

Hava Trafik Kontrol Gözetim Sistemleri ve Hizmetleri



Versiyon 13.1; Hamit SOYERTEM
Kasım 2022



Bu Sayfa Özellikle Boş Bırakılmıştır.

HAVA TRAFİK KONTROL GÖZETİM SİSTEMLERİ VE HİZMETLERİ

YAYIN TARİHİ

Kasım 2022

ÖNSÖZ

Bu doküman, Havalimanlarımızda görev yapan Hava Trafik Kontrolörlerinin kullanmakta oldukları; ATS gözetim sistemleri, alt sistemler, fonksiyonları, çalışma prensipleri ve gelişmiş fonksiyonlar ile birlikte radar kuralları konularında genel bilgilerini arttırmak amacıyla hazırlanmıştır.

1. Bölümde ATS Gözetim Sistemleri başlığı altında toplanabilecek, Ülkemizin de üyesi olduğu ICAO ve Eurocontrol gibi teşkilatların dokümanlarında yer alan geçmişte kullanılmış, halen kullanılan ve gelecekte kullanılması planlanan sistemler hakkında özet bilgiler yer almaktadır. Ayrıca ATC'yi yakından ilgilendiren hava aracı sistemlerine de yer verilmiştir.

2. Bölümde ATS Gözetim Sistemleri kullanılan yerlerde ATC tarafından kullanılan ICAO ve Türkiye AIP'sinde yer alan kurallar ve uygulamalar bulunmaktadır.

3. Bölümde ise Hava Trafik Kontrolörlerine hizmet verirken faydası olacak vektör, ayırma ve sıralama tekniklerinin bulunduğu pratik uygulamalar bulunmaktadır.

Dokümanın içeriğinde yer alan temel konuların belirlenmesi aşamasında; son sayfada yer alan, EUROCONTROL, ICAO gibi üyesi bulunduğumuz uluslararası kuruluşlarca, Hava Trafik Kontrolörlerinin temel ve tazeleme eğitimlerinde kullanılmak üzere hazırlanmış dokümanlar kaynak olarak kullanılmıştır.

Bu baskıdaki ilaveler ve değişiklikler arka sayfada yer almaktadır.

Bu dokümanın hazırlanma safhasında yayınlandığı tarih itibariyle en son geçerli kurallar ve yeniliklere öncelik verilmiştir. Müteakip gelişmeler Hava Trafik Kontrolörleri tarafından dikkate alınmalıdır. Doküman ile ilgili tavsiye ve fikirlerinizi aşağıdaki elektronik posta'ya ulaştırmanız, bundan sonraki düzenlemelere katkınızı sağlayacaktır.

Hazırlayan	Hamit SOYERTEM
Telefon	+90 252 281 13 48
E-Posta	Hamit.SOYERTEM@dhmi.gov.tr
Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü	



v13'te yer alan yenilikler ve değişiklikler

I. BÖLÜM ATS GÖZETİM SİSTEMLERİ		
Madde No	İçerik	Durum
1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6	Radarin Tarihçesi	Geniş çaplı değişiklik
2	Türk Sivil Havacılığında Radar	İlave
3	Radarin Kullanımı	Geniş çaplı değişiklik
4	Mode S	Geniş çaplı değişiklik
5.2	ADS-B	Geniş çaplı değişiklik
7	SDPS	Geniş çaplı değişiklik
8	A-SMGCS	Değişiklik
11.8	CCAMS	İlave
12	OLDI	Geniş çaplı değişiklik
13.3.8	APW	İlave
13.5	AMAN	Değişiklik
13.6	DMAN	İlave
14	CPDLC	Değişiklik
15	ACAS&TCAS	Geniş çaplı değişiklik

II. BÖLÜM ATS GÖZETİM HİZMETLERİ		
Madde No	İçerik	Durum
11	ADS-B Transmitterin Çalıştırılması	İlave
13.2.3	ADS-B Tanımlama Usulleri	İlave
14.3	ATS Gözetim Sistemleri Ayırma Miniması	Değişiklik
14.4	VHF Sesli Muhabere Mevcut Olmayan ATS Gözetim Sistemlerinin kullanıldığı yerlerde Ayırma Miniması	İlave
16	Veri Yolu (Data Link) Haberleşmesi Başlatma Usulleri	İlave

III. Vektör, Ayırma, Sıralama Teknikleri		
Madde No	İçerik	Durum
1	MRVA	Değişiklik
2	Vektör Geometrisi	İlave
3	Temel Kontrolör Teknikleri: Vektör	İlave
4	Temel Kontrolör Teknikleri: Sürat Kontrolü	İlave
5	Temel Kontrolör Teknikleri: Dikey Sürat	İlave
7	Tanımlar	Değişiklik
8	Kısaltmalar	Değişiklik



İÇİNDEKİLER

I. BÖLÜM ATS GÖZETİM SİSTEMLERİ	1
1. RADARIN TARİHÇESİ	2
1.1. Giriş	2
1.2. İlk Denemeler	2
1.3. İlk Askeri Radarlar	3
1.4. II. Dünya Savaşı Esnasındaki Gelişmeler	4
1.5. Savaş Sonrası Gelişimi	4
1.6. Dijital Dönemde Radar	5
2. TÜRK SİVİL HAVACILIĞINDA RADAR	6
2.1. İlk Hava Trafik Kontrol Radarı (Mobil Radar) 1975-1978	6
2.2. ATC2T (Yeni Radar) Operasyon Odası (1978-1992)	10
2.3. DDS-80 Radar Sistemi (1993-2008)	13
2.4. SMART Sistemleri	15
3. HAVA TRAFİK HİZMETLERİNDE RADARIN KULLANIMI	18
3.1. Giriş	18
3.2. Birincil Gözetim Radarı (PSR)	18
3.3. İkincil Gözetim Radarı (SSR)	19
3.4. Elektromanyetik Radyasyon ve Radar	20
3.5. Dalgaboyu ve Frekans	21
3.6. Spectrumun Temelleri	21
3.7. Elektromanyetik Radyasyonun Özellikleri	22
3.8. Çevrenin Elektromanyetik Radyasyon Üzerindeki Etkisi	24
3.9. PSR ve SSR'a Giriş	25
3.10. Radar Nasıl Çalışır?	26
3.11. PRI, Kesin Menzil ve PRF	26
3.12. Ana Hüzme Ve Yan Hüzmeler	27



3.13.	Anten Dönüş Hızı Ve Etkileri	28
3.14.	Radar Koverajı - Hizmet Limiti	28
3.15.	Mesafe Ve İstikamet Nasıl Belirlenir	29
3.16.	Mesafe Çözünürlüğü ve Sinyal Uzunluğu	29
3.17.	İstikamet Çözünürlüğü ve Hüzme Genişliği	30
3.18.	<i>Anti-Clutter</i> Tekniği (MTI_ <i>Moving Target Indicator</i>)	31
3.19.	PSR Kullanımı	32
3.20.	SSR Data Link	32
3.21.	<i>Transponder</i>	33
3.22.	SSR'da Çözünürlük	34
3.23.	Dost/Düşman Ayırımı (IFF_ <i>Identification Friend or Foe</i>)	36
3.24.	<i>Monopulse</i> SSR ve Artırılmış Çözünürlük	37
3.25.	PSR-SSR Karşılaştırması	38
4.	MODE S	39
4.1.	Giriş	39
4.2.	Mode S'in Kazanımları	39
4.3.	Mode S Prensipleri	41
4.4.	Mode S Temel Gözetim (ELS_ <i>Elementary Surveillance</i>)	46
4.5.	Mode S Gelişmiş Gözetim (EHS_ <i>Enhanced Surveillance</i>)	46
4.6.	Mode S'in ATC'de Kullanımı	47
4.7.	Gözetim Verisinin Görüntülenmesi	49
5.	OTOMATİK BAĞIMLI GÖZETİM (ADS)	51
5.1.	Giriş	51
5.2.	Otomatik Bağımlı Gözetim-Yayın (ADS-B)	52
5.3.	Otomatik Bağımlı Gözetim-Sözleşme (ADS-C)	60
6.	MULTİLATERATİON (MLAT)	65
6.1.	Giriş	65
6.2.	Seyrüsefer Uygulaması	65



6.3.	Gözetim Uygulaması	65
6.4.	WAM (Geniş Alan <i>Multilateration</i>)	66
7.	GÖZETİM VERİ İŞLEME SİSTEMİ (SDPS)	67
7.1.	Giriş	67
7.2.	SDPS'de Yapılan İşlemler	67
7.3.	SDPS	68
7.4.	Ülkemizdeki Gözetim İstasyonları	70
7.5.	Kullanıcıların Konfigürasyonu	71
7.6.	SDPS'in Fonksiyonel Yapısı	71
7.7.	DARD Mode	71
8.	GELİŞMİŞ YÜZEY HAREKETLERİ REHBER VE KONTROL SİSTEMİ (A-SMGCS)	73
8.1.	Giriş	73
8.2.	A-SMGCS'in Seviyeleri (ICAO)	75
8.3.	A-SMGCS Hizmetleri (EUROCONTROL)	75
9.	HASSAS YAKLAŞMA RADARI (PAR)	77
9.1.	Giriş	77
9.2.	Bilgilerin Görüntülenmesi	77
9.3.	ATC'de Kullanımı	79
10.	DURUM EKРАНLARI	80
10.1.	Analog Ekranlar	80
10.2.	Sentetik Ekranlar	80
10.3.	Entegre Ekranlar	81
11.	UÇUŞ VERİ İŞLEME SİSTEMİ (FDPS)	83
11.1.	Giriş	83
11.2.	FDPS Ana Fonksiyonları	83
11.3.	Uçuş Planı Veri Kaynağı	84
11.4.	AFTN Network Bağlantısı	85



11.5.	Manüel Uçuş Planı Giriş	86
11.6.	Sistem Uçuş Planı (SFPL)	86
11.7.	Uçuş Bilgi Yönetimi Ve Dağıtım	87
11.8.	SSR Kod Tahsisi ve Yönetimi	87
11.9.	Çevre Verilerinin Kullanılması	90
11.10.	Uçuş Planının Güncellenmesi	91
11.11.	Korelasyon	91
12.	ÇEVİRİM İÇİ VERİ DEĞİŞİMİ (OLDI)	93
12.1.	Giriş	93
12.2.	Genel Şartlar	93
12.3.	Temel OLDI Mesajları	95
13.	ATC ARAÇLARI	98
13.1.	Giriş	98
13.2.	MONA (<i>Monitoring Aids</i>)	98
13.3.	Emniyet Ağları (<i>Safety Nets</i>)	99
13.4.	Orta Vade Çatışma Tespiti (MTCD)	103
13.5.	İniş Yöneticisi (AMAN)	105
13.6.	Kalkış Yöneticisi (DMAN)	107
14.	KONTROLÖR PİLOT VERİ YOLU MUHABERESİ (CPDLC)	109
14.1.	Giriş	109
14.2.	Tanım	109
14.3.	Açıklama	109
14.4.	Data Link Hizmetleri	110
14.5.	CPDLC'nin Avantajları	110
14.6.	CPDLC Kullanımının Ana İlkeleri	110
14.7.	CPDLC Operasyonları	111
14.8.	CPDLC'den Sesli Muhabereye Dönüş	112
14.9.	CPDLC İle İlgili Frekzyolojiler	113



15. HAVA ÇARPIŞMALARINI ÖNLEME SİSTEMİ (ACAS&TCAS)	114
15.1. Giriş	114
15.2. Tarihçe	115
15.3. ACAS & TCAS	115
15.4. ACAS Prensipleri	116
15.5. ACAS Standardları	117
15.6. ACAS I	117
15.7. TCAS II	118
15.8. ACAS X	122
15.9. Diğer trafik farkındalık ve çarpışma önleme sistemleri	124
15.10. TCAS II'nin Teknik Yapısı	125
15.11. Transponder	126
15.12. Uçuş Displaylerinde TCAS İşaretlerinin Gösterimi	128
15.13. RA'nın görüntülenmesi	131
15.14. Sesli İkazlar	132
15.15. Durum ve Arıza İkazları	132
15.16. Trafik ve Çözüm Tavsiyeleri	137
15.17. ACAS II Fonksiyonel Tanım	141
15.18. ACAS II Operasyonları	145
15.19. ACAS II Gözetim	159
15.20. TCAS II Sistemi	163
15.21. ACAS Xa ve ACAS Xo Sistemleri	173
15.22. RA istatistikleri ve pilot uygulamalarının değerlendirilmesi	181
15.23. TCAS II operasyonel anormallikler	186
15.24. Emniyet yönünden avantajları	187
15.25. ACAS II eğitimi	189
15.26. SONUÇ	190
16. MANİA ÖNLEME VE UYARI SİSTEMİ (TAWS)	191
16.1. Tanım	191



16.2.	Açıklama	191
16.3.	TAWS Tarafından Sağlanan Bilgiler	192
16.4.	TAWS Tarafından Sağlanan Fonksiyonlar	192
16.5.	Hava Aracı Ekipmanları	192
16.6.	TAWS Taşıma Zorunluluğu (ICAO)	193
16.7.	A Sınıfı Sistem	193
16.8.	TAWS Uygulamaları	193
II. BÖLÜM ATS GÖZETİM HİZMETLERİ		194
1.	KONTROLÖRÜN SORUMLULUKLARI	195
1.1.	Çalışmaya Başlamadan Önceki Sorumluluklar	195
1.2.	Çalışma Esnasındaki Sorumlulukları	195
1.3.	Çalışma Sonrası Sorumlulukları	196
2.	KONTROL SERVİSLERİNİN YETKİLERİ	196
3.	GÖREVLER	196
4.	ATS GÖZETİM SİSTEMLERİNİN YETERLİLİĞİ	197
5.	DURUM EKRANI	198
6.	MUHABERE	200
7.	ATS GÖZETİM HİZMETİNİN GEREKLERİ	200
8.	SSR TRANSPONDER VE ADS-B TRANSMİTTER'İN KULLANIMI	201
9.	SSR KOD YÖNETİMİ	202
10.	SSR TRANSPONDERİNİN ÇALIŞTIRILMASI	203
11.	ADS-B TRANSMİTTER'İN ÇALIŞTIRILMASI	203
12.	BASINÇ İRTİFASININ KULLANIMINA DAYALI SEVİYE BİLGİSİ	204
12.1.	Seviye Bilgisinin Doğrulanması	204
12.2.	Seviye Meşguliyetinin Belirlenmesi	204



13. GENEL PROSEDÜRLER	206
13.1. Performans Kontrolleri	206
13.2. Hava Aracının Tanımlanması	206
13.3. Tanımın Devri	209
13.4. Pozisyon Bilgisi	210
13.5. Vektör	211
13.6. Seyrüsefer Yardımı	213
13.7. ATS Gözetim Hizmetinin Kesintiye Uğraması	213
13.8. Minimum Seviyeler	214
13.9. Elverişsiz Hava Koşullarına İlişkin Bilgi	214
13.10. Önemli Meteorolojik Bilgilerin Meteoroloji Ofisine Rapor Edilmesi	214
14. ATS GÖZETİM SİSTEMLERİNİN ATC HİZMETLERİNDE KULLANILMASI	214
14.1. Fonksiyonlar	214
14.2. Ayırma Uygulaması	215
14.3. ATS Gözetim Sistemleri Ayırma Miniması	217
14.4. VHF Sesli Muhabere Mevcut Olmayan ATS Gözetim Sistemlerinin kullanıldığı yerlerde Ayırma Miniması	220
14.5. Kontrolün Devri	221
14.6. Sürat Kontrolü	222
15. OLAĞANÜSTÜ DURUMLAR, TEHLİKELER VE CİHAZ ARIZALARI	225
15.1. Olağanüstü Durumlar (Emergency)	225
15.2. Çarpışma Tehlikesi Bilgisi	225
15.3. Cihaz Arızası	227
15.4. Kısa Vadeli Çatışma İkazı (STCA) Uygulamaları	229
15.5. Asgari Emniyet İrtifası İkazı (MSAW)	230
15.6. ACAS İle İlgili Uygulamalar	231
16. VERİ YOLU (DATA LINK) HABERLEŞMESİ BAŞLATMA USULLERİ	236
16.1. Giriş	236



16.2.	Hava Aracının Tescil Edilmesi	236
16.3.	ATS Ünitesinin İletmesi	236
16.4.	Veri Yolu Kesintisi	236
17.	KONTROLÖR-PİLOT VERİ YOLU MUHABERESİ (CPDLC)	238
17.1.	Giriş	238
17.2.	CPDLC'nin Kullanılması	238
17.3.	Operasyonel CPDLC Mesaj Değişimi	239
18.	ATS GÖZETİM SİSTEMLERİNİN APP HİZMETİNDE KULLANILMASI	244
18.1.	Genel Gereksinimler	244
18.2.	Fonksiyonlar	244
18.3.	APP Hizmetinin ATS Gözetim Sistemleri Kullanılarak Sağlanması	245
18.4.	Son Yaklaşma Yardımcısına Pilot Sorumluluğunda Uygulacak Vektör	245
18.5.	Görerek Yaklaşma İçin Vektör	246
19.	GENEL MÜDÜRLÜK TALİMATI	246
20.	ATS GÖZETİM SİSTEMLERİNİN TWR HİZMETLERİNDE KULLANILMASI	250
20.1.	Fonksiyonlar	250
20.2.	ATS Gözetim Sistemlerinin Yer Hareketlerinde Kullanılması	250
21.	ATS GÖZETİM SİSTEMLERİNİN UÇUŞ BİLGİ HİZMETİLERİNDE KULLANILMASI	252
22.	ATS GÖZETİM SİSTEMİ KULLANMANIN AVANTAJLARI	252
III. BÖLÜM VEKTÖR, AYIRMA VE SIRALAMA TEKNİKLERİ		253
1.	MİNİMUM RADAR VEKTÖR İRTİFASI (MRVA)	254
1.1.	Fonksiyonlar	254
1.2.	Vektör	254
1.3.	MRVA Tasarımı	254
1.4.	MRVA'in Yayınlanması	256
1.5.	MRVA'in Görselleştirilmesi	256



1.6.	Sorumluluklar	257
2.	VEKTÖR GEOMETRİSİ	258
2.1.	Amaç	258
2.2.	Conflict Geometrisi	258
2.3.	Hava Aracı Seçimi	259
2.4.	Dönüş Yönü	261
2.5.	Geçiş Açısı	262
2.6.	60'da 1 Kuralı	263
3.	TEMEL KONTROLÖR TEKNİKLERİ: VEKTÖR	265
3.1.	Giriş	265
3.2.	Tanım	265
3.3.	Açıklama	265
3.4.	Kullanılan Frezyolojiler	265
3.5.	Kullanım Amaçları	266
3.6.	Riskler	268
3.7.	Dikkate Alınması Gereken Hususlar	268
4.	TEMEL KONTROLÖR TEKNİKLERİ: SÜRAT KONTROLÜ	271
4.1.	Giriş	271
4.2.	Açıklama	271
4.3.	Kullanılan Frezyolojiler	271
4.4.	Kullanım Amaçları	272
4.5.	Pratik Bilgiler	272
4.6.	Avantajları	272
4.7.	Dikkate Alınması Gereken Hususlar	272
5.	TEMEL KONTROLÖR TEKNİKLERİ: DİKEY SÜRAT	274
5.1.	Giriş	274
5.2.	Açıklama	274
5.3.	Kullanılan Frezyolojiler	274



5.4. Kullanım Amaçları	274
5.5. Avantajları	276
5.6. Riskler	276
5.7. Dikkate Alınması Gereken Hususlar	276
5.8. Pratik Bilgiler	277
6. RADYO TELEFON KONUŞMALARI	278
7. TANIMLAR	282
8. KISALTMALAR	290
9. KULLANILAN KAYNAKLAR	303





I. BÖLÜM

ATS Gözetim Sistemleri

1. Radarın Tarihçesi

1.1. Giriş

1.1.1. **RADAR** kelimesi bir kısaltma olup, **RA**dio **D**etection **A**nd **R**anging kelimelerinin baş harflerinden oluşur.

1.1.2. Cisimlerin mesafe, istikamet ve/veya yükseklikleri hakkında bilgi sağlayan radyo tarama ve hedef bulma cihazıdır. Günümüzde RADAR terimi iki tip cihaz için kullanılmaktadır:

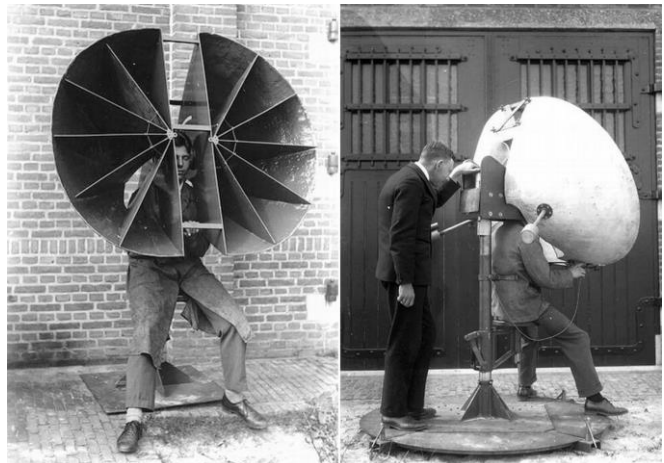
Primary Surveillance Radar (PSR) : Sadece yer cihazları yardımıyla çalışır.
Secondary Surveillance Radar (SSR) : Hava ve yer cihazlarına ihtiyaç duyar.

1.2. İlk Denemeler

1.2.1. Radarla ilgili ciddi çalışmalar 1930'larda başlamış, ancak radarın temel fikri, 1880'lerin sonunda Alman fizikçi Heinrich Hertz tarafından yürütülen elektromanyetik radyasyon üzerine yapılan klasik deneylerden kaynaklanmaktadır. Hertz, İskoç fizikçi James Clerk Maxwell'in daha önceki teorik çalışmalarını deneysel olarak doğrulamaya başlamıştır. Maxwell, elektromanyetik alanın genel denklemlerini formüle ederek, hem ışık hem de radyo dalgalarının aynı temel yasalar tarafından yönetilen, ancak çok farklı frekanslara sahip elektromanyetik dalgalara örnek olduğunu belirlemiştir. Maxwell'in çalışması, radyo dalgalarının metalik nesnelere yansıtılabileceği ve ışık dalgalarının yapabileceği gibi bir dielektrik ortam tarafından kırılabileceği sonucuna yol açmıştır. Hertz bu özellikleri 1888'de 66 cm dalga boyunda (yaklaşık 455 MHz'lik bir frekansa karşılık gelen) radyo dalgaları kullanarak göstermiştir.

1.2.2. Hertz'in çalışmalarının, pratik çıkar hedeflerinin tespit edilmesinin temeli olarak potansiyel faydası o zaman fark edilmemiştir. 1904'te, Hertz tarafından tespit edilen ilkelere dayanan bir "engel dedektörü ve gemi navigasyon cihazı" için bir patent Alman mühendis Christian Hülsmeier tarafından alınmıştır. Hülsmeier icadını yapmış ve Alman donanmasına tanıtmış, ancak herhangi bir ilgi uyandıramamıştır. Büyük yükler taşıyabilen uzun menzilli askeri bombardıman uçaklarının geliştirildiği 1930'ların başından itibaren, gelişmiş ülkeler düşman uçaklarını tespit etmek için bir yol aramaya başlamıştır.

1.2.3. II. Dünya Savaşı öncesinde radar geliştiren ülkelerin çoğu, ilk olarak diğer uçak tespit yöntemlerini denemiştir. Bunlar uçak motorlarının akustik gürültüsünü dinlemek ve ateşlemelerinden kaynaklanan elektrik gürültüsünü tespit etmektir. Araştırmacılar ayrıca kızılötesi sensörleri de denediler. Ancak bunların hiçbiri etkili olmamıştır.



Düşman hava araçlarının seslerini dinleyerek tespit etmek üzere geliştirilmiş sistemlerden bazıları

1.3. İlk Askeri Radarlar

1.3.1. 1930'lu yıllarda, mevcut askeri durum ve radyo teknolojisi ile ilgili pratik deneyimi olan sekiz ülkede, hava araçlarının tespiti için radyo yansımalarını kullanma çabaları bağımsız olarak ve neredeyse aynı anda başlatılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere, Almanya, Fransa, Sovyetler Birliği, İtalya, Hollanda ve Japonya yaklaşık iki yıl içinde radarla ilgili deneyler yapmaya başlamış ve askeri amaçlarla geliştirilmesinde çeşitli derecelerde başarı sağlamıştır. Bu ülkelerin birçoğunda II. Dünya Savaşı'nın başında askeri amaçlar için bir tür operasyonel radar ekipmanı bulunmaktaydı.

1.3.2. Washington, D.C.'deki ABD Deniz Araştırma Laboratuvarı'nda (NRL) radarın etkisinin ilk gözlemi 1922'de yapılmıştır. NRL araştırmacıları Potomac Nehri'nin bir kıyısına bir radyo vericisi, diğer kıyısına bir alıcı yerleştirdiler. Nehirde seyreden bir gemi beklenmedik bir şekilde verici ve alıcı arasında geçtiğinde alınan sinyallerin yoğunluğunda dalgalanmalara neden oldu. (Bugün böyle bir konfigürasyona bi-statik radar denir.) Bu deneyin umut verici sonuçlarına rağmen, ABD Donanması yetkilileri daha fazla çalışmaya sponsor olmak istememiştir.

1.3.3. Radar prensibi, 1930 yılında, L.A. Hyland'ın, bir verici antenin sinyalinden geçen bir uçağın geri dönen sinyalde bir dalgalanmaya neden olduğunu gözlemlediğinde "yeniden" keşfedildi. Hyland ve NRL'deki ortakları, radyo araçlarıyla hedefleri tespit etme olasılığı ve gelişimlerini ciddiyle sürdürmeye istekli olmalarına rağmen, donanmadaki yüksek makamlar tarafından konuya çok az ilgi gösterilmiştir. Hem gönderme hem de alma için tek bir antenin nasıl kullanılacağı öğrenilene kadar, tam olarak hava araçlarını ve gemileri tespit etmek, izlemek için radara gerekli önem verilmemiştir. Böyle bir sistem 1939'un başlarında USS New York zırhlısında denizde gösterilmiştir.

1.3.4. ABD Ordusu tarafından geliştirilen ilk radarlar uçaksavar ateşini kontrol etmek için SCR-268 (205 MHz frekansında) ve hava araçlarını tespit etmek için SCR-270 (100 MHz frekansında) idi. Bu radarların her ikisi de, donanmanın CXAM gemi gözetim radarı (200 MHz frekansında) gibi II. Dünya Savaşı'nın başında mevcuttu. O zamanlar Hawaii'de bulunan altı uçaktan biri olan SCR-270, 7 Aralık 1941'de Honolulu yakınlarındaki Pearl Harbor'a doğru Japon savaş uçaklarının yaklaşmasını tespit etmiş ancak, radar gözlemlerinin önemi bombalar düşmeye başlayana kadar önemsenmemiştir.

1.3.5. İngiltere, 1935'te hava araçlarının tespiti için radar araştırmasına başlamıştır. İngiliz hükümeti, savaş çıkma ihtimali konusunda endişeli olduğundan, mühendislerini hızlı ilerlemeye teşvik etmiştir. Eylül 1938'e kadar, ilk İngiliz radar sistemi *Chain Home* 24 saat faaliyete geçmiş ve savaş boyunca çalışmaya devam etmiştir. *Chain Home* radarları, İngiltere'nin savaşın erken döneminde gerçekleştirilen ağır Alman hava saldırılarına karşı sınırlı hava savunmasını başarıyla konuşturmasına izin vermiştir. Kısa dalga veya HF denilen radar için oldukça düşük bir frekans olan yaklaşık 30 MHz'de çalıştı.

1.3.6. Sovyetler Birliği de 1930'larda radar üzerinde çalışmaya başlamıştır. Haziran 1941'de Almanların ülkelerine saldırıları sırasında, Sovyetler birkaç farklı radar türü geliştirmiş olup, 75 MHz'de (VHF bandında) çalışan bir uçak tespit radarı bulunmaktaydı.

1.3.7. II. Dünya Savaşı'nın başlangıcında, Almanya radarın geliştirilmesinde diğer ülkelerden daha ileri bir noktada değildi. Almanlar, Müttefik bombardıman uçaklarına karşı savunma için yerde ve havada radar kullandı. Radar, 1936'da küçük bir Alman savaş gemisine kuruldu. Radar gelişimi, savaşın neredeyse bittiğine inandıkları için Almanlar tarafından 1940 sonlarında durduruldu. Ancak bu dönemde ABD ve İngiltere çabalarını hızlandırdı. Almanlar hatalarını fark ettiğinde, yetişmek için artık çok geçti.

1.3.8. 375 ve 560 MHz'de çalışan bazı Alman radarları hariç, II. Dünya Savaşı başlamadan önce geliştirilen başarılı radar sistemlerinin tamamı VHF bandında, yaklaşık 200 MHz'in altındaydı.



1.4. II. Dünya Savaşı Esnasındaki Gelişmeler



İlk radarlar, 2. Dünya Savaşı Normandiya Sahili
22 Haziran 1944

1.4.1. 1939 yılında Birmingham Üniversitesi'ndeki İngiliz fizikçiler tarafından magnetron¹ osilatörünün icat edilmesi ile radarda daha yüksek frekanslar (mikrodalga frekansları) kullanılmaya başlamıştır. 1940'ta İngilizler ABD'ye, daha sonra Cambridge'de yeni kurulan Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) Radyasyon Laboratuvarı tarafından üstlenilen işin temeli haline gelen magnetron kavramını açıkladı. Mikrodalga radarını II. Dünya Savaşı'nda gerçeğe dönüştüren magnetrondu.

1.4.2. MIT Radyasyon Laboratuvarı'ndaki yenilikçi ve önemli mikrodalga radarların başarılı bir şekilde geliştirilmesi, yeni askeri yeteneklerin karşılanmasının aciliyetinin yanı sıra, laboratuvarın aydınlık ve etkili yönetimi ve yetenekli, özel bilim adamlarının başarısıdır. Laboratuvarda beş yıl içerisinde (1940-45) 100'den fazla farklı radar sistemi geliştirilmiştir.

1.4.3. MIT Radyasyon Laboratuvarı tarafından geliştirilen en dikkat çeken mikrodalga radarlarından biri, yaygın olarak kullanılan bir silah kontrol sistemi olan SCR-584 idi. Konik tarama izleme kullanılan bu radarda, tek bir ofset radar hüzmelerinin radar anteninin merkezi eksenini etrafında sürekli olarak döndürüldüğü ve dört derecelik hüzmeye genişliği ile uçaksavar silahlarını hedefe doğrultmak için yeterli açısal doğruluğa sahipti. SCR-584; 2.7 ila 2.9 GHz (S bandı olarak bilinir) frekans aralığında çalışır ve çapı yaklaşık 2 metre olan parabolik bir reflektör antenine sahiptir. İlk olarak 1944'ün başlarında İtalya'daki Anzio sahilinde savaşta kullanıldı. SCR-584 mikrodalga radarının kullanımı, Almanları hazırlıksız yakaladı.

1.5. Savaş Sonrası Gelişimi

1.5.1. Savaşın sona ermesiyle radar teknolojisindeki ilerleme önemli ölçüde yavaşladı. 1940'ların son yarısı esas olarak savaş sırasında başlatılan gelişmelere ayrıldı. Bunlardan ikisi monopulse izleme radarı ve hareketli hedef göstergesi (MTI) radarıydı. Bu iki radar teknolojisini tam kapasiteye getirmek için daha uzun yıllar geliştirilmesi gerekiyordu.

1.5.2. 1950'lerde yeni ve daha iyi radar sistemleri ortaya çıkmaya başladı. Bunlardan biri, yaklaşık 0.1 miliradian (0.006 derece) açısal bir hassasiyete sahip olabilen AN/FPS-16 olarak adlandırılan son derece hassas bir monopulse izleme radarıydı. 220 MHz (VHF) ve 450 MHz'de (UHF) çalışmak üzere tasarlanmış büyük, yüksek güçlü radarlar da ortaya çıktı. Mekanik olarak dönen büyük antenlerle (yatay boyutta 37 metreden fazla) oluşan bu sistemler, hava araçlarını çok uzun mesafelerde güvenilir bir şekilde tespit edebilir. Bir başka dikkate değer gelişme, çok uzun

¹ **Magnetron** yüksek frekanslı salınımlar üreten ve genellikle radarlarda gerekli yüksek darbe gücünü elde etmekte kullanılan bir vakum tüptür. Bu süreç, anot ile katot arasındaki "etkileşim bölgesi" (interaction space) denilen bir hacimde elektronların hız modülasyonu ile gerçekleşir. Bu bakımdan magnetronlar Hız Modülasyonlu Tüpler (velocity-modulated tubes) sınıfında yer alır. Magnetron, kendiliğinden uyarımlı bir osilatör gibidir, doğrusal ışınım yapan Yürüyen Dalga Tüpleri (Traveling Wave Tubes) ya da Klistrondan farklı çalışır. Magnetronun, nispeten basit yapısından kaynaklanan, genellikle yalnızca bir sabit frekansta çalışabilmesi gibi sakıncası vardır. Bu frekans 600 MHz ila 95 GHz arasında seçilebilir. Magnetronda, birbirine dik (haç biçimli) bir elektrik ve kuvvetli bir manyetik alan meydana gelir.



menzilli radarlar için istikrarlı bir yüksek güç kaynağı sağlayan *klystron* amplifikatörüdür². Sentetik diyafram radarı ilk olarak 1950'lerin başında ortaya çıktı, ancak dijital işleme ve diğer ilerlemelerin getirilmesiyle yüksek bir gelişme durumuna ulaşmak neredeyse 30 yıl sürdü. Hava araçlarında kullanılan Doppler radarı da 1950'lerin sonlarında Bomarc havadan havaya füzesinde kullanıldı.

1.5.3. Doppler frekans kayması³ ve radar için kullanımı II. Dünya Savaşı'ndan önce biliniyordu, ancak geniş çaplı benimsenmesi için gerekli teknolojiye ulaşmak yıllar sürdü. Doppler prensibinin radarlara ciddi şekilde uygulanması 1950'lerde başladı ve bugün prensip birçok radar sisteminin işleyişinde hayati hale geldi. Daha önce açıklandığı gibi, yansıtılan sinyalin Doppler frekans kayması, hedef ve radar arasındaki göreceli hareketten kaynaklanır. Doppler frekansının kullanımı, büyük dağınıklık yankılarının varlığında hareketli hedefleri tespit etmesi gereken sürekli dalga, MTI ve Doppler radarlarında vazgeçilmezdir. Doppler frekans kayması polis radar silahlarının temelidir. SAR ve ISAR görüntüleme radarları, arazi ve hedeflerin yüksek çözünürlüklü görüntülerini oluşturmak için Doppler frekansını kullanır. Doppler frekans kayması da Doppler navigasyon radarında radar sistemini taşıyan hava aracının süratini ölçmek için kullanılmıştır.

1.5.4. İlk büyük elektronik olarak yönlendirilen faz dizisi radarları 1960'larda devreye alındı. Hava araçlarını algılama için havada taşınan MTI radarı ABD Donanması'nın Grumman E-2 havadan erken uyarı uçağı için geliştirilmiştir. HF ufuk üstü radarın özelliklerinin çoğu, balistik füzeleri ve uyduları tespit etmek için tasarlanan ilk radarlar gibi 1960'larda geliştirilmeye başladı.

1.6. Dijital Dönemde Radar

1.6.1. 1970'lerde dijital teknoloji, modern radar için gerekli sinyal ve veri işlemeyi pratik hale getiren muazzam bir gelişme sağladı. Hava araçlarında kullanılan Doppler radarında da önemli ilerlemeler kaydedildi ve hava araçlarının algılama yeteneğini büyük ölçüde artırdı. Havadan uyarı ve kontrol sistemi (AWACS) radarı ve askeri havadan önleme radarı, Doppler prensibine bağlıdır.

1.6.2. Sonraki on yıl boyunca radar yöntemleri, radarların bir tür hedefi diğerinden ayırt edebildiği bir noktaya geldi. Hava savunması (Patriot ve Aegis sistemleri), havadan bombardıman radarı (B-1B uçağı) ve balistik füze tespiti (*Pave Paws*) için kullanılan radarların seri üretimi de 1980'lerde mümkün hale geldi. Uzaktan algılamadaki gelişmeler, deniz üzerinde esen rüzgarların, ortalama deniz seviyesi, okyanus pürüzlülüğü, buz koşulları ve diğer çevresel etkilerin ölçülmesini mümkün kıldı. *Solid-state* teknolojisi⁴ ve entegre mikrodalga devresi, akademik yeni radar yeteneklerinin oluşmasını sağladı.

1.6.3. 1990'larda bilgisayar teknolojisindeki ilerlemeler, radar sinyallerinin yansımından hedeflerin doğası ve çevre hakkında daha fazla bilgi alınmasına olanak sağladı. Rüzgar hızının radyal bileşenini ve yağış hızını ölçen *Doppler* hava durumu radar sistemlerinin (Nexrad gibi) tanıtımı, yeni kötü hava hava koşulları uyarı kabiliyeti sağladı. Terminal Doppler hava radarları (TDWR), kalkış ve iniş sırasında wind shear ikazı sağlamak için büyük havaalanlarına veya yakınlarına kuruldu. HF ufuk üstü radar sistemleri, başta çok uzun mesafelerdeki (2.000 NM'den fazla) hava araçlarının tespiti için

² **Amplifikatör** veya **yükselteç**, elektronik sinyalleri arttırmak için kullanılan elektronik cihazlardır. Amplifikatörler bu işlemi bir güç sağlayıcısından alıp bu çıkış sinyallerinin şeklini eşleştirerek yaparlar. Yani, bir amplifikatör güç sağlayıcısından aldığı sinyalleri düzenler.

³ **Doppler Etkisi** (veya Doppler frekans kayması), adını ünlü bilim insanı ve matematikçi Christian Andreas Doppler'den almakta olup, kısaca dalga özelliği gösteren herhangi bir fiziksel varlığın frekans ve dalga boyu'nun hareketli (yakınlaşan veya uzaklaşan) bir gözlemci tarafından farklı zaman ve/veya konumlarda farklı algılanması olayıdır.

⁴ **Solid-state**, modern radar sistemleri açısından, radarı oluşturan mikrodalga emisyonlarını üretmek için kullanılan **magnetron** teknolojisinin ortadan kaldırılması anlamına gelir. Bu durumda "solid-state", terimin diğer birçok kullanımı gibi hareketli parçaların ortadan kaldırılması anlamına gelmez.

Solid-state radarı kullanmanın birçok avantajı vardır. Yaklaşık 16 kat daha güvenilirdir (daha az arıza çıkar), daha az güç kullanır, ilk kullanımda "ısınma" süresi yoktur, radar "sweep"leri kullanıcı tarafından kolayca ayarlanabilir ve birden çok sinyal türü daha iyi sinyal işleme ve daha uzun mesafelerde daha iyi ayrıntı için kullanılabilir.



çeşitli ülkeler tarafından çalıştırıldı. Uzay tabanlı radarlar, Dünya'nın kara ve deniz yüzeyleri hakkında küresel olarak bilgi toplamaya devam etti. Geliştirilmiş görüntüleme radar sistemleri, Venüs yüzeyinin daha yüksek çözünürlüklü üç boyutlu görüntülerini elde etmek için uzay araştırmaları tarafından kullanıldı.

1.6.4. İlk balistik füze savunma radarları 1950'lerin ve 1960'ların ortalarında tasarlandı ve geliştirildi. Bununla birlikte, 1972'de Sovyetler Birliği ve ABD'nin anti balistik füze anlaşmasının imzalanmasıyla durdu. Körfezi Savaşı'nda (1990-1991) taktik balistik füzelerin kullanılması, bu füzelere karşı savunma için radar ihtiyacını geri getirdi. Rusya taktik balistik füzeler yapmak için güçlü radar tabanlı hava savunma sistemlerini sürekli olarak geliştirdi.

1.6.5. 21. yüzyılın ilk yıllarında dijital teknolojideki ilerlemeler, (neredeyse) tüm dijital aşamalı dizi radarları geliştirmek amacıyla sinyal ve veri işlemede daha fazla gelişme sağladı. Yüksek güçlü vericiler, spektrumun milimetre dalga kısmında (tipik olarak 94 GHz) radar uygulaması için mevcut hale geldi ve ortalama güçleri öncekinden 100 ila 1.000 kat daha büyüktü.

2. Türk Sivil Havacılığında Radar⁵

2.1. İlk Hava Trafik Kontrol Radarı (Mobil Radar) 1975-1978

2.1.1. Genel Bilgi

Türkiyede operasyonel olarak kullanılan ilk hava trafik kontrol radarı o zamanki adıyla Yeşilköy Uluslararası Havalimanında 1975 yılında kuruldu. Daha önceki tarihlerde Ankara Esenboğa havalimanında kurulan ASR radarı, değişik teknik sebeplerden faaliyetine devam edemedi ve atıl bir şekilde uzun yıllar envanterde kaldı.

1970 yılından itibaren Yeşilköy havalimanındaki tarifeli uçuşların yanı sıra, işçi ve turist charter uçuşlarının her geçen gün gittikçe artması ve günlük trafik sayısının 300 dolaylarında seyretmesi, tek pistil (06-24), tek yaklaşma kontrol sektörlü ve radarsız kontrol kaidelerinin uygulandığı meydan ve terminal sahasında ciddi hava trafik kontrol problemlerinin ortaya çıkmasına ve büyük gecikmelere sebep oldu.

Çözüm olarak 1972 yılında ikinci pistin (18-36) inşaatı tamamlanarak hizmete açıldı ve 1975 yılında da yaklaşma kontrol radarı tesis edildi.

2.1.2. Radarın Konumu

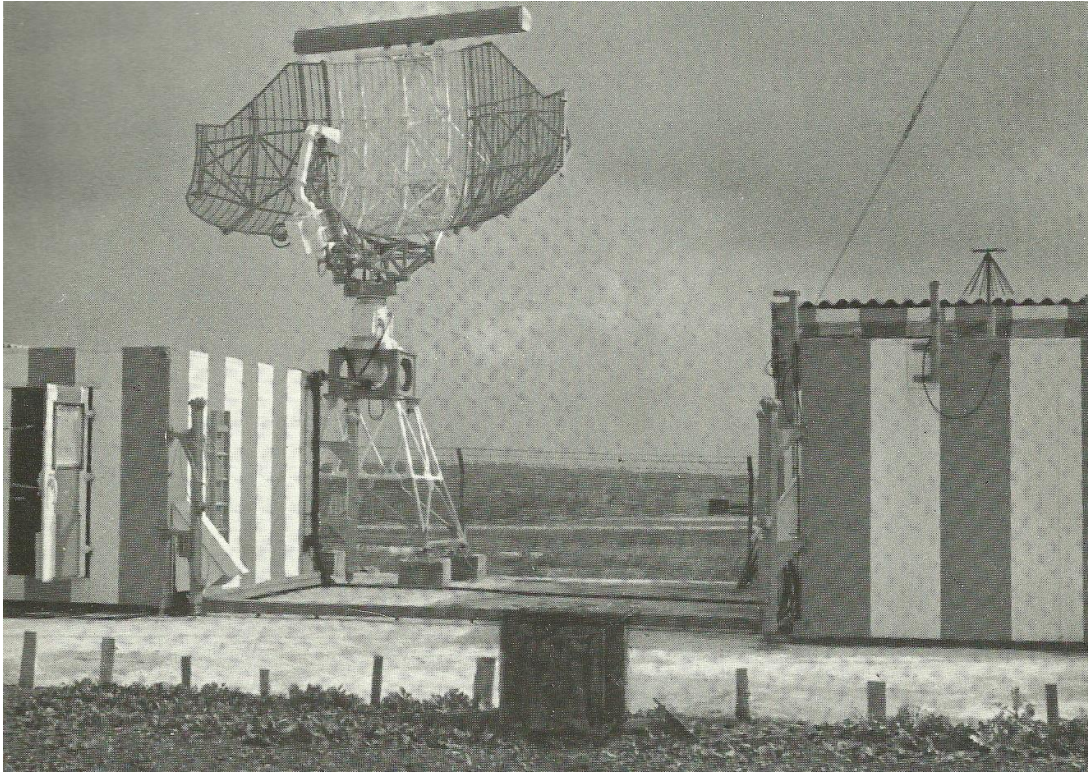
Radar sistemi meydanın batısında 18 pist başının 1 km kadar güneydoğusunda o zamanlar meskûn olmayan bir arazide yaklaşık 600 metrekare bir saha içinde konuşlandırıldı.

Bir anten ünitesi ve bitişik iki konteyner ünitesi şeklinde dizayn edilmişti. Konteynerlerden biri, radarın alıcı ve verici sisteminin ve elektronik donanımının bulunduğu konteyner, diğeri de iki adet PPI skopun bulunduğu kontrol ünitesi görevinin yerine getirildiği bir kısmında da VHF ve UHF cihazların bulunduğu konteynerden ibaretti. Her iki konteynerin eni 2 metre boyu da 4 metreydi. Bu yerleşimde içinde 2 adet jeneratör bulunan bir yapı, 12 metrekare olan müstakil bir dinlenme odası ve harici tuvalet bulunmaktaydı. Su tankerler vasıtasıyla temin ediliyordu. Terminalden 5 km uzaklıkta servis yolu ile

⁵ Türkiye'deki sivil radarların tarihçesi hakkında malesef herhangi bir kaynak bulamadım. Bu konuda benim de üniversitede hocalığı yapan ve eski bir hava trafik kontrolörü olan Yetkin GÜR Hocama danıştım. Bu bölümde Mobil Radar ve ATC2T bölümleri tamamen Yetkin GÜR Hocamın katkıları ile hazırlanmıştır. Kullanılan tüm görseller de Hocamın albümünden alınmıştır. Kendisine bu vesile ile tekrar şükranlarımı ve saygılarımı sunuyorum.



ulaşılıyor, kışın kuvvetli kar yağışı olduğu havalarda servis minibüsü değişecek ekip kontrolörlerini radara getiremiyor aynı ekip devam etmek mecburiyetinde kalıyordu.



Konteynerların ve radar antenin konumu

2.1.3. Radarın Teknik Özellikleri

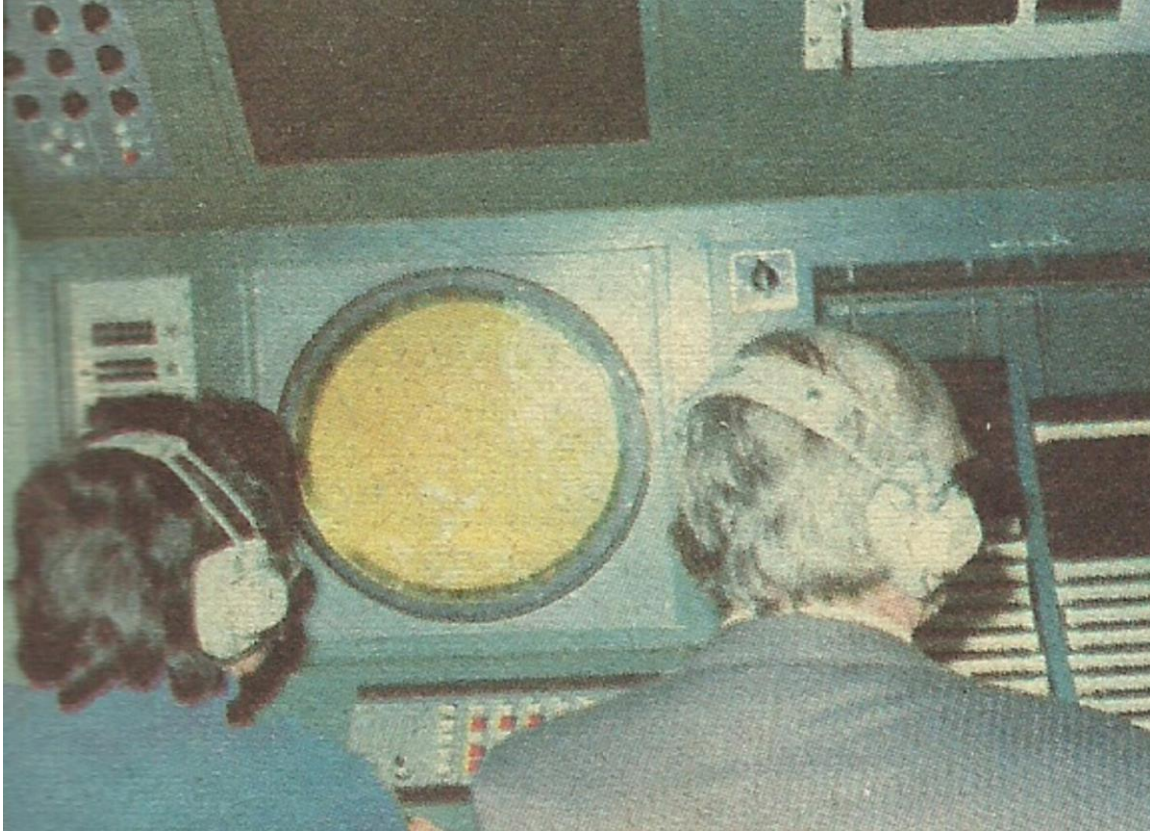
- Sistem, İtalyan Selenia firmasının askeri amaçlarla ürettiği mobil radarlardan sivil hava trafiğine uygun modifiye edilmiş mobil bir ASR radarı,
- Yaklaşık 4 metre yüksekliğe monte edilmiş, 3 metre genişliğindeki bir primary antenin üzerinde bir SSR anteni bulunmaktaydı.
- 65 NM yarıçaplı PSR kaplama sahası,
- Yaklaşık 100 NM yarıçaplı SSR kaplama sahası,
- 45 bin ft dikey kaplama sahası.
- Linear ve circular polarizasyon,
- FTC, STC ve MTI özellikleri,
- 12 RPM,
- Minimum 4 m² eko yansıma alanı,
- Dual alıcı verici.

2.1.4. Radar Ekranları ve Konsol Düzeni

Konsolun sağında ve solundaki, kontrolör pozisyonunda iki adet 16 inch çaplı sarı renkte PPI, orta kısımda asistan pozisyonunda strip holderlerin yerleştirildiği bölüm bulunmaktaydı. Kontrolör pozisyonlarının her birinin kendi PPI kontrol paneli, kod numaratorü, muhabere paneli ve holder bölümü vardı. PPI'lar ışığa karşı duyarlı olduğundan karanlığa yakın bir ortamda çalışılıyordu, kontrolörlerin oturduğu kısımla arkadaki giriş bölmesi yukarıdan aşağı uzanan kalın plastik siyah bir perde ile ayrılmıştı, çünkü aksi halde konteynerin giriş kapısı her açıldığında ekranlara ışık vurması ekranı tamamen görünmez hale getiriyordu.

PPI'ların üzerlerinde ölçeği sabit bir harita ve işlenmemiş PSR ve SSR bilgisi görüntüleniyordu. PSR bilgisi pirinç tanesi şeklinde, SSR bilgileri ise kısa çizgiler şeklindeydi. Kullanılan harita sabitti, PPI üzerindeki harici bir pleksiglas plakaya oyulmuş fixler, pist uzantıları ve TMA'ye giriş kapılarını gösteren

sadece 64 NM ölçekte kullanılabilen, büyültme ve küçültme imkanı olmayan bir haritaydı. Bir dimmer kontrol düğmesi ile aydınlığı ayarlanabiliyordu. Ayrıca range ring'ler de görüntüleniyor, bunların da aydınlık ayarı yapılabiliyordu.

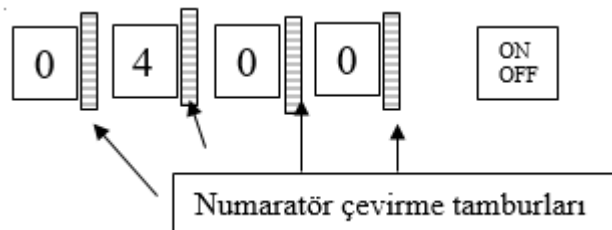


Konsol yapısı

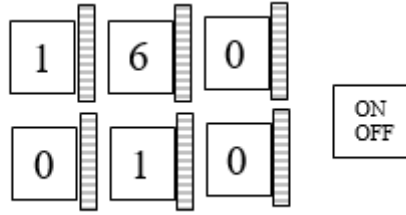
Hemen konsolun arkasında bulunan küçük bölümdeki kompakt UHF, VHF ve telefon hatları bağlantı cihazları, mekanın küçük olması ve CRT ekranların fazla ısı yaymasından dolayı çabuk ısınıyor, klima yaz aylarında zaman zaman yetersiz kaldığından cihazlar reset veriyordu. Öyleki 1 numaralı VHF alıcı verici modül ısındığında 2 numaralı modül devreye sokuluyor, ısınan modül ise rack'dan çıkartılıp kısa sürede soğuması için buzdolabına ! konuyor bu şekilde çalışma aralıksız devam edebiliyordu.

2.1.5. SSR Kod Düzeni

Bütün ayarlar ve kumandalar analogdu. Bağlatılacak SSR kodu sol kısımdaki panelde her hane teker teker tamburalı bir sayaçtan çevrilerek set ediliyordu. Kalkışlar için 1000, gelişler için 0400, overflightlar içinse 2000 kodu kullanılıyordu. (Radarsız çalışan ACC kontrole giren her uçağa 2000 kodunu bağlatıyordu) Panelde 6 adet SSR kodu set etme düzeneği vardı. Örneğin 0400 kodunu set etmek için önce numaratorde parmakla çevrilerek ilk hane sıfıra getiriliyor, sonra yandaki hane çevrilerek dörde getiriliyor, diğer iki hane de sıfıra getiriliyor bu şekilde dört hane tamamlanıyordu. Sonra da dizinin sağında bulunan ON tuşuna basılarak set edilen kod aktif hale getiriliyordu.



İrtifa dilimi bilgisinin set etmek için üç haneli iki ayrı dizi vardı, bunlardan biri üst irtifa limiti diğeri ise alt irtifa limitini belirlerdi. Aşağıdaki örnekte olduğu gibi 160 ile 1000 ft arasında uçan ve transporterlerinde irtifa bilgisi modu açık olan uçakların SSR pozisyon slash'ının yanında bir de irtifa slashı görüntüleniyordu.



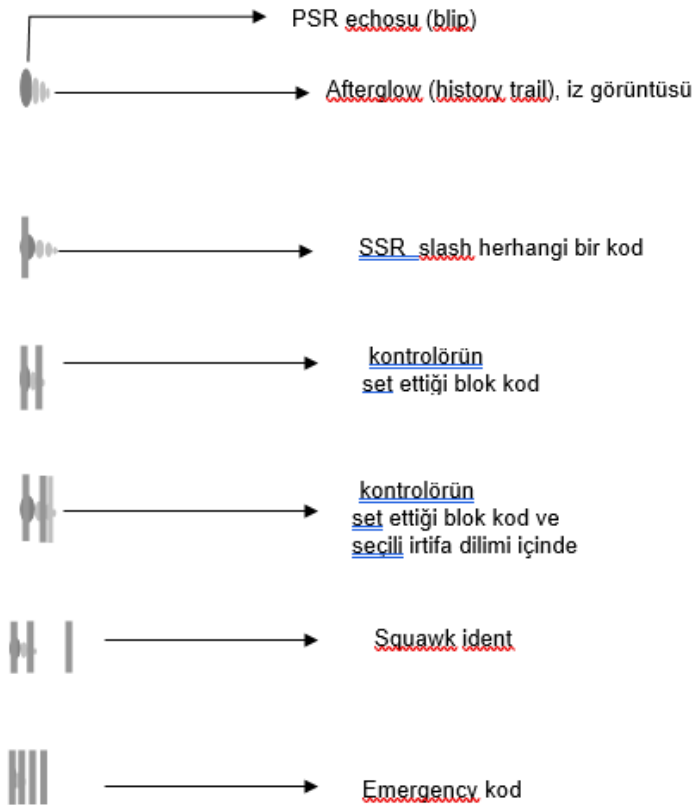
2.1.6. İlk Radar Eğitimi

Türkiyede yeni kurulan radarda eğitim verecek radar derecesine sahip bir kontrolör olmadığından ICAO vasıtasıyla FAA'den Mr. Morton isimli bir kontrolör eğitim için getirildi. Yaklaşma, kule ve saha kontrolden seçilen bir grup kontrolör iş başı eğitim ve sınav sonrası radar derecesini aldı. Önceleri sadece gündüzleri radar yaklaşma hizmeti sağlayan ünite, yeterli kontrolör sayısına ulaştınca 24 saat esasına göre radar hizmeti sağlanmaya başladı.

Trafik, yaklaşma ve kalkış olarak iki sektör halinde organize ediliyordu. Ortadaki asistan pozisyonu ACC ve TWR ve diğer ünitelerle (AIS, FIC ve COM) gerekli haberleşmeyi ve iki sektör arasındaki koordinasyonu sağlıyordu.

Ayrıca ACC zaman zaman overflight'lar arasındaki irtifa değişiklikleri için uçakları yaklaşma frekansına gönderiyor, tanımlamalar yapıldıktan sonra gerekli irtifa değişikliği sağlanıp radar hizmeti sona erdiriliyor ve trafikler tekrar ACC frekansına gönderiliyordu.

2.1.7. PSR ve SSR Radar Pozisyon Sembolleri



2.2. ATC2T (Yeni Radar) Operasyon Odası (1978-1992)

Atatürk havalimanında kullanılmakta olan günün şartlarına uyum sağlayamayan hava trafik kontrol sistemlerinin yenilenmesi amacıyla 1970 li yılların ikinci yarısından itibaren proje çalışmaları başladı.

Radarlı saha ve yaklaşma kontrol hizmetlerinin yeni operasyon odasından sağlanmaya başlanması ile Mobil Radar Ankara Esenboğa Havalimanına taşınmış olup, DDS-80 sistemlerinin devreye girmesine kadar operasyonel olarak kullanıldı.

1978 yılında, bu proje kapsamında inşa edilmiş bulunan yeni kontrol kulesi ve hava trafik kontrol merkezi kompleksine İtalyan Selenia firması tarafından yeni sistemler monte edilerek, eğitim ve sistem testlerinden sonra, kule, radar yaklaşma kontrol ve radar saha kontrol hizmeti, FIC ve Muhabere hizmetleri buradan sağlanmaya başlandı.



ATC2T konsol yapısı

Radar sisteminin anten ve alıcı-verici, data relay komponentleri havalimanının kuzeyinde Yenibosna adlı yerleşkede bulunmaktaydı. Sistemde dakikada 12 dönüş yapan 65 NM tarama mesafeli bir primary radar anteni ve dakikada 6 dönüş yapan 220 NM tarama mesafeli bir SSR radar anteni bulunmaktaydı. Elde edilen radar bilgileri bir mikrodalga link cihazı ile işlemek üzere hava trafik kontrol merkezinde bulunan radar bilgi işleme ünitelerine gönderiliyordu.



APP sektör ve çalışma pozisyonları

Yaklaşma ve saha kontrol hizmetinin verildiği merkezde üçlü ve beşli olmak üzere iki sıra halinde sekiz adet çalışma pozisyonu bulunmaktaydı, bunlardan üçü yaklaşma kontrole diğer beşi ise saha kontrole tahsis edilmişti. Her çalışma pozisyonunda radar displayi ve kontrol paneli, keyboard-track ball, muhabere paneli ve strip holder bay'ler vardı. Yaklaşma kontrol kalkış ve geliş sektörü olarak bu pozisyonlardan ikisini, saha kontrol ise doğu ve batı sektörleri olmak üzere ikisini kullanıyordu.



ACC sektör ve çalışma pozisyonları

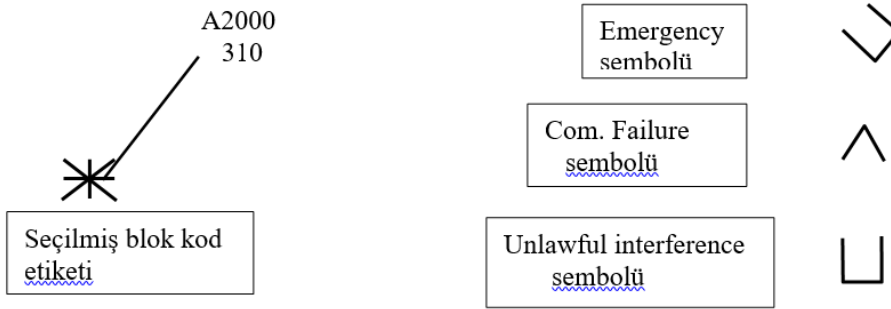
Radar ekranları ışığa duyarlı olduğundan operasyon odası azami derecede karanlık tutulması gerekiyordu. Oda karanlık olduğundan ekran klavyesi ve haberleşme panellerindeki tuşlar aydınlatmalıydı. Strip holderların bulunduğu bölümler aydınlatmalıydı.

2.2.1. Birinci Aşama

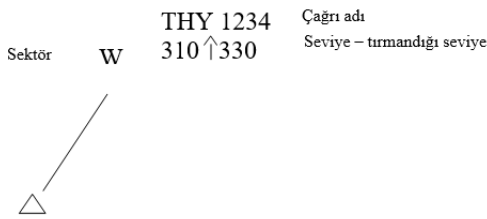
Yeni sistem başlangıçta sadece blok kodları işleyebilen ve görüntüleyen özellikleri çok sınırlı olan bir düzeydeydi. Her çalışma pozisyonundaki (sektör) kontrolör kendi sorumluluk sahası için belirlenmiş bir blok kodu "tabular list" denilen bir listeye keyboard vasıtasıyla yazıyor, sadece kendi sektörüne tahsis edilmiş kodu aktif hale getirdiğinde, bu kodla cevap veren transponderlerden gelen cevaplar displayde değişik bir pozisyon sembolü olarak görüntüleniyordu.



Listeye diğer sektörlerin kodlarını da yazıp gerektiğinde alakalı sektörün kodunu anlık aktif duruma getirip, o sektörün uçaklarını da takip etme imkanı oluyordu. Ident gönderen uçağın sembolü kısa bir süre yanıp sönüyordu. Aşağıda sağda bulunan özel durum sembolleri, bu kodlar uçak tarafından bağlandığında devamlı yanıp sönüyordu.



2.2.2. İkinci Aşama



Handoff sırasında devredilen sektörün harfi ve bütün etiket yanıp sönerek ikaz ediyordu.

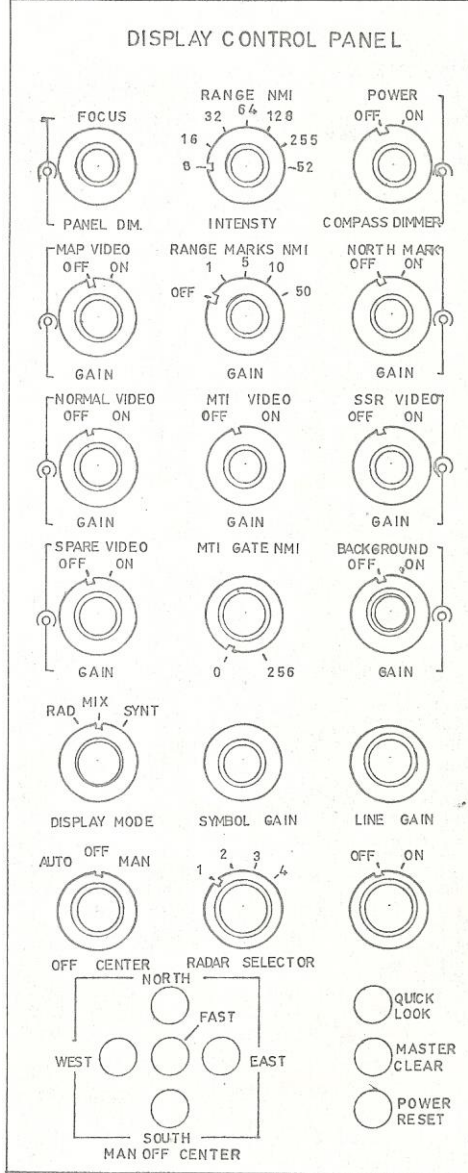
Handoff yapılan sektör trackball ile sembolün üzerine gidip keyboar üzerindeki OWN tuşuna bastığında yanıp sönme duruyor, sembolün üzerindeki sektör harfi değişiyordu (Örn.E).

Bazı Fonksiyonlar:

- etiketin döndürülmesi ROT
- diğer sektöre handoff HOF
- iki nokta arasına cursor çizmek CRS
- anlık diğer sektör trafiklerini izlemek



- tırmanılacak/alçalınacak seviyeyi etikete yazmak EAA
- 6 adet değişik harita seçeneği MAP
- off center OCR
- sisteme irtifa düzeltilmesi için yerel QNH girişi
- bir primary hedefi transfer etmek için diğer sektörün displayinde yanıp sönen markerle işaretleme vs.



Radar ekranı kontrol paneli

2.3. DDS-80 Radar Sistemi (1993-2008)

Daha önce sadece İstanbul ACC'de bulunan radarlı saha control ve yaklaşma hizmetinin Ülkemizin büyük havalimanları ve ATC merkezlerine de kurulması planlanmıştır. Ayrıca Türk Hava Sahasının radar kaplamasına alınması hedeflendi.





DDS-80 ACC Konsol Yapısı

Bu Kapsamda İstanbul ACC/APP'ye ilave olarak Ankara ACC/APP, İzmir ACC/APP, Ercan ACC/APP, Antalya APP ve Dalaman APP'ye DDS-80 sistemleri kuruldu. Bu sistemlere entegre Yenibosna MSSR, Yeşilköy PSR, İzmir MSSR/PSR, Akdağ MSSR, Dalaman MSSR/PSR, Kuyutepe MSSR, Antalya MSSR/PSR, Esenboğa PSR, Kahramanmaraş MSSR, Batman MSSR, Başpınar MSSR, Ermenek MSSR, Erzurum MSSR, Merzifon MSSR radar antenleri kuruldu.

2.3.1. Sistem Özellikleri

Radar ekranları ışığa duyarlı olmadığı için operasyon odaları yeterli derecede aydınlatılabiliyordu. Sistemde kullanılan fonksiyonlar için analog düğmeler yerine klavye üzerinden girilen komutlar mevcuttu.

En büyük yeniliklerden birisi de birden fazla radar anteninden gelen *track* bilgilerinin tek *track* olarak (MRT) görüntülenmesiydi. İstanbul radar sistemlerinde aynı anda İstanbul MSSR/PSR, Akdağ MSSR ve Kuyutepe MSSR entegre edilmişti. Bu sayede İstanbul ACC sorumluluk sahası o günün şartlarında iyi bir radar kaplamasına sahipti.

Sektörler arası mesaj gönderme, geçici harita oluşturma, seçilen radardan gelen *plot* bilgilerini görme, DARD mode, speed vector, radar tarafından hesaplanan yer sürati, sektör birleştirme/ayırma gibi o günün şartlarında bir çok ilave fonksiyon bulunmaktaydı.

2.3.2. İlk FDPS

DDS-80 radar sistemleri ile beraber İstanbul ve Ankara ACC için o gün için Dünya'da da çok yeni olan FDP Sistemi planlanmış, gecikmeli olarak kurulmuş ancak donanım kullanılan yazılımı çalıştırmak için yeterli olmadığından 1997 yılına kadar çalıştırılamamıştır. 1997 yılında firma tarafından yenilenen donanım ile FDPS çalışmış ama sektör yapısı uygun olmadığından kullanılamamıştır.

1998 yılında firmanın yapmış olduğu güncelleme ile ilk FDPS kullanılmaya başlamıştır. İstanbul ACC/APP/TWR pozisyonlarına ilave olarak İzmir APP/TWR'a uzak FDP pozisyonu, Ankara ACC/APP/TWR'a ilave olarak da Antalya APP/TWR uzak FDP pozisyonu kurulmuştur.



Radar ekranına tam entegre olmayan FDPS çalışan kontrolörlerin iş yükünün azaltılmasında büyük fayda sağlamıştır. Bunlar kısaca:

- Daha önce telex cihazından çıkan uçuş planlarının kağıt striplere el ile yazılmasına gerek kalmamış, tüm uçuşlar FDPS ekranında yer aldığından strip printerden alınmıştır.
- Radar ekranında etiketin yanında hava araçlarının FIR çıkış noktası yada iniş meydanı bilgileri yer almaktaydı.
- Ankara ve İstanbul FDPS'ler arasında temel mesajları (ABI, ACT, LAM) içeren OLDI bağlantısı olduğundan İstanbul, İzmir, Ankara ve Antalya ATC'ler arasında trafik bilgilerinin akışı telefon bağlantısına gerek kalmadan otomatik olarak aktarılıyordu.
- Öncesinde SSR kodları manuel olarak kontrolör tarafından tahsis edilirken, sonrasında system tarafından trafiğin kategorisine göre otomatik olarak tahsis edilmeye başladı.
- Öncesinde kalkış yapacak bir hava aracının motor çalıştırma müsaadesi TWR tarafından ACC'den alınıp, sonra müsaade verilirken, sonrasında TWR çalıştırma isteyen hava aracının bilgisini FDPS'e girip SSR kodunu otomatik alıyor, APP ve ACC'ye strip dağılımı yapılıyordu.

2.4. SMART Sistemleri

DDS-80 sistemlerinin günün şartlarını karşılamaması, tüm Avrupa Hava Sahasında kullanılan STCA gibi emniyet ağlarının kurulamaması, bazı yedek malzemelerin piyasada bulunamaması gibi nedenlerle yeni bir modernizasyon ihtiyacı doğmuştur.

Bu kapsamda EUROCONTROL'den destek alınarak çalışmalara 1998 yılında başlanmıştır. Öncelikle ihtiyaçlar belirlenmiş, uzun vadeli planlamalar yapılmış ve şartname aşamasına 2003 yılında geçilebilmiştir.

Projeye mevcut radar kullanan ATC merkezlerine (İstanbul, Ankara, Ercan, İzmir, Dalaman ve Antalya ATC) ilave olarak Bodrum ATC de ilave edilmiştir.

Mevcut DDS-80 sistemlerinin ekonomik ömrünü doldurması, SMART Projesi içinde bir çok yeni fonksiyon, yeni bir sistem mimarisi ve inşaat işlerinin de olması gibi nedenlerle gecikme olabileceği öngörülmüş, öncelikli olarak ihtiyaç duyulan asgari fonksiyonları içeren Ara Modernizasyon Sisteminin tesis edilmesine karar verilmiştir.

Öncesinde radar sensörleri ve ATC sistemleri aynı üretici firmaya ait olması gerekirken, gelişen teknoloji ve ICAO gibi örgütlerin yeni kurallar koyması ile değişikliğe uğramıştır. Radar sensörlerinin çıkışlarındaki bilgiler standart hale getirilerek farklı üreticilerden temin yoluna gidilebilmesinin önü açılmıştır. Ayrıca ATC sistemlerindeki donanımın piyasadaki temin edilebilmesiyle hem yüksek kaliteli donanım kullanılmış hem de maliyetler önemli ölçüde azaltılmıştır.

2.4.1. Ara Modernizasyon Sistemi (2008-2014)

Radarlı hava trafik kontrol hizmeti sağlayan İstanbul, Ankara, İzmir, Antalya ve Dalaman ATC'lerde kontrol edilen hava sahaları aynı kalmak kaydı ile yeni donanım ve yazılım kurulmuştur.

İstanbul, Ankara ve İzmir ATC'lerde FDPS tesis edilmiş olup, Antalya ATC'de Ankara FDPS'e, Dalaman ATC'de İzmir FDPS'e entegre uzak FDPS'ler entegre edilmiştir.

Nihai SMART Sistemleri kuruluncaya kadar kullanılması planlandığından, üretici firmanın halihazırda elinde olan fonksiyonları içeren bir system olmasına özen gösterilmiştir.

Emniyet Ağları (özellikle STCA) kullanılmaya başlanmıştır.

SMART Sistemlerinde de kullanılacak yeni donanım (Server, 2Kx2K ekranlar vb.) kullanılmıştır.





Ara Modernizasyon Ankara ACC

Eski sistemlerinden yeni sistemlere geçiş öncesi tüm personele eğitimler verilmiş, bir geçiş planı hazırlanmıştır. Geçiş planına göre eski ve yeni sistemler faal tutulmuş, herhangi bir sıkıntı olduğunda eski sistemlere dönüş yapılmış ve süreç sonunda Ara Modernizasyon sistemleri operasyonel olarak kullanılmaya başlamıştır.

2.4.2. SMART Sistemleri (2014 -)

Proje kapsamında Ankara, İstanbul Atatürk, İzmir, Dalaman ve Ercan'a (KKTC) yeni hava trafik kontrol merkezi binaları inşaa edilmiş olup, ayrıca İstanbul Atatürk ve Ercan'a yeni kontrol kuleleri yapılmıştır.



Türkiye Hava Trafik Kontrol Merkezi

Tüm Türk Hava Sahasında (KKTC Hava Sahası hariç) ACC hizmeti Ankara ACC tarafından sağlanmaya başlamış, İstanbul, İzmir, Antalya, Dalaman ve Milas/Bodrum ATC'ler FL235 altında APP hizmeti sağlamaya başlamıştır.

Hava trafik kontrol hizmetinin kesintisiz olarak sağlanabilmesini teminen, herhangi bir ATC merkezinde hizmetin sağlanmasını engelleyen bir durum (yangın, deprem vb.) olduğunda, o ATC'nin hava sahasındaki trafiklere yedek ATC tarafından hizmet sağlanmasını amaçlayan Contingency yapı oluşturuldu.

Bu kapsamda Ankara ACC'nin sorumluluk sahası İstanbul, İzmir ve Antalya ATC'ler tarafından İzmir, İstanbul ve Antalya APP'lerin sorumluluk sahası Ankara ACC tarafından Dalaman ve Bodrum APP'lerin sorumluluk sahası da İzmir tarafından hizmet verilebilecek şekilde sistem mimarisi hazırlandı.

Ankara ACC'de merkezi, İstanbul APP'de de yedek FDPS kuruldu. FDPS'lerden herhangi birisinde teknik bir arıza olduğunda diğer FDPS anında devreye girecek şekilde yapılandırıldı.



Merkezi Ankara ACC

EUROCONTROL tarafından üye ülkelerin kullanımına sunulan ve ihtiyaçlar doğrultusunda yazılımı güncellenen ARTAS *tracker* yine Ankara ACC ile İstanbul APP'ye tesis edildi ve operasyonel olarak tüm radarlı ATC ünitelerinde kullanılmaya başladı.

Proje kapsamındaki ATC ünitelerinde ayrıca lokal *tracker* yedek olarak tesis edildi. ARTAS sistemlerinde herhangi bir Teknik problem olduğunda lokal *tracker*lar devreye girecek şekilde yapılandırıldı.

İleriki bölümlerde ayrıntılı olarak anlatılan Emniyet Ağları (STCA, MSAW, APW ve APM) tesis edildi.

ACC sektörleri için MTCD tesis edildi. MONA tesis edildi.

