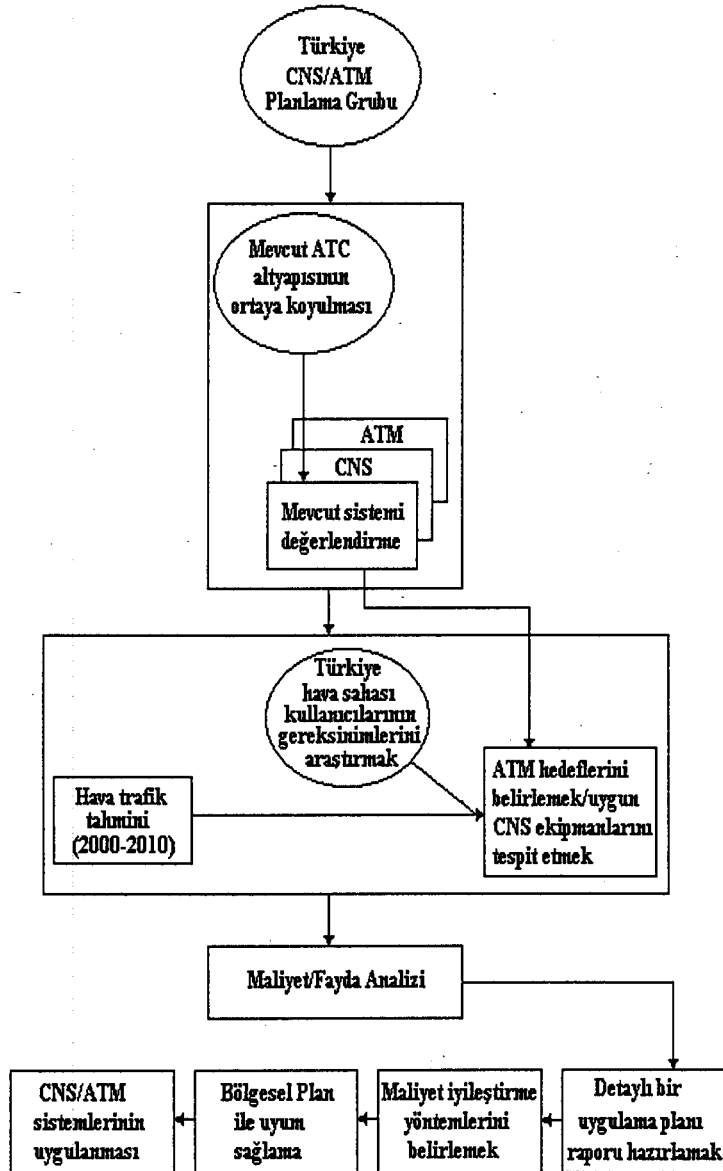
6.5 Türkiye için Ulusal Planlama

Türkiye, EUROCONTROL ve ECAC üyesi olması nedeniyle Avrupa hava sahası için geliştirilmekte olan yeni hava trafik yönetim kavramına göre seyrüsefer hizmetlerini gerçekleştirmekle yükümlüdür. Bu nedenle küresel CNS/ATM sistemlerine geçişi kolaylaştırmak ve mevcut yetersizlikleri ortadan kaldırmak amacıyla tüm dünyada yapılan çalışmalar göz önünde bulundurularak ICAO'nun ulusal planlama metodu Türkiye'ye uyarlanmış ve ülkemizde uygulamanın gerçekleştirilmesi için nasıl bir yöntem izlenmesi gerektiği aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır:

- İlk olarak Türkiye CNS/ATM sistemleri planlama grubunun oluşturulması,
- Küresel plan içerisinde düşünülen CNS/ATM sistemlerinin incelenmesi,
- Avrupa bölgesel hava seyrüsefer planının gözden geçirilmesi,
- Komşu FIR'larla koordinasyon kurulması,
- Türkiye'de ICAO hava seyrüsefer planı ile uyumlu bir CNS/ATM uygulamasının gerçekleştirilebilmesi için temel ve öncelikli hedeflerin belirlenmesi,
- Türkiye'deki havaalanları, hava sahası, uçuş yolları, haberleşme, seyrüsefer ve izleme elemanlarını kapsayan mevcut ve gelecek için planlanan alt yapılarının liste haline getirilmesi,
- 2000, 2005 ve 2010 yılları mevcut ve tahmini hava trafik yoğunluğunun ortaya koyulması,
- Uygulama aşamasında karşılaşılabilecek herhangi bir olumsuzluk varsa bunu ortaya koyabilmek için mevcut ATM sisteminin değerlendirilmesi,
- Gelişmeler sonucunda beklenen fonksiyonel gerekliliklerinin daha geniş kapsamlı olarak ele alınması,
- İşletim ve teknik açıdan çeşitlilik gösteren sistemlerin değerlendirilmesi ve komşu ülkelerin planlama durumunu, hava sahası kullanıcılarının gereksinimlerini ve uluslararası önerilen standart ve uygulamaları (SARP) göz önünde bulundurarak Türkiye'nin ATM hedeflerini destekleyen CNS elemanlarının belirlenmesi,
- Türkiye'de mevcut olarak kullanılmakta olan yer esaslı sistemlerin devre dışı kalma ve yeni sistemlerin uygulanma zamanının belirlenmesi,
- Daha uygun çözümlerin bulunması için maliyet-fayda analizlerinin yapılması,
- EATCHIP programı çerçevesinde geliştirilen Avrupa Hava Seyrüsefer Planı ile uyum sağlanması,

- Türkiye’de CNS/ATM sistemlerinin uygulanması için planlanan faaliyetlerin başlatılması.

Şekil 6.9’da Türkiye için yukarıda maddeler halinde sıralanmış olan CNS/ATM’e geçiş planı, ICAO Avrupa Bölgesel Geçiş algoritmasından esinlenerek akış şeması olarak gösterilmiştir.



Şekil 6. 9. Türkiye için CNS/ATM sistemleri uygulama planı akış diyagramı.

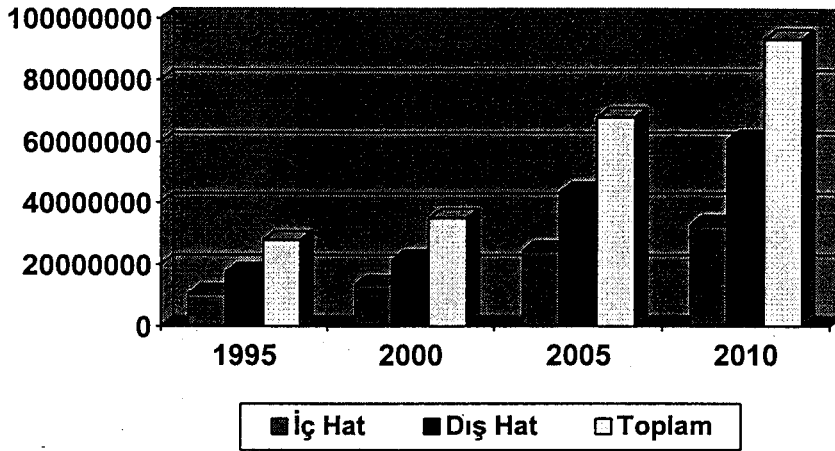
6.5.1 Türkiye'nin gelecekteki hava trafik durumu ve mevcut sistemin değerlendirilmesi

Türkiye için DHMİ istatistiksel verilerine göre 1987 yılından 2001 yılına kadar gerçekleşen ve DLH İnşaatı Genel Müdürlüğü tarafından turizm, nüfus artışı ve sosyo-ekonomik faktörler dikkate alınarak hazırlanan hava trafik tahminleri raporu doğrultusunda gerçekleşmesi beklenen uçak trafiği verileri Çizelge 6.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 6.6 1987-2016 yılları arası gerçekleşen ve tahmini uçak trafiği.

TÜM UÇAK TRAFİĞİ						
	Yıl	İç Hat + Dış Hat	Diğer Sivil Uçak Trafiği	Askeri	Toplam	
Gerçekleşen	1987	94.823	14.741	13.238	122.802	
	1988	123.633	10.930	9.331	143.894	
	1989	143.589	12.062	12.944	168.595	
	1990	154.016	15.565	13.374	182.955	
	1991	135.538	20.117	17.457	173.112	
	1992	188.422	32.034	13.629	234.085	
	1993	236.665	42.200	11.928	290.793	
	1994	253.866	34.590	13.876	302.332	
	1995	278.436	46.550	12.372	337.358	
	1996	306.588	54.009	11.853	372.450	
	1997	403.814	57.623	15.522	476.959	
	1998	414.985	63.661	15.850	494.496	
	1999	388.706	50.790	17.343	456.839	
	2000	391.210	44.884	16.867	452.961	
	2001	373.502	31.845	17.559	422.906	
Tahmini	2006	Düşük Tahmin	506.714	79.853	13.373	599.940
		Orta Tahmin	654.452	100.348	14.305	769.105
	2011	Düşük Tahmin	556.484	89.636	13.376	659.496
		Orta Tahmin	847.040	127.272	14.307	988.619
	2016	Düşük Tahmin	607.678	99.620	13.381	720.679
		Orta Tahmin	1.109.867	163.383	14.312	1.287.562

Çizelgede de görüldüğü gibi 80'li yıllardan bu yana ülkemizde hava trafiği düzgün bir şekilde artış göstermiştir. DLH İnşaatı Genel Müdürlüğü tarafından gelecek için yapılan orta ve düşük vadeli tahminler trafiğin bugüne oranla iki-üç misli artacağını göstermektedir. Şekil 6. 10.'da 1995-2010 yılları arası yolcu trafiğinin durumu grafik olarak verilmiştir.



Şekil 6.10. 1995-2010 yılları arasında gerçekleşen ve tahmini yolcu trafiği.

Bir havaalanının kapasitesi; apron büyüklüğü, apronda yer alan uçak park yeri sayısı, yolcu giriş-çıkış kapıları, pasaport kontrolü, bilet kontrolü (check in), gümrük, güvenlik kapasiteleri ve bagaj işlemleri gibi faktörlere bağlıdır. Bu kısıtlayıcı faktörlerin ortadan kaldırılabilmesi ve kapasitenin en verimli şekilde kullanılması ancak birimler arası koordinasyonla mümkündür [72]. Meydan kapasitesi de pist ve terminal kapasitesi ile değerlendirilmektedir.

Bu çalışmada mevcut sistemi değerlendirebilmek amacıyla sürekli olarak artış gösteren hava trafiği karşısında ülkemiz havayolu trafiğinin yaklaşık olarak % 90'ını karşılayan Atatürk, Esenboğa, Adnan Menderes, Antalya ve Dalaman havalimanlarının 2001 yılı mevcut uçak kapasiteleri ile 2006, 2011 ve 2016 yıllarında orta tahminler dikkate alınarak gerçekleşmesi beklenen uçak trafiği karşılaştırılmış ve kapasite kullanım oranları hesaplanmıştır (Çizelge 6.7).

Çizelgede de görüldüğü gibi diğer meydanlarda kapasite açısından bir sorun görülmezken Atatürk havalimanında 2011 itibariyle kapasite yetersizliği ile karşı karşıya kalınacaktır. Bu da gerekli alt yapı çalışmaları ile kapasite ilavesi yapılmaması halinde tıkanıklık ve gecikme problemlerinin ileri boyutta meydana geleceğinin bir göstergesi olmaktadır.

Çizelge 6.7 2001 yılı uçak kapasitesi ile 2006, 2011 ve 2016 yılı kapasite kullanım oranı karşılaştırması.

	2001 Yılı Mevcut Uçak Kapasitesi	Gelecekte Beklenen Uçak Trafığı	Kapasite		
			Fazlası	Eksiği	Kullanım (%)
2006 Yılı					
ATATÜRK	350.400	334.300	16.100	-	95
ESENBOĞA	236.520	99.500	137.020	-	42
MENDERES	183.960	75.000	108.960	-	40
ANTALYA	262.800	109.300	153.500	-	41
DALAMAN	183.960	24.800	159.160	-	13
2011 Yılı					
ATATÜRK	350.400	406.700	-	56.300	116
ESENBOĞA	236.520	127.200	109.320	-	53.8
MENDERES	183.960	103.000	80.960	-	56
ANTALYA	262.800	156.100	106.700	-	59
DALAMAN	183.960	33.700	150.260	-	18
2016 Yılı					
ATATÜRK	350.400	496.900	-	146.500	142
ESENBOĞA	236.520	163.400	73.120	-	69
MENDERES	183.960	142.400	41.560	-	77
ANTALYA	262.800	224.200	38.600	-	85
DALAMAN	183.960	46.100	137.860	-	25

Çizelge 6.8'de yine bu havalimanları için 2001 yılı yolcu kapasitesi ile 2006 yılında beklenen yolcu trafiği karşılaştırması yapılmış ve Dalaman havalimanı dışında diğer 4 havalimanı için de kapasite açığının ortaya çıkacağı saptanmıştır.