APP sektörleri için *basic* AMAN tesis edildi. Sonrasında İstanbul APP için ayrı bir AMAN/DMAN temin edilmiştir.

ATC merkezlerine ilave olarak, tüm radar sensörleri ve haberleşme istasyonları büyük bir ağ yapısıyla birbirine entegre edildi. Ayrıca bu ağ yapısında oluşabilecek herhangi bir kesinti durumunda uydu (VSAT) ile yedek ağ yapısı kullanılmaya başlandı.

SMART Sistemleri donanım ve yazılım olarak geliştirilmeye açık olduğundan ihtiyaca binaen yenilikler sisteme entegre edilmeye devam etmektedir.

3. Hava Trafik Hizmetlerinde Radarın Kullanımı

3.1. Giriş

3.1.1. Hava trafik kontrol (ATC) sistemleri dünya çapında geliştikçe, radar hava trafik kontrolörleri tarafından emniyetli, düzenli ve hızlı bir hava trafiği akışı sağlamada kullanılan en önemli araçlardan biri haline gelmiştir. Bu amaçla havacılıkta kullanılan radar türleri birincil gözetim radarı (PSR) ve ikincil gözetim radarı (SSR) 'dir.

3.1.2. ATC radarı, en basit haliyle kontrolöre, yer tabanlı gözetim radar tesisinin görüş alanı içinde hava aracından yansıyan tüm radar yansımalarının *display* üzerinde görsel bir gösterge sağlar. Bu radar türü Birincil Gözetim Radarı (PSR) olarak bilinir. Kontrolöre sunulan ekran, görüş açısı dahilinde ve yer ekipmanının konumu ile ilgili olarak ve bilgilerin periyodik olarak yenilenmesi nedeniyle, hava araçları dahil yansıtıcı nesnelerin menzili ve istikameti hakkında bilgi sağlayarak hava aracının yatay düzlemdeki ilerlemesini gösterir.

3.2. Birincil Gözetim Radarı (PSR)

3.2.1. Sivil havacılıkta kullanılan PSR türü iki kategoriye ayrılabilir; terminal gözetim radarları 60 NM ve *en-route* gözetim radarları 100 NM daha fazla.

- **Terminal Gözetleme Radarı**, bir veya daha fazla yakın havaalanının çevresinde nispeten kısa mesafeli kapsama sağlamak ve terminal kontrol alanındaki (TMA) trafiğin hızlı bir şekilde idare edilmesine yardımcı olmak için tasarlanmıştır. Aletli yaklaşımlarda yardımcı olarak da kullanılabilir.

- **En-Route Gözetim Radarı**, öncelikle hava aracı konumları ve uzak mesafelerin taranması amacıyla tasarlanmış uzun menzilli bir radar sistemidir. Ülkemizde *en-route* amaçlı PSR radarı kullanılmamaktadır.



Terminal PSR 60 NM



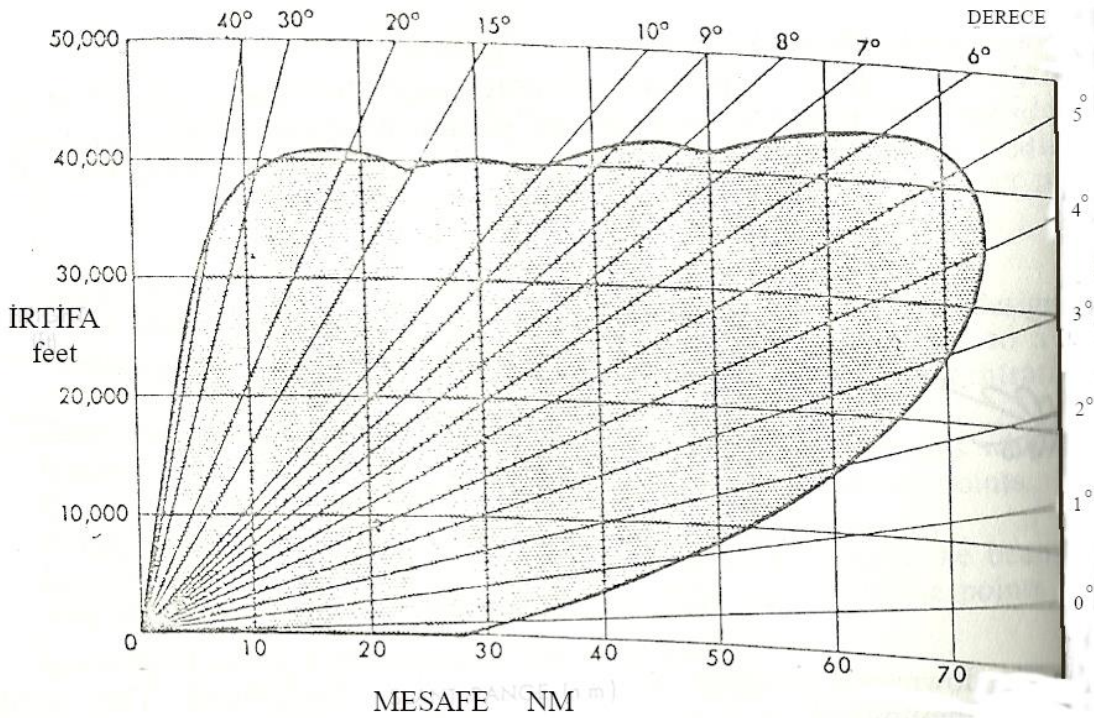
En-route PSR yaklaşık 200 NM

3.2.2. ATC radar ekipmanının kullanımındaki ilk aşama, trafik yoğunluğunun ve karmaşıklığının çözümünde PSR, ATC'nin ayrılmaz bir parçası olarak kullanılmaya başlamıştır. Yaklaşma kontrol üniteleri genellikle bu tür ekipmanların en çok kullanıldığı yerlerdir.

3.2.3. Hem terminal hem de en-route radar için gereklilikler, tek bir tip radar ekipmanı tarafından karşılanabilir.

3.2.4. PSR kullanımında bazı önemli limitler vardır. Bunlardan bazıları aşağıda özetlenmiştir:

- Atmosferik yada teknik nedenlerle sahte hedefler oluşabilmektedir,
- Hava araçlarının tanımlanması, hem kontrolör hem de pilot için zorluklar içermektedir,
- Hava araçlarının tanımını devam ettirmek kontrolör için genellikle zordur,
- Radar kontrolünün bir kontrolörden diğerine ve bir ATC ünitesinden diğerine aktarılması genellikle arzu edilen kadar basit değildir,
- Durum ekranı bazen aşırı miktarda istenmeyen radar ekosu gösterir çünkü PSR menzilineki tüm yansıtıcı nesnelere yansıma alır.



İrtifa ve menzile göre PSR kaplama diyagramı

3.3. İkincil Gözetim Radarı (SSR)

3.3.1. Birincil gözetim radarında yaşanan bir takım sıkıntıları çözmek ve ilave fonksiyonları elde etmek için İkincil Gözetim Radarı (SSR) geliştirilmiştir.

3.3.2. İkincil Gözetim Radarı (SSR), yerdeki sorgulayıcı sistem ve hava aracındaki cevaplayıcı (*transponder*) cihazından oluşur. Sorgulayıcı genelde PSR ile birlikte kullanılır, böylece PSR ve SSR tarafından elde edilen hedefler kontrolörün durum ekranında aynı anda sunulur ve normalde tek bir hedef olarak görüntülenir.

3.3.3. PSR'da yerden gönderilen sinyallerin hedeften yansırarak geri dönmesi ile tespit edilen hava araçları, SSR kullanımında yer istasyonundan gönderilen sorgulama sinyalleri hava aracında bulunan *transponder* tarafından cevaplanmasıyla tespit edilmektedir. Bu temel fark SSR kullanan kontrolörlere ve pilotlara çeşitli avantajlar sunar. Bu avantajlar aşağıda özetlenmiştir:

- Normal olarak, hava aracı boyutuna veya sunduğu yansıma alanına bakılmaksızın daha daha uzak mesafelerde tespit edilebilir. SSR, sorgulama ve cevap sinyalleri için farklı frekanslar kullanıldığı için arazi ve yağıştan PSR kadar etkilenmez. Böylece *transponder* donanımlı hava araçları yoğun yağış ve maniaların olduğu bölgelerde PSR'a göre daha emniyetli şekilde takip edilebilir.



• Hava aracı, pozisyon bilgileri veya tanımlama manevraları yerine, her hava aracı için ayrı bir *transponder* kodu kullanılarak tanımlandığından, en az radyo-telefon muhaberesi ile hızlı bir şekilde tanımlanabilir. Ayrıca SSR sistemleri pilotlara özel uçuş durumlarını kontrolöre iletme yeteneği sağlar. Bu amaçla, dört basamaklı 7500, 7600 ve 7700 kodları uluslararası olarak şu şekilde ayrılmıştır: **kanunsuz girişim**, **radyo kaybı** ve **acil durum**. Kontrolör durum ekranında bu kodlardan herhangi biri oluştuğunda sistemin yapısına bağlı olarak, hava aracının durumunu açık olarak gösteren alarm görüntülenir.

3.3.4. PSR'da olduğu gibi, bazı limitler SSR kullanımını da etkiler. SSR şiddetli hava olaylarını göstermez. Yansımalar meydana gelerek yanlış konum bilgisine yol açabilir veya iki hava aracı birbirine yakın uçtuğunda *garbling*'e neden olabilir. Birçok SSR yer istasyonu aynı hava aracına sorgulama yaptığında *transponder*'de aşırı sorgulama meydana gelebilir.



SSR anteni



SSR ve PSR birlikte

3.4. Elektromanyetik Radyasyon ve Radar

3.4.1. **Radar**, elektromanyetik radyasyonun iletimi ve alımına dayanan birçok yüksek teknoloji ürünü cihazdan sadece biridir. Diğerleri arasında röntgen makineleri, kasları ısıtmak için fizyoterapide kullanılan mikrodalga cihazları, televizyon, radyo ve mikrodalga fırınlar sayılabilir.

3.4.2. İletilen elektromanyetik radyasyonun hızı tüm bu durumlarda aynıdır, saniyede yaklaşık 300.000.000 metre (ışık hızı), ancak elektromanyetik dalgaların özellikleri dalga boylarına göre değişir. Bu tür yaygın kullanıma izin veren bu farklı özelliklerdir.



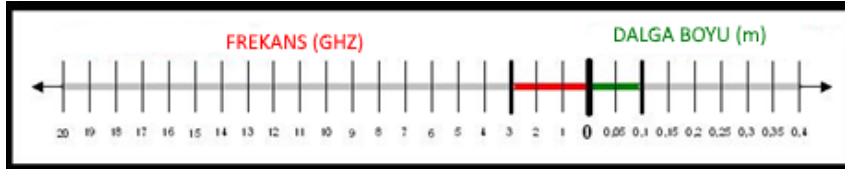
Dalga boyu ve frekans

3.4.3. Çok daha kısa bir dalga boyuna sahip olan x-ışınlarının delici etkisine kıyasla, Radar dalgaları daha az nüfuz eder ve enerjileri bir nesneye çarparken daha fazla yansıtılır.

3.5. Dalgaboyu ve Frekans

3.5.1. Elektromanyetik radyasyon, bir *osilatör*⁶ tarafından üretilen elektrik ve manyetik alanlarda karışıklık yaratarak üretilir. Normalde sinüs eğrisi ile gösterilir. Eğrideki benzer ve birbirini takip eden iki nokta arasındaki mesafe, **dalga boyu** olarak bilinir. Dalgaboyu dalga üzerinde birbirini izleyen iki noktayı ifade eder.

3.5.2. **Frekans** ise belirli bir zaman içindeki dalga boyunun tekrar sayısıdır; normalde Hertz cinsinden ölçülür. 1 Hertz, saniyede 1 dalga boyunun tekrarına eşittir ve bu nedenle 1 Megahertz, saniyede 1 milyon dalga boyunun tekrarına eşittir.



3.5.3. Elektromanyetik radyasyonun hızı sabit olduğundan, bir elektromanyetik dalganın uzunluğu ve iletim frekansı hassas bir şekilde ilişkilidir.

Dalga boyu, Frekans ile ters orantılıdır.
(Frekanstaki artış - Dalga Boyunda azalma)

3.5.4. Hava aracının elektromanyetik dalgalar tarafından algılanması, belirli frekans bantları içinde iletilen belirli bir dalga boyuna sahip dalgaları gerektirir.

3.6. Spectrumun Temelleri

3.6.1. Elektromanyetik radyasyon spektrumu, neredeyse sonsuz küçük dalga boylarının radyasyonundan birkaç kilometrelik dalga boylarına kadar uzanır. Radyasyonun özellikleri bu dalga boylarına göre değişir.

- **Kozmik ışınlar**, güneş gibi yıldız nesnelere kaynaklanan yüksek hızlı parçacıklardır. Ancak, çoğu güneş sistemimizin dışındaki kaynaklardan gelir ve **galaktik kozmik ışınlar** olarak bilinir

- **Gamma ışınları**, x-ışınları ile aynı yapıda, ancak daha kısa dalga boyuna sahip elektromanyetik radyasyona nüfuz eder. Gama ışınları radyoaktif ayrışma sırasında atom çekirdeğinden kaynaklanır

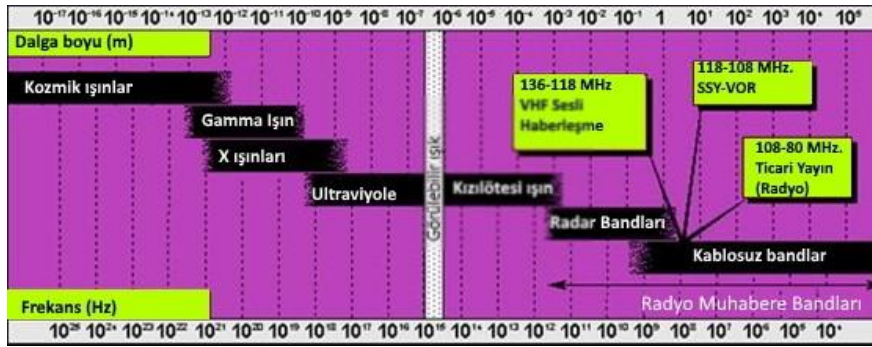
⁶ **Osilatör** (Salıngaç) belli frekanslarda kare, sinüs, üçgen veya testere dişi biçiminde sinyal üretmeye yarayan, geri beslemeli amplifikatör (yükseltici) lerdir. Diğer bir deyişle kendi kendine sinyal üretebilen elektronik bir elemandır.

Bir osilatör çıkış sinyalinden aldığı sinyali kendi sinyali yapan bir yükselticidir. Osilatör ilk çalıştırıldığında frekans belirleyici devredeki bir akım dalgası istenilen osilasyon frekansında devre karşısında bir gerilim indükler (elektrik akımı oluşturur). Bu gerilimin bir kısmı devre uçlarına tekrar uygulanır ve devrenin karşısında görülecek şekilde yükseltilir. Aynı işlem defalarca yapılarak istenilen seviyeye ulaşılmış olunur.

Osilatörler televizyon, radyo, telsiz, AM alıcı ve vericiler, FM alıcı ve vericiler gibi sistemlerde; genel olarak elektronik haberleşme sistemlerinde ve otomasyon sistemlerinde yaygın biçimde kullanılmaktadır. Kullanım amacı üzerinde durmak gerekirse; komplike sistemlerde elemanlar görevlerini yerine getirebilmek için değişik tipte sinyallere ihtiyaç duyarlar, örneğin bir mikrodenetleyicinin yazılmış olan programı yürütebilmesi için bir kare dalga (clock darbesi) sinyal ile tetiklenmesi gerekmektedir. Yani en genel ifadeyle osilatörde amaç istenilen yerde istenilen miktarda ve istenilen türden sinyalin üretilmesini sağlamak ve elemanların ihtiyaçlarını gidermektir.



- **X-ışınları**, yüklü parçacıkların yavaşlaması veya elektronların atomlardaki geçişi ile üretilen kısa dalga boylarının elektromanyetik radyasyonudur.
- **Mor ötesi ya da ultraviyole ışın**, dalga boyu 100 ile 400 nm (nanometre) arasındaki ışına denir. Gözümüz, 400 ile 700 nm dalga boyları arasına duyarlıdır ve bunun dışındaki ışınımı algılayamaz. Görebildiğimiz en küçük dalga boylu ışınımı mor olarak algıladığımızdan, bundan daha küçük dalgaboyuna sahip olan ışına "morötesi ışınım" adı verilir.
- **Işık**, insan gözü tarafından tespit edilebilen 40 ila 70 mikrometre dalga boyuna sahip elektromanyetik radyasyondur.
- **Kızıl ötesi radyasyon**, uzun dalga boyundan veya görünür ışık aralığının kırmızı ucundan mikrodalga aralığına kadar uzanır. İnsan gözü tarafından görülmez, ancak ciltte sıcak bir his olarak algılanabilir.



Işınlar

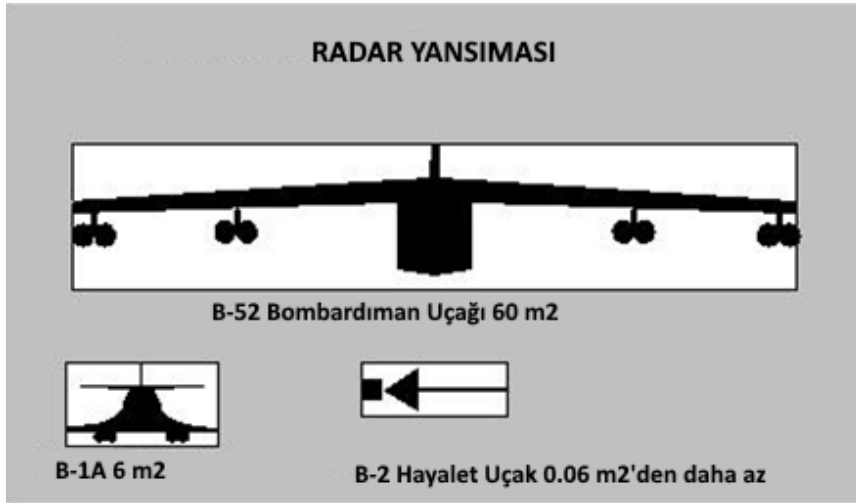
3.6.2. Radar bandı radyo iletişim bandının üst kısmında bulunur. Radar mikrodalga bölgesinde **400 MHz** ila **40 GHz** arasında değişen frekanslarda çalışır, Bir gigahertz saniyede 1 milyar döngüdür.

3.6.3. Aslında, özel radar uygulamalarında kızılötesi ve kablosuz bantlardaki frekanslar kullanılmasına rağmen, ATC uygulamaları için tipik aralık 1 ila 4 GHz arasındadır.

3.6.4. ATC'de radarlar tarafından kullanılan tipik dalgaboyu aralığı 10 ila 30 cm arasındadır.

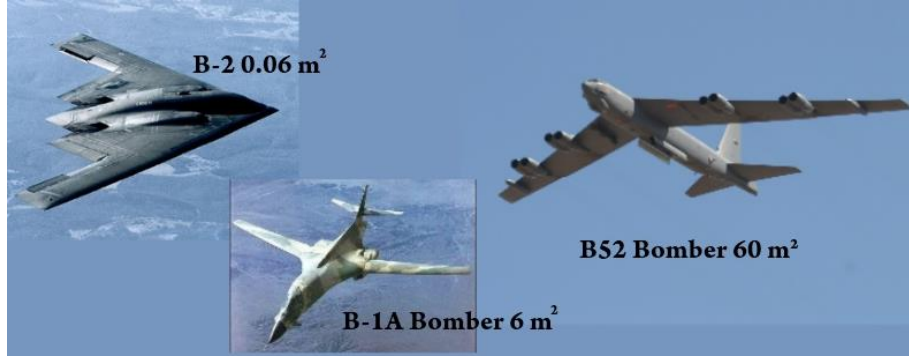
3.7. Elektromanyetik Radyasyonun Özellikleri

3.7.1. Belli frekanslarda elektromanyetik enerji, mümkün olduğunca ihtiyaç duyulan yansımayı sağlayarak radarın çalışabilmesini sağlar. Bazı maddeler (metal yüzeyler gibi) büyük miktarda enerjiyi yansıtırken, bazıları onu emme eğilimindedir, modern askeri uçak tasarımı kısmen bu mantığa dayanmaktadır. (Hayalet Uçak)



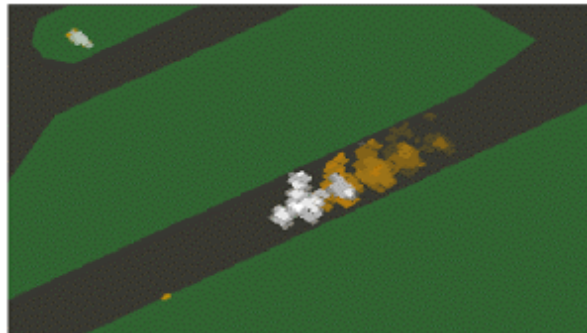
Bazı askeri hava araçlarının yansımaya yüzeyi büyüklüğü

3.7.2. Bir hava aracının boyutu, şekli ve kullanılan malzeme yansıtılan enerji miktarını belirler ve ayrıca radar enerjisine maruz kalan bir hedefin yüzeyinin miktarı, uçağın radar istasyonuna göre uçuş açısına göre değişebilir.



Bir B-52 ağır bombardıman uçağının yansımaya verdiği yüzeyin boyutu yaklaşık 60 m² iken B-1A uçağının yaklaşık 6 m²'dir. Hayalet uçak diye anılan B-2 uçağının ise yüzeyindeki keskin yapı nedeniyle yansımaya yüzeyi 0.06 m²'dir.

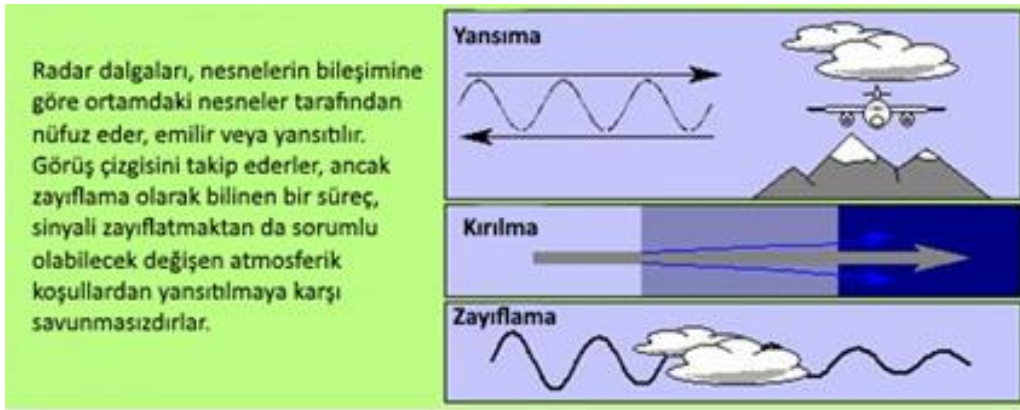
3.7.3. Bir hedefin boyutu, düşük çözünürlük nedeniyle tipik aralıkları 60 ila 200 NM arasında olan en-route veya terminal kontrol amacıyla kullanılan uzun menzilli radar tarafından tespit edilemez. Birkaç mil ile sınırlandırılmış bir havaalanı üzerindeki yer hareketlerinin izlenmesi için, yüksek frekanslarda çalışan yüksek çözünürlüklü radar (SMR vb) kullanılır. Bu durumda, bir nesnenin gerçek boyutu ve hatta şekli tespit edilebilir.



SMR'da yerdeki hava aracının ayrıntıları

3.7.4. Elektromanyetik dalgalar tarafından alınan manevra çizgisi, dalga boyuna veya frekansına bağlıdır. Radyo iletişim bandının alt aralığındaki dalgalar, örneğin uzun dalga bandı, kırılma ve yer kürenin eğriliğini takip etme eğilimine sahiptir ve ayrıca orta ve kısa dalga bantlarında olduğu gibi, iyonosferden geri yansır. UHF ve VHF gibi daha yüksek frekanslarda radar bantındakiler

dahil olmak üzere, düz bir hattı (*line of sight*) takip eder. Bununla birlikte, değişen atmosferik koşullar, radar dalgalarının hafif bir kırılmasına, küçük bir eğime yol açma eğilimindedir.



Elektromanyetik radyasyon ve radar dalgalarının temel özellikleri

3.7.5. Elektromanyetik enerjinin gücü veya genişliği, bir vakum içinde sabit kalacaktır; bununla birlikte, nem gibi çevresel faktörler sinyal gücünün zayıflamasına neden olur. Sinüs eğrisinde bu eğrinin yüksekliğine yansır.

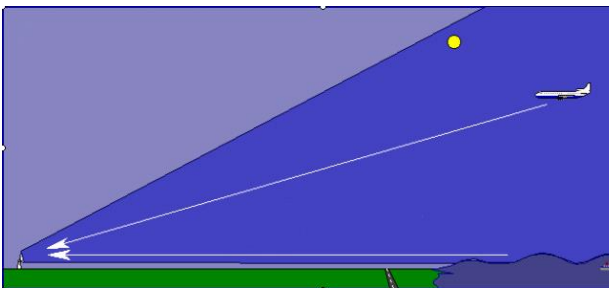
3.7.6. Daha iyi bir çözünürlük sağlayacağından, radarda kızılötesi banda yakın daha yüksek frekansların kullanılması tercih edilir. Ancak bu durum radyasyon ortamdaki zayıflatıcı faktörlere karşı daha savunmasızdır. Bu nedenle, bu bandın kullanımı havaalanlarında yüzey gözetiminde kullanılan radar sistemleri ile sınırlıdır. *En-route* veya terminal radarı için seçilen dalga boylarının daha uzun olması gerekir, çünkü bu onları zayıflatıcı faktörlere karşı daha az etkiler.

3.7.7. Bir radar sisteminin frekans seçimi, sistemin gerekli aralığına ve zayıflamanın farklı frekansların radar enerjisi üzerindeki etkisine dayanan bir mühendislik seçimidir.

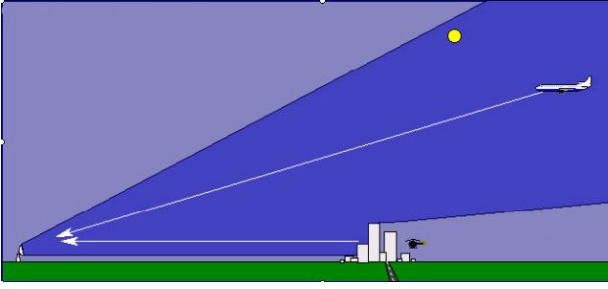
3.8. Çevrenin Elektromanyetik Radyasyon Üzerindeki Etkisi

3.8.1. Elektromanyetik dalgalar yansırma, kırılma ve zayıflamaya maruz kalır. Bu nedenle ortamdaki nesnelere veya atmosferik koşullardan kaynaklanan etkiler oluşur.

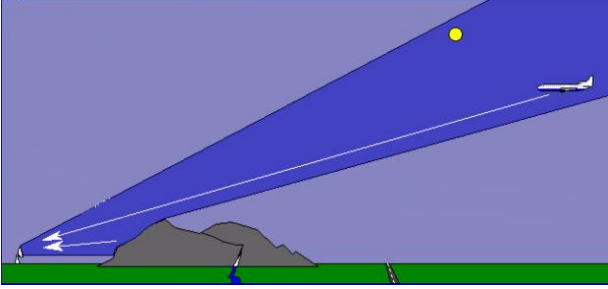
3.8.2. Fiziksel engellerin veya problem çıkartan kaynaklarının bulunmadığı mükemmel bir ortamda bile, dünyanın iyonosferinin davranışı nedeniyle gece ve gündüz arasındaki davranışlarında farklılıklar bulunmaktadır. Bu tür farklılıkların bir radar kurulumunun menzili ve kaverajı üzerinde bir etkisi olmaktadır. Daha da önemlisi, çevrede, hava araçlarının yanı sıra, elektromanyetik enerjiyi yansıtabilen birçok nesne bulunmaktadır ve ilave olarak, sinyal zayıflamasına neden olabilecek başka elektromanyetik enerji kaynakları da vardır:



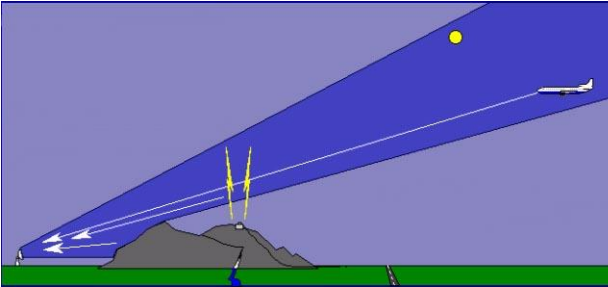
- Denizdeki **yüksek dalgalar** radar enerjisini yansıtabilir ve istenmeyen clutterların (manialar) oluşmasına neden olabilir. Böyle bir durumda clutter, aynı bölgedeki hava aracından gelen yansımaların belirgin bir şekilde görüntülenmesini engelleyebilir.



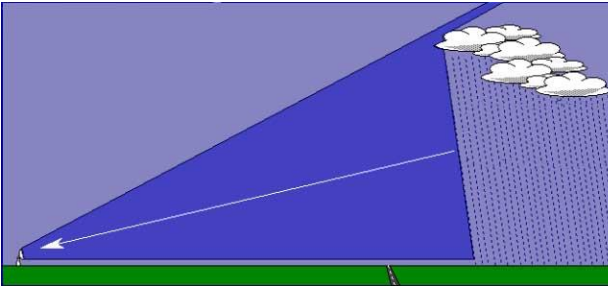
- **Yüksek binalar**, hatta büyük vinçler radar dalgalarının yayılmasını engeller ve istenmeyen clutter'ların oluşmasına neden olur.



- Doğal fiziksel nesnelere de, radar dalgalarının hava sahasının belli bölgelerine ulaşmasını engeller. **Dağlar** ve **ormanlar** rahatsızlık kaynağı olabilir.



- **Kuvvet santralleri** gibi endüstri yerleşkeleri de, radar dalgalarının sağlıklı olarak yayılmasını engeller.



- Yüksek miktarda su içeren, özellikle **cumulonimbus**⁷ bulutları radar dalgalarının yansımaya neden olarak clutter oluşmasına neden olur. Ayrıca yoğun kar, dolu ve yağmur radar dalgalarının gücünü kaybetmesine neden olabilir.

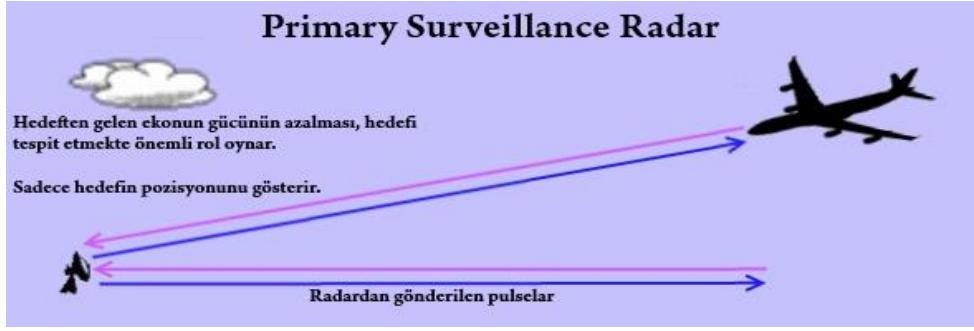
3.9. PSR ve SSR'a Giriş

ATC tarafından kullanılan iki radar sistemi vardır - **Birincil Gözetleme Radarı (PSR)** ve **İkincil Gözetleme Radarı (SSR)**.

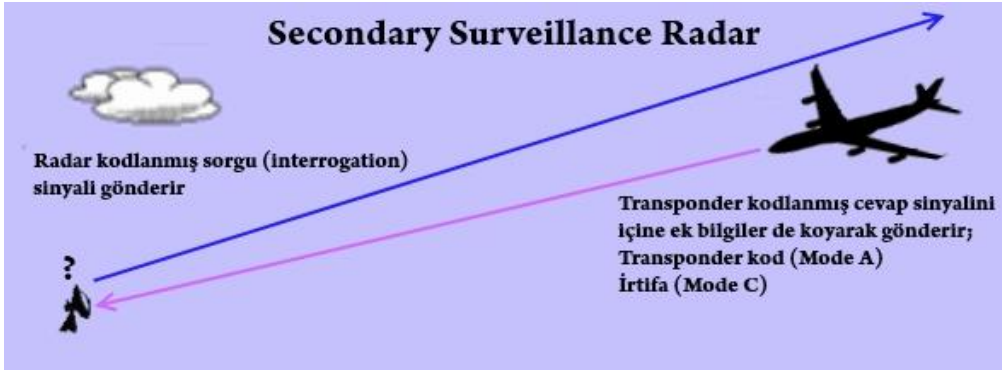
3.9.1. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra radar teknolojisinin geliştirilmesi zorunlu bir duruma gelmiştir. Bunun nedeni, PSR'in sadece hedeflerin pozisyonunu göstermesidir. Artan hava trafiğine paralel olarak, hava trafik kontrolörleri tarafından çok sayıda hava aracının tanımını muhafaza etmek çok büyük bir problem durumuna gelmiştir. Durum ekranında, hedeflerin pozisyonuna ilave olarak, daha fazla bilgiye ihtiyaç duyulmaya başlanmış, bunun sonucunda SSR sistemi geliştirilmiştir.

⁷ Bu tip kaynaklarının etkisi, bir dizi filtreleme tekniği kullanılarak veya iletilen enerjiyi manipüle ederek verimli bir şekilde azaltılabilir.





3.9.2. SSR sistemi, radar tarafından gönderilen sorgulamanın, hava aracındaki *transponder* tarafından cevaplanması mantığı ile çalışır. *Transponder* tarafından, kimlik bilgisine ilave olarak irtifa bilgisi gönderilir⁸. SSR sistemlerinde (Mode-S) ilave çok sayıda bilgi gönderilmesi mümkündür.



3.9.3. **SSR sistemi**, PSR yerine geçmek üzere değil, tamamlayıcı olacak şekilde geliştirilmektedir. PSR'in konum belirleme özelliği; hava aracındaki cihazın sağlıklı çalışmasına bağlı olarak çalışan SSR'a göre daha gelişmiştir. Pratik olarak, PSR ve SSR'ın birlikte kullanıldığı yerlerde daha emniyetli hizmet verilebilir.

3.10. Radar Nasıl Çalışır?

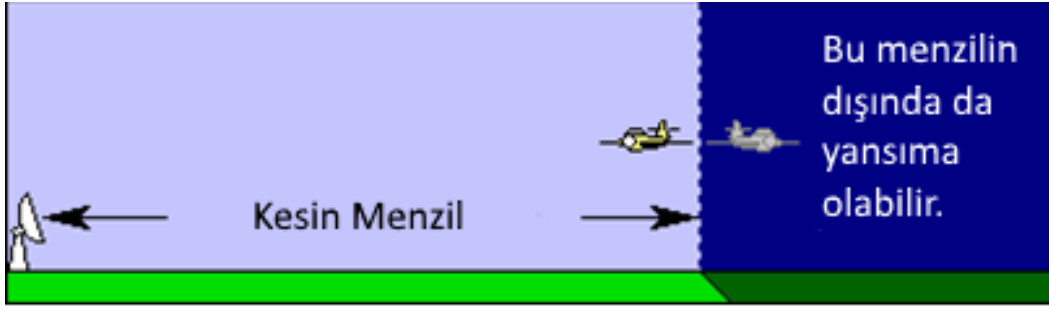
3.10.1. ATC'de kullanılan radar tipine **darbe (pulse) radarı** denir. Enerji, aralarda darbelerle gönderilir, bu iki gönderim arasında radar sinyallerini "dinler". Bunlar, bir PSR sistemindeki bir hedeften yansıyan sinyal veya bir SSR sistemindeki bir transponderden gelen cevap şeklindedir.

3.10.2. *Pulse*'in gönderimi sonrasında radar vericisi kapanır ve alıcı açılır. Bu, radarın transponderlerden gelen cevaplama veya yansıyıp geri dönen sinyalleri beklediği "dinleme" dönemidir. Tam bir iletim ve alım döngüsü **Pulse Tekrar Aralığı (PRI)** olarak bilinir ve PRI'nin süresi dolduğunda radar tekrar pulse gönderir.

3.11. PRI, Kesin Menzil ve PRF

3.11.1. Gönderilen pulse'ın süresi birkaç mikrosaniyedir. Gönderilen pulse'lar arasındaki zamanı belirlemek için, bir radarın teknik maksimum mesafe, kesin menzili belirlenmesi gerekir. Bu oldukça basit bir şekilde tanımlanabilir: Bir radar sisteminin kesin menzili, bir hedeften yansıyan ekonun yada transponderden gelen cevap sinyalinin radar istasyonuna ulaşması için gereken maksimum zamana eşittir.

⁸ Durum ekranında takip edilen **yer sürati**, radar sistemi tarafından hedefin önceki pozisyonları dikkate alınarak hesaplanır. Hava aracının pozisyonu ise yansıyan sinyalin (PSR'da) yada cevaplama sinyalinin (SSR'da) anten merkezine ulaştığı zamana göre **mesafesi**, antenin o anki yönüne göre de **istikameti** belirlenir.



Bir sistemin kesin menzili, tasarımına ve amaçlanan ihtiyaca bağlı olacaktır.

3.11.2. Kesin menzili bilerek, radarın cevapları dinlemesi gereken süre belirlenebilir. Bu periyot, bir elektromanyetik pulse'ın radar başından açık aralığa ve tekrar geriye dönmesi için geçen süreye eşittir. Periyot, pulse tekrar aralığı (PRI) olarak adlandırılır.

3.11.3. Tipik bir PRI 2 milisaniyedir, bu süre zarfında elektromanyetik enerji toplam 320 NM mesafe kat edecektir. Bu durum, anten merkezine 160NM'lık mesafedeki bir hedeften yansıyan bir ekonun yada cevaplama sinyalinin ulaşması anlamına gelmektedir.

3.11.4. Pulse tekrar frekansı (PRF) saniyede gönderilen pulse sayısıdır.

PRI 2 milisani ise PRF 500 olacaktır.

Kesin menzil daha kısaysa, PRI daha kısa ve PRF daha yüksek olacaktır.

Bu durumda:

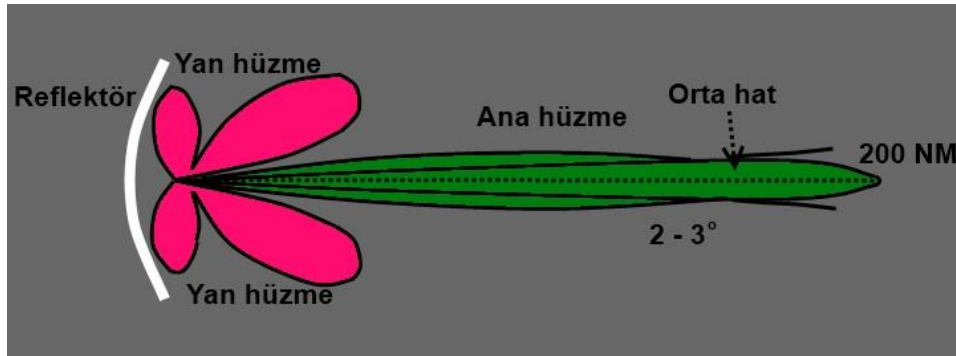
TERMİNAL RADARI - Kısa Mesafe / Kısa PRI / Yüksek PRF

EN-ROUTE RADARI - Uzun Mesafe / Uzun PRI / Düşük PRF

3.12. Ana Hüzme Ve Yan Hüzmeler

3.12.1. Verici tarafından üretilen **elektromanyetik enerji**, reflektöre gönderilerek yayılması sağlanır. Hedeflerin gerçek pozisyonunu belirleyebilmek için, yayılan enerjinin yatay yönünü kontrol etmek gerekir. Bu nedenle, reflektör, enerjiyi ana hüzme (*main lobe*) olarak bilinen dar bir enerji ile 2 ila 3 derece yatay açı ile oluşturmak için tasarlanmıştır. Bu açığa **radar hüzme genişliği** denir.

3.12.2. Ana hüzmenin merkez hattına orta hat (*boresight*) denir ve enerjinin baskın kısmı boyunca gönderilir. Her ne kadar enerji ideal olarak ana hüzmede odaklanması gerekse de, bu pratikte imkansızdır ve bir kısmı diğer yönlerde yatay olarak dağılmıştır. Bu istenmeyen enerji alanlarına **yan hüzmeler**⁹ denir.



Ana hüzme ve yan hüzmeler

⁹ Antene yakın bir hedef yan hüzmeler içerisinde yer alıyorsa, radar o hedefi yanlış yerde konumlandırabilir. Yan hüzmelerin ortadan kaldırılması mümkün olmamakla beraber, mümkün olduğunca boyutlarının küçük tutulması gerekmektedir.

3.13. Anten Dönüş Hızı Ve Etkileri

3.13.1. Anten, hüzmelerin gönderimi ve alımı esnasında dönüş yaptığı için, alınan yansımalar, hedefleri az da olsa farklı yerlerde gösterir.

3.13.2. Örneğin 10 RPM (*Rotation Per Minute*) dönüş hızı olan bir antede PRI=2 msn olduğunda, anten 1 dk'da 10 dönüş yapar. 1 sn'de 60 derece ya da 1 msn'de 0.06 derece döner. Sonuç olarak; istikamette (azimuth) ortalama 0.1 derecelik fark oluşur. Ancak bu sapma tüm hedefler için söz konusu olduğundan, hava araçları arasındaki ayırma değerleri etkilenmez.

3.13.3. Radar antenlerinin dönüş hızları tarayacağı alana göre ayarlanır. Büyük bir saha (200-250 NM) taranacaksa anten yavaş dönmeli, küçük bir saha taranıyorsa (60-80 NM) anten daha hızlı dönmelidir.

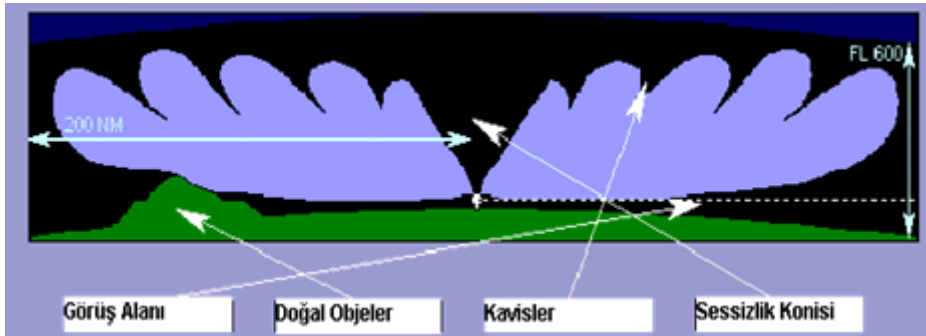
- 50-60 NM'lik alanı tarayan antenin hızı = 12-15 RPM
- 200-220 NM'lik alanı tarayan antenin hızı = 6-7 RPM¹⁰

3.14. Radar Kaverajı - Hizmet Limiti

3.14.1. Tek bir radar kurulumunun optimum hizmet limiti, yaklaşık 200 NM'lik bir yarıçapla dikey olarak yaklaşık 60.000 ft'ye uzanan düz bir silindir şeklinde bir alanı kapsamak olacaktır. Birkaç nedenden dolayı bu durum tam olarak mümkün olamamaktadır.

3.14.2. Yatay enerji görüş hattını takip eder. Dünyanın yapısı küresel bir şekilde olduğundan, radar kapsama alanının alt limiti vericiden uzaklaştıkça yukarı doğru uzanır. Etraftaki nesnelere istenen kapsama alanlarını gölgeleyebilir.

3.14.3. Diğer bir sınırlama, radar istasyonunun hemen üzerindeki alanı (**sessizlik konisi**) kapsamamasıdır. Dikey kapsama, antenin boyutuna ve anten eğimine (**tilt açısı**) bağlıdır. Kapsamayan alan daha yüksek rakımla daha büyük olacaktır.



Radar pulselerini etkileyen faktörler

3.14.4. Diğer bir limit, radar sinyalinden gelen enerjinin yer yüzeyinden yansıması nedeniyle, doğrudan sinyal ve dolaylı enerji arasındaki karışmadan kaynaklanmaktadır.

3.14.5. Doğrudan sinyal ile yansıyan sinyal birbirine karışırsa ve sinyal dalgaları fazın 180° dışındaysa, bu durum enerjinin tamamen zayıfladığı anlamına gelir. Sinyal dalgaları "eş fazdaysa", daha iyi kapsama alanı sağlayan daha güçlü bir sinyal oluşturmak için sinyal gücü birleştirilir. Bu durum "loblama" olarak adlandırılır ve her iki radar sistemi için ortak olan bir sorundur, ancak özellikle SSR için kritiktir. PSR'da, genellikle kullanılan antenin daha büyük boyutu nedeniyle, radar sinyalini şekillendirmek daha kolaydır, boyut olarak daha küçük SSR antenlerinde daha fazla yansımaya oluşturur.

¹⁰ Bir radar anteninin hızı 12 RPM ise, o hedef hakkında 1 dk içerisinde 12 kez pozisyon bilgisi alabiliriz. Bu dönüşler arasında radar anteni hüzmeyi (pulse) belli bir aralıkla gönderir.





Birden çok antenle artırılan radar kaverajı

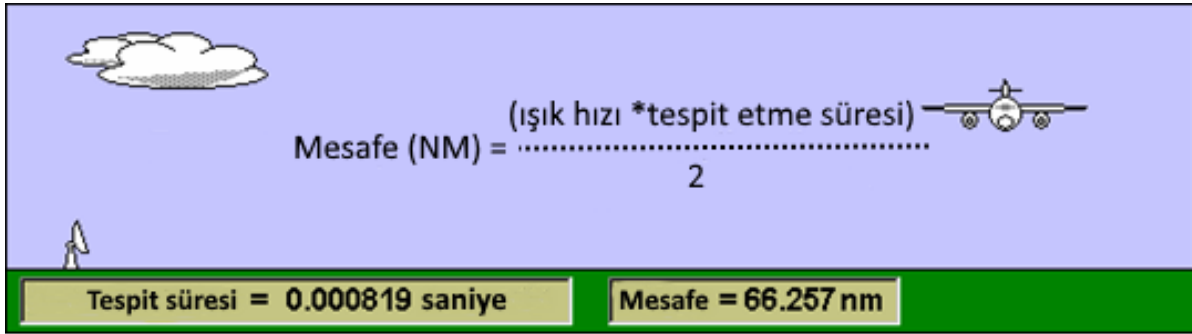
3.14.6. Çoklu radar kaverajı, aynı operasyon alanı için birden fazla radar istasyonundan gelen bilgilerin kullanılması anlamına gelir. Daha önceki teknikler birden fazla kaynaktan bilgiyi birleştiremezdi. Her radar istasyonu için belirli bir alan tanımlamak gerekiyordu. Bu mozaik tekniği olarak bilinir ve bazı ülkelerde hala kullanılmaktadır. Bununla birlikte, artık konumu birden fazla radar kaynağından veriler kullanılarak belirlenmiş hedefleri görüntülemek de mümkündür. Bu teknik çok radarlı izleme (MRT_ *Multi Radar Tracking*) olarak bilinir. Avantajları:

- Radar antenleri üzerindeki sessizlik konisini yok eder.
- Bir antenin kapsama sahasına girmeyen hedefler, başka bir anten tarafından görülebilir.
- Hava sahasındaki bir nokta birden fazla antenin kapsama alanına gireceğinden daha emniyetli hizmet verilebilir.
- Herhangi bir antenin arızası durumunda, diğer antenlerle radar hizmetine devam edilebilir.

3.15. Mesafe Ve İstikamet Nasıl Belirlenir

3.15.1. Bir hedefin radar istasyonuna olan uzaklığı **mesafe** olarak adlandırılır.

3.15.2. **Mesafe nasıl hesaplanır?** İlk olarak tespit etme süresi ölçülür. Bu süre, bir sinyalin gönderildiği zaman ile hedeften gelen yansımanın yada cevap sinyalinin anten merkezine gelen zaman arasındaki farktır.



Hava aracının antene olan mesafesinin belirlenmesi

3.15.3. Mesafe; tespit etme süresi ve ışık hızının çarpımının ikiye (sinyal hedefin mesafesinin iki katı mesafe kat ettiğinden) bölünmesi ile bulunur.

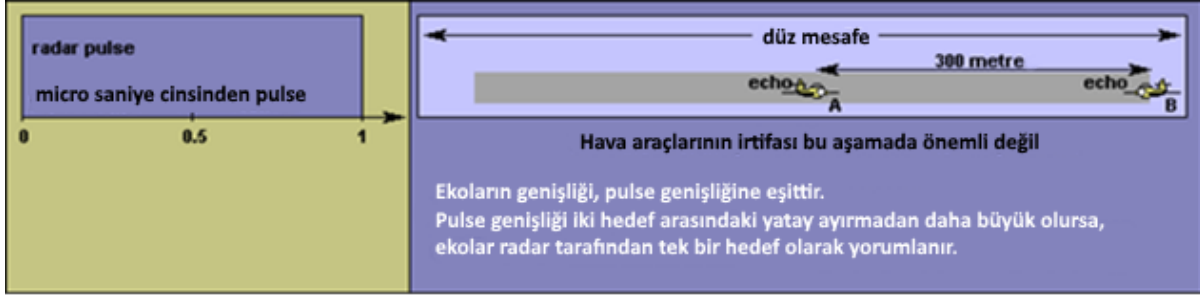
3.15.4. Radar sistemi, her zaman antenin döndüğü istikameti (*bearing*) izler. **İstikamet** (radar terminolojisinde yön için kullanılan terim) bu şekilde belirlenir. Radar istasyonunun doğrudan kuzeyinden bir dönüş sinyali alınırsa, durum ekranında radar istasyonuna göre 360^o'de gösterilecektir. İstasyonun tam olarak batısından alınıyorsa, 270^o'de görüntülenecektir, vb.

3.16. Mesafe Çözünürlüğü ve Sinyal Uzunluğu

3.16.1. Radar tarafından ölçülen mesafe radar anteni ile hedef arasındaki direkt mesafedir, iz düşüm mesafesi değildir.

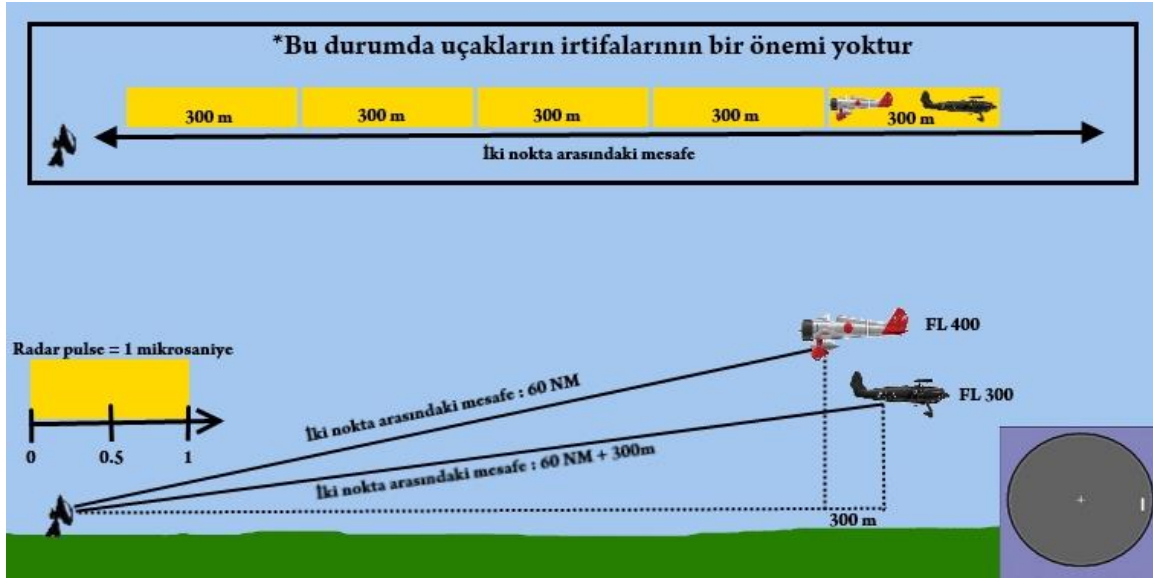


3.16.2. **Mesafe çözünürlüğü**; radarın, hedefin yerini ve mesafesini, hüzme genişliğine bağlı olarak, ne kadar güvenilir olduğunun hesaplanmasıdır. Örneğin hüzme genişliğinin 1 msn olduğunu varsayarsak, hüzmenin uzunluğu yaklaşık 300 metredir. Hedeften yansıyan hüzmenin uzunluğu (dalga boyu) da, sinyalin zayıflamasına rağmen, aynı kalır. Bu nedenle; radar antenine göre, birbirine 300 metreden yakın uçan iki hava aracı tek bir hedef olarak görüntülenir. **Radarın hüzme genişliği daha düşük olduğunda, daha yüksek çözünürlük elde edilir.**



Mesafe çözünürlüğü

3.16.3. Hüzme genişliği içindeki sinyalin kapsadığı mesafe, hüzme genişliğinin sinyal hızıyla, yani ışık hızı ile çarpılmasıyla hesaplanır. Bu durumda, 1 mikrosaniye (ms), 300.000.000 metre (mt)/saniye (sn) ile çarpılır.



3.16.4. Mesafe çözünürlüğüne etki eden, iki hedefin, anten merkezine göre, arasındaki direkt menzildeki fark, dikey fark değildir. Böylece, iki hedef arasında dikey olarak birkaç bin ft ayırma olsa bile, direkt mesafeleri aynı olabilir ve radarın hedeflerin konumlarını çözmesini önleyebilir. Mesafe çözünürlüğüyle ilgili sorun yalnızca istikamette iki hedef yakın olduğunda ortaya çıkar.

SSR'da ise ile mesafe çözünürlüğü biraz farklıdır.

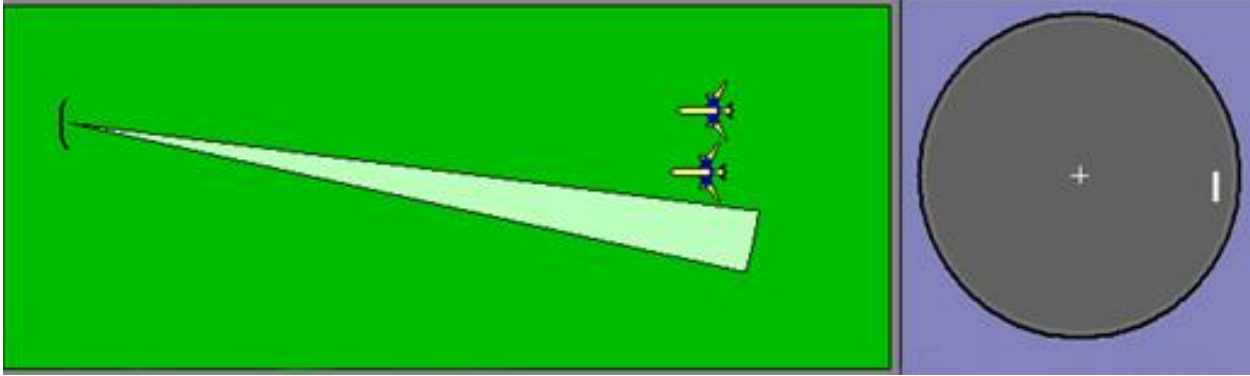
3.17. İstikamet Çözünürlüğü ve Hüzme Genişliği

3.17.1. Ana sinyalin açısal genişliğine hüzme genişliği denir. Daha önce belirtildiği gibi, genellikle 2 ila 3 derecedir. 60 NM aralığında, 2° genişliğe sahip bir sinyal, yaklaşık 2 NM'lik bir yanal boyuta sahip olacaktır ve bu yanal alan, menzil arttıkça genişlemektedir.

3.17.2. Bir radar sistemi, azami menzile bağlı olarak, saniyede yaklaşık 500 sinyal gönderebilmektedir. Bu, her bir hedefe, bazıları radar istasyonuna geri yansıyacak birden fazla sinyal çarpacağı anlamına gelir. Bu nedenle, sinyal hedefe bir kaç bölgeden çarptığından, yansıma

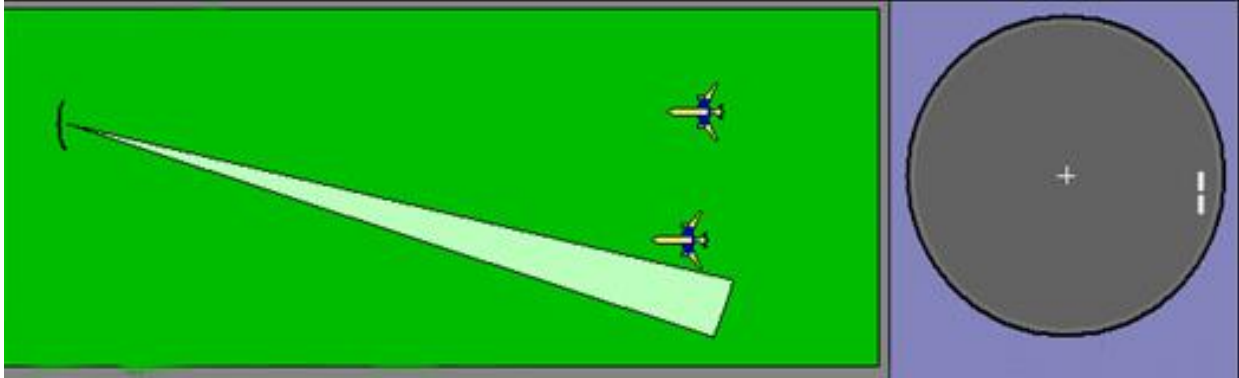
sinyalinin boyutu artar. Normal olarak, bir nesneden geri dönen birden fazla yansıma, radar sistemi tarafından geçerli bir hedef olarak kabul edilebilmesini sağlamaktadır.

3.17.3. Bir radar sistemi, radar istasyonuna göre aynı mesafe ve aynı hız genişliği içerisinde yer alan hedefleri ayırt etmekte güçlük yaşamaktadır. Yansıyan sinyaller yanal olarak yakın olduğunda tek bir hedeften geri dönmüş gibi anlaşılmaktadır.



İki hava aracı arasında hız genişliğinden daha az bir mesafe olduğunda, radar sistemi iki hava aracını tek bir hedef olarak gösterir.

3.17.4. Bununla birlikte, radar istasyonuna göre iki hava aracı aynı mesafede olsa bile, aralarındaki ayırma bir hız genişliğinden fazlaysa, radar sistemi iki hedefi ayrı olarak görüntüler.



İki hava aracı arasında hız genişliğinden daha fazla bir mesafe olduğunda radar sistemi iki hava aracını başarılı bir şekilde ayırt edebilmektedir.

3.17.5. İstikamet çözünürlüğü hız genişliğine bağlı olduğundan, hız genişliği ne kadar darsa istikamet çözünürlüğü o kadar iyi olur.

3.18. Anti-Clutter Tekniği (MTI_ Moving Target Indicator)

3.18.1. PSR, hedeflerden gelen hüzmeler dışında; mania, deniz, bulut ve yağmur gibi etmenlerden gelen yansımalar da üretir. Bu şekildeki *echo*'lar (*clutter*) durum ekranında istenmeyen görüntüler oluşturarak karışıklıklara neden olur.

3.18.2. PSR'da *clutter*ların önlenmesi tekniği büyük önem taşımaktadır. Hedefin süratini dikkate alarak, hareket etmeyen hedefleri (dağ, bina, v.b.) ekranda göstermeyen, yalnızca belli bir sürate sahip olan hedeflerin görüntülenmesini sağlayan bir fonksiyondur. Bir takım dezavantajları bulunmaktadır. Bunlar:

- **Blind Speed:** MTI fonksiyonu devrede olduğunda; hedeflerin dalga boyu ve frekansa bağlı olarak, belli bir sabit sürat ve katları ile radar istasyonuna doğru gelen bir hava aracının durum ekranında görüntülenememesi durumudur.

- **Tangential Fading:** MTI fonksiyonu devrede olduğunda; bir hava aracı radar istasyonuna göre tam olarak dairesel bir hareket ile dönüş yaptığında, hava aracının durum ekranında görünmemesi hadisesidir.

3.19. PSR Kullanımı

3.19.1. Primary Radarın Avantajları:

- Büyük küçük tüm hedeflerin yerlerinin saptanabilmesi.
- Hava aracı üzerinde herhangi bir teçhizata gerek duymaması.
- Sistemin kararlı olması, bu nedenle hata toleransının düşük olması.
- Sağanak yağışların ve kuş sürülerinin saptanabilmesi.

3.19.2. Primary Radarın Dezavantajları:

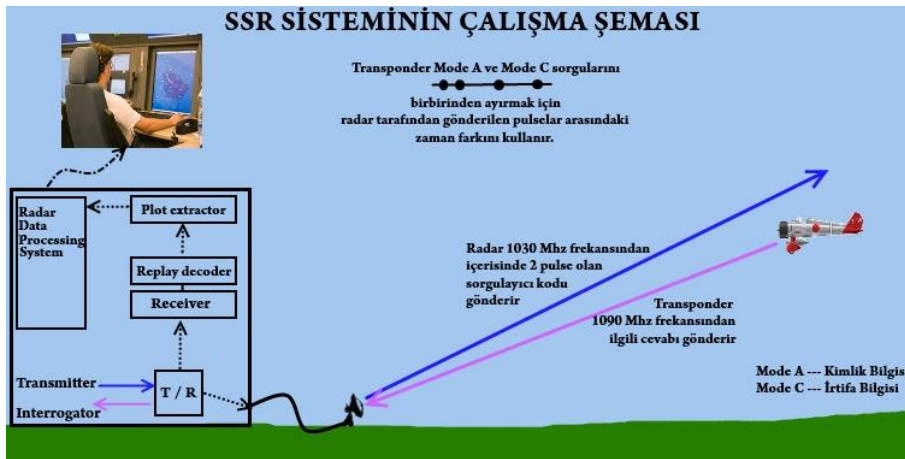
- Hava araçlarının kimliklerini saptamak için (Bkz. 13.2.5) pilotun yardımına ihtiyaç duyulması,
- İrtifa bilgisi verememesi,
- Anten üzerinde sessizlik konisi (yaklaşık 45°)

3.20. SSR Data Link

3.20.1. **PSR'den farklı olarak** SSR, hedeflerden yansıyan sinyale değil, radar sisteminden gönderilen sorgulama sinyalinin hava aracındaki transponder cihazı tarafından cevaplanması prensibine dayanmaktadır. SSR sisteminde, PSR'da olduğu gibi hava aracının konumunu tespit etmeye ilave olarak, hedefin kimliği (**Mode A**) ve irtifası (**Mode C**) hakkında bilgi alma potansiyeline sahiptir.

3.20.2. Bu bölümün başında kısaca açıklandığı gibi SSR veri bağlantısında sinyal gönderme (**uplink**) ve sinyal alma (**downlink**) söz konusudur. Yer istasyonundan gönderilen sorgulama sinyali standart 1030 MHz, transponderin cevaplama sinyali ise standart 1090 MHz frekans üzerinden sağlanmaktadır.

3.20.3. PSR sisteminde olduğu gibi, SSR bir sorgulama sinyali gönderdikten hemen sonra, sorgulama kapanır ve alıcı aktif duruma gelerek "**dinleme**" moduna geçer ve transponderlardan gelen cevaplama sinyallerini alır.



SSR Sisteminin Çalışma Şeması

3.20.4. Radarın her sinyali bir Mode A veya Mode C sorgulamasıdır. Sorgulama türü, sorgulama sinyalindeki iki gönderim arasındaki zaman aralığına göre belirlenir. Radar aynı anda yalnızca bir tür sorgu iletebildiğinden, Mode A ve Mode C sorgulaması arasında geçiş yapmak zorundadır. Bu sıralamaya mod taraması denir. Tipik mod geçişi, iki Mode A sorgusunun ardından bir Mode C'nin sorgulanmasıdır. Daha fazla Mode A sorgusunun olmasının nedeni, uçağın kimliğinin kontrolör için daha büyük önem taşımasıdır.

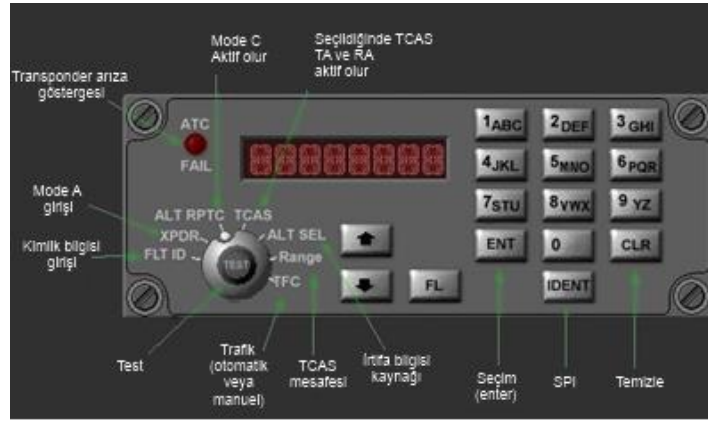


Tipik eski tip bir SSR anteni

3.21. Transponder

3.21.1. Transponder, radar tarafından sorgulandığında otomatik olarak sinyal gönderen bir uçuş cihazıdır. Kokpitte bulunan bir panel vasıtasıyla, pilot kendisine tahsis edilen transponder kodunu girerek, ATC'nin hava aracını tanımlamasını sağlar. Sorgulama neticesinde transponder kimlik ve irtifa bilgisini gönderir. Hava aracının pozisyonu, PSR'da olduğu gibi, sinyal gidiş-dönüş zamanına göre ve radar antenin yönüne göre belirlenir.

3.21.2. Transponder cihazları marka ve modele bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Aşağıda bir örneği bulunan gelişmiş bir transponder cihazında; SSR Mode ve Code seçiminin yanında Mode S verileri ve TCAS fonksiyonları da kontrol edilebilmektedir.



Gelişmiş bir transponder cihazı

3.21.3. Transponder, bağımsız bir altimetreden standart değer üzerinden (1013.2 hPa) bilgi olarak Mode C değerini oluşturur. **Transponderin altimetre değerinin değiştirilmesi mümkün değildir.** Pilot kokpitteki cihazlara mahalli QNH değerini girdiğinde, TL değerinin altında, eğer kontrolör **radar sistemine mahalli QNH'i set etmemişse**, pilotun rapor ettiği irtifa bilgisi ile durum ekranında sergilenen irtifa bilgisi arasında fark oluşur.

3.21.4. Transponder cevapları, içerisinde 15 adet data bulunan bir paket içerir. Birinci ve sonuncu (F1 ve F2) datalar çerçeve datadır. Orta data (X datası) ATC'de kullanılmaz. Geriye kalan 12 data, her birisi (0 ve 1'den oluşan ikilik sayı sisteminden) 3 rakam içeren ve transponder kodunun bir hanesini gösteren 4 gruba ayrılmıştır.

3.21.5. Transponder cihazının limitlerinden dolayı **SSR kodları 0 ile 7** arasında oluşmak durumundadır. SSR transponderları; sorgulama esnasında cevapladığı her SSR kod basamağı için ikilik sayı sistemine göre (0,1) üç basamaklı bir sayı gönderir.

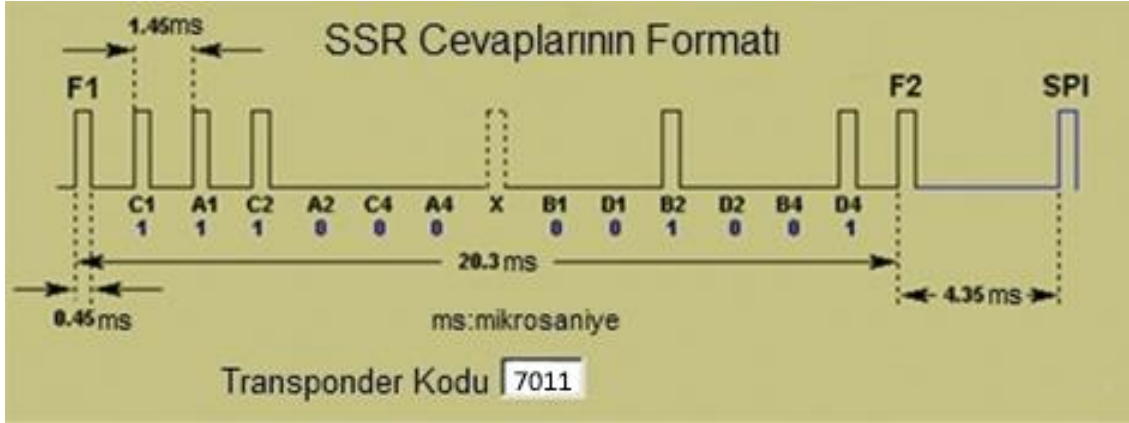
000	→	0	100	→	4
001	→	1	101	→	5
010	→	2	110	→	6
011	→	3	111	→	7



Şeklinde gösterilir. İkilik sayı sistemine göre üç basamaklı kombinasyon yukarıda görüldüğü gibi 8 (0-7) farklı şekilde olabileceğinden, 8 ve 9 gibi rakamların kullanımına uygun değildir. SSR kodu A5743 için transponder A Modundan; 101(5) 111(7) 100(4) 011(3) şeklinde cevaplama gönderir.

3.21.6. ATC tarafından “**Squawk Ident**” talimatı verildiğinde, pilot transponder panelinde bulunan bir tuşa dokunur, bu durum **SPI** denilen ekstra bir data yaratır. Kontrolör durum ekranında, flashing yapan diğerlerinden farklı bir radar pozisyon sembolü ortaya çıkar. Ancak bu durum SSR sistemlerindeki mesafe çözünürlüğü probleminde de ortaya çıkabilir.

3.21.7. Cevap sinyali, aynı hüzmeye genişliği, ayrı sinyaller arasındaki aralık ve toplam süreye sahip olarak dünya çapında standartlaştırılmıştır.

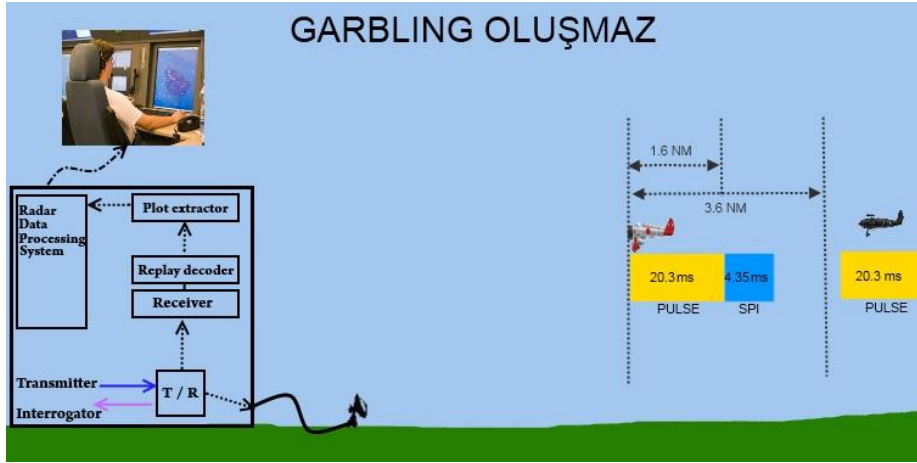


3.22. SSR'da Çözünürlük

3.22.1. PSR sistemlerinde mesafe çözünürlüğü, iletilen sinyalin hüzmeye genişliğine bağlıdır. SSR sistemlerinde ise cevabın sinyal dizisinin genişliğine bağlıdır ve bu süre daha uzundur. PSR ile hüzmeye genişliği, birkaç yüz metrelik bir mesafeye eşit olan birkaç mikrosaniyedir. Bununla birlikte, SSR ile yanıt sinyali 20.3 mikrosaniye uzunluğunda veya bir SPI eklenirse 24.65 mikrosaniyedir. Mesafe çözünürlüğünün SSR'da daha kötü olmasının nedeni budur.

3.22.2. PSR sistemlerinde olduğu gibi, aynı istikamette ve *slant range* (direkt mesafe) olarak birbirlerine yakın iki hedef olduğunda, ilk hava aracından gelen transponder cevabı daha bitmeden ikinci hava aracından gelen transponder cevabının radar sensörüne ulaşması durumuna **garbiling** denir. Birden fazla transponderdan gelen cevaplamların iç içe girmesi durumudur. PSR'da aralarında ortalama 300 metreden az mesafe olan hedefler çözünürlük probleminin neden olurken, SSR'da bu mesafe azami 1.6 NM'a kadar çıkabilir.

3.22.3. Ek olarak, aynı istikametteki 2 hava aracı arasında 3,6 NM'ye kadar olan mesafelerde, ilk cevap sinyalinden gelen son data veya ilave bir SPI datası bitmeden, ikinci hava aracından gelen cevap sinyalinin ilk datası ile karıştırılabilir. Bu, radarın ortadaki bir yanıtı tanımlamaya çalıştığı gibi gerçek yanıtlardan birini (veya her ikisini) atmasına neden olabilir veya ikisini birleştirirse bir sahte kod oluşturur.



İki hava aracı arasında, radar istasyonuna göre, 3.6 NM'den fazla mesafe olduğunda ikinci hava aracının cevaplama süresi 20.3 microsaneyeden sonra radara ulaşacağından Garbling oluşmaz.

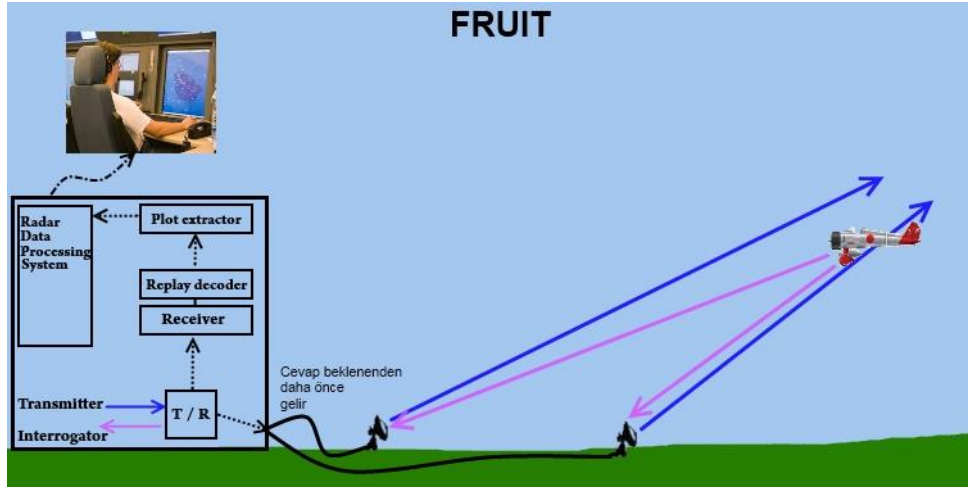


3.6 NM ile 1.6 NM arasında mesafe olduğunda, radar istasyonuna yakın hava aracı tanıma "ident" gönderirse Garbling oluşma ihtimali oluşur.

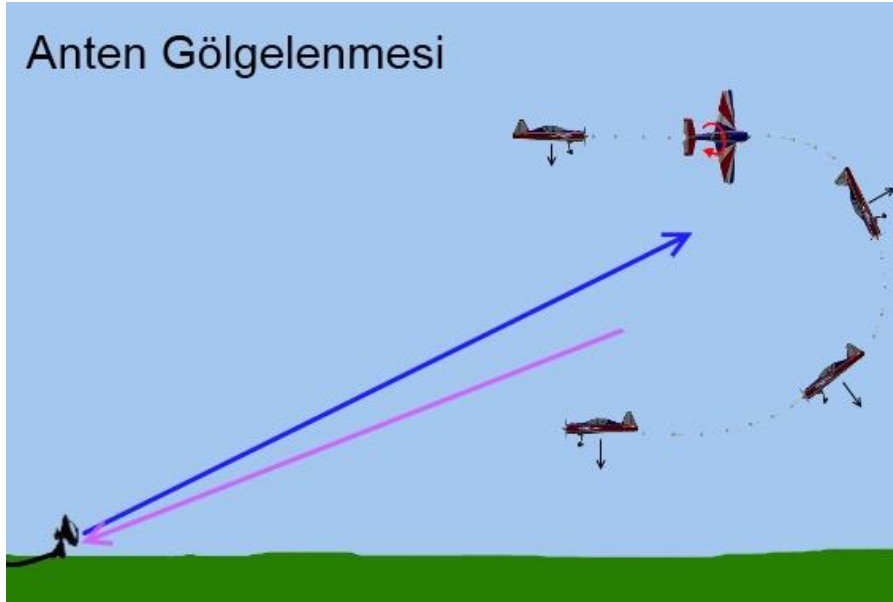


İki hava aracı arasında 1.6 NM'den daha az mesafe varsa Garbling oluşur.

3.22.4. Bir uçağın birden fazla SSR anteni tarafından aynı anda sorgulanması esnasında, sorgulama ve cevaplama arasında senkronizasyon olmaması durumuna **FRUIT** (*False Replies Unsynchronised with the Interrogator Transmissions*) denir. Başka bir antenin sorgulaması nedeniyle Transponder'dan gönderilen cevaplamanın beklenenden önce radar antenine gelmesidir.



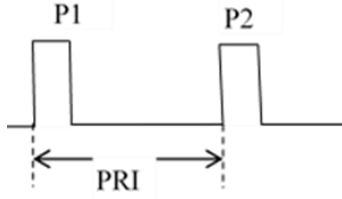
3.22.5. Hava araçlarında bulunan SSR antenin boyu yaklaşık olarak 10 cm'dir. Manevra esnasında ve dönüşlerde radar anteni (uçanın gövdesi ya da kanatlarının kapatması nedeniyle) hava aracındaki SSR transponder antenini göremez ve cevaplama yapamaz. Bu hadiseye **anten gölgelenmesi** (*antenna shadowing*) denir. Modern hava araçlarında gövdenin üstünde ve altında SSR anteni bulundurulmasının nedeni anten gölgelenmesini önlemektir.



3.23. Dost/Düşman Ayırımı (IFF_ *Identification Friend or Foe*)

3.23.1. Savaş günlerinde, PSR bliplerinin yoğunluğu ve karmaşası büyük karışıklıklar yaratmış, dost ve düşman uçakları birbirine karışmıştır. Bu yüzden bir takım kazalar olmuştur. Karışıklığı önlemek için ekstra sinyal üretilmiş, askeri maksatlı uçuşlarda uçağın dost mu düşman mı olduğunun belirlenmesi sağlanmıştır.

3.23.2. Sivil transponderlar tanıma için Mode A yayın yaparken IFF'de Mode 1,2 ve 3 olarak yayın yapmaktadır. Mode 1 ve 2 askeri usuller için kullanılırken Mode 3 sivil kullanım içindir ve Mode A standardındadır (Mode 3=Mode A) . **Bir askeri hava aracı IFF'inde Mode 3 seçmediği sürece (Mode 1 ve 2 açık olsa bile) sivil radarlarda görüntülenemez.**



PRI	Kullanılışı
2 ms	Mode 1 (Askeri)
5 ms	Mode 2 (Askeri)
8 ms	Mode 3/A (Askeri/Sivil) Tanımlama
17 m	Mode B (Tanımlama, kullanılmıyor)
21 ms	Mode C (İrtifa)
25 ms	Mode D (Kullanılmıyor)

3.23.3. Transponder'dan gönderilen Mode A-B bilgisi yayının modunu, Mode C de hava aracının irtifasını (FL türünden) vermektedir. Transponder'lar Mode A ile birlikte 4 basamaklı (0-7 arasındaki rakamlardan oluşan) bir kod bilgisi gönderirler. Buna **SSR kodu** denilir. İki çeşit SSR kodu vardır:

- **Block Kodlar:** Hava aracının gönderdiği 4 basamaklı kodların ilk iki basamağını kullanır (4567 için 45, 2731 için 27 v.b.). Toplam olarak **64 adet Block Kod** vardır. Eski radar sistemlerinde kullanılmaktadır. Her sektör için farklı bir kod vardır ve ilgili sektörün sorumlu kontrolörü, kontrolü altındaki bütün hava araçlarına, o sektör için belirlenmiş kodu bağlar. Böylece diğer sektörlerdeki hava araçlarıyla kendi sorumluluğundaki hava araçlarını ayırmış olur.

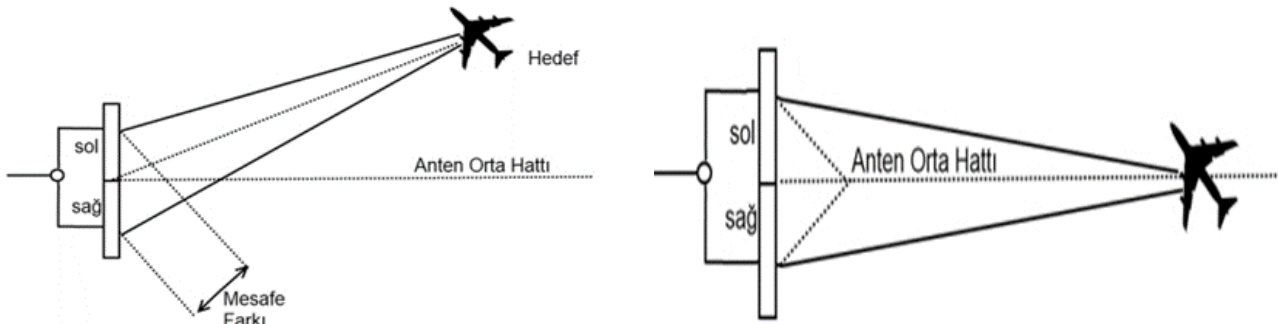
- **Discrete Kodlar:** Hava aracının gönderdiği 4 basamaklı kodların tamamını kullanır (4567, 2731 v.b.). Toplam olarak **4096 adet discrete kod vardır**. Bütün hava araçlarına farklı kodlar bağlatılır. Kontrolör, belli bir kodu bağlayan uçağın çağrı adını radar sistemine girerek trafiklerin çağrı adıyla takip edilmelerini sağlar. Türkiye radar sistemlerinde discrete kodlar kullanılmakla birlikte, (belli kod serisini bağlayan hava araçlarının pozisyon sembollerini farklı görmek vb.) block kodlar da ihtiyaç halinde kullanılabilir.

- **Özel Kodlar:** **A7700** – Acil Durum, **A7600** – Muhabere Kaybı, **A7500** – Kanunsuz Girişim

3.24. Monopulse SSR ve Artırılmış Çözünürlük

3.24.1. SSR sistemleri, monopulse tekniğın kullanılmasıyla geliştirilmiştir. Monopulse tekniğın en büyük avantajı, daha yüksek çözünürlük sağlamasıdır. Teorik olarak, bir hüzmeye yansımalarının hedefin istikametini belirlemede yeterli olduğu düşünülerek *monopulse* (tek hüzmeye) olarak adlandırılmıştır.

3.24.2. Elektrik olarak iki parçaya (sağ/sol) bölünmüş bir radar anteni kullanarak hedefin istikametini daha yüksek doğrulukta hesaplamak mümkündür. Her bir hüzmeye yansımalarının radar antenindeki iki parçaya ulaşması zamanlarının kıyaslanması ile bu mümkün olmaktadır. Bu işlem, hedefin o andaki anten açısından sapmasının hesaplanmasını sağlamaktadır.



3.24.3. Bu yöntem ile klasik SSR'da **2-3 derece** olan istikamet çözünürlüğü, *monopulse* SSR'da (MSSR) **0.5 dereceye** kadar düşmektedir. Radar istasyonuna, 200 NM gibi uzak mesafelerde birbirine yakın iki hedefin olduğu durumlarda, çözünürlük daha iyi olacaktır. Örneğin radar istasyonuna 200 NM mesafede; klasik SSR'da 2 decelik hüzmeye genişliği ile 7 NM olan hata

payı, MSSR'da 1.7 NM kadar düşmektedir. Çözünürlüğe ilave olarak *Garbling* problemleri de MSSR'da büyük ölçüde azalma göstermektedir.

3.24.4. Diğer taraftan, klasik SSR'da hava aracının pozisyonu birçok sorgulama ve SSR cevaplama neticesinde hesaplanabilmektedir. Teorik olarak, tek bir sorgulama (hüzme) pozisyon hesabı için yeterli olabilmelidir. Geleneksel SSR saniyede 450 sorgulama yaparken, MSSR saniyede yaklaşık 50 sorgulama yaparak hedefi yerini tespit etmekte ve FRUIT önlenmesinde de büyük aşama kaydetmektedir. Sonuç olarak MSSR:

- **Klasik SSR'a göre üç kat daha doğru istikamet tespit edebilmekte,**
- ***Garbling* ve FRUIT oluşumunu yaklaşık %90 azaltmaktadır.**

3.25. PSR-SSR Karşılaştırması

Fonksiyon	PSR	SSR
Çıkış Gücü	Çok yüksek	Düşük
Hedef Tespiti	Pilot Aktivitesi ve/veya ekstra cihaza ihtiyaç yok	Hedef aktiftir, transponder'a ihtiyaç vardır
Azimuth Hassasiyeti	2°	2°
Menzil Doğruluğu	300-400 m.	3-6 NM
Ekipman Kompleksliği	Yüksek	Düşük
Maliyet ve Bakım	Yüksek	Düşük
Kullanım Avantajları	Hedef Tespit	Hedef Tespiti, Uçuş Seviyesi, Kimlik Bilgileri



4. Mode S

4.1. Giriş

4.1.1. SSR'ın Gelişimi:

- 1980'li yıllarda Avrupa'da hava trafik kontrol hizmetlerinin sağlanması, SSR tabanlı radar hizmetleri ve uygulamaları ihtiyacı karşılamaktaydı.

- Son yıllarda, sürekli artış gösteren hava trafiğindeki büyüme ATC altyapısının yetersizliğini ön plana çıkartarak, mevcut SSR tabanlı ATC hizmetlerinin doğasında var kısıtlamaları göz önüne sermiştir. Artan trafik hacminde emniyetli, düzenli, hızlı ve verimli bir şekilde hizmet sağlamak için orta ve uzun vadeli hizmet gereksinimlerini karşılamak amacıyla SSR Mode S'nin diğer sistem geliştirmeleriyle birlikte aşamalı olarak uygulanması ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

- Mevcut SSR sistemleri, hava sahalarının belirli bölümlerinde yeterli olamamaktadır. Ancak Mode S sistemlerinin kullanımına başlanması operasyonel kapasitelerinin karşılanması ve ön görülen kapasite artışlarına cevap verebilecek durumdadır.

4.1.2. SSR Sistemlerinin kısıtlamaları

- İki veya daha fazla transponderden gelen örtüşen yanıtlardan kaynaklanan *garbiling* problemleri.
- Transponder taşıyan hava aracının başka bir SSR için göndermiş olduğu cevap sinyalinin SSR istasyonuna ulaşması problemi (FRUIT).
- Transponderin kısa süre içerisinde gönderilen sorgulama sinyallerini zamanında cevaplayamaması nedeniyle kısa süreli devre dışı kalması.
- Yapay veya doğal manialardan yansıyan sinyalleri nedeni ile sahte hedef oluşumu.
- Tanımlama amacıyla Mode 3/A'da azami 4096 kodun kullanılabilirliği..

4.1.3. Mode S'in Entegrasyonu

Bu kısıtlamaları büyük ölçüde ortadan kaldırmak için, seçici ve bireysel hava aracı adresi ve veri bağlantısı yeteneğini içeren SSR Mode S geliştirilmiştir. Ayrıca, belirli hava aracı parametrelerini sistem geliştirme potansiyeli ile otomatik olarak tam hava/yer/hava veri bağlantısı uygulamaları kullanılabilir. ICAO tarafından Mode 3/A ve C ile birlikte çalışabilir olarak belirtilmiş ve kullanılmaya başlanmıştır.

4.2. Mode S'in Kazanımları¹¹

4.2.1. Bireysel Hava Aracı Adresi

4.2.1.1. Her bir Mode S transponder cihazı benzersiz bir sabit **24 bitlik** tanımlama kodu taşır. Mode S sorgulamasında transponderden gönderilen sinyalde bu kod da yer alır. Bu durum bir sorgulama-cevaplama neticesinde korelasyonun sağlanmasını kolaylaştırır.

4.2.1.2. Bu kod **ICAO adresi** olarak bilinir ve içinde bir hava aracının kayıtlı olduğu ülkedeki yetkililer tarafından tahsis edilir. Ülkemizde bu yetki Sivil Havacılık Genel Müdürlüğündedir.

4.2.1.3. Başka bir hedefin '**seçici**' adresi ile sorgulama alan bir transponder, sorgulamanın kendisine yönelik olmadığını anında fark ederek bu nedenle sorgulamayı göz ardı eder ve cevaplama yapmaz.

¹¹ Mode S'deki 'S' harfi **Seçici** anlamındaki '*Selective*' kelimesinin baş harfidir.



4.2.2. All-Call ve Seçici Sorgulamalar

4.2.2.1. Mode S yer sorgulayıcısı tarafından kullanılan iki tür sorgulama '**periyodu**' vardır, tam çağrı (**all-call**) ve yoklama çağrı (**roll-call**) süresi. Normalde, bir all-call, sonrasında bir roll-call, bir all-call, bir roll call şeklinde sorgulama devam eder.

4.2.2.2. All-call yapılan süre boyunca, tam sorgulama yapılır. Bunlar, henüz kaveraja girmiş hedeflerin bilgilerini elde etme niyetiyle gönderilen sorgulardır. Bu, normal bir SSR sorgusuna benzetilebilir.

4.2.2.3. Bir Mode S hedefi belirlendikten (bu her bir Mode S yer istasyonu için geçerlidir) sonra ve benzersiz 24 bitlik ICAO adresi alındıktan sonra, kapsama alanından çıkıncaya kadar seçici bir şekilde sorgulanır. 'Seçici' sorgular, *roll-call* süresi boyunca devam eder.

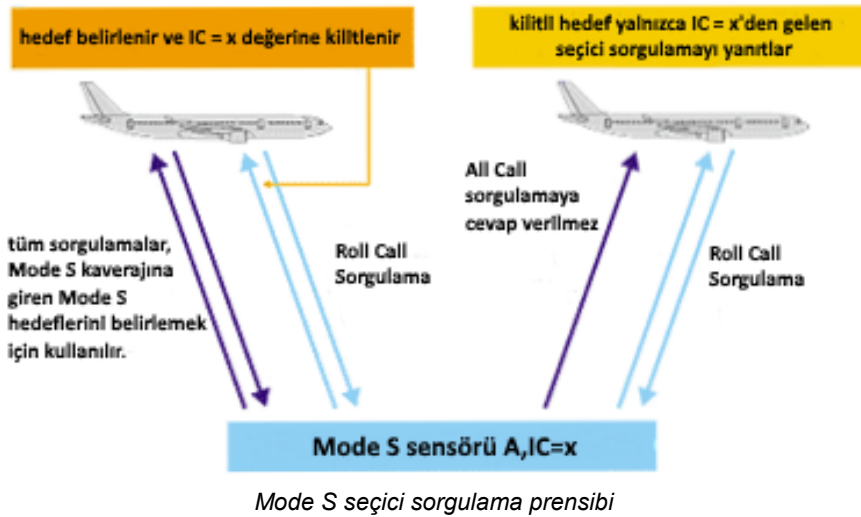
4.2.3. All-Call Kilitlenmesi

4.2.3.1. Bir Mode S sadece *all-call* isteği ve yanıt dizisi özel bir Mode S protokolüdür. Yalnızca Mode S teçhizatına sahip hava araçlarını belirleme ve takibi için kullanılır (tüm hedefler normalde cevap verir). Eğer her hedef tüm çağrılara cevap verirse, bu durum seçici sorgulamanın amacını bozar.

4.2.3.2. Bu durumu önlemenin belirli bir yolu mevcuttur. Bir hedef tespit edildikten ve 24 bitlik transponder adresi elde edildikten sonra, bu hava aracının gözetim sorumluluğu, seçici gözetim sorgulamasının yapılacağı Mode S sorgulaması (*roll-call*) usulü ile devam eder. Buna kilitlenme denir.

4.2.3.3. Hava aracının '**kilitlendiğinden**' emin olmak için bu seçici sorgulamaların her sinyalinde bir kontrol alanı kullanılır (aynı yer istasyonundan gelen tüm *all-call* sorgulamalarına sürekli olarak yanıt vermesini önlemek ve böylece haberleşme üzerindeki yükü azaltmak için). Bu *all-call* kilitlenmesi prosedürünün uygulanması gereksiz cevap sinyallerini ve girişimi azaltır.

4.2.3.4. Kilitleme zamanlayıcısı, radar istasyonu tarafından sürekli olarak sıfırlanır ve eğer 18 saniyeden uzun bir süre sıfırlanmamışsa zaman aşımı oluşur ve kilitlenme iptal edilir.



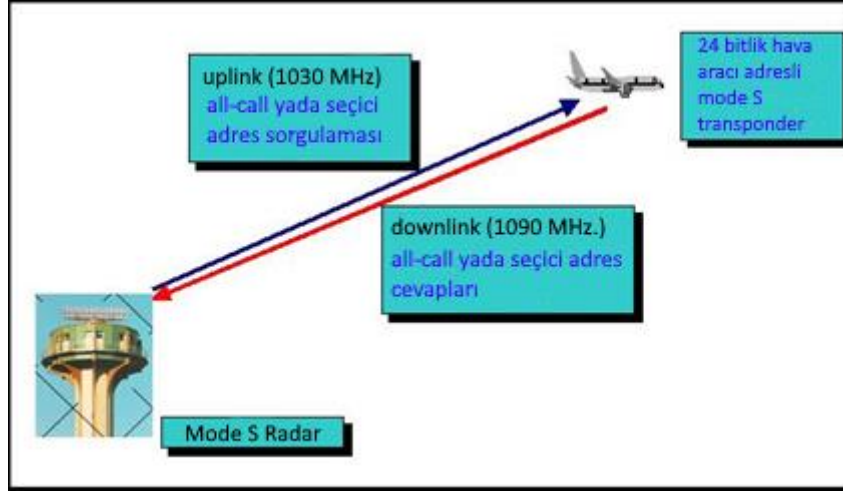
4.2.4. Radar İstasyonlarının Kümelenmesi

4.2.4.1. Diğer ilave bir yöntem ise birden fazla radar istasyonunun ortak olarak taramış olduğu alanlarda aynı hava aracının göndermiş olduğu cevaplama sinyallerinin karmaşaya sebep olabilmesi ihtimalini ortadan kaldırma işlevidir.

4.2.4.2. Birden fazla radar istasyonu kurulan hava sahalarında, her bir radar için benzersiz bir kod atanarak bu kodda sorgulama yapılması sağlanır. Bu kod Sorgulayıcı Kodu (**IC_ Interrogator Code**)¹² olarak ifade edilir. Bir sorgulayıcı kodu, bir Sorgulayıcı Kimlik Kodu (**II_ Interrogator Identifier Code**) veya bir Gözetim Tanımlama Kodu (**SI_ Surveillance Identifier Code**) olabilir.

4.2.4.3. Bir hava aracı, aynı anda bir II kodu için kilitlenecektir. Bu durumda radar istasyonunda alınan tüm *all-call* yanıt sayısını azaltarak ve girişim ve yanıt sinyalinin bozulma ihtimalini azaltır.

4.3. Mode S Prensipleri



Mode S radar çalışma şekli

4.3.1. Mode S Çalışma Prensipleri

4.3.1.1. Mode S, SSR Mode A/C ile aynı *uplink* (1030 MHz) ve *downlink* (1090 MHz) frekanslarında çalışır. *Monopulse* SSR ile aynı radar antenini kullanır. Bununla birlikte, Mode S'in *uplink* ve *downlink* formatları, Mode A/C için kullanılan basit formatlardan tamamen farklı ve çok daha karmaşıktır.

4.3.1.2. Her hava aracındaki Mode S transponderin benzersiz 24 bit adresi vardır. Mode S'nin temel konsepti, sorgulamaların belirli bir hava aracına seçici olarak (sorgulama sinyali hem sorgulama yapan radar istasyonunun hem de hava aracının adres bilgilerini içerir) adreslenebilmesidir. Seçici olarak adreslenmiş bir sorgu sinyali alındığında, yalnızca adresi sorgudaki adresle eşleşen hava aracının cevap vermesi beklenir, sorgulamayı alan diğer hava araçları, başka adrese gönderilmiş sorgulama sinyallerine, cevap vermez. Bu nedenle, SSR Mode A/C'nin yaşadığı iki veya daha fazla hava aracından kaynaklanan *garbiling* problemi, Mode S seçici adresleme ile önlenir.

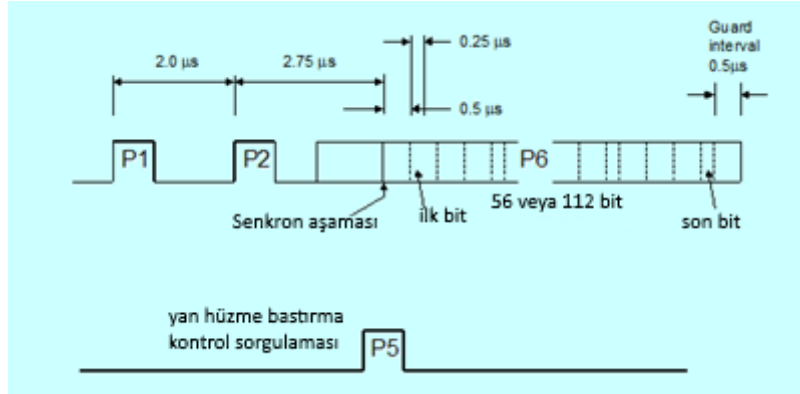
4.3.1.3. Mode S transponder sinyali, Mode S sorgusu tarafından talep edilen diğer hava aracı verilerine ek olarak kendi adresini de içerir. Ayrıca, Mode S cevabı veri içeriğini korumak için hata algılama bitleri (bazı hata düzeltmeleri de mümkündür) içerir. En temel Mode S cevap bilgisi kimlik (Mode A) ve irtifa (Mode C'de 25 ft'lik değişiklikler) içermektedir.

¹² Başlangıçta ICAO Standartları 4 bitlik Sorgulayıcı Kimlik Kodu (II) için toplamda 16 kodun operasyonel kullanımına müsaade etmekteydi. Bununla birlikte, ICAO Ek 10'daki değişiklik yapılarak Gözetim Tanımlama Kodu (SI) ile ilave 63 kodun kullanılabilmesine neden olmuştur. Avrupa Hava Sahasında, hava araçlarının hem II hem de SI kodu işlevselliğini destekleyen Mode S transponderleri ile donatılması önemlidir.

4.3.1.4. Mode S seçici adres sistemi, hava ve yer arasında iki yönlü bir veri bağlantısı sağlar. Ayrıca TCAS'ın (Bkz. Bölüm I, Paragraf 15) emniyetli bir şekilde kordineli kaçınma yapabilmesini teminen havadan havaya da veri bağlantısı sağlar.

4.3.1.5. Mode S sistemi için yapılacak ilk iş, radar kaverajında bulunan hava araçlarının adreslerini belirlemektir, böylece onlarla seçici adreslenmiş iletişim sağlanabilmektedir. Bu durum radardan periyodik olarak yapılan Mode S *all-call* sorgulamaları ile elde edilir. İlk kez Mode S kaverajına giren hava araçları bu tür tüm çağrılara cevap verecektir. Bu cevap, hava araçlarının Mode S adresini içerecektir.

4.3.2. Mode S Sinyal Formatı (*Uplink*)

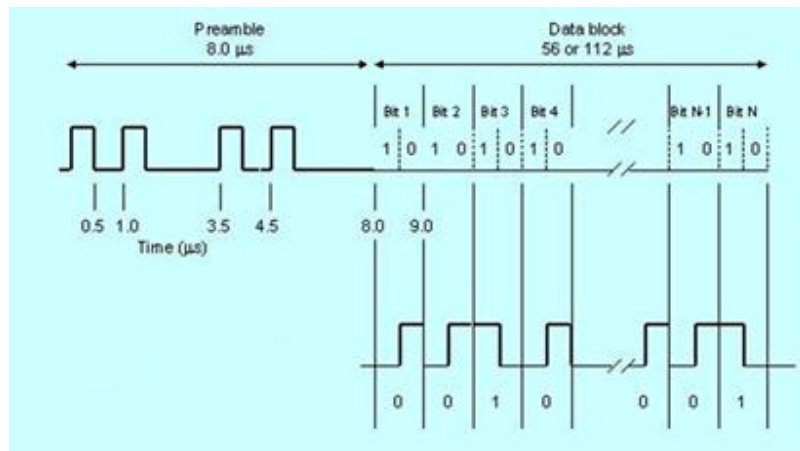


4.3.2.1. Mode S *uplink* bağlantı sorgulama formatı, Mode S sorgulama sinyallerini işleyemeyecek, sadece Mode A/C özelliği olan transponderları baskılamak amacıyla yalnızca P1 ve P2 olmak üzere iki *pulse* ile başlar.

4.3.2.2. P6 veri bloğunda bulunan Mode S sorgulama verilerinin safhalarının modülasyonludur. İlk safha sonraki bilgi bitlerin (yongalar) geri dönüşü için zamanlama noktasıdır. Mode S sorgusu kısa (56 bit) veya uzun (112 bit) formatta olabilir.

4.3.2.3. Mode S yan hüzme bastırma pulse olan P5, kontrol sinyalinden gönderilir. Eğer P5, P6'dan daha güçlü ise, Mode S transponderinin sonraki bilgileri okuyamaması için P6'nın senkronizasyon fazının tersine çevrilmesi etkisine sahiptir. (Bu durumda Mode S transponderi hiçbir zaman P5 tarafından bastırılmaz, sadece yan hüzme sorgulamasını okumaya engel olur).

4.3.3. Mode S Sinyal Formatı (*Downlink*)

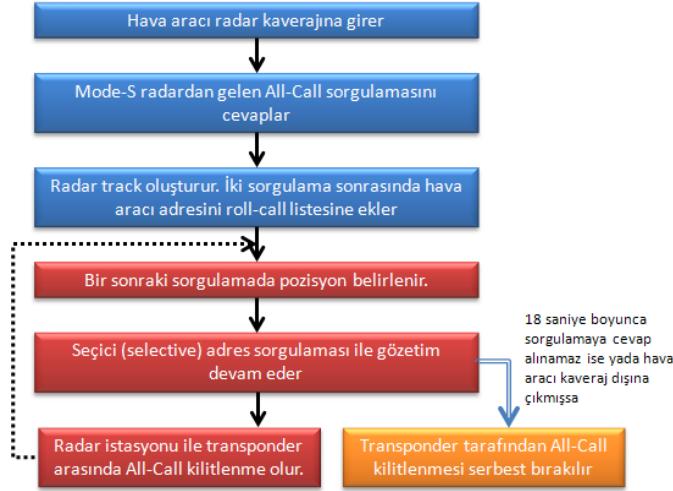


4.3.3.1. Mode S *downlink* bağlantı yanıt biçimi *pulse*'in konumu kodludur.

4.3.3.2. İlk olarak, senkronizasyon için kullanılan dört adet başlangıç *pulse*'ı vardır. Bu *pulselar*, normal SSR Modu A/C cevaplarından açıkça ayırt edilebilecek şekilde aralıklıdır, aralığın çakışan Mode A/C cevapları ile yanlışlıkla oluşturulması çok küçük bir ihtimaldir.

4.3.3.3. Takip eden cevap bilgileri 56 bit (kısa) veya 112 bitlik (uzun) sinyal uzunluğu içerir.

4.3.4. Mode S Gözetim Yaşam Döngüsü



4.3.4.1. Mode S transponder taşıyan bir hava aracı, Mode S radar kaverajına girdiğinde, transponder radardan gelen *all-call* sorgulamalarını alır ve 24 bitlik adresini de içerecek şekilde *all-call* cevaplar. Bu *all-call* cevaplamanın alınmasıyla, Mode S radar kaverajına giriş yapan hava aracının istikameti, radar istasyonuna mesafesi ve adresi bilgilerine ulaşılır. İkinci *all-call* sorgulamadan sonra, bu hedef adresi de içerecek şekilde *roll-call* listeye alınır.

4.3.4.2. Bir sonraki tarama için hava aracının beklenen konumu tahmin edilecektir. Özellikle, *roll-call* zamanlayıcısının, hava aracının ne kadar süre anten menzili içinde olması beklendiğini bilmesi gerekir, böylece kendisine yapılması gereken seçici adres sorgulamalarını organize edebilir.

4.3.4.3. Hava aracı, seçici sorgulamalara başarıyla cevap verirse, yeni bir pozisyon (ve ek hava aracı bilgileri) elde edilir. Pozisyon bu bilgilerle güncellenmeye devam edecektir. Ayrıca, Mode S radarı, hava aracının *all-call* sorgulamalarına daha fazla cevap vermemesini talep edebilir - örneğin, *all-call* kilitleme, hava aracının transponderinde ayarlanır ve hava aracı artık bu radardan gelen *all-call* sorgulamalarına cevap vermez.

4.3.4.4. Hava aracı ile radar istasyonu arasında kilitleme olduğu ve Mode S radar kaverajında kaldığı sürece, gözetim seçici sorgulama ile devam eder.

4.3.4.5. Sonunda, hava aracı radar kaverajından çıkacaktır. Hava aracı, radar istasyonundan gönderilen seçici sorgulamalara 18 saniye boyunca cevap vermediğinde (örneğin kaveraj dışına çıktığında) o hava aracı için seçici sorgulamaya son verilir. Hava aracı, bu süreden sonra, tekrar Mode S radar kaverajına girerse *all-call* sorgulama ile döngü yeniden başlatılır.

4.3.5. Normal (*all-call*) ve Seçici Sorgulama

4.3.5.1. Klasik SSR sistemleri:

4.3.5.1.1. Bir SSR Sisteminde

- Bir sorgulama, transponder tarafından hava aracının kimlik (Mode A) ve irtifa bilgisi (Mode C) ile cevaplanır.



- Radar anteninden gelen sorgulama sinyali anten yönündeki tüm hava araçlarının transponderları tarafından alınır.
- Tüm hava araçları her bir sorgulamaya cevap verir.

4.3.5.1.2. Klasik bir SSR sorgusu tipik bir Mode A sorgulama dizisi ve ardından Mode C sorgulaması içerir. Bu durum, her anten dönüşünde kaveraj içindeki tüm hedefler için bir konum kimlik grafiğinin üretilebilmesini sağlayacak kadar yüksek bir hızda sürekli olarak tekrarlanır. Bu oran, sorgulayıcıya uygulanan sorgulama tipine bağlı olarak çok yüksek olabilir.

4.3.5.2. Mode S Sistemleri:

Açıklandığı gibi, Mode S radar istasyonu daha geniş çeşitlilikte sorgulama türleri üretir. Bu türler kabaca iki kategoriye ayrılabilir:

4.3.5.2.1. **ALL-CALL sorgulamaları**- *all-call* sorgulamaları, radar istasyonunun taramış olduğu istikametteki tüm hava araçlarından (yani hem SSR hem de Mode S) cevap alır, ancak belirli koşullar altında, Mode S transponder cihazına sahip hava aracı *all-call* sorgulamalarına "kilitlenebilir", sonraki *all-call* sorgularını cevaplamaz.

4.3.5.2.2. *All-call* sorgu süresince belirli farklı faaliyetler gerçekleşir:

- Klasik SSR transponder taşıyan hava araçlarının tespiti ve gözetimi;
- Mode S transponder taşıyan hava araçlarının tespiti.

4.3.5.2.3. **ROLL-CALL sorgulamaları** - *roll-call* sorgulamaları, her bir hava aracına atanan benzersiz 24-bit ICAO adresini kullanarak Mode S donanımlı hava aracına ait anlık bilgileri elde etmek için seçici olarak adreslenir. Sadece adreslenerek sorgulanan hava araçları cevap sinyali gönderir.

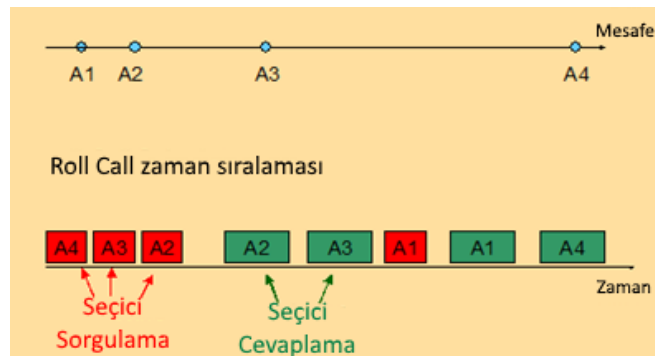
4.3.5.2.4. Belirli çağrılar belirli bir *roll-call* süreci içinde gerçekleşir:

- Mode S Gözetim Protokolleri
- Diğer Mode S Veri Bağlantı Protokolleri

4.3.5.2.5. *Roll-Call* süreci boyunca yalnızca Mode S protokolleri gerçekleştirilir. Mode S transponder cihazına sahip hava araçlarına seçici sorgulama yapılır.

4.3.5.2.6. Genel olarak, *all-call* ve *roll-call* faaliyetleri oldukça farklıdır. Zaman ilerledikçe farklı ve değışkendirler. Bu nedenle, Mode S işlemi mantıksal olarak iki ayrı işlem olarak kabul edilebilir. Bunlar normalde birbirini takip ederler. Bununla birlikte, kilitleme ve kümeleme tekniklerinin nedeniyle, *all-call* sürelerinin tekrarlama sıklığı, geleneksel SSR sisteminde olduğu kadar yüksek olması gerekmez.

4.3.6. Roll-Call Zamanlaması



Burada aynı anda aynı istikamette farklı aralıklarda 4 hava aracı bulunmaktadır.

4.3.6.1. Mode S radarının, bir sonraki periyodik *all-call* veya Mode A/C sorgusu yapmadan önce *roll-call* sorgulaması yapmak ve yanıtlarını almak için belirli bir süresi vardır.

4.3.6.2. Kaveraj içerisinde *all-call* sorgulaması sonrasında belirlenen transponder sayısı ve pozisyonları belirlendiğinden, seçici sorgulamalar herhangi bir sırada ve herhangi bir zamanda yapılabilir. Radar, her bir hava aracının beklenen menziline (rota tahmininden) ve dolayısıyla sorgulama ile cevap arasındaki beklenen süreyi bilecektir. Bir başka adres sorgulaması yapmadan önce bir seçici adres sorgusu yanıtının alınmasını beklemek zorunda değildir. Art arda birkaç seçici sorgulama yapabilir ve bunları beklenen cevap süreleriyle bırakabilir.

4.3.6.3. Yukarıda bulunan şekildeki örnekte, cevap sinyalinin beklenmesi uzun zaman alacağından, en uzak hava aracına (A4) sorgulama ilk olarak yapılır. Bu süre içinde daha kısa menzildeki diğer hava araçları seçici olarak sorgulanabilir ve yanıtlar alınabilir.

4.3.6.4. Bu şekilde bir zamanlama, farklı hava araçlarından gelen cevapların çakışmamasını (*garbiling*) sağlayan sorgulamaların yapılmasını ayarlayacaktır. Bununla birlikte, cevaplar ortamdaki diğer sorgulayıcılara gönderilen gelen FRUIT ile çakışabilir. Bu durumda istenen Mode S yanıtının kodunun çözülmesinde problem yaratabilir ve Mode S sorgulayıcısının yeniden sorgulama sinyali göndermeyi denemesine neden olabilir.

4.3.7. Mode S Sorgulama Kodları

4.3.7.1. Hava Aracının Seçici Cevaplaması

4.3.7.1.1. Bir hava aracından Mode S cevaplama alındığında, ICAO Adresi radar istasyonu tarafından tanımlanır. Ardından, o hava aracı için sonraki tüm gözetleme ve veri bağlantısı sorgulamaları, Mode S süresi içinde seçici olarak devam eder.

4.3.7.1.2. Bu aşamada, hedef Mode S sorgulayıcısı tarafından "belirlenmiştir". Daha sonra hedefler, seçici adresleme yoluyla (belirlenmiş hava aracının sorgulanması ve cevap sinyali göndermesi ile) kesin olarak takip edilir.

4.3.7.1.3. Her bir Mode S radar cihazına, bir sorgulamada kendisini benzersiz olarak tanımlamak için kullanabileceği belirli bir Sorgulayıcı Kodu (IC) tahsis edilir. Bu kod, hava aracında bulunan transponder cihazı tarafından gönderilen cevap sinyaline eklenir. Bu şekilde diğer Mode S radar cihazları kendisine ait olmayan IC koduna gönderilen cevapları dikkate almaz.

4.3.7.1.4. Belli bir IC kodunu kullanan radar istasyonu, aynı kodu kullanan diğer radar istasyonları ile örtüşen kaveraja sahip olmayacak şekilde konumlandırılacaktır¹³. Bu şekilde, aynı amaç için kullanılan, farklı IC'lere sahip bir veya daha fazla radar istasyonunun sorgulama yaptığı hedefler üzerinde kilitleme protokolleri uygulayabilir. Bir Mode S transponderi aynı anda birçok IC'ye kilitlenebilir.

4.3.8. Terminoloji

- **II Code = Sorgulayıcı Kimlik Kodu:** II-Kodu sorgulayıcı tanımlayıcı kodunu tanımlayan 4 bitlik bir koddur. 0 ila 15 arasında toplam 16 tanedir.
- **SI kodu = Gözetim Sorgulayıcı Kodu:** Gözetim tanıtıcı kodunu belirleyen 6 bitlik bir koddur. 1'den 63'e kadar (0 kullanılmaz) numaralandırılmış toplam 63 adet SI Kodu vardır.
- **IC kodu = Sorgulayıcı Kodu:** Bir SI veya II kodunu tanımlamak için her iki kod için ortak kullanılan terimdir.

¹³ Ülkemizin de içerisinde bulunduğu ECAC Hava Sahasında, özellikle merkezi Avrupada tesis edilen Mode S radar istasyonlarının IC kodları için EUROCONTROL içerisinde bir birim oluşturulmuş olup, istasyonun konumu ve kaverajı incelenerek, aynı bölgeyi tarayan aynı IC koduna sahip Mode S radar istasyonu olmasını engelleyecek şekilde, bir kod tahsisi yapılmaktadır.



4.4. Mode S Temel Gözetim (ELS_*Elementary Surveillance*)

4.4.1. Temel Gözetimin İlave Kazanımları:

- İrtifada 100 ft yerine 25 fl'lik değişiklikler,
- Her hava aracı için benzersiz 24 bitlik ICAO adresi,
- Çağrı adının otomatik gönderimi, Pilotlar uçuş planında yer alan çağrı adı bilgisini transponder cihazına girebilirler.
- Transponder kapasite bilgisi,
- Hava aracı yerde mi, havada mı bilgisi. Bu bilgi özellikle TCAS cihazının emniyetli bir şekilde çalışması açısından önemlidir.

4.4.2. Mode S Temel Gözetim, herhangi bir Mode S transponderi ile donatılmış hava araçları için Mode S tarafından sağlanan temel gözetim seviyesidir.

4.4.3. Menzil ve istikamet pozisyonu ölçümü tek bir cevaptan seçmeli adreslemeli bir sorgulamaya yapılır. Konum bilgisi, Monopulse SSR'la aynı doğruluktur, ancak hava araçları birbirine çok yakın pozisyonda bile olsa çözünürlükte problem yaşanmamaktadır.

4.4.4. Her taramada yapılan rutin seçici adresli sorgulamada irtifa bilgisi (mevcut Mode C ile aynı ancak 25 fl'lik hassasiyette) istenebilir. Seçici sorgulama aynı zamanda Mode A kimlik bilgisinin (SSR kodu) elde edilmesinde de kullanılır. Bu durum, yalnızca hava aracı ilk belirlendiğinde yada Mode A kodu değiştirildiğinde (transponder tarafından gönderilen Mode S cevaplarında Mode A kodu değiştirildiğinde radar istasyonuna bildiren 1 bitlik bölüm bulunmaktadır) yapılmakta olup, her bir taramada yapılmamaktadır.

4.4.5. Mode S gözetiminin, geleneksel SSR sistemine göre önemli bir avantajı, Mode A ve C kodu değerlerinin çok yüksek bütünlükte radar istasyonuna ulaşmasıdır. Mevcut Mode A/C'de olabilecek garbling veya FRUIT nedeniyle bozulabilen cevap sinyalleri Mode S sinyallerindeki hata tespiti nedeniyle belirlenebilmektedir. Dolayısıyla, hava aracında geleneksel transponder cihazı bulunsu bile radar sistemine daha yüksek kalitede Mode A/C bilgisi gönderir.

4.4.6. Mode S Temel Gözetim ayrıca hava aracının tanımlanması için 24 bit adres sağlayacaktır (bu durum, radar veri işlemedeki plot bilgisinin daha emniyetli bir şekilde işlenerek track oluşumunu kolaylaştırır).

4.5. Mode S Gelişmiş Gözetim (EHS_*Enhanced Surveillance*)

4.5.1. Mode S Gelişmiş Gözetim (EHS), Mode S Temel Gözetime (ELS) ilave olarak aşağıdaki fonksiyonları sağlar:

- Eş zamanlı hava aracı gösterge sürati (IAS),
- Eş zamanlı uçuş başı,
- Eş zamanlı dönüş açısı,
- Eş zamanlı dikey sürat,
- Pilot tarafından set edilen uçuş seviyesi, vb.

4.5.2. Mode S EHS, hava araçlarından ELS'ye ilave olarak daha fazla bilgi gönderebilir. Bununla birlikte, bu ilave bilgileri sağlamak için, hava aracının transponder ve aviyonik sistemi arasında bir bağlantıya sahip olması gerekir.

4.5.3. Gelişmiş Gözetleme, Kontrolör Erişim Parametreleri (**CAP_Controllor Access Parameters**) veya Sistem Erişim Parametreleri (**SAP_System Access Parameters**) şeklinde otomatik



olarak İndirilen Hava Aracı Parametreleri (**DAP_Downlinked Aircraft Parameters**) sağlanmasını ifade eder.

4.5.4. Mode S EHS kapasitesine sahip hava araçlarının transponderleri vasıtasıyla hava aracının mevcut durumuna ilişkin bir çok bilgi anlık olarak yer istasyonuna gönderilebilir. Bu bilgiler gözetim amacı açısından iki grupta toplanır:

- İlk olarak, özellikle, hava aracının mevcut durumu: gösterge sürati, uçuş başı, dönüş açısı oranı, dikey hız, bir dönüşten çıkış açısı, yer sürati, gerçek uçuş başı, vb. Bu bilgiler radar sistemindeki hava aracının track bilgisininin doğruluğunu artırmak için kullanılabilir. Bu bilgiler STCA, MTCD gibi fonksiyonların kullanımı için önemlidir.

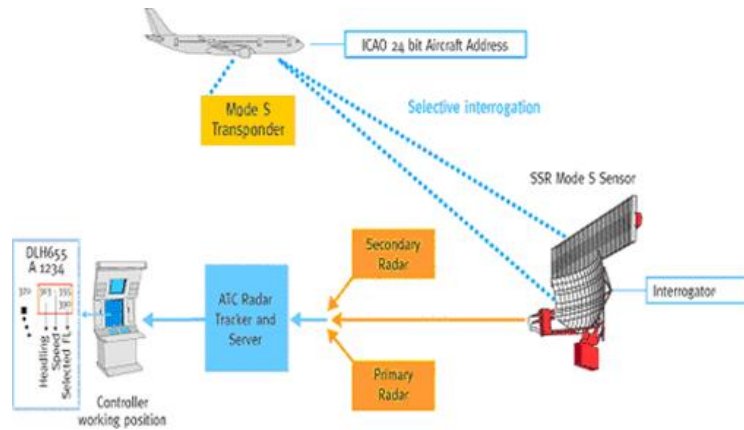
- İkinci olarak, uçağın gelecekteki yolunu belirtmek için hava aracı niyet bilgisi aviyoniklerden elde edilebilir: pilot tarafından set edilen uçuş seviyesi, vb. Bu bilgiler emniyet ağları ve rota tahmin¹⁴ fonksiyonları için önem taşımaktadır.

4.5.5. Mode S radarı, farklı seçici adresli sorgulamalar ile hava aracına ait çeşitli bilgileri elde edebilir.

4.5.6. Hava aracından alınan bilgilerin değerlendirme çalışmalarının simülasyon ya da başka yollarla yapıldığı her yerde, uygulamanın ilk aşamasına belirli bilgilerin dahil edilmesine yönelik bazı tercihler ortaya çıkmıştır. Hava trafik kontrolörleri açısından, yaklaşma ve saha kontrol aşamaları arasında çalışma yöntemlerinde farklılıklar olmasına rağmen, hava aracından alınan bilgilerin bir bölümü ortak olarak kullanılmaktadır. Özellikle uçuş başı, gösterge sürati yada mach hızı, dikey sürat, pilot tarafından set edilen uçuş seviyesi her iki hizmet için de büyük önem taşımaktadır.

4.5.7. Genel olarak, üç spesifik bilginin (uçuş başı, IAS/Mach hızı ve set edilen uçuş seviyesi) durumsal farkındalığı artırdığı ve kontrolörlere erken ve doğrudan yardımcı olduğu görülmüştür. Öte yandan sistem tarafından kullanılan bilgilerin daha çok track oluşturma ve emniyet ağlarını iyileştirmek kullanılabileceği düşünülmüştür. Geliştirilmiş kapasite, kontrolör ile hızlı ve emniyetli bir seyrüsefer amaçlayan pilotlar arasındaki muhabere ihtiyacını (en çok ihtiyaç duyulan hava aracına ait bilgilerin otomatik olarak anında ulaşılabilmesini sağlayarak) da azaltarak kapasite artışına yardımcı olur. Ayrıca pilotun set ettiği uçuş seviyesi ile müsaade edilen uçuş seviyesi arasında fark olduğunda kontrolörü ikaz ederek önlem almasını sağlayan bir fonksiyon olması uçuş emniyeti açısından büyük önem taşımaktadır.

4.6. Mode S'in ATC'de Kullanımı



Mode S'in genel işleyişi

¹⁴ Hava Trafik Kontrolörlerinin emniyetli bir şekilde hava trafik kontrol hizmeti verebilmesi için yardımcı olarak kullanılan Emniyet Ağları, MTCD, MONA, vb. sistem fonksiyonları, hava araçlarının 4 boyutlu rotasını hesaplamak zorundadır. Ancak hava aracına ait gerçek bilgilerin kullanılması durumunda bu fonksiyonlar daha verimli olarak kullanılır.

4.6.1. Operasyonel Hedef

4.6.1.1. SSR Mode S'in geliştirmenin amacı, geleneksel SSR'in getirmiş olduğu sınırlamaların aşılması, geliştirilmiş ATC gözetim kapasitesinin artırılarak operasyonel kazanımların emniyetli bir şekilde kazandırılmasıdır.

4.6.1.2. Mode S EHS'nin getirmiş olduğu operasyonel faydalar, Mode S ELS kapasitesine sahip transponder cihazları ile radar sistemlerinde sağlanan iyileştirmelerden kaynaklanmaktadır. Bu geliştirmeler aşağıdaki ilave fonksiyonları sağlamaktadır:

- Hava aracının emniyetli bir şekilde radarda tanımlanması,
- Gözetim veri bütünlüğünün iyileştirilmesi,
- Geliştirilmiş hava resmi ile dikey ve yatay yönde track oluşumu,
- Klasik SSR'daki yetersiz kod zafiyetinin giderilmesi,
- Kontrolörün durumsal farkındalığını artırmak,
- Muhabereyi azaltarak kontrolörün iş yükünü düşürmek,
- Emniyet ağlarında iyileştirme sağlayarak, gereksiz ikazların (STCA vb.) önlenmesini sağlamak.

4.6.2. Hava Aracının Emniyetli Bir Şekilde Tanımlanması

Uçuş kimliğinin otomatik olarak rapor edilmesiyle bağlantılı olarak yaklaşık 17 milyon¹⁵ benzersiz hava aracı adresinin bulunması, herhangi bir Mode 3/A kod atamasından bağımsız olarak hava aracının açık bir şekilde tanımlanmasına izin verir.

4.6.3. Gözetim Veri Bütünlüğünü Artırmak

Seçici sorgulama yapabilmesi sayesinde Mode S'in mevcut SSR ve MSSR kurulumlarına göre üstün çözünürlük yeteneği:

- *Garbiling* problemini ortadan kaldırır,
- Aşırı sorgulama nedeniyle meydana gelen yansıma problemlerini çözer,
- Radar yansımaları durumunda bile hava aracının tanımlanmasını kolaylaştırır.

4.6.4. Geliştirilmiş Radar Resmi ve Track Oluşumu

4.6.4.1. Radar kontrolörüne, hava aracından gelen bilgiler ile track oluşumu sağlayarak, gelişmiş bir hava resmi sunar. Mode S EHS'nin sağlamış olduğu bilgiler sayesinde, geleneksel SSR'a göre daha iyi hız vektörü ile dikey ve yatay rota oluşturulabilir.

4.6.4.2. Track oluşumunun yüksek doğrulukta olması; yakın paralel pistlere eş zamanlı yaklaşma sağlama, RNP yaklaşımları ile RNAV rotalarda hava araçlarının emniyetli bir şekilde gözetilmesi için büyük önem taşımaktadır.

4.6.5. SSR Kod Yetersizliğinin Önüne Geçmek

4.6.5.1. Yüksek yoğunluklu hava sahalarında, geleneksel SSR'daki kod yetersizliğinden kaynaklanan problemler kritik seviyeye gelmiştir. Mode S sistemlerinde her hava aracı için benzersiz sabit kod tahsisi bu problemi kalıcı olarak çözebilecektir.

¹⁵ Her hava aracına benzersiz tahsis edilen 24 bitlik sabit kod imkanı ile geleneksel SSR'da 4096 ile sınırlı kod sayısından kaynaklanan hatalı ve duble kod problemlerini tamamen ortadan kaldırmaktadır.



4.6.5.2. Mevcut 4096 kodlarının kullanım ömrünü uzatmak için alternatif stratejik cihazlar kullanabilme imkanı bulunmasına (geleneksel SSR'da Mode A'ya ilave olarak ihtiyaç duyulması halinde kullanılacak Mode B kimlik bilgileri için ayrılmıştır) rağmen, bu durum kısa vade için çözüm sayılabilsen bile yeni yatırım maliyetleri gerektirmektedir.

4.6.6. Durumsal Farkındalığın Artırılması

4.6.6.1. Daha net bir hava resmi, gelişmiş track oluşumu ve doğrudan hava aracının ihtiyaç duyulan bilgilerine erişim, kontrolörün havadaki olayları daha hızlı ve daha doğru algılayarak önlem almasını sağlayacaktır.

4.6.6.2. Hava trafik kontrolörleri sağlamış oldukları hizmetin emniyeti ve hava araçları arasında gerekli ayırmayı sağlamak için ihtiyaç duydukları hava aracına ait anlık bilgileri pilota sormak yerine, anlık olarak görebilmektedir.

4.6.7. Hava/Yer Muhaberesinde Azalma

Mode S EHS'in kullanılmaya başlaması ile birlikte hava/yer muhaberesinde gözle görülür bir düşüş söz konusudur. Hava aracının radarda tanımlaması için gereken SSR kod doğrulama yöntemi başta olmak üzere ayırma uygulaması için gereken dikey sürat, gösterge sürati vb. bilgileri pilota sormadan kontrolör durum ekranından gözlemlenebilmektedir.

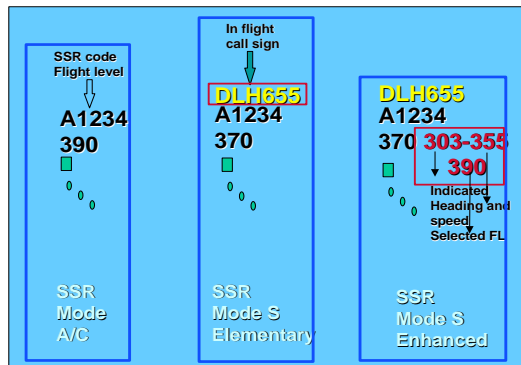
4.6.8. Yer Emniyet Ağlarına (STCA vb.) Sağlanan Destek

4.6.8.1. Mode S'nin *garbiling* problemini ortadan kaldırması, daha kararlı bir hız vektörü üretmesi ve irtifa değişikliklerini 100 ft. yerine 25 ft.'lik¹⁶ olacak şekilde değişiklikler Emniyet Ağlarının daha verimli ikaz üretmesine yardımcı olur. Ayrıca radar sistemlerinin, hava aracı tarafından gönderilen anlık bilgileri (özellikle dikey sürat bilgileri) kullanması, dört boyutlu rota bilgisinin tahminine büyük destek olmaktadır.

4.6.8.2. Bu iyileştirmeler, rahatsız edici ikazların sayısını azaltarak standart ayırma değerinin bütünlüğünü geliştirir.

4.7. Gözetim Verisinin Görüntülenmesi

4.7.1. Durum Ekranı



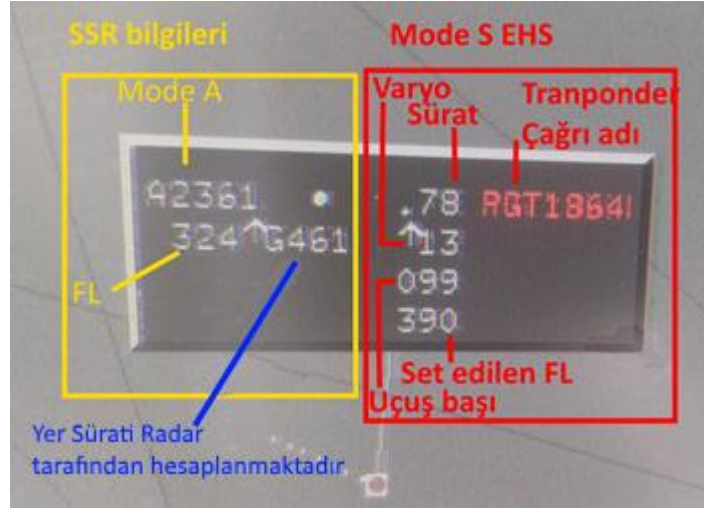
Geleneksel SSR, Mode S ELS ve Mode S EHS'de hava aracından gelen bilgilerin örnek görüntülenmesi

4.7.1.1. Kontrolörler, SSR radarın kullanılmaya başlamasıyla uzun yıllar, veri işleme ve görüntüle fonksiyonu olarak, transponder cihazından gelen Mode A (kimlik) ve Mode C (irtifa) bilgileri ile hizmet sağlamıştır.

¹⁶ Radar sistemi 25 ft'lik irtifa değişikliğinin raporlanmasını kullanmasına rağmen, kontrolör durum ekranında hava aracı irtifa değişikliğini 100 ft değişikliklerle takip etmeye devam eder.



4.7.1.2. Mode S ELS ile Mode A ve Mode C'ye ilave olarak hava araçlarının çağrı adlarını da durum ekranında izleme kabiliyetine sahip olmuştur. Bu özellik sayesinde, bir kontrolör takip ettiği herhangi bir hava aracının çağrı adını kullanarak, gerektiğinde önceden koordinasyon sağlayabilmektedir.



Etiket üzerinde Mode S bilgilerinin görünümü

4.7.1.3. Günlük operasyonlar sırasında, çoğu zaman ilk olarak bir hava aracının tanımlanması kalkışta gerçekleşir. Hava aracı gerekli ekipmanı taşıyorsa, motor çalıştırma aşamasında bir SSR kod tahsis edilecektir.

4.7.1.4. Hava aracında Mode S transponder cihazı olması, yer radarı (A-SMGCS) kullanımında ve TCAS cihazının emniyetli bir şekilde ikaz üretmesinde büyük önem taşımaktadır.

4.7.2. Hava Aracının Tanımlanması

Hava aracının uçuş plan çağrı adı, pilot tarafından FMS veya transponder gibi uygun kontrol paneline girilir. Mode S veri bağlantısı ile, ICAO uçuş planının 7. Maddesinde kullanılan hava aracı tanımlaması (örn. THY2LM, AFR2177) doğrudan kontrolör durum ekranında görüntülenir. Hiçbir uçuş planı yoksa, tescil işareti (örn. TCJIB) görüntülenir. Pilotun hatalı veya eksik bir çağrı adı girmesi durumunda, hava trafik kontrolörü, pilottan uygun frezyolojiyi kullanarak tekrar çağrı adını girmesini isteyecektir.

RE-ENTER [ADS-B or MODE S] AIRCRAFT IDENTIFICATION.

5. Otomatik Bağımlı Gözetim (ADS)

5.1. Giriş

5.1.1. **Otomatik Bağımlı Gözetim (ADS)**, hava aracının kimlik (çağrı adı), dört boyutlu pozisyon ve hava aracından alınan ek bilgiler (sürat, dikey sürat, vb.) de dahil olmak üzere bir veri bağlantısı yoluyla ilgili yerlere yayılması üzerine kurulu bir gözetim tekniğidir. (ICAO Doc 4444: PANS-ATM)

5.1.2. ADS verileri kontrolöre bir belli periyotlarla yenilenen bir durum ekranında görüntülenir. ICAO Doc 4444 PANS-ATM, hava trafik kontrol hizmetinin, ilgili hava aracının açık bir şekilde tanımlanması şartıyla ADS kullanımına dayanabileceğini belirtmektedir.

5.1.3. ADS, tamamen hava aracında bulunan bilgi ve sistemlere bağlıdır. Bu durum, ADS'in diğer gözetleme sistemlerinden en önemli farkıdır. ADS için, güvenilir bir veri hattı ve (hava aracında) güvenilir seyrüsefer sistemlerinin varlığına ihtiyaç duyulur.



5.1.4. ADS'in radar sistemlerine göre en büyük farkı; ADS'de pozisyon hava aracı tarafından tespit edilerek, yer istasyonuna gönderilmesidir. Radar sistemlerinde hava aracının pozisyonu radar anteni tarafından dönüş yaparak tespit edilir. ADS antenleri sabittir. ADS;

- Hava araçlarının yer istasyonları tarafından gözetimi,
- Hava araçlarının, diğer hava araçları tarafından gözetimi,
- Yerde hareket eden hava araçlarının yer istasyonları tarafından gözetimi amacıyla kullanılabilir.

5.1.5. ADS'de hava aracı gözetleme mesajları, pozisyon raporu olarak bilinir ve aşağıdaki bilgileri sağlar;

- Hava aracı tanıtması,
- 3 boyutlu pozisyon,
- Mesajın gönderildiği zaman,
- Seyrüsefer sistemlerinin güvenilirliği (FOM_ Figure Of Merit)
- İhtiyaç duyulan diğer bilgiler (yer sürati, hava sürati, uçuş başı, dikey sürat, bir sonraki rapor noktası, meteorolojik bilgi vb.)

5.1.6. ADS'nin iki farklı formu bulunmaktadır:

- **Otomatik Bağımlı Gözetim-Yayın (ADS-B)**, bir hava aracı veya taşıtın (Follow-me, elektrik aracı vb.); diğer hava araçları, taşıtlar ve yer tesisleri tarafından kullanılmak üzere pozisyon, irtifa, uçuş başı ve diğer bilgileri yayınlayan bir fonksiyondur.

- **Otomatik Bağımlı Gözetim-Sözleşme¹⁷ (ADS-C)**, ADS-B'ye benzer şekilde çalışır, ancak veriler bir ATC ünitesiyle ve bir hava aracı arasındaki açık bir sözleşmeye¹⁸ (direkt bağlantı) dayanarak iletilir. Bu sözleşme bir talep sözleşmesi, bir periyodik sözleşme, bir hadise sözleşmesi ve/veya bir acil durum sözleşmesi olabilir. ADS-C çoğunlukla, yer gözetleme sisteminin kurulması mümkün olmayan okyanus, çok geniş hava sahası gibi bölgelerde hava trafik hizmeti sağlamak amacıyla kullanılmaktadır.

5.2. Otomatik¹⁹ Bağımlı²⁰ Gözetim²¹-Yayın²² (ADS-B)

5.2.1. Giriş

Hava aracı, havaalanı araçları ve diğer nesnelere, uygun olduğu şekilde, bir veri bağlantısı yoluyla bir yayın modunda kimlik, konum ve ek veriler gibi verileri otomatik olarak iletebildiği ve/veya alabildiği bir sistemdir.

5.2.2. Tanım

5.2.2.1. ADS-B, kimlik, konum ve yerleşik sistemlerden (GNSS vb.) elde edilen diğer bilgileri yayınlayan hava aracı veya havalimanı araçlarına dayanan bir gözetim tekniğidir. Bu sinyal (ADS-B Out), havadaki trafik durumsal farkındalığını, mesafeyi, ayırmayı ve kendi kendine ayırma yapmayı (ADS-B In) kolaylaştırmak için yerde (ADS-B Out) veya diğer hava araçlarında gözetim amacıyla kullanılabilir.

5.2.2.2. ADS-B otomatiktir çünkü harici bir sorgulamaya gerek yoktur; bağımlıdır, çünkü diğer taraflara gözetim bilgisi sağlamak için yerleşik sistemlere dayanır. Son olarak, veriler yayınlanır, kaynağın verileri kimin aldığına dair bilgisi yoktur, sorgulama veya ADS-C'de olduğu gibi iki yönlü sözleşme yoktur.

5.2.2.3. ADS-B, Kuzey Atlantik'in her iki yakasında ve başka yerlerde geleceğin ATM sistemi olarak görülmekte olup; emniyet, kapasite, verimlilik ve çevresel sürdürülebilirlik dahil olmak üzere Tek Avrupa Seması (SES) ile yeni nesil performans hedeflerinin gerçekleştirilmesinde hayati öneme sahip olması beklenmektedir.

5.2.2.4. Gözetim için SES vizyonu, saha kontrol ve terminal sahalarında, ADS-B ile birlikte emniyet açısından Mode S ve/veya WAM kullanımı öngörülmüştür. WAM sensörlerinin genellikle ADS-B işlevselliğini içerdiği belirtilmektedir.

5.2.2.5. ADS-B tarafından desteklenen ATC ayırmaları, hava araçlarının ADS-B Out ile donatılmış olmasına bağlıdır. Havada kendi kendine ayırma kabiliyeti, hava aracının ADS-B In ile donatılmasını ve pilotlara mevcut trafik bilgilerini etkin bir şekilde gösterecek kabiliyet gerektirir.

5.2.2.6. Havalimanlarında, mevcut teknolojilerin yerel olarak optimize edilmiş bir karışımı (*Multilateration*, SMR ve ADS-B), A-SMGCS sistemlerini ve entegre havaalanı operasyonlarını

¹⁷ “Sözleşme” ifadesi hava aracının hangi durumlarda hangi sıklıkta bilgi göndereceği hususlarının, ATC ünitesi ile hava aracı arasındaki bağlantı ile mutabık kalınması durumudur.

¹⁸ Noktadan noktaya (direkt bağlantı) bir veri bağlantısı kullanıldığından, veri bağlantısı iletişimlerinde genel bir kayıp olmadıkça her bir ADS-C mesajının alınması garanti edilir ve güvenilirdir. ADS-C kullanıcıları, verilerin alıcı tarafa teslim edileceğinden veya iletişimin başarısız olması durumunda bilgilendirileceğinden emin olabilirler.

¹⁹ **Otomatik.** Konum ve hız bilgileri, uçuş ekibi veya operatör girişi olmadan periyodik olarak (en az saniyede bir kez) otomatik olarak gönderilir. Gönderilecek parametreler önceden seçilir ve statiktir.

²⁰ **Bağımlı.** Sağlıklı iletim, yayını yapan hava aracının konumunu, süratini ve kullanılabilirliğini belirleyen ekipmanların düzgün çalışmasına bağlıdır.

²¹ **Gözetim.** Pozisyon, sürat ve hava aracına ait diğer bilgiler iletilen gözetim verileridir.

²² **Yayın.** Bilgiler, ADS-B alıcısı olan herhangi bir hava aracı veya yer istasyonuna yayınlanır.



mümkün kılmaktadır. Bu, kokpitte ve apron sahasındaki yer araçlarında hareketli bir harita biçiminde, birleştirilmiş bir ekran üzerinde gözetim bilgilerinin uygun bir şekilde gösterilmesini içerebilir.

5.2.2.7. ADS-B'nin Gözetim altyapısına eklenmesi, ATM Ağı tarafından kullanılabilir olacak önemli özellikler sağlar:

- Tam "kaveraj dahilinde" Gözetim kapsamı;
 - Kesintisiz Gate to gate gözetim imkanı,
 - Havadan havaya gözetim mümkündür, yani kokpitte civardaki trafikleri takip ederek durumsal farkındalık oluşabilir,
 - Hava aracı networkün ayrılmaz bir parçasıdır
 - Doğrudan yerleşik sistemlerden sağlanan gözetim verileri
- Yüksek performans
- Geliştirilmiş emniyet
- Kapasite artışı
- Maliyet verimliliği
 - Gözetim altyapısının azaltılmış maliyeti (ADS-B, radardan daha düşük maliyetlidir)
 - Daha verimli uçuş profilleri (önceden gözetimin uygun maliyetli olmadığı alanlarda)
 - Yakıt tasarrufu vb.
- Çevresel sürdürülebilirlik (CO₂ azaltımı)
- Azaltılmış RF kirliliği (1090 MHz veri bağlantısının artan canlılığına yol açar)
- Küresel birlikte çalışabilirlik
- Gelecekteki ATC uygulamaları için temel

5.2.2.8. ADS-B şu anda Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya/Pasifik bölgesi de dahil olmak üzere dünya çapındaki diğer bölgelerde kullanılmaktadır.

5.2.2.9. Uygulama düzeyinde ve sistem düzeyinde küresel birlikte çalışabilirlik sağlanır. ADS-B standartları EUROCAE ve RTCA tarafından ortaklaşa geliştirilmektedir. İlgili ICAO dokümanları hazırlanmıştır.

5.2.2.10. 1090 MHz **Mode S Extended Squitter** teknolojisi, küresel birlikte çalışabilirliği sağlamak için dünya çapında kullanılmaktadır. Yerel veya bölgesel düzeyde, diğer veri bağlantısı teknolojileri düşünebilir, örn. ABD'de kullanılan Evrensel Erişim Alıcı-Verici (UAT) sistemi.

5.2.2.11. Avrupa'da, Tek Avrupa Seması (SES) için gözetimin performansı (SPI-IR) ve birlikte çalışabilirliği için gereklilikleri belirleyen 1207/2011 sayılı Yönetmelik ve 1028/2014 sayılı Düzenleme ve 2017/386 sayılı Düzenleme yayınlanmıştır. AB mevzuatı, Avrupa'da IFR/GAT işleten tüm hava araçlarının Mode S *Elementary Surveillance* ile uyumlu olmasını şart koşarken, maksimum kalkış ağırlığı 5700kg'dan fazla olan veya maksimum seyir Gerçek Hava Hızı 250kts'nin üzerinde olan hava araçlarının Mode S *Enhanced Surveillance* ve ADS-B Out gereksinimleriyle uyumlu olması gerekir. Devlet hava araçları için özel hükümler (muafiyetler dahil) mevcuttur.

5.2.3. İlk ADS-B Uygulamaları

5.2.3.1. İlk ADS-B uygulamaları, yani tüm "ADS-B out" ve ATSAW (Airborne Traffic Situation Awareness) uygulamaları için ADS-B standardizasyon çalışmaları tamamlandı. Aşağıdakiler için Emniyet, Performans ve Birlikte Çalışabilirlik Gereksinimlerini sağlamıştır:

- Radarsız Hava Sahasında ADS-B (ADS-B NRA)
- Radar Hava Sahasında ADS-B (ADS-B RAD)

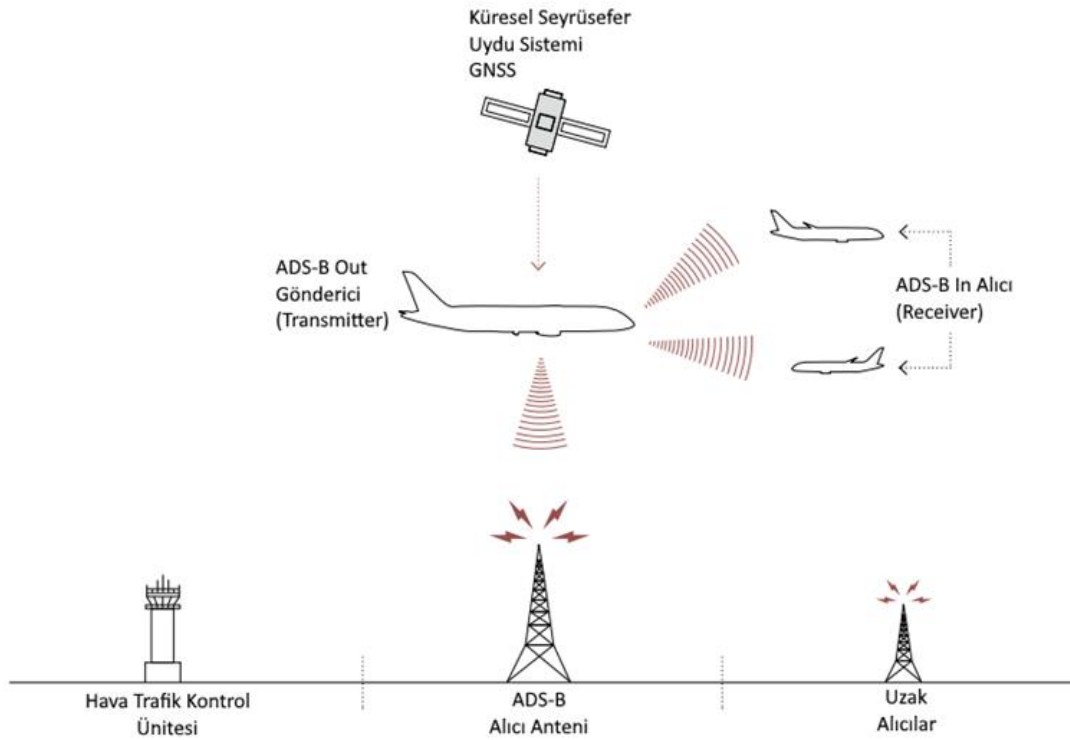


- Havaalanı Yüzey Gözetimi için ADS-B (ADS-B APT)
- Okyanus hava sahasında ATSAW In-Trail Prosedürü (ATSAW ITP)
- Görerek yaklaşımda ATSAW Görsel Ayırma (ATSAW VSA)
- Uçuş Operasyonları Sırasında ATSAW (ATSAW AIRB)
- Havaalanı Yüzeyinde ATSAW (ATSAW SURF)

5.2.3.2. Ayrıca, aşağıdakiler için Emniyet, Performans ve Birlikte Çalışabilirlik Gereksinimlerinin teslim edilmesiyle ilk boşluk uygulamasının standardizasyonu da tamamlanmıştır:

- Kokpit Mesafe Yönetimi

5.2.3.3. Ayrıca, SESAR (Avrupa) ve NextGen (ABD) tarafından gelecekteki ADS-B uygulamaları (mesafe, ayırma ve kendi kendine ayırma) üzerinde çalışmalar devam etmekte veya planlanmaktadır. Gelecekteki uygulamaların standartları da EUROCAE/RTCA ortak çalışmasıyla geliştirilecektir.

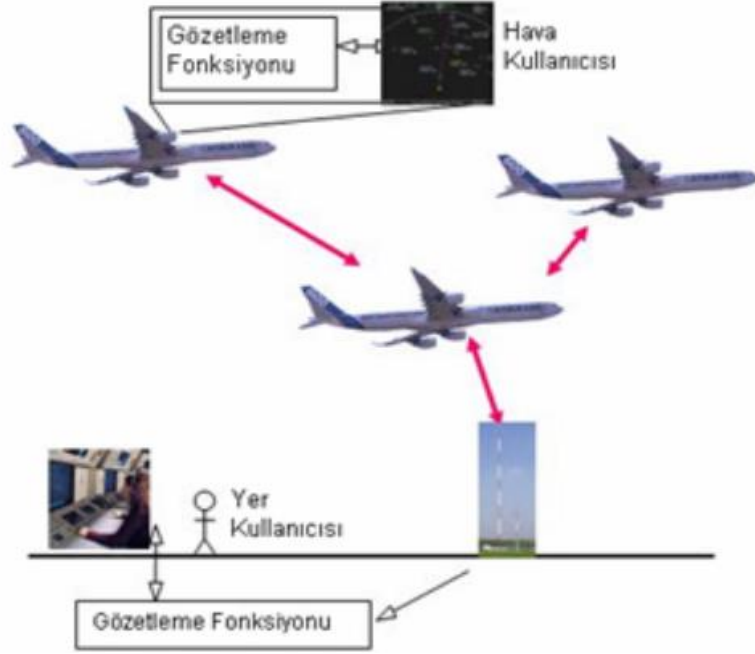


5.2.4. Hava aracı cihazları

5.2.4.1. Hava aracındaki "ADS-B Out" özelliği, ilgili aviyonik sistemlerle (GNSS, basınç altimetreleri vb.) arayüzlü transponderler tarafından etkinleştirilir. Çoğu hava aracında, halihazırda merkezi Avrupa hava sahası için zorunlu kılınan Mode S EHS birlikte paketlenmiş ADS-B *Extended Squitter* özelliği mevcuttur.

5.2.4.2. "ADS-B In" özelliği bir alıcı, bir işlem sistemi (trafik bilgisayarı) ve bir HMI birimi (CDTI) gerektirir. "ADS-B in" sistemi, İleri Görüş Alanına entegre edilebilir veya *Electronic Flight Bag* (EFB) şeklinde olabilir.