Çizelge 6.8 2001 yılı yolcu kapasitesi ile 2006 yolcu trafiği karşılaştırması.

	2001 Yılı Mevcut Yolcu Kapasitesi	2006 Yılı İçin Beklenen Yolcu Trafiği	Kapasite		
			Fazlası	Eksiği	Kullanım (%)
ATATÜRK	22.500.000	28.997.100	-	6.497.100	129
ESENBOĞA	5.150.000	8.517.900	-	3.367.900	165
MENDERES	4.600.000	8.186.200	-	3.586.200	178
ANTALYA	9.000.000	13.630.500	-	4.630.500	151
DALAMAN	7.600.000	3.177.400	-	4.422.600	42

Bu havalimanları için 2001 yılı itibariyle pist kapasite verileri Çizelge 6.9'da yer almaktadır.

Çizelge 6.9 2001 yılı pist kapasiteleri [72].

	60 Dk	10 Dk
ATATÜRK	30	6
ESENBOĞA	20	3
MENDERES	20	4
ANTALYA	24	5
DALAMAN	18	3

Pist kapasitesini değerlendirebilmek için meydanlara göre gerçekleşmesi beklenen pik trafik verileri gerekmektedir. Ancak tahmini pik değerleri ile ilgili veriler bulunamadığı için bu değerlendirme yapılamamıştır.

Bu sonuçlar çerçevesinde genel bir değerlendirme yaptığımızda ülkemizde mevcut yetersizliklere rağmen şu an için verimli bir şekilde hizmet veren hava trafik kontrol sisteminin, yakın bir gelecekte beklenen trafik talebi karşısında kapasite açısından yetersiz kalacağı ortaya çıkmaktadır. RVSM uygulaması ile birlikte hava sahasında her ne kadar kapasite artışı sağlanmış olsa da uzun vadede yeni çözümler araştırmak gerekmektedir. Bu nedenle gerek hava sahası gerekse havaalanı kapasite arttırım çalışmalarına ağırlık verilmesi ülkemiz hava trafik kontrol sistemi açısından oldukça önemlidir.

6.5.2 Türkiye hava sahası kullanıcılarının gereksinimleri

Türkiye hava sahası için daha önce bahsedilen mevcut yetersizlikler göz önünde bulundurularak hava sahası kullanıcılarının öncelikli gereksinimlerinin neler olduğu aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır. Bunlar:

- Uçağın performansına en uygun irtifa, hız ve rotalarda uçuş yaparak daha az yakıtla, daha kısa sürede istenen havalimanına ulaşabilmek,
- İniş ve kalkış esnasında minimum bekleme,
- Kanal tıkanıklığı ve frekans kirliliği probleminin ortadan kalması, kontrolörle kurulan irtibatlarda netlik,
- Hava sahasının sınıflandırılması.

6.5.3 CNS/ATM sistemlerine geçiş için önerilen aşamalar

Bilindiği gibi dünya çapında CNS/ATM sistemlerine tam olarak geçiş tarihi 2010 olarak hedeflenmiştir. Bu nedenle Türkiye’de de dünya standartlarında havacılık hizmetleri verebilmek üzere öncelikle kısa, orta ve uzun vadede hedefler belirlenmeli ve bu hedeflere belirlenecek olan tarihlerde ulaşabilmek üzere stratejik bir planlama yapılmalıdır.

Mevcut yetersizlikler doğrultusunda belirlenmiş olan hava sahası kullanıcılarının gereksinimleri, Türkiye hava sahasında yeni düzenlemelere

ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Türkiye'nin konumu ve artan hava trafiği gelecekte mevcut ATM sistemleriyle talebi karşılamada yetersiz kalacak ve hava trafik hizmetlerinin verimli bir şekilde gerçekleştirilmesini engelleyecektir. Bu nedenle hava sahası tasarımcılarına önemli bir görev düşmektedir.

1995 yılında Eurocontrol tarafından Türkiye hava sahasının kapasitesinde artış sağlayacak bir sektörizasyon planı geliştirmek amacıyla simülasyon çalışması gerçekleştirmiştir. Bu çalışma sonucunda İstanbul FIR'ın 5, Ankara FIR'ın da 7 sektör olması önerilmiştir [73]. Türkiye'de halen İstanbul FIR 3, Ankara FIR'da 4 sektör olarak hizmet vermektedir.

Tüm ECAC üyesi ülkelerle ATM 2000+ stratejisine uygun olarak hizmet verebilmek amacıyla çalışmaları yürütülen TAMP projesi kapsamında ise sektörler Ankara ACC 15, Ankara APP 2 ve İstanbul APP için 7 olarak planlanmıştır [71]. Hava sahası kapasitesinde artış sağlamak üzere uygulamaya konan RVSM programı, şu an için kontrolörlerin iş yükünü önemli oranda azaltmıştır. Ancak her geçen gün artan trafik, havada çarpışma riskinin de fazlalaşacağı anlamına gelmektedir. Dolayısıyla 2001 yılı verileri dikkate alınarak yeni bir sektörizasyon çalışması yapılmalı ve emniyet, verim, kontrolörlerin iş yükü yeniden değerlendirilmelidir.

Türkiye'de ATS hava saha sınıflandırılması henüz yapılmamıştır [69]. Gelecekte uçuş kavramının serbest uçuşa doğru yol aldığı düşünülürse hava sahası kullanıcılarının talepleri büyük ölçüde değişim gösterecektir. Ülkemizde özellikle askeri uçuşlarında yoğun olması nedeniyle yaşanan kısıtlamalar, yakın bir gelecekte bu sınıflandırmanın yapılması ve ATM sisteminin daha verimli olmasının sağlanmasını zorunlu hale getirmektedir.

Türkiye için beklenen hava trafiği tahminleri doğrultusunda kapasite ve talep karşılaştırması yapıldığında ülkemizin havayolu taşımacılığının önemli bölümünü karşılayan 4 havalimanı için yolcu kapasitesi açısından yetersizlik yaşanabileceği ortaya konmuştu. Özellikle bu meydanlar için kapasite arttırımını sağlamak üzere çalışmalar hızlandırılmalıdır.

Yine ülkemizde yaşanan en önemli sorunlardan biri de daha önce belirtildiği gibi sesli haberleşmeden kaynaklanan yetersizliklerdir. Bu amaçla

gerek kontrolör ve pilotlar, gerekse yerdeki ATC birimleri arasında veri hattı haberleşmesinin sağlanabilmesi için alt yapı çalışmalarına bir an önce başlanmalıdır.

Türkiye'nin halihazırda Radar Kapsama Alanı Projesi içerisinde mevcut radar sistemlerine ilave yapılarak kapsama alanının artırılması çalışmaları sürdürülmektedir. Bununla birlikte gelecekte veri hattı ile iletimin getireceği kolaylıklar düşünülerek ICAO standartları doğrultusunda oldukça yoğun hava sahaları için düşünülen Mode S veri hattı ile ilgili çalışmaların yapılması gereklidir.

1995 yılında ICAO, Avrupa hava sahasının tıkanıklık yaşanan belli bölgelerinde VHF kanal ayrımının 25 KHz'ten 8.33 KHz'e indirilmesi kararı almıştır. 7 Ekim 1999 tarihinde onaylanmış olan bölgelerde (Avusturya, Belçika, Fransa, Almanya, Lüksemburg, Hollanda ve İsviçre) 8.33 KHz'lik kanal ayrımı uygulanmaya başlamıştır. 31 Ekim 2002'den itibaren Avrupa bölgesinin tamamına yakın bir bölümünde de uygulanmaya başlayacaktır. Bu uygulama, Avrupa bölgesinde FL 245 üzerindeki uçuşların 8.33 KHz kanal aralığına uygun radyo cihazı taşımalarını zorunlu kılmaktadır. 8.33 KHz'lik kanal ayrımının uygulanması hava sahasının yeniden yapılanmış olmasını gerektirmektedir. Bu sayede hava sahası kapasitesinde artış ve ilave kanal kazancı sağlanacaktır [74]. Türkiye ise bu uygulamadan muaf tutulmuştur. Bu nedenle hava sahasının yeniden yapılanması çalışmalarıyla birlikte düşünülecek bir uygulama olan 8.33 KHz'lik kanal uygulaması ülkemiz için de sağlayacağı kapasite ve kanal arttırımı nedeniyle büyük bir kolaylık olarak görülebilir.

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de gelecekte ATM sistemini daha verimli hale getirmek ve CNS/ATM sistemlerini adım adım uygulamaya koymak üzere EATCHIP programı, bu programın en önemli bölümü olan Avrupa Hava Trafik Yönetim Sistemleri-EATMS kavramının uygulama aşamaları ve Avrupa'da ATM performansını arttırma planları esas alınarak yukarıda bahsedilen çalışmalar şu şekilde sınıflandırılabilir;

6.5.3.1 Kısa vadede planlama (2005 yılına kadar)

Türkiye’de hava trafik kontrol sisteminin bir takım yetersizliklere rağmen şu an için verimli bir şekilde çalıştığı göz önünde bulundurularak belirlenen yetersizliklerin bir bölümünü ortadan kaldırabilmek amacıyla artan hava trafiği doğrultusunda öncelikle kısa vadede planlama yapılmalı ve yakın bir tarih olan 2005 yılı hedef alınmalıdır.

- Bu aşamada esas olarak havaalanı ve hava sahası mevcut kapasitelerinin en iyi şekilde kullanılması sağlanmalıdır. Bu sayede ATC sisteminde emniyet seviyesi korunurken, kapasite, verim ve hava sahası kullanım esnekliği en iyi düzeye getirilmiş olacaktır. Bu da

- uçuş öncesi yerdeki planlamanın iyi yapılmasını,
- ATS yol ağının ve sektörlerin verimli bir şekilde kullanılmasını,
- birimler arası koordinasyonu

gerektirmektedir.

- Yine bu aşamada yapılacak önemli çalışmalardan biri geleceğe dönük trafik tahmin çalışmalarının güncellenmesi olmalıdır. 1999 yılı hava trafik tahmin raporu verilerini dikkate aldığımızda 2006 yılından önce Atatürk, Esenboğa, Adnan Menderes ve Antalya havalimanları için yolcu trafiğine bağlı olarak iç veya dış hat terminallerinde kapasite artırımına gidilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır.

- TAMP Projesi kapsamında eskisinden farklı bir strip dizaynı ve dağılımı ile tesisler arasındaki sesli koordinasyonu da minimuma indirmeyi amaçlayan FDPS tasarlanmıştır. Bu sayede İstanbul’da kule, yaklaşma ve saha kontrol arasında normal prosedürler içinde herhangi bir sesli koordinasyona gerek kalmayacağı gibi, İzmir sektörü de İstanbul’un bir alt sektörü olarak planlandığından ve Ankara-İstanbul arasında OLDI (On Line Data Interchange) hattı olacağından dolayı İzmir-Ankara ile telefon koordinasyonuna gerek kalmayacaktır [71].

ATC sistemi açısından büyük kolaylıklar getiren bu çalışmaya ek olarak hava ve yer arasındaki haberleşmelerde de sesli koordinasyonu minimuma

indirgemek, haberleşme maliyetlerini azaltmak ve daha doğru, daha hızlı haberleşme sağlamak üzere veri hattı kullanımı konusunda detaylı bir çalışma yapılmalıdır.

4. Bölümde veri hattı haberleşmesi ile sağlanacak kolaylıklardan bahsedilmiş ve genel olarak aynı amaca hizmet eden ancak çeşitlilik gösteren hava-yer veri hattı sistemleri tanıtılmıştır. Bölgesel ihtiyaçlar doğrultusunda bu veri hatlarından biri seçilmelidir. Bu durumda gelecekte ADS, CPDLC gibi pek çok uygulamayı destekleyecek olan VHF veri hattı uygun olarak görülebilir.