5.2.4.3. ADS-B'nin operasyonel kullanımı, düzenleyici otoriteler tarafından sertifikasyon ve operasyonel onay gerektirir. İlgili sertifikasyon belgeleri, Radarsız Hava Sahasında ADS-B için EASA AMC 20-24 veya "ADS-B Out" için CS-ACNS'dir.



5.2.5. Yer cihazları

5.2.5.1. Hava aracı veya havalimanı yer araçları tarafından iletilen ADS-B verileri, ADS-B Yer istasyonları tarafından alınır.

5.2.5.2. Çoğu durumda, ADS-B Yer istasyonlarının verileri, kullanıcılar için bir Trafik Durumu Resmi oluşturmak üzere diğer olası Gözetim sensörlerinden (örn. radarlar, Multilateration) gelen girdilerle birleştirilen Gözetim Veri İşleme ve Dağıtım sistemlerine gönderilir.

5.2.6. ADS-B verileri

5.2.6.1. Alınan ADS-B verileri, ilgili standartlarda ve sertifikasyon belgelerinde tanımlanmıştır (örneğin, Radarsız Hava Sahasında ADS-B için EASA AMC 20-24 veya "ADS-B out" için CS-ACNS). Bunlar (diğerlerinin yanı sıra) aşağıdakileri içerir:

- Hava aracının yatay konumu (enlem/boylam)
- Hava aracının barometrik irtifası (SSR ile aynı olacaktır)
- Kalite göstergeleri
- Hava aracının kimliği:
 - Benzersiz 24 bit uçak adresi
 - Hava aracı kimliği
 - Mode A ("ADS-B Out" için CS ACNS olması durumunda)
- Acil durum
- Seçildiğinde SPI (özel konum göstergesi)

5.2.7. Gözetim modernizasyonu

5.2.7.1. Otomatik Bağımlı Gözetim–Yayın (ADS-B) ve *Multilateration* (MLAT), hem altyapı hem de uygulamalar olmak üzere gözetim sistemlerinin modernizasyonu için temel kolaylaştırıcılardır.

5.2.7.2. Avrupa Hava Sahasında, EUROCONTROL'ün gözetim modernizasyonuna verdiği destek, Avrupa ATM Ağı gözetiminin performansa dayalı modernizasyonuna ve rasyonelizasyonuna odaklanır. Hem yer gözetimini (ADS-B, *Multilateration* ve Mode S gibi) hem de

havadan gözetleme uygulamalarını kapsar. Kısa vadeli uygulamaları ve uzun vadeli SESAR projelerini destekler.

5.2.7.3. Avrupa'da gözetim modernizasyonu şu şekilde ilerlemektedir:

- Radarsız hava sahasında: ADS-B'nin tek araç olarak veya *Multilateration* ile birlikte, binlerce hava aracında mevcut sertifikalı ekipman kullanılarak uygulanması.
- Radarlı hava sahasında: kombine *Multilateration* ve ADS-B sistemlerinin uygulanması. *Multilateration* başlangıçta kullanılır, ardından ADS-B'nin ek kullanımı gelir. ADS-B'nin kullanımı için, Gözetim Performansı ve Birlikte Çalışabilirlik Yönetmeliği (SPI IR) - 1207/2011 Sayılı AB Yönetmeliği ve değişiklik(ler)i tarafından yönlendirilen yükseltilmiş ADS-B aviyonikleri gereklidir.

5.2.7.4. 1207/2011 Sayılı Avrupa Komisyonu Uygulama Tüzüğü (AB) ve ilk değişikliği 1028/2014, Avrupa hava sahasında Gözetim Performansı ve Birlikte Çalışabilirlik için bir yetki belgesidir.

5.2.7.5. Yönetmelik, IFR/GAT işleten hava araçları için Mode S (ELS) zorunlu olarak taşınmasını ve işletilmesini düzenler.

5.2.7.6. Yönetmelik ayrıca, IFR/GAT kullanan ve 5700 kg'ı aşan maksimum onaylı kalkış ağırlığı veya maksimum seyir gerçek hava sürati 250 kt'dan fazla olan hava araçları için Mode S (EHS) ve ADS-B 1090 MHz *Extended Squitter*'in taşınmasını ve çalışmasını zorunlu kılar.

5.2.7.7. Gözetim, radar tek başına kullanımından çok sayıda sensör tipine hızla geçiş yapar. Düzinelerce *multilateration* sistemi ve 1300'den fazla ADS-B yer istasyonu 25'ten fazla Avrupa Devletinde uygulanmaktadır. Uygulayıcı devletlerin çoğu şu anda operasyonel ATS için çok taraflı verileri kullanmaktadır. Buna paralel olarak, İzlanda, Portekiz, Norveç ve Birleşik Krallık gibi bazı Avrupa Devletleri operasyonel ATS için ADS-B'yi kullanmaya başlamıştır.

5.2.7.8. ADS-B yer alıcıları da şu anda kullanılmakta olup, uzay tabanlı ADS-B'nin operasyonel kullanımı çalışmaları devam etmektedir.

5.2.7.9. Radarsız Hava Sahasında ADS-B operasyonları için binlerce hava aracı halihazırda sertifikalandırılmıştır. Ayrıca, 2500'den fazla hava aracının (Mayıs 2018'de) SPI Uygulama Kuralı doğrultusunda yükseltilmiş ADS-B Out aviyonikleriyle donatıldığı gözlemlenmiştir. SPI Uygulama Kuralını temel alan Aviyonik uygulaması, hem Mode S'yi hem de ADS-B *Extended Squitter*'i kapsar. Bu, havadaki kurulumları "geleceğe uygun" hale getirecek, yani şu anda kullanımda olan veya kullanılması planlanan tüm gözetim tekniklerini destekleyecektir.

5.2.7.10. Havadan gözetim (yani kokpitte gözetim) ile ilgili olarak, ilk uygulamalar (ATSAW) Şubat 2012'den beri Avrupa'da faaliyete geçmiştir. O tarihten bu yana binlerce operasyonel uçuş gerçekleştirilmiştir. ADS-B donanımlı trafiğin artan mevcudiyeti ve hava sahası kullanıcılarına fayda sağlayan ek Havadan Gözetim uygulamalarının etkisiyle, havadan gözetleme uygulamasının daha da büyümesi beklenmektedir.

5.2.7.11. ADS-B tarafından yönlendirilen Gözetim sistemlerinin entegrasyonu ve rasyonalizasyonu devam etmektedir. Bunun iki örneği, hava tarafında ACAS Hibrit Gözetleme ve yerde birleşik ADS-B ve *multilateration* sistemleridir. ADS-B'nin uygulanması ve/veya *multilateration* dahil olmak üzere gözetim modernizasyonu yalnızca Avrupa'da değil, aynı zamanda dünyanın tüm diğer kıtalarında gerçekleşmektedir.

5.2.7.12. Avustralya ve Kanada, 2009'dan beri ADS-B'ye dayalı operasyonel ATC hizmeti sağlamaktadır. Avustralya'da, tüm IFR operasyonları için ADS-B gereklidir. Kanada'daki ADS-B uygulaması, ADS-B donanımlı trafik için operasyonel faydalara dayanmaktadır (örneğin, Hudson Körfezi, Grönland ve Atlantik Okyanusu üzerindeki hava sahası üzerinden ADS-B tabanlı ATS sağlanması). Kanada, bir ADS-B talimatı yayınlamayı düşünmektedir.



5.2.7.13. ABD, 1 Ocak 2020'den itibaren geçerliliği olan ve özel hava sahasında ADS-B Out ekipmanı gerektiren bir ADS-B Kuralı yayınladı (şu anda bir transponderin gerekli olduğu duruma benzer). 630'dan fazla Yer istasyonu konuşlandırıldı.

5.2.7.14. ADS-B ve/veya *multilateration* uygulamaları ile ilgili çalışmalar, aşağıdakiler de dahil olmak üzere dünya çapındaki tüm kıtalarda yürütülmektedir:

- Afrika (Kongo, Etiyopya, Gine, Sierra Leone, Liberya, Namibya, Güney Afrika)
- Güney ve Orta Amerika (Brezilya, Peru, Trinidad ve Tobago)
- Asya (Afganistan, Çin, Hong Kong, Fiji, Hindistan, Endonezya, Japonya, Kuveyt, Kırgızistan, Malezya, Filipinler, Katar, Suudi Arabistan, Singapur, Tayvan, Tacikistan, Tayland, BAE, Vietnam)
- Okyanusya (Yeni Zelanda)

5.2.8. Uzay Tabanlı²³ ADS-B

5.2.8.1. Günümüzde hava araçlarının çok büyük bir kısmı ADS-B Out ile donatılmış durumdadır. 1 Ocak 2020 tarihinden sonra ABD dahil bazı ülkelerde hava sahası içerisinde ADS-B Out zorunlu hale getirilmiştir.

5.2.8.2. Basitçe söylemek gerekirse, ADS-B Out-donanımlı hava araçları, hava aracına ait bilgileri saniyede bir kez alıcı istasyonlara otomatik olarak yayınlamaktadır. Bu iletilen bilgi, GPS'ten elde edilen bir hava aracı konumu, irtifa, sürat ve yön bilgilerini içerir (ancak bunlarla sınırlı değildir).

5.2.8.3. Yer alıcı istasyonları ve fiber optik kablolarla, yayınlanan bu bilgiler ATC otomasyon sistemleri ve kontrolör ekranında görüntülenir.

5.2.8.4. Uzay tabanlı ADS-B, Aireon adlı bir şirket tarafından geliştirilen ve bugün olduğu gibi radar kapsamını tamamen ortadan kaldıran bir teknolojidir. Şu anda, dünya hava sahasının yüzde 30'undan daha azı yer istasyonları (geleneksel radar, ADS-B vb) tarafından kapsamaktadır. Uzay tabanlı ADS-B ile hava trafiğinin yüzde 100 küresel gözetimi artık mümkün olabilecektir. Kapsamadaki bu büyük gelişme ile birlikte, uzay tabanlı sistem tarafından sağlanan konum güncelleme periyodu, geleneksel radardan yaklaşık altı kat daha hızlıdır.

5.2.8.5. Uzay tabanlı ADS-B, hava aracında yeni bir ekipman gerektirmez. Bunun yerine, mevcut ADS-B Out ekipmanını kullanır. Spesifik olarak, bir Mode-S ADS-B transponder ve A1 sınıfı veya daha yüksek bir anten sistemi gerektirir. Aslında pilot, hava aracının ADS-B Out sinyalinin uzay tabanlı sistem tarafından kullanıldığını bilmeyecektir.

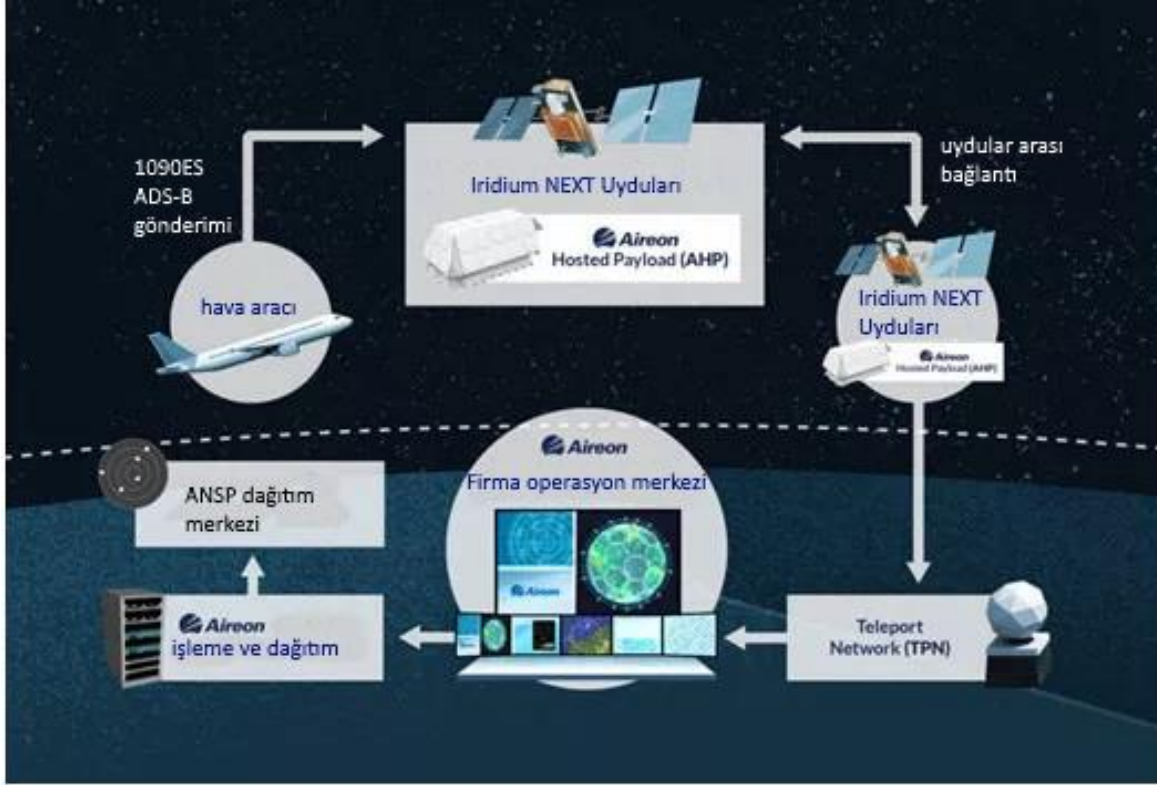
5.2.8.6. Yer tabanlı ADS-B, hava aracı ve yer alıcıları arasındaki görüş hattı (manialar nedeniyle) nedeniyle özellikle düşük irtifalarda sınırlıyken, uzay tabanlı ADS-B'de bu sınırlama yoktur. Aireon sistemini barındıran Iridium NEXT uydularından hava aracı yayınları alınır. Sinyal daha sonra yer istasyonlarına iletilir ve bu istasyonlar da verileri farklı hava seyrüsefer hizmet sağlayıcılarına gönderir.

5.2.8.7. Bu sinyal aktarımı, ADS-B yer istasyonlarını kurmanın zor veya imkansız olacağı okyanus gibi uzak bölgelerde ADS-B konum raporlarına erişime izin verir. Sonuç olarak, uzay tabanlı ADS-B, daha doğrudan yönlendirme ve optimum irtifaların artan kullanılabilirliği yoluyla, uçuş sırasında ayırmaların azaltılmasına ve hava sahası operasyonel verimliliğinin artmasına olanak tanır.

²³ “Uzay” tabanlı yerine “Uydu” tabanlı ifadesi kullanmak daha doğru olurdu ancak üretici “Space based” ifadesi kullandığı için bit tutarsızlık olmaması adına “Uzay Tabanlı ADS-B” olarak Türkçeleştirilmiştir. (HS)



5.2.8.8. Şu anda uzay tabanlı ADS-B, NAV CANADA ve NATS hava seyrüsefer servis sağlayıcıları (ANSP'ler) tarafından kullanılmakta olup, Kuzey Atlantik üzerinde azaltılmış ayırma deneme süresine başlanılmıştır. Aireon'a göre, denemenin ilk ayında yaklaşık 12.000 uçuş optimum hızlarında uçabilmiş ve bu da önemli ölçüde zaman ve/veya yakıt tasarrufu sağlamıştır.



Uzay tabanlı ADS-B çalışma şeması

5.2.9. Otomatik Bağımlı Gözetim-Yeniden Yayın (ADS-R)

5.2.9.1. ADS-B, bir yayın iletişim bağlantısı aracılığıyla son derece doğru ve kapsamlı gözetim bilgileri sağlayan gelişmiş bir gözetim teknolojisidir. ADS-B, yerleşik konum tespit ve seyrüsefer sistemlerinden elde edilen uçuş verilerini iletir. Hava aracı, Küresel Konumlandırma Sistemini (GPS), dahili seyrüsefer referans sistemini veya başka bir şekilde konumlarını (boylam, enlem, irtifa ve zaman) belirler. Hava aracının ADS-B ekipmanı, bu bilgiyi, hava aracından türetilen diğer uçuş parametreleriyle birlikte, normal olarak saniyede bir olmak üzere periyodik bir yayın iletiminde işler. Yayın menzili içindeki herhangi bir hava veya yer tabanlı ADS-B özellikli alıcı, çeşitli işlevler veya kullanımlar için gözetim bilgilerini alabilir ve işleyebilir.

5.2.9.2. ADS-R iki farklı frekansta alınan (978 ve 1090) ADS-B bilgilerini yeniden yayınlamak için kullanılan ve farklı donanımlı hava araçlarının birbirini görmesini sağlayan bir yöntemdir.

5.2.10. Trafik Bilgi Hizmeti-Yayın (TIS-B)²⁴

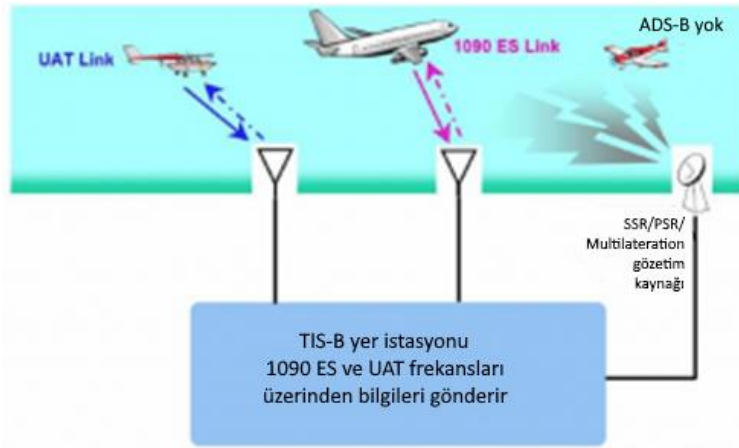
5.2.10.1. ADS-B'nin konuşlandırılmasında geçici bir adım olarak, gözetim radarından veya diğer sistemlerden elde edilen ADS-B olmayan trafik üzerindeki trafik bilgilerini hem 1090ES hem de UAT frekanslarında yayınlamak için bir sisteme ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sistem Trafik Bilgi Hizmeti Yayını (TIS-B) olarak bilinir.

²⁴ Sadece ABD'de FAA tarafından kullanılması planlanmaktadır.

5.2.10.2. TIS-B, Hava Trafik Kontrolü (ATC) tarafından takip edilen, ancak ADS-B donanımlı olmayan bir hava aracına yer tabanlı bir uplink raporudur. Bu hizmet, sınırlı ADS-B uygulamasıyla bile kullanılabilir. Gözetim ve TIS-B hizmetlerinin kombinasyonları, pilotların, aksi takdirde farkında olmayacakları diğer ADS-B yeteneği olmayan hava araçlarına ilişkin gelişmiş görsel kazanıma sahip olmalarını sağlayabilecektir. Kokpitteki bir ekranda trafik ve mania bilgilerinin yer alması, pilotların emniyete yönelik tehlikeleri daha hızlı tespit etmelerini ve gerekirse ATC ile iletişim kurmalarını sağlayacaktır. ADS-B ile donatılmış hava araçları, havadan havaya bir ortamda ADS-B sinyallerinin doğrudan alınması yoluyla birbirlerini takip edebilir. TIS-B ise tüm hava araçları ADS-B Out ile donatılana kadar bu kapsamlı hava trafiği durumsal farkındalığını sağlaması için planlanmıştır.

5.2.10.3. ADS-B hava araçlarının ADS-B olmayan hava araçlarını görmesi için mevcut radarlardan gözetleme alan bir yer vericileri ağı (TIS-B istasyonları) kurulması gerekmektedir. Bu TIS-B yer istasyonları, ADS-B olmayan hava araçlarını tespit eder, gözetleme verilerini ADS-B formatına dönüştürerek havaya yayınlar.

5.2.10.4. Yer tabanlı TIS-B uygulaması, hava sahası için SSR resmini yayınlar. Gözetim verileri, primary ve secondary radarlar, uydu tabanlı ADS, ADS-B ve diğer varlıklardan (örneğin, yüzey operasyonları için yüzey gözetleme radarı) birleştirilebilir.



TIS-B, ADS-B cihazı olmayan hava araçlarına, 1090 ve UAT üzerinden aldığı ADS-B cihazı olan hava araçlarının bilgilerini iletir.

5.2.10.5. TIS-B mesajları, donatılmış hava araçlarına ADS-B mesajları gibi görünecektir. Yere Dayalı Sistem, çeşitli yer gözetim formatlarını/protokolünü dönüştürmek için bir protokol çevirmeni görevi görmektedir. Bu veriler, havalimanı yüzeyinde ve terminal etki alanında da kullanılabilir.

5.2.10.6. ADS-R'de olduğu gibi, TIS-B de hava trafik kontrolörlerini doğrudan etkilemeyecektir, teknoloji yalnızca kokpitte verileri görüntüleyerek pilotun durumsal farkındalığını artırmasını hedeflemektedir.

5.2.11. Evrensel Erişim Alıcı-Verici (UAT)

5.2.11.1. UAT, 978 MHz'de çalışan bir ADS-B protokolüdür. Elektromanyetik spektrumun bu dilimi, ABD'de yerel olarak ADS-B'ye tahsis edilmiştir. Ancak aynı frekans aralığı ABD dışındaki ülkelerde DME istasyonları tarafından kullanıldığı için uluslararası olarak tahsis edilmemiştir. FAA, Alaska'daki Capstone ADS-B denemeleri için UAT protokolünü başarıyla kullanmıştır. 1090 ES protokolü gibi, UAT ekipmanı da yer istasyonlarından TIS-B trafik bilgilerini alma yeteneğine sahiptir ve 978 MHz'de 1090 MHz'e kıyasla daha büyük bant genişliği kullanılabilirliği nedeniyle, UAT ekipmanı da yer istasyonlarından yüksek bant genişliğine sahip grafik verileri alabilir. Yerden havaya uplink bağlantısı, 100 kbps'ye kadar hızlarda çalışabilir.



5.2.11.2. UAT, 1090 MHz frekans tıkanıklığını azaltmak ve daha düşük irtifalarda uçan genel havacılık hava araçları için seçilmiştir. UAT ayrıca uçuş bilgi hizmeti verileri için bant genişliğine sahiptir. Bu tür veriler, ulusal, bölgesel ve yerel hava durumu verilerini, terminal bilgilerini, NOTAM, RVR, SUA durumunu ve yardımcı verileri içerebilir. UAT ayrıca yoğun trafik ortamında uzun menzilli (120 NM daha fazla) destekleme yeteneğine de sahiptir.

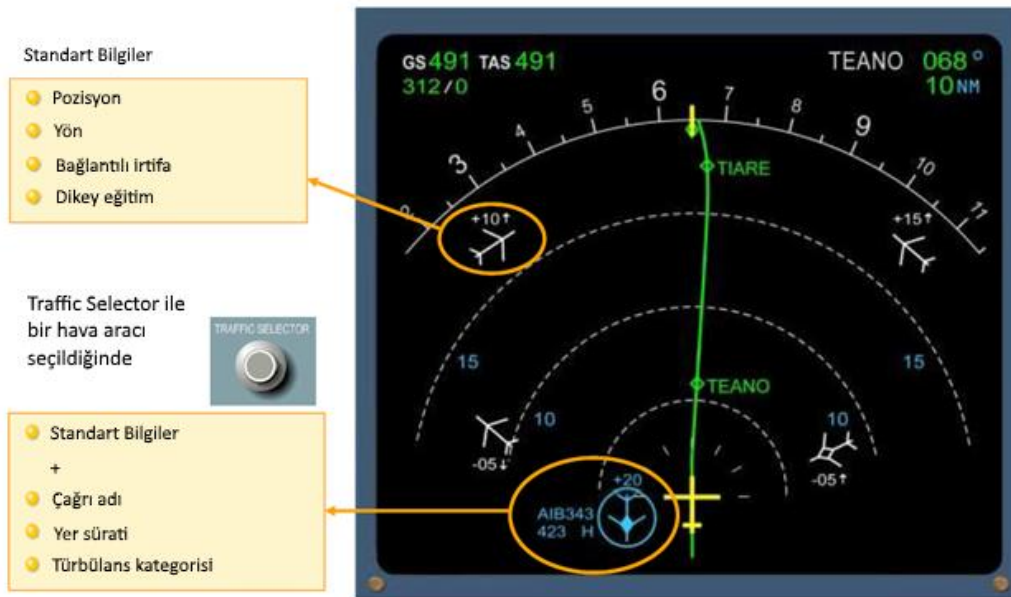
5.2.12. 1090 ES

1090 *Extended Squitter* bağlantısı, ADS-B için uluslararası olarak kabul edilen bağlantı olup, hava taşıyıcıları ve diğer yüksek performanslı hava araçlarına yönelik uygulamaları desteklemeyi amaçlamaktadır. 1090ES yayın bağlantısı, bant genişliği sınırlamaları nedeniyle hava durumu ve ilgili uçuş bilgileri gibi mevcut diğer veri uygulamalarını desteklemez. Diğer ticari ürünler genellikle 1090ES donanımlı hava araçları için bu tür hava ve uçuş bilgilerini sağlar.

5.2.13. Hava Trafik Durumsal Farkındalık (ATSAW)

5.2.13.1. ATSAW (*Airborne Traffic Situation Awareness*), ticari havacılıkta kullanılan havadaki bir trafik durumsal farkındalık sistemidir. Pilotlara, uçuşun tüm aşamalarında çevredeki trafiğin (ADS-B transponder ile donatılmış) gerçek zamanlı hava resmini sunma yeteneğine sahiptir.

5.2.13.2. ATSAW kullanan prosedürler, uçuş ekibine gelecekte, yer gözetleme sistemleri kaverajı dışındaki hava sahalarında pilot sorumluluğunda kendi ayırmasını yaparak irtifa değiştirme kabiliyeti kazandırabilecektir. ATSAW ayrıca yaklaşma aşamasında görerek ayırmayı destekleyecek ve havaalanı yüzeyinde trafik durumuyla ilgili farkındalık sağlayacaktır.



AIRBUS ATSAW Seyrüsefer Ekranı

5.2.13.3. Otomatik Bağımlı Gözetim Yayınının (ADS-B) kullanım alanında olan sistem, uluslararası havayolu şirketlerine ait 25 Airbus ve Boeing uçağı ile birlikte ANSP'ler tarafından deneme aşamasındadır.

5.3. Otomatik Bağımlı Gözetim-Sözleşme (ADS-C)

5.3.1. Bir veri hattı vasıtasıyla, hava aracı ile yer sistemleri arasında, hangi şartlar altında ADS-C raporlarının gönderileceği ve bu raporların içereceği verilerin yer alacağı bir anlaşmadır.

5.3.2. Her ne kadar ADS-B ile isim benzerliği olsa da tamamen farklı bir uygulamadır.

5.3.3. ADS-B, PSR ve SSR gibi ATC'nin uygun şekilde donatılmış, kaveraj içerisindeki tüm hava araçlarından sürekli olarak gelen bilgileri alıp kullanımı yöntemini kullanan bir gözetim tekniğidir.

5.3.4. ADS-C'de ise hava aracında bulunan benzer yapıya sahip transponder cihazı vasıtası ile pozisyon, irtifa, sürat meteorolojik verileri direkt (genelde haberleşme uydusu üzerinden) bağlantı kurduğu bir yada birden fazla ATC ünitesine gönderir.

5.3.5. Bir hava aracının veri gönderimi, gözetim sistemi tarafından belirlenen ADS sözleşmesi çerçevesinde bir talebe yanıt olarak üretilir. Bu sözleşme, bilgi türlerini ve hava aracı tarafından raporların gönderileceği koşulları tanımlar. Hava aracına ait bazı bilgiler her gönderilen rapora dahil edilirken, diğer bilgiler sadece bir ADS sözleşme talebinde belirtilirse sağlanır. Hava araçları talep olmaksızın bağlantılı olduğu ATC ünitesine ADS-C acil durum raporu gönderebilir.

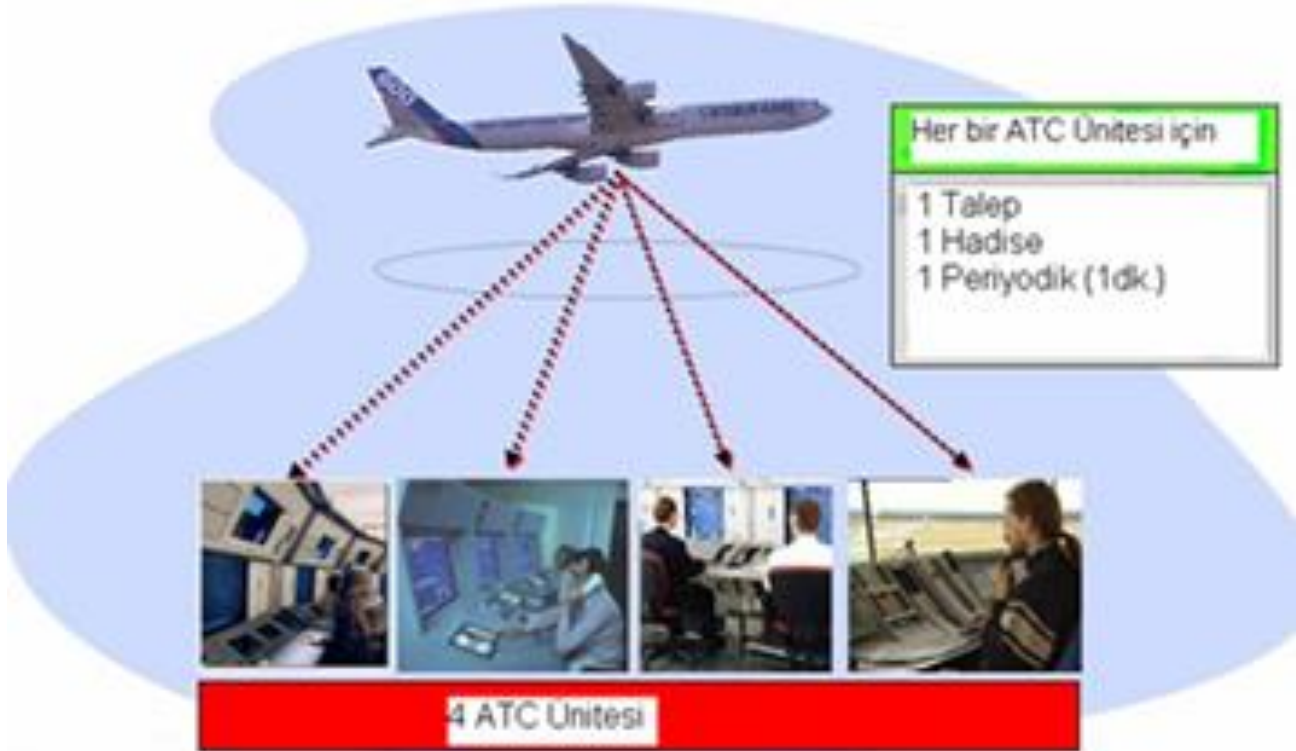
5.3.6. Bir ATC gözetim sistemi, talep sözleşmesi ile desteklenebilecek bir periyodik ve bir hadise sözleşmesi de dahil olmak üzere tek bir hava aracından farklı durumlarda birden fazla ADS sözleşmesi isteyebilir. En fazla beş ayrı ATC sistemi tek bir hava aracıyla ADS sözleşmeleri kapsamında direkt bağlantı yapabilir.

5.3.7. ADS Sözleşme Tipleri

5.3.8. Bir oturum açma isteği aldıktan sonra, ATC'nin herhangi bir ADS-C raporu alabilmesi için hava aracıyla ADS sözleşmesi (sözleşmeleri) kurması gerekecektir. Üç tür ADS sözleşmesi vardır:

- Periyodik sözleşme;
- Talep sözleşmesi;
- Hadise(değişiklik) sözleşmesi.

5.3.8.1. ATC gözetim sistemi, hava aracındaki sistemindeki ADS-C'nin devre dışı bırakılması durumu hariç, uçuş ekibi eylemi olmadan ADS sözleşmeleri oluşturabilir. Uçuş ekibi, ADS-C'yi devre dışı bırakarak tüm sözleşmeleri iptal etme imkanına sahiptir ve bazı hava aracı sistemleri uçuş ekibinin belirli bir ATSU ile bir ADS sözleşmesini iptal etmesine izin verir.



5.3.9. Periyodik Sözleşme

Periyodik bir sözleşme bir ATSU'nun aşağıdakileri belirtmesine izin verir:

- Hava aracı sisteminin bir ADS-C raporu gönderdiği zaman aralığı;
- Hava aracının bir ATC ünitesine bağlanması üzerine ATC ünitesi hava aracından temel bilgi ve opsiyonel bilgileri hangi periyotta talep ettiğini bildirir. ADS Sistemi de talep edilen periyotlarda bu bilgileri gönderir.

5.3.10. Talep Sözleşmesi

5.3.10.1. Talep sözleşmesi bir ATC ünitesinin tek bir ADS-C periyodik raporu istemesine izin verir. Talep sözleşmesi, hava aracı ile yürürlükte olabilecek diğer ADS sözleşmelerini iptal etmez veya değiştirmez.

5.3.10.2. ADS-C uygulaması acil durum uyarılarını da destekler. ADS-C acil durum raporu, acil durumun ATC'ye durum ekranı üzerinde ikaz oluşmasını sağlayan "acil durum" raporu olarak etiketlenmiş periyodik bir rapordur.

5.3.10.3. Bir ADS-C acil durumu uçuş ekibi tarafından çeşitli şekillerde tetiklenebilir:

- Manuel olarak, ADS-C acil durum işlevini seçerek;
- Dolaylı olarak, başka bir acil durum uyarı sistemini tetikleyerek (örn. bir CPDLC pozisyon raporunun iletilmesi veya bir SSR acil durum kodu seçimi);
- Gizlice (Bu işlevin kullanılabilirliği uçak tipleri arasında değişebilir).

5.3.10.4. Bir ADS-C acil durumu tetiklendikten sonra, normal koşullar altında uçuş ekibi ADS-C acil durum işlevinin seçimini kaldırana kadar ADS-C acil durum periyodik raporlarını iletmeye devam edecektir.

5.3.11. Hadise Sözleşmesi

5.3.11.1. Hadise sözleşmesi, ATC ünitesinin belirli bir olay (değişiklik) gerçekleştiğinde ADS-C raporu istemesine izin verir. Bir ATC ünitesi bir hava aracıyla aynı anda yalnızca bir etkinlik sözleşmesi yapabilir. Ancak, etkinlik sözleşmesi birden çok etkinlik türü içerebilir. Bu tür isteğe bağlı etkinlikler şunları içerir:

- waypoint değişikliği (WCE);
- seviye değişikliği (LRDE);
- yatay rota sapması (LDE);
- dikey sürat değişikliği (VRE).

5.3.11.2. Bir hadise sözleşmesi ATC ünitesi iptal edinceye veya raporu tetiklemek için kullanılan durumlar gerçekleşinceye kadar yürürlükte kalır. Waypoint değişikliği hadise sözleşmesi, tüm waypoint değişiklikleri için bir rapor tetikleyecektir. Diğer tüm hadise sözleşmeleri ilk hadise hakkında bir rapor tetikleyecek ve ardından ATC ünitesinin istenen tüm hadise türlerini gösteren yeni bir sözleşme talep etmesi gerekecektir.



5.3.12. ADS-C Raporları²⁵

5.3.12.1. Hava aracı sistemi, ADS-C raporunun farklı gruplarına belirli verileri gönderir. Her grup farklı veri türleri içerir. ADS-C hadise raporu, düzeltilen grupların yalnızca bazılarını içerir. ADS-C periyodik raporu, ATC ünitesinin sözleşme talebinde belirttiği ADS-C gruplarından herhangi birini içerebilir. ADS-C rapor grupları aşağıdakilerden oluşur:

- Temel grup
- Uçuş tanımlama grubu
- Dünya referans grubu
- Hava referans grubu
- Gövde tanımlama grubu
- Meteorolojik grup
- Tahmini rota grubu
- Belirlenmiş niyet grubu
- Öngörülen ara niyet grubu.

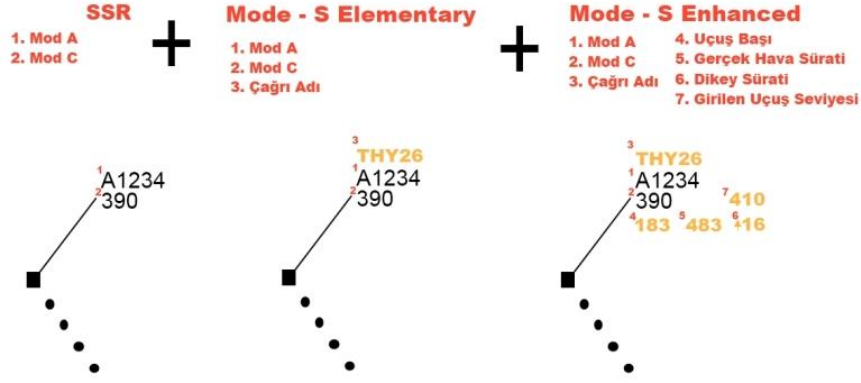
5.3.12.2. ATC ünitesi, farklı amaçlar için bir ADS-C raporu kullanabilir. Bunlar:

- Geleneksel zamana dayalı ayırma minimasının oluşturulması ve izlenmesi;
- Mesafeye dayalı ayırma standartlarının oluşturulması ve izlenmesi;
- Rapor noktalarının 'geçilmiş' olarak işaretlemesi;
- Aşağı yönlü ara noktalar için tahminlerin güncellenmesi;
- Rota ve seviye uygunluğunun izlenmesi;
- ADS-C pozisyon sembolü ve tahmini pozisyonların durum ekranı üzerinde güncellenmesi;
- İkaz oluşturma;
- ADS-C acil durumlarının ikazlarının oluşumu;
- Meteorolojik bilgilerin güncellenmesi;
- ATC ünitesi tarafından düzenlenen uçuş planındaki diğer bilgilerin güncellenmesi.

²⁵ ADS-C uygulamaları ADS-B uygulamalarından daha önce kullanılmaya başlamış olup, yer tabanlı bir gözetim sisteminin kurulamadığı özellikle okyanus üzeri gibi çok büyük sahalarda kullanılmaktadır. Ancak uydu üzerinden hava araçları ile ATC üniteleri arasında yapılan bağlantı periyodu uzun ve maliyeti yüksektir. Ayırmalar asgari 40 NM civarındadır.

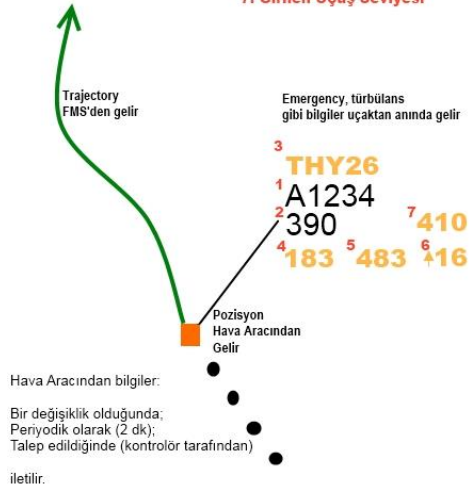
Ancak ADS-B çalışmaları somut sonuçlar verdiği için ve ADS-B geleceğin gözetim sistemi olarak planlanmaktadır. Haberleşme uyduları üzerinden ADS-C kullanılan hava sahalarında, yeni tip uydular üzerinden ADS-B uygulaması için çalışmalar yapılmakta olup, ayırmaların 14 NM'e düşürülerek hava sahasının emniyetinin ve kapasitesinin artırılması için çalışmalar (Uzay Tabanlı (Space-based) ADS-B) başlatılmıştır.





ADS - C

1. Mod A
2. Mod C
3. Çağrı Adı
4. Uçuş Başı
5. Gerçek Hava Sürati
6. Dikey Sürati
7. Girilen Uçuş Seviyesi



ADS - B

ADS - C'ye ilave olarak hava aracından bilgiler saniyede bir iletilir ve sistemde güncellenir. Ayrıca hava araçlarındaki monitörler sayesinde, pilotlar çevrelerindeki trafikleri tüm bilgileri ile takip etme olanağına sahiptirler.



6. Multilateration (MLAT)

6.1. Giriş

6.1.1. *Multilateration*, hava araçlarının SSR ve/veya SSR Mode S transponderlarının sorgulanması neticesinde gelen sinyalin, 3 ya da daha fazla sensör tarafından işlenerek pozisyonunun belirlenmesi işlemidir. Sinyalin sensörlere geliş zamanı tekniğine (TDOA) göre hava aracının pozisyonu belirlenir.

6.1.2. Gözetim stratejisi 3 fonksiyonel seviyeden oluşur. Bunlar:

- **Temel Operasyon:** bu operasyonda *multilateration* sistemi sinyalin geliş zamanına göre hava aracının pozisyonunu belirler.
- **Elementary Operasyon:** temel operasyona ilave olarak, Mode S transponderından alınan, hava aracı çağrı adı bilgisini de kullanıma sunar.
- **Enhanced Operasyon:** *Elementary* operasyona ilave olarak, hava aracı sistemlerinden alınan bilgileri kullanır.

6.2. Seyrüsefer Uygulaması

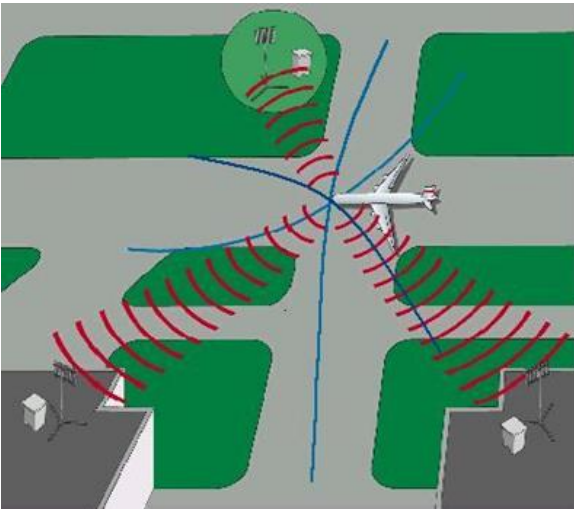
6.2.1. Bir seyrüsefer aracı olarak MLAT, bilinen konumlardaki sorgulama yapan bir sensörden gönderilen sorgulama sinyaline cevaben hava aracı tarafın dan gönderilen sinyalin birden fazla sensöre ulaştığı süre (TDOA) hesaplanarak konumlandırılır. Hava aracı sistemlerinden alınan bilgileri kullanır.

6.2.2. Teorik olarak, sorgulama yapan sabit sensörlerin hepsi, aynı zamanda ancak karşılıklı müdahaleyi önlemek için ayrı frekanslarda bir sorgulama sinyali yayar. Alıcıdaki ölçülen TDOA, alıcı konumunun hesaplanmasına izin verecektir. Bununla birlikte, uygulamada, operasyonel sistemlerde MLAT uygulanması, biraz daha karmaşık iletim stratejileri gerektirmektedir.

6.2.3. Seyrüsefer için MLAT teknolojinin tarihsel olarak Gee, DECCA, LORAN ve Omega gibi sistemlerde kullanılmıştır. Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) ve Geniş Alan *Multilateration* (WAM) gibi mevcut sistemler de MLAT prensibi ile çalışmaktadır.

6.3. Gözetim Uygulaması

6.3.1. *Multilateration* hem yüzey hareketleri (havaalanı) gözetimi, hem de hava trafik gözetimi için de kullanılabilir. MLAT sensörleri (verici/alıcılar) yüzey hareketlerinin gözetimi için havaalanı sınırları içinde, iniş/kalkış trafiğinin gözetimi için havaalanı civarında veya radar sensörü kurmanın mümkün olmadığı yada maliyetli olduğu geniş alanlarda saha kontrol hizmetinin sağlanması amacıyla kullanılabilir.



6.3.2. Hava alanlarının yüzey hareketlerinin incelenmesinde kullanılan A-SMGCS sistemlerinin kullandığı bir gözetleme tekniğidir. Pist, taksi yolu, apron, park yeri gibi meydan kontrol kulesi tarafından sürekli takip edilmesi gereken sahalardaki hareketi her saniye yenileyerek hava araçları ve SSR/Mode S transponder taşıyan araçların pozisyonlarını belirler. Bir noktanın asgari 3 (tavsiye edilen sayı 4-5) sensör tarafından görülecek şekilde meydan civarında ihtiyaç duyulan bölgelere sensörler yerleştirilerek gözetim hizmeti sağlanır. Sadece ADS-B yayını gönderen taşıtların GPS pozisyonları da kullanılabilir.



6.4. WAM (Geniş Alan Multilateration)

6.4.1. Geniş alan *multilateration*, hava araçları tarafından yayınlanan 1090 MHz frekansındaki sinyalleri kullanan bir gözetleme tekniğidir. Bu sinyallerden hava aracı tanıtması (çağrı adı), pozisyonu, irtifası vb. gibi parametreler içeren bir track oluşturabilir. SSR ve Mode S bilgilerine ulaşabilmek için aktif sorgulama da yapılabilir.



6.4.2. WAM'ın gözetim verilerinin oluşturulma şekli Otomatik Bağımlı Gözetim Yayınından (ADS-B) önemli ölçüde farklı olsa da, yüksek performans ve düşük maliyetlerinin yanı sıra bu iki gözetim tekniğinin birlikte kullanılmasının önemli operasyonel faydalar sağlaması beklenmektedir. Sonuç olarak, kompozit WAM/ADS-B sistemleri endüstri tarafından yaygın olarak sunulmaktadır.

6.4.3. Bununla birlikte, çeşitli gözetim tekniklerinin (Transponder Mode S, ADS-B, WAM) optimum birlikte kullanımı, genel ATM Ağı bakış açısından kullanılacak alana, operasyonel ihtiyaçlara ve ihtiyaç durumuna bağlıdır.

6.4.4. ADS-B ve WAM, gelecekteki Avrupa ATM Ağının kilit taşı olup; emniyet, kapasite, verimlilik ve çevresel sürdürülebilirlik dahil olmak üzere Tek Avrupa Seması (SES) performans hedeflerine ulaşılmasına katkıda bulunması beklenmektedir.

7. Gözetim Veri İşleme Sistemi (SDPS)

7.1. Giriş

7.1.1. PSR, SSR, Mode S, ADS, MLAT, WAM gibi gözetim sistemleriyle elde edilen, hava araçlarına ilişkin veriler bir takım işlemlerden geçer. Öncelikle gözetim sisteminin bulunduğu istasyonda veri toplanıp, ATC merkezinde bulunan Gözetim Veri İşleme Sistemi'ne (SDPS) gönderilir. SDPS tarafından hava araçlarının konumları ve her türlü bilgi işlenerek hava trafik kontrolörünün durum ekranında görüntülenir.

7.1.2. Bütün bu işlem boyunca; hava durumu, dağlar, yüksek binalar, kuş sürüleri gibi istenmeyen sinyallerin önlenmesi için bir dizi filtreleme işlemi uygulanır. Bir SDPS'in ana amacı bir hava aracına ait birden fazla kaynaktan gelen bilgilerin değerlendirilerek, o hava aracının tek bir hedef olarak görüntülenmesidir.

7.1.3. Radar istasyonunda, verici-alıcı birimlerin dışında, radarın işleyişini kontrol eden bir takım teknik ve hesaplama özellikleri bulunmaktadır. Bunlar arasında örneğin filtre işlevleri, *plot extractor*²⁶ ve lokal *tracker*²⁷ bulunur.

7.1.4. Bu işlemlerin genel işlevleri, ATC birimine aktarmadan önce bilgileri kontrol ederek kullanılabilir bir biçime getirmektir. Radar istasyonunda, transponder bilgileri de dahil olmak üzere hedeflerin menzil ve yön bilgisi belirlenir.

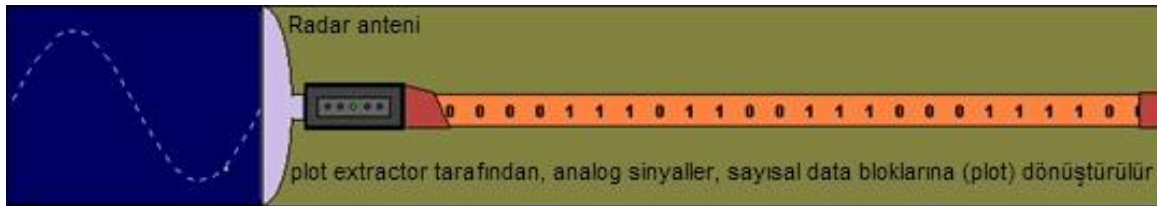
7.1.5. İstasyonda toplanan verilerin SDPS sistemine gönderilmesi aşamasında; **telekom hattı, GSM hatları, haberleşme uyduları, radyo-link, Wi-Fi hatları** gibi veri aktarmada kullanılan yöntemlerin bir yada bir kaçı birlikte kullanılabilir, birbiriyle yedeklenebilir.

7.1.6. SDPS'de, sisteme entegre edilmiş diğer tüm kaynaklardan gelen veriler birleştirilir ve işlenir: örneğin, gözetim sistemlerinden gelen veriler, uçuş planı bilgileri vb.

7.1.7. ATC ünitesinin operasyon odasında, toplanan veriler nihayet kontrolörlere sunularak, emniyetli ve verimli bir trafik akışının nasıl organize edileceğine ilişkin kararlarının temelini oluşturur. Modern sistemlerde, kontrolörlere bilgisayar destekli çarpışma algılama araçları (STCA vb.) yardımcı olmaktadır.

7.2. SDPS'de Yapılan İşlemler

7.2.1. Radardan gelen analog sinyallerin transfer edilebilmesi için sayısallaştırılması gerekmektedir. Bu işlem, radar istasyonunda bulunan "*plot extractor*" tarafından, analog sinyallerin sayısal data bloklarına (*plot*) dönüştürülmesiyle gerçekleşir. *Plot*, bir hedefe ait pozisyon ve ilave bilgileri içerir. SDPS, bu *plot* bilgilerini kullanarak hedefin o anki pozisyonu, ileriye dönük tahmini pozisyonu, yer sürati, hedefin önceki pozisyonları vb. bilgileri oluşturur.



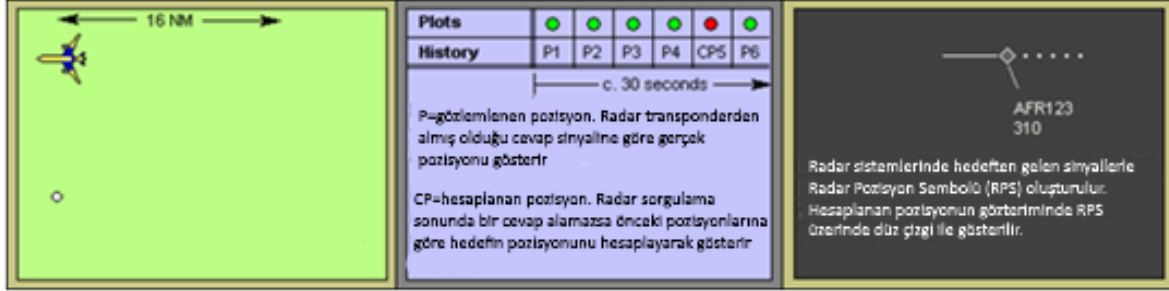
7.2.2. Genellikle, bu aşamada, bilginin geçerli olup olmayacağını belirlemek için başka filtreleme işlevleri de kullanılır, diğer bir deyişle bir SSR cevap sinyalini veya bir hava aracından geri yansıyan *echo* (PSR) temsil eder. Bir takım kriterlerin karşılanması gerekmektedir. Örneğin, bu geri

²⁶ **Plot extractor**, sinyal işlemcisinin çıkışından, sinyal genişliği boyunca üretilen pulseları alır, rota ve radyal sürat bilgilerini de içerebilen konum bilgisi oluşturur.

²⁷ **Tracker** bir hedefin, birden fazla gözetim sisteminden gelen bilgilerini (*plot* ve *track*) toplayarak, hedefe ait tek bir pozisyon oluşturur.

dönen echoların kaynağının sistem tarafından bir hedef olarak kabul edilebilmesi için belirli bir sayıda geri dönüş olmalıdır.

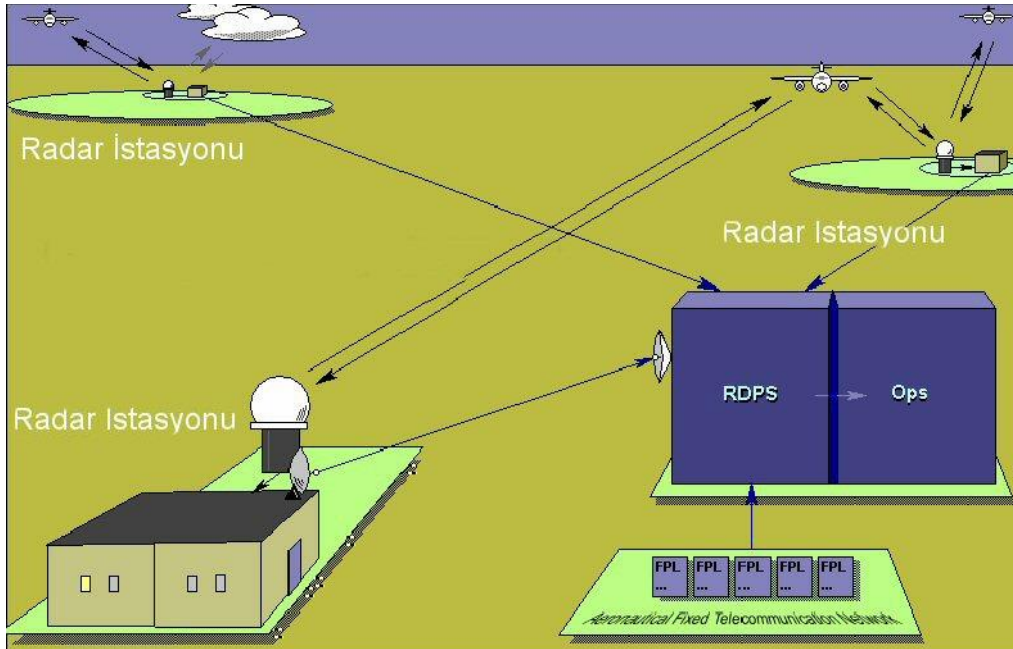
7.2.3. Hedeflerin konumları hakkında alınan bilgiler de hedeflerin izlenmesine (*tracking*) olanak sağlamak için saklanacaktır. *Tracking*, sistemin önceki 30 saniye boyunca hareketini analiz ederek bir hedefin gelecekteki konumlarını tahmin etmesini sağlar. Bir hedefin süratini, istikametini ve bunlarda meydana gelen değişiklikleri dikkate alır. Böylelikle radarın bir hedefi doğrulamak için kriterleri karşılayamasa bile, olası bir sonraki konumunu tahmin edebileceği ve kontrolöre gösterebileceği anlamına gelir. Buna yaklaşık 30 saniye daha devam etmek mümkündür. Bundan sonra, hedeften daha fazla güncellenmiş bilgi yoksa, hedefin takibi devam etmez ve artık görüntülenmez. Radar istasyonunda yapılan izleme yerel izleme olarak adlandırılır. *Plot extractor* ile *local tracker* arasındaki ilişkinin değişebileceği bilinmelidir. Örneğin, *local tracker*, *plot extractor* ile aynı sunucu içerisinde yer alabilir yada bağımsız bir cihaz olarak bulunabilir.



7.2.4. Bir hedefin kimliği (Mode A cevabı) aslında *tracking* için gerekli değildir ve PSR hedeflerinden de SSR hedefleri gibi *tracking* yapılabilir. Her hedef için oluşturulan *track* bilgisi *plot* bilgisiyle beraber bir haberleşme hattı üzerinden SDPS'ye gönderilir.

7.2.5. SDPS, belirlenmiş bir hava sahasındaki tüm trafiğin güvenilir hava resmini sağlamak ve gerekli bilgileri ilgili kullanıcılara (CFMU, AMAN sistemi, uzak TMA'ler, Askeri Üniteler, Safety Nets sunucuları, HMI, FDPS vb.) ulaştırmak üzere tasarlanmış **bir gözetim veri işleme sistemi**'dir. RDPS (Radar Veri İşleme Sistemi) ya da sadece "*tracker*" olarak da adlandırılır.

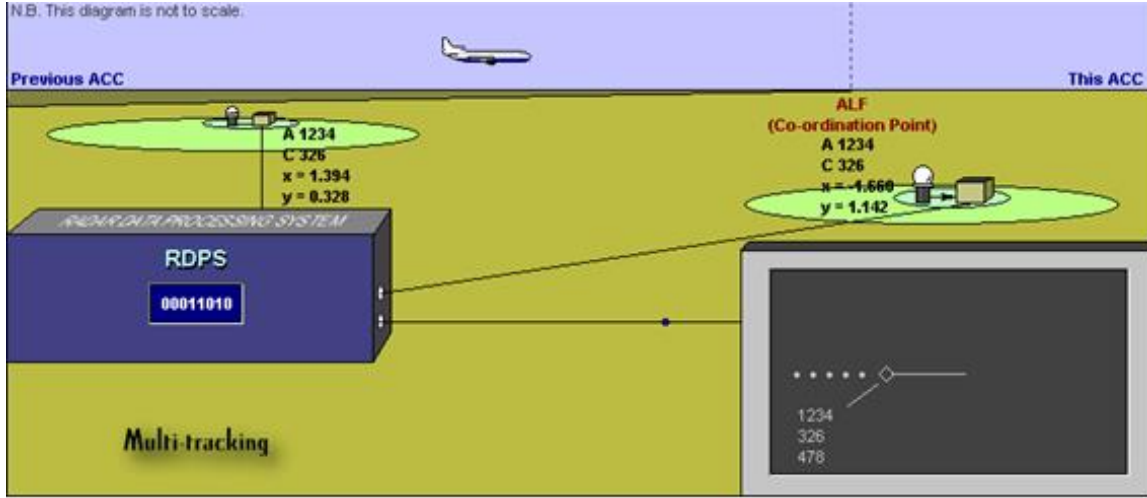
7.3. SDPS



7.3.1. Gözetim verisi bilgisi artık, daha fazla verinin işleneceği ve veri kombinasyonunun yapılacağı ATC merkezinde bulunan Gözetim Veri İşleme Sistemine gelmiştir.

7.3.2. *Plot* (gözetim sisteminden gelen ham veri) verisi RDPS tarafından alındığında, birkaç gözetim sistemi kaynağından gelen bilgilerle karşılaştırılarak ve eklenerek daha güvenilir *tracking* işlemi

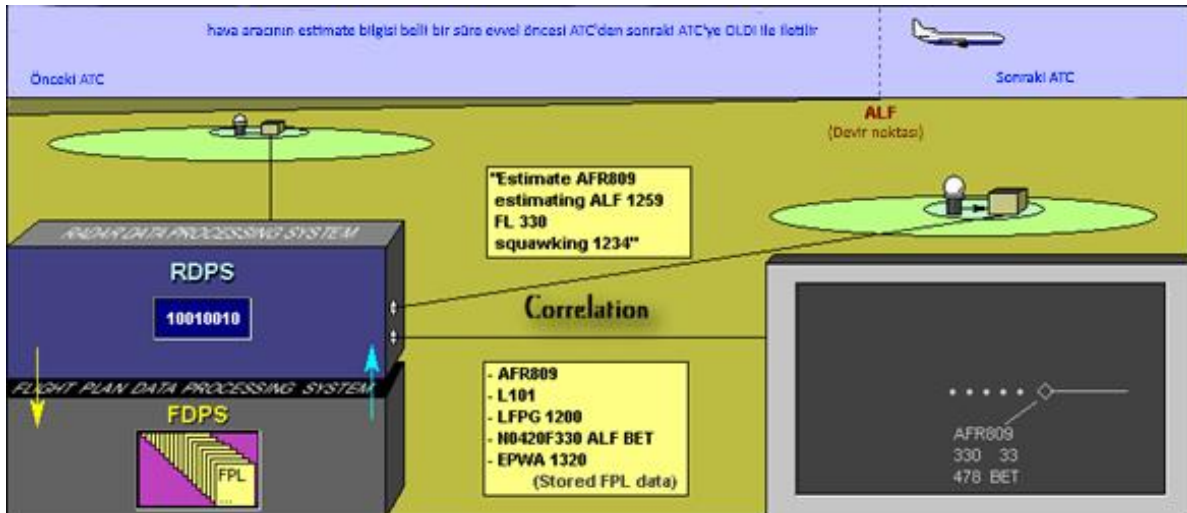
yapılır. **Multi Radar Tracking (MRT)** olarak adlandırılan bu işlem sırasında, gelen verinin kaynağına göre kaynağın da belirtildiği hava araçları için bir **radar pozisyon sembolü (RPS)** oluşturulur. Böylece MRT, plot bilgisinin durum ekranında sunulan pozisyon sembollerine neredeyse kesintisiz bir şekilde dönüştürülmesini mümkün kılar.



7.3.3. RPS'de (SSR ve PSR kullanılan yerlerde) kontrolöre sunulan pozisyon ve bilgiler aslında 5-6 saniye öncesine ait verilerdir. RPS'ye bağlı etikette, hava aracına ait verinin kaynağına (PSR, SSR, Mode S, ADS-B vb.) göre (örn. SSR kullanılıyorsa Mode A ve Mode C bilgileri ile radar sistemi tarafından hesaplanan yer sürati) hava aracı bilgileri gösterilir.

7.3.4. Plot verilerine ilave olarak RDPS, mevcut olabilecek diğer kaynaklardan bilgi toplar, işler ve birleştirir. Bunlar arasında Uçuş Veri İşleme Sisteminden (FDPS) gelen bilgiler ve koordinasyon bilgileri yer alır.

7.3.5. Gözetim verileri dışında en önemli bilgi kaynaklarından biri uçuş planı bilgisidir. FDPS, belirli bir hava sahasına girmesi planlanan tüm uçuşlar için uçuş planı verilerini pasif bir moda alır ve saklar. Yeni bir uçuş belirli bir hava sahasına girmek üzereyken, ATC tahmini otomatik olarak veri aktarımı olarak veya birime önceki birim tarafından sözlü olarak gönderilir. Kaydedilen uçuş planı, koordinasyon noktası, uçuş seviyesi ve transponder kodu üzerindeki zaman hakkında en son bilgilerle güncellenecektir. FDPS'de uçuş planı aktif moda geçer ve bundan sonra, algılanan transponder kodunu ilgili uçuş planına bağlamak için RDPS arasında sürekli bir diyalog olacaktır.



7.3.6. Bir SSR cevabı alındığında, sistem, ATC tarafından hava aracına atanan transponder kodunu, aynı kodla FDPS'de saklanan mevcut uçuş planıyla eşleştirecektir. Korelasyon, bu durumda gözetim bilgileri ve uçuş planı bilgilerinin eşleştirilmesi anlamına gelir. Bu, gerçek çağrı adını pozisyon sembolünü (RPS) durum ekranında birlikte göstermeyi mümkün kılar. Böyle bir durumda, kontrolörün

belirli bir hava aracının tanımlanması ve muhafaza etmesini kolaylaştıran bir korelasyon olduğunu ifade edebiliriz.

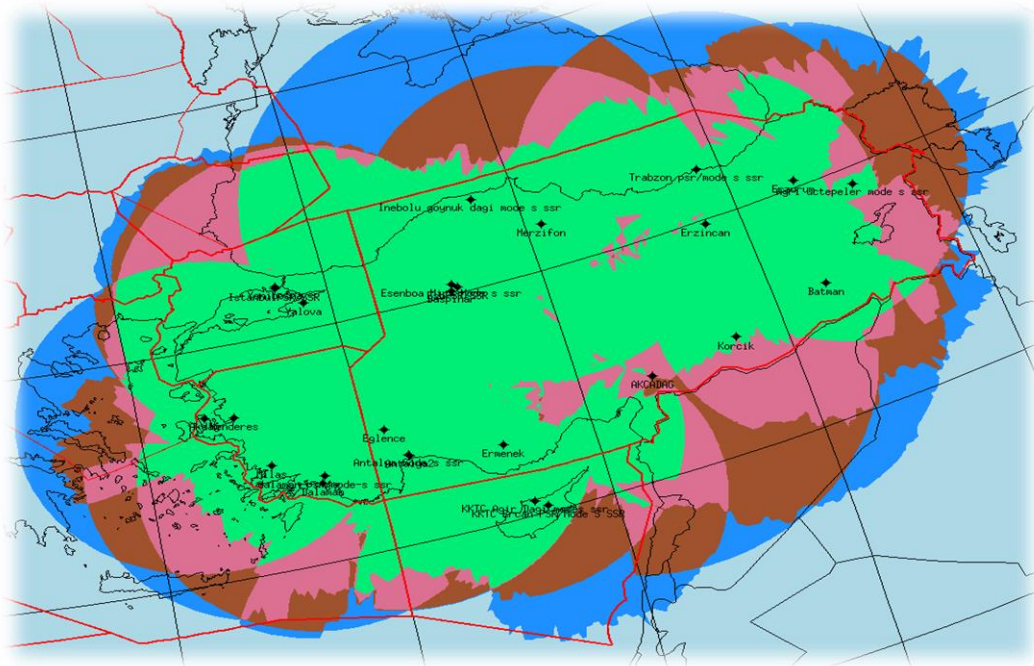
7.4. Ülkemizdeki Gözetim İstasyonları

PSR Radarları

Radar İstasyonu	Menzil (NM)
Atatürk	60
Esenboğa	60
Menderes	60
Antalya 2	60
Milas Küçüksungurtepe	60
Dalaman Nuribaba	60
Trabzon	60
Tayakadın	60

MSSR&ADS-B İstasyonları

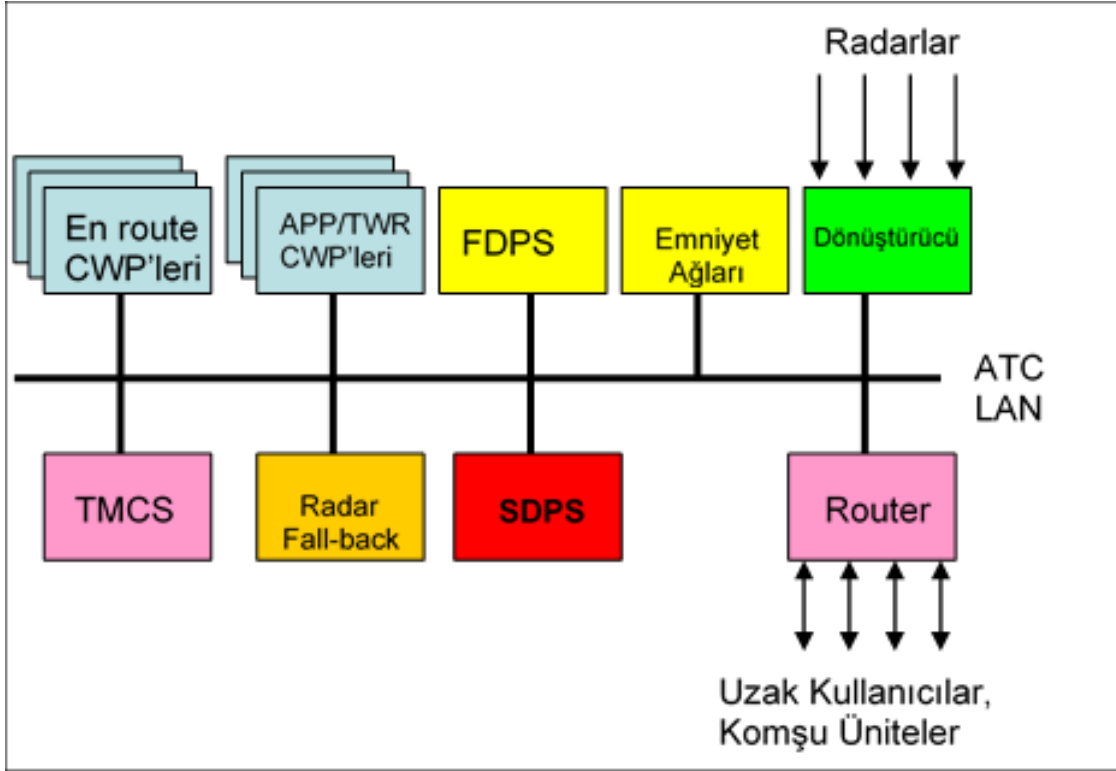
Radar İstasyonu	Menzil (NM)	Test Transponder Kodları	
		Mode A	Mode S
Atatürk	250	-	-
Yalova	250	0400	-
Mira	200	4353	4BF114
Esenboğa	250	4353	-
Burdur Kuyutepe	250	4345	4BF11F
Urfa Korçik	250	1032	-
Karaman Ermenek	250	4344	4BF120
Merzifon	250	4340	4BF118
Batman Beşiri	250	4342	4BF121
Akçadağ	250	4343	4BF112
Erzurum	250	4341	4BF117
Menderes	250	4347	4BF11B
Akdağ	250	4350	4BF11A
Antalya 2	250	4346	4BF116
Dalaman	200	4354	4BF115
Milas Küçüksungurtepe	250	-	-
Erzincan Karadağ	250	1033	-
Antalya 1	250	4357	4BF113
Dalaman Nuribaba	250	4354	4BF115
Trabzon	250	4360	4BF11C
Trabzon ADS-B	200	-	-
Ağrı	250	4356	4BF11E
Bozkurt	250	4355	4BF11D
Yenibosna	250	4351	4BF119
Tayakadın	200	4362	4BF157



Türk Hava Sahasında Radar Koverajı

7.5. Kullanıcıların Konfigürasyonu

Bir SDPS Ünitesi diğer lokal kullanıcılara LAN (bir çeşit ethernet kablosu) vasıtası ile bağlanır. SDPS gözetim verilerine direkt bağlantıyla ulaşır



7.6. SDPS'in Fonksiyonel Yapısı

Bir SDPS girişindeki veriler; gözetim sensörlerinden (PSR, SSR, Mode S SSR, MLAT, ADS-C, ADS-B, WAM vb.) gelen ve sensör seviyesine bağlı olarak üretilen *plot*'lar ve/veya *track*'lardan oluşur. 3 farklı grupta işlem yapılmaktadır:

7.6.1. *Tracker*: Gözetim giriş verilerinin işlenmesi ve *Track Database*'de gösterilen hava resminin muhafaza edilmesi fonksiyonunu yerine getirir. *Tracker* fonksiyonu bütün gelen verileri işler ve hava resmi için gerekli olan sistem *track*leri oluşturur. *Track Database*'de bu sistem *track*leri bulunur.

7.6.2. *Server*: *Track* bilgi servisini taşır. Kullanıcılardan gelen talepleri yönetir ve kullanıcılara gerekli *track* bilgilerini gönderir. FDPS *Server*'in ana fonksiyonu, *Track Database*'de bulunan bilgileri okuyarak, bu bilgilerin ilgili kullanıcılara dağıtımını sağlamaktır.

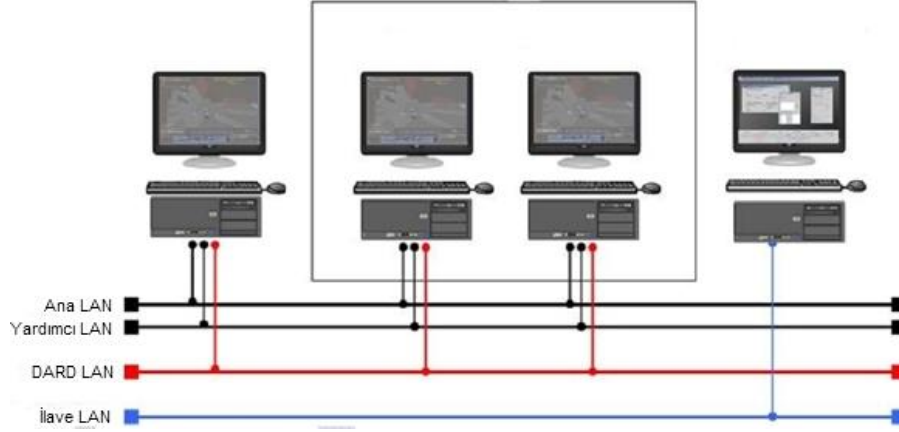
7.6.3. *Sistem Manager*: SDPS Ünitesinin yönetimini sağlar. Ayrıca *Database*'lere direkt ulaşım hakkına sahiptir. Ünite içerisinde bulunan *database*'ler:

- *Statik Radar Database*: Radarların teknik durumları
- *Dinamik Radar Database*: Sistematik hatalar
- *Coğrafi Database*: İlgili hava sahası, SID, STAR, Pistler gibi *track* algoritmasının hesaplanmasında kullanılan bilgiler.

7.7. DARD Mode

By-Pass Mode olarak da bilinen bu yöntem; herhangi bir MRT arızası durumunda, radar sensörlerinden gelen data'nın DARD (*Direct Access Radar Data*) LAN üzerinden direkt olarak hava trafik kontrolörlerinin ekranlarına iletilmesi amacı ile geliştirilmiştir. LAN üzerinde bu şekilde sisteme bağlı bütün radar sensörlerinden gelen bilgiler mevcuttur. Ancak, her radar ekranı için sadece bir sensör

seçilerek o sensörden gelen bilgiler görüntülenebilir. Her kontrolör çalışmakta olduğu hava sahası için en uygun radar sensörünü seçmelidir. Her bir radar bilgisinin bir çalışma pozisyonu (CWP) tarafından işlenerek LAN üzerine gönderilmesi gerekir. Bu seçim, sistem kurulumu esnasında yapılmış olup, kontrolörler tarafından anlık değişiklik yapılabilmektedir.



8. Gelişmiş Yüzey Hareketleri Rehber ve Kontrol Sistemi (A-SMGCS)

8.1. Giriş

8.1.1. Uzun yıllardır yoğun trafiğe sahip havaalanlarında yüzey hareketlerini izlemek için PSR tabanlı SMR (*Surface Movement Radar*) kullanılmaktadır. A-SMGCS de SMR ve MLAT gözetim sistemleri birlikte kullanılmaktadır.