- Türkiye'nin radar kapsama alanının genişletilme çalışması tamamlandığında izleme alanında büyük bir modernizasyon sağlanmış olacaktır. 4. bölümde de anlatıldığı gibi Mode S sistemi izleme fonksiyonuna ilave olarak ACARS teçhizatlı uçakların birbiri ile haberleşmesinde kullanılacak bir sistemdir. Eğer Mode S veri hattı sistemi de radar sistemlerine ilave edilirse hava trafiğinin izlenmesinde maksimum bir başarı sağlanmış olacaktır.

6.5.3.2 Orta vadede planlama (2005-2010)

2005-2010 yılları arasında gerçekleşmesi beklenen trafik artışı göz önünde bulundurularak bu aşamada gereksinimler neler olabilir, bunlar ortaya koyulmalıdır. Bu aşamada yapılacak en önemli çalışmalar;

- Hava sahasının sınıflandırılması,
- Sektörizasyon,
- 8.33 KHz'lik kanal ayrımı,

olmalıdır. Bu sayede hava sahasının kapasitesi, verim ve esneklik açısından ilerleme sağlanmış olacaktır.

Bu aşamada 2005 yılına kadar Türkiye'de ATC sistemi açısından TAMP projesinin getireceği yenilikler göz önünde bulundurularak ve veri hattı kullanımının da uygulamada olacağı düşünülerek yapılabilecek ilave çalışmalar şu şekilde sıralanabilir;

- Haberleşmede veri hattı kullanımına ek olarak mobil haberleşme hizmetlerinden yararlanma,

- Gelecekte haberleşme hizmetleri açısından önemli faydalar getirecek olan Havacılık Haberleşme Ağı için gerekli alt yapının oluşturulması.
- Yer esaslı seyrüsefer sistemlerinin yavaş yavaş devre dışı bırakılması ve uyduya dayalı seyrüsefer hizmetlerinden faydalanma,
- İzleme açısından tüm dünyada önemli bir gelişme olarak bilinen Otomatik Bağımlı İzleme Sistemi-ADS için gerekli çalışmaların yapılması,
- Otomasyon sistemlerinin getireceği kolaylıklar ve ATM Stratejisi-2000+ projesi nedeniyle Avrupa Bölgesinde kontrolörlerin görev dağılımındaki değişiklikler, ülkemizde de kontrolörlerin çalışma pozisyonlarının yeniden değerlendirilmesini gerekli kılacaktır.

6.5.3.3 Uzun vadede planlama (2010 yılı sonrası)

2010 yılından 2020 yılına kadar olan gerek trafik artışı gerekse o zamana kadar gerçekleşebilecek ilerlemeler düşünülerek daha uzun vadede neler yapılabileceği üzerinde durulmalıdır.

Buraya kadar tüm dünyada standart kabul edilen sistemlerin belirlenen dönemlerde ülkemizde de mevcut olarak uygulamada olacağı düşünülürse yakın bir gelecekte uçuşların ekonomik koşullarda gerçekleşeceği ve ATM sisteminin daha verimli çalışacağı bir gerçektir. 2010 yılı sonrası da ülkemizde serbest uçuş kavramı üzerine çalışmalar gerçekleştirilebilecektir.

6.6 FANS Sisteminin Türkiye’de Uygulanmasının Getireceği Faydalar

Tüm dünyada ulaştırma sistemlerinin koordineli işletilmesi ve kombine yapısı ekonomik gelişmenin vazgeçilmez bir unsuru olarak kabul edilmektedir. Gelişen telekomünikasyon altyapısı, yaygınlaşan bireysel mobil haberleşme sistemleri, uydulardan sağlanan iletişim imkanları mesafe tanımaksızın ülkelerin birbirine daha yakınlaşmasına ve küreselleşmeye katkıda bulunmakta, ülkelerin ekonomileri için büyük katma değerler oluşturmaktadır. Bu nedenledir ki; ulaştırma ve haberleşme sistemleri bütün dünya ülkelerinde daima iyiye, konfora, modernizasyona ve sürata erişme çabası içerisine girmiş, bunun yanında

sanayileşme ve ekonomideki gelişmede, ulaştırma ve haberleşme sektörünün kendisini geliştirmesi ve yenilemesini zorunlu kılmıştır [75].

Türk hava sahası halen iyi hizmet verilen, radar kaplaması ile kontrol edilen, hava yolu ağı zengin, ICAO kurallarının uyguladığı, tercih edilen bir hava yolu sahasıdır [63]. Ancak ülkemizde bugün mevcut yetersizlikler ele alınırken de bahsedildiği gibi hava trafik hizmetlerini kısıtlayan pek çok faktör bulunmaktadır.

Son yıllarda Türkiye’de hava trafiğinde yaşanan artış karşısında mevcut sorunların üstesinden gelebilmek, uçuşların emniyetli, verimli ve akıcı bir şekilde gerçekleşmesini sağlamak ve dünyadaki modernleşme çabaları içerisinde yer almak üzere Eurocontrol’ün desteğiyle başlatılan Radar Kapsama Alanı ve TAMP projeleri ile ilgili çalışmalar halen devam etmektedir.

ICAO standartları doğrultusunda geliştirilen sistemlerin Türkiye’de kullanılmaya başlaması ile havayolu taşımacılığına getireceği kolaylıklar ve faydalar aşağıda haberleşme, seyrüsefer, izleme ve hava trafik yönetimi mevcut alt yapısı ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir;

- **Haberleşme:**

Bilindiği gibi havacılıkta en önemli konulardan biri emniyettir. Ülkemizde her geçen gün artma eğiliminde olan hava trafiği, hava ve yer arasında daha fazla koordinasyon gerektirmektedir. Türkiye’de bugün hava trafiğinin idaresi dünyanın pek çok yerinde olduğu gibi, tahsis edilmiş VHF ve UHF telsiz frekanslarından sesli haberleşme yolu ile gerçekleşmektedir. Ancak hava yer haberleşme frekanslarının kapsama alanı içerisinde yer alan radyo ve televizyon istasyonlarının sayısının artması, tahsis edilen kanal sayısının yetersiz kalması pilot ve kontrolörler arasındaki haberleşmeyi giderek zorlaştırmakta ve uçuş emniyetini tehlikeye atmaktadır.

CNS/ATM sistemleri içerisinde yer alan veri hattı kullanımı gerçekleştirildiğinde hava sahamızda karşılaşılan problemler büyük ölçüde ortadan kalkacaktır. Bu problemlerin en başında da insan faktöründen kaynaklanan hatalar gelmektedir. Aksan farklılıkları zaman zaman haberleşmede yanlış anlaşmalara, talimatların tekrarlanmasına ve dolayısıyla zaman kaybına neden olmaktadır. Veri hattı kullanımı ile haberleşme hizmetlerinin daha hızlı ve

daha güvenilir bir şekilde gerçekleşmesi, hava trafiğinin yoğunluğu nedeniyle yaşanan kanal tıkanıklığı probleminin kullanılacak sayısal haberleşme radyo cihazlarıyla ortadan kalkacak olması sistemin ülkemize sağlayacağı faydalar içerisinde en önemlilerinden biri olacaktır.

Bunun yanı sıra 2001 yılı yurt içi ve yurt dışı uzak mesafe telefon, teleks v.b. devrelere ait giderler, hizmette tutulan telefonların abonman, kira ve konuşma bedelleri, haberleşme hizmetleri için alınacak posta pulu bedelleri, çekilen telgraf ve koli giderlerini karşılamak üzere 1.111.063.000.000 TL ödenek ayrıldığı görülmektedir [70]. Bu rakam, haberleşme maliyetlerinin ne derece yüksek olduğunun bir göstergesidir. Bu nedenle gerek uluslararası gerekse ulusal haberleşme ağının kurulması bu maliyetleri önemli ölçüde ortadan kaldıracaktır.

Türkiye’de CNS/ATM sistemleri içerisinde yer alan ve TAMP projesi kapsamında gerçekleştirilen, sesli koordinasyonu minimuma indirmeyi hedefleyen Uçuş Veri İşleme Sistemi-FDPS, RVSM ile birlikte uygulamaya konan çalışmalardan biridir. Bu da ülkemiz ATC sistemi için önemli gelişmelerden biridir.

- **Seyrüsefer**

Türkiye’de halen seyrüsefer hizmetleri için NDB, VOR, DME, ILS gibi seyrüsefer yardımcılarını kullanılmaktadır. Bu sistemler daha öncede belirtildiği gibi bir takım yetersizliklere sahiptir. Bu sistemlerin devre dışı kalmaları ve tamamen uyduya dayalı sistemlerin kullanılacak olması gelecekte seyrüsefer hizmetlerinin doğruluğu ve güvenilirliği açısından oldukça önemlidir.

2001 yılı itibariyle Türkiye’de yer esaslı 206 seyrüsefer yardımcısı olduğu düşünülür ve bunların kurulum ve bakım maliyetlerini de göz önünde bulundurulursa uydu esaslı sistemlerin maliyet açısından getireceği faydalardan da yararlanılmış olacaktır.

CNS/ATM sistemleri içerisinde yer alan ve gelecekte seyrüsefer hizmetlerini oldukça kolaylaştıracak olan RNAV sistemi ile kullanıcılar kendi tercih ettikleri, uçak performanslarına uygun rotalarda uçuşlarını en ekonomik şekilde gerçekleştirebileceklerdir. Gelecekte RNAV yetenekli uçakların artması gerek kontrolör gerekse pilot açısından önemli kolaylıklar sağlayacaktır.

- **İzleme**

Türkiye’de hava trafiğinin izlenmesinde ve gerek yerdeki gerek havadaki trafiğin düzenlenmesinde kontrolörlere yardımcı olan PSR ve SSR sistemleri mevcuttur. Radar kapsama alanının genişletilmesi çalışmaları halen devam etmektedir. Bu proje tamamlandığında Türkiye’nin tamamına yakın bir bölümü kapsama alanı içerisinde olacaktır. Dolayısıyla hava sahasındaki tüm hava araçlarının izlenmesi ve takibi kolaylaşacaktır.

Gelecekte izleme açısından önemli bir kolaylık olarak görülen ADS sistemi ülkemizde kullanılmaya başladığında pozisyon raporlarında sağlanacak yüksek doğruluk ve uçağın sesli koordinasyon kurulmasına gerek kalmaksızın sadece gelişmiş radar ekranları üzerinde sürekli olarak izlenebilmesi kontrolörlerin trafiği düzenlemesinde ve trafik durumundan sürekli haberdar olmasında oldukça büyük bir gelişme olacaktır.

- **Hava Trafik Yönetimi**

Türkiye’de RVSM programının uygulanmaya başlanmasıyla birlikte hava sahası kapasitesi açısından artış sağlanmıştır. Şu an ülkemizdeki kontrolör sayısı oldukça yetersizdir. Artan hava trafiği kontrolörlerin iş yükünü her geçen gün biraz daha arttırmaktadır. Gelecekte hava sahamız için yeni bir sektörizasyon işlemi yapılır veya proje kapsamında planlanan sektör sayısının uygun olduğu değerlendirilerek uygulamaya konursa, kontrolörler daha küçük sektörlerde çalışacaklardır.

TAMP projesi içerisinde planlanan gelecekteki kontrolör çalışma pozisyonları; APP üniteleri için Denetleyici (Supervisor), Yönetici Kontrolör (Executive), Planlayıcı/yardımcı Kontrolör ve Uçuş Veri Asistanı, kulede ise kule kontrolörü, yer kontrolörü ve müsaade dağıtım kontrolörü/asistanıdır [71]. Bu değişiklikler gerçekleştiğinde sistem içerisinde kontrolörlerin iş yükü önemli ölçüde azalmış olacaktır.

Avrupa’daki yapılanmaya uygun olarak Türkiye hava sahasının sınıflandırılması gerçekleştirilirse özellikle askeri uçuşların oldukça yoğun olması nedeniyle zaman zaman yaşanan kısıtlamalarda ortadan kalmış olacaktır. Bu

sayede ATM açısından hava sahasının daha verimli bir şekilde kullanımını sağlarken işletmeciler açısından uçuş maliyetlerinde azalma olarak fayda sağlanacaktır.

7. SONUÇ ve ÖNERİLER

FANS sistemi ile ilgili çalışmalar, tüm dünyada özellikle de Amerika ve Avrupa'da ATC kapasitesinin artırılması ve daha verimli bir şekilde kullanılmasının sağlanması için büyük bir hızla devam etmektedir. Günümüzde Boeing ve Airbus firmalarının uçaklarıyla tecrübe edilmekte olan CNS/ATM sistemleri başlangıçta hedeflenen faydaları sağlama aşamasındadır.

Sistem ile ilgili küresel anlamda uyum çalışmaları bu aşamada devam ederken, hava sahası ve havaalanı kapasitelerinin artırılması için milyarlarca dolar yatırımlara gerek duyulmaktadır. Son günlerde bu yatırımların hangi kurum veya şirketler tarafından yapılabileceği beklentisi içerisine girilmiştir. Bu sistemin tam zamanında ve mali etkinliğinin ortaya çıkması ancak dünya çapında standartların sağlanması ile mümkün olacaktır.

Türkiye, bilindiği üzere Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı-ICAO, EUROCONTROL, ECAC ve Uluslararası Havaalanları Konseyi-ACI (Airports Council International) gibi pek çok Sivil Havacılık Kurulu'sunun üyesidir. Bu nedenle uluslararası hava taşımacılığının dünyadaki gelişmelere paralel olarak emniyetli, verimli ve düzenli bir şekilde gelişmesini sağlamak amacıyla yükümlülüklerini yerine getirmek durumundadır.

Ülkemiz hava trafiğinde son yıllarda büyük artış yaşanmasına rağmen, bugün Avrupa Bölgesi içerisinde düşük yoğunluklu hava sahası sınıfında yer almaktadır. EATCHIP programı çerçevesinde haberleşme, seyrüsefer ve izleme için sistem entegrasyonu amacıyla ülkelere göre tarih belirtilerek yürütülen çalışmaların büyük çoğunluğunda yer almamakta ve pek çok uygulamadan halen muaf tutulmaktadır.

CNS/ATM sistemlerinin incelendiği bu çalışmanın son bölümünde Türkiye'de havayolu taşımacılığının genel değerlendirmesi yapılmış ve bölgesel planlama metodları incelenerek sistemin ülkemizde uygulanabilirliği üzerine bir yaklaşım geliştirilmiştir. Dünyanın pek çok yerinde hava taşımacılığı sektörünü giderek darboğaza sokan tıkanıklık ve gecikme gibi problemler, günümüzde Türkiye için önemli bir sorun teşkil etmemektedir. Ancak hava trafik tahmin raporları, yakın bir gelecekte gerekli tedbirlerin alınmaması halinde havaalanı ve

hava sahası kapasitesi problemlerinin ülkemizde de yaşanacağını ortaya koymaktadır. Özellikle son yıllarda hava taşımacılığı sektöründe hızlı bir büyüme yaşanmış olmasına rağmen alt yapı çalışmalarına gereken önem verilmemektedir. Bu nedenle 21. yüzyılın gerektirdiği teknolojiyi yakalamak ve dünya standartlarında havacılık hizmeti sağlayabilmek amacıyla ATM sistemlerinde her ne kadar köklü değişiklikler yapılırsa yapılsın hava sahasının yeniden yapılandırılması gerçekleşmedikçe verim elde edilemeyeceği sonucuna varılmıştır.

Bu amaçla aşağıda maddeler halinde verilen ve öncelikli olarak görülen çalışmalar şu şekilde önerilebilir;

- CNS/ATM çalışmalarıyla ilgili yeniliklerin takip edilebilmesi ve ülkemizdeki mevcut yetersizliklerin kısa sürede ortaya koyularak iyileştirme çalışmalarının yapılabilmesi için uzman kişilerden oluşan bir çalışma grubu oluşturulmalıdır.
- CNS/ATM kapsamında belirli bölgelerde aşamalar halinde faaliyete geçen sistemlerin büyük çoğunluğu hava sahasının yeniden yapılandırılmasını gerektirmektedir. Bu nedenle ihtiyaçlar dahilinde ekipman tespiti ile birlikte hava sahasının yeniden yapılandırılması için çalışmalara bir an önce başlanmalıdır.
- Ülkemizin içinde bulunduğu ekonomik kriz nedeniyle yavaş ilerleyen modernizasyon çalışmalarına bir an önce hız kazandırılmalı ve gerekli yatırımlara önem verilmelidir.
- Havacılığa yeni bir boyut kazandıracak uydu sistemlerinin ve gerek hava- yer gerekse yerdeki birimler arası bilgisayarlar aracılığıyla bağlantıların olacağı bir ortamda nitelikli personele ihtiyaç duyulacaktır. Bu nedenle üniversiteler ile işbirliği yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Havayolu Ulaştırması Özel İhtisas Komisyonu Raporu, *Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı*, Ankara, (2001).
- [2] <http://www.icao.int/outlook-tab.html>, *Outlook for Air Transport to the 2010*.
- [3] <http://www.htc.honeywell.com>, *Air Demand Forecast*, (2000).
- [4] <http://www.atag.org>, *The Economic Benefits of Air Transport*, (2000).
- [5] <http://www.ntvmsnbc.com>
- [6] FROST & SULLIVAN, *ATC: Problems to be solved*, The Journal Of Global Airspace Avionics Magazine, 34-36, (2001).
- [7] <http://www.eurocontrol.fr>, *The Economic Evaluation of CNS/ATM Transition*, ATM Seminar, (1997).
- [8] Airbus Industry, *Airbus Interoperable Modular- FANS*, (2000).
- [9] Air Traffic Management, *The Study of CNS/ATM*, 32-33, (2001).
- [10] <http://www.boeing.com>, *Operator Benefits of Future Air Navigation System*, (1998).
- [11] <http://www.icao.org>, *FANS CNS/ATM*, July, (1997).
- [12] VINCENT, P. ve GALOTTI, Jr., *Future Air Navigation System (FANS)*, Ashgate, England, (1997).
- [13] SCHWENK, W. ve SCHWENK, R., *Aspect of International Co-operation in ATM*, Netherlands, (1998).
- [14] Eurocontrol Operational Concept Document, *European Air Traffic Control Harmonization and Integration Programme*, (1999).
- [15] A General Presentation Eurocontrol, *EATCHIP, EATMP, One Sky for Europe*, (1999).
- [16] CAVCAR, A., *Temel Hava Trafik Yönetimi*, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, (1998).

- [17] GAO, *National Airspace System*, Washington, D.C., U.S.A., (1998).
- [18] CANSO CNS/ATM Working Group, *Demystifying CNS/ATM*, (1999).
- [19] <http://www.arinc.com>, *EUROCAE Data Link Activities*.
- [20] WICKENS D.C, MAVER A.S. ve MCGEE P.J., *Flight to the Future*, National Academy Press., U.S.A, (1997).
- [21] ISAAC, A.R. ve RUITENBERG, B., *Air Traffic Control: Human Performance Factors*, USA, (1999).
- [22] http://www.icao.int/icao/en/jr/5204_ar.htm, *Air-Ground data links offer operational benefits as well as new possibilities*.
- [23] <http://www.aviation-safety.net/specials/tenerife/dutch.html>.
- [24] <http://www.faa.gov>, *Enhanced Communications Services for The Aeronautical Community*, (2000).
- [25] CLINCH, P., *Existing systems provide essential communications while development of data link carries on*, ICAO Journal, **55**, No:7, 16-17, (2000).
- [26] <http://www.arinc.com/aecc>, *ARINC Report 660A*, (2000).
- [27] http://www.arinc.com/aecc/draft_documents/01-100.pdf, *Character Oriented of ATS Applications*, U.S.A, (2001).
- [28] <http://www.arinc.com/aecc>, *DSP Ground Applications*, (2001).
- [29] http://www.arinc.com/aecc/draft_documents/Industry%20Stds.pdf
- [30] <http://www.sita.int>, *ATIS*, (2000).
- [31] ICAO Document 4444 ATM/501, *Procedures for Air Navigation Services*, Chapter 14, (2001).
- [32] Comprehensive ATN Manual (CAMAL), *Aeronautical Telecommunication Network (ATN)*, (1999).
- [33] AEEC, *Aeronautical Telecommunication Network (ATN) Implementation Provisions, Protocols and Services*, U.S.A, (2001).

- [34] PAYDAR, M., *Information security techniques eventually to apply to aeronautical data communications*, ICAO Journal, **55**, No:7, 11-12, (2000).
- [35] <http://www.iata.org>, *FANS CNS/ATM The Concept*, (2000).
- [36] <http://spacecom.grc.nasa.gov>, *GNSS-What Is It?*, (2000).
- [37] HOWELL, J., *Evolutionary approach to transition now focused on detailed vision of how to exploit technologies*, ICAO Journal, **55**, No:7, 6-8, (2000).
- [38] Eurocontrol, *Ground Based Augmentation Systems-RNP*, (2000).
- [39] ICAO Document 9613, *Manual on Required Navigation Performance (RNP)*, (1994).
- [40] EUROCONTROL, *The ICAO Global Navigation Satellite System Panel*, (1995).
- [41] DUKE, G., *Air Traffic Control*, England, (1998).
- [42] ICAO ADS Panel, *Draft ICAO of Air Traffic Services (ATS) Data Link Applications*, (1996).
- [43] <http://www.sdd.nats.co.uk>, *Automatic Dependent Surveillance (ADS)*, (2000).
- [44] JOYNER, G. ve LOSCOS, J.M., *Aviation safety enhanced by advanced systems that heighten situational awareness*, ICAO Journal, **55**, No:7, 9-10, (2000).
- [45] http://www.arinc.com/aecc/draft_documents/01-105
- [46] <http://www.arinc.com/aecc>, *VHF DATA RADIO*, (2001).
- [47] <http://atm-seminar-97.eurocontrol.fr>, *Workload Implications of Free Flight Concepts*, (1997).
- [48] Billings, C.E., *Aviation Automation*, New Jersey, U.S.A., (1997).
- [49] GALOTTI, V., *Panel strives to set out operational concept for a global ATM system*, ICAO Journal, **55**, No:4, 15-17, (2000).

- [50] SUDARSHAN, H.V., *Guidance Material is designed to assist States in implementing CNS/ATM systems at national level*, ICAO Journal, **53**, No:10, (1998).
- [51] ICAO, *The Global Air Navigation Plan For CNS/ATM Systems*, (1999).
- [52] ICAO, *Monitoring and Co-ordination of Development and Transition Planning for the Future Air Navigation System (FANS Phase II) Report*, Montreal, (1993).
- [53] ICAO, *World Wide CNS/ATM Systems Implementation Conference*, (1998).
- [54] Air Navigation Plan European Region, *Regional Air Navigation Planning*, (2000).
- [55] ICAO Doc 7030, *Regional Supplementary Procedures*, Fourth Edition (1987).
- [56] FRON, X., *The Way Forward, a European Perspective*, AGARD, ATM Report 825, (1997).
- [57] ICAO European and North Atlantic Office, *ICAO European Region Transition Plan To CNS/ATM*, (2000).
- [58] <http://eurocontrol.be>, *Air Traffic Management Strategy for The Years 2000+*, (2000).
- [59] USANMAZ, Ö. ve AKTAŞ, R., *Türkiye ve Avrupa Hava Sahalarında Dikey Ayırma Minimalarının Azaltılması-RVSM*, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Aylık Yayın Organı, Ankara, Türkiye ISSN 1300-3402, (2000).
- [60] NOLAN, M.S, *Fundamentals of Air Traffic Control*, U.S.A, (1999).
- [61] <http://homepages.ihug.co.nz>, *B747-400 FANS 1 CBT Program*, (1997).
- [62] ICAO European and North Atlantic Office, *FANS 1/A Operational Trials Implementation Plan For The North Atlantic Region*, (1999).
- [63] <http://shgm.gov.tr>, *"Sivil Havacılık 2000" Toplantı Tutanaqları*, İstanbul, (1997).

- [64] T.C. Ulaştırma Bakanlığı Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, *TÜRK HAVA ULAŞTIRMA SEKTÖRÜ*, Ankara, (1997).
- [65] <http://www.eurocontrol.be/dgs/publications/skyway/1999/v4n15/p12.htm>, *Turkey's ATC System*.
- [66] T.C. Ulaştırma Bakanlığı DLH İnşaatı Genel Müdürlüğü, *Hava Ulaşımı Genel Etüdü, Final Rapor Cilt II, Hava Trafik Tahminleri*, ERKA AS-MMM Ortak Girişimi, Ankara, (1999).
- [67] DHMİ, *İstatistik Yıllığı*, Ankara (2001).
- [68] CODA, *ATFM Delays in Europa February 2002*.
- [69] DHMİ, *AIP-Havacılık Enformasyon Yayını*, Cilt I, Ankara, (2002).
- [70] <http://www.dhmi.gov.tr>
- [71] <http://www.tatca.cjb.net>
- [72] ERENER, S., *Türkiye'de ve T.H.Y. A.O.'da Koordinasyon Süreci*, (2002).
- [73] EUROCONTROL, *Real Time Simulation of Turkish Airspace*, (1996).
- [74] <http://eurocontrol.be>, *8.33 KHz Horizontal Expansion Programme and Vertical Expansion Study*.
- [75] <http://www.ubak.gov.tr/tr/alt/sura.htm>, *Ulaştırma Şurası Sonuç Bildirgesi*.