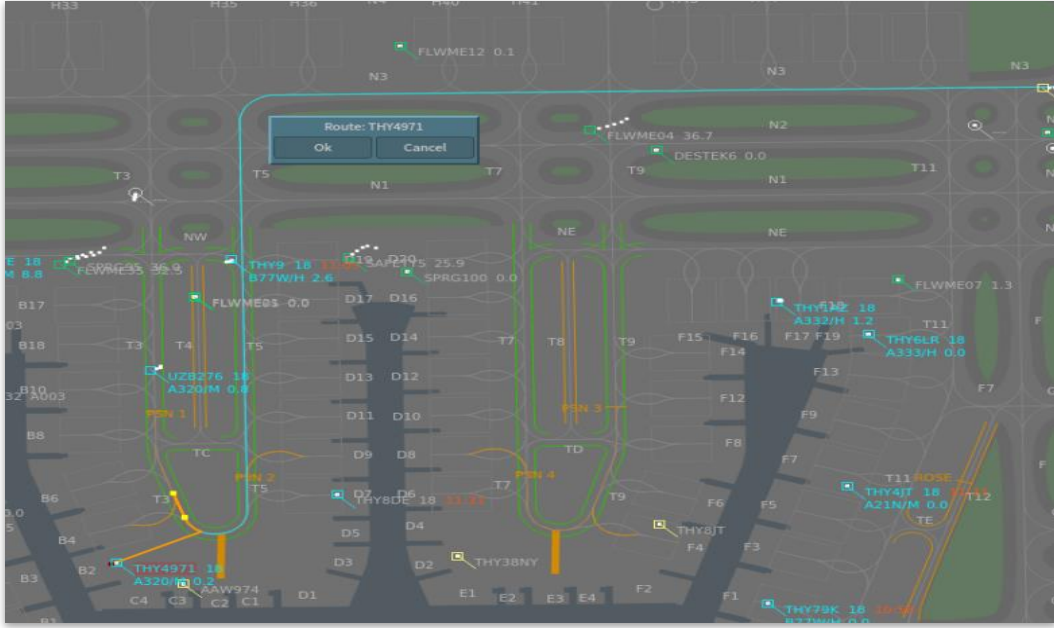


B747'nin SMR Görüntüsü

8.1.2. SMR, 2-3 NM kaverajına sahip, dönüş hızı 60 RPM olan PSR tabanlı bir gözetleme sistemidir. Ground kontrol amaçlı olarak pist, taksi yolu ve apron üzerindeki hareketleri (hava aracı, araç v.b.) kontrol etmek amacıyla kullanılmaktadır. Hedefler hakkında oldukça ayrıntı içerir. Hedefin araç mı, uçak mı olduğu, hatta belirli bir tecrübeden sonra uçak tipi bile anlaşılabilir.

8.1.3. A-SMGCS (Gelişmiş Yüzey Hareketleri Rehber ve Kontrol Sistemi), havaalanı görünürlük operasyon seviyesi içindeki tüm hava koşullarında yüzey hareket hızını korumak için gerekli emniyet seviyesini korurken hava aracı ve taşıtların kontrolü için yönlendirme, rehberlik ve gözetim sağlayan bir sistemdir. (ICAO Doc 9830: Gelişmiş Yüzey Hareketleri Rehber ve Kontrol Sistemleri (A-SMGCS) El Kitabı).

8.1.4. A-SMGCS, çeşitli görüş şartları altında talep edilen kapasiteyi göz önünde bulundurarak, trafik yoğunluğu ve havaalanı düzeninin karmaşıklığı açısından her koşulda hava araçları ve taşıtların (Apron, ARFF araçları vb.) havaalanlarında güvenli, düzenli ve hızlı hareketini desteklemek için farklı işlevlerden oluşan modüler bir sistemdir.



İstanbul Havalimanına ait A-SMGCS trafik ekranı



İstanbul Havalimanı A-SMGCS genel görünüm



İstanbul Atatürk Havalimanı A-SMGCS görüntüsü

8.1.5. A-SMGCS bir dizi sistemden daha fazlasıdır, ayrıca tamamlayıcı prosedürleri de içerir ve daha düşük uygulama seviyelerinde kontrolörlere gelişmiş durumsal farkındalık sağlamayı amaçlar. Daha yüksek uygulama seviyeleri, emniyet ağları, conflict algılama ve çözümlenme, pilotlar ve kontrolörler için planlama ve rehberlik bilgileri sağlar ve potansiyel tehditlerin konumunu tespit eder ve gösterir.

8.1.6. A-SMGCS, TWR kontrolörleri için gözetleme, kontrol araçları ve emniyet ağlarını birleştiren entegre kule çalışma uygulaması için önemli bir kolaylaştırıcıdır.

8.2. A-SMGCS'in Seviyeleri (ICAO)

ICAO Manuelinde de tanımlandığı üzere; hava trafiğinin karmaşıklığına ve yoğunluğuna bağlı olarak A-SMGCS dört fonksiyondan oluşur. Bunlar:

8.2.1. **A-SMGCS Seviye 1 (Gelişmiş Gözetim)** yer taşıtları için manevra alanını ve hava araçlarının hareket alanını kapsayan geliştirilmiş gözetim ve prosedürlerden yararlanır. Prosedürler ATC talimatlarının/müsaadelerinin belirlenmesi ve iletilmesi ile ilgilidir. Kontrolörlere, SMR görüntüsünden daha gelişmiş bir adım olan trafik konumu ve kimlik bilgileri (MLAT vasıtasıyla) verilir.

8.2.2. **A-SMGCS Seviye 2 (Gözetleme + Emniyet Ağları)** pistler ile diğer belirlenmiş alanları ve ilgili prosedürleri koruyan emniyet ağları ekler. Tüm taşıtlar ve hava araçlarının pist yada belirlenen kısıtlı alanları ihlal etmesi durumunda kontrolörler için uygun ikazlar üretilir.

8.2.3. **A-SMGCS Seviye 3 (Conflict Tespiti)**, manevra sahasındaki tüm conflict tespit edilmesi ile ayrıca kontrolörlerin kullanımı için geliştirilmiş rehberlik ve planlamayı içerir.

8.2.4. **A-SMGCS Seviye 4 (Conflict Çözümü, Otomatik Planlama ve Yönlendirme)** pilotlar ve kontrolörler için tüm conflictleri görüntüler otomatik planlama ve otomatik yönlendirme için çözümler sunar.

8.3. A-SMGCS Hizmetleri (EUROCONTROL)

8.3.1. EUROCONTROL, A-SMGCS uygulamasıyla ilgili son rehber materyalinde '**Seviyeler**' referanslarını kaldırmış ve fonksiyonel bir tanım seçmiştir. ICAO El Kitabı ile karışıklığı önlemek ve işlevlerin sayısal sırada uygulanması gerektiği varsayımını ortadan kaldırmak için işlevler/hizmetler adıyla adlandırılır. ICAO ve EUROCONTROL tarafından yapılan iki tanım arasında, aynı işlevleri farklı bir perspektiften sağladıkları için çelişki yoktur.

8.3.2. EUROCONTROL tarafından A-SMGCS için dört hizmet seviyesi belirlenmiştir:

8.3.2.1. **Gözetim Hizmeti**, İnsan Makine Arayüzü (HMI) aracılığıyla önceden tanımlanmış bir kaveraj içerisinde hava aracı ve taşıtların tanımlanması, pozisyonu ve takibi yoluyla havalimanı trafiği hakkında durumsal farkındalık sağlamak.

8.3.2.2. **Havaalanı Emniyet Destek Hizmeti**, hava operasyonlarına emniyet iyileştirmesi olarak katkıda bulunarak kontrolör, uçuş ekibi veya taşıt sürücüsünden kaynaklanabilecek operasyonel hataları veya sapmalarından kaynaklanan tehlikeleri/hadiseleri önler. Bu hizmet, Gözetim Hizmetinin çalışır durumda olmasına bağlıdır ve aşağıdaki üç işlevi temel alır:

8.3.2.2.1. **Pist İzleme ve Conflict İkazı**, pistteki veya yakınındaki hareketleri izleyen ve bir hava aracı ile başka bir taşıt/hava aracı arasındaki conflict'leri tespit ederek kontrolörler için kısa süreli bir çatışma ikazı üretir. Gözetim verilerini ve önceden tanımlanmış kuralları ve parametreleri kullanır.

8.3.2.2.2. **ATC Müsaadesinde Tutarsızlık**, kontrolör HMI yoluyla bir elektronik talimat girdiğinde, girilen bu talimat girilen önceki talimatlara bir tezat oluşturduğunda yada sisteme önceden girilmiş olan lokal usullere uymadığında ikaz üretilir.

8.3.2.2.3. **Kontrolörler İçin Uygunluk İkazları**, A-SMGCS pistlerde, taksi yollarında ve apron üzerindeki trafiklerin belirlenen prosedürlere veya talimatlara uymaması durumunda kontrolörleri ikaz eder.

8.3.2.3. **Yönlendirme Hizmeti**, stop barlar ve tehlike teşkil edebilecek hareketli cisimleri dikkate alarak uçuş ekibinin ve araç sürücülerinin belirlenmiş rotalarını açık ve güvenilir bir şekilde izlemesine yardımcı olur. Rehberlik Hizmeti ve Havaalanı Emniyet Destek Hizmetinin bazı unsurları (özellikle Rota Sapma Uyarısı) için önemli bir kolaylaştırıcıdır. Bilinen havaalanı parametrelerine ve



kısıtlamalarına dayanarak veya kontrolör tarafından bir etkileşimi takiben ayrı güzergahlar oluşturur. Daha sonra rotaya göre gerçekçi taksi sürelerini oluşturulur ve bu saatler A-CDM platformu tarafından kullanılabilir.

8.3.2.4. **Rehberlik Hizmeti** - Kontrolör girişleri, Gözetim ve Yönlendirme Hizmetleri ile birlikte, aşağıdaki işlevleri sağlar:

8.3.2.4.1. Taksiyolu merkez ışıklarının otomatik yönetimi,

8.3.2.4.2. Stop barların otomatik yönetimi,

8.3.2.4.3. Gelişmiş-Görsel Parklama Yönlendirme Sistemlerinin otomatik yönetimi.



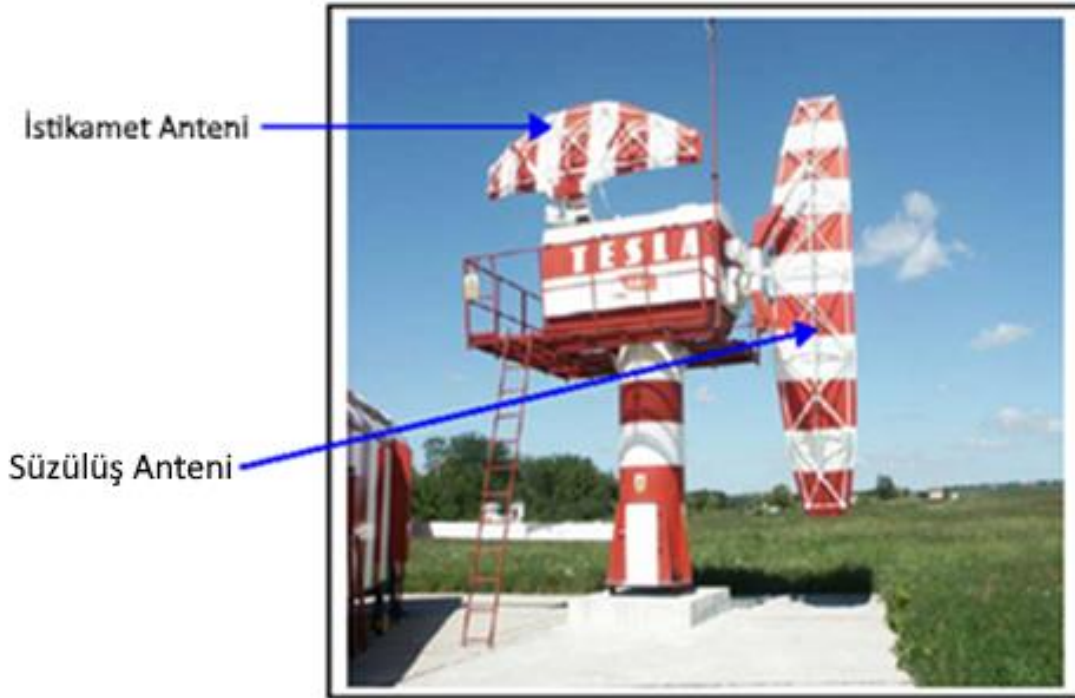
9. Hassas Yaklaşma Radarı (PAR)

9.1. Giriş

9.1.1. Hassas yaklaşma radarı (PAR_ *Precision Approach Radar*), nitelikli (gerekli eğitimi almış) bir hava trafik kontrolörünün, hava aracının pist merkez hattı ve süzülüş açısına koruması amacıyla pilota gerekli talimatları vererek piste uygun bir şekilde inişini sağlaması amacını gütmektedir. Bu kolaylığı kullanan hava araçları kritik süratte, manialara yakın olacağından, radarın hem dikey hem de yatay düzlemde kesin rehberlik sağlaması zorunludur.

9.1.2. Bunu gerçekleştirmek için, PSR tabanlı iki antenden oluşan radar, yaklaşık 10 NM mesafeye kadar istikamette (yatay) 20° ve irtifada (dikey) 7° 'lik bir alanı tarar. Bu alanın herhangi bir yerinde radar kontrolörü, hava aracının manevra yapması için pilota gerekli istikamet ve irtifa kılavuz bilgilerini verebilir. Temel olarak PAR, ILS gibi hassas yaklaşma yapmayı hedeflemektedir. Ancak hassas yaklaşma, göstergeler yerine sözlü olarak pilota iletilir.

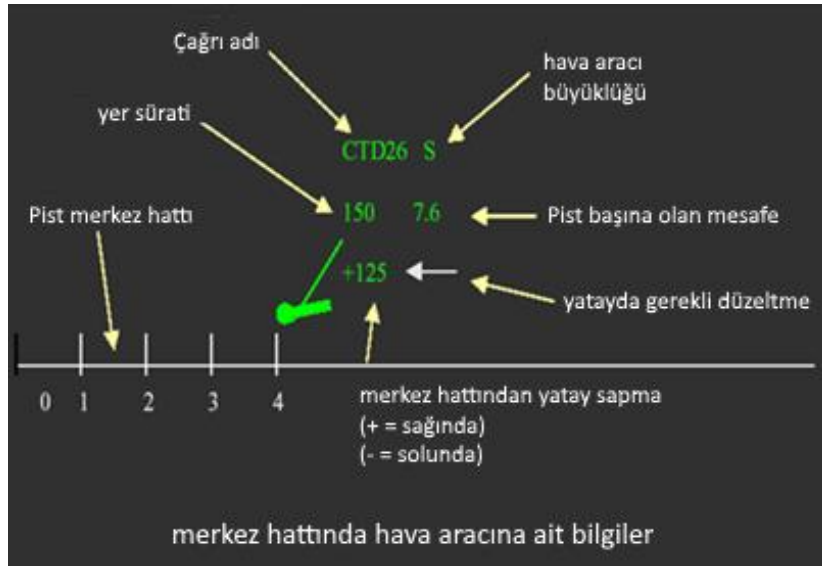
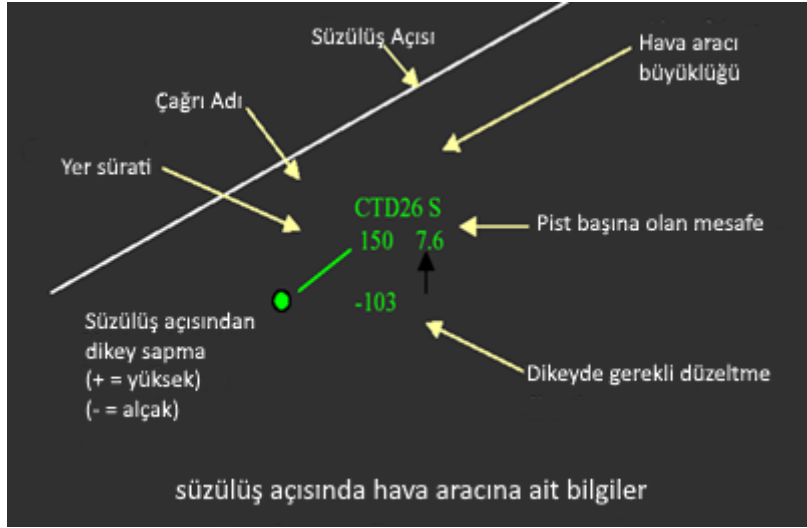
9.1.3. Günümüzdeki PAR özellikleri: çıkış gücü yaklaşık 100 kW ve dalga boyu 10 cm bandında verici kullanır, bilgi yenileme hızı 1 saniye altında, izlenen uçak hızı 40 ila 240 knot arası, menzil yaklaşık 15 NM mesafe, yaklaşma merkez hattının 10 ar derece sağını ve solunu, dikey olarak da (eksi) -1 derece ile 8 derece arasını tarar.



9.1.4. Her pist başına farklı PAR cihazı konulması gerekmektedir.

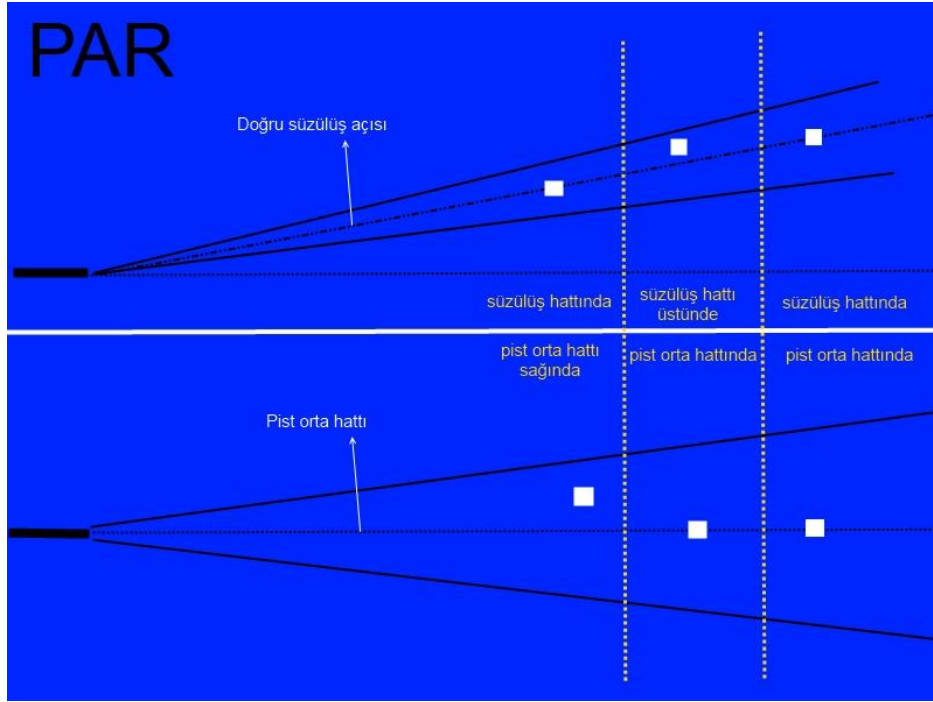
9.2. Bilgilerin Görüntülenmesi

9.2.1. Gelişmiş PAR sistemlerinde, iki farklı ekran yada pencerede hava aracına etiket ile ait dikey kesit ve yatay kesit bulunmaktadır.



9.2.2. Etiket üzerinde çağrı adına ilave olarak, pist istikamet ve süzülüş açısı ile pist başına kalan mesafe, dikey ve yatay sapma, bilgileri yer alır.

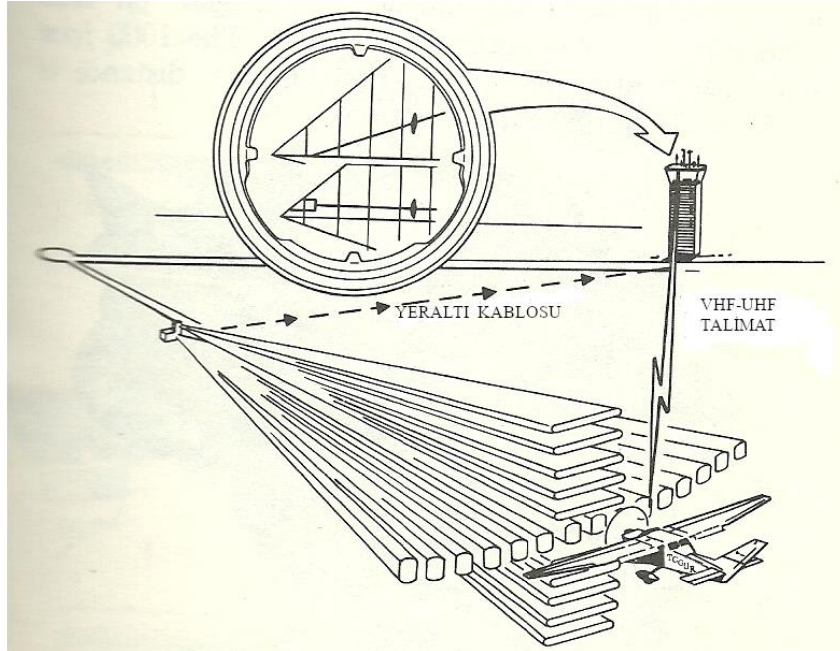
9.2.3. Görevli kontrolör takip etmiş olduğu bu bilgiler ışığında, sesli olarak sürekli talimatlar vererek hava aracını hem pist merkez hattı, hem de süzülüş hattı klavuzları üzerinde tutmaya çalışır.



9.3. ATC'de Kullanımı

9.3.1. PAR Ülkemizde askeri amaçlar için kullanılmaktadır. Askeri adı GCA (*Ground Controlled Approach*) dir. Askeri havaalanlarında, özellikle kötü hava şartlarında inişe gelen hava araçlarına hassas yaklaşma yaptırmak için kullanılmaktadır.

9.3.2. Sivil Havalimanları ve hava araçlarında genellikle ILS cihazları olduğundan ve ihtiyaç duyulan hassas yaklaşma imkanı bulunduğu sivil amaçlar için kullanılmamaktadır.



10. Durum Ekranları

10.1. Analog Ekranlar



10.1.1. İlk nesil radar ekranları analog biçimindedir ve alınan radar sinyali dijital olarak işlenmiş değildir. Radar anteninden gelen veriler hiçbir işleme tabi tutulmadan direkt olarak görüntülenmektedir

10.1.2. Herhangi bir metinsel bilgi (çağrı adı vb.) görüntülemek mümkün olmadığı gibi harita bilgisi ekran büyüklüğünde şeffaf bir malzemeye çizilerek ekran üzerine konumlandırılmaktadır

10.1.3. Ekran üzerinde sadece PSR plotları görüntülenmektedir. Hava aracı pozisyonları 360° dönen bir sweep tarafından güncellenmektedir.



10.2. Sentetik Ekranlar



10.2.1. Teknolojinin gelişimiyle radar bilgilerinin sayısallaştırılması mümkün olmuş, bu imkan da bir takım avantajları yanında getirmiştir. Hava aracı pozisyonları işlenerek radar pozisyon sembolleri şeklinde görüntülenmiştir

10.2.2. Bu sayede daha fonksiyonel, temiz ve daha fazla bilginin yer aldığı bir ekran ortaya çıkmıştır.

10.2.3. Hava aracına ait pozisyon sembolünün önceki pozisyonları görüntülenerek (*history trails*), hava aracının uçuş yönünün daha açık olarak anlaşılması mümkün hale getirildi. Ekranda sergilenen pozisyon sembolleri artık bir *sweep* tarafından güncellenmemeye başladı.

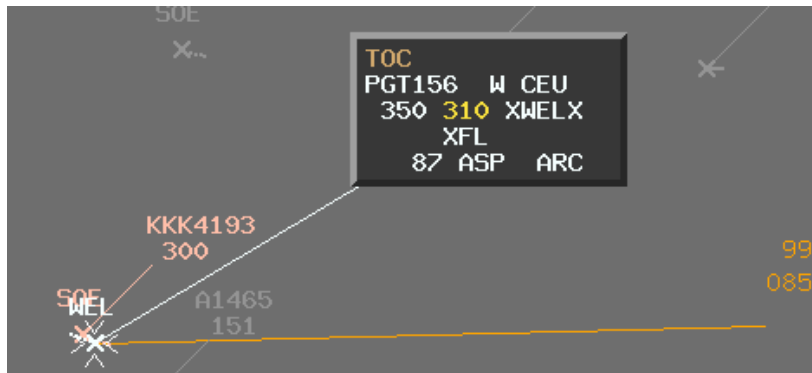


Ankara ACC sentetik ekranlarından (DDS-80) bir görüntü örneği

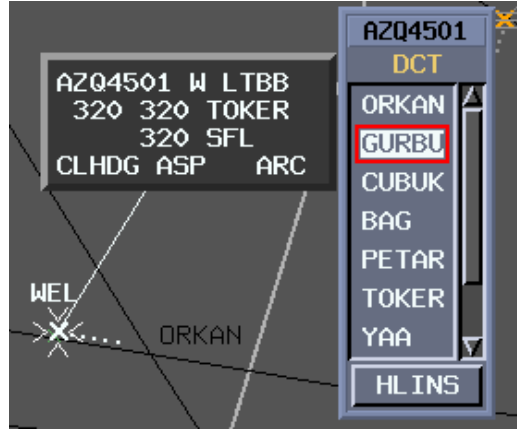
10.2.4. SSR sorgulaması sonucunda; Mode A ve Mode C'den gelen transponder kodları, çağrı adları ve uçuş seviyesi bilgileri ekran üzerinde kontrolörün kullanımına sunulmuştur. Radar haritaları ayrıntılı olarak ekran üzerinde yer almıştır.

10.2.5. Ayrıca belli uçuş seviyeleri arasındaki uçuşlar filtrelenerek, filtre dışında kalan başka sektörlerdeki uçuşların görüntülenmemesi sağlanmıştır. Radar pozisyon sembollerinin belli bir süre sonrasındaki tahmini pozisyonları (*speed vector*) görüntülenebilmektedir.

10.3. Entegre Ekranlar



Ülkemizde kullanılan SMART Sistemleri durum ekranından bir görüntü örneği

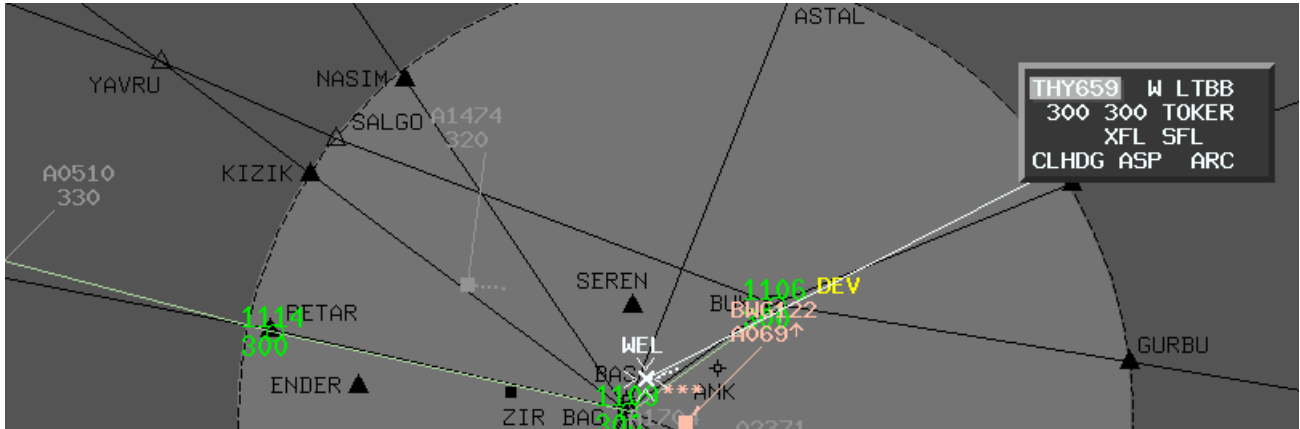


SMART Sistemlerinde tüm bileşenler (SDPS, FDPS, SNETS, MONA vb.) durum ekranında entegre olarak çalışır.

10.3.1. En son sistemlerde, yüksek yenileme hızları ile çok daha yüksek çözünürlüğe sahip çok renkli görüntüler kullanılır

10.3.2. Modern bilgisayar ekranlarındaki gibi pencereler açılabilen olup, meteoroloji gibi dış veri kaynakları ile iletişim kurabilmektedir

10.3.3. Radar verilerinin görüntülenmesine ilave olarak, uçuş verilerinin (FDPS) yönetimi ve sessiz transferi (OLDI), emniyet ağlarına ilişkin mesajlar (STCA, APW, MSAW ve APM) gibi pek çok system bileşkeninin görüntülenmesi ve yönetilmesi mümkün olabilir.



11. Uçuş Veri İşleme Sistemi (FDPS)

11.1. Giriş

11.1.1. Çeşitli amaçlar için hava araçlarına ait bilgilerin elde edilmesine, kullanılmasına ve depolanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. FDPS olmayan yerlerde; hava araçlarına ait uçuş planları, ATC merkezlerine AFTN vasıtasıyla ulaştırılır. Uçuş planları kağıt stripler üzerine el ile işlenir, hava sahasına tahmini giriş saatinde göre sıraya dizilir, hava sahasına giriş saati yaklaştığında ise *holder*'lara yerleştirilir.

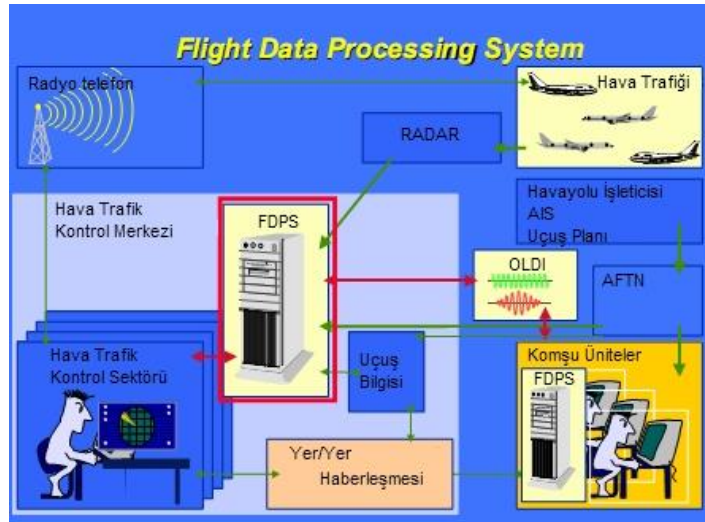
11.1.2. Bir önceki ATC ünitesi telefon ile arayarak uçuşa ait bilgilerini (devir noktası, saati, SSR kodu, vb.) iletir, bu bilgiler kağıt strip üzerine işlenerek, uçuşun hava sahasına girmesi beklenir. Bu arada, uçuş birden fazla sektörü kat edecekse, her sektör için ayrı bir strip çoğaltılır. Uçuş hava sahasına girmeden herhangi bir değişiklik olması durumunda (seviye, saat, SSR kodu vb.) ise bir önceki ATC tarafından tekrar aranarak "*revision*" verilir.

11.1.3. Uçuş radar kaverajına girdiğinde, durum ekranı üzerinde takip edilmeye başlanır ve pilotun ilk çağrısı ile tanımlama gerçekleşir. Bundan sonra uçuşa ait bütün bilgiler (seviye, uçuş başı, rapor noktası geçiş saati, vb) strip üzerine el ile işlenir. Uçuşlara ait kağıt stripler karşılaştırılarak, trafiklerin birbirlerine problem teşkil edip etmeyeceği anlaşılmaya çalışılır. Uçuşun devir noktasına yaklaşması durumunda, bir sonraki ATC'ye uçuşa ait bilgiler iletilir. Herhangi bir değişiklik olması durumunda "*revision*" verilir.

11.1.4. Devir noktasında uçuş, bir sonraki ATC'ye devredilir. Bütün bu bilgiler kağıt strip üzerine usulüne uygun olarak el ile işlenir ve işaretlenir. Daha sonra bu strip, faturalama ve istatistikî bilgiler için bir takım formlara işlenir ve arşivlenir.

11.1.5. Yukarıda bahsi geçen uzun ve zahmetli süreç ve daha fazlası FDPS tarafından fonksiyonel olarak yerine getirilir.

11.1.6. Kontrolör durum ekranında, SDPS ve FDPS'den gelen, trafiklere ait bilgiler birlikte gösterilir.



11.2. FDPS Ana Fonksiyonları

11.2.1. Mesaj girişi ve işlemesi,

11.2.2. Başlangıç aşaması bilgi yönetimi

11.2.2.1. Sistem Uçuş Planının (SFPL) oluşturulması

11.2.2.2. Çevre bilgilerinin kullanılması,

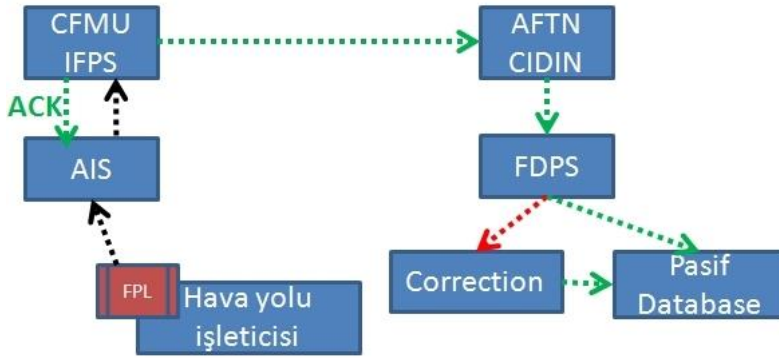
- 11.2.2.3. Rota tahmini.
- 11.2.3. Uçuş bilgi yönetimi ve dağıtımı
 - 11.2.3.1. Aktivasyon
 - 11.2.3.2. Uçuş Planı hareketi
- 11.2.4. SSR kod atanması ve yönetimi,
- 11.2.5. Koordinasyon ve transfer desteği.

11.3. Uçuş Planı Veri Kaynağı

Kağıt Uçuş Planı Formu

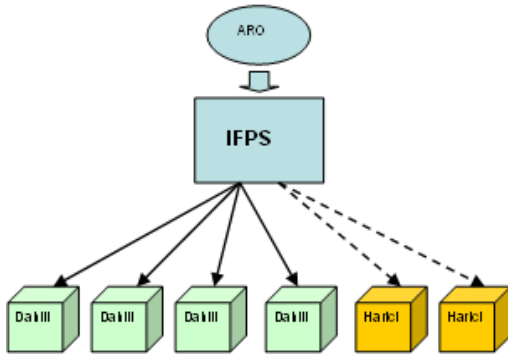
11.3.1. Uçuş planlarının verilerinin ilk kaynağı hava taşıtı işleticisidir. Hava taşıtı işleticisi bilgileri ATS sistemlerine, içerisinde buldukları ülkenin belirlenmiş kurallarına göre iletirler.

11.3.2. Genel olarak bu kurallar hava aracının kalkış meydanının IFPS (Uçuş Planı İlk İşlem Entegre Sistemi) Bölgesi içerisinde ya da dışarısında olmasıyla ilgilidir.



Uçuş planının yolculuğu

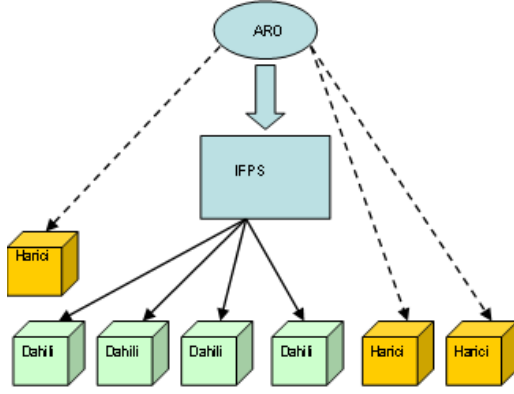
11.3.3. Kalkış meydanı IFPS Bölgesi içerisindeyse



11.3.3.1. Uçuş planlarının dağıtımının tek bir kaynaktan yapılması büyük önem taşımaktadır. Uçuş planının birden fazla kaynak tarafından dağıtımı yapılıyorsa, bilgi kaybı yaşanabilir. Aynı uçuş planlarının farklı sürümleri, operasyonel açıdan kabul edilemez durumdadır.

11.3.3.2. IFPS Bölgesi içerisinde kalkış yapacak hava aracının uçuş bilgileri IFPS merkezine ulaştıktan sonra IFPS, uçuş plan bilgilerini IFPS Bölgesi içerisinde ve dışarısındaki ilgili bütün ATS merkezlerine ulaştırmaktadır.

11.3.4. Kalkış meydanı IFPS Bölgesi dışarıdaysa



Hava aracı IFPS Bölgesi dışından kalkıp, IFPS bölgesi içerisinde bir meydana inecekse ya da IFPS bölgesinden transit geçecekse, hava aracı işleticisi uçuş bilgilerini, IFPS Bölgesi dışındaki ATS merkezlerine ve IFPS'e göndermekte ve IFPS bölgesine gerekli dağıtımı yapmaktadır.

11.3.5. IFPS Mesaj Kontrolü

IFPS'e ulaşan uçuş planları sistem tarafından aşağıdaki kriterlere uygunluk kontrolüne tabi tutulmaktadır:

11.3.5.1. Uçuş plan formatı

11.3.5.2. Uçuş plan mantığı (ATC çevre veri bankası ile operasyonel uyum);

- ATS yolu ve prosedürler
- Trafik düzenleme planı
- Hafta sonu yolları

11.3.5.3. Orijinal uçuş planı ile ilişkili ve IFPL'i güncelleyen ilave mesajlar (CHG, DLA vb)

11.3.6. Sürekli Uçuş Planları (RPL)

RPL'ler hava yolu işleticileri tarafından yıllık iki sezona göre (yaz, kış) hazırlanır ve IFPS'e gönderilir. Bütün RPL'ler, FPL'lerle birlikte AFTN üzerinden ilgili ATS merkezlerine ulaştırılmaktadır.

11.3.7. ATC Sistem Girişleri

Bir ATC sistemi üç farklı kanaldan ATS mesajlarını alabilir:

- AFTN bağlantısı
- Manüel (elle) giriş
- İki sistem (FDPS) arasında mesaj değişimi (OLDI).

11.4. AFTN Network Bağlantısı

AFTN vasıtası ile gelen ATS mesajlarının ATS sistemine kazandırılmasının üç yolu bulunmaktadır:

- Sistem AFTN'e bağlı değilse, manüel işleme,
- Sistem AFTN'e bağlı ise, yarı otomatik işleme,
- Sistem AFTN'e bağlı ise, otomatik işleme.

11.4.1. Manüel İşleme

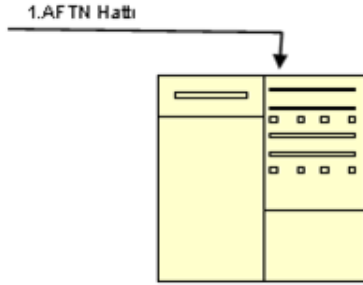
ATS mesajları ATS merkezine AFTN vasıtasıyla gelir ve klasik *Teletype* yazıcısından çıktı alınır. Gelen ATS mesajı sisteme (FDPS) bir operatör tarafından klavye kullanılarak girilir.

11.4.2. Yarı Otomatik İşleme



AFTN'den gelen tüm ATS mesajları direkt olarak FDPS'e iletilir. Bütün mesajlar bir operatör tarafından kontrol edilir ve gerekli düzenlemeler yapılarak kullanım için sistem üzerindeki veri bankasında saklanır.

11.4.3. Tam Otomatik İşleme



Tüm ATS mesajları AFTN vasıtasıyla FDPS'e iletilir. FDPS içerisinde kontrolü yapılan mesajlarda herhangi bir hata unsuruna rastlanması durumunda mesaj, düzeltilmek üzere operatöre görüntülenir. Operatör gerekli düzeltmeyi yaparak mesajı sisteme kazandırır.

11.5. Manüel Uçuş Planı Girişi

11.5.1. Bir uçuş planı sisteme aşağıdaki durumlarda manüel olarak girilmelidir:

- Bir pilot havada uçuş planı doldurmak istediğinde,
- Bir uçuşa ait uçuş planının sistemde olmaması durumunda.

11.5.2. Birçok ATS sisteminde, kontrolör tarafından kısa uçuş planı (çağrı adı ve SSR kodu) sisteme girilir, diğer gerekli bilgiler (kalkış meydanı, varış meydanı, yol, hava aracı tipi vb.) planlama kontrolörü tarafından tamamlanır.

11.6. Sistem Uçuş Planı (SFPL)

11.6.1. SFPL Safhaları

Sisteme kazandırılan (AFTN, vb) uçuş planları sistem üzerinde depolanır ve farklı safhalarda işlenir. Bu safhalar genel olarak;

11.6.1.1. Pasif Safha

Sisteme kazandırılan uçuş planlarının uçuş planı formatı ve uçuş planı mantığı kontrollerinden geçtikten sonra, depolandığı safhadır.

11.6.1.2. Bekleme Safhası

Uçuş planını uçuşun ATC ünitesinin sahasına girmesinden ya da kalkışlar için motor çalıştırma saatinden belli bir süre önce kullanıma sunulduğu safhadır.

11.6.1.3. Planlanmış Safha

Uçuşun hava sahasına giriş bilgilerinin belirtildiği, motor çalıştırma izninin verildiği ya da ACT (OLDI vasıtasıyla) mesajının alındığı safhasıdır.

11.6.1.4. Aktif Safha

Uçuşun hava sahası içerisinde olduğu (giriş ya da kalkış yaptıktan sonraki) safhadır.

11.6.1.5. Bitirilmiş (*Terminated*) Safha

Uçuşun, hava sahasını terk ettikten ya da hava sahası içerisindeki bir meydana iniş yaptıktan sonraki safhadır.



11.6.2. SFPL Oluşturmak

SFPL üç şekilde oluşturulabilir:

- Otomatik Olarak: Bir uçuş planının bütün bilgilerinin harici bir kaynaktan alınması (AFTN),
- Manüel Giriş: Sistemde olmayan bir uçuşa ait uçuş plan bilgilerinin operatör tarafından sisteme girilmesi,
- ABI/ACT (OLDI) Mesajları.

11.7. Uçuş Bilgi Yönetimi Ve Dağıtım

11.7.1. FDPS, sistem uçuş planı (SFPL) ile ilgili bütün modifikasyonları (CHG, DLA vb.) işleyerek son halini depolar. Kullanıcının talebi üzerine FDPS, bir uçuşla ilgili olarak en son orijinal uçuş planı ile birlikte ilgili bütün mesajları görüntüleyebilir. Sistem, ilgili kullanıcıların SFPL statüleri yönetmesine imkan verir. SFPL'ler önceden tanımlanmış bir süre önce Pasif Safha'dan, Bekleme Safhası'na geçerler ve ilk işlemin yapılacağı sektörde görüntülenirler.

11.7.2. Uçuşun motor çalıştırma bilgisinin sisteme girilmesi, sesli koordinasyon ile uçuş bilgilerinin sisteme girilmesi ya da OLDI (Bkz. Bölüm I, Paragraf 12) vasıtasıyla ACT mesajının alınması üzerine SFPL, Bekleme Safhası'ndan Planlanmış Safhaya geçer. Bu safhada uçuş ile ilgili bilgiler (zaman, seviye, vb.) üzerinde değişiklik yapılabilir. Sistem, uçuş planındaki bilgiler ile veri tabanındaki bilgileri kullanarak uçuşun, FIR ve sektörler içerisinde takip edeceği rotayı belirler ve sürat bilgisini kullanarak rapor noktalarına olan muhtemel süreleri hesaplar, ilgili sektörlerle dağıtımını yapar.

11.7.3. Uçuşun hava sahasındaki ilk rapor noktasını geçmesi ya da hava sahası içerisindeki bir meydana kalkış yapması üzerine SFPL, Planlanmış Safha'dan Aktif Safha'ya geçer. SDPS'den almış olduğu yer sürati bilgisini hesaplayarak ilgili rapor noktalarına olan tahmini varış zamanlarını günceller.

11.7.4. Uçuşun, hava sahasını terk etmesi ya da hava sahası içerisinde bir meydana iniş yapması durumunda SFPL Aktif Safha'dan Bitirilmiş Safha'ya geçer.

11.8. SSR Kod Tahsisi ve Yönetimi

11.8.1. Standard Yöntem

11.8.1.1. Önceden bir SSR kodu tahsis edilmiş (sesli koordinasyon ya da OLDI vasıtasıyla alınmış) ise, sistem bu SSR kodunu kullanır, tahsis edilmemiş ise (kalkış trafikleri vb) uçuşun durumuna göre veri tabanından otomatik olarak yeni bir SSR kodu tahsis eder. Yeni SSR kod tahsis işlemi ORCAM²⁸ (*Originated Region Code Assignment Method*) kriterlerine göre yapılır.

11.8.1.2. Önceden tahsis edilmiş SSR kodu o anda sistem tarafından kullanılmaktaysa sistem, kontrolörü yeni bir SSR kodu tahsis etmesi yönünde uyarır.

11.8.2. CCAMS (Merkezi Kod Tahsisi & Yönetim Sistemi)

11.8.2.1. Amaç

11.8.2.1.1. Merkezi Kod Atama ve Yönetim Sistemi CCAMS, akıllı bir algoritma kullanarak uygulama alanı içindeki her uçuş için merkezi olarak bir SSR kodu seçerek ve bunu ilgili ATS birimine dağıtarak Avrupa SSR kod yönetiminin verimliliğini optimize edecektir.

²⁸ SSR transponderlarına tahsis edilebilecek toplam kod sayısı 4096'dır. Bu sayı bütün dünyada kullanım için yeterli değildir. ORCAM (*Originating Region Code Assignment Method*), ülkeler ve bölgeler arasında 4096 adet kodun en efektif ve ekonomik kullanımını hedefleyerek, trafik sayısına göre her FIR tarafından kullanılmak üzere kod tahsisi yapmaktadır.



11.8.2.1.2. Teknik açıdan hizmet, Eurocontrol Network Teknik Sistemleri Birimi tarafından yönetilen merkezi bir sunucu ve katılımcı hava sahalarının lokal FDP sistemlerinde buna karşılık gelen bir işlevsellik aracılığıyla sağlanmaktadır.

11.8.2.1.3. Avrupa hava sahasında 20 ülke (Estonya, Finlandiya, İngiltere, İrlanda, Danimarka, Norveç, Polonya, İsviçre, Litvanya, Bulgaristan, GKRY, Hırvatistan, Avusturya, Portakiz, Bosna Hersek, Romanya, Moldova, Sırbistan, Karadağ ve Ukranya) CCAMS'a dahil olmuş ve sayı artmaya devam etmektedir. Ülkemiz de yakın zamanda dahil olmak üzere çalışmalar yapılmaktadır.

11.8.2.1.4. Kesin ve sürekli hava aracı tanımlaması, Avrupa bölgesinde hava trafik kontrol hizmetlerinin sağlanması için temel bir gerekliliktir. Kaynak Bölge Kodu Atama Yöntemi (ORCAM) aracılığıyla yönetilen Mod 3/A kodlarını kullanmanın mevcut yöntemi, geçmiş yıllarda gözlemlenen bir dizi eksiklikten dolayı fonksiyonel olamamaktadır.

11.8.2.1.5. Toplamda yalnızca 4096 SSR kodu vardır. Ne yazık ki, bu yapı, trafiğin daha da artması ve aynı zamanda ana trafik akışlarının değişmesi nedeniyle mevcut talep için yeterli SSR kodu sağlayamamaktadır. SSR kodları bu nedenle Kıt Kaynak olarak görülmektedir.

11.8.2.1.6. Kod Tahsisi listesi, CCAMS tarafından hangi SSR kodlarının kullanılacağını, yani CCAMS'a dahil olan ülkelerin hava sahalarına tahsis edilen kodları belirlemek için kullanılır.

11.8.2.1.7. Kodlar, belirli bir kodun nasıl ve nerede kullanılabileceğine veya kullanılamayacağına (kod kısıtlaması) ilişkin bir tahdit ile birlikte Network Yöneticisi hava sahası veri sistemine eklenir.

11.8.2.1.8. CCAMS, önceden tanımlanmış bir zamanda veya istek üzerine ANSP'lere uyumlu ve çakışmayan kodlar gönderir ve ANSP sistemleri, SSR kodu ile uçuş verilerini ilişkilendirir ve sonucu, kodu atayan hava trafik kontrolörüne sunar.

11.8.2.2. CCAMS Nasıl Çalışır

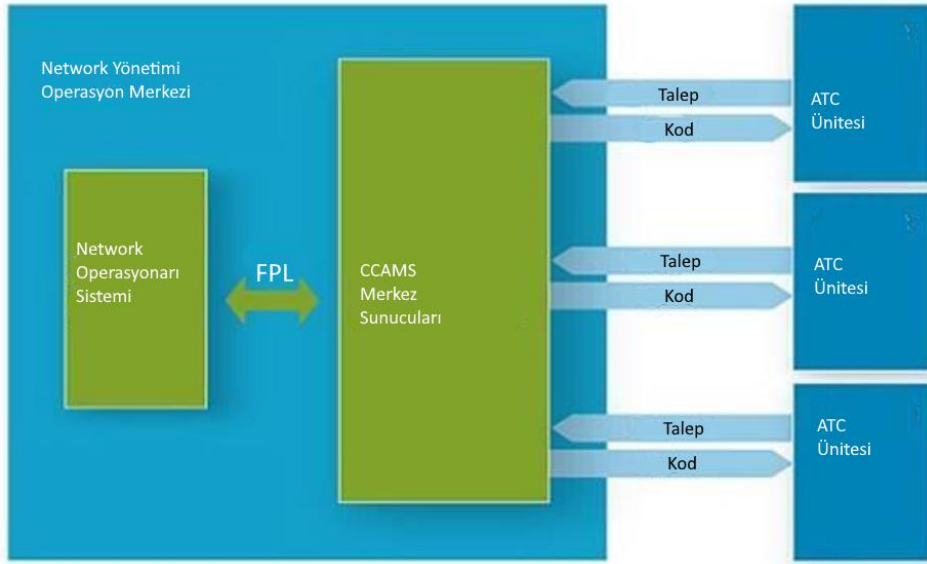
11.8.2.2.1. CCAMS, Haren'de bulunan bir merkezi sunucudan, Bretigny'de bulunan yedek sunucudan ve ilgili ATC'lerde bulunan FDP sistemlerinde buna karşılık gelen bir işlevsellikten oluşur.

11.8.2.2.2. ORCAM kapsamında hava sahalarına tahsis edilen kodlar CCAMS sunucularına devredilir. CCAMS Avrupa Hava Sahasının farklı yerlerinde (örn. Güney Avrupa Hava Sahası için tahsis edilen bir kod Kuzey Avrupa'da da kullanılabilir) aynı kodu kullanabilir.

11.8.2.2.3. CCAMS:

- Diğer Ağ Operasyonları sistemlerinden alınan bilgilere dayanarak uçuş güzergahı boyunca tüm birimlere otomatik olarak bir kod seçer ve gönderir;
- ATC birimlerinden gelen kod taleplerine yanıt vermek;
- Bu kodun CCAMS hava sahası içinde uçuşa kod çakışması olmayan bir rota sağlar;
- Emniyetli ve verimli operasyon sağlamak için kod kullanımını takip eder.





CCAMS Kod Tahsis İşlevi

11.8.2.2.4. CCAMS sisteminde yada AFTN'de bir problem yaşanırca, FDP sistemi otomatik olarak tahsis edilen lokal kodları kullanmaya başlar.

11.8.2.3. CCAMS ile FDPS Arasında Mesaj Alış Verişi

Mesaj alış verişi otomatik olup, genel olarak 4 mesaj vardır:

- COR (Kod Talebi)

Kendi sorumluluk sahasında yapılması beklenen belirli bir uçuş için bir SSR koduna ihtiyaç duyulduğunda, ANSP tarafından bir COR gönderilir.

- CAM (Kod Atama Mesajı)

CAM, CCAMS merkezi sunucusunun bir COR'a yanıtıdır ve CCAMS'nin belirli uçuşa atadığı SSR kodunu iletir.

Belirli uçuşlar için (kalkış vb.) COR talebi olmadan bir CAM gönderilebilir. Burada bir ANSP, kalkıştan belirli bir zaman önce otomatik olarak bir SSR kodu tahsis edilmesini talep edebilir.

- CRE (Kod Serbest Mesajı)

CRE mesajı, bir ATS birimi tarafından, ilgili uçuş için artık bir CCAMS kodunun gerekli olmadığı konusunda CCAMS'i bilgilendirmek için kullanılır.

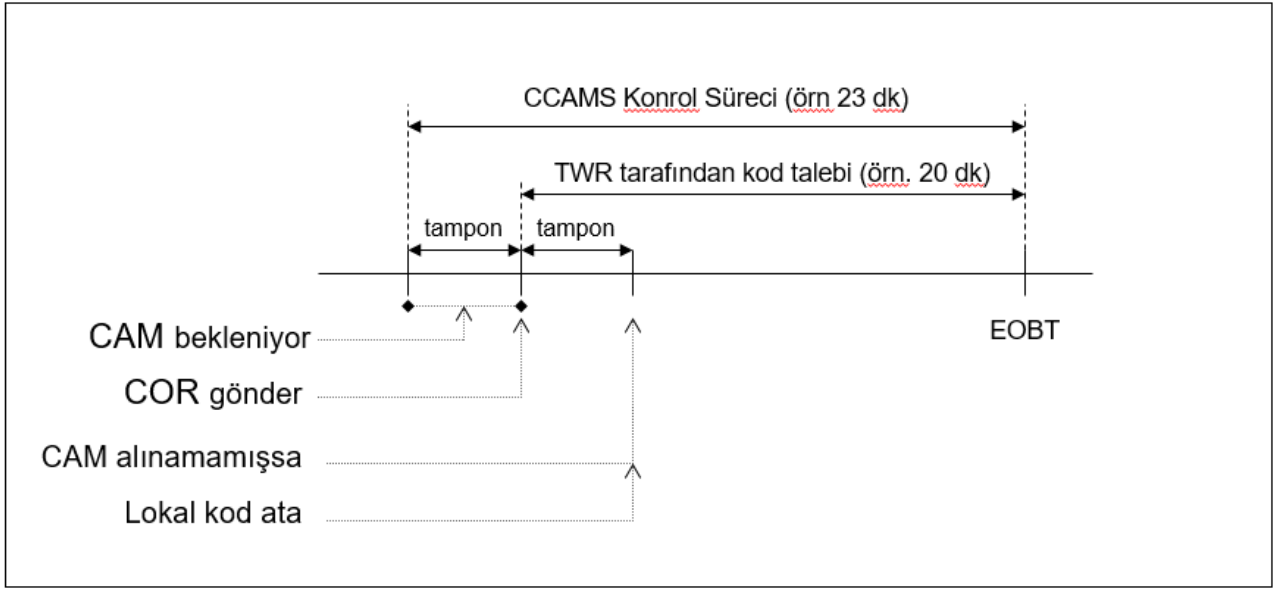
- CCM (Kod İptal Mesajı)

CCAMS, belirtilen uçuşun şu anda/artık bir koda ihtiyacı olmadığını (DLA mesajının alındığı ve uçuşu 1 saatten fazla geciktiren uçuş vb.) ATS Birimine bildirmesi gerektiğinde bir Kod İptal Mesajı (CCM) gönderecektir.

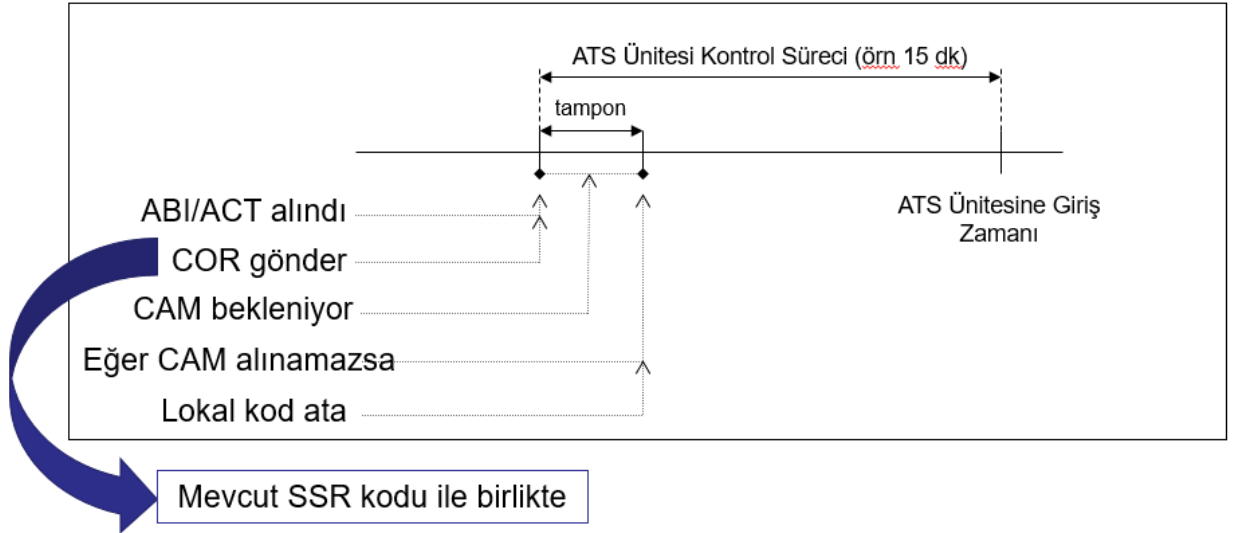
Ek olarak ve tam olması için isteğe bağlı mesajlar vardır:

- ERRor ve WARning Mesajları

CCAMS, gönderilen CCAMS mesajlarına cevaben ATS Birimlerinden ERRor ve WARning mesajları alabilir. CCAMS, alınan ERR ve WAR mesajlarını operasyonel değerlendirme, olay analizi ve istatistik üretimi için dosyalar.



Kalkış için CCAMS kod atama süreci



Overflight için CCAMS kod atama süreci

11.9. Çevre Verilerinin Kullanılması

11.9.1. Hava Sahası Verileri

- Hava sahası bölümleri (FIR, TMA, vb)
- Fiksler
- ATS yolları, SID'ler, STAR'lar
- Coğrafik sektörler
- Diğer hava sahası statüleri

11.9.2. Meteorolojik Veriler

- Rüzgâr,
- Sıcaklık,
- QNH.



11.9.3. Hava Aracı Verileri

- Farklı irtifalardaki hava aracı performans verileri,
- Düz uçuş sürati,
- Alçalma/tırmanma varyoları.

11.9.4. Rota Hesaplaması

- Hava aracının hava sahası ve sektör içerisinde izleyeceği rotanın belirlenmesi,
- Uçuş planındaki seviye bilgisine göre uçuş profilinin hesaplanması,
- Uçuş profilinin hava sahası içerisinde kullanacağı sektörlerin belirlenmesi.

11.10. Uçuş Planının Güncellenmesi

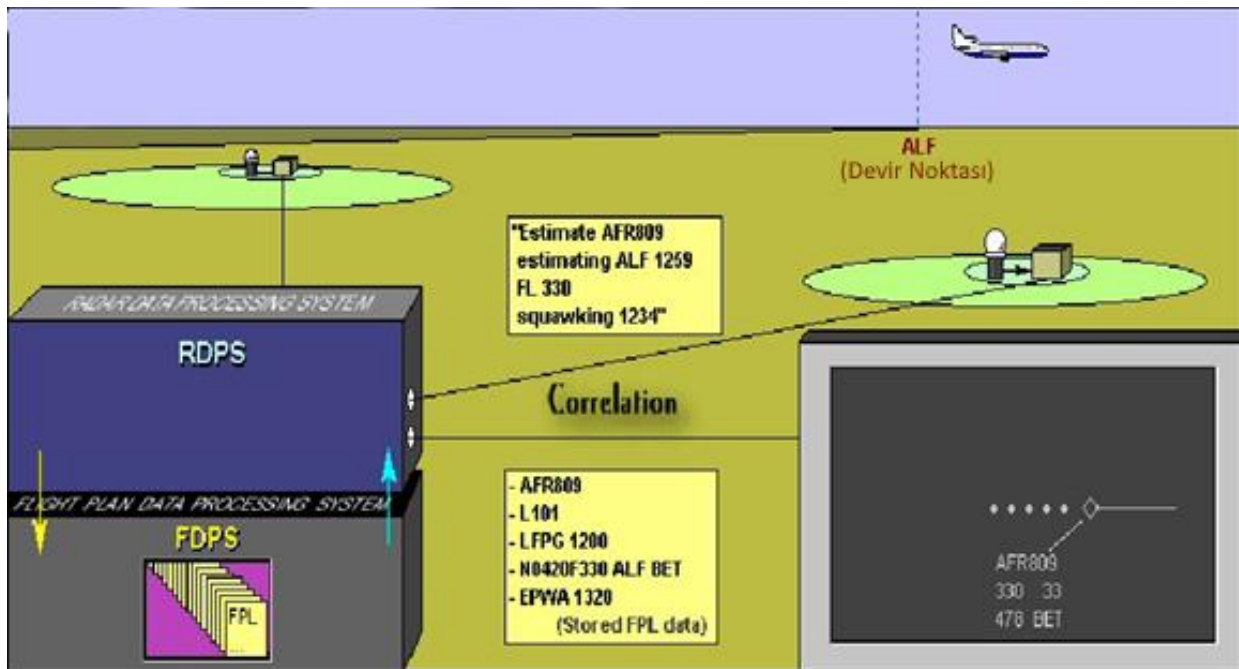
11.10.1. FDPS, Gözetim Veri İşleme Sistemi'nden (SDPS) almış olduğu *track* bilgisi ile SFPL'i güncelleştirmektedir. Güncelleştirme, hava aracının hava sahası ilk rapor noktasını geçmesi ya da hava sahası içerisindeki bir meydana kalktıktan sonra radar tarafından tanımlanması üzerine başlar ve periyodik olarak (örn 10 sn.de bir kez), SFPL Bitirilmiş Safha'ya ulaşıncaya kadar devam eder.

11.10.2. Sistemin, rapor noktalarına olan tahmini zamanları doğru olarak hesaplayabilmesi ve dolayısıyla bir sonraki ATC ünitesine gerekli OLDI mesajlarını doğru olarak gönderebilmesi için, uçuş planının sistem tarafından takip edilmesi ve güncellenmesi çok önemlidir. Hava aracının rotasının değiştirilmesi, direkt rota uygulaması gibi kontrolör tarafından verilecek talimatların eş zamanlı olarak sisteme girilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde hava aracının, sistem tarafından beklenen rotasının belli bir mesafe (örn; 4 NM) dışına çıkması durumunda, bilgiler güncellenemeyecek ve hesaplamalar yanlış olacaktır.

11.11. Korelasyon

Korelasyon ya da kod-çağrı adı korelasyonu, aktif bir sistem uçuş planı ile bir radar track'in eşleştirilmesidir. Bir çok ATS sisteminde korelasyon otomatik olarak yapılmaktadır. Korelasyon sonucunda hava trafik kontrolörü, ekrandaki bir track üzerinde uçuşun çağrı adı, çıkış noktası, uçuş seviyesi vb. bilgilerini görebilmekte, ayrıntılı uçuş planına ulaşabilmektedir.

11.11.1. Korelasyonun Amacı



11.11.1.1. Bir track'in bir uçuş planı ile korelasyonunun sağlanması SDPS ve FDPS'in bilgileri paylaşması sonucunu doğurur. SDPS bir track'in çağrı adı bilgisini FDPS'den alır. FDPS de SDPS'den almış olduğu track bilgisi ile SFPL'de rota tahmini ve nokta tahmini zamanı hesaplaması yapar. Ayrıca sistem bu bilgileri STCA ve MTCD gibi fonksiyonların kullanımına sunar.

11.11.1.2. SFPL'in aktif durumunda (Planlanmış Safha), sistem, korelasyon işlevi için ilgili track'i bulmaya çalışır. Kaveraj içerisinde SFPL'de SSR kodu belirtilmiş bir track'e rastladığında otomatik olarak kod/çağrı adı korelasyonunu sağlar. Eğer sistemde coğrafik kontrol fonksiyonu mevcut ise track'in beklenen pozisyonda olup olmadığını kontrol eder. Farklı bir pozisyonda, aynı SSR koduna sahip bir track olduğunda bu track'i dikkate almaz.

11.11.2. Korelasyon İşlevi

Korelasyon işlevi temel olarak bütün gelişmiş FDPS'lerde aşağıdaki sıralamayı takip eder:

- Uçuş Planı aktivasyonu
- Radar Track oluşumu
- Korelasyonu sağlanmış Uçuş Planı iptali
- Korelasyonu sağlanmış Track iptali



12.Çevrim İçi Veri Değişimi (OLDI)

12.1. Giriş

12.1.1. Amaç

12.1.1.1. ATC hizmeti verilen uçuşlar, tam emniyet sağlamak üzere tasarlanmış bir ATC ünitesinden diğerine aktarılır.

12.1.1.2. Hava araçlarına ait uçuş bilgilerinin (devir noktası, saati, seviyesi, SSR kodu vb.) komşu ATC ünitelerine iletilmesinde, telefon yerine FDP sistemleri arasında sessiz koordinasyon ile sağlanarak iş yükünün düşürülmesinde önemli bir destek sağlanır.

12.1.1.3. ACC'lerde Uçuş Veri İşleme Sistemleri (FDPS) arasındaki bağlantıların Çevrim İçi Veri Değişimi (OLDI) olarak adlandırılan sözlü "*estimate*"lerin yerini almak amacıyla operasyonel kullanımı, Ülkemizde 1998 yılında Ankara ACC ile İstanbul ACC (İzmir ATC dahil) arasında başlamıştır.

12.1.2. Hedefler

12.1.2.1. Operational ATC birimleri arasında koordinasyonu ve bilgi alışverişini otomatik olarak gerçekleştirmek,

12.1.2.2. Standartlaştırılmış verilerin belirlenmesi ve gönderilmesi vasıtasıyla karşı tarafa zamanında teslim edilmelerini sağlamak.

12.1.3. Gereklilikler

- Devir noktası tahmini verilerinin telefon ile iletmesini ve elle işlenmesini ortadan kaldırmak,
- Güncellenmiş uçuş planı verilerinin zamanında alınmasını garanti etmek,
- İnsan kaynaklı hataları ortadan kaldırarak veri aktarım sürecinin bütünlüğünü arttırmak,
- Uçuş plan verilerinin devir alacak kontrolöre sunumunu hızlandırmak,
- Çağrı adı bilgisinin durum ekranında erken sunumuna (kontrol sahasına girmeden önce) izin vermek.

12.2. Genel Şartlar

12.2.1. FDPS Şartları

12.2.1.1. OLDI kabiliyeti olan ATC birimlerine FDPS üzerinden, belirtilen şekilde mesajların görüntülenmesi, işlenmesi ve derlenmesi için gerekli tüm bilgileri sağlanmalıdır. Her bir uçuş için birincil veri kaynağı, sorumlu pilot tarafından veya onun adına doldurulan uçuş planıdır. Diğer veriler, ilgili birimde uçuş planlarının işlenmesiyle elde edilir.

12.2.1.2. OLDI prosedürü, verilerin transferi yapacak olan kontrolöre zamanında sunulması ve koordinasyon verilerinin devir alacak üniteye iletilmesi için gerekli fonksiyonları başlatmak için devreden ATC ünitesindeki hadiseleri içerir. Bu amaçla FDPS, uçuş rotası üzerindeki pozisyonlardaki hesaplanan saatleri uçuş verileri ile karşılaştırabilecektir.

12.2.1.3. Veri iletme ortamı, aşağıdakiler yoluyla hızlı ve güvenilir bir uygulamadan uygulamaya veri alışverişi sağlayacaktır:

- iletilecek OLDI mesajının bütünlüğünü sağlamak,
- noktadan-noktaya bağlantıları veya iletişim ağının durumunu uygun şekilde izleme.



12.2.1.4. Veri iletişim sistemi tarafından anormallikler tespit edildiğinde FDPS ilgili kontrolörü uyarmalıdır.

12.2.1.5. Bir FDPS'in ;

- OLDI Standardının gerektirdiği; otomatik, manuel veya her ikisinin bir kombinasyonu ile güncellenen OLDI fonksiyonlarının geçerli verilerini belirlenmesi,
- ihtiyaç duyulan bilgilerin uçuş planı veritabanından elde edilmesi,
- uçuş rotasındaki bir sonraki ATC ünitesini belirlemesi gerekmektedir.

12.2.1.6. Aşağıdaki hususlar karşılıklı olarak belirlenmelidir:

- Devir Noktaları (COPs),
- Trafik devrinin devir noktası dışında (saha sınırında) yapılması imkanı varsa, devir noktalarına göre istikamet ve mesafe gösterimleri için kullanılan referans noktaları.

12.2.1.7. Sistemde kullanılan insan makine arayüzü (HMI) aşağıdaki fonksiyonları karşılayacaktır:

- OLDI mesajlarının operasyonel içeriğini ve alınan mesajlarla ilgili uyarıları derhal ilgilenmek için görüntülemelidir,
- Koordinasyon ve mesaj uyarılarını ilgili uçuşların koordinasyonundan sorumlu operasyonel pozisyonlara yönlendirmelidir.

12.2.1.8. HMI üzerinde, mesaj gönderiminin devam ettiği veya uygun şekilde başarıyla gönderildiği belirtilmelidir.

12.2.1.9. Bir koordinasyon veya transfer mesajının iletilmesini takiben parametre süresi içinde karşı taraftan hiçbir onay alınmazsa, ilgili ATC pozisyonunda dikkat çekecek şekilde bir ikaz mesajı otomatik olarak oluşturulacaktır. Bu durumda ilgili kontrolör karşı ATC ünitesiyle koordine kurup gerekirse telefon ile uçuş bilgilerini iletacaktır.

12.2.1.10. Her sistem, OLDI mesajlarının zamanında ve otomatik olarak başlatılmasını sağlamak için bir dizi sistem parametresi içermelidir.

12.2.1.11. Sistem, aşağıdakileri tanımlamak için zaman parametrelerini kullanmalıdır:

- transfer edecek birimdeki mesajların operasyonel içerikleri görüntülendiğinde, gönderimden önceki süre,
- mümkün olduğunda mesajı iletme için genel veya her bir devir noktası için ayrı ayrı gönderme süresi,
- mesajın iletilmesinden sonraki süre.

12.2.1.12. Bir ATC sistemi (FDPS) aşağıdaki fonksiyonları karşılayacak kabiliyette olacaktır:

- OLDI mesajlarının alınması,
- OLDI standartlarına göre otomatik olarak işlenmesi,
- alınan mesaja uygun olarak uçuş verisinin üretilmesi, alınan verilerde tutarsızlık olması durumunda ise gerekli ikazların görüntülenmesi,
- uygulama üzerinden otomatik olarak geri bildirim mesajları oluşturulması ve mesajı gönderen ATC sistemine iletilmesi.

12.2.1.13. İlgili mesaj işlendiğinde ve sonuçları uygun ATC pozisyonlarına sunulduğunda bir geri bildirim mesajı (*Logical Acknowledgement* (LAM), *Accept* (ACP) veya *Stand-by* (SBY) Mesajı) oluşturulacak ve iletilecektir.



12.3. Temel OLDI Mesajları

12.3.1. Erken Sınır Uyarı Bilgisi/*Advance Boundary Information (ABI)*

12.3.1.1. ABI mesajı aşağıdaki operasyonel ihtiyaçları sağlar:

- Kayıp uçuş planlarının elde edilmesi,
- Bir sonraki ATC ünitesine önceden sınır bilgisi ve bu bilgiye yapılacak düzeltmeler,
- Temel uçuş planını günceller,
- Radar tracklerinin erken korelasyonu,
- Kısa vadeli sektör yoğunluğu değerlendirilmesini doğru olarak sağlar.

12.3.1.2. Gerekirse mesajın gönderildiği ATC biriminden yeni bir SSR kodu atanmasını talep eder.

12.3.1.3. ABI bir bilgilendirme mesajıdır.

12.3.1.4. Bir ABI mesajı aşağıdakileri içerikleri barındırmalıdır:

- Mesaj tipi,
- Mesaj numarası,
- Hava aracı çağrı adı,
- SSR kodu,
- Kalkış meydanı,
- Estimate bilgisi,
- Gidiş meydanı,
- Hava aracı tipi ve sayısı,
- Uçuş tipi,
- Hava aracındaki cihaz kapasiteleri ve durumları.

12.3.1.5. Bir ABI mesajı alındığında, mesajı gönderen ATC ünitesine LAM mesajı ile geri bildirim yapılmalıdır.

12.3.1.6. Gönderilen ABI mesajına karşı bir LAM mesajı alınmamışsa ilgili çalışma pozisyonunda bir ikaz mesajı görüntülenmelidir.

12.3.2. Aktivasyon Mesajı/*Activate Message (ACT)*

12.3.2.1. ACT mesajı aşağıdaki operasyonel ihtiyaçları karşılar:

- Kontrolün transferinden önce mesajı alan ATC ünitesindeki temel uçuş bilgilerini en son bilgilerle yeniler,
- Mesajı alan ATC ünitesindeki uçuş plan bilgilerini en son bilgiler ile yeniler,
- Mesajı alan ATC ünitesindeki ilgili çalışma pozisyonlarına dağıtımını ve gösterilmesini sağlar,
- Mesajı alan ATC ünitesindeki code/call sign korelasyonunu sağlar,
- Mesajı alan ATC ünitesine transfer imkanı sağlar.

12.3.2.2. Bir ACT mesajı aşağıdaki içerikleri barındırmalıdır:

- Mesaj tipi,
- Mesaj numarası,



- Hava aracı çağrı adı,
- SSR kodu,
- Kalkış meydanı,
- Estimate bilgisi,
- Gidiş meydanı,
- Hava aracı tipi ve sayısı,
- Uçuş tipi,
- Hava aracındaki cihaz kapasiteleri ve durumları.

12.3.2.3. Bir ACT mesajı alındığında, mesajı gönderen ATC ünitesine LAM mesajı ile geri bildirim yapılmalıdır.

12.3.2.4. Gönderilen ACT mesajına karşı bir LAM mesajı alınmamışsa ilgili çalışma pozisyonunda bir ikaz mesajı görüntülenmelidir.

12.3.3. **Düzeltilme Mesajı/Revision Message (REV)**

12.3.3.1. REV mesajı, koordinasyon değişikliğinin kontrolü devralacak ATC ünitesini değiştirmeyeceği durumlarda, önceden ACT mesajı ile gönderilmiş koordinasyon verilerindeki değişikliklerin iletilmesini sağlar.

12.3.3.2. Bir REV²⁹ mesajı aşağıdaki içerikleri barındırmalıdır:

- Mesaj tipi,
- Mesaj numarası,
- Hava aracı çağrı adı,
- Kalkış meydanı,
- Devir noktası ve estimate bilgisi,
- Gidiş meydanı.

12.3.3.3. Bir REV mesajı mesajı alan üniteye bir uçuş planı ile eşleşiyorsa, mesajı gönderen ATC ünitesine LAM mesajı ile geri bildirim yapılmalıdır.

12.3.3.4. Gönderilen REV mesajına karşı bir LAM mesajı alınmamışsa ilgili çalışma pozisyonunda bir ikaz mesajı görüntülenmelidir.

12.3.4. **Koordinasyon İptal Mesajı/Message for Abrogation of Coordination (MAC)**

12.3.4.1. MAC mesajı önceden koordinasyon ya da bildirim gönderilen ATC ünitesine ilgili uçuş için mesajın iptal olduğunu belirtmek için kullanılır.

12.3.4.2. MAC mesajı, ICAO'da tanımlanmış iptal mesajı (CNL) yerine geçmediğinden, uçuş planı verisini silmek için kullanılmaz.