EKLER

EK-1 : ARINC 623 Standardı

EK-2 : ARINC 637 Standardı

EK-3 : ATM Fonksiyonları

EK-4 : ICAO Hava Seyrüsefer Bölgeleri

EK-5 : FANS 1/A Yapısı

EK-6 : Türkiye ATS Yol Ağı

EK-7 : Hava Trafik Üniteleri

EK-8 : Hava Seyrüsefer Yardımcı Cihazları ve Kolaylıkları

EK-1 ARINC 623 Standard

(http://www.arinc.com/aecc/draft_documents/01-100.pdf)

Çizelge 1. Mesaj kod ve kısaltmaları [27].

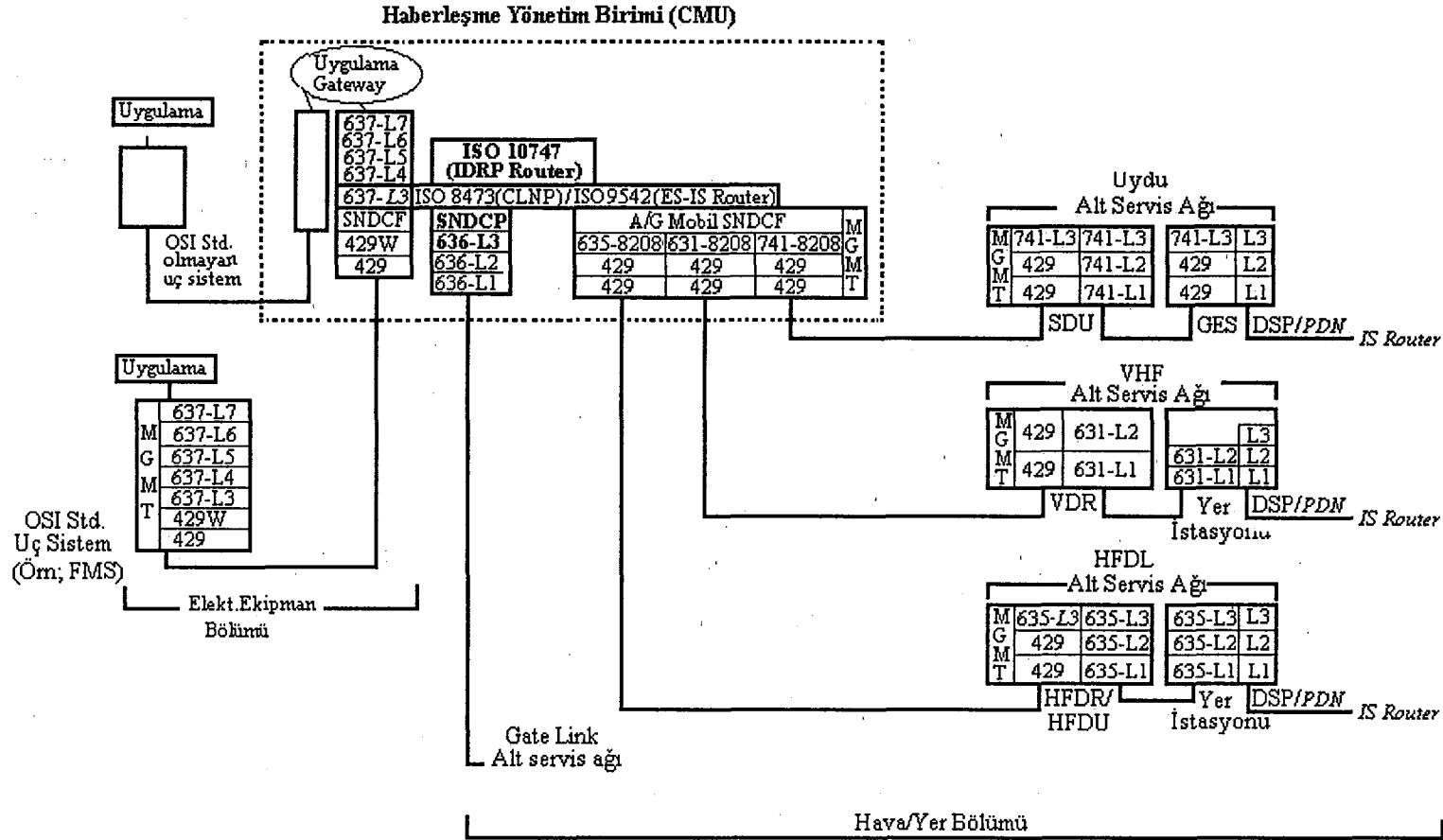
	Kod	Uzunluk	Not
Format	A	Alfabetik (A...Z)	
	B	Boolean (0,1)	
	C	Alfanumerik + noktalama (A...Z) + (0...9) + (.) + (-) + (sp)	
	DD veya DDD	Dereceler (00..90) veya (000...180)	
	<hhmm> veya <hh> veya <mm> veya <mmss> veya <ss>	Saat (00..23), dakika (00..59) Saat (00...23) Dakika (00...59) Dakika (00..59), saniye (00..59) Saniye (00...59)	
	J	Heksadesimal (0...9) + (A...F)	
	N	Decimal (0...9)	
	<pozisyon>	Enlem ve boylam: NNYNNNZ veya NNNNYNNNNNZ veya Waypoint: AAA veya AAAA veya AAAAA	1
	T	10 dakikalık zaman (0...9)	
	V	değişken	
	X	Alfanumerik (A..Z) + (0...9)	
	Q	İşaret (+, -)	
	Y	Yön (N, S)	
	<yymmdd>	Tarih: Yıl (00..99) Ay (00..12) Gün (01..31)	
	Z	Yön (E, W)	

Not: Pozisyon formatında NNNNYNNNNNZ değerlerinin uzunluğu

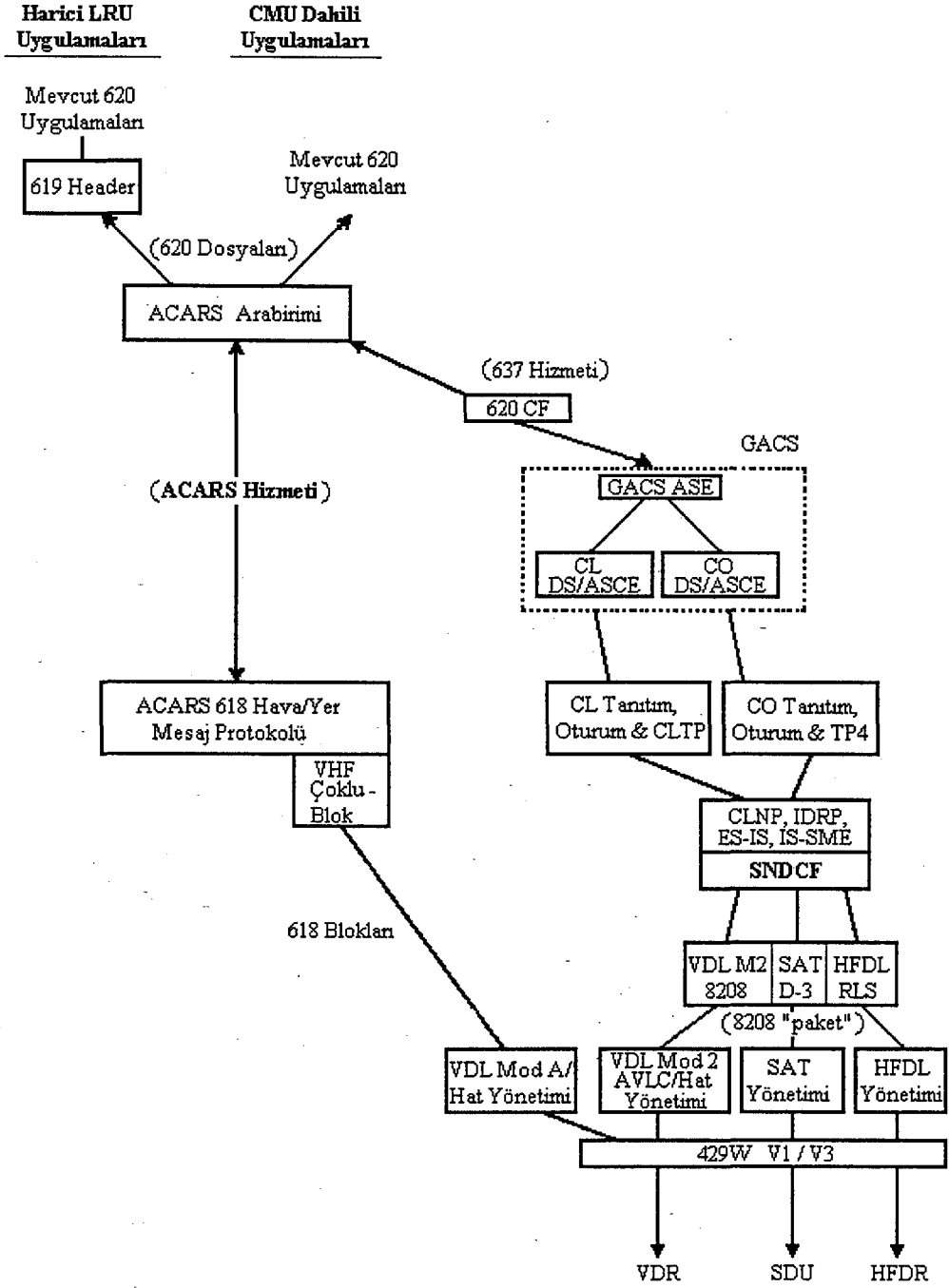
NN	NN	Y	NNN	NN	Z
0-90 derece	0-59 dakika	N (North) veya S (South)	0-180 derece	0-59 dakika	E (East) veya W (West)

EK-2 ARINC 637 Standardı

(http://www.arinc.com/aecc/draft_documents/01-101.pdf)



Şekil 1. Uçaktaki sistemin blok diyagramı.



Şekil 2. ACARS ve ATN hizmetlerine uyumlu yapı

EK-2 Kısaltmalar

ACSE	: Ortak Kontrol Hizmet Elemanı (Association Control Service Element)
ASE	: Uygulama Hizmet Elemanı (Application Service Element).
AVLC	: Uçak VHF Hat Kontrolü (Aircraft VHF Link Control)
620 CF	: Arinc Specification 620 Convergence Function
CLNP	: Bağlantısız Servis Ağı Protokolü (Connectionless-mode Network Protocol)
DS	: Diyalog Hizmeti (Dialog Service)
DSP/PDN	: Veri Hattı Hizmeti/Genel Hat Hizmeti (Data Link Service / Public Data Network)
ES-IS	: Uç Sistem-Ara Sistem (End System-Intermediate System)
GACS	: Genel ATN Haberleşme Hizmeti (Generic ATN Communication Service).
HFDR	: Yüksek Frekanslı Veri Radyo Cihazı (High Frequency Data Radio)
IDRP	: Ortak Yol Protokolü (Inter-Domain Routing Protocol).
IS-SME	: Ara Sistem-Sistem Yönetimi (Intermediate System- System Management Entity)
LRU	: Line Repleceable Unit
RLS	: Güvenilir Hat Hizmeti (Reliable Link Service)
SAT	: Uydu (Satellite)
SDU	: Uydu Veri Ünitesi (Satellite Data Unit)
SNDCF	: Alt servis Ağına Bağımlı Katılım fonksiyonu (Subnetwork Dependent Convergence Function)
VDR	: Çok Yüksek Frekanslı Veri Radyo Cihazı (VHF Data Radio)

EK-3 ATM Fonksiyonları

(GALOTTI, Jr., VINCENT, P., *FANS*, Ashgate, England, (1997))

Çizelge 3.1. CNS sistemlerinin kıtasal alanlarda uygulanması ile ATM için beklenen faydalar [12].

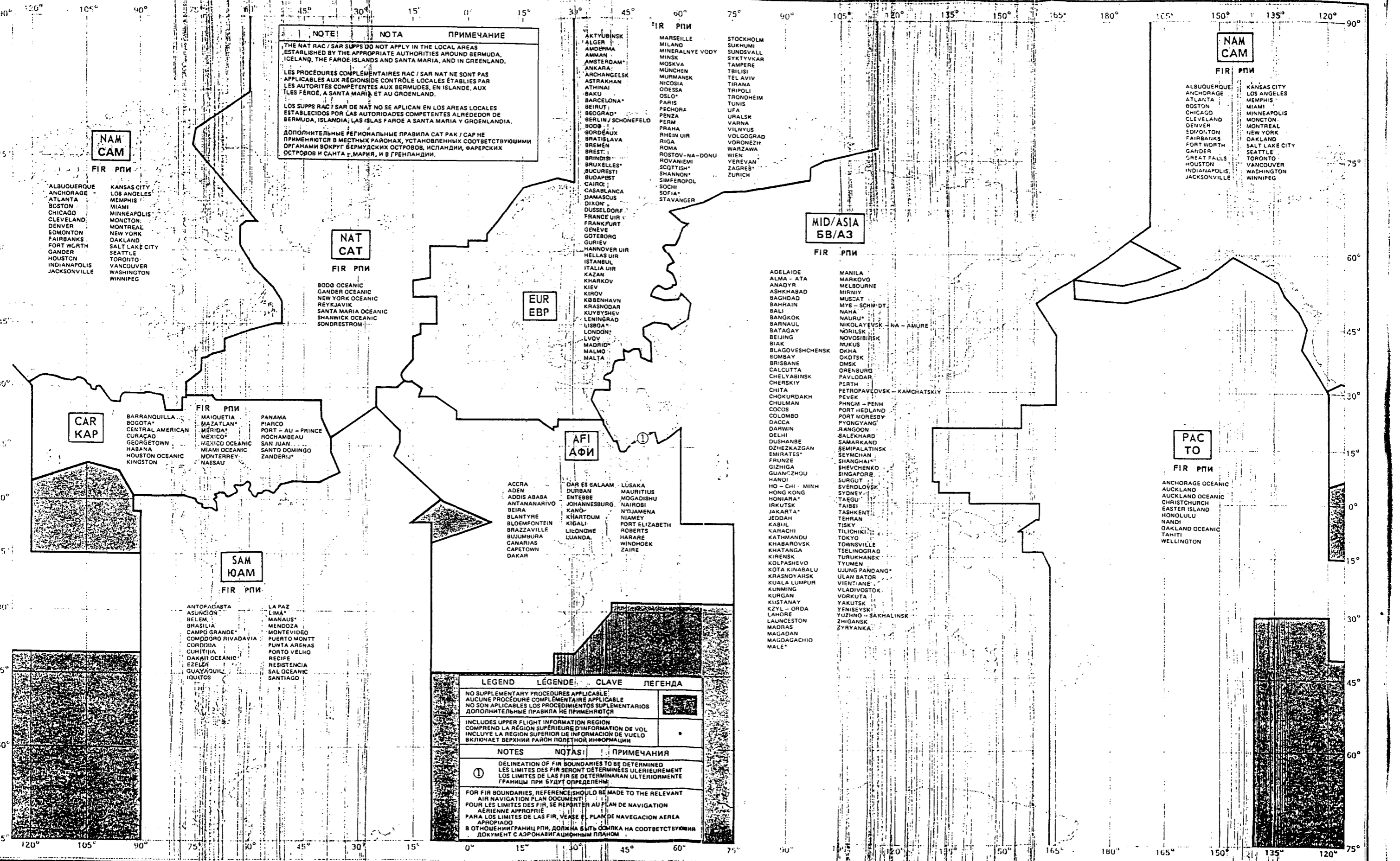
DÜŞÜNÜLEN ATM ELEMENLARI		ATM FONKSİYONLARI						
		Stratejik çarpışma tespiti	Taktik çarpışma tespiti	Çarpışmayı önleme	Pilot isteklerine uyma	Sivil / Askeri Koordinasyon	ASM	ATFM
MEVCUT	PROSEDÜREL (radarsız)	Uçuş stripleri	Uçuş stripleri	Manuel (irtifa değişiklikleri)	Pilot/kontrolör koordinasyonu	Ses	Hava sahası ayırımı	Yol+Kalkış slotları
	RADAR	Uçuş stripleri	Radar+Kısa sürelili çarpışma uyarısı	3D* Radar vektörleri + İrtifa değişikliği + Hız tahtidi	Pilot/kontrolör koordinasyonu 3D*	Bilgisayar bağlantıları+ses	Geçici ayırma + Telefonla taktik koordinasyon	Kalkış slotları
GELECEKTEKİ	FANS	Bilgisayar destekli çarpışma tahmini ve önleme	Radar ve/veya ADS + Kısa süreli çarpışma uyarısı + Çözümler için öneriler	4D* Radar vektörleri + İrtifa değişikliği + Hız tahtidi + Tahmini fiks zamanı	Pilot kontrolör onaylı FMS/ATC karşılıklı veri değişimi 4D*	Bilgisayar bağlantıları + ses ve saha kavramı	Sahası kavramı + Hava sahasının esnek kullanımı	Uçuş planı veri tabanı + Bilgisayar destekli slot tahsisi + Yeni yol prosedürleri
	ATM İÇİN FAYDALAR	•Hava sahasının daha verimli kullanımı •Uçuş profillerinin minimum dağılımı ile çarpışmayı önleme	•Hava sahasının •Daha verimli kullanımı ve uçak yetenekleri	•Daha fazla esneklik •Daha iyi uçuş profilleri •Arttırılmış emniyet	•Daha verimli uçuş profilleri •Daha dinamik uçuş planlama	•Hava sahası kapasitesinin artışı	•Hava sahası kapasitesinin artışı	•Daha hızlı cevap verme •Daha az gecikmeler •Mevcut kapasitenin daha iyi kullanımı
		• 1D Dikey	• 3D Dikey, yatay, uzunlamasına (hız tahtidi)	• 4D Dikey, yatay, uzunlamasına (hız tahtidi), Zaman (bir fiks'e)				

Çizelge 3.2. CNS sistemlerinin okyanus hava sahasında uygulanması ile ATM için beklenen faydalar [12].

DÜŞÜNÜLEN ATM ELEMANLARI		ATM FONKSİYONLARI				
		Stratejik çarpışma tespiti	Taktik çarpışma tespiti	Çarpışmayı önleme	Pilot isteklerine uyma	Kapasite Yönetimi (ATFM)
MEVCUT	PROSEDÜREL (radarsız)	Manuel (Mevcut olduğu durumda otomatik)	Manuel (Mevcut olduğu durumda otomatik)	Manuel	Pilot/kontrolör koordinasyonu	Yakın FIR'lar ile düzenlenmiş yol sistem arabirimi
	FANS	Bilgisayar destekli çarpışma tahmini ve önleme	<ul style="list-style-type: none"> • Kısa süreli çarpışma uyarısı (ADS) • PLN uyumsuz alarm 	4D* (İrtifa değişikliği + Hız tahtidi) + baş açısı değişiklikleri	Pilot kontrolör onaylı FMS/ATC karşılıklı veri değişimi 4D*	Bilgisayar destekli çarpışma tespiti ADS
GELECEKTEKİ	ATM İÇİN FAYDALAR	<ul style="list-style-type: none"> • Hava sahasının daha verimli kullanımı • Uçuş profillerinin minimum dağılımı ile çarpışmayı önleme • Daha az kontrolör iş yükü 	<ul style="list-style-type: none"> • Hava sahasının daha verimli kullanımı ve uçak yetenekleri 	<ul style="list-style-type: none"> • Daha fazla esneklik • Daha iyi uçuş profilleri • Arttırılmış emniyet • Daha az kontrolör iş yükü 	<ul style="list-style-type: none"> • Daha verimli uçuş profilleri • Daha dinamik uçuş planlama • Daha az kontrolör iş yükü 	<ul style="list-style-type: none"> • Daha verimli uçuş profilleri • Arttırılmış hava sahası kapasitesi
<ul style="list-style-type: none"> • 1D Dikey • 3D Dikey, yatay, uzunlamasına (hız tahtidi) • 4D Dikey, yatay, uzunlamasına (hız tahtidi), Zaman (bir fiks'e) 						

EK-4 ICAO Hava Seyrüsefer Bölgeleri

(ICAO Document 7030, *Regional Supplementary Procedures*)



NOTE! NOTA ПРИМЕЧАНИЕ

THE NAT RAC / SAR SUPPS DO NOT APPLY IN THE LOCAL AREAS ESTABLISHED BY THE APPROPRIATE AUTHORITIES AROUND BERMUDA, ICELAND, THE FAROE ISLANDS AND SANTA MARIA, AND IN GREENLAND.

LES PROCEDURES COMPLEMENTAIRES RAC / SAR NAT NE SONT PAS APPLICABLES AUX REGIONS DE CONTROLE LOCALES ETABLIES PAR LES AUTORITES COMPETENTES AUX BERMUDES, EN ISLANDE, AUX ILES FEROE, A SANTA MARIA ET AU GROENLAND.

LOS SUPPS RAC / SAR DE NAT NO SE APLICAN EN LOS AREAS LOCALES ESTABLECIDOS POR LAS AUTORIDADES COMPETENTES ALREDEDOR DE BERMUDA, ISLANDIA, LAS ISLAS FAROE A SANTA MARIA Y GROENLANDIA.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРАВИЛА САТ РАК / САР НЕ ПРИМЕНЯЮТСЯ В МЕСТНЫХ РАЙОНАХ, УСТАНОВЛЕННЫХ СООТВЕТСТВУЮЩИМИ ОРГАНАМИ ВОКРУГ БЕРМУДСКИХ ОСТРОВОВ, ИСЛАНДИИ, ФАЕРСКИХ ОСТРОВОВ И САНТА-МАРИИ, И В ГРЕНЛАНДИИ.

- FIR PPI**
- AKTYUBINSK
 - ALGER
 - AMSTERDAM
 - AMMAN
 - ANKARA
 - ARCHANGELSK
 - ASTRAKHAN
 - ATHINAI
 - BAKU
 - BARCELONA*
 - BEIRUT
 - BEograd
 - BERLIN / SCHONEFELD
 - BIRMI
 - BORDEAUX
 - BRATISLAVA
 - BREMEN
 - BREST
 - BRINDISI
 - BRUXELLES*
 - BUCURESTI
 - BUDAPEST
 - CAIRO
 - CASABLANCA
 - DAMASCUS
 - DIXON
 - DUSSELDORF
 - FRANKFURT
 - FRANKFURT
 - GENEVE
 - GOTEBORG
 - GURIEV
 - HANNOVER UIR
 - HELLAS UIR
 - ISTANBUL
 - ITALIA UIR
 - KAZAN
 - KHARKOV
 - KIEV
 - KIROV
 - KOBEHAVN
 - KRASNODAR
 - KUYBYSHEV
 - LENINGRAD
 - LISBOA*
 - LONDON*
 - LVOV
 - MADRID*
 - MALMO
 - MALTA
 - MARSEILLE
 - MILANO
 - MINERALNYE VODY
 - MINSK
 - MOSKVA
 - MUNCHEN
 - MURMANSK
 - NICOSIA
 - ODESSA
 - OSLO*
 - PARIS
 - PECHORA
 - PENZA
 - PERM
 - PRAGA
 - RHEIN UIR
 - RIGA
 - ROMA
 - ROSTOV-NA-DONU
 - ROVANIEMI
 - SCOTTISH*
 - SHANNON*
 - SIMFEROPOL
 - SOCI
 - SOPIA*
 - STAVANGER
 - STOCKHOLM
 - SUKHUMI
 - SUNDSVALL
 - SYKTYVKAR
 - TAMPERE
 - TBILISI
 - TEL AVIV
 - TIRANA
 - TRIPOLI
 - TRONDRHEIM
 - TUNIS
 - UFA
 - URALSK
 - VARNA
 - VILNYUS
 - VOLGOGRAD
 - VORONEZH
 - WARZAWA
 - WIEN
 - YEREVAN
 - ZAGREB*
 - ZURICH