12.3.4.3. Bir MAC mesajı aşağıdaki içerikleri barındırmalıdır:

- Mesaj tipi,
- Mesaj numarası,

²⁹ REV'de yer alan Tahmin Verileri, transfer unsurlarıyla ilgili belirsizlikleri ortadan kaldırmak için en son geçerli verileri içermelidir. ACT mesajı ek uçuş seviyesi içeriyorsa, takip eden REV mesajı hala geçerliyse ek uçuş seviyesini içerecektir.



- Hava aracı çağrı adı,
- Kalkış meydanı,
- Devir noktası,
- Gidiş meydanı.

12.3.4.4. MAC mesajı devir alacak ATC sistemindeki bir uçuş planıyla eşleşiyorsa ve işlem yapılabilirse, mesajı gönderen ATC ünitesine LAM mesajı ile geri bildirim yapılacaktır.

12.3.4.5. MAC mesajı devir alacak ATC sistemindeki bir uçuş planıyla eşleşmiyorsa ve işlem yapılamıyorsa, mesajı gönderen ATC ünitesine LAM mesajı gönderilmeyecektir.

12.3.4.6. ATC sistemleri arasında koordinasyon sağlanamıyorsa ve LAM mesajı alınmıyorsa, mesajı gönderen ünitenin ilgili çalışma pozisyonunda bir ikaz görüntülenecektir. Bu gibi durumlarda, MAC mesajını gönderen ATC ünitesi tarafından, devir alacak ATC ünitesi ile sesli koordinasyon yapılması gerekir.

12.3.5. İlk Aktivasyon Mesajı/*Preliminary Activate Message (PAC)*

12.3.5.1. PAC mesajı aşağıdaki operasyonel ihtiyaçları karşılar:

- Bir meydandan kalkış yapacak olan hava aracının kalkış zamanı ile COP'a ulaşması arasında geçecek olan zamanın ACT mesajı iletim parametresinden daha az zaman olduğu durumlarda, bildirim ve kalkış öncesi koordinasyonun yapılması için kullanılır.
- Bir uçuşun, lokal bir üniteden (TWR/APP) kontrolü devir alacak başka bir üniteye önceden bildirilmesi ve kalkış öncesi koordinasyonu için kullanılır.
- Uçuş planı verilerinin ilk dağıtımında tutarsızlıklar olması durumunda eksik uçuş planı verilerinin alınmasını sağlamak için kullanılır.
- Gerekli olduğunda, bildirim/koordinasyonun gönderildiği ATC ünitesi tarafından bir SSR kodu atanmasını sağlamak için kullanılır.

12.3.5.2. Bir PAC mesajı aşağıdaki içerikleri barındırmalıdır:

- Mesaj tipi,
- Mesaj numarası,
- Hava aracı çağrı adı,
- SSR kodu,
- Kalkış meydanı,
- Muhtemel kalkış saati yada estimate bilgisi,
- Gidiş meydanı,
- Hava aracı tipi ve sayısı.

12.3.6. Geri Bildirim Mesajı/*Logical Acknowledgement Message (LAM)*

12.3.6.1. LAM, iletilen bir mesajın alındığı ve korunduğunun, transferi devir alacak ünite tarafından devir edecek üniteye iletildiği geri bildirim yöntemidir.

12.3.6.2. LAM mesajı, trafiği devir eden üniteadaki ATC personeline aşağıdakileri imkanları sağlar:

- Geri bildirim olmadığı ikaz üretir.
- Geri bildirim alındığında ise öncesinde gönderilen OLDI mesajın diğer ATC ünitesi tarafından alındığı, başarılı bir şekilde işlendiği, hatasız bulunduğu, saklandığını ve uygun olduğu yerlerde uygun çalışma pozisyonlarına sunulduğu anlamına gelmektedir.



13. ATC Araçları

13.1. Giriş

13.1.1. ATC Araçları, entegre ATM operasyonlarında, kontrolörlere yardımcı olarak ATC kapasitesini ve emniyetini artırır. ATC araçlarının amacı; iş yükünü hafifletmek için belirlenen saha içerisinde potansiyel problemlerin fark edilmesine ve çözümüne yardımcı olmaktır.

13.1.2. ATC Araçları, kontrolörün trafik durumunu anlamasını (var olan ve beklenen trafik durumu) ve karar vermesini kolaylaştırır. ATC Araçları, kontrolörlerle HMI aracılığı ile haberleşir ve FDPS'den işlenmiş verileri alarak ATC'nin o andaki durumunu gösterir.

13.1.3. Kapasite ve güvenlik bakımından ATC Araçları iki farklı grupta toplanabilir:

- Birinci grup; öncelikle emniyeti artırmayı amaçlar ve buna bağlı olarak varolan ve olacak (yakında gelecek) olan olayları monitör eder (MONA, Safety Nets).
- İkinci grup ise; ilk olarak kapasiteyi artırma amacıyla, kontrolörlerin özel durumları filtre etmesine ve planlama yapmasına yardım eder (AMAN, MTCD).

13.2. MONA³⁰ (Monitoring Aids)

13.2.1. Monitoring Aids (MONA) rota tahmininin (*trajectory prediction*) tamamlayıcısıdır. Sistem trafiğin beklenen rotasından sapmasını saptamak için kontrol altındaki tüm uçuşları monitör ederek kontrolöre yardım eder. MONA ya otomatik olarak rotayı yeniden hesaplar ya da HMI için aşağıdaki verileri sağlar:

- Kontrolörü o andaki sapmalar için uyarır,
- Kontrolörü beklenen sapmalar için uyarır.



Rotadan sapma(deviation) ikazı



SSR kod değişim ikazı

13.2.2. MONA, FDPS'den elde ettiği uçuş bilgisini sistemdeki rota ile karşılaştırır. Eğer hava aracı, sistemdeki rotasından belli bir parametre kadar (Yanlamasına 2 NM, uzunlamasına 4 NM vb.) sapma göstermişse, o zaman MONA ya kontrolöre ikaz üretmek önlem almasını sağlar ya da kontrolör yeni bir rota girmişse o andaki pozisyonuna ve performansına göre yeniden hesaplama yapar. İkazlar aşağıdaki durumlarda üretilir:

- Sistem rotasından yatay olarak sapan uçuş için; Uçuşun beklenen pozisyonundan belirlenmiş parametreyi aşan bir sapma görüldüğünde (örn. 7 NM)
- Müsaade seviyesinden irtifa olarak sapan uçuş için; Alçalan, tırmanan ya da düz uçuşlar için parametrede belirlenen değer aşıldığında (örn 300 ft)
- Seviyesini muhtemelen tutamayacak hava aracı için (level bust);
- Beklenen manevrasını yapmayan uçuş için; Belli bir uçuş seviyesine tırmanmaya/alçalmaya müsaade edilmiş uçuşun beklenen manevrasına belli bir süre içerisinde başlamadığı durumda (örn 15 sn),

³⁰ MONA kontrol altındaki tüm hava araçlarından, FDPS aracılığı ile planlanmış ve gözlenmiş bilgileri alır ve HMI aracılığı ile kontrolöre uyarı ya da hatırlatma gönderilmesini sağlar. Kontrolörün sisteme tüm bilgileri girmesi, fonksiyonların doğru çalışması açısından çok önemlidir.



- Beklenenle aynı performansı gösteremeyen uçuş için;
- Uçuşun sistem rotası koordinasyon kriterlerini yerine getiremezse;
- Saha sürat tahdidi aşılmışsa;

13.3. Emniyet Ağları (Safety Nets)

13.3.1. Giriş

Öncelikli olarak gözetim verisine dayanan ve tehlikenin gerçekleşmesinden kısa süre önce hava trafik kontrolörlerini ikaz eden yer sistemleridir. Bu nedenle de tahmin ve uyarı için 2 dk ve ya daha az bir süre kullanır.

13.3.2. ATC Sistemlerinde Kullanılan Emniyet Ağları

13.3.2.1. **Kısa Vade Çatışma İkazı** (STCA_ *Short Term Conflict Alert*): Kontrolörü, hava araçları arasındaki potansiyel conflict'ler için uyarır.

13.3.2.2. **Asgari Emniyetli İrtifa İkazı** (MSAW_ *Minimum Safe Altitude Warning*): Bir hava aracı irtifasının, bulunduğu bölgede ya da bir süre sonra yere göre belli bir parametreden daha yakın olduğunda Kontrolöre ikaz üretir.

13.3.2.3. **Saha Yakınlık İkazı** (APW_ *Area Proximity Warning*): Kontrolörü bir hava aracının korunmuş (yasak, tahditli, notamlı vb) hava sahasına girdiği veya girmekte olduğu konusunda uyarır.

13.3.2.4. **Yaklaşma Hattı Monitörü** (APM_ *Approach Path Monitoring*): ILS yaklaşması yapan bir hava aracının pist merkez hattı ya da süzülüş açısından belli bir parametre kadar saptığı durumlarda ikaz üretir.

13.3.3. Hava Araçlarında Kullanılan Emniyet Ağları

13.3.3.1. **Hava Çarpışmalarını Önleyici Sistem** (ACAS_ *Airborne Collision Avoiding System*): Yer sistemlerinden bağımsız, SSR transponder taşıyan çarpışma riski bulunan hava araçlarından kaçınmak için dikey yönde ikaz üreterek emniyetli bir şekilde kaçınma sağlayan sistemdir. (Ayrıntılar için bkz. Bölüm I, Paragraf 15)

13.3.3.2. **Mania Önleme ve Uyarı Sistemi** (TAWS_ *Terrain Awareness and Warning Systems*): Uçuş ekibine, çeşitli nedenlerden dolayı, tehlikeli bir şekilde bir maniaya yada yer yüzeyine yakın olması durumunda ikaz üreten sistemdir. (Ayrıntılar için bkz. Bölüm I, Paragraf 16)

13.3.4. Emniyet Ağlarının Amacı

13.3.4.1. Kontrolörü, potansiyel tehlikeli durumlar olacağı konusunda ve durumu çözecek talimatları vermesini sağlayacak şekilde; pilotu da, uygun kaçınma yapması için zaman tanıyacak bir süre önce ikaz etmek, emniyet ağlarının amacıdır. İkazın süresi, hadiseden 2 dk ya da daha az süre öncesidir. Bu süre 2 dk'dan fazla olamaz. Bu sürenin uzun olması emniyeti artırır, ancak sahte alarm sayısı da artar, sürenin kısa tutulması durumunda ise sahte alarm sayısı azalır, ancak hava trafik kontrolörüne hadiseyi önlemesi için yeterli zaman kalmaz. Emniyet Ağları, insan hatasından kaynaklanan potansiyel riskleri azaltmak amacıyla tasarlanmıştır.

13.3.4.2. Emniyet ağlarının amacı ATC kapasitesini artırmak değildir. Emniyet ağları kontrolörlere, trafikleri çarpışma yaratacak durumlardan kaçındırmak, kontrollü hava araçlarının yer ve hava sahası ihlallerini önlemek amacıyla yardımcı olur. Her bir hava aracı için, sonraki/takip eden süre içindeki tahmin edilen rotası boyunca (yani hava aracının 2 dk içerisinde eğer bu rotada gitmeye devam ederse tehlike yaratacak bir durum içine gireceğini) belirler ve kontrolörü çözülmesi gereken bu durum hakkında uyarır.



13.3.4.3. Emniyet ağlarının ana kaynağı gözetim bilgisidir. Hava aracı kimliği gibi bilgiler Emniyet Ağlarının nasıl ve nerede çalıştığını kararlaştıracak çeşitli parametreleri de içerir.

13.3.5. Emniyet Ağlarının Çevre Verisi

13.3.5.1. Emniyet ağları, STCA, MSAW, APW ve APM ikazı gerektiren durumlarda sağlıklı bir şekilde ikaz üretebilmek için SDPS ve FDPS'den bilgi alır. SDPS hava aracı ile ilgili gözetim verisini, FDPS de uçuş bilgisi ve coğrafik bilgileri, HMI Kontrolörün planlamasını sağlar. Emniyet ağları aynı zamanda süpervizörün sisteme girdiği bilgileri de kullanır. İkazlar, sistemin yapısına göre en azından, hadisenin meydana geldiği sektörün kontrolörüne ve duruma göre süpervizör pozisyonunda görülecektir.

13.3.5.2. Emniyet ağları hava aracının tahmin edilen uçuş rotasını kullanır. Bundan dolayı da bazen kontrolörün dikkat etmesini gerektirmeyen durumları da ikaz eder. Emniyet ağlarının tam çalışmasını kabul etmek demek meydana gelecek gereksiz ikazların da olacağını kabul etmek olacaktır.

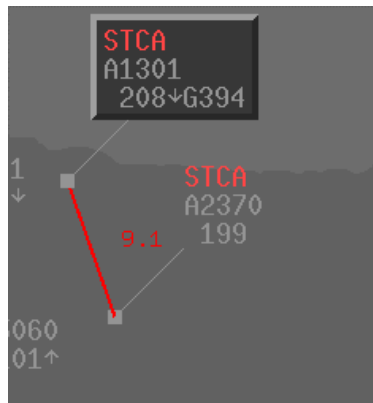
13.3.5.3. Bazı durumlarda, emniyet ağları'nın gerçek tehlike oluşturacak durumları kontrolöre ikaz etmemesi ile de karşılaşılabılır. Sistem tahmini, hava aracının yapabileceği manevraları da dikkate alır. Hava aracının "conflict" yaratacak ani manevraları da ikazı tetikleyebilir. Bu nedenle emniyet ağları'nın kurulumunda en önemli nokta, hava sahasının iyi şekilde optimize edilmesidir. Optimizasyonun amacı, olabilecek gerçek conflict'lerin tümünü belirleyebilmek ve gereksiz verilebilecek olan ikazları da en aza indirmektir.

13.3.5.4. Emniyet ağları hangi hava araçlarının işleme tabi tutulacağını gösteren bilgilere ihtiyaç duyar. Bu, uygun SSR kodların kullanımıyla elde edilebilir. Emniyet ağları aynı zamanda gerçek QNH değerine de ihtiyaç duyar.

13.3.6. Kısa Vade Çatışma İkazı (STCA)

13.3.6.1. Kısa Vade Çatışma İkazı (STCA), ayırma minimasının düşmesi sebebiyle, potansiyel veya gerçek bir ihlal ikazı oluşturarak, kontrolörün hava araçları arasındaki çarpışmayı zamanında önlemesine yardımcı olmayı amaçlayan bir emniyet ağıdır.

13.3.6.2. STCA, gözetim sistemlerinde takip edilen iki hedef arasındaki ayırmanın, önceden tanımlanmış bir süre öncesinden (örn. 120 sn.), düşeceği tahmin edildiğinde kontrolörü ikaz ederek önlem almasını sağlamayı amaçlamaktadır. Genellikle durum ekranı ve alarm penceresi üzerinde görsel ikaz üretilir. Bazı durumlarda sesli ikaz da mümkündür.



SMART Sistemlerinde oluşan STCA görsel ikaz örneği

13.3.6.3. STCA belirli bir sistemden ziyade bir kavramdır; bu nedenle tüm dünyada ATC sağlayıcıları tarafından kullanılan bir dizi farklı uygulama bulunmaktadır.

13.3.6.4. EUROCONTROL tarafından STCA kullanımını için politikalar belirlenirken aşağıdaki ilkelerin göz önünde tutulması tavsiye edilmektedir:



- STCA temel bir emniyet ağıdır; tek amacı emniyeti artırmaktır ve sektör kapasitesi hesaplanırken STCA'nın varlığı dikkate alınmamalıdır.
- STCA, ayırma gerekliliği ve çarpışmaların önlenmesine önemli katkıda bulunmak için tasarlanmış, yapılandırılmış ve kullanılmaktadır.

13.3.6.5. STCA'nın doğru olarak kullanılabilmesi ATC personeline özel eğitim vermek gerekir.

13.3.6.6. STCA'nın ikaz performansı büyük ölçüde kullanılan hava sahası için çatışma algılama ve zamanlama parametrelerinin optimizasyonuna bağlıdır. Karmaşık hava sahasında, her bir hava sahası tipine özgü, içinde belirli parametre değerleri gruplarının uygulanacağı STCA hacimlerini kullanmak en iyi uygulamadır.

13.3.6.7. Emniyeti artıracak ve gereksiz ikazları azaltacak ayarlar yapılır. Sadece tanımlanmış IFR uçuşlar ile diğer hedefler (IFR, VFR, MIL, tanımsız vb.) arasında ikaz üretecek şekilde parametre değişiklikleri yapılabilir.

13.3.6.8. Hava araçları arasındaki ayırmadan kaynaklı tehlikeli durumlar uçuş ekibi ve kontrolör tarafından fark edilemeyebilir. STCA tarafından uyarılmadığı takdirde kontrolör, iş yükü ve öncelikleri nedeniyle, bir tehlikeli durumu önceden tespit edemeyebilir. STCA'nın başarılı bir şekilde uygulanması için, özellikleri ve lokal uygulamaları dikkate alınarak ince ayarlar yapmak ve kontrolörlere gerekli eğitimin verilmesi gerekir.

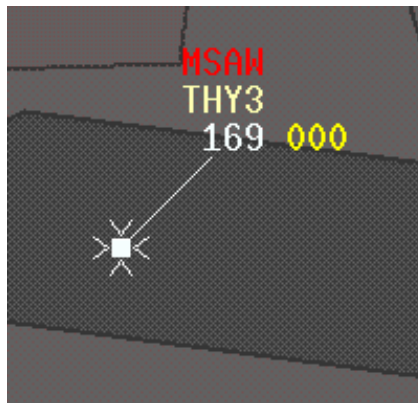
13.3.6.9. STCA'nın operasyonel ve verimli kullanımı, kontrolörün sisteme olan güvenine bağlıdır. Güven, güvenilirlik ve şeffaflık gibi birçok faktörün sonucudur. Gerekli ince ayarların yapılmaması nedeniyle oluşan aşırı sayıda yanlış alarm kontrolörün STCA'ya olan güvenini azaltabilir.

13.3.6.10. Uygun ATS yetkilisi tarafından üretilen tüm STCA ikazlarının elektronik kayıtlarının tutulması, istatistiksel analizleri kolaylaştırabilir. Bir ikazın gerekçeli olup olmadığını belirlemek için her bir ikaz ilgili veriler ve koşullar analiz edilmelidir. Hava sahası tasarımı ve ATC prosedürlerindeki olası eksiklikleri tespit etmek ve genel emniyet seviyelerini izlemek için ikazların istatistiksel analizi yapılmalıdır.

13.3.7. Asgari Emniyetli İrtifa İkazı (MSAW)

13.3.7.1. Hava aracının mania veya engellere yakınlığı konusunda bir ikaz oluşturarak, kontrolörü kontrollü uçuşun maniaya çarpması (CFIT) riskinin artması konusunda uarmaya yönelik bir emniyet ağıdır.

13.3.7.2. MSAW'ın temel amacı emniyeti arttırmak veya belirtilen herhangi bir minimaya uyumu izlemek değildir. Pratikte MSAW, ATC sisteminin bir parçasıdır ve bu açıdan "fonksiyon" olarak kabul edilebilir.



MSAW ikazının durum ekranında gösterimi

13.3.7.3. MSAW fonksiyonu, basınç irtifa raporlama kabiliyetine sahip hava aracı transponderinin bildirdiği irtifaları, tanımlanan minimum emniyet/vektör irtifalarıyla karşılaştırır. Bir hava aracının irtifasının geçerli minimum emniyet irtifasından daha düşük olduğu tespit edildiğinde veya tahmin edildiğinde, hava aracının bulunduğu sektörde görev yapan kontrolöre, gerekli önlemleri alabilmesi amacıyla görsel ikaz üretir.

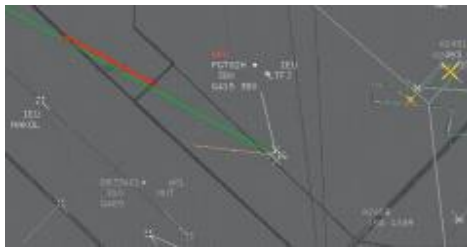
13.3.7.4. MSAW, dikkat/reaksiyon gerektiren hava aracının manialara yakınlığıyla ilgili mevcut veya beklemedeki durumlarla ilgili ikazlar oluşturarak, CFIT'ın önlenmesine yardımcı olmak için kontrol döngüsüne bağımsız uyarı mantığı ekler.

13.3.7.5. MSAW normalde ikaz üretmek için gözetim veri işleminden, çevre veri işlemesinden ve muhtemelen uçuş veri işleme sistemlerinden bilgi alır. Bazı örnekler aşağıda sunulmuştur:

- Basınç irtifası da dahil olmak üzere gözetim verileri, tehlikeli durumları tahmin etmek için kullanılabilir;
- Uçuş verileri aşağıdaki şekilde kullanılabilir:
 - Uçuş türü / kategorisi: ikaz üretimi için uygunluğu ve muhtemelen uygulanan parametreleri belirlemek;
 - İlgili sektör(ler): ikazları adreslemek;
 - Müsaade edilen uçuş seviyeleri: ikaz üretiminin ilişki düzeyini artırmak için.
- Aşağıdaki parametreleri içeren çevresel veriler:
 - Yüzey ve mania verileri;
 - İkaz parametreleri;
 - İlave bilgiler (QNH, sıcaklık, vb.)

13.3.8. Saha Yakınlık İkazı (APW)

13.3.8.1. Saha Yakınlık İkazı (APW), bir hava aracı kontrollü hava sahası, tehlikeli bölümler (yasak, tahditli, Notamlı sahalarda) gibi bir hava sahası hacmine doğru uçtuğunda veya uçacağı tahmin edildiğinde kontrolörü uyarmak için gözetim verilerini ve uçuş yolu tahminini kullanan yer tabanlı bir emniyet ağıdır. APW'nin, hadise öncesi 2 dakikaya kadar uyarı süreleri sağlayarak kısa vadede çalışması amaçlanmıştır. Bununla birlikte, bazı operasyonel ortamlarda, yüksek oranda gereksiz uyarılar nedeniyle bu emniyet ağı için 2 dakikalık bir *look-ahead* süresi pratik olmayabilir.



SMART Sistemlerinde APW gösterimi

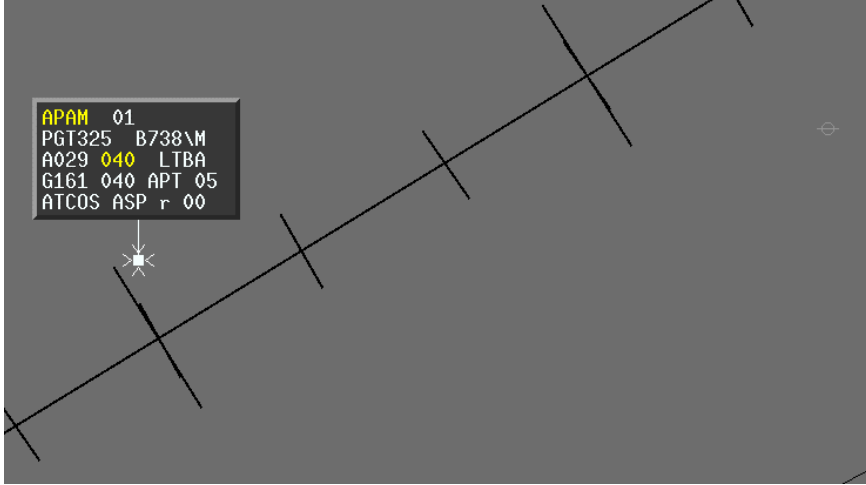
13.3.8.2. APW, aşağıdakiler gibi bir veya daha fazla ihtiyaca cevap verebilir:

- Kontrolörü, kontrollü uçuşların tahditli hava sahasına izinsiz girmesi durumunda uyarabilir.
- Kontrolörü, kontrolsüz uçuşların kontrollü hava sahasına izinsiz girmesi durumunda uyarabilir.

13.3.8.3. Birçok APW sistemi, hem kalıcı hava sahası hacimlerini hem de geçici hava sahası hacimlerini destekler. APW, ATC sisteminde belirli bir hacim etkinleştirildiğinde yalnızca geçici bir hava sahası hacmine karşı uyarı verecektir.

13.3.9. Yaklaşma Hattı Monitörü (APM³¹)

13.3.9.1. APM kontrolörü, ILS yaklaşması yaptığı belirtilen bir hava aracının, pist merkez hattı ve süzülüş hattının belli bir parametre kadar dışına çıktığında ikaz eder. Yaklaşma hattı bir koni olarak tanımlanır.



APM ikazının durum ekranında görüntülenmesi

13.3.9.2. Bu Emniyet Ağı, görevini yerine için gözetim verilerini, uçuş planı verilerini (özellikle gidiş meydanı) ve kabul edilebilir pist yaklaşma hatlarının tanımlı sınırlarını kullanır.

13.4. Orta Vade Çatışma Tespiti (MTCD)

13.4.1. Giriş

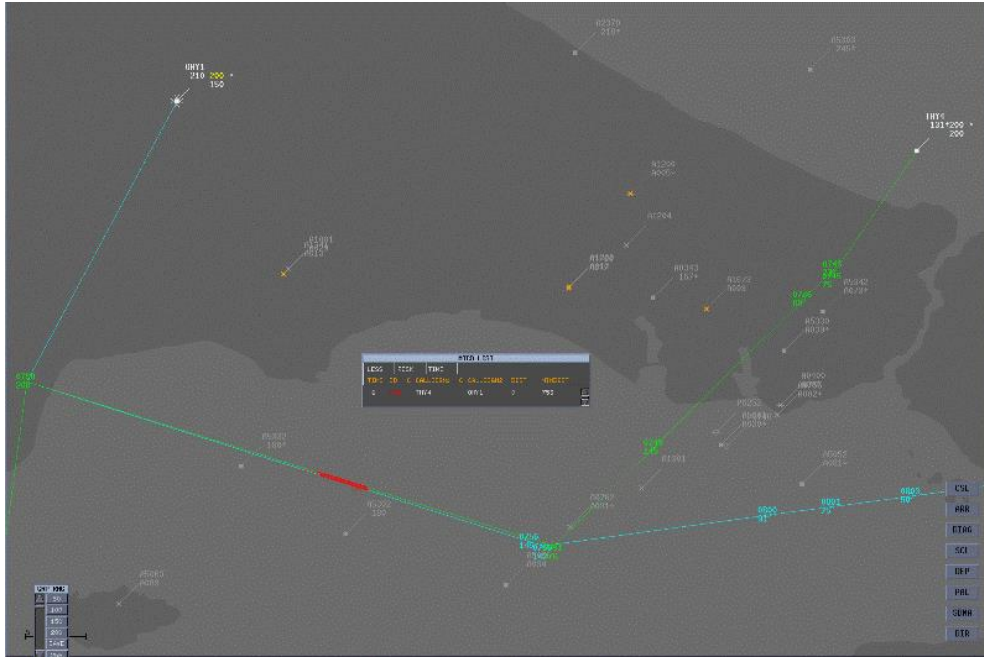
13.4.1.1. Orta Vade Çatışma Tespiti (MTCD), 20 dakikaya kadar uzanan bir zaman diliminde, sorumluluk alanındaki uçuşlar arasındaki potansiyel çatışmayı kontrol etmek için tasarlanmış bir uçuş veri işleme sistemidir.

13.4.1.2. MTCD, aşağıdaki fonksiyonları gerçekleştiren entegre bir tahmin sistemidir:

- İki hava aracı arasında gerekli ayırma kaybının tespiti ve kontrolöre bildirilmesi;
- Tehlikeli, Tahditli veya kısıtlanmış hava sahasına giriş yapacak hava araçlarını tespit ederek kontrolöre bildirilmesi;
- Hava araçları arasında yeterli ayırma olmasına rağmen, hava sahasının belli bir kısmında manevra yapılması nedeniyle birbirlerinin rotasını ihlal etmesi durumunu (pilot tarafından talep edilen yada ayırma nedeniyle yapılan seviye değişikliği vb.) tespit ederek kontrolöre gösterimi.

13.4.1.3. MTCD terimi, belirli bir ekipman parçasına veya ekipman bütününe değil, yukarıdaki hedeflere ulaşmak için tasarlanmış bir sistemi ifade etmektedir.

³¹ SMART Projesi kapsamında kullanılan sistemlerde APAM olarak kullanılmaktadır.



Ankara ACC MTCD gösterimi örneği

13.4.2. Amaç

13.4.2.1. MTCD'nin amacı, hava trafik kontrolörünün hava araçları arasındaki ayırma problemlerinin yada planlamalarının daha önce tespit edilerek çözümlenmesini sağlamak amacıyla, uygulama ve planlama kontrolörleri arasında daha dengeli iş yükü sağlamak, sektör verimliliğini artırmak ve hava sahasını kullanan hava araçlarına daha emniyetli hizmet sunmaktır. Sektör planlaması sırasında, hava araçları arasında yaşanması muhtemel ayırma problemlerinin planlama kontrolörü tarafından önceden çözülmesi, yada sektör içerisinde çözümünün planlanarak uygulama kontrolörünün iş yükünün azaltılması hedeflenmektedir.

13.4.2.2. MTCD, Kısa Vadeli Çatışma İkazı (STCA) fonksiyonunun doğal bir uzantısıdır. Bununla birlikte, önemli bir fark olarak, STCA bir emniyet ağı fonksiyonu olup, amacı yalnızca ATC hizmetinin emniyetini artırmaktır, MTCD ise kontrolöre yardımcı olan bir denetleyicidir.

13.4.3. MTCD Fonksiyonu

13.4.3.1. MTCD uygulamasında aşağıdaki fonksiyonlar belirlenmiştir:

- **Rota (Trajectory) tahmini:** Sistemde tanımlanmış her hava aracı/hedef için gelecekteki rotalarını³² oluşturmaktan sorumludur.
- **Çatışma (Conflict) tespiti:** Sistemde potansiyel olarak çatışan rotaları tanımlamaktan sorumludur. Potansiyel olarak çatışma oluşturan rotalar, tahmindeki belirsizlik göz önüne alındığında, 2 veya daha fazla hava aracı arasındaki ayırmanın hedeflenen ayırma değerinin altına düşmesi durumudur.
- **Rota güncellemesi:** Gerekliğinde öngörülen rotaları güncellemekten sorumludur. Bu fonksiyon harici bir sebepten (direk rota verilmesi vb.) sonra, hava aracının rotasında oluşan değişikliğin tespit edilerek yeni rotanın oluşturulmasını sağlar.

³² Performans gereklilikleri nedeniyle, sistemin her bir hava aracı/hedef için birden fazla gelecekteki rotayı hesaplaması gerekebilir.

- **Rota düzenlemesi:** Bir veya daha fazla Hava aracının tahmini rotasının kontrolör tarafından düzenlenebilmesine imkan verir.

13.4.4. MTCD Uygulaması

13.4.4.1. Tipik bir MTCD sistemi aşağıdaki adımları içerebilir:

13.4.4.1.1. Sistem, geçerli rota bilgisine bağlı olarak değiştirilebilir bir parametre (örn. 20 dakika) ileriye dönük süre içinde olası çatışmaları algılar ve planlama kontrolörüne bildirilir;

13.4.4.1.2. Planlama kontrolörünün izleme/tarama görevi, sistem tarafından sağlanan verilerin algılanmasına neden olur;

13.4.4.1.3. Planlama kontrolörü bir potansiyel çatışmayı değerlendirirken bilgileri tam olarak anlar, ardından bilgilerin ve içeriğinin her hangi bir önlem almaya ihtiyaç duyulmasına karar verir. Kontrolöre alternatif rotaları (direkt rota vb.) değerlendirme imkanı sunulmasıyla daha kolay karar vermesi sağlanabilir. Bu durum, planlama kontrolörünün aşağıdaki yollarla bir çözüm bulmasını sağlayabilir:

- Çatışmayı görmezden gelmek (öngörülen koşullar nedeniyle çatışmanın süresi dolacak ya da çatışma olmayacak);
- İlgili sektöre giriş veya çıkış koşulunu (sektöre girmeden önce veya sektör içerisinde seviye/rota değişikliği vb.) değiştirerek çözme;
- Çatışmanın uygulama kontrolörü tarafından çözülmesine karar verme, durumu uygulama kontrolörüne bildirme.

13.4.4.2. Çatışmanın uygulama kontrolörüne aktarılmasının sonucu, planlama kontrolörünün, algılanan bir çatışmayı çözmek/izlemek için uygulama kontrolörü tarafından bazı taktik eylemlerin yapılması gerektiğini düşündüğünü gösterir.

13.5. İniş Yöneticisi (AMAN)

13.5.1. Giriş

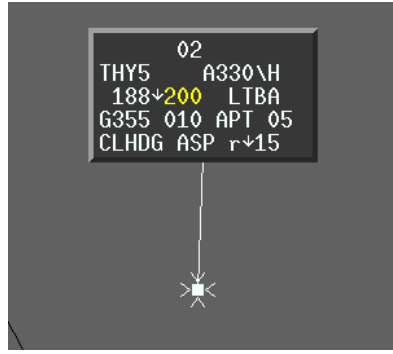
13.5.1.1. *Arrival Manager* (AMAN) sistemleri uzun yıllar boyunca geliştirilmiş ve kullanılmaktadır. Öncelikle, bir havalimanına iniş için gelen trafiği idare eden kontrolörler için, piste gelen uçuşlar arasında gerekli ayırma ve diğer kriterler dikkate alınarak, uçuşların iniş sıralamasını ve sürelerini sürekli olarak güncelleyerek hesaplayan otomatik sıralama desteği sağlamak üzere tasarlanmıştır.

13.5.1.2. AMAN ayrıca, yoğun havalimanlarını çevreleyen TMA'lara trafik akışının düzenlenmesine yardımcı olan araçlar olarak da kullanılır.

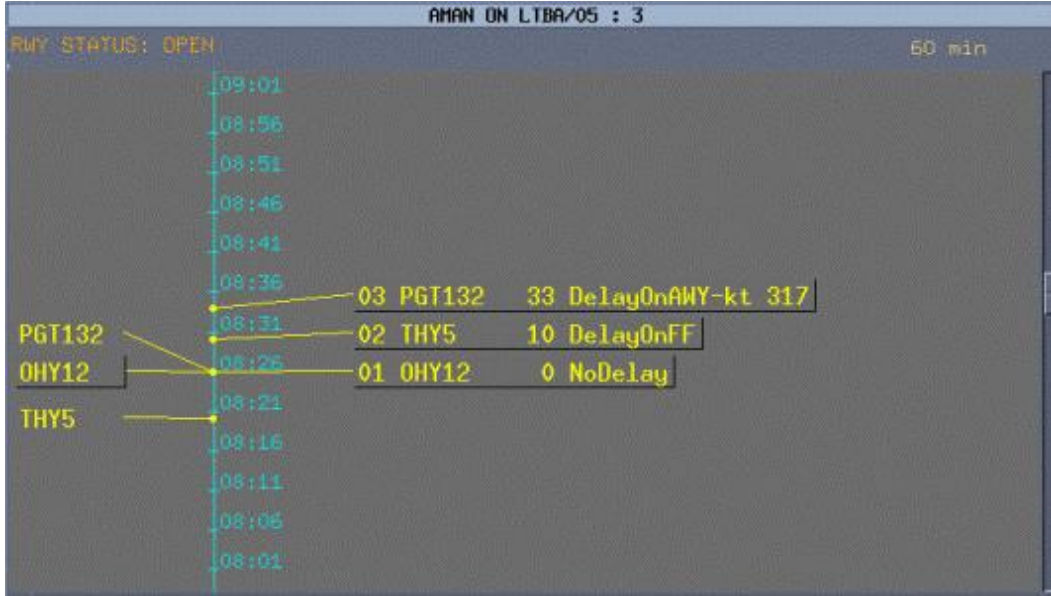
13.5.1.3. Daha verimli ve öngörülebilir bir iniş yönetim süreci ile birlikte bir havalimanındaki mevcut kapasiteyi en iyi şekilde kullanmaya yardımcı olmanın yanında, kontrolörün trafiklere daha az müdahale ederek yakıt tüketiminin azalmasına, daha az gürültü ve hava kirliliğine neden olur.

13.5.1.4. EUROCONTROL SESAR ve NextGen'de (ABD ATM modernizasyon programı) iniş yönetim bilgilerinin uçuşta daha önce erişilebilir olmasını sağlamak için gerekli çalışmalar devam etmekte ve gerekli sıralama işlemlerinin daha erken yapılmasına izin vermektedir. AMAN'ın Kontrollü Varış Zamanı gibi diğer varış yönetimi teknikleri ile kullanımını araştırmaya yönelik çalışmalar da devam etmektedir.





Etiket üzerinde iniş sıralamasının gösterimi



AMAN penceresinde trafik sıralamasının gösterimi

13.5.2. Açıklama

Arrival Manager (AMAN) için operasyonel gereksinimler 1990'ların sonlarında geliştirilmiştir ve bu sistemlerin bir çoğu farklı özellikleriyle artık Avrupa ve başka ülkelerde kullanılmaktadır. Ülkemizde İstanbul APP'de operasyonel olarak kullanılmaktadır. Şu anda ATCO'lar için iniş yönetimi desteği 2 ana gruba ayrılabilir:

13.5.2.1. Temel Uçuş Veri İşleme Sistemi işlevselliği - gelen trafik akışındaki uçuşlar için temel varış bilgilerini (örneğin bir varış listesi ve saati) sağlamak için ATCO'ların temelde bilgi amaçlı kullandığı FDPS mekanizmalarını kullanır.

13.5.2.2. "Özel AMAN" - şu anda faaliyet gösteren AMAN'ların çoğunu kapsayan kategori. Bu sistemlerde, hava araçları bir dizi tanımlanmış ihtiyaç, prosedür, ilke ve kural kullanılarak sıralaması planlanır ve ATCO'lar genellikle sistem desteği ile daha verimli ve aktif bir şekilde çalışır.

13.5.3. Nasıl Çalışır

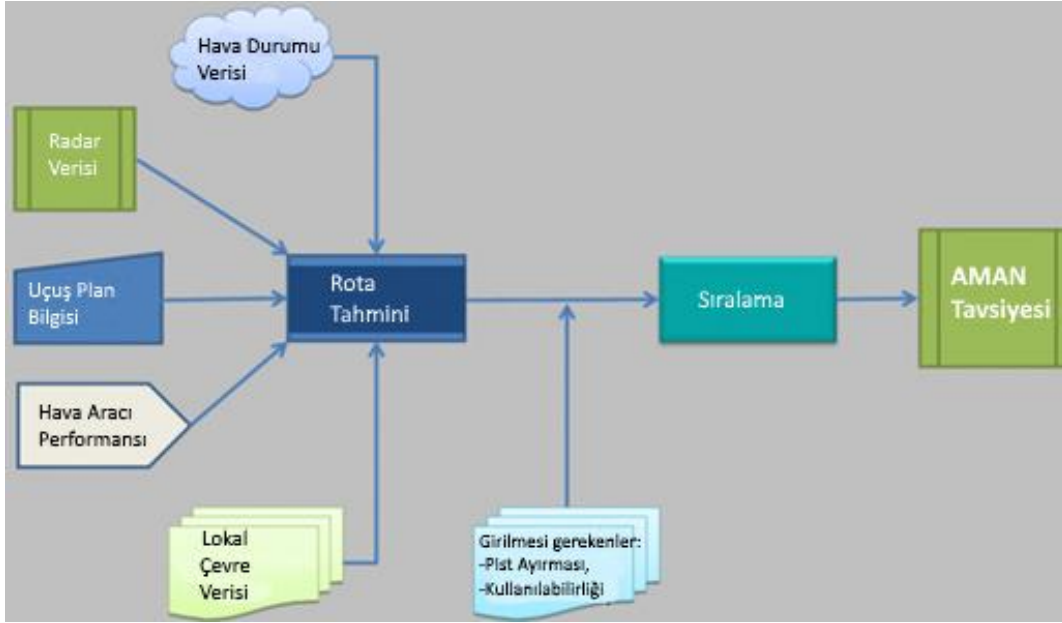
13.5.3.1. AMAN sistemi, ana Uçuş Veri İşleme Sistemi (FDPS) ve Gözetim Veri İşleme Sistemi (SDPS) dahil olmak üzere çeşitli sistemlerle etkileşime girer. Uçuş planı bilgileri, radar bilgileri, hava durumu bilgileri, yerel hava sahası ve rota bilgileri ve rota tahmininde bir hava aracı performans modelinin bir kombinasyonunu kullanarak her bir uçuş için 'planlı' bir zamana neden olur.

13.5.3.2. AMAN belirli koşullara sahip olduğundan (pist için belirlenmiş gerekli iniş kapasitesi, ayırma değeri vb.) iniş için aynı zamanda 2 veya daha fazla hava aracı olacağı tahmin



edildiğinde, sıralamayı koruyabilmek adına gerektiğinde uçuşları geciktirmek için bir dizi planlama yapar.

13.5.3.3. Sistem, ATCO'ya sıralama bilgisi sağlamanın yanı sıra, normalde ATCO için gereken uçuşlara sıralamayı koruyabilmek için zaman kaybettirme/zaman kazandırma bilgisi şeklinde de verir. Daha sonra kontrolör, hava aracının sıralama zamanını veya pozisyonunu karşılaması için uygun bir yöntem (vektör, yolda zaman kaybetme, sürat değişiklikleri veya holdinge alma vb.) bulmak ve uygulamaktan sorumludur.



AMAN fonksiyonu akış şeması örneği

13.5.3.4. Bazı gelişmekte olan sistemlerde, gerekli zaman ve gecikme bilgisi, kontrolörün dikkate alması ve o sırada trafik koşullarında uygun olması durumunda, hava aracının uygulaması için önerilen belirli bir eyleme dönüştürülebilir (örneğin sürat 230 kt). Daha da kompleks versiyonlarda sistem, birleşik bir sürat/rota tavsiyesi vermek için geliştirilmiştir, ancak bu kullanım yaygın değildir.

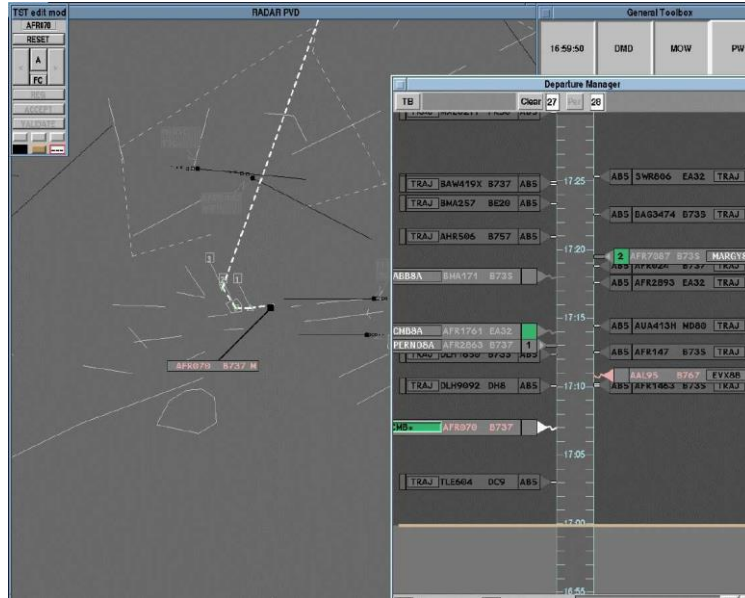
13.5.3.5. Halihazırda AMAN sistemleri için tam bir standart mevcut değildir. Karmaşık terminal sahaları yada yoğun havalimanları için kontrolörlerin ihtiyaçlarına göre gelişmeler devam etmektedir.

13.5.3.6. AMAN tarafından belirlenen sıralama bir tavsiye niteliğindedir. Görevli kontrolör, sıralamada dilediği gibi değişiklik yapar ve bu değişikliği sisteme girer. Sistem bu değişikliği göz önüne alarak sıralamayı yeniden yapar.

13.6. Kalkış Yöneticisi (DMAN)

13.6.1. Kalkış Yöneticisi (*Departure Manager*), kullanıldığı havalimanlarında TWR ve Ground pozisyonlarında çalışan kontrolörlere yardımcı olmak üzere dizayn edilmiş bir planlama aracıdır. Pist kapasitesi ve TMA hava sahasının optimum kullanımını sağlamak için kalkış programlarının yanı sıra kalkış planları ve optimize edilmiş ve iniş trafiklerine problem teşkil etmeyecek tırmanma rotaları sağlayarak kontrolörlere kalkış trafiğini yönetme konusunda yardımcı olur. Kalkış uçuşlarının sayısı tüm trafiğe göre daha yüksekse, öncesinde kalkış trafiğini yönetmek büyük önem taşımaktadır. Genel olarak AMAN ile birlikte kullanılır.

13.6.2. Her bir kalkış için, uçuş planı hazır olur olmaz, DMAN pist tahsisi yapar ve planlanan bir kalkış zamanını hesaplar. Kalkış sıralaması, mevcut trafik durumu göz önüne alınarak düzenli olarak güncellenir.



Durum Ekranında DMAN Pencesi örneği (sağ tarafta pistlere göre kalkış sıralaması ve saatleri yer alırken sol tarafta ise hava aracının yerde izleyeceği rota yer almaktadır)

13.6.3. Optimize edilmiş bir sıralama oluşturmak için *Departure Manager*, yüzey hareketi tahditlerini, pistlerin kullanımını, TMA'daki trafik durumunu ve transfer koşullarını kapsayan birçok faktörü dikkate alabilir.

13.6.4. *Departure Manager*, kontrolörlere hesaplanan sıralamayı inisiyatiflerine göre değiştirmeleri için imkan sağlamaktadır.

13.6.5. Kontrolör kalkış trafikleri için hava aracı daha taksi aşamasındayken, pilot ile görüşerek TMA içinde rotaları planlayabilir. *Departure Manager*, önceden sisteme girilmiş operasyonel kurallara göre optimize edilmiş ve diğer trafiklere problem teşkil etmeyecek tırmanma rotaları oluşturarak kontrolöre bu görevi yerine getirmesinde yardımcı olur.

13.6.6. DMAN herhangi bir havalimanı konfigürasyonuna, tek yada birden fazla pist modlarına uyarlanabilecek şekilde tasarlanmıştır. AMAN ile birlikte, iniş ve kalkış yapan hava araçlarının pist kullanımlarını emniyetli ve optimize bir şekilde destekleyebilmektedir.

13.6.7. Kalkış Yöneticisi, kontrolöre şu konularda yardımcı olmak üzere tasarlanmıştır:

- pist kullanımını optimize etmek,
- TMA'da kalkış trafiğini düzenlemek,
- uçuş sürelerini ve gecikmeleri en aza indirmek,
- Saha ve Yaklaşma kontrolörleri ile koordinasyonun artırılması
- sonraki kontrolörler ve ATC araçları için öngörüye izin vermek.

13.6.8. Bu hedeflere ulaşmak için Kalkış Yöneticisi, TMA içine kalkış sıralaması ve optimize edilmiş tırmanış rotaları sağlar.

13.6.9. *Departure Manager*'ın verimli olarak çalışabilmesi aşağıdaki kavramlara veya hipotezlere dayanmaktadır:

- Tahmini ve planlanan kalkış saatlerinin doğru olması,
- TMA sahasında sıralama ve trafik organizasyonun doğru yapılması, değişikliklerin sisteme kazandırılması,
- Kontrolörlerin ihtiyaç olduğunda gerekli önlemleri alması.



14. Kontrolör Pilot Veri Yolu Muhaberesi (CPDLC)

14.1. Giriş

Bu bölümde Kontrolör Pilot Veri Yolu Muhaberesine (CPDLC) genel bir bakış sunulmaktadır. İlgili terimler dahil olmak üzere ana ilkeleri, farklı veri bağlantı hizmetlerini ve CPDLC işlemlerinin temellerini açıklanmaktadır. Amaç, bu teknolojiyle ilgili emniyet konularını anlamak için genel bilgi sağlamaktır.



Boeing 777 FMS'inde CPDLC mesajının görüntülenmesi

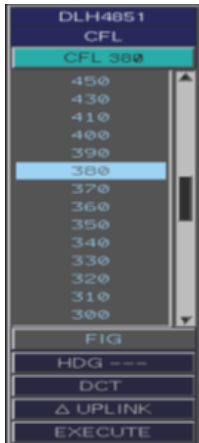
14.2. Tanım

Kontrolör Pilot Veri Yolu Muhaberesi (CPDLC), kontrolör ile pilot arasında ATC iletişimi için veri bağlantısı kullanan bir iletişim aracıdır. (ICAO Doc 4444: PANS-ATM)

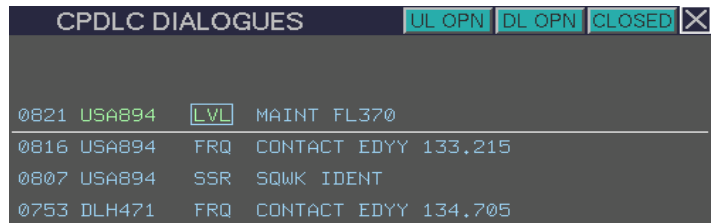
14.3. Açıklama

14.3.1. CPDLC, kontrolörün acil olmayan stratejik mesajları sesli muhabereye alternatif olarak bir hava aracına iletebildiği iki yönlü bir veri bağlantı sistemidir. Mesaj, hava aracının görsel ekranında görüntülenir.

14.3.2. CPDLC uygulaması, ATC hizmeti için hava-yer veri yolu iletişimi sağlar. Hava trafiği kontrol hizmetleri için kullanılan bir çok sesli talimat/bilgi/talep mesajlarının değişimini sağlayan bir dizi veri bağlantı hizmeti sağlar.



CPDLC talimat penceresi örneği



CPDLC diyaloj penceresi örneği

14.3.3. Kontrolörlere, ATC talimatlarının (seviye değişikliği, vektör, sürat değişikliği, frekans değişikliği, vb.) veri yolu ile hava araçlarına iletilmesi imkanı sağlar.

14.3.4. Pilotlara ise talep edilen/alınan müsaadelere cevap verebilme yeteneği sağlar. Tanımlı formata uymayan bilgileri alıp vermek için serbest metin (*free text*) özelliği de kullanılabilir.

14.3.5. CPDLC küresel olarak uygulanmakta olup, şu anda farklı uygulama aşamalarında. Global iletişim prosedürleri ICAO Talimatlarında ayrıntılı olarak açıklanmaktadır: Ek 10 Cilt III Bölüm 1 Kısım 3. CPDLC mesaj seti ICAO Doc 4444: PANS-ATM, Ek 5'te yer almaktadır.

14.4. Data Link Hizmetleri

14.4.1. **Data Link Başlatma Özelliği (DLIC)** - bu hizmet, bir ATC ünitesi ile hava aracı arasında veri bağlantısı iletişimini mümkün kılmak için gerekli bilgileri sağlar. DLIC hizmeti, başka herhangi bir veri bağlantısı uygulamasının ilk kullanımından önce sağlanır.

14.4.2. **ATC İletişim Yönetimi Hizmeti (ACM)** - bu hizmet, ATC iletişiminin (ses ve CPDLC) aktarımı için uçuş ekibine ve kontrolöre otomatik yardım sağlar.

14.4.3. **ATC Müsaade Hizmeti (ACL)** - bu hizmet uçuş ekiplerinin ve kontrolörlerin operasyonel değişim gerçekleştirmesine izin verir. Uçuş ekipleri talep ve rapor gönderebilir; kontrolörler müsaade, talimat ve bilgi verebilir.

14.4.4. **ATC Mikrofon Kontrol Hizmeti (AMC)** - bu hizmet, kontrolörlerin sesli iletişim ekipmanlarının belirli bir frekansı bloke etmediğini doğrulamak için belirli bir frekansta (aynı zamanda) tüm CPDLC özellikli uçaklara bir talimat göndermesine olanak tanır.

14.4.5. **Kalkış Müsaadesi (DCL)** - bu hizmet, hava araçlarına kalkış öncesi yol müsaadesi (kalkış sonrası tırmanılacak irtifa, SID, SSR kodu vb.) izni talep etmek ve teslim etmek için otomatik yardım sağlar.

14.4.6. **Hava/Yer Müsaade Hizmeti (DSC)** - bu hizmet, hava aracı bir hava sahasına girmeden önce ATC ünitesiyle CPDLC üzerinden temas kurarak giriş müsaadesi alabilmek imkanı sağlamaktadır.

14.5. CPDLC'nin Avantajları

14.5.1. ATC frekanslarında daha az yoğunluk,

14.5.2. Sektör kapasitesinde artış,

14.5.3. Aynı anda daha çok pilot talebi karşılanabilir,

14.5.4. Çağrı adı karışıklığı yaşanmaması nedeniyle yanlış anlamaların önüne geçilebilir,

14.5.5. Daha emniyetli frekans değişikliği, dolayısıyla daha az muhabere kaybı ihtimali.

14.6. CPDLC Kullanımının Ana İlkeleri

14.6.1. Ses ve veri bağlantısı ATS muhaberesi için bir arada bulunmalıdır. CPDLC, sesli haberleşme için tamamlayıcı bir iletişim aracı olarak tasarlanmıştır.

14.6.2. CPDLC sadece acil ve kritik olmayan iletişim bağlamında kullanılmalıdır. Zaman kritikliği temel olarak aşağıdaki faktörler tarafından belirlenir:

- ATC trafik durumu, uçtan uca performans (sistemler ve uçuş ekibi/kontrolör yanıtlama süresi) ve toparlanma süresi.



- Kullanıcılar genellikle birkaç saniye içinde bir sesli yanıt beklenirken, CPDLC'nin gecikme süresinin genellikle çok daha uzun (birkaç dakikaya kadar) olduğunu bilmelidir.

14.6.3. Ses veya CPDLC kullanma kararı, ilgili kontrolörün veya pilotun takdirine bağlıdır.

14.6.4. CPDLC kullanımına ilişkin ICAO Ek 11, Bölüm 3, paragraf 3.5.1'de "Kontrollü bir uçuş, herhangi bir zamanda sadece bir hava trafik kontrol ünitesinin kontrolü altında olacaktır" şeklinde ifade yer almaktadır.

14.7. CPDLC Operasyonları

14.7.1. **Uçuş planlaması.** CPDLC yeteneği olan hava aracı operatörleri, uçuş planının madde 10'a J harfini ve karşılık gelen bir sayıyı (ATN VDL mod 2 için 1, farklı FANS uygulamaları için 2-7) ve 18. Maddesine COM/CPDLC'yi yazmalıdır. Hava aracı ekipmanına bağlı olarak bunlardan birden fazla kullanılabilir (örn. J1J2, hava aracının hem ATN VDL mod 2 hem de FANS 1 / A HFDL ile donatılmış olduğu anlamına gelir).

14.7.2. **CPDLC transferi.** Hava aracı, CPDLC'nin bulunmadığı bir ATS ünitesinden mevcut olduğu bir ATS birimine devredilirse, hava aracı CPDLC donanımlı birime oturma için DLIC kullanır. Prosedürler ve zamanlamalar ilgili hususlar ATS ünitesine ait AIP'de detaylı olarak anlatılır.

14.7.3. Her iki komşu ATS birimi CPDLC kullanıyorsa, sesli muhabere ve CPDLC aktarımı aynı anda başlar. Geçerli Veri Yetkisi (CDA) olan ATS ünitesi, sonraki ATS ünitesini Sonraki Veri Yetkisi (NDA) olarak belirler. Bu atamanın amacı, uygunsuz bir veri otoritesinde oturma açma olasılığını azaltmaktır (bu, sesli muhaberede yanlış frekansa geçmeye eşdeğerdir).

14.7.4. Bir hava aracı CPDLC'nin mevcut olduğu bir ATS ünitesinden CPDLC'nin mevcut olmadığı bir ATS ünitesine aktarılırsa, CPDLC sonlandırması sesli iletişim aktarımı ile eşzamanlı olarak başlar.

14.7.5. **CPDLC kullanımı.** CPDLC'nin sesli muhabere ile ne ölçüde değiştirebileceği büyük ölçüde yerel uygulama seçeneklerine tabidir. Her ne kadar teknoloji çok çeşitli karmaşık mesajlara izin verse de en yaygın olarak kullanılanlar:

- SSR kod değişikliği,
- Kontrol ve muhaberenin devri,
- Zaman açısından kritik olmayan ATC müsaadeleri (örn. Seviye değişiklikleri, vektör, direkt rota, sürat kontrolü),
- Pilotun CPDLC üzerinden gönderdiği taleplerinin cevaplanması.

14.7.6. **CPDLC mesaj yapısı.** Mesajlar standart formatta, sade bir dilde veya ICAO Ek 10, paragraf 3.7'de belirtildiği gibi kısaltmalar ve kodlardan oluşur. Metnin uzunluğu uygun kısaltmalar ve kodlar kullanılarak azaltılabiliyorsa düz dilden kaçınılmalıdır. Nezaket ifadeleri gibi gereksiz kelimeler ve ifadeler kullanılmamalıdır. Her veri bağlantı servisi için zorunlu ve isteğe bağlı yerden havaya ve havadan yere mesaj setleri geliştirilmiştir. Bu nedenle, hava veya yer sisteminin daha geniş bir dizi mesajı desteklemesi mümkündür. Desteklenmeyen mesajların uygun şekilde işlenmesi (örn. uygun hata mesajlarıyla yanıt verme) CPDLC sistem geliştirme ve uygulamasının önemli bir parçasıdır.

14.7.7. CPDLC mesajları bir veya birden çok talimat içerebilir. ICAO ATN SARP'larına ve EUROCAE-Doküman ED-110B'ye göre bir mesajda en fazla 7 öğeye izin verilir. EUROCONTROL Spesifikasyonu [1] ile uyumlu sistemler, azami 2 öğe içeren aşağıdaki mesajlara izin verir.

- Tek talimat içeren mesaj örneği: *CLIMB TO [level].*
- Birden fazla talimat içeren mesaj örneği: *CLIMB TO [level], CLIMB AT [vertical rate] MINIMUM.'*



14.7.8. Birden çok öge içeren mesajlara verilecek tek ögeli cevap mesajı tüm mesaj ögelerine uygulanır. Birden çok öge içeren mesajın herhangi bir tanesine uyulamaması durumunda pilot tüm mesaj için “UNABLE” yanıtı gönderir (pilot mesaj elemanlarının hiçbirine uymayacaktır). Bu durum gereksiz yere uzun süreli mesaj alışverişine neden olabilir. Bu nedenle mümkün olan yerlerde birden çok ögeye sahip mesajların kullanımından kaçınılmalıdır. Bir dizi müsaade veya talimatın bütünüyle (bağımlı boşluklar) uygulanması gerektiğinde kullanılmalıdır.



FMS üzerinde bir CPDLC diyalog penceresi örneği

14.7.9. Herhangi bir zamanda aynı hava aracıyla aynı tipte sadece bir açık diyaloga izin verilir. Olası diyalog türleri:

- Yatay profil,
- Dikey profil,
- Sürat,
- SSR kodu.

14.7.10. Örnekler:

- Bir hava aracıyla aynı anda **sürat tahdidi** ve **seviye değişikliği** için açık diyalog yapmak **mümkündür**.
- Aynı anda bir hava aracıyla **vektör** ve **direkt rota** için açık diyalog yapmak **mümkün değildir**.

14.8. CPDLC'den Sesli Muhabereye Dönüş

Genellikle bir kontrolör veya pilot CPDLC yoluyla iletişim kurduğunda, yanıt CPDLC yoluyla olmalıdır. Bir kontrolör veya pilot sesli olarak iletişim kurduğunda, yanıt sesli olmalıdır. Aşağıdaki durumlarda, hava yer muhaberesi sesli yapılması gerekebilir:

14.8.1. Beklenmeyen, uygunsuz veya belirsiz bir CPDLC mesajının anlamını veya amacını açıklığa kavuşturmak gerektiğinde;

14.8.2. CPDLC vasıtasıyla verilen bir talimatın zamanında uygulanmasını sağlamak gerektiğinde;

14.8.3. CPDLC kullanılarak gönderilen istenmeyen mesajlarla ilgili düzeltici eylemler gerektiğinde;

14.8.4. Bir sistem CPDLC mesajı için bir zaman aşımı veya hata ürettiğinde.



14.9. CPDLC İle İlgili Frezyolojiler

14.9.1. Bir CPDLC mesajını düzeltmek için sesli iletişim kullanıldığında, aşağıdaki ifade kullanılır:

- *(call sign) DISREGARD CPDLC (message content or type) MESSAGE, BREAK, (corrected message).*

Örnek: *THY2FM DISREGARD CPDLC CLIMB MESSAGE, BREAK, CLIMB FLIGHT LEVEL 310.*

14.9.2. Tek bir CPDLC mesaj hatası için bir ikaz alırken, kontrolör veya pilot, ilgili diyalog ile ilgili olarak yapılacak eylemleri sesli olarak onaylar ve bilgileri "*CPDLC MESSAGE FAILURE*" ifadesi ile önler veya CPDLC'yi hatalı mesajı yeniden yayınlamak için kullanır.

14.9.3. CPDLC'nin başarısız olduğuna dair bir uyarı alırken kontrolör veya pilot sesli muhabereye dönmeli ve karşı tarafı "*CPDLC FAILURE*" ifadesini kullanarak bilgilendirmelidir.

14.9.4. Tam bir CPDLC sistemi arızası durumunda, kontrolör genel bir çağrı kullanmalıdır: *ALL STATIONS CPDLC FAILURE (unit name).*

14.9.5. Bir kontrolör, CPDLC taleplerinin sınırlı bir süre için gönderilmesini önlemek için tüm istasyonlara veya belirli bir uçuşa ihtiyaç duyduğunda, kullanılacak frezyoloji: *((call sign) or ALL STATIONS) STOP SENDING CPDLC REQUESTS [UNTIL ADVISED] [(reason)]*

14.9.6. CPDLC'nin tekrar normal kullanımına dönmek için kullanılacak frezyoloji: *((call sign) or ALL STATIONS) RESUME NORMAL CPDLC OPERATIONS.*



15. Hava Çarpışmalarını Önleme Sistemi (ACAS&TCAS)

15.1. Giriş

15.1.1. Hava Çarpışmalarını Önleyici Sistem (ACAS) II (TCAS II olarak da adlandırılabilir), hava çarpışmalarını önlemek için kullanılan ve **ATC'den bağımsız olarak çalışan bir uçuş sistemidir.**

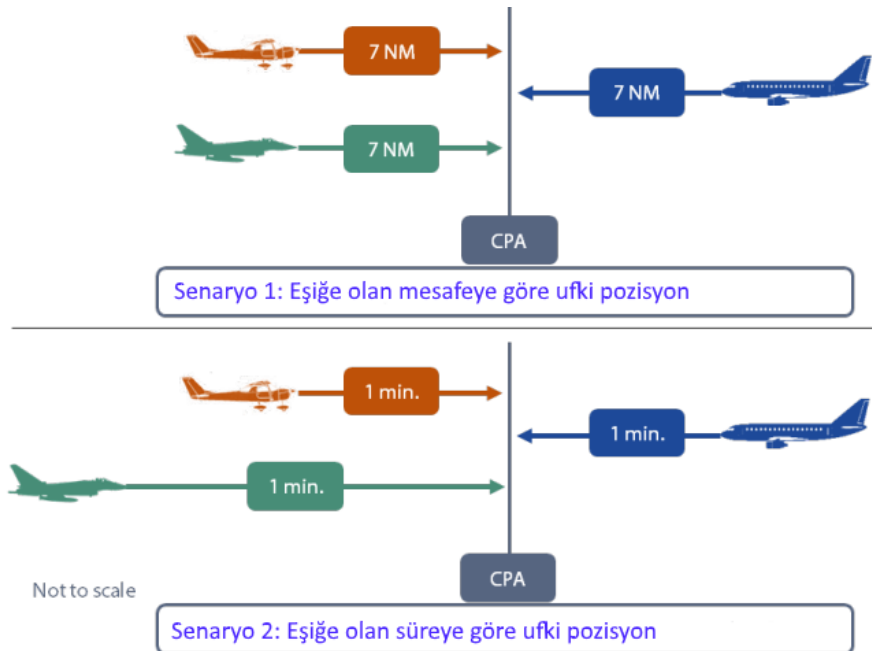
15.1.2. Hava sahasında ACAS, etrafındaki ATC transponderlerini takip eder. Eğer sistem çarpışma ihtimali hesaplar ve Kaçınma İkazı (RA) üretir ve pilot dikey süratini gerektiği şekilde ayarlayarak çarpışmayı önler. Yaşanan tecrübeler, ACAS tarafından üretilen RA'ların doğru olarak uygulandığında, çarpışma riskinin büyük oranda azaldığını göstermektedir.

15.1.3. Avrupa Hava Sahasında, **1 Aralık 2015** tarihinden itibaren, 19 yolcu kapasitesinden ya da azami kalkış ağırlığı **5.700 kg**'dan fazla olan türbin motorlu ve **sabit kanatlı tüm sivil hava araçları ACAS II taşımak ve kullanmak zorundadır.**

15.1.4. ACAS II'nin, uçuşlarda ve normal ATC operasyonlarındaki kesintileri en aza indirirken, hava sahasında maksimum emniyet avantajı sağlaması için, uçuş ekibinin ve kontrolörlerinin, ACAS'ın çalışma ilkelerine ve kullanımı için doğru prosedürleri bilmesi esastır.

15.1.5. Bu bölüm, ACAS II'nin uygulanması ve işletiminde ilgili personel tarafından daha iyi anlaşılması için güncel bilgi sağlamaktadır. TCAS'ın tarihsel gelişimi, TCAS II v7.1 ve ACAS X'in açıklamasına ilişkin bölümler, sistem bileşenleri, kokpitteki sunum, çarpışmadan kaçınma sistemlerinin çalışma prensipleri, sistemlerin oluşturabileceği ikazlar ve ACAS II ikazlarına karşı hem uçuş ekibi hem de kontrolörler için doğru prosedürler yer almaktadır. TCAS II'nin (6.04a ve 7.0) geçmiş sürümleri kısaca açıklanmış, ACAS X olarak bilinen gelecek çarpışma önleme sistemleri tanıtılmaktadır.

15.1.6. "Gör ve kaçın" ve ATC performansındaki yetersizlikleri telafi etmek için, 1950'lerden itibaren herhangi bir yer sisteminden bağımsız ve son çare bir havada çarpışmadan kaçınma sistemi düşünülmüştür. 1956'da Bendix Aviation Corporation'dan Amerikalı bir bilim adamı Dr John S. Morrel (1901-1974), çarpışmadan kaçınma algoritmaları için Eşik Noktasına (CPA) göre hava araçları arasındaki direkt mesafenin yaklaşma süratine bölünmesini kullanılmasını önerdi. CPA, kendi hava aracı ile diğer hava aracı arasındaki minimum ayırmanın olacağı noktadır.



Mesafe ve süreye göre ikaz oluşumu

15.1.7. Mesafeye dayalı ikaz ile süreye dayalı ikaz oluşumu arasındaki fark yukarıdaki şekilde gösterilmektedir. Her biri üç hava aracını içeren aynı çatışma durumunun iki senaryosu gösterilmektedir: bir yolcu jeti ve zıt yönde daha yavaş bir hafif uçak ve çok daha hızlı bir askeri jet:

15.1.7.1. **Senaryo 1**'de ikaz, tahmini Eşik Noktasına kadar belirli bir "mesafe"de tetiklenir. İki tehdit hava aracı aynı mesafede ancak askeri jet hafif uçaktan çok daha hızlı hareket ettiğinden, en yakın yaklaşma noktasına hafif uçaktan daha erken varacaktır.

15.1.7.2. **Senaryo 2**'de ikaz, tahmini Eşik Noktasına kadar belirli bir "süre"de tetiklenir. Askeri jet, hafif uçaktan daha hızlı olduğundan ve bu nedenle, her ikisi de aynı anda en yakın yaklaşma noktasına varacak olsa da, ikaz gerçekleştiğinde daha uzak bir mesafede olacak. Günümüzün TCAS II sistemi, Senaryo 2 konseptine dayanmaktadır.

15.2. Tarihçe

15.2.1. 1956'da, Dr Morrel'in makalesini yayınlamasından sadece bir ay sonra, ABD'deki Büyük Kanyon üzerinde iki hava aracı arasındaki çarpışma³³, hem havayollarını hem de havacılık otoritelerini havada bir çarpışmadan kaçınma sisteminin geliştirilmesini ilerletmeye sevk etti. 1960'ların başında, teknik sınırlamalar nedeniyle geliştirmenin genel konseptin ötesine geçemediği belirlendi.

15.2.2. 1960'ların sonlarında ve 1970'lerin başlarında, birkaç üretici prototip çarpışma önleme sistemleri geliştirdi. Testler sırasında bu sistemler düzgün çalışmasına rağmen, normal havayolu operasyonlarında bu sistemlerin yoğun terminal sahalarında yüksek oranda gereksiz ikaz ürettiği sonucuna varıldı. Bu sorun, sistemin uçuş ekipleri nezdinde güvenilirliğini zedeleyebilirdi.

15.2.3. 1978'de, San Diego, California üzerinde bir hafif uçak ile bir yolcu uçağı arasındaki çarpışma³⁴, ABD Federal Havacılık İdaresi'nin, üç yıl sonra, TCAS'ın geliştirilmesini başlatmasına yol açtı.

15.2.4. 1986'da Cerritos üzerinde meydana gelen DC-9 tipi bir uçakla özel bir uçağın çarpışması sonucunda, 1989'dan itibaren Amerikan Hava Sahasında bazı kategorideki Amerikan ve yabancı uçakların TCAS cihazı taşıması ve kullanılması zorunlu hale getirilmiştir.

15.2.5. TCAS konusundaki tüm bu çalışmalara paralel olarak 1980'lerin başında ICAO da, ACAS (*Airborne Collision Avoidance System*) konusunda standartlar geliştirmeye başlamıştır.

15.3. ACAS & TCAS

15.3.1. ACAS ve TCAS terimleri sıklıkla birbirinin yerine kullanılsa da, iki terim arasında bir fark vardır:

15.3.1.1. **ACAS II** tipik olarak teknik standart veya konseptten bahsederken kullanılır;

15.3.1.2. **TCAS II**, tipik olarak, dünya çapında yaygın olarak kullanılan teknik standartların ve konseptin mevcut bir uygulamasına (cihaza) atıfta bulunulduğunda kullanılır.

15.3.2. Şu anda, TCAS II v7.1, ACAS ICAO Standartları ve Önerilen Uygulamaları (SARP'ler)³⁵ tam olarak karşılayan tek uygulamadır. İlgili düzenlemeler, ACAS Xa'yı içerecek şekilde güncellemek

³³ 30 Haziran 1956'da meydana gelen bu çarpışmada bir Douglas DC-7 ve bir Lockheed L-1049 Super Constellation yer aldı. Hava araçlarının rotaları Büyük Kanyon üzerinde kesişti, pilotlar havadan kaçış sırasında birbirlerini görmediler ve yaklaşık 25 derecelik bir yaklaşıma açısıyla çarpıştılar.

³⁴ 25 Eylül 1978'de meydana gelen bu çarpışmaya bir Boeing 727-200 ve bir Cessna 172 karıştı. Boeing ekibi, görerek ayırma müsaadesi talimatına uymadığı için uçaklar çarpıştı.

³⁵ ICAO Annex 10 Cild 4



için ICAO'da çalışmalar devam etmektedir. Bu güncellemeler üye ülkeler tarafından onaylandıktan ve yürürlüğe girdikten sonra, ACAS Xa, ICAO tarafından tanınan bir başka havadan çarpışma önleme sistemi³⁶ olacaktır.

15.3.3. Bu bölümde, aşağıdaki ifadeler kullanılacaktır:

15.3.3.1. **ACAS II** veya **ACAS**, özellikle belirtilmedikçe, hem TCAS II hem de ACAS Xa'yı kapsayan standart, kavram ve uygulamaya atıfta bulunulurken kullanılan terimlerdir;

15.3.3.2. **TCAS II** veya **TCAS**, başka bir sürüm özellikle belirtilmedikçe, TCAS II v7.1'in uygulanmasına atıfta bulunulduğunda kullanılır;

15.3.3.3. **ACAS Xa** ve **ACAS Xo**, sırasıyla ACAS Xa ve ACAS Xo'nun uygulanmasına atıfta bulunulduğunda kullanılır;

15.3.3.4. **ACAS X**, ACAS X konsepti veya sistem ailesinden bahsederken kullanılır.

15.4. ACAS Prensipleri

15.4.1. Hava çarpışmalarını ya da çarpışma durumlarını önlemede son çare olarak kullanılmak ve havadaki emniyeti arttırmak için dizayn edilmiş olan ACAS, herhangi bir çarpışma riski görüldüğünde pilotlara dikey olarak kaçınmalar tavsiye ederek çarpışmayı önlemede kullanılır. Pilotun bir müdahalesi olmadan bir hava aracı kendi kendine tırmanamaz ya da alçalamaz.

15.4.2. ACAS, antenler aracılığıyla, civardaki hava araçlarının ICAO standardına uygun transponderlerini sorgular. Sistem, alınan cevaplara bağlı olarak mesafe, irtifa ve çevredeki trafiğin yönünü takip eder.

15.4.3. ACAS II, iki tür ikaz üretebilir:

15.4.3.1. **Trafik Tavsiyesi (TA):** Tehdit hava aracının görsel olarak görülmesinde pilotlara yardımcı olmayı ve olası bir çözüm tavsiyesine (RA) hazır olunmasını amaçlar.

15.4.3.2. **Çözüm Tavsiyesi (RA):** Pilota önerilen kaçınma manevralarıdır. Bir RA, pilota, tehdit hava aracından kaçınmak için uçuşması gereken dikey sürat aralığını gösterecektir. İrtifa bilgisi içeren transponder (Mod S veya Mode A/C) ile donatılmış tüm hava araçlarına karşı bir RA oluşturulabilir. Tehdit hava aracında ACAS II olması şart değildir. Eğer tehdit hava aracında da ACAS II bulunuyorsa, her iki sistem de Mode S veri yolu ile koordine kurarak kaçınmalarını birbirlerinden ters yönde yapar. ACAS II, transponderi olmayan yada çalışmayan tehditleri³⁷ algılayamaz.

15.4.4. ACAS ilk olarak ICAO tarafından 11 Kasım 1993'te tanınmış ve Annex-2'de tanımlanmıştır. Kullanımı Annex-6, PANS-OPS (Doc 8168) ve PANS-ATM (Doc 4444)'de düzenlenmiştir. Kasım 1995'te, ACAS II için SARP'ler onaylanmış ve ICAO Annex 10, Cilt IV'te yayınlanmıştır. 2006'da ICAO, Doc 9863-ACAS Kılavuzu yayınladı. Kılavuzun amacı, ACAS'a uygulanabilir teknik ve operasyonel konularda rehberlik sağlamaktır.

³⁶ Nisan 2020'de ICAO, Annex 10, Cilt IV'te ACAS X ile ilgili değişiklikleri özetleyen bir resmi yazı yayınladı.