- NAM CAM**
- FIR PPI**
- ALBUQUERQUE
 - ANCHORAGE
 - ATLANTA
 - BOSTON
 - CHICAGO
 - CLEVELAND
 - DENVER
 - EDMONTON
 - FAIRBANKS
 - FORT WORTH
 - GANDER
 - GREAT FALLS
 - HOUSTON
 - INDIANAPOLIS
 - JACKSONVILLE
 - KANSAS CITY
 - LOS ANGELES
 - MEMPHIS
 - MIAMI
 - MINNEAPOLIS
 - MONCTON
 - MONTREAL
 - NEW YORK
 - OAKLAND
 - SALT LAKE CITY
 - SEATTLE
 - TORONTO
 - VANCOUVER
 - WASHINGTON
 - WINNIPEG

MID/ASIA EB/A3

FIR PPI

- ADELAIDE
- ALMA - ATA
- ANADYR
- ASHKHABAD
- BAGHDAD
- BAHRAIN
- BALI
- BANGKOK
- BARNAUL
- BATAVAY
- BEIJING
- BIAK
- BLAGOVESHCHENSK
- BOMBAY
- BRISBANE
- CALCUTTA
- CHELYABINSK
- CHERSKIY
- CHITA
- CHOKURDAKH
- CHULMAN
- COCOS
- COLOMBO
- DACCA
- DARWIN
- DELHI
- DUSHANBE
- DZHEKAZGAN
- EMIRATES*
- FRUNZE
- GIZHIGA
- GUANGZHOU
- HANDI
- HO - CHI MINH
- HONG KONG
- HONAIARA*
- IRKUTSK
- JEDDAH
- JAKARTA*
- KABUL
- KARACHI
- KATHMANDU
- KHABAROVSK
- KHATANGA
- KIRENSK
- KOLASHNEVO
- KOTA KINABALU
- KRASNOYARSK
- KUALA LUMPUR
- KUNMING
- KURGAN
- KUSTANAY
- KZYL - ORDA
- LAHORE
- LAUNCESTON
- MADRAS
- MAGADAN
- MAGDAGACHIO
- MALE*
- MANILA
- MARKOVO
- MELBOURNE
- MIRNY
- MUSCAT
- MYE - SCHMIDT
- NANA
- NAURU*
- NIKOLAYEVSK - NA - AMURE
- NORILSK
- NOYOSIBIRSK
- NUKUS
- OKHA
- OKOTSK
- OMSK
- ORENBURG
- PAVLODAR
- PERTH
- PETROPAVLOVSK - KAMCHATSKIY
- PEVEK
- PHNOM - PENH
- PORT HEDLAND
- PORT MORESBY
- PYONGYANG
- RANGOON
- SALIKHARD
- SAMARKAND
- SEMIPALATINSK
- SEYMCHAN
- SHANGHAI*
- SHEVCHENKO
- SINGAPORE
- SURGUT
- SVERDLOVSK
- SYDNEY
- TAEGU
- TAIBEI
- TASHKENT
- TEHRAN
- TIKUY
- TILICHIKI
- TOKYO
- TOWNSVILLE
- TSELINOGRAD
- TURUKHANSK
- TYUMEN
- UJUNG PANDANG*
- ULAN BATOR
- VIENTIANE
- VLADIVOSTOK
- VORKUTA
- YAKUTSK
- YENISEYSK
- YUZINO - SAKHALINSK
- ZHIGANSK
- ZYRYANKA

PAC TO

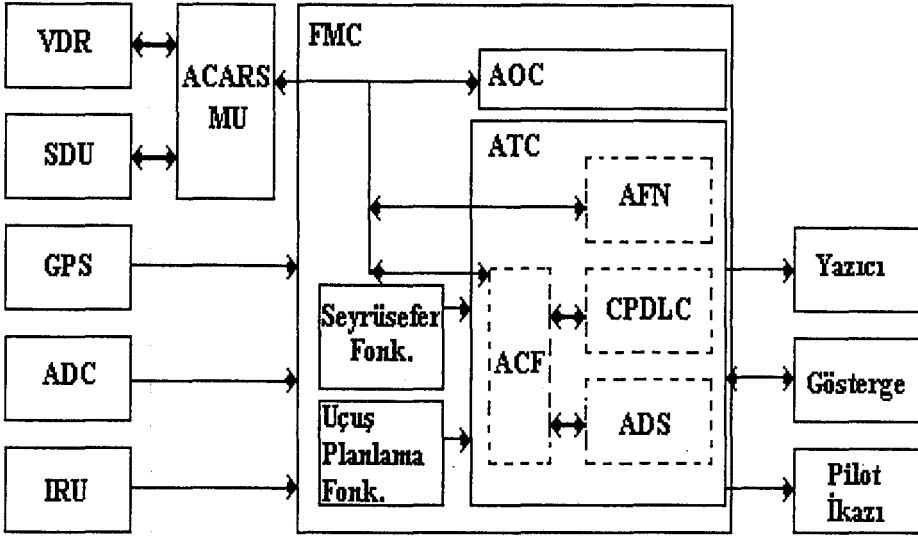
FIR PPI

- ANCHORAGE OCEANIC
- AUCKLAND
- AUCKLAND OCEANIC
- CHRISTCHURCH
- EASTER ISLAND
- HONOLULU
- NANDI
- OAKLAND OCEANIC
- TAHITI
- WELLINGTON

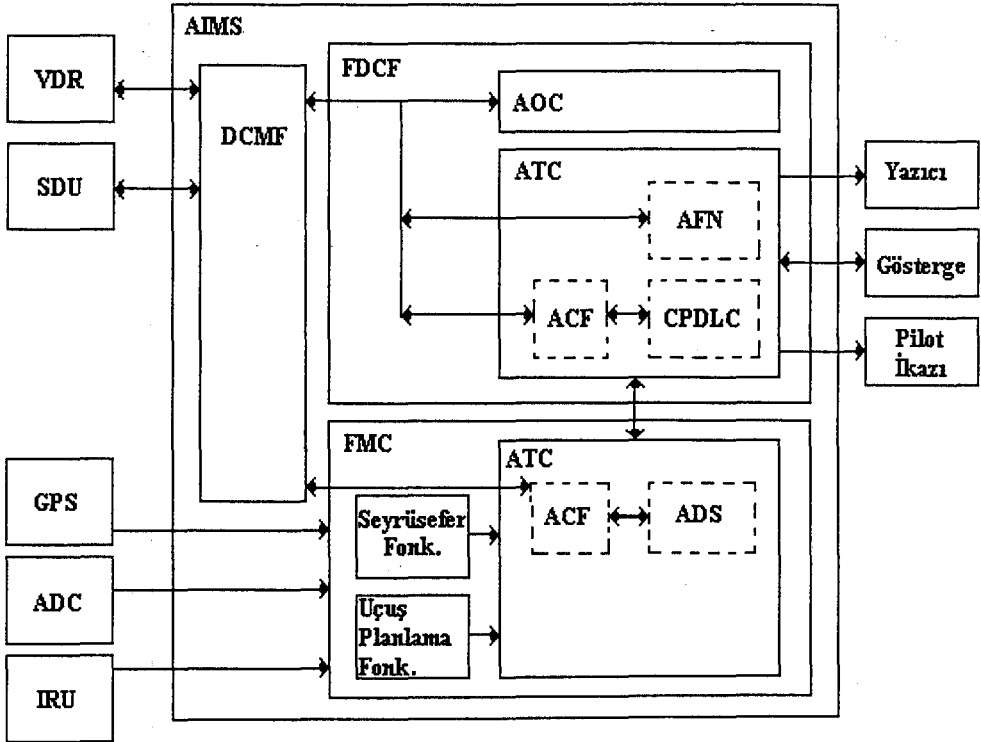
LEGEND	LEGENDE	CLAVE	ЛЕГЕНДА
NO SUPPLEMENTARY PROCEDURES APPLICABLE	ALCUNE PROCEDURE COMPLEMENTAIRE APPLICABLE		NO SON APPLICABLES LOS PROCEDIMIENTOS SUPLEMENTARIOS
INCLUDES UPPER FLIGHT INFORMATION REGION	COMPREND LA REGION SUPERIEURE D'INFORMATION DE VOL		INCLUYE LA REGION SUPERIOR DE INFORMACION DE VUELO
NOTES NOTAS ПРИМЕЧАНИЯ			
① DELINEATION OF FIR BOUNDARIES TO BE DETERMINED			
LES LIMITES DES FIR SERONT DETERMINEES ULTERIEUREMENT			
LOS LIMITES DE LAS FIR SE DETERMINARAN ULTERIORMENTE			
ГРАНИЦЫ ПРИ БУДУТ ОПРЕДЕЛЕННЫ			
FOR FIR BOUNDARIES, REFERENCE SHOULD BE MADE TO THE RELEVANT			
AIR NAVIGATION PLAN DOCUMENT			
POUR LES LIMITES DES FIR, SE REPORTER AU PLAN DE NAVIGATION			
AERIENNE APPROPRIE			
PARA LOS LIMITES DE LAS FIR, VEASE EL PLAN DE NAVEGACION AEREA			
APROPIADO			
В ОТНОШЕНИИ ГРАНИЦ PPI, ДОЛЖНА БЫТЬ ССЫЛКА НА СООТВЕТСТВУЮЩИЙ			
ДОКУМЕНТ С АЭРОНАВИГАЦИОННЫМ ПЛАНОМ			

EK-5 FANS 1/A Yapısı

(ICAO European and North Atlantic Office, *FANS 1/A Operational Trials
Implementation Plan for the North Atlantic Region, (1999)*)



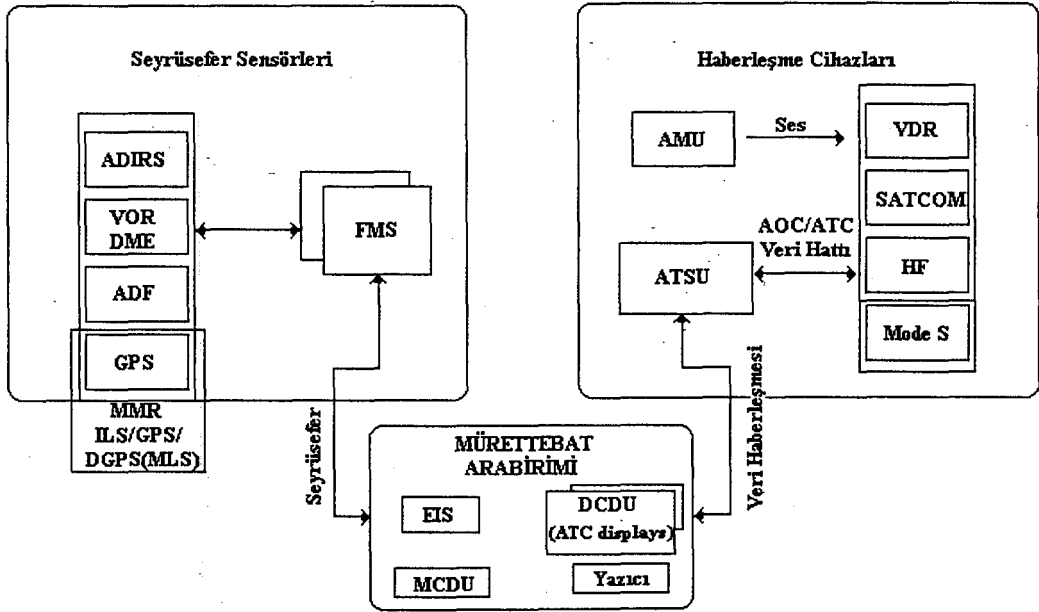
Şekil 5.1. B747/ B757/ B767 ve MD 90 için FANS 1 veri hattı yapısı [62].



Şekil 5.2. B777 FANS 1 veri hattı yapısı [62].

Şekil 5.1’de Boeing 747, 757, 767 ve MD90, Şekil 5.2’de de B777 tipi uçaklar için FANS 1 veri hattı yapısı gösterilmiştir. Şekilde 5.1’de görüldüğü gibi AFN, CPDLC ve ADS fonksiyonları Uçuş Yönetim Bilgisayarı-FMC (Flight Management Computer) içerisinde yer almaktadır. ATS fonksiyonları, raporlama işlemi için planlama ve seyrüsefer fonksiyonundan veri alır. Tüm mesajlar, ACARS Yönetim Birimi (MU-Management Unit) yoluyla gönderilir.