³⁷ 29 Eylül 2006'da Mato Grosso (Brezilya) üzerinde Boeing 737-800 ile Embraer Legacy arasında bir çarpışma meydana geldi. Her iki hava aracı da TCAS II ile donatılmıştı. Ancak Embraer ekibi, transponderinin çalışmadığını dolayısıyla Embraer'in B737'nin TCAS'ında "görünmez" hale getirdiğinin farkında değildi. Transponder çalışmadığı için Embraer'in TCAS'ı otomatik olarak Stand-by moduna geçti. Her iki hava aracı aynı irtifada karşılıklı rotada bulunmaktaydı. Embraer inmeyi başarırken, Boeing de bulunan yolcuların tamamı hayatını kaybetti.



15.5. ACAS Standartları

15.5.1. ICAO Annex-10'da üç tip ACAS tanımlanmaktadır:

15.5.1.1. **ACAS I**'de amaç "görmek ve önlemek" için bir yardım sağlamaktır, ancak RA oluşturma yeteneği bulunmaz;

15.5.1.2. **ACAS II**, TA'lara ek olarak dikey yönde RA'lar sağlar;

15.5.1.3. **ACAS III**, TA'lara ek olarak dikey ve yatay yönde RA'lar sağlar³⁸.

15.5.2. ACAS III, geleneksel gözetleme sistemlerinin yatay izleme ve dolayısıyla yatay kaçınma manevraları yapma konusundaki sıkıntılarını nedeniyle şimdiye kadar uygulanamadı. ACAS III, ICAO Annex-10'un şu anki baskısında gelecekteki bir sistem olarak bahsedilmiştir, ancak ACAS III için herhangi bir ICAO standardı bulunmamaktadır. Uzaktan Kumandalı Hava Aracı Sistemleri (RPAS) veya dronlar için yeni bir çarpışma önleme sistemi (ACAS Xu) – ADS-B gibi modern gözetim yöntemlerini kullanarak yatay manevraları içerir. Sonuç olarak, ICAO şu anda ACAS III SARP'lerinin geliştirilmesini üstlenmektedir.

15.5.3. TCAS II, ACAS Xa/Xo ve ACAS Xu Minimum Operasyonel Performans Standartları (MOPS), aşağıdaki Tablo 1'de belirtildiği gibi RTCA³⁹ ve EUROCAE⁴⁰ tarafından ortaklaşa geliştirilmiştir. Herhangi bir ACAS ekipmanının sertifikalandırılabilmesi için MOPS'ta belirtilen standartları karşılaması gerekir.

Sistem	RTCA		EUROCAE	
	Doküman	İlk Baskı	Doküman	İlk Baskı
TCAS II v7.1	DO-185B	Haziran 2008	ED-143	Eylül 2008
ACAS Xa/Xo	DA-385	Eylül 2018	ED-256	Ekim 2018
ACAS Xu	DO-386	Aralık 2020	ED-275	Aralık 2020

RTCA ve EUROCAE ACAS Asgari Operasyonel Performans Standartları.

15.5.4. Şu anda, TCAS II ekipmanı, tümü ABD'de yerleşik olan dört üreticiden temin edilebilmektedir⁴¹. Her üreticinin uygulaması biraz farklı olsa da, aynı temel işlevleri sağlar ve her uygulamada yer alan çarpışma önleme ve koordinasyon algoritmaları ("mantık") aynıdır ve sistemler birlikte çalışabilir. ACAS X sistemleri diğer üreticilerden de temin edilebilme ihtimali olabilecektir.

15.5.5. Şu anda, hava yolu ve hava taşımacılığı operasyonları, ticari havacılık ve devlet ve askeri hava araçları dahil olmak üzere dünya çapında en az 25.000 TCAS II donanımlı hava aracı bulunmaktadır.

15.6. ACAS I

15.6.1. ACAS I, yalnızca görsel algılamaya yardımcı olmak için tavsiyeler sağlayan bir havadan çarpışmadan kaçınma sistemidir. ACAS II'den farklı olarak, ACAS I herhangi bir özel çarpışma önleme tavsiyesi yayınlamaz (RA oluşmaz).

³⁸ Bazen TCAS IV olarak anılır

³⁹ RTCA Inc. düzenleyici otoriteler için teknik standartlar geliştiren ABD merkezli, kar amacı gütmeyen bir kuruluş (eski Havacılık Radyo Teknik Komisyonu)

⁴⁰ Avrupa Sivil Havacılık Ekipmanları Teşkilatı

⁴¹ ACSS, Garmin, Honeywell ve Rockwell Collins.



15.6.2. ACAS I, üç düzeyde tavsiye sağlar:

- Diğer trafik,
- Yakınlık tavsiyesi (PA),
- Trafik tavsiyesi (TA).

15.6.3. Nominal olarak, 5NM içindeki tüm transponder donanımlı tehdit hava araçları tespit edilir ve bir trafik ekranında gösterilir.

15.6.4. Bir TA'nın görüntülenmesinde, uçuş ekibine bir TA'nın görüntülendiğini bildirmek için sesli bir ikaz ("Trafik, trafik") eşlik eder. Bir radar/radyo altimetresi olan bir hava aracında kendi hava aracınızın AGL'sinin (Yer Seviyesinin Üzerinde) 400 feetin altında olması veya iniş takımı açık olması durumunda (radar/radyo altimetresi takılı değilse) sesli ikazlar engellenir. TCAS I, radar/radyo altimetresi olmayan sabit iniş takımlı bir hava aracına kurulduğunda, sesli ikazlar engellenmez.

15.6.5. ACAS I tavsiyeleri, uçuş ekibine tehditin menzili, yönü ve irtifa bilgisi alınması durumunda, göreceli irtifa ve dikey eğilim hakkında bilgi sağlar. Bu ikazları oluşturma kriterleri, tehdit hava aracının CPA noktasından önce görebilmek için yeterli zaman sağlar.

15.6.6. ACAS I için ICAO SARP'leri, ICAO Annex-10, Cilt IV'te yayınlanmıştır ve ACAS II ile birlikte çalışabilir. Şu anda ACAS I konseptinin tek uygulaması TCAS I'dir. TCAS I MOPS, Eylül 1994'te RTCA (DO-197A) tarafından yayınlanmıştır.

15.6.7. ACAS I, Avrupa'da zorunlu değildir ve ACAS I'in kullanımına ilişkin operasyonel kurallar yoktur. ACAS I'in temel amacı, pilotlara görsel olarak tehditleri tespit etmede yardımcı olmaktır. Herhangi bir çarpışmadan kaçınma manevrası yönü, pilotların takdirine bırakılmıştır. ACAS I işlemleri ACAS II ile koordine edilemez.

15.6.8. ACAS I, ABD hava sahasında faaliyet gösteren bazı hava araçlarında hala zorunlu veya izinlidir. Avrupa'da ACAS I, mevcut Avrupa yetkisinin dışındaki bazı hava araçlarında bulunabilir (yani, askeri veya zorunlu ağırlık ve yolcu koltuğu sayısı eşiklerinin dışında kalanlar).

15.7. TCAS II

15.7.1. Versions 6.02 and 6.04a

15.7.1.1. 1980'li yıllar boyunca, TCAS II'nin ilk sürümlerinin performans değerlendirmeleri, ekipman ve yazılımın kademeli olarak geliştirilmesine katkıda bulundu. Eylül 1989'da v6.02 tasarımı tamamlandı ve Nisan 1990'dan itibaren faaliyete geçti.

15.7.1.2. TCAS II sistem performansını belirlemek için ICAO, 1980'lerin sonlarında bir operasyonel değerlendirme yapmak üzere görevlendirdi. Değerlendirme 1990'ların başında yapıldı.

15.7.1.3. Değerlendirme sonucunda bir takım iyileştirmeler önerildi. Bu, 1993'te v6.04a geliştirilmesine ve yayınlanmasına yol açtı. Yeni sürüm, düşük irtifalarda ve düz uçuş sırasında meydana gelen rahatsız edici ikazların sayısını azaltmayı amaçlıyordu.

15.7.1.4. Ancak v6.02 ve v6.04a, ICAO ACAS SARPS (Annex 10, Cilt IV) standartlarını karşılamamaktadır.

15.7.1.5. v6.02 artık kullanılmamaktadır. v6.04a, ABD hava sahasında faaliyet gösteren bazı hava araçlarında hala zorunlu veya izinlidir. Avrupa'da v6.04a, mevcut Avrupa zorunluluğu dışındaki hava araçlarında (askeri veya zorunlu ağırlık ve yolcu koltuğu eşiği sayısının altındakiler) bulunabilir.



15.7.2. Version 7.0

15.7.2.1. v6.04a uygulanmasından sonra, daha ileri operasyonel değerlendirmeler yapıldı ve önerilen performans iyileştirmeleri, v7.0'ın geliştirilmesine yol açtı. Aralık 1997'de onaylandı ve 1999'un başında kullanıma sunuldu.

15.7.2.2. v7.0, ATC sistemiyle TCAS II uyumluluğunu daha da geliştirdi. v7.0'ın getirdiği en önemli geliştirmeler şunlardı:

- yatay geçiş mesafesi filtresi,
- 25 feet dikey iz takibi,
- gelişmiş çoklu tehdit mantığı,
- Azaltılmış Dikey Ayırma Minima (RVSM) işlemleriyle uyumluluk,
- elektromanyetik girişimin azaltılması,
- koordineli kaçınmalarda ters yönde RA'ya izin verilmesi,
- sadeleştirilmiş sesli ikazlar.

15.7.2.3. v7.0, ICAO ACAS SARP'leri (Annex 10, Cilt IV) ile uyumlu olan ilk TCAS II versiyonu oldu; ancak 1 Ocak 2017 itibariyle yalnızca v7.1 ICAO SARP'leriyle uyumludur. ACAS Xa'nın ise, ICAO SARP'leri ile de uyumlu bir sonraki sistem olması beklenmektedir.

15.7.2.4. v7.0, ABD hava sahasında ve dünyanın diğer bölgelerinde faaliyet gösteren birçok hava aracında hala zorunlu veya müsaadeliştir. Avrupa'da v7.0 ile, mevcut Avrupa yetkisi dışındaki hava araçlarında (askeri veya zorunlu ağırlık ve yolcu koltuk sayısı eşiklerinin altındakiler) karşılaşılabılır.

15.7.3. Version 7.1

TCAS II v7.1, ICAO ve Avrupa yönergelerinin mevcut gereksinimlerini karşılayan tek ACAS II sürümüdür. v7.1, TCAS II performansını iyileştirmek için uygulanan iki büyük değişiklikle birlikte, v7.0 performansının kapsamlı bir analizine dayalı olarak geliştirildi. Bunlar:

15.7.3.1. Level off RA

15.7.3.1.1. v7.0'daki *Reduce Climb* ve *Reduce Descent* RA'ları ("Adjust vertical speed, adjust" sesli ikaz oluşur) dikey hızın 0, 500, 1000 veya 2000 ft/dk'ya düşürülmesini gerektiriyordu. Operasyonel izleme, pilotların bu RA'lara verdiği yanıtlarla ilgili iki sorunu ortaya çıkardı. Bunlar:

- **Yanlış Tepki:** pilotlar dikey hızlarını azaltmak yerine artırdılar, bu da durumun kötüleşmesine neden oldu⁴².

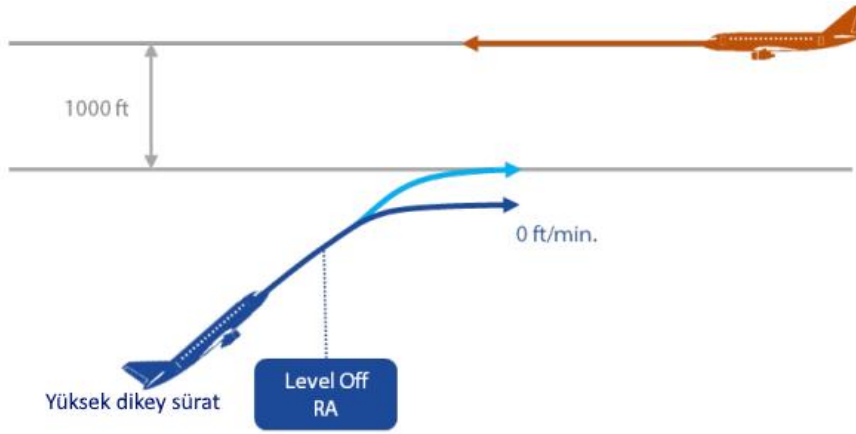
- **Seviye Taşması:** *Reduce Climb* ve *Reduce Descent* RA'larını takip eden pilotlar, seviye kat ederken, genellikle üstündeki veya altındaki diğer hava araçları için RA oluşmasına neden olur ve ATC operasyonlarını kesintiye uğratar.

15.7.3.1.2. Bu sorunları ele almak için, v7.1'de *Reduce Climb* ve *Reduce Descent* RA'ları yeni bir "*Level off, level off*" RA ile değiştirilmiştir. "*Level off, level off*" RA, dikey süratin 0 ft/dk'ya düşürülmesini (düz uçuşa geçmesini) gerektirir. Düz uçuş, bir sonraki standart uçuş seviyesinde değil (örneğin, FL200, FL210, vb.) derhal gerçekleştirilmelidir. "*Level off, level off*" RA, bir başlangıç RA olarak (Aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi) veya zayıflayan bir RA olarak (örneğin, bir "*Climb, climb*" veya "*Descend, descend*" RA'sını takiben) oluşabilir. Başlangıç RA'sı oluştuktan sonra hava araçları

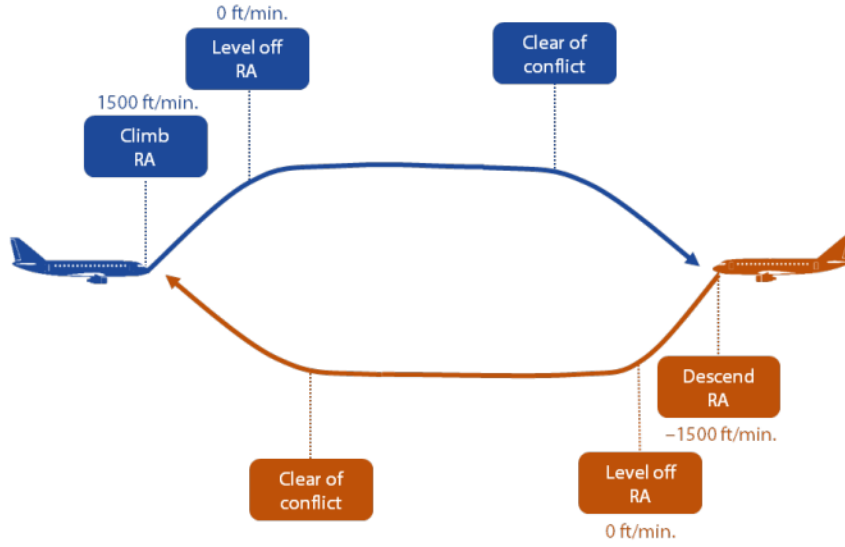
⁴² *Reduce Climb/Descent RA'ları ("Adjust vertical speed, adjust ") ile ilişkili sesli ikaz, tam olarak hangi manevranın gerekli olduğunu açıkça belirtmemektedir. Bu bazen pilotların dikey süratlerini azaltmak yerine artırdığı durumlara yol açtı. Örneğin, 2004 ve 2005 yıllarında Fransız hava sahasında ilk Adjust vertical speed, adjust RA'larına karşı 15 yanlış manevra tanımladı.*



arasındaki dikey mesafe artar. "Level off, level off" sesli ikazı, kolay anlaşılabilir olup, ilgili manevra, standart düz uçuş manevrasına karşılık gelir.



Başlangıç RA'sı olarak Level Off RA



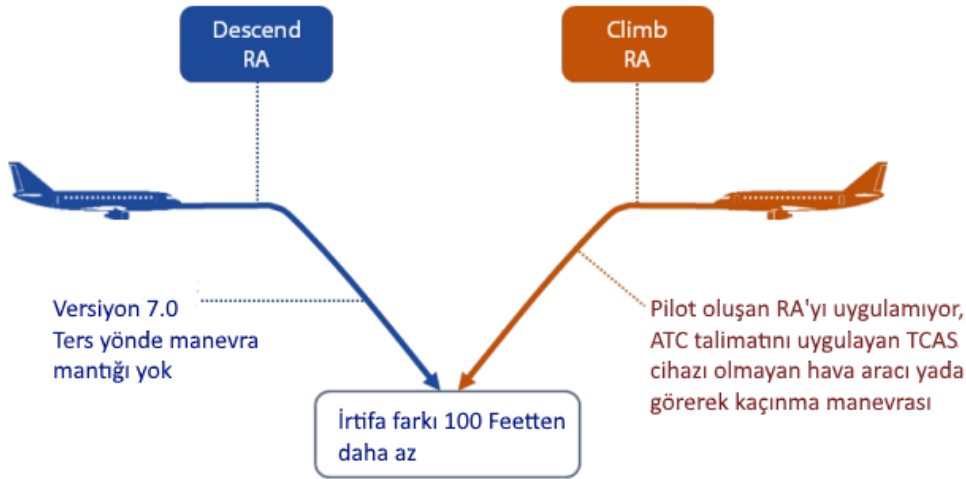
Ara RA'sı olarak Level Off RA

15.7.3.2. Geliştirilmiş ters mantık

15.7.3.2.1. TCAS II v7.0'in tasarımı, mevcut RA'nın artık tahmin edilemediği durumlarda, koordinasyonlu kaçınmalarda yeterli ayırmayı sağlayacak şekilde (yani, her iki ACAS II donanımlı hava aracında) ters RA'ların (yani, "Climb, climb NOW" ve "Descend, descend NOW") yayınlanmasına izin verdi.

15.7.3.2.2. 2000'lerin başında v7.0 piyasaya sürüldükten sonra, "kat ediş mesafesine sahip düşük dikey takip" geometrilerinde kaçınmayı tersine çevirme mantığında bir zayıflık keşfedildi: v7.0, kaçınma esnasında iki hava aracı arasındaki irtifa farkı 100 feetten daha düşükse, RA'yı tersine çeviremedi (bkz. aşağıdaki şekil). Bu senaryo, bir hava aracı RA'yı takip etmediğinde, TCAS II donanımlı olmadığında, bir ATC talimatını uyguladığında veya görsel algılamaya dayalı bir kaçınma manevrası gerçekleştirdiğinde ortaya çıkabilir. Bu nedenle bazı kazalar meydana geldi. En dikkate

değer hadiseler 2001'de Yaizu⁴³ (Japonya) ve 2002'deki Überlingen⁴⁴ (Almanya) kazalarıdır. Überlingen kazasını takip eden 5 yıl içinde, Avrupa hava sahasında sekiz başka hadise daha gözlemlendi.



v7.0'da ters yönde kaçınma oluşturmayan geometri

15.7.3.2.3. v7.1, RA'ya rağmen hava aracının dikey olarak yaklaşmaya devam ettiği durumlar tespit edilerek ters yönde manevra mantığında iyileştirmeler yapıldı. Bu senaryo, bir hava aracı RA'yı takip etmediğinde, TCAS II donanımlı olmadığında, bir ATC talimatını uyguladığında veya görsel algılamaya dayalı bir kaçınma manevrası gerçekleştirdiğinde ortaya çıkabilir.

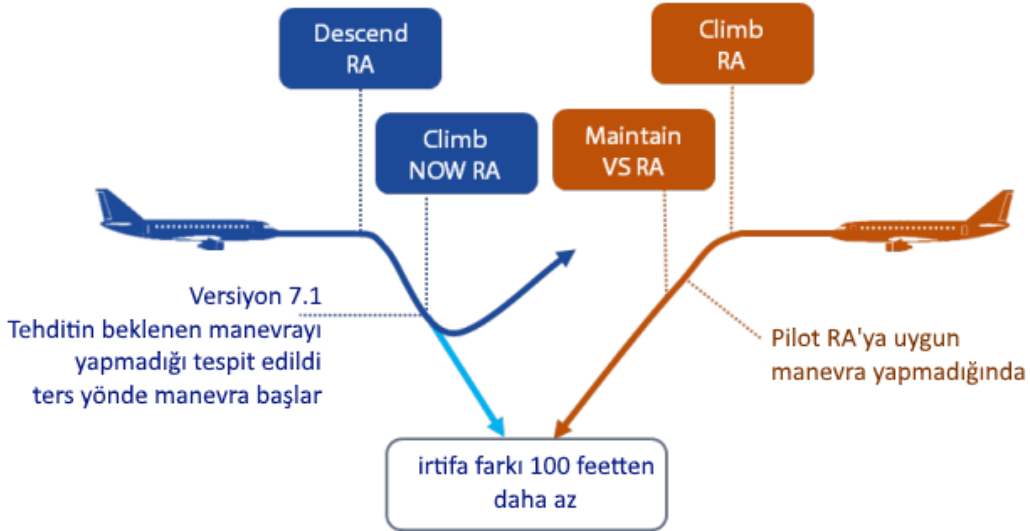
15.7.3.2.4. Koordineli karşılaşmalarda mantık, bir hava aracının bir RA'ya doğru tepki vermediğini algıladığında, RA'ya göre manevra yapan hava aracında ters yönde bir RA ("Climb, climb NOW" or "Descend, descend NOW" RA) oluşmasını sağlar. Beklenen manevrayı yapmayan hava aracında oluşan RA'yı ters yönde oluşan manevrayla uyumlu olacak şekilde değiştirecektir. Özellik yalnızca şu durumlarda etkinleştirilecektir:

- CPA'dan önce en az 4 saniye kalır (çünkü son 4 saniyede tetiklenen bir ters RA, pilotun doğru tepki vermesi için bir şans verir);
- Başlangıç RA'sından bu yana en az 10 saniye geçmişse, çünkü çok erken tetiklenen bir ters yönde RA, pilota başlangıç RA'sına uyması için yeterli zaman vermez.

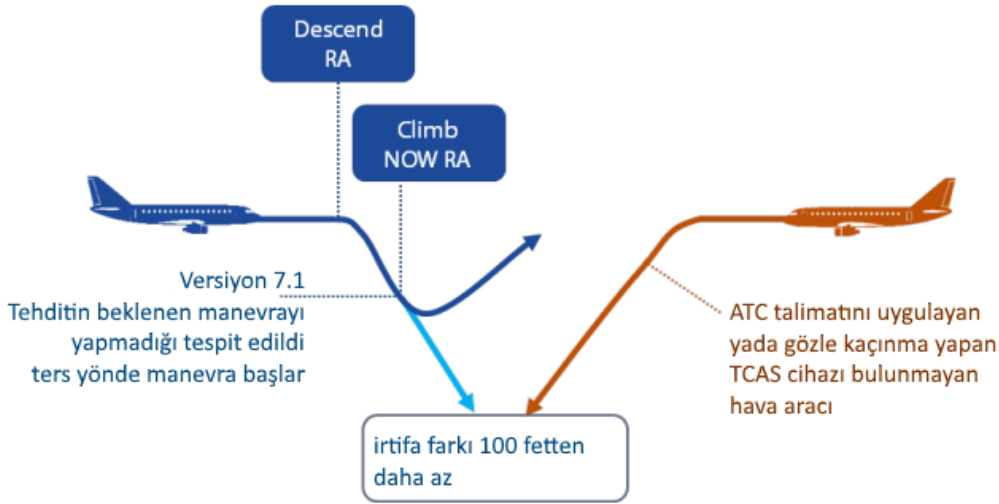
15.7.3.2.5. Hava araçlarının sadece bir tanesinde TCAS II varsa, v7.1 durumu algılar ve tehdit hava aracı TCAS II'ye sahip kendi hava aracı ile birlikte aynı dikey yönde manevra yaparsa ters yönde RA oluşturacaktır.

⁴³ 31 Ocak 2001'de meydana gelen bu kazaya bir DC-10 ve bir Boeing 747-400 karışmıştır. Her iki hava aracı da TCAS II versiyon 6.04a ile donatılmıştı. Her iki hava aracında da RA'ların üretilmesi esnasında, kontrolörün alçalması yönünde talimat verdiği Boeing aynı anda tırmanma yönünde RA aldı. Boeing ekibi, Climb RA yerine kontrolörün alçalma talimatına uydu. DC-10 ekibi, Descend RA'larını takip etti. Her iki uçuş ekip tarafından yapılan geç, agresif görsel kaçınma manevraları çarpışmayı önledi; ancak, ani manevra sonucunda Boeing'de bulunan 100 kişi yaralandı.

⁴⁴ 1 Temmuz 2002'de meydana gelen bu çarpışmaya bir Tupolev 154 ve bir Boeing 757 karıştı. Her iki hava aracı da TCAS II v7.0 ile donatılmıştı. Kontrolör, her iki hava aracında RA aldığından habersiz; tırmanma yönünde RA alan Tupolev 154'e alçalma talimatı verdi. Tupolev pilotu ATC talimatına uyarırken Boeing ekibi Descend RA'larını takip etti. Uçaklar çarpıştı 71 kişi öldü.



Geliştirilmiş ters yön mantığı (her iki hava aracında da TCAS II mevcut)



Geliştirilmiş ters yön mantığı (tek bir hava aracında da TCAS II mevcut)

15.8. ACAS X

Amerika Birleşik Devletleri Federal Havacılık İdaresi (FAA), 2008'den beri havada çarpışmadan kaçınmaya (ACAS X olarak bilinir) yönelik yeni bir yaklaşımın araştırma ve geliştirmesini finanse etmektedir. Bu yeni yaklaşım, 'dinamik programlama' ve diğer bilgisayar bilimi tekniklerindeki son gelişmeleri kullanarak RA'ların *off-line* optimizasyonunu sağlamayı amaçlamaktadır.

15.8.1. ACAS X Prensipleri

15.8.1.1. Bir dizi sabit kod kuralı yerine, ACAS X hava sahasını olasılık modeline göre optimize ederek emniyetli ve operasyonel uyarı mantığı oluşturmayı hedeflemektedir.

15.8.1.2. ACAS X olasılık modeli, gelecekte hava aracı pozisyonunun istatistiksel bir temsilini sağlar. Ayrıca, mantığın belirli prosedürlere veya hava sahası yapılandırılmalarına uyarlanmasını sağlayan sistemin güvenlik ve operasyonel hedeflerini de dikkate alır.

15.8.1.3. Bu özellik, konfliktin içeriğine göre en iyi rotanın takip edilmesini belirlemek için dinamik programlama adlı bir optimizasyon sürecini başlatır. Hangi eylemin en fazla fayda sağlayacağını belirlemek için bir fayda ve maliyet sistemi kullanır (örneğin; uygun bir kaçınma manevrası uygularken emniyetli bir ayrılmayı sürdürür). Operasyonel uygunluk ve kabul edilebilirlik,

tehlikeli tehditler için irtifa geçişleri veya tehlikeli olmayan karşılaşmalarda ikazların sıklığını en aza indirmektir.

15.8.1.4. Arama tablosu konfliktleri çözmek için hava araçlarında gerçek zamanlı olarak kullanılır. ACAS X, bir dizi kaynaktan (yaklaşık saniyede bir kez) gözetim ölçümleri toplar. Hava aracının mevcut pozisyonu ve sürati üzerinde bir tahmin oluşturabilmek için çeşitli modeller (ör. sensör hatası özelliklerini belirleyen olasılıksal bir sensör modeli) kullanılır. Durum değerlendirmesi yapılarak, gerçekleştirilecek en iyi kaçınmayı belirlemek için sayısal arama tablosuna kullanılır. Eğer gerekli olursa, kaçınma tavsiyeleri pilota iletilir.

15.8.2. ACAS X'in Türevleri

ACAS X'in kullanılmaya başlanması ile birlikte emniyet açısından ciddi bir artışın yanında, gereksiz ikazlarda düşüş yaşanması beklenmektedir. ACAS X, TCAS II'de mevcut olan ara yüzleri ve ikazları kullanacaktır. TCAS II sistemi ile tam uyumlu olacağından, pilotlar ve kontrolörler açısından bir sıkıntıya sebep olması beklenmemektedir. Dört farklı kullanım alanı planlanmaktadır:

15.8.2.1. **ACAS X_a** (*active surveillance*) – ACAS X'in genel amacı; tehditleri taramak için aktif sorgulama yapmaktır. ACAS X_a, ACAS II'nin bir devamı olacak temel bir sistemdir. Standartların 2018 yılında hazır olması ve 2020'li yıllarda operasyonel olarak kullanılması planlanmış ancak sonuçlanmamıştır. ACAS X_a'nın ACAS II ICAO SARPs ile uyumlu olması beklenmektedir. ACAS X_a, mevcut TCAS II v7.1'e kabul edilebilir bir alternatif ve onunla birlikte çalışabilir olsa da, iki sistem, esas olarak çarpışmadan kaçınma mantığı ve gözetim verilerinin kaynakları alanlarında farklıdır.

15.8.2.2. **ACAS X_o** (*operation specific*) – Bu mod; ACAS X_a'ya ilave olarak, yakın paralel pistlerin aynı anda kullanılması gibi durumlarda oluşabilen gereksiz ikazların azaltılması gibi özel durumlar için kullanılması planlanmaktadır.

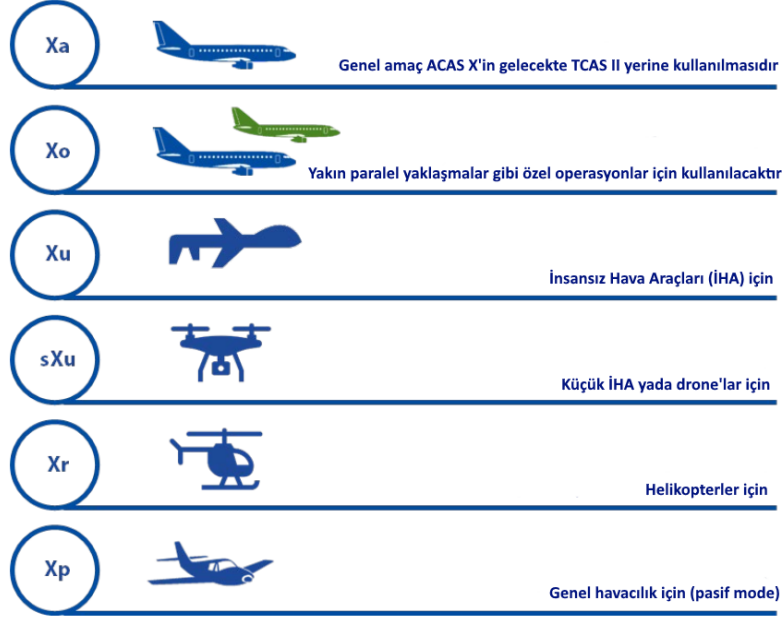
15.8.2.3. **ACAS X_u** (*unmanned aircraft*) – İnsansız hava araçları (İHA) için dizayn edilemekte olup, ilave olarak yatay kaçınma tavsiyesi de üretebilecektir. Standartların hazırlanmasına 2016 yılında başlanmış, Aralık 2020'de yayınlanmıştır.

15.8.2.4. **ACAS sX_u** (*small unmanned aircraft*) - ACAS X_u'nun kanat açıklığı 50 fitten (yaklaşık 15 metre) az olan küçük Uzaktan Kumandalı Hava Aracı Sistemleri (RPAS) için tasarlanmış bir uzantısıdır. Standartların hazırlanmasına başlanmış olup, 2022 yılı içerisinde tamamlanması beklenmektedir.

15.8.2.5. **ACAS X_r** (*rotorcraft*) - ACAS X'in helikopterler yönelik gelecekteki bir sürümüdür. Standartların 2024 yılına kadar geliştirilmesi beklenmektedir.

15.8.2.6. **ACAS X_p** (*passive surveillance*) – ACAS X, almış olduğu ADS-B transponder sinyallerini kullanır, aktif sorgulama yapmaz. TCAS II taşıması zorunlu olmayan genel havacılıkta kullanılması planlanmaktadır.





15.8.3. ACAS X'in Avantajları

15.8.3.1. Gelecekte planlanan operasyonel yapılara uyum: Hava araçları arasındaki ayırmaların düşürülmesini hedefleyen yeni operasyonel yapıyı içeren SESAR⁴⁵ ve NextGen⁴⁶ planları. TCAS II, mevcut yapısı ile bu tip operasyonlarla uyumlu olmadığından, çok sık ikaz üretmektedir.

15.8.3.2. Çarpışma önleme özelliğini diğer sınıf hava araçlarıyla genişletme: İkazların uygulanmasını sağlamak için TCAS II, belirli performans ölçütlerine ulaşabilecek kategorilerle sınırlandırılmıştır (örneğin; hava aracı, 2500 ft/dk'lık bir tırmanış oranına erişebilmelidir). Bu nedenle Genel Havacılık (GA) ve İnsansız Hava Araçları (İHA) veya Uzaktan Kumandalı Uçak Sistemleri (RPAS) dikkate alınmayabilir.

15.8.3.3. Emniyetteki artış: Yapılan araştırmalar; ACAS Xa'nın gereksiz ikazları önlemesinin yanında emniyette de bir artış sağlayacağını göstermiştir. TCAS II kendi içerisinde verimli çalışan bir sistemdir. Ancak hava araçları arasında yeterli ayırma olduğu durumlarda bile gereksiz ikazlar üretebilmektedir.

15.8.3.4. Gelecekte gözetim amacıyla kullanılması: Hem SESAR hem de NextGen programlarında yer alan yeni gözetim sistemi kaynakları, özellikle uydu tabanlı seyrüsefer ve gelişmiş ADS-B işlevlerini yoğun şekilde kullanmaktadır. Ancak TCAS II, hava araçlarında bulunan transponderleri sorguladığından, bu gelişmelerin ihtiyaç duyduğu esnekliği sağlayamamaktadır.

15.9. Diğer trafik farkındalık ve çarpışma önleme sistemleri

15.9.1. Piyasada genel havacılık ve askeri hava araçları için çeşitli trafik farkındalık ve çarpışma önleme sistemleri bulunmaktadır, örneğin FLARM (Uçuş Alarmı) veya PCAS (Taşınabilir Çarpışma Önleme Sistemi). Bu sistemlerde bir standart olmadığından bu dokümanda yer almamaktadır.

⁴⁵ Tek Avrupa Seması ATM Araştırma Programı (SESAR); hava taşımacılığının dünya çapında emniyetli ve akıcı bir şekilde gelişmesini sağlamak amacıyla, yeni nesil hava trafik yönetim sistemini benimseyen, Avrupa hava trafik alt yapısının gelişmesini amaçlayan bir programdır.

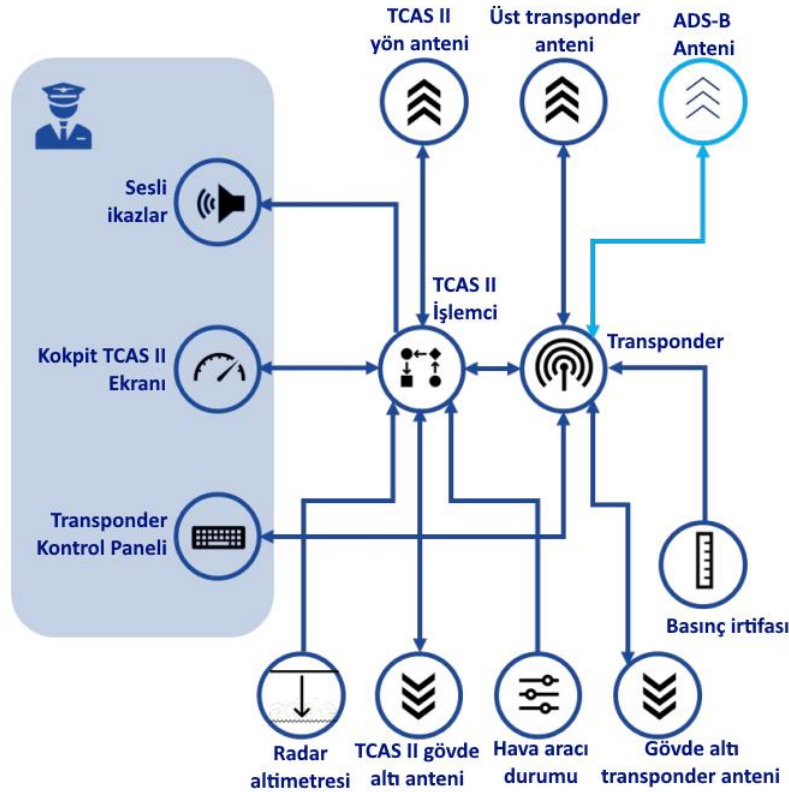
⁴⁶ Yeni Nesil Hava Taşımacılığı Sistemi (NextGen); Amerika Birleşik Devletlerin ulusal havasahası sistemlerinin 2012 yılı ile 2015 yılları arasındaki planlanan bölümlerini içeren dönüşüm programı.



15.9.2. Bu sistemler, diğer hava araçlarının transponderlerini algılayabilir veya TCAS II'den farklı olarak, çevredeki trafiği algılamak için özel olarak ADS-B verilerini kullanabilir ve yakındaki hava araçları uygun şekilde donatılmışsa, pilota yakındaki hava araçları ve irtifaları hakkında bilgi verir. Bazı uygulamalarda, çarpışmadan kaçınma tavsiyesi sağlanır, ancak ilgili hava aracı arasında koordine edilmez. Bazı sistemler, uydu konumlandırma kullanarak diğer hava araçlarını tespit etmek için kendi özel teknolojilerini kullanır.

15.9.3. İnsansız hava araçları için çarpışma önleme sistemleri ve Algıla ve Önle sistemleri, bu dokümanda ele alınmamıştır.

15.10. TCAS II'nin Teknik Yapısı



TCAS II kurulum şematik diagramı (ADS-B opsiyoneldir)

15.10.1. **TCAS II işlemcisi:** hava sahasını tarar. İlgili trafikleri tespit eder, tehlike durumunda gerekli manevrayı belirleyecek ikazlar üretir.

15.10.2. **Transponder:** TCAS II'nin çalışır durumda olması için bir Mode S transponderinin kurulu ve çalışıyor olması gerekir. İsteğe bağlı olarak, bir transponder ADS-B Out yayını sağlayabilir.

15.10.3. **İki anten :** TCAS II tarafından kullanılan antenler, hava aracının üstüne monte edilmiş yönlü bir anten ve hava aracının altına monte edilmiş çok yönlü veya yönlü bir anten içerir. Çoğu kurulum, alttaki isteğe bağlı yönlü anteni kullanır. Bu antenler sorgulamaları 1030 MHz'de dört 90 derecelik azimut segmentinin her birinde değişen güç seviyelerinde iletir. Altteki anten, üstteki antenden daha az sorgulama ve daha düşük güçte iletir. Bu antenler ayrıca 1090 MHz'de transponder cevaplarını alır ve bu yanıtları TCAS işlemcisine gönderir. Yönlü antenler, *garblingi* azaltmak için cevapların bölümlenmesine izin verir.

İki TCAS II antenine ek olarak, Mode S transponder için de iki anten gereklidir. Antenlerden biri hava aracının üstüne, diğeri ise altına monte edilmiştir. Bu antenler, Mode S transponderinin sorguları 1030 MHz'de almasını ve alınan sorguları 1090 MHz'de yanıtlamasını sağlar. Sinyal gücünü optimize etmek ve çok yönlü paraziti azaltmak için üste veya alta monte edilen antenin kullanımı otomatik olarak

seçilir. Transponder-TCAS II entegre sistemleri, yalnızca transponder ve TCAS II tarafından paylaşılan iki anten gerektirir.

TCAS II ünitesi ve transponderin her biri, diğerinin alıcı frekansında iletim sinyalleri ürettiği için, TCAS II ve transponder, biri gönderme yaparken diğerini devre dışı bırakan bir hava aracı engelleme veriyoluna bağlıdır.

İlave olarak opsiyonel ADS-B anteni de kurulabilir.

15.10.4. **Basınç irtifası kaynağı:** altimetre ile bağlantı, basınç irtifasını elde etmek için ve/veya mevcutsa yerleşik Hava Veri Bilgisayarı (ADC) ile kullanılır.

15.10.5. **Radar/radyo altimetresiyle bağlantı:** bir yandan hava aracı yere yakın olduğunda RA'ları engellemek ve diğer yandan TCAS II tarafından izlenen hava araçlarının yerde olup olmadığını belirlemek için kullanılır.

15.10.6. **Hoparlör:** Sesli ikaz için kullanılır.

15.10.7. **Kokpit sunumu- trafik ve RA görünümü:** İki ekran, her iki ekranın da tek bir fiziksel üniteye birleştirilmesi de dahil olmak üzere çeşitli şekillerde uygulanabilir. Uygulamadan bağımsız olarak, sağlanan bilgiler aynıdır. Hem trafik ekranı hem de RA ekranı için standartlar TCAS II MOPS'de (RTCA DO-185B veya EUROCAE ED-143) tanımlanmıştır.

15.10.8. **Hava aracı durumu:** İsteğe bağlı olarak, iniş takımı ve flap durumu, operasyonel performans tavanı vb. gibi hava aracı performansına ilişkin diğer veriler de dikkate alınabilir.

Ancak, TCAS II ne otopilot⁴⁷'a ne de FMS'e (Uçuş Yönetim Sistemi) bağlı değildir. TCAS II bağımsız kalır ve bu sistemlerden herhangi birinin arızalanması durumunda çalışmaya devam eder.

15.11. Transponder

15.11.1. Mode S transponder sadece yer tabanlı ATC sistemlerini desteklemekle kalmaz, aynı zamanda herhangi bir ACAS II sisteminin temel bileşenidir. ACAS II'nin işlevsel olması için Mode S transponderinin çalışıyor olması gerekir. Mode S transponder arızalanırsa, ACAS Performance Monitor bu arızayı algılayacak ve ACAS II'yi otomatik olarak *Stand-by* konumuna alacaktır.

15.11.2. Mode S transponder, ACAS II donanımlı hava araçları arasında hava-hava veri alışverişi sağlamak için kullanılır, böylece koordineli, tamamlayıcı RA'lar oluşabilir. Sonuç olarak, ACAS II, çalışır durumda bir Mode S transponderi olmadan çalışamaz. Koordinasyon olmadan, aynı dikey anlamda RA'ların yayınlanması ve bir çarpışmaya neden olması ihtimali vardır.

15.11.3. Bir transponder kontrol paneli, pilota transponderin çalışma modlarını ayarlamak için bir arayüz sağlar. Genel olarak, aşağıdaki modlar mevcuttur (uygulamalar değişebilir):

15.11.3.1. **STAND-BY:** ACAS II kapalı. ACAS II işlemci ve Mode S transponder faal görünür, ancak ACAS II herhangi bir sorgulama yapmaz ve Mode S transponder herhangi bir sorgulamayı cevaplamaz. ACAS II herhangi bir sorgulama yapmaz.

15.11.3.2. **ALT-REPTG-OFF** (hepsinde olmayabilir): Transponder faal ancak irtifa bilgisi göndermez.

15.11.3.3. **XPNDR** (Transponder): Mode S transponder tamamen çalışır durumda ve tüm uygun yer ve TCAS sorgulamalarını cevaplandırır. ACAS II, Bekleme modunda kalır.






⁴⁷ Burada bir istisna, Airbus AP/FD (Autopilot/Flight Director) TCAS özelliğidir.



15.11.3.4. **TA-ONLY:** Sadece TA'lar oluşur. Mode S transponder tamamen çalışır durumda. ACAS II normal şekilde çalışır, sorgulamaları yapar ve tüm izleme işlevlerini yerine getirir. Ancak, TCAS II'de sadece TA oluşur, RA'lar engellenir.

15.11.3.5. **AUTOMATIC** veya **TA/RA:** Normal ACAS II çalışma modu. Mode S transponder tamamen çalışır durumda. ACAS II normal şekilde çalışır, uygun sorgulamaları yapar ve tüm izleme görevlerini yerine getirir. ACAS II, uygun olduğunda TA'ları ve RA'ları oluşturur.

15.11.3.6. **TFC** (hepsinde olmayabilir): Yalnızca bir TCAS açılır pencere (pop-up) fonksiyonu sağlar, yani yakın trafik ve diğer tehditler yalnızca bir TA veya RA mevcutsa görüntülenir.

Operasyon Modu	Stand-by (STBY)	XPNDR	ALT RPTG OFF	TA-only	TA/RA ya da Otomatik
 Transponder	Off	On	On, irtifa raporu yok	On	On
 ACAS	Off	Off	Off	On	On
 Kendi Hava Aracı	İkaz yok	İkaz yok	İkaz yok	Sadece TA	TA & RA
 Tehdit hava aracı	İkaz yok	TA & RA (koordinersiz)	İrtifa raporu olmadan TA	TA & RA (koordinersiz)	TA & RA
 ATC	Görüntülenmez	Tam olarak görüntülenir	İrtifa bilgisi olmadan Görüntülenir	Tam olarak görüntülenir	Tam olarak görüntülenir

ACAS ve transponder operasyon modları



Bir Boeing 737-700 hava aracına ait TCAS/Transponder paneli



Bir Airbus A320 hava aracına ait TCAS/Transponder paneli

15.12. Uçuş Displaylerinde TCAS İşaretlerinin Gösterimi

15.12.1. Trafik Gösterimi

15.12.1.1. Uçuş displaylerinde TCAS'a sahip hava aracının pozisyonuna göre yakındaki trafiklerin görüntülenmesi sağlanır. Görüntü, diğer hava araçlarının transponderlerinden gelen sinyallere göre, kendi hava aracına göre dikey ve yatay pozisyonu şeklindedir.

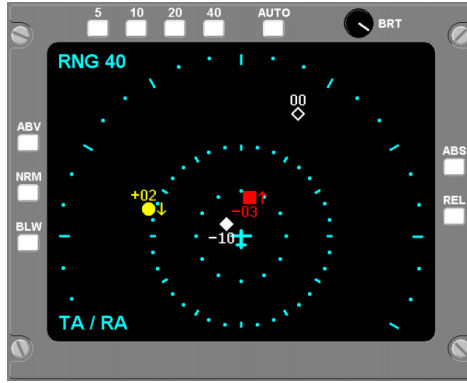
15.12.1.2. Görüntüde, civardaki hava araçlarının yakınlığı ile TA ve RA statüleri de belirtilmektedir. Trafik gösteriminin öncelikli amacı; uçuş ekibinin transponder taşıyan hava araçlarından görsel olarak bilgi sahibi olmasıdır. Ayrıca, uçuş ekibinin emniyetli olarak görevlerini yapmalarının yanında, TCAS RA durumunda manevra yapabilmeleri için yeterli zamanı sağlanmasına yardımcı olur.

15.12.2. Kurulum Örnekleri

15.12.2.1. Trafik ekranı yarı zamanlı veya tam zamanlı olarak uygulanabilir. Yarı zamanlı olarak uygulanırsa, bir TA veya RA yayınlandığında ekran otomatik olarak etkinleştirilir. Mevcut uygulamalar, özel trafik ekranlarını, paylaşılan hava durumu radar ekranlarında trafik bilgilerinin görüntülenmesini, harita sunum ekranlarını, Motor Gösterge ve Ekip Uyarı Sistemi (EICAS) ekranlarını, Navigasyon Ekranını (ND) ve Trafik Bilgilerinin Kokpit Ekranı (CDTI) gibi diğer ekranları içerir ve ADS-B uygulamalarıyla bağlantılı olarak kullanılabilir.

15.12.2.2. Trafik göstergelerinin çoğu, pilota birden fazla menzil ve görüntülenen trafik için irtifa bandını seçme yeteneği de sağlar. Bu yetenekler, pilotun, seyir uçuşu sırasında trafiği daha uzun mesafelerde ve daha büyük irtifa ayırımıyla görüntülenmesini sağlarken, ekran dağınıklığını azaltmak için terminal sahalarında daha düşük aralıkları seçme yeteneğini korur.

15.12.2.3. Bazı yeni trafik görüntüleme uygulamaları, ADS-B'ye dayalı olarak trafik simgesinin yanında uçuş kimliği de sağlayabilir.



Bağımsız çalışan TCAS trafik ekranı örneği



IVSI (Instantaneous Vertical Speed Indicator) ve TCAS trafik ekranı



EFIS (Electronic Flight Instrument System) ve TCAS ekranı



Gerçek trafik ekranı uygulaması Airbus A320



Gerçek trafik ekranı uygulaması Boeing 737-800

15.12.3. Trafik Sembolleri ve Anlamları

15.12.3.1. ACAS trafik ekranında, pilotun görüntülenen bilgileri yorumlamasına yardımcı olmak için hem renk hem de şekil kullanılır.

15.12.3.2. Ekranın arka planı koyu. Trafik ekranı sembolleri aşağıda gösterilmektedir. Hedefler, tehdit durumlarına göre farklı sembollerle gösterilir.

15.12.3.3. Dikey eğilim oku ve göreceli irtifa⁴⁸ her sembolün yanında (eşleşen renkte) gösterilecektir. Göreceli irtifa 100 ft ve katları olarak, tehdit, kendi hava aracının üzerindeyse sembolün üzerinde, tersi durumda ise sembolün altında gösterilir.

15.12.3.4. Kendi hava aracından 6 NM ve 1200 ft yakınında bulunan trafik, *Proximate* (yakın) Trafik olarak adlandırılır ve diğer trafikten düz beyaz veya camgöbeği (açık mavi) elmas şekli ile ayrılır. Dışında bulunan trafiğe Diğer Trafik denir ve içi boş beyaz veya camgöbeği (açık mavi) elmas şekli gösterilir. Her sembol, kendi hava aracının göreceli konumuna göre görüntülenir.

15.12.3.5. ACAS Xo donanımlı hava aracı için, bir pilot bir hedef üzerinde DNA veya CSPO-3000 işlevini belirlediğinde, atama trafik ekranında gösterilecektir (yani hedefe özel bir sembol atanacaktır).

		Beyaz yada camgöbeği (açık mavi) hava aracı şekli yada üçgen	Kendi hava aracı
		İçer boş camgöbeği yada beyaz elmas şekli	Diğer trafik
		İçer dolu camgöbeği yada beyaz elmas şekli	Yakın trafik (kendi hava aracının 6NM ve 1200 feet yakınında olan hava aracı)
		İçer dolu sarı yada amber	Trafik ikazı (genellikle eşik noktasına göre 20-48 saniye kala oluşur)
		İçer dolu kırmızı kare	Çözüm ikazı (genellikle eşik noktasına göre 15-35 saniye kala oluşur)

Trafik Ekranı Sembolleri

⁴⁸ İrtifa bilgisi olmayan trafikler hariç



15.12.3.6. TCAS II, sınırlı *bearing* doğruluğuna sahiptir; bu nedenle, trafik ekranı diğer hava araçlarının pozisyonlarını yanlış gösterebilir. Genel olarak, hata 5 dereceden fazla değildir, ancak bazı durumlarda 30 dereceden büyük olabilir. Görüntü doğruluğu seçilen ölçeğe bağlıdır. 10 NM ölçeği kullanılmadıkça konumsal doğruluk menzilde yaklaşık 1 NM ve kerterizde yaklaşık 10 derecedir.

15.12.3.7. Dikey veriler de ilgili sembolün yanında gösterilir (tehdit hava aracından irtifa bilgisi alınıyorsa). Göreceli irtifa yüz ft ve katları olarak, tehdit hava aracı kendi hava aracının üzerindeyse sembolün üzerinde, tersi durumda ise sembolün altında gösterilir. Aynı irtifadaki trafik için, "00" ortak yükseklik etiketi görüntülenecektir. Tehdit hava aracı yukarıdan yaklaşıyorsa, irtifa sembolün üzerine aşağıdan yaklaşıyorsa sembolün altında yer alır.

15.12.3.8. Bazı hava araçlarında, göreceli irtifa yerine tehdit hava aracının uçuş seviyesi görüntülenebilir. İlave olarak, tehdit hava aracı 500 ft/dk'dan daha yüksek bir hızla tırmanırken veya alçalırken bir "yukarı" veya "aşağı" eğilim oku gösterilir. Eğilim bilgisi mevcut değilse, ortak yükseklik "00" sembolü, trafik sembolünün altına yerleştirilir.

15.12.3.9. Bazı durumlarda, TCAS II, bir TA veya RA'ya neden olan bir tehdit için güvenilir olmayabilir. Yön bilgisi öncelikle trafik görüntüleme amaçlı⁴⁹ için kullanılır. Yön bilgisinin olmaması, ACAS II'nin TA ve RA üretmesini etkilemez. TA veya RA oluştuğunda, sebep olan hava aracının menzili, göreceli irtifası ve dikey sürati trafik ekranına yazılır (bir sembol olmadan).

15.12.3.10. *Interface* sınırlama algoritmaları nedeniyle, yüksek yoğunluklu hava sahalarında, transponderle donatılmış yakın hava araçlarının tümü görüntülenemeyebilir. Bir TA veya RA meydana geldiğinde, TA veya RA'ya neden olan hava aracının yanı sıra tüm yakın trafik (yani 6 NM yarıçapı ve ± 1200 ft içindeki trafik) ve seçilen görüntüleme aralığı içinde görüntülenecektir. Nominal olarak, trafik ekranı, maksimum ± 9900 ft dikey sürate kadar diğer trafiği görüntüleyebilir.

	2000 feet üzerinde düz uçuşta
	Aynı irtifada (tehdit hava aracı yukarıdan yaklaşıyor) düz uçuş
	Aynı irtifada (tehdit hava aracı aşağıdan yaklaşıyor) düz uçuş
	1500 feet aşağıda alçalıyor
	800 feet aşağıda tırmanıyor
	200 feet yukarıda tırmanıyor

Ok yönü sembolleri

⁴⁹ Yön bilgisi, Geçiş Mesafesi Filtresindeki manevra tespiti için de kullanılır.



15.12.3.11. ACAS II tarafından görüntülenen yön, yalnızca trafik göstergesine dayalı yatay manevraların başlatılmasını desteklemek için yeterince doğru değildir. Ayrıca, trafik gösterimi için referans, ekrandaki diğer trafiğin göreceli hareketinin yanlış yorumlanmasına yol açabilecek kendi hava aracı konumudur. Sonuç olarak, yalnızca ACAS II trafik ekranında görüntülenene bilgilere dayalı yatay manevralar yasaktır.

15.12.4. Trafik Görüntülemek için İrtifa Bandı

15.12.4.1. Trafiğin görüntülenmesi için normal irtifa bandı, kendi hava aracına göre ± 2700 feettir. TA veya RA'ya sebep olan bir tehdit hava aracı bu irtifa bandının dışındaysa, uygun göreceli veya bildirilen irtifa ile birlikte görüntülenecektir. Bir TA veya RA görüntülenirken, normal irtifa bandının dışındaki yakın ve diğer trafik de görüntülenebilir.

15.12.4.2. Bazı durumlarda, bir seçenek olarak, pilotlar tarafından normal irtifa bandının genişletilmesine izin verilir. Bu seçenek ile "Üst" ve "Alt" olmak üzere iki ek mod sağlanır. "Yukarıda" modunda, izlenen trafik, kendi uçağınızın 2700 ft altında ve maksimum 9900 ft üzerindeyse görüntülenir. "Aşağı" modunda, izlenen trafik, kendi uçağınızın 2700 ft üstünde ve maksimum 9900 ft altındaysa görüntülenir. Bu modlar, pilotun tırmanırken ("Yukarıda" modu) veya alçalırken ("Aşağıda" modu) yakın trafik konusundaki farkındalığını artırmayı amaçlar. Başka bir seçenek olarak, "Yukarıda" ve "Aşağıda" modunun aynı anda seçilmesine veya yalnızca tehdit hava araçlarını gösterecek bir modun aynı anda seçilmesine izin vermek için pilot tarafından seçilebilir bir mod sağlanabilir.

15.13. RA'nın görüntülenmesi

15.13.1. Klasik Cihaz

15.13.1.1. Trafik ekranı, Anlık Dikey Hız Göstergesinin (IVSI) merkezine entegre edilmiştir. 2 NM yarıçaplı daire, kendi hava aracı sembolünün etrafındaki noktalar veya çizgilerle gösterilir.

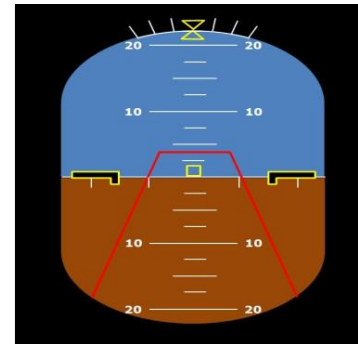
15.13.1.2. Bir RA, kaçınılması gereken dikey sürat aralığını gösteren kırmızı bir yay ile gösterilir. Uygun olduğunda, kırmızı yayın yanında gösterilen yeşil bir yay, pilotlara, yeşil yay ile gösterilen gerekli dikey hıza ulaşmak için hava aracına manevra yapmaları gerektiğini belirtir. Birden fazla tehdit varsa, gerekli dikey sürat aralığının iki yanında iki kırmızı yay olabilir.

15.13.2. EFIS (*Electronic Flight Instrument System*)

15.13.2.1. Elektronik Uçuş Aleti Sisteminde (EFIS) kokpit ekranlarında ACAS bilgileri, RA'lar için Birincil Uçuş Ekranında (PFD) ve trafik ekranı için Navigasyon Ekranında (ND) gösterilir.

15.13.2.2. İki PFD gösterimi vardır:

Yapay Ufukta görüntü - bir RA, kaçınılması gereken uçuş durumu değerlerini gösteren bir alanı tanımlayan kırmızı veya turuncu ikizkenar yamuk ile gösterilir. Bu, pilotlar tarafından elde edilecek yunuslama açısı konusunda doğrudan rehberlik sağlar. Bu gösterim biçimi, herhangi bir yeşil uçuş alanı içermez.





Dikey Sürat Göstergesinde görüntü – RA, “klasik” kokpitlerde olduğu gibi görüntülenir. Kırmızı alan kaçınılması gereken dikey hız aralığını işaretler, yeşil alan pilotlara uygulaması gereken dikey manevra ile ilgili gerekli dikey sürati gösterir.

15.14. Sesli İkazlar

15.14.1. Kokpitte bulunan hoparlörler, TA'lar ve RA'lar hakkında sesli ikazlar yoluyla uçuş ekibini uyarır. Bazı uygulamalar, mürettebatın kulaklıkları aracılığıyla sesli ikazları sağlar.

15.14.2. Sesli ikazlar, yalnızca bir TA ve bir karşılaşmanın başlangıç RA'sı görüntülendiğinde ve RA'da sonraki bir değişiklik her görüntülendiğinde (güçlendirilmiş, zayıflamış veya tersine çevrilmiş) sesli ikazlar üretilir. Kendi hava aracımız tüm tehdit hava araçlarıyla çatışmadan temizlendiğinde ve RA sonlandığında sesli bir ikaz sağlanır. Tehdit hava aracına karşı bir RA, bir karşılaşmanın sonunda bir TA'ya döndüğünde, TA sesli ikazı yapılmaz. Ek olarak, başka bir hava aracına karşı bir RA halihazırda devam ediyorsa, yeni bir TA ikazı ("*Trafik, trafik*") cihazın durumuna göre engellenebilir.

15.14.3. Sistem, daha yüksek öncelikli bir sesli ikazın, örn. "*Increase climb, increase climb*" oluşması durumunda devam etmekte olan sesli ikaz, tamamlanmamış olsa bile durdurulabilir.

15.14.4. AGL + 500 ft (± 100 ft) altında GPWS, TAWS veya wind shear algılama ikazları aktif olduğunda tüm sesli ikazlar engellenir.

15.15. Durum ve Arıza İkazları

15.15.1. TCAS II ve ACAS Xa'nın normal çalışma ve arıza modlarını göstermek için görsel ikazlar sağlanmaktadır. Trafik Ekranı ve RA ekranı aşağıdaki çalışma modlarını ve arıza durumlarını göstermektedir:


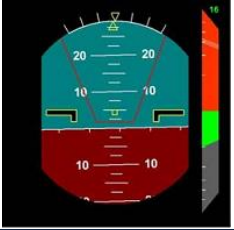
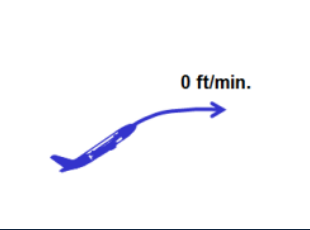

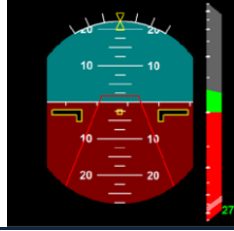
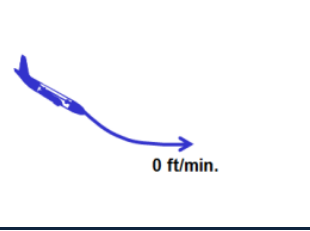

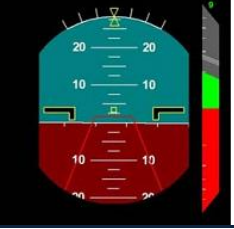
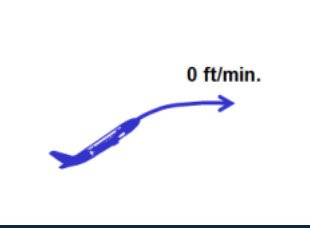

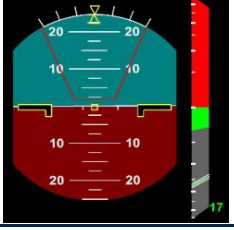
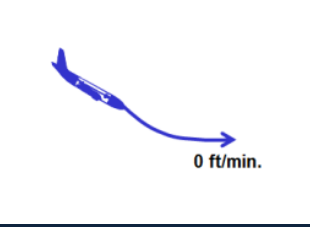

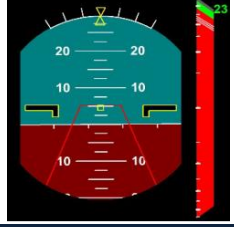
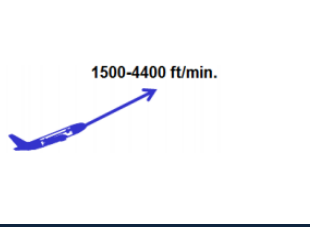
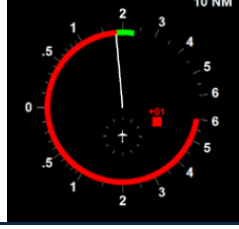
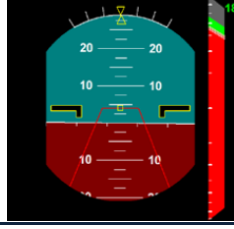
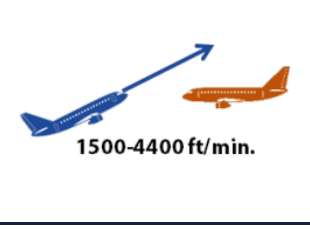
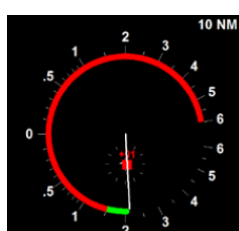
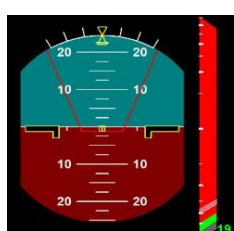
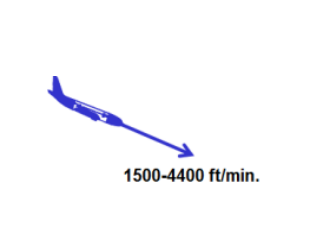
15.15.2. TCAS II v7.1 ve ACAS Xa, IVSI ve EFIS ekranlarında (tek tehdit karşılaşmaları) aşağıda gösterildiği gibi sesli uyarıları ve ekran görünümünü oluşturur.

Tavsiye	Sesli İkaz	IVSI	EFIS	Manevra
Trafik Tavsiyesi	Traffic, traffic TCAS II v7.1			Manevra Yok
	Traffic, traffic ACAS Xa			
Tırman	Climb, climb TCAS II v7.1			
	Climb, climb ACAS Xa			



Kat ederek tırman	Climb, crossing climb, crossing climb, TCAS II v7.1			
	Climb, crossing climb, crossing climb, ACAS Xa			
Hızlı tırman	Increase climb, increase climb TCAS II v7.1			
	Increase climb, increase climb ACAS Xa			
Ters yönde manevra yap, tırman	Climb, climb NOW TCAS II v7.1			
	Climb, climb NOW ACAS Xa			
Alçal	Descend, descend TCAS II v7.1			
	Descend, descend ACAS Xa			
Kat ederek alçal	Descend, crossing descend descend crossing descend TCAS II v7.1			
	Descend, crossing descend descend crossing descend ACAS Xa			
Hızlı alçal	Increase descend, Increase descend TCAS II v7.1			
	Increase descend, Increase descend ACAS Xa			
Ters yönde manevra yap, alçal	Descend descend NOW TCAS II v7.1			
	Descend descend NOW ACAS Xa			



Düz uçuşa geç (aşağı yönlü başlangıç RA)	Level off, level off TCAS II v7.1			
	Level off, level off ACAS Xa			
Düz uçuşa geç (aşağı yönlü başlangıç RA)	Level off, level off TCAS II v7.1			
	Level off, level off ACAS Xa			
Düz uçuşa geç (yukarı yönlü başlangıç RA)	Level off, level off TCAS II v7.1			
	Level off, level off ACAS Xa			
Düz uçuşa geç (aşağı yönlü azaltma RA)	Level off, level off TCAS II v7.1			
	Level off, level off ACAS Xa			
Dikey sürati muhafaza et (yukarı yönde)	Maintain vertical speed maintain TCAS II v7.1			
	Climb, climb ACAS Xa			
İlgili trafik kat ediliyor, dikey (yukarı yönde) sürati muhafaza et	Maintain vertical speed, crossing maintain TCAS II v7.1			
	Climb, crossing climb, climb crossing climb ACAS Xa			
Dikey sürati muhafaza et (aşağı yönde)	Maintain vertical crossing speed maintain TCAS II v7.1			
	Descend, crossing descend; descend crossing descend ACAS Xa			




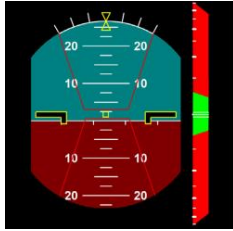
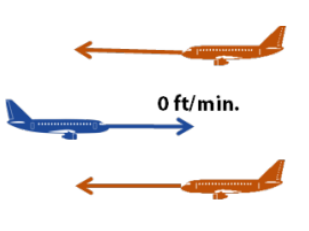

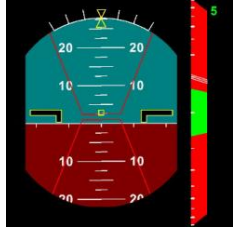
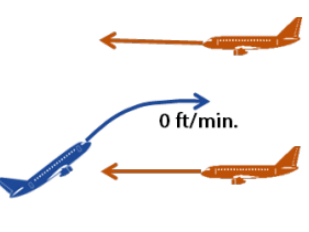

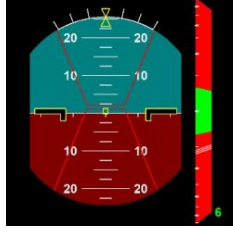
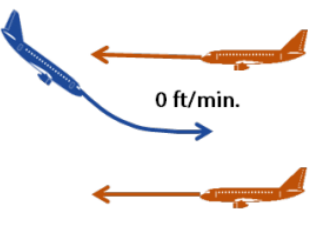
Kat ediliyor, alçalma süratini muhafaza et (alçalma esnasında)	Monitor vertical speed TCAS II v7.1			 1500-4400 ft/min.
	Monitor vertical speed ACAS Xa			
Tırmanma	Monitor vertical speed TCAS II v7.1			Herhangi bir manevra beklenmiyor. Tırmanma yapılmamalıdır.
	Monitor vertical speed ACAS Xa			
Tırmanma Sadece ACAS Xa'da	Yok TCAS II v7.1			Herhangi bir manevra beklenmiyor. Tırmanma yapılmamalıdır.
	Monitor vertical speed ACAS Xa			
Tırmanma tahditi 500ft/dk. Sadece TCAS II v7.1'de	Monitor vertical speed TCAS II v7.1			Herhangi bir manevra beklenmiyor. 500 ft/dk dan yüksek varyoyla tırmanma yapılmamalıdır.
	yok ACAS Xa			
Tırmanma tahditi 1000ft/dk. Sadece TCAS II v7.1'de	Monitor vertical speed TCAS II v7.1			Herhangi bir manevra beklenmiyor. 1000 ft/dk dan yüksek varyoyla tırmanma yapılmamalıdır.
	yok ACAS Xa			
Tırmanma tahditi 2000ft/dk. Sadece TCAS II v7.1'de	Monitor vertical speed TCAS II v7.1			Herhangi bir manevra beklenmiyor. 2000 ft/dk dan yüksek varyoyla tırmanma yapılmamalıdır.
	yok ACAS Xa			
Alçalma	Monitor vertical speed TCAS II v7.1			Herhangi bir manevra beklenmiyor. Alçalma yapılmamalıdır.
	Monitor vertical speed ACAS Xa			



Alçalma Sadece ACAS Xa'da	yok ACAS Xa			Herhangi bir manevra beklenmiyor. Alçalma yapılmamalıdır.
	Monitor vertical speed ACAS Xa			
Alçalma tahditi 500ft/dk. Sadece TCAS II v7.1'de	Monitor vertical speed TCAS II v7.1			Herhangi bir manevra beklenmiyor. 500 ft/dk dan yüksek varyoyla alçalma yapılmamalıdır.
	yok ACAS Xa			
Alçalma tahditi 1000ft/dk. Sadece TCAS II v7.1'de	Monitor vertical speed TCAS II v7.1			Herhangi bir manevra beklenmiyor. 1000 ft/dk dan yüksek varyoyla alçalma yapılmamalıdır.
	yok ACAS Xa			
Alçalma tahditi 2000ft/dk. Sadece TCAS II v7.1'de	Monitor vertical speed TCAS II v7.1			Herhangi bir manevra beklenmiyor. 2000 ft/dk dan yüksek varyoyla alçalma yapılmamalıdır.
	yok ACAS Xa			
TCAS RA bitti	Clear of conflict TCAS II v7.1			ATC müsaadesine geri dön
	Clear of conflict ACAS Xa			

15.15.3. TCAS II v7.1 ve ACAS Xa, IVSI ve EFIS ekranlarında (çoklu tehdit karşılaşma) gösterildiği gibi sesli uyarıları ve ekranı tavsiye eder

Tavsiye	Sesli İkaz	IVSI	EFIS	Manevra
Çoklu tehditte ilk Önleyici RA. Tırmanma ve alçalma yapılmaz Sadece TCAS II v7.1	Monitor vertical speed TCAS II v7.1			
	n/a ACAS Xa			

Mevcut boş dikey sürati muhafaza et ⁵⁰	Maintain vertical speed, maintain TCAS II v7.1			
	Level off, level off ACAS Xa			
Tırmanırken çoklu tehdit	Level off, level off TCAS II v7.1			
	Level off, level off ACAS Xa			
Alçalırken çoklu tehdit	Level off, level off TCAS II v7.1			
	Level off, level off ACAS Xa			

15.16. Trafik ve Çözüm Tavsiyeleri

ACAS II, pilotlara iki tür tavsiye sağlar:

- **Trafik Tavsiyesi (TA):** Pilotları olası bir çözüm tavsiyesi için hazırlamak ve tehdit hava aracının görsel olarak takibine yardımcı olmak;
- **Çözüm Tavsiyesi (RA):** Pilotlara dikey yönde kaçınması için tavsiyeler üretir. Bir RA, tek bir veya birden fazla tehdide karşı oluşabilir.

15.16.1. TA'lar

15.16.1.1. Bir TA'nın amacı, bir tehdidin görsel olarak takibine yardımcı olmak ve uçuş ekibini olası bir RA için hazırlamaktır. Bir TA oluştuğunda kesinlikle manevra yapılmaz.

15.16.1.2. TCAS II için, bazı geometrilere daha kısa üretim süreleri mümkün olsa da, TA'lar genel olarak CPA'dan 20 ila 48 saniye önce veya RA'dan 10 ila 13 saniye önce oluşturulur. ACAS Xa için önceden tanımlanmış bir süre yoktur. Sistemin mantığı CPA ve RA'dan önce yeterli süre içinde TA'lar üretmeyi amaçlar. Bazı geometrilere, ilgili hava araçlarından birinde veya her ikisinde önceden bir TA olmadan bir RA meydana gelebilir. Bir tehditle RA kriterleri zaten karşılanmışsa veya tehdidin ani bir manevrası TA sağlama süresinin bir döngüden daha kısa olmasına neden olabilir.

⁵⁰ Eğer Maintain Vertical Speed RA, TCAS II ile donatılmış hava aracı, tehdit hava aracının irtifasını kat etmesine neden olarsa, RA Crossing RA olarak sınıflandırılacak ve sonuç olarak sesli ikaz "Maintain Vertical Speed, Crossing Maintain" olacaktır. ACAS Xa için "level off" ikazına "crossing" eklenmez.

15.16.2. Başlangıç RA'sı

15.16.2.1. Sistem, başka bir hava aracının tehdit oluşturduğunu belirlediğinde, ACAS II bir RA yayınlayacaktır. Başlangıçta verilen RA'nın gücü her saniye değerlendirilir, gerektiğinde ilk RA'yı güçlendirebilir, tersine çevirebilir, zayıflatabilir veya sonlandırabilir.

15.16.2.2. Bazı RA'lar başlangıç RA olarak oluşmaz, sadece RA hissini güçlendirmeye veya tersine çevirmeye ihtiyaç duyulduğunda oluşur.

15.16.3. Ters Yönde RA

15.16.3.1. Koordineli karşılaşmalarda (yani her iki ACAS II donanımlı hava aracında) ve ACAS donanımlı olmayan tehditlerle karşılaşmalarda RA kaçınmasının tersine çevrilmesine izin verilir. Örneğin, bir başlangıç *Climb* RA'sı, *Descend NOW* RA'ya yada aşağı doğru bir *Maintain Vertical Speed* RA'ya (TCAS II'de), *Climb NOW* RA'ya dönebilir.

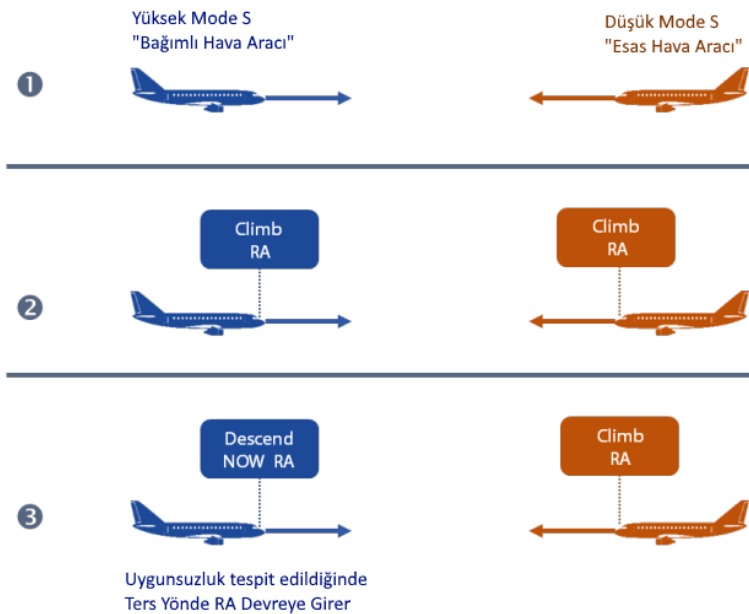
15.16.3.2. Ters yön, önceki RA'nın problemi çözemediğinin bir göstergesidir. Bu nedenle, RA anlamında bir değişikliğe acilen ihtiyaç vardır. Pilotun dikkatini değişikliğe çekmek için, sesli ikaza "**NOW**" (aciliyet duygusuyla söylenen) kelimesi eklenir.