B777’de ise AFN ve CPDLC fonksiyonları, Kokpit Haberleşme Fonksiyonu-FDCF (Flight Deck Communications Function) ve ADS fonksiyonu da FMC içerisinde yer almaktadır. Uçuş planı ve waypoint verilerinin transfer edilebilmesi için FDCF ve FMC arasında haberleşme söz konusudur. Veri Haberleşme Yönetim Fonksiyonu (DCMF-Data Communication Management Function) ACARS yeteneğini içermektedir. FDCF, DCMF ve FMC, Uçak Bilgi Yönetim Sistemi (AIMS-Aircraft Information Management System)’nin bir parçasıdır.



Şekil 5.3. AIM FANS A yapısı [62].

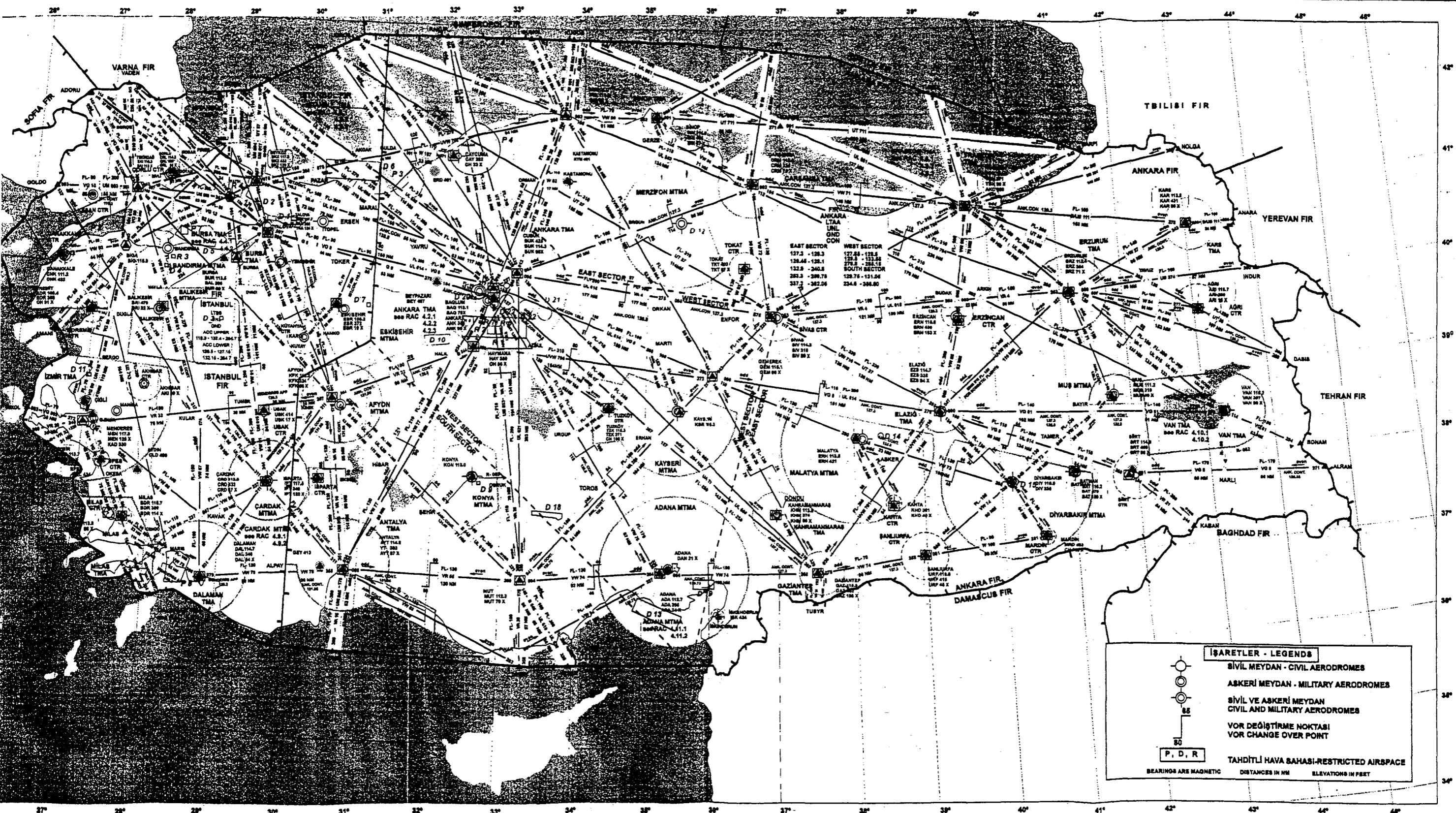
Şekil 5.3’de AIM-FANS A (Airbus Interoperable Modular) yapısı gösterilmiştir. Uçaktaki veri haberleşmesinin tamamında tüm ATC mesajları, DCDU’da görülmektedir. FMS ve DCDU arasında uçuş planı bilgisinin karşılıklı değişimi söz konusudur.

EK-5 Kısaltmalar

- ACF** : ACARS Katılım Fonksiyonu (ACARS Convergence Function)
- ADC** : Veri Bilgisayarı (Air Data Computer)
- AIMS** : Uçak Bilgi Yönetim Sistemi
(Aeroplane Information Management System)
- GPS** : Küresel Konum Belirleme Sistemi (Global Positioning System)
- IRU** : Atalet Referans Ölçüm Birimi (Inertial Reference Unit)
- MU** : Yönetim Birimi (Management Unit)
- SDU** : Uydu veri Birimi (Satellite Data Unit)
- VDR** : Çok Yüksek Frekanslı Veri Radyosu (VHF Data Radio)

EK-6 Türkiye ATS Yol Ağı

(DHMİ, *AIP-Havacılık Enformasyon Yayını*, Cilt I, Ankara, (2002))



İŞARETLER - LEGENDS

- SİVİL MEYDAN - CIVIL AERODROMES
- ASKERİ MEYDAN - MILITARY AERODROMES
- SİVİL VE ASKERİ MEYDAN CIVIL AND MILITARY AERODROMES
- VOR DEĞİŞTİRME NOKTASI VOR CHANGE OVER POINT
- P, D, R TAHDİTLİ HAVA SAHASI - RESTRICTED AIRSPACE

BEARINGS ARE MAGNETIC DISTANCES IN NM ELEVATIONS IN FEET

EK-7 Hava Trafik Üniteleri

(<http://www.dhmi.gov.tr>)

Çizelge 7.1. Hava Trafik Üniteleri [70].

DHMİ	HAVA TRAFİK ÜNİTELERİ (2001)					
	YOL KONTROL (ACC)	YAKLAŞMA KONTROL (APP)	KULE KONTROL (TWR)	UÇUŞ BİLGİ MERKEZİ (FIC)	UÇUŞ BİLGİ SİST. (AIS)	ARAMA KURTARMA HİZ. (SAR)
ATATÜRK	X	X	X	X	X	X
ESENBOĞA	X	X	X	X	X	X
A.MENDERES	X	X	X	-	X	X
ANTALYA	-	X	X	-	X	X
DALAMAN	-	X	X	-	X	X
ADANA	-	-	X	-	X	X
TRABZON	-	X	X	-	X	X
M-BODRUM	-	X	X	-	X	X
S.DEMİREL	-	-	X	-	X	X
N.KAPADOKYA	-	-	X	-	X	X
ADİYAMAN	-	-	X	-	-	-
AĞRI	-	-	X	-	-	-
BALIKESİR	-	ASKERİ	ASKERİ	-	-	X
YENİŞEHİR	-	X	X	-	X	X
ÇANAKKALE	-	-	X	-	-	-
ÇARDAK	-	-	X	-	-	-
ÇORLU	-	-	X	-	X	-
DİYARBAKIR	-	ASKERİ	ASKERİ	-	-	X
ELAZIĞ	-	X	X	-	-	X
ERZİNCAN	-	X	X	-	-	-
ERZURUM	-	X	X	-	-	X
GAZİANTEP	-	-	X	-	-	X
K.MARAŞ	-	-	X	-	-	-
KARS	-	-	X	-	-	-
KAYSERİ	-	ASKERİ	ASKERİ	-	-	X
KONYA	-	ASKERİ	ASKERİ	-	-	-
KÖRFEZ	-	-	X	-	-	-
MALATYA	-	ASKERİ	ASKERİ	-	-	X
MARDİN	-	-	X	-	-	-
MUŞ	-	X	X	-	-	-
SİİRT	-	-	X	-	-	-
S.ÇARŞAMBA	-	X	X	-	X	X
SİNOP	-	X	X	-	-	X
SİVAS	-	-	X	-	-	-
ŞANLIURFA	-	-	X	-	-	-
TOKAT	-	X	X	-	-	-
UŞAK	-	-	X	-	-	X
VAN	-	X	X	-	-	-
Z.ÇAYCUMA	-	-	X	-	-	-

EK-8 Hava Seyrüsefer Yardımcı Cihazları ve Kolaylıkları

(<http://www.dhmi.gov.tr>)

Çizelge 8.1. 2001 yılı itibariyle Türkiye'deki seyrüsefer yardımcı cihazları ve kolaylıkları.

HAVALİMANI VE MEYDANLAR	HAVA SEYRÜSEFER YARDIMCI CİHAZLARI VE KOLAYLIKLARI (2001)							
	Bağlı S/S Yer İstasyonları	PSR	SSR	ILS	VOR	DME	NDB	Toplam
ATATÜRK	YENİ BOSNA	1	1	4	1	2	3	12
	ÇEKMECE						1	1
	BEYKOZ				1	1	1	3
	TEKİRDAĞ				1	1		2
ESENBOĞA	BAŞPINAR	1	1	4		1	4	11
	ÇUBUK				1	1	1	3
	BAĞLUM				1	1		2
	AFYON				1	1	1	3
	GEMEREK				1	1		2
	MUT				1	1		2
	AKKÖPRÜ					1	1	2
	BEYPAZARI						1	1
	HAYMANA					1	1	2
	İNEBOLU				1	1		2
	GÖLBAŞI						1	1
	ERMENEK		1					1
	ETİMESGUT			1				1
KAYSERİ			1	1			2	
A.MENDERES	AKDAĞ	1	2	1	1	1	2	8
	ÇATALKAYA				1	1		2
	KADİFEKALE						1	1
	AYDIN/ÇILDIR						1	1
	SELÇUK						1	1
ANTALYA	KUYUTEPE	1	2	1	1	2	2	9
DALAMAN	DALAMAN	1	1	1	1	1	1	6
ADANA	GÖKÇEDAĞ		1	1	1	1	1	5
TRABZON				1	1	1	2	5
AĞRI					1	1	1	3
BALIKESİR						1	1	2
MİLAS	BODRUM			2	2	2	1	7
BURSA	(MEYDAN İÇİ)				1	1	1	3
	YALOVA				1	1	1	3
	BİGA				1			1
	BALABANCIK						1	1
ÇANAKKALE	ÇANAKKALE				1	1	1	3
DENİZLİ	ÇARDAK				1	1	1	3
ÇORLU	ÇORLU			1	1	1	1	4
DİYARBAKIR	(MEYDAN İÇİ)				1		1	2
	BATMAN		1		1	1	1	4
	SİİRT				1	1	1	3
	MARDİN				1	1	1	3
EDREMIT	KÖRFEZ				1	1	1	3
ELAZIĞ	ELAZIĞ				1	1	1	3
ERZİNCAN	ERZİNCAN				1	1	1	3
ERZURUM	KARGAPAZAR		1	1	1	1	2	6
ESKİŞEHİR	ESKİŞEHİR			1	1	1	1	4
GAZİANTEP	GAZİANTEP				1	1	1	3

İSKENDERUN							1	1
ISPARTA	ISPARTA				1	1	1	3
K.MARAŞ					1	1	1	3
KAHTA						1	1	2
KARS			1		1	2	1	5
KASTAMONU	KASTAMONU						1	1
KONYA	KONYA				1			1
KAPADOKYA					1	1	1	3
MALATYA	MALATYA				1		1	2
MUŞ					1	1	1	3
SAMSUN	ÇARŞAMBA		1		1	2	1	5
SAMSUN	MERZİFON		1		1	1	1	4
SİNOP	SİNOP				1	1	1	3
SİVAS					1	1	1	3
Ş.URFA					1	1	1	3
TOKAT	TOKAT					1	1	2
UŞAK						1	1	2
VAN	(MEYDAN İÇİ)				1	1	1	3
ZONGULDAK	ÇAYCUMA					1	1	2
TOPLAM		5	12	22	48	55	64	206