15.16.3.3. Ters yön bir tırmanma veya alçalma manevrası gerektirmediğinde, RA, tavsiye duygusuna ve hava aracının mevcut dikey süratine bağlı olarak "*Level off, level off*" veya "*Monitor vertical speed*" olarak sesli ikaz oluşacaktır. *Level off* veya *Monitor vertical speed* RA'larına geri dönüşler nadirdir ve yalnızca çok tehditli bir karşılaşmada veya düşük irtifalarda kendi hava aracı tehditleri etkin olduğunda meydana gelebilir.

15.16.3.4. Aşağıda açıklandığı gibi iki tür ters yön meydana gelebilir.

• Koordineli ters yön

Koordineli ters yön – iki hava aracı aynı anda birbirini tehdit olarak ilan ettiğinde ve her ikisi de aynı RA algısını seçtiğinde meydana gelir. Böyle bir durumda, daha yüksek Mode S 24-bit adresli hava aracı ("bağımlı hava aracı") uyumsuzluğu tespit ederek kendi RA'sını diğer hava aracı tarafından oluşturulan RA'nın tersine, başlangıç RA'sını örneğin bir *Climb* RA'dan bir *Reversal Descent* RA'ya değiştirecektir (bkz. Aşağıdaki şekil). Daha düşük Mode S 24-bit adresli hava aracının ("esas hava aracı") koordinasyonda RA'sını tersine çevirmesine izin verilmez ve ilk RA'sını korur.



Eşzamanlı tehdit bildirimi durumunda koordinasyonun tersine çevrilmesi.



- **Geometrik ters yön**

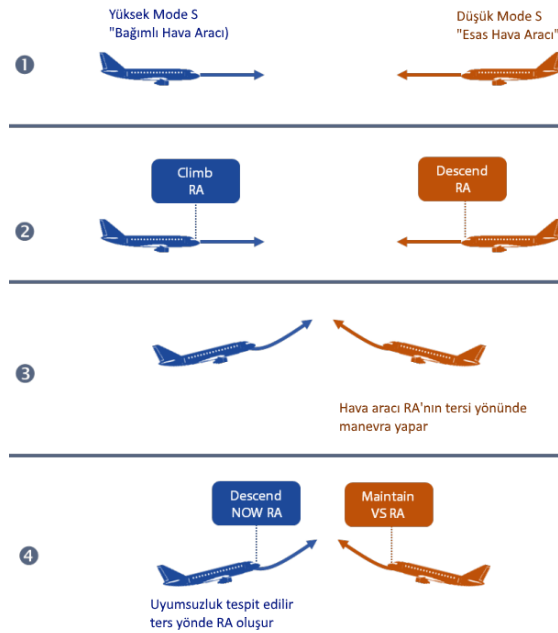
Zaman zaman, tehdit hava aracı, başlangıç RA'sının etkinliğini ortadan kaldıracak şekilde manevralar yapar (veya manevra yapamaz). Yeterli dikey ayırma artık tahmin edilemediğinde, geometrik bir ters yön gerçekleşecek ve RA dikey olarak ters yönde değiştirilecektir. Bu durumlarda, sistem tarafından daha etkili olarak kabul edilirse, RA güçlendirilebilir. ACAS II donanımlı hava aracı, karşılaşmanın ilerlemesini ve RA'nın etkinliğini sürekli olarak takip eder ve bu durumlarda RA'nın algısını tersine çevirebilir (bkz. Aşağıdaki şekil).

Hem TCAS II hem de ACAS Xa'da, daha düşük Mode S adresine ("esas hava aracı") sahip bir hava aracının geometrik bir ters yön manevrasına başlatmasına izin verilir: Her döngü, bu hava aracı RA'sını yeniden değerlendirir ve etkisiz olduğu düşünülürse bunu tersine çevirebilir. Düşük Mode S hava aracı, kaçınma başına her tehdit hava aracı için bir geometrik ters yön manevrasına ile sınırlıdır. Bir ters yön manevrasına olduğunda, daha yüksek Mode S adresine sahip hava aracı ("bağımlı hava aracı") RA'sını tersine çevirmeye zorlanır, böylece RA'lar uyumlu kalır⁵¹.

Daha yüksek Mode S adresine sahip bir hava aracı, yalnızca daha düşük bir adrese sahip bir hava aracından ("esas hava aracı") alınan bir RAC'ya (Çözüm Tavsiyesi Tamamlayıcı_Resolution Advisory Complement) uymak için tersine dönebilir. Genel olarak, bir kaçınmada yalnızca bir geometrik ters yöne izin verilir. Ancak, ACAS Xa daha yüksek Mode S adresli bir hava aracı ("bağımlı hava aracı"), daha düşük Mode S adresli hava aracı ("esas hava aracı") henüz bir RA yayınlamamışsa geometrik bir ters yön yapabilir. Sonuç olarak, nadiren ACAS Xa donanımlı hava araçlarında bir kaçınmada iki geometrik ters yön olabilir.

Ters yön mantığı karmaşıktır ve bir ters yön manevrasına oluşabilmesi için birkaç koşulun yerine getirilmesini gerektirir. Ayrıntılı bir açıklama ICAO ACAS Kılavuzunda⁵² bulunabilir.

Daha önce bir koordineli ters yön oluşsa bile geometrik ters yön gerçekleşebilir.



Geometrik ters yön

⁵¹ Normal olarak, daha yüksek Mode S 24-bit adresli hava aracının ("bağımlı hava aracı") uyumsuzluğu algılaması için "düşük dikey geçiş mesafesine sahip dikey takip" geometrileri dışında, Mode S adres önceliği kuralını atlatmak için özel bir parametre kullanılır.

⁵² ICAO Doc 9863 Section 3.15.14.3.



15.16.4. RA'ların Güçlendirilmesi

15.16.4.1. Sistem, başlangıçta oluşan RA'nın yeterli dikey ayırma sağlamayacağını tespit ederse, RA'nın gücü artırılacaktır. Dikey sürati sınırlayan bir RA (yani, *Monitor Vertical Speed* veya *Level Off RA*), daha kısıtlayıcı bir dikey sürat sınırına geçilerek güçlendirilir. Bu daha kısıtlayıcı RA, bir Tırmanış veya Alçalış RA'sı olabilir veya TCAS II'de bir *Maintain Vertical Speed* yada *Crossing Maintain Vertical Speed* (normalde ihtiyaç duyulan dikey sürat 1500 ft/dk.aşılmaktadır)

15.16.4.2. Oluşan bir RA, yani Tırmanma, Alçalma, Dikey Sürati Koruma (TCAS II'de) ve kat ediş RA'lar dahil olmak üzere, bir Tırmanışı Artırma veya Alçalışı Artırma RA'sını (dikey hızın en az 1500 ft/dk'dan 2500 ft/dk'ya yükseltilmesi gerekir) güçlendirilir. "increase" kelimesini içeren sesli ikazlar, aciliyet belirtir.

15.16.5. RA'ların Zayıflatılması

Bir RA sırasında, sistem bir RA'nın uygulanmasının yeterli ayırmayı sağladığını tespit ederse, RA zayıflayacaktır. Örneğin bir *Descend RA*, *Level off RA*'ya kadar zayıflatılacaktır. Bir RA'nın zayıflatılmasının sebebi, ihtiyaç duyulan dikey irtifadan gereksiz sapmaları minimize etmektedir.

15.16.6. Katediş RA'ları

15.16.6.1. Kendi hava aracının CPA'den önce tehdidin irtifasını kat etmesi bekleniyorsa, bir RA geçiş olarak kabul edilir, örn. şu anda kendi hava aracının üzerindeki bir tehdidin üzerine geçmek. Bir RA, "geçiş" kelimesinin sesli ikaza dahil edilip edilmediğine bakılmaksızın geçiş olarak kabul edilebilir.

15.16.6.2. Kendi ACAS II hava aracının sırasıyla yukarı veya aşağı yönde algılama uyarıları için tehdit hava aracının en az 100 ft altında veya üzerinde olması durumunda irtifa kat edişidir. ACAS II, yeterli çözüm tavsiyesi sağlıyorsa, irtifaya bağlı olmaksızın kat ediş RA'ları tercih edecek şekilde tasarlanmıştır.

15.16.6.3. Kendi hava aracı ile tehdit hava aracı arasındaki dikey ayırma, TCAS II için 150 ft'ten ve ACAS Xa için 500 ft'ten fazlaysa, ters yönde kat ediş RA'ları oluşmayacaktır. Sadece CPA'da yeterli dikey ayırmanın sağlanamayacağı tahmin edildiğinde, irtifa kat ediş RA ilan edilecektir. Kat ediş RA'ları, pilotlara yanlış bir şekilde diğer hava aracına yönlendirildikleri izlenimini verebilir.

15.16.7. RA'ların Sınıflandırılması

15.16.7.1. **RA yönü** - Kendi hava aracının tehdidin üzerinden geçmesini sağlamak için yukarı yönlü bir RA verilirken, aşağı yönlü bir RA, kendi hava aracının tehdidin altından geçmesini sağlar.

15.16.7.2. **RA gücü** – Yukarı doğru RA'ların güçlü yönleri, *Do Not Descend* ("Monitor Vertical Speed" olarak sesli ikaz) veya Tırmanma yönünde sesli ikazlar içerir. Aşağı doğru eşdeğer RA'lar, *Do Not Climb* ("Monitor Vertical Speed" olarak sesli ikaz) veya Alçalma yönünde sesli ikazlar içerir.

15.16.7.3. **Pozitif/Negatif RA'lar** – Pozitif bir RA, belirli bir oranda bir tırmanma veya alçalma gerektirirken, negatif (veya dikey sürat limiti) bir RA, öngörülen bir dikey sürat aralığından kaçınılmasını gerektirir.

15.16.7.4. **Düzeltilici/Önleyici RA'lar** – Düzeltilici bir tavsiye, kendi hava aracınızın dikey süratinde bir değişiklik gerektirirken önleyici bir tavsiyede bulunmaz.

15.16.8. Çoklu Tehdit RA'ları

Çoklu tehdit kaçınımları nadir oluşur. ACAS II, durumu, her bir tehdit hava aracından emniyetli dikey ayırmayı koruyacak tek bir RA ile çözmeye (yani tüm tehdit hava araçlarının üstünden veya altından geçen) çalışır. Çelişkili olmayan tırmanma ve alçalma kısıtlamalarının bir bileşimi olan bir



RA'nın seçilmesi (yani, kendi hava aracının tehdit hava araçlarının bazılarının üstünden ve bazılarının altından geçmesini gerektirmesi) gerekir.

15.16.9. RA sonlandırması veya kaldırılması

15.16.9.1. Tehdit hava aracı, tehdit olmaktan çıktığında, RA iptal edilir ve "Clear of Conflict" sesli ikazı oluşur.

15.16.9.2. Tehdidin takibi kaybolduysa veya kendi hava aracı RA engelleme irtifasının (AGL+1000 ft'in) altındaysa, herhangi bir Clear of Conflict sesli ikazı oluşmayacak ve RA kaldırılacaktır (görüntülenmeyecektir).

15.16.10. İrtifa bilgisi olmayan tehditler

15.16.10.1. Kendi hava aracı FL155'in altındayken tehdit hava aracı bir Mode S veya Mode A/C transponder ile donatılmış ancak irtifa bilgisi sağlamıyorsa, bu hava aracı menzil ve yön bilgileri kullanılarak irtifa bilgisi olmayan hava aracı olarak izlenecek ve trafik ekranında gösterilir. İrtifa bilgisi olmayan bir tehdit hava aracı için trafik sembolüyle birlikte ne bir irtifa ne de bir dikey yön oku gösterilmeyecektir.

15.16.10.2. TCAS II, TA oluşumu için menzil testi yapıldığında irtifa bildirmeyen hava araçları için TA'lar üretecektir. İrtifa bildirmeyen hava araçlarıyla kendi hava aracı aynı irtifada olduğu kabul edilir (yani en kötü durum senaryosu).

15.16.10.3. İrtifa bilgisi olmayan hedef, menzil testi karşılanırsa ve kendi hava aracı RA ile ilişkili FL155'in altındaysa bir TA oluşturulmasını tetikleyecektir.

15.16.10.4. ACAS Xa ayrıca bu tür tehdit hava araçları için özel algoritmayı kullanarak FL155 üzerindeki irtifa bildirmeyen hava araçlarına karşı TA'lar üretecektir.

15.17. ACAS II Fonksiyonel Tanım

15.17.1. Bağımsız Sistem

15.17.1.1. ACAS II'nin temel operasyonel hedefi, herhangi bir yer tabanlı sistemden, navigasyon ve uçuş yönetim sistemlerinden bağımsız hareket ederek havada çarpışmaları önlemektir. ACAS II, tehditleri değerlendirirken bağımsızlığını korumak için ATC müsaadesini, pilotun niyetini veya uçuş yönetim sistemleri girdilerini dikkate almaz. ACAS II, her tür ve sınıf hava sahasında çalışır.

15.17.1.2. ACAS II, kayıpları önlemek veya ATC ayırmasını yeniden sağlamak için değil, havada çarpışmaları önlemek için son çare emniyet ağı olarak hareket etmeye tasarlanmıştır. Bu nedenle, ACAS II tarafından üretilen çözüm tavsiyesi, genellikle, standart ATC dikey ayırmasından çok daha düşük dikey ayırma sağlar. Ayrıca, ana ACAS II ikaz kriterleri, çoğu ATC ayırma standardı gibi mesafeye değil, zamana dayalıdır. ACAS II tarafından kullanılan ikaz süresi, altimetrideki hataların ve pilot harekete geçmesindeki gecikmelerin ACAS II tarafından sağlanan emniyetin tehlikeye atılmamasını sağlar.

15.17.2. RA'ların engellenmesi

15.17.2.1. Düşük irtifalardaki engellemeler

Tüm hava araçları için, ACAS II ikazlarının yere yakın olmasını önlemek için daha düşük irtifalarda önceden tanımlanmış (arazi ile çarpışma veya kritik uçuş aşamalarında uçuş ekibinin dikkatinin dağılması riskini en aza indirmek için) sınırlamalar uygulanır. İkazlar, radar/radyo altimetresinden alınan irtifalara göre engellenir (bkz. Aşağıdaki tablo ve şekil).



Increase Descent RA'ları ve *Descend* RA'ları sırasıyla 1550 ve 1100 ft'in altında engellenirken, tüm RA'lar 1000 ft'in altında engellenir. Hava aracı, engelleme irtifasının altından geçtiğinde, engellenen RA, aynı dikey yönde daha az güçlü bir RA'ya değiştirilir (örneğin, *Increase Descent* RA, *Descend* RA olarak değiştirilecek ve *Descend* RA, *Monitor Vertical Speed* RA olarak değişecektir). Tehdit hala mevcutsa, 1000 ft'te herhangi bir aktif RA, *Clear of Conflict* sesli ikazı olmadan sonlandırılacak ve bir sesli ikaz olmadan TA olarak değiştirilecektir.

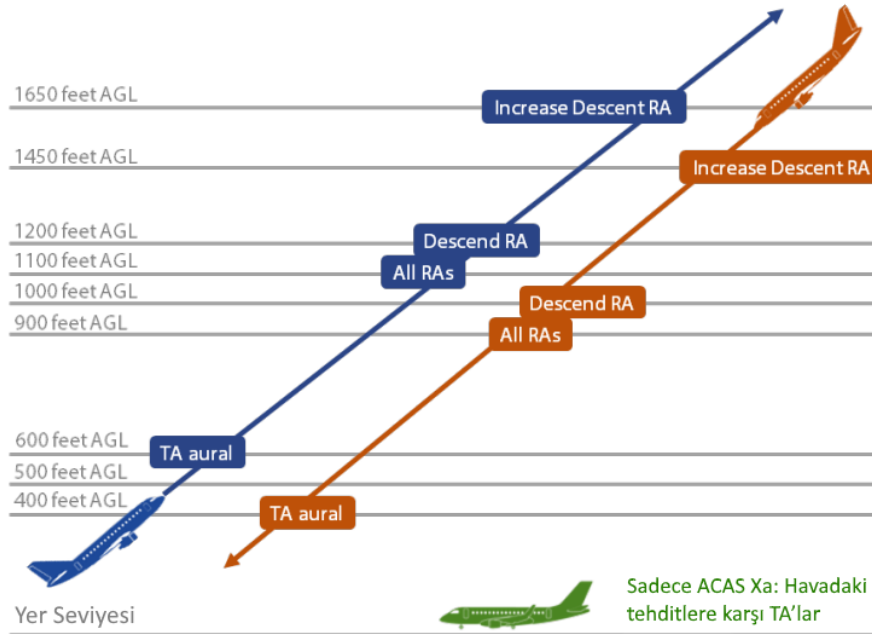
TA'lar yere kadar oluşabilir ancak, tüm sesli ikazlar AGL+500 ft'in altında engellenir. TCAS II için, havadaki tehditlere karşı TA'lar, kendi hava aracı yerdeyken oluşabilirken, ACAS Xa için bu tehditler, Diğer veya Yakın trafik olarak görüntülenir.

ACAS II, hava aracının barometrik altimetresinden, radar/radyo altimetresinden veya transponderinden gelen girişler olmazsa otomatik olarak çalışmaz. Radar/radyo altimetre girişi yoksa, düşük irtifalarda da engellemeler olmadan RA'lar oluşur.

İkaz Tipi	Engelleme İrtifası
Increase Descent RA	AGL+1550ft (±100ft) altında engellenir
Descend RA	AGL+1100ft (±100ft) altında engellenir
Tüm RA'lar	AGL+1000ft (±100ft) altında engellenir
TA Sesli İkaz	AGL+500ft (±100ft) altında engellenir
Sadece ACAS Xa: Havadaki tehditlere karşı TA'lar	Yerdeyken, hava araçları diğer yada yakın trafik olarak görüntülenir

ACAS II ikaz oluşumunun engellenmesi

(tırmanan hava araçları için +100ft, alçalan hava araçları için -100ft değer kullanılır)



Tırmanan ve alçalan hava araçları için ACAS II ikaz oluşumunun engellenmesi

15.17.2.2. Öncelikli ikazların engellenmesi

GPWS, TAWS veya *wind shear* algılama uyarısı gibi bazı daha yüksek öncelikli uçuş uyarıları, ACAS II ikazlarına göre önceliklidir. Bir GPWS/TAWS veya *wind shear* algılama uyarısı etkinleştirildiğinde, ACAS II otomatik olarak TA sesli ikazı olmadan yalnızca TA moduna geçer. ACAS

II, GPWS/TAWS veya *wind shear* uyarısı sonlandıktan sonra 10 saniye boyunca yalnızca TA modunda kalacaktır. Bu 10 saniyelik süre boyunca, TA sesli ikazı oluşabilir.

15.17.2.3. *Climb* yada *Increase Climb* RA'ların engellenmesi

TCAS II, bazı durumlarda yüksek irtifalarda hava aracı tırmanma performansı sınırlamaları nedeniyle veya hava aracı iniş konfigürasyonundayken bir *Climb* yada *Increase Climb* RA'sını engelleyebilir. Bu engellemeler, kurulum sırasında TCAS II donanımında ayarlanır. TCAS II uyumlu sistemler, bu engellemelerin bir uçuş yönetim sisteminden gelen girdiler aracılığıyla gerçek zamanlı olarak ayarlanması için hükümler içerir, ancak bu özellik yalnızca sınırlı sayıda hava aracında uygulanmaktadır. Bu özellik ACAS Xa'da kullanılmaz.

15.17.2.4. Hava aracı performansı ile ilgili hususlar

TCAS II'de, *Climb* yada *Increase Climb* RA'ları, belirli irtifaların üzerinde ve bazı iniş konfigürasyonlarında, bu tür RA'lara uyum sağlamak için yeterli performans yoksa engellenir. Bir hava aracı tipinin bu tür engellemelere sahip olup olmayacağına ilişkin karar, her bir hava aracı tipinde çarpışmadan önleme sistemi sertifikasyonu sırasında verilir. Bu özellik ACAS Xa'da kullanılmaz.

15.17.3. **ACAS-ACAS karşılaşması**

TCAS II'nin takibinde, TCAS II ile donatılmış iki hava aracı arasındaki karşılaşmaların çoğunda, hava araçlarından birisinde RA oluştuğunda diğerinde TA oluşabileceği, yada hiçbir ikaz olmayabileceği görülmektedir. Yapılan simülasyonlara dayanarak, çatışma halindeki hava araçlarından birinin veya her ikisinin ACAS Xa ile donatılması durumunda da aynı durumun olacağına inanılmaktadır. Örneğin, düz uçuştaki hava aracına göre, bu hava aracına doğru tırmanan veya alçalan hava aracında önce bir RA oluşturması daha olasıdır. RA'ya derhal yanıt verilirse, düz uçuştaki hava aracı bir RA almayacaktır (dikey varyo çok yüksek olmadığı sürece).

15.17.4. **İrtifa kaynağı**

Mümkün olduğunda, uçuşu gerçekleştiren pilot tarafından kullanılan irtifa veri kaynağının ACAS II ve ATC transponderlerine irtifa bilgisi sağlamak için kullanılmasını sağlamalıdır. Ortak bir irtifa kaynağının kullanılması, irtifa veri kaynakları arasındaki farklılıklar nedeniyle gereksiz RA'ları önleyebilir.

15.17.5. **Tehdit algılama sınırlamaları**

15.17.5.1. Tehdidin donanımı

ACAS II, tehdidi değerlendirmek için diğer transponderlerden gelen sinyallere ihtiyaç duyduğundan, transponder donanımlı olmayan yada çalışmayan herhangi bir hava aracı tespit edilemez. Bir RA oluşması için tehdit hava aracının irtifa bilgisi gerekli olduğundan, irtifa bilgisi olmayan trafiğe karşı RA'lar üretilmeyecektir.

ACAS II tarafından tehdit tipine bağlı olarak sunulan koruma seviyesi aşağıdaki tabloda gösterilmektedir. İrtifa raporlama transponderi (Mode S veya Mode A/C) ile donatılmış herhangi bir hava aracına karşı bir RA oluşturulabilir. Tehdit hava aracının ACAS II ile donatılmasına gerek yoktur. Ancak, RA'lar yalnızca ACAS II ile donatılmış uçaklar arasında koordine edilir.



Tehdit**Kendi hava aracı:TCAS II****Kendi hava aracı:ACAS Xa**

Transponder yok yada ICAO standartlarını karşılamıyor	ACAS II koruması olmaz	ACAS II koruması olmaz
Sadece Mode A bilgisi olan transponder	ACAS II koruması olmaz	ACAS II koruması olmaz
Sadece ADS-B	ACAS II koruması olmaz	ACAS II koruması olmaz
İrtifa bilgisi olmayan Mode A/C Transponder	TA (FL155'in altında)	TA (FL155'in altında)
Mode C yada Mode S transponder	TA&RA	TA&RA
TCAS I	TA&RA	TA&RA
TCAS II	TA&Koordineli RA	TA&Koordineli RA
ACAS Xa	TA&Koordineli RA	TA&Koordineli RA

ACAS II koruma seviyeleri

15.17.5.2. Tehditin sürati ve dikey varyosu

TCAS II, aşağıdaki limitlere tabi olarak Mode C ve Mode S hedeflerini takip edebilir ve ikazlar (TA'lar ve RA'lar) üretebilir:

- FL100'ün üzerinde 1200 kt'a ve FL100'ün altında 500 kt'a kadar yaklaşma süratleri;
- 10.000 ft/dk'ya kadar dikey yaklaşma süratleri;
- Kendi hava aracının 14 NM içinde;
- Kendi hava aracına göre ± 3000 ft ila ± 10.000 ft irtifada.

ACAS Xa, yaklaşma sürati 1200 kt'nin üzerinde ve dikey varyosu 10.000 ft/dk'nın üzerinde olan tehditlere karşı takip ve ikaz (TA'lar ve RA'lar) üretebilir.

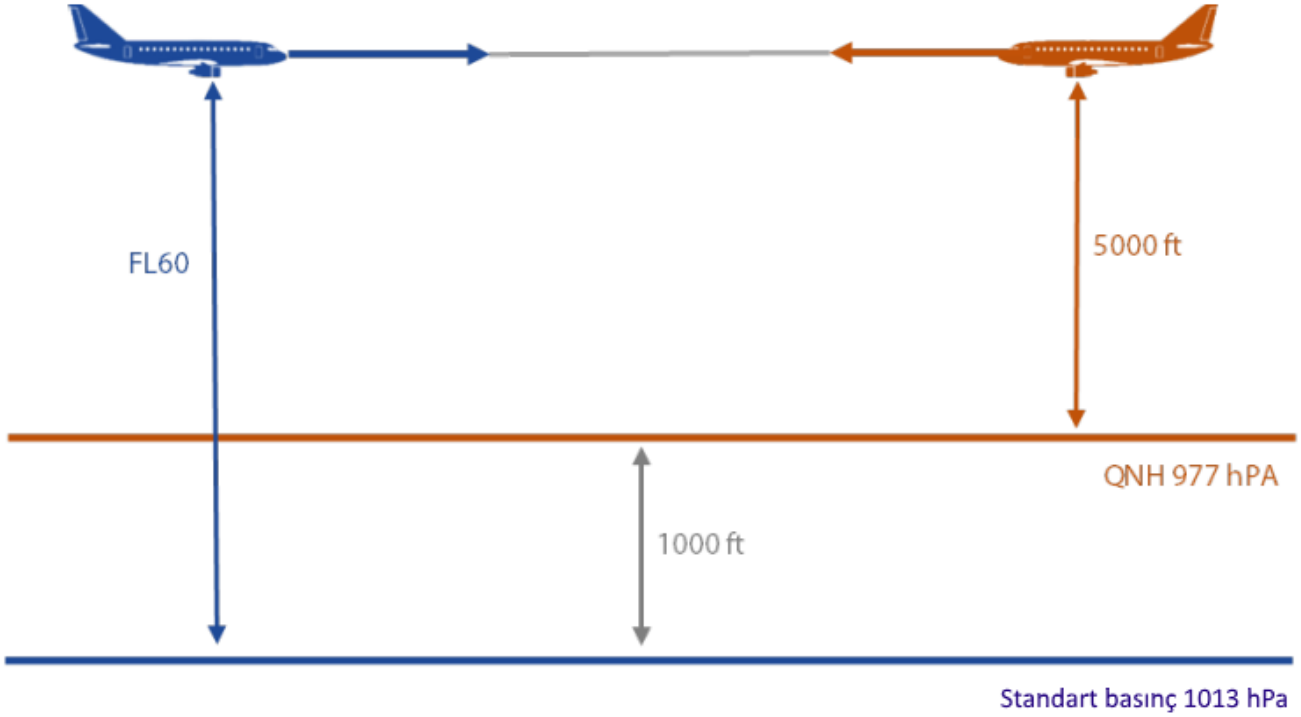
15.17.6. **ACAS II basınç ayarı**

15.17.6.1. ACAS II, çarpışmadan kaçınma çözümünün belirlenmesi için her zaman standart basınçla (altimetre ayarı 1013,25 hPa veya 29,92 inç) ilgili basınç irtifası bilgisini kullanır. Her zaman aynı basınç ayarı (yani standart) kullanıldığından, hava aracı standart basınç ayarında Uçuş Seviyelerinde, QNH'de irtifa veya QFE'de yükseklikte uçuyorsa ACAS II operasyonları etkilenmez.

15.17.6.2. Uçuş ekibi tarafından yapılan basınç seçimi, ACAS II sistemini hiçbir şekilde etkilemez⁵³. Aşağıdaki örnekte gösterildiği gibi, bir hava aracı FL60'ta uçmaktadır (yani standart altimetre ayarı 1013,25 hPa'da), diğer hava aracı ise 977 hPa (etkili olarak FL60) QNH altimetre ayarını kullanarak 5000 ft irtifadadır. Ayırma var gibi görünseler de ACAS II, herhangi bir çarpışma riskini belirlemek için Uçuş Seviyelerini karşılaştıracaktır.

⁵³ Uçuş ekibinin basıncı düzeltilmiş ve standart basınç irtifaları arasında geçiş yapmasına izin veren bazı trafik göstergeleri hariç.





ACAS II irtifası, otomatik olarak standart basınç ayarını kullanır.

15.18. ACAS II Operasyonları

15.18.1. Trafik Tavsiyesi – pilot eylemleri

15.18.1.1. Bir TA'nın tek amacı, bir tehditin gözle takip edilmesini sağlayarak pilotlara yardımcı olmak ve onları olası bir RA için hazırlamaktır. Bir TA'ya yanıt olarak hiçbir manevra yapılmamalıdır. Genellikle TA oluştuğunda trafikler arasında yeterli ATC ayırması bulunmaktadır. Bir TA ikazında manevra yapmak, normalde meydana gelmeyecek olan gerçek bir ayırma kaybı ve RA oluşumuna yol açması ihtimali vardır. Bir RA oluşmadığı sürece, pilot, ATC talimatlarına uymalıdır. TA'lar ATC'ye rapor edilmeyecektir.

15.18.1.2. Bir TA, "Traffic, traffic" olarak sesli ikaz üretir ve tehdit hava aracı sembolü, sarı veya sarı dolu bir daireye dönüşür.

15.18.1.3. Bir TA ikazında, pilotlar tehdit hava aracı ve civarda olabilecek diğer hava araçları ile görsel temas kurmaya çalışmalıdır. Pilotlar, yalnızca TA bilgilerine dayalı olarak ATC talimatından sapmamalı veya yalnızca trafik ekranında gösterilen bilgilere dayalı olarak yatay manevralar yapmamalıdır.

15.18.2. Çözüm Tavsiyesi – pilot eylemleri

15.18.2.1. Bir RA'nın amacı, standart ATC ayırmasını sağlamak yerine bir tehdit hava aracından emniyetli bir dikey ayırma elde etmektir. Bazı geometrilere daha kısa üretim süreleri mümkün olsa da, RA'lar tipik olarak CPA'dan 15 ila 35 saniye önce (irtifaya bağlı olarak) oluşturulur.

15.18.2.2. RA'lar, ATC ayırma minimaları ihlal edilmeden önce veya ihlal edilmeyecek olsa bile oluşabilir. Avrupa Hava Sahasında, tüm RA'ların üçte ikisinden fazlasında, RA oluştuğunda ATC ayırma minimaları ihlal edilmemiştir.

15.18.2.3. Bir RA oluşması durumunda, pilotlar, otopilottan⁵⁴ çıkacak, RA tarafından üretilen tavsiyeyi hızlı ve düzgün uygulayarak (bunu yapmak uçağın emniyetini tehlikeye atmayacaksa) derhal yanıt verecektir. Pilotlar RA'ya aykırı manevra yapmamalıdır.

15.18.2.4. Sesli ikaz, üretilen RA'ya bağlıdır. Trafikteki tehdit hava aracı sembolü, kırmızı düz bir kareye dönüşür ve kaçınılması gereken dikey sürat aralıkları göstergelerde görüntülenir.

15.18.2.5. Bir RA'yı uygulamama kararında uçuş ekibi kendi TCAS'ı tarafından sağlanan emniyet avantajlarını kaybeder. Aynı zamanda, dahil olan tüm diğer hava araçlarının uçuş emniyetini de azaltır.

15.18.2.6. Pilotlar, tehdit hava aracıyla çarpışmaya neden olabileceğinden, RA'nın aksi yönünde manevra yapmamalıdır.

15.18.2.7. Düzeltici RA'lar manevraya uyum için, RA'nın görüntülenmesinden sonraki 5 saniye içinde pilotlar tarafından uygun yönde başlatılmalıdır. Dikey varyodaki değişiklik, 1/4 g'lık bir ivme ile gerçekleştirilmelidir.

15.18.2.8. RA'ları ters yönde ve güçlendirme için, dikey sürat değişimi, RA'nın görüntülenmesinden itibaren 2½ saniye içinde başlatılmalıdır. Dikey süratteki değişim 1/3 g'lık bir ivme ile gerçekleştirilmelidir.









15.18.2.9. Gerekli ivmenin nasıl elde edileceğine ilişkin pratik tavsiye EASA'nın Kılavuz Materyalinde⁵⁵ verilmektedir: "1.500 ft/dk'lık bir dikey sürat değişikliğine karşılık gelen yunuslama açısındaki değişiklik yaklaşık olarak 1/4 g'lık bir ivmeye ulaşınca elde edilir. 5 saniye ve değişiklik yaklaşık üç saniyede tamamlanırsa 1/3 g olur. Düz uçuştan 1.500 ft/dk'lık bir tırmanış veya alçalış oranı oluşturmak için gereken yunuslama açısındaki değişiklik, gerçek hava hızı (TAS) 150 kt olduğunda yaklaşık 6°, 250 kt'de 4° ve 500 kt'de 2° olacaktır.

15.18.2.10. Pilotlar, RA'lara gereğinden fazla tepki vermekten kaçınmalıdır. RA'lara verilen tepkiler, hava aracının göstergelerinde belirtildiği şekilde uygulanmalıdır. Herhangi bir aşırı oran, takip eden bir RA (başka bir hava aracıyla) riskini artırır. Çok zayıf bir tepki ise, CPA'daki dikey ayırmanın yeterli olmaması ve ilgili hava araçlarından birine veya her ikisinde de güçlendirme RA'larının oluşmasına neden olma riskini taşır.

⁵⁴ Burada bir istisna, Airbus AP/FD (Autopilot/Flight Director) TCAS özelliğidir.

⁵⁵ Avrupa Havacılık Güvenliği Ajansı: Kabul Edilebilir Uyumluluk Yöntemleri (AMC) ve Part-CAT'ye Yönelik Kılavuz Materyali (GM), ED Kararı 2012/018/R'ye Ek, İlk sayı 25 Ekim 2012



			
	Diğer trafik*	Tehdit hava aracını gözle görmeye çalış.	ATC tarafından belirli bir dikey süratin veya süratin muhafaza edilmesi talimatı verilmedikçe, dikey sürati azaltma.
	Yakın trafik* Kendi hava aracına göre yatayda 6NM, dikeyde 1200ft içerisinde		
	Trafik tavsiyesi Genelde CPA'e göre 20-48 saniye kala oluşur	Tehdit hava aracını gözle görmeye çalış. Potansiyel bir RA'ya hazırlan	Eğer uygulanan RA ATC müsaadedinden sapma gerektiyorsa ATC'ye rapor et.
	Çözüm tavsiyesi Genelde CPA'e göre 15-35 saniye kala oluşur	Üretilen RA'yı cihaz tarafından talep edildiği şekilde dikey sürati muhafaza ederek yada değiştirerek uygula	
	Clear of conflict	ATC tarafından verilen son müsaadeye dön	ATC'ye orijinal müsaadeye döndüğünü rapor et. ATC tarafından verilecek alternatif talimatlar için hazırlıklı ol.
* Diğer yada yakın trafik sembolleri beyaz renkte de olabilir.			

ACAS II trafik ekranı sembolleri ve pilotla ilişkin eylemler.

15.18.2.11. Bir ACAS II RA manevrası diğer kritik kokpit uyarılarına aykırıysa, pilotlar diğer kritik uyarılarına öncelik vermelidir. Özellikle hava aracı AGL+ 2500 ft'ten daha düşük irtifadaysa stall uyarısına, wind shear ve GPWS/TAWS tarafından oluşturulan uyarılar, ACAS II RA'ya göre önceliklidir.

15.18.3. RA Esnasında ATC ile İletişim – RA'ların raporlaması

15.18.3.1. Bir RA'nın, pilot ve hava trafik kontrolörlerinin sorumlulukları açısından önemli sonuçları vardır. RA'lar ATC müsaadelerine veya talimatlarına aykırı olsa bile (bu, hava aracını tehlikeye atmayacaksa), pilotların tüm RA'lara uyması gerekir. Bununla birlikte, RA'ya uymak, birçok durumda bir hava aracının ATC müsaadesinden sapmasına neden olacaktır. Bu durumda, kontrolör, RA'ya dahil olan hava araçlarının ayırmasından artık sorumlu değildir.

15.18.3.2. Diğer taraftan, ATC, kendisine bildirilmediğinden, pilot tarafından uygulanan RA'lara potansiyel olarak müdahale etmeye çalışabilir. Eğer uygulanan TCAS RA ile ATC talimatı arasında bir çelişki söz konusu ise; pilotlar ATC tarafından içinde bulunduğu durumun bilindiğini düşünerek yanılıya düşebilirler. Ancak, pilot tarafından TCAS RA'ya uyum sağlamak için kaçınma yapıldığı rapor edilmediği sürece, ATC'nin bilgisinin olması mümkün değildir. Pilot tarafından RA rapor edildikten sonra, kontrolör manevradan etkilenen hava araçlarının uçuş rotasına müdahale etmeyecektir.



15.18.3.3. Mevcut ATC müsaadesinden veya talimatından sapma gerektiren RA'larda, uçuş ekibi ilk fırsatta aşağıdaki ifadeyi kullanarak ATC'ye bildirecektir.

[callsign] TCAS RA

15.18.3.4. ATC müsaadesi ya da talimatından sapmayı gerektiren RA'lar, uçuş ekibinin iş yüküne bağlı olarak ilk fırsatta ATC'ye ilgili frekzyoloji ile bildirecektir. Ayrıca, TCAS II cihazı tarafından sesli olarak "**Clear of Conflict!**" uyarısı geldiğinde ise en son uygulanan ATC müsaadesine dönülecek ve yine ilgili frekzyoloji ile durum ATC'ye iletilecektir.

[callsign] CLEAR OF CONFLICT (assigned clearance) RESUMED ya da

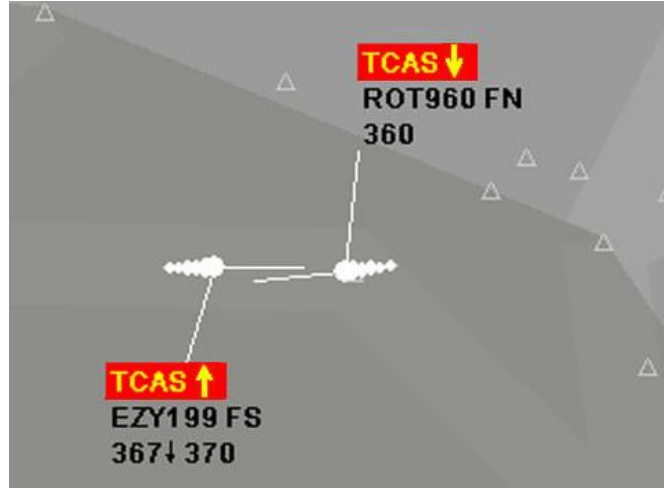
[callsign] CLEAR OF CONFLICT, RETURNING TO (assigned clearance).

15.18.3.5. TCAS RA kaçınması esnasında, ATC tarafından kaçınmaya uygun olmayan bir talimat verilse bile, pilot TCAS RA'yı takip etmeye devam edecek ve aşağıdaki frekzyoloji⁵⁶ ile ATC'yi bilgilendirecektir.

[callsign] UNABLE, TCAS RA.

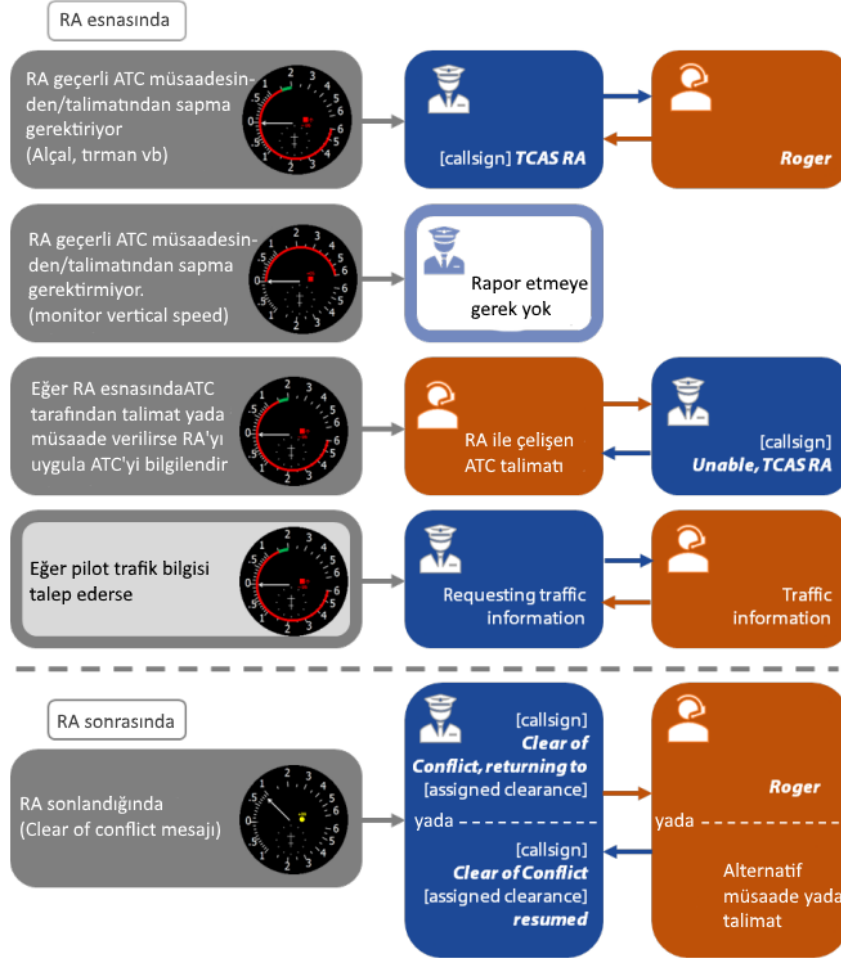
15.18.3.6. Uçuş ekibi tarafından talep edilirse, hava trafik kontrolörleri RA sırasında trafik bilgisi vermelidir.

15.18.3.7. Bazı Ülkeler, hava trafik kontrolörlerine, kokpitte yayınlanan RA'lar hakkında Mode S radarları veya diğer gözetim sistemleri aracılığıyla elde edilen bilgileri otomatik olarak anlık görüntüleyen "kontrolöre RA downlink ekranı" kullanmaktadır. Uygulama, pilotları yukarıda belirtilen ifadeyi kullanarak RA'ları bildirme zorunluluğundan kurtarmaz. ICAO, RA downlink işlemleri için herhangi bir düzenleme yayınlamamıştır.



RA Downlink örneği

⁵⁶ "ACAS" yerine "TCAS" terimini kullanılır. TCAS II ve ACAS Xa RA'lar aynı şekilde rapor edilir.



RA esnasında ve sonrasında ATC iletişimi

15.18.4. Rahatsız edici RA'lar

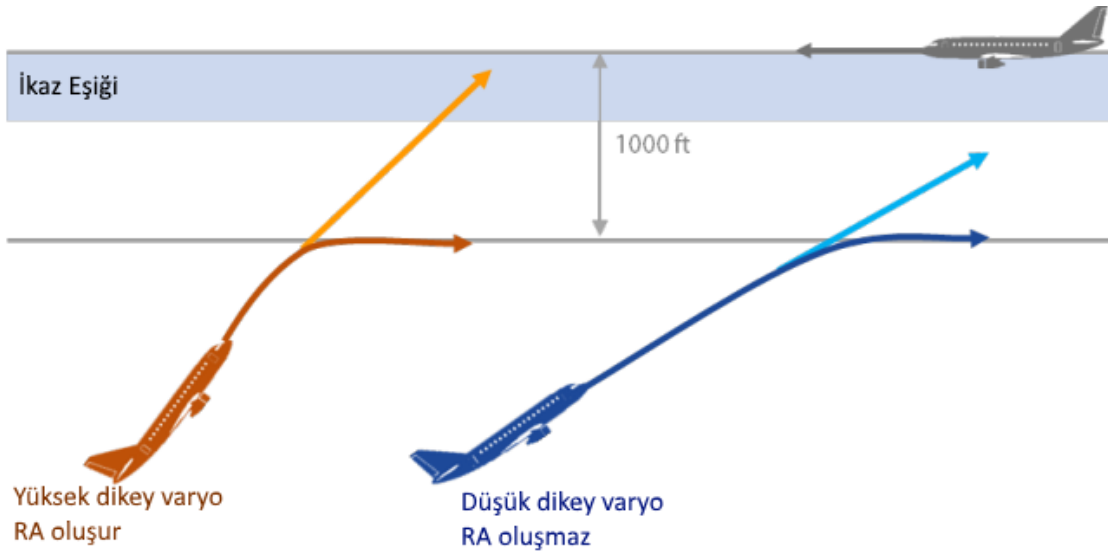
15.18.4.1. Bazı RA'lar, pilotlar veya kontrolörler tarafından, herhangi bir çarpışma riski olmadığı için, rahatsız edici verici veya gereksiz olarak algılanır. Bu tip bir RA'nın tipik bir örneği, iki hava aracı 1000 ft'lik dikey ayırmayla düz uçuşta olsa bile, sistem yaklaşma hızına ve dikey sürata dayalı olarak bir çarpışma riski teşhis ederse, bir *level off* RA olabilmektedir.

15.18.4.2. ICAO Annex 10'da, ACAS II'nin yokluğunda karşılaşmanın bir noktasında, yatay ve dikey ayırma FL100'in üzerinde 2.0 NM yada 750 ft'ten, FL100'in altında 1.2 NM yada 750 ft'ten daha az olmadıkça, bir RA'nın rahatsız edici olarak değerlendirileceğini belirtir. RA'nın rahatsız edici olup olmadığının değerlendirilmesi olay anında imkansızdır, ancak veri analizi yoluyla geriye dönük olarak güvenilir bir şekilde değerlendirilebilir.

15.18.5. Yüksek dikey varyo

15.18.5.1. Modern hava araçlarının performansı, pilotların yüksek dikey süratle tırmanmasına ve alçalmasına müsaade eder. Bu durum, operasyonel faydalar (yani yakıt veya zaman tasarrufu) sağlayabilirken, hava araçlarının müsaade edildikleri seviyelere yaklaşırken yüksek dikey varyoyla tırmanmaya/alçalmaya devam ettiğinde problemler oluşmaktadır. Bunun nedeni, RA oluşumunun hesaplanmasında; ACAS II'nin otopilot veya FMS girdilerini bilmemesi nedeniyle, yaklaşma hızları ve dikey süratin dikkate alınmasıdır. ATC talimatlarının doğru olarak uygulanması durumunda bile oluşabilir. Aynı anda başka bir hava aracı bitişik bir irtifaya yaklaşıyorsa, birleşik dikey süratler RA'ların oluşumunu hızlandırır.





Müsaade edilen irtifaya yüksek ve düşük dikey süratle yaklaşılmasının karşılaştırılması

15.18.5.2. RA'ların çoğu, müsaade edilen seviyede seviyeyi almadan önce 2000 ft içinde meydana gelir. Pilotlar ve kontrolörler genellikle bu RA'ları operasyonel olarak gerekli olmadığına karar verir ve bunlara "rahatsız edici" RA'lar olarak atıfta bulunur. Ancak, gerçek zamanlı olarak pilot, RA'nın gerçekten operasyonel olarak gerekli olup olmadığını değerlendiremez.

15.18.5.3. ICAO Annex 6'da, bir hava aracına tırmanma yada alçalma müsaadesi verildiğinde müsaade edilen seviyeye 1000 ft kala dikey süratin 1500 ft/dk'ya düşürülmesini tavsiye eder. Ancak, pilotların ATC talimatlarına⁵⁷ uyması gerekir. ICAO'nun varyoyu azaltma tavsiyesine uyulsa bile, bazı geometrilere bu RA'lar meydana gelebilir.

15.18.6. RA durumunda göz teması

15.18.6.1. Bazen pilotlar, tehdit oluşturan hava aracıyla göz teması ve arada yeterli ayırma olduğuna inanarak TCAS RA'yı uygulamazlar.

15.18.6.2. Bu konuda ICAO kuralları çok açıktır; TCAS RA durumunda pilot, hava aracının emniyeti açısından risk oluşturması durumu hariç, RA'yı uygulamak için derhal harekete geçecektir. Bu kural tüm hava sahaları ve tüm meteorolojik durumlarda geçerlidir. Gerçekte, pilotun gözle takip etmekte olduğu hava aracı ile tehlike oluşturan hava aracı farklı olabilir. Ayrıca, Avrupa Havacılık Emniyeti Ajansı (EASA), Emniyet Bülteninde, trafiğin göz temasına dayalı kaçınma manevralarının, tehdit trafikten kaçınmak için her zaman uygun araçları sağlamayabileceği ifade edilmektedir.

15.18.6.3. Göz temasına dayalı kaçınma manevraları ve özellikle RA'nın aksi yönünde manevralar, aşağıdakilerden dolayı her zaman başarılı bir kaçınmayı sağlamayabilir:

- Trafiğin yanlış tanımlanması;
- Trafiğin Kendi RA tavsiyesini uygulaması.

15.18.7. Uygunsuz pilot davranışları

15.18.7.1. Bazı TCAS hadiselerinde pilotların RA'ya uymadıkları, ters yönde manevra yaptıkları belirlenmiştir. Bu durumun başlıca sebepleri; TCAS displayi ve sesli ikazın yanlış

⁵⁷ Hava trafik kontrolörleri, trafiğin trafiklerin hızlı ve verimli bir şekilde devamını teminen gerekli ayırmayı sağlamak için dikey sürat tahditi kullanabilir.

yorumlanması, ATC talimatlarına öncelik verilmesi ya da (göz temasına dayalı olarak) kişisel kaçınmasını yapmak istemeleridir.

15.18.7.2. Uygun olmayan pilot davranışları; TCAS II performansını olumsuz yönde etkilediği gibi, çarpışma riskini (TCAS cihazı olmaması durumuna göre) ciddi derecede artırabilmektedir. Koordineli bir kaçınma söz konusu ise, uygun olmayan davranış, tehdit hava aracının TCAS II performansını da olumsuz yönde etkilemektedir.

15.18.8. Yakın paralel yaklaşımlar

15.18.8.1. ICAO⁵⁸ tarafından hava aracı uçuş esnasında, yakın paralel yaklaşımlar da dahil olmak üzere her zaman TCAS II TA/RA modunda çalıştırılması tavsiye edilmektedir. Yakın paralel yaklaşımlar, prosedürler doğru uygulandığında bile bazen gereksiz RA'lara sebep olabilir. Bununla birlikte, TCAS II tarafından sağlanan emniyet avantajı zaman zaman gereksiz olan RA'lar oluşsa bile büyük avantaj taşımaktadır. Ayrıca, yaklaşma hattının, başka bir hava aracı tarafından ihlal edilerek gerçek bir tehdit oluşturma ihtimali her zaman mevcuttur.

15.18.8.2. ACAS Xo, pistler arasında 3000 ft veya daha fazla mesafe bulunan paralel yaklaşımlar sırasında istenmeyen RA'ları önleyebilir.

15.18.9. Dönüş esnasında oluşan RA'lar

15.18.9.1. Uçuş esnasında RA'lar en büyük önceliğe sahiptir. Bu nedenle, dönüş yapan hava aracı, ihtiyaç duyulan dikey sürati uygulayabilmesi zor yada mümkün olmadığından, dönüşü durdurabilir. RA'ya uyum sağlama, herhangi bir ATC talimatından, müsaadelerden veya belirli bir rotayı takip etme gerekliliğinden önce gelir.

15.18.9.2. Dönüşü durdurmak hava aracını, tehdit hava araçlarına göre yatayda daha yakın bir konuma getirebilir, ancak TCAS durumu her saniyede değerlendirdiğinden, gerekirse RA'yi değiştirebilir. RA kaçınması söz konusu olduğunda pilotun, ATC talimatlarına uyması beklenmez

15.18.9.3. ICAO ACAS Manuelinde (Doc 9863), "mümkünse, kontrolörün talimatını uygulayın, örn. bir RA'ya uygun manevra yaparken aynı anda bir hava koridoru veya lokalizere intercept olmak için dönün." İfadesi yer alır.

15.18.10. Uçulabilir en yüksek irtifalarda oluşan RA'lar

15.18.10.1. Hava aracı, mevcut ağırlığı için maksimum uçuş seviyesinde uçtuğunda, bir TCAS RA oluştuğunda, pilotlar bu nedenle tırmanma yönünde RA'ya uyamayacaklarını düşünmemelidir. Bu durumlarda, süratin irtifa için yardımcı olacağı varsayılmaktadır. Bazı hava aracı tipleri, maksimum irtifalarda *Climb* RA'ları engelleyecek tahditler içerecek şekilde donatılmıştır

15.18.10.2. Hava araçlarının bu şekilde donatıldığına bakılmaksızın, bazı durumlarda bir RA'nın hava aracının kapasitesini aşması mümkün olabilmektedir. Bir stall uyarısı olması durumunda, stall'ın önlenmesi TCAS RA'dan daha önemli olduğu unutulmamalıdır.

15.18.10.3. Pilotlar, ihtiyaç duyulan dikey sürati göz önüne alarak, tüm RA'ları zamanında ve doğru olarak uygulamalı, asla ters yönde manevra yapmamalıdır.

15.18.11. Yalnızca TA modu işlemleri

15.18.11.1. Normal şartlar altında ACAS II'nin çalışma modu TA/RA'dır. Belirli koşullarda ve ilgili makam tarafından onaylandığında, ACAS II ile yalnızca TA modunda çalıştırılması kabul edilebilir.

⁵⁸ ICAO PANS-OPS ve ICAO ACAS Manueline bakınız



Bu, yakın mesafeli paralel yaklaşımları ve bir uçuş arızası veya performans sınırlama koşulu (bu, uçağın kullanım kılavuzunda belirtildiği gibi bir motor arızası veya acil iniş içerebilir) durumunda içerir.

15.18.11.2. Yalnızca TA modunu kullanan hava araçları, ACAS II tarafından sunulan emniyet korumasından yararlanmayacaktır

15.18.12. Asgari Ekipman Listesi

15.18.12.1. Asgari Ekipman Listesi (MEL), belirli ekipman geçici olarak çalışmaz durumdayken, belirli koşullara tabi olarak hava aracının işletilmesini sağlayan bir listedir. MEL hükümleri, ACAS II'nin hizmet dışı olduğu işlemlere de izin verebilir.

15.18.12.2. Buna izin verilen koşullar değişebilir. EASA Genel Ana Asgari Ekipman Listesi için Kolay Erişim Kurallarına göre, ACAS II Kategori C'ye girer, yani çalışmayan öğe, arızanın tespit edilmesinden 10 takvim günü içinde giderilmesi gerekmektedir. Ancak, bazı yerel makamlar ve/veya operatörler bu süreyi azaltabilir. Örneğin, Almanya hava sahasında ACAS II'nin çalışmayabileceği süre 3 güne düşürülmüştür. Bu tüm hava araçları için geçerlidir. Transponder düzeltme aralıkları farklı olmasına rağmen, ACAS II'nin operasyonel bir transponder olmadan çalışmayacağını belirtmek gerekir.

15.18.12.3. Ekipman ve uçuş planlama gereksinimleri herhangi bir zamanda değiştirilebilir. Hava aracı operatörleri, daha fazla bilgi ve güncel gereksinimler için ayrı ayrı Devlet makamlarına ve/veya yayınlarına (örneğin AIP'ler) başvurmalıdır.

15.18.12.4. Ulusal düzenleyiciler, bazı operatörler veya hava sahasının bölümleri için daha kısıtlayıcı süreler belirleyebilir. Bu hükümler kısa sürede değişebileceği unutulmamalıdır

15.18.12.5. Hava trafik kontrolörünün, bir hava aracında ACAS II olup olmadığını belirlemesi gerekli değildir ve ATC'nin ACAS II'nin hizmet verebilirliğini denetleme görevi de değildir⁵⁹.

15.18.13. Yerde ACAS II / Transponder Operasyonları

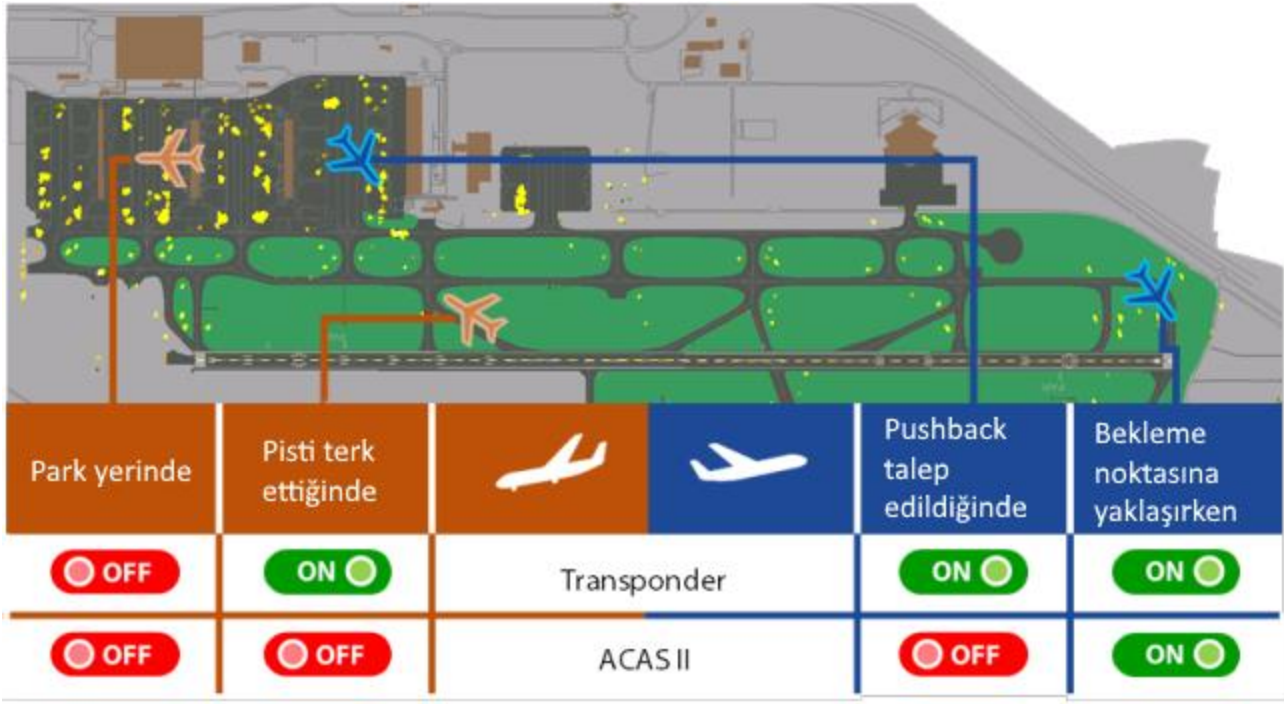
15.18.13.1. ACAS II hava aracı yerdeyken herhangi bir emniyet unsuru sağlamaz. ACAS II'nin yerdeyken çalıştırılması, havadaki ACAS II birimleri tarafından gerçekleştirilen gözetimi ve ATC radarlarının performansını düşürebilir. Bununla birlikte, ACAS Xa, gözetim için ADS-B kullanır ve ACAS Xa havaalanı yüzeyinde çalışırken (yani kendi hava aracı yerdeyken) aktif sorgulama yapmaz.

15.18.13.2. Yerdeyken, pilotlar verilen havalimanı için geçerli olan prosedürleri kontrol etmeli ve bunlara uymalıdır. Herhangi bir özel yerel prosedürün yokluğunda, pilotlar, kısa finalde herhangi bir hava aracının varlığını tekrar kontrol etmek için aktif bir pisti kat etmeden/girmeden önce ACAS II'yi kısa bir süre için açabilirler.

15.18.13.3. ACAS II/transponder operasyonlarının modları aşağıdaki şekilde açıklanmış ve gösterilmiştir.

⁵⁹ ICAO PANS-ATM Doc 4444, paragraf 15.7.3.1: "ACAS ile donatılmış hava araçlarına hava trafik hizmetlerinin sağlanması için uygulanacak prosedürler, ACAS donanımlı olmayan hava araçları için geçerli olanlarla aynı olacaktır".





ACAS II/transponderin yerde çalıştırılması.

15.18.14. ACAS II Cihazına Sahip Hava Araçlarının Önlenmesi

Bazı durumlarda, askeri savaş uçaklarının yardım, refakat etmek veya uçuşun emniyetini kontrol etmek için sivil bir uçağa müdahale etmesi gerekir.

Müdahale durumunda özel transponder işletim prosedürleri gereklidir, bu nedenle önlenen ACAS II donanımlı hava aracı, tehdit olarak algılamaz ve bir RA'ya yanıt olarak manevralar yapmaz. Bu tür manevralar engelleyici olabilir veya önleme nedenlerine bağlı olarak önleyici tarafından düşmanca niyetlerin bir göstergesi olarak yanlış yorumlanabilir.

Önlemler ve ACAS II operasyonları için ICAO hükümleri, Annex-2, ACAS EI Kitabı (Doc 9863) ve Sivil Hava Aracının Durdurulmasına İlişkin EI Kitabı (Doc 9433)'de yer almaktadır.

Önleme durumunda, iki senaryo dikkate alınmalıdır:

- askeri bir eskort göreviyle **gösteri amaçlı önleme**; ve
- **gizli önleme**, yani seçilen bir hedefe yönelik beklenmedik bir yaklaşım

15.18.14.1. Gösteri amaçlı önlemler

Gösteri amaçlı önlemler sırasında, TA'lara izin verilmesi, ancak önlenen hava aracındaki RA'ların önlenmesi gerekebilir. Bu nedenle, önleme yapan hava aracı barometrik irtifa raporlamasını devre dışı bırakmalı, ancak tüm sivil modları etkin tutmalıdır. Bu, önlenen uçaktaki ACAS II'nin önleyiciyi tespit etmesine izin vererek yalnızca TA'lar oluşmasını sağlayacaktır. ATC sistemleri de önleyiciyi irtifa bilgisi takip edebilir. Önleme FL155'in altında gerçekleşirse TA'lar oluşacak, üstünde gerçekleşirse önleme yapan hava aracı, önlenen hava aracının ACAS II trafik ekranlarında görünecek, ancak hiçbir TA oluşturulmayacaktır.

Önleme yapan hava aracı, önleme görevinin tamamlanmasından sonra irtifa bilgisini yeniden etkinleştirmelidir.



ACAS II'ye sahip bir hava aracında, önleme yapan hava aracının görünümü

15.18.14.2. Gizli Önlemler

Uzun süreli muhabere kaybı veya kanunsuz girişim gibi uçuş emniyetiyle ilgili bir endişe varsa, gizli önleme yapılacaktır.

Gizli önleme sırasında, önleme pilotu tüm sivil transponder modlarını ve ADS-B Out sinyalini devre dışı bırakmalıdır. Bu, önleme hava aracının, önlenen hava aracıyla ACAS II ikazları (TA'lar veya RA'lar) veya diğer durumsal farkındalık ikazları (ACAS II trafik ekranında) oluşmamasını sağlayacaktır. Bu işlem, ACAS II izleme aralığının (nominal olarak 14 NM) ve ADS-B In aralığının (ekipmana bağlıdır, ancak ACAS II aralığından önemli ölçüde daha uzak olabilir) dışında yapılmalıdır. Engelleme yapan hava aracının kalkışından önce tüm sivil transponder modlarının devre dışı bırakılması istenebilir.

Tüm sivil modlar devre dışı bırakıldığında, önleme yapan hava aracı yer tabanlı ATC sistemleri (PSR hariç) ve ADS-B alıcıları tarafından görünmez.

Bu prosedür, önlenen hava aracının, önleme yapan hava aracının pilotu tarafından dostane olmayan eylemler olarak yorumlanabilecek bir RA'ya (önleme yapan hava aracının neden olduğu) uyum sağlamak amacıyla kaçınma manevraları gerçekleştirmesini önleyecektir.

Önleme yapan hava aracı, önleme görevinin tamamlanmasından sonra transponderini yeniden etkinleştirmelidir.



ACAS II'ye sahip hava aracının gizli önlenmesi

15.18.15. İlave ACAS II yetenekleri

15.18.15.1. Airbus Otopilot/Uçuş Direktörü (AP/FD) kapasitesi

Airbus AP/FD (Otomatik Pilot/Uçuş Direktörü) TCAS yeteneği, otopilot devredeyse hava aracının otomatik olarak RA'yı uygulaması veya pilotun uçuş direktörü komutlarını⁶⁰ izleyerek RA'yı manuel uçuşuna izin veren bir rehberlik modudur. AP/FD TCAS, tüm A350 ve A380, Şubat 2017'den beri üretilen tüm A320 ailesine ve Nisan 2012'den bu yana üretilen tüm A330 hava araçlarında bulunmaktadır. AP/FD TCAS, A340'lar için mevcut değildir.

⁶⁰ EUROCAE (ED-224) tarafından yayınlanan ACAS ile bağlantılı Uçuş Yönlendirme Sistemi (FGS) için Minimum Havacılık Sistemi Performans Spesifikasyonunda (MASPS) belirtilmiştir.

Tasarımı gereği, otomatik AP/FD RA performansının, manuel olarak yapılan RA manevralarına eşdeğer veya daha iyi olduğu görülmektedir.

Bir AP/FD hava aracı RA ikazı aldığı anda, hava aracı otomatik olarak dikey süratini RA için ihtiyaç duyulan varyo artı 200 ft/dk olarak değiştirir. (RA'yı takip eden uçuş ekibine yardımcı olmak için), RA sıfır dikey sürat belirttiğinde (örneğin, *Level Off* RA), hava aracının varyosunu 0 ft/dk olarak değiştirecektir. Gerekli dikey manevra gecikmeden başlar. RA ikazı sonlandığında AP/FD fonksiyonu önceden seçilmiş irtifaya yönlendirir.

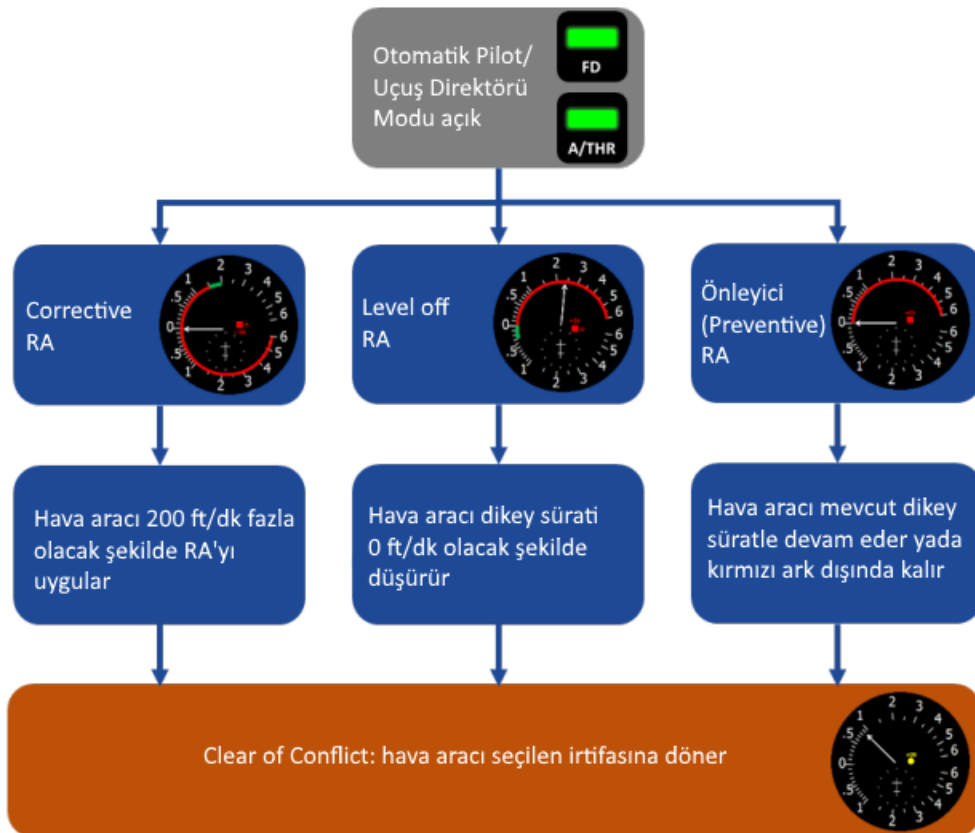
Uçulmaması gereken dikey sürat aralığının mevcut dikey sürate eşit olmadığı önleyici bir RA'ya yanıt olarak, hava aracı, mevcut dikey sürati uçulmaması gereken dikey sürat aralığının dışında tutarken amaçlanan rotada uçmaya devam edecektir. Hava aracının mevcut dikey sürati, RA'nın uçulmaması gereken dikey süratleri aralığındaysa, AP/FD modu, 200 ft/dk uygulayarak mevcut dikey sürati, uçulmaması gereken dikey sürat aralığının dışında olacak şekilde değiştirir.

Bir *Monitor Vertical Speed* RA'sına yanıt verirken, AP/FD modu yine de herhangi bir otomatik pilotla programlanmış irtifayı yakalamaya (aşağıdaki şekle bakınız) çalışır.

RA uyum manevrası, sırasıyla 3, 4 veya 5 saniyeden fazla olmayan bir gecikme ve 0,15, 0,20 veya 0,25 g'lık hızlanmalarla başlar. Bu uyum parametreleri tüm RA'lara uygulanır (*Increase* ve *Reversal* RA'lar dahil).

RA sonlandırıldığında, AP/FD işlevi, hava aracını seçilen irtifaya yönlendirecektir. Tüm düşük irtifa tahditleri uygulanır.

AP/FD modu RA'ları, manuel olarak uçulan RA'larla aynı doğrultuda ilk fırsatta ATC'ye bildirilmelidir.

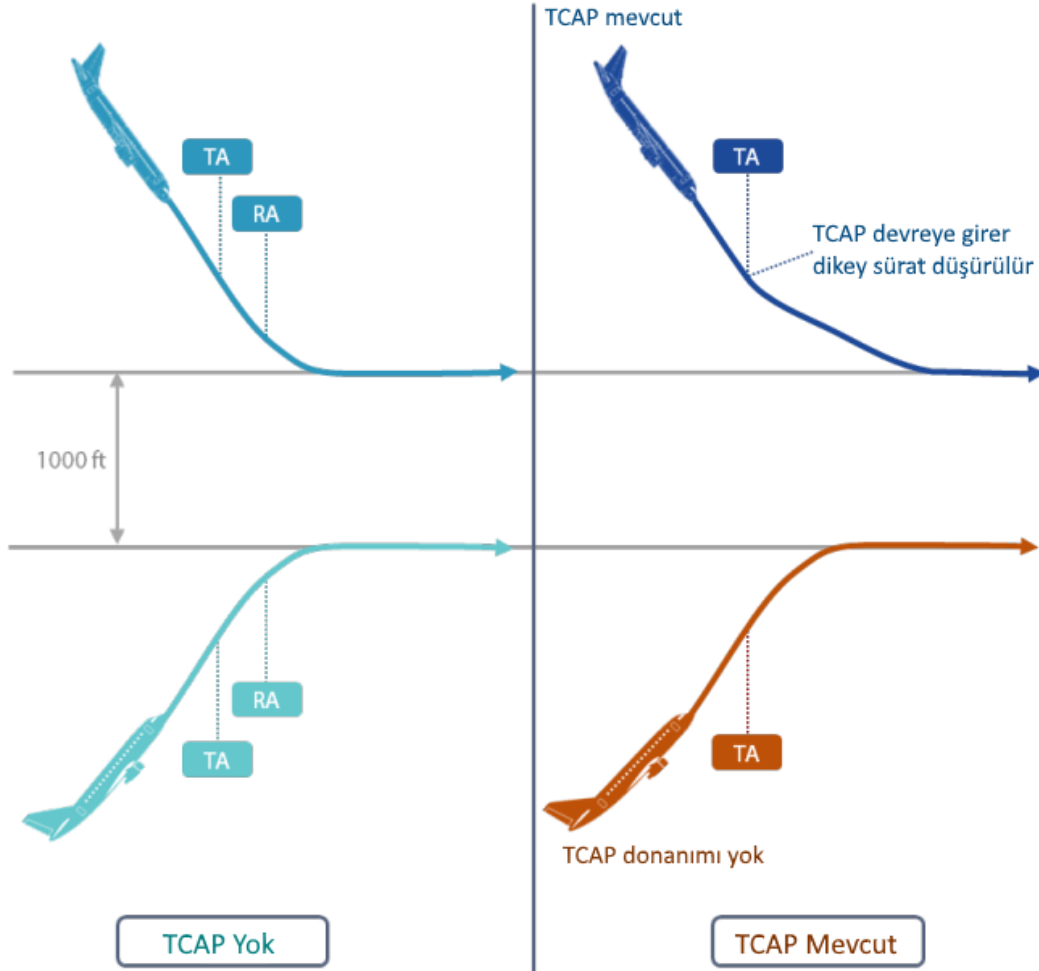


Airbus AP/FD Mode

15.18.15.2. Airbus TCAS İkaz Önleme (TCAP) işlevi

1000 ft'lik yatay geometrilere RA'ların oluşmasını önlemek için Airbus tarafından bir TCAP⁶¹ (TCAS Alert Prevention_Uyarı Önleme) işlevi kullanılmaktadır. TCAP işlevi, A350, Temmuz 2013'ten bu yana teslim edilen A380, Ekim 2017'den bu yana üretilen tüm A330 uçaklarında ve 2021'den sonra üretilen tüm A320 ailesine kurulur. Bir TA oluşturulduktan ve otomatik pilot ve/veya uçuş direktörü devreye girdikten sonra, seçilen irtifaya yaklaşan hava aracının dikey süratini azaltan, bir sistem (aşağıdaki şekle bakınız) kullanılır.

TCAP işlevi, uçuş yönlendirme bilgisayarının geleneksel irtifa yakalama işlevini tamamlayıcı niteliktedir.



TCAP işlevselliği olmayan ve bu işleve sahip hava araçlarının karşılaştırılması.

15.18.16. ACAS II operasyonel performans takibi

ACAS II'nin uçuş emniyetine yönelik faydalarını sağladığından emin olmak ve tasarım eksikliklerini, operasyonel veya eğitim sorunlarını tespit etmek için ACAS II performansı izlenmelidir.

Yer tabanlı Mode S radarları, ACAS kabiliyeti ve RA mesajlarını almak için kullanılabilir. Bu mesajlardan ilki, ACAS versiyonu ve operasyonel mod (kapalı, yalnızca TA, TA/RA) hakkında bilgi sağlar, ikincisi, oluşan RA'nın türünü ve dahil olan diğer hava aracının kimliğini belirlemek için

⁶¹ EUROCAE (ED-224) tarafından yayınlanan ACAS ile bağlantılı Uçuş Yönlendirme Sistemi (FGS) için Minimum Havacılık Sistemi Performans Spesifikasyonunda (MASPS) belirtilmiştir.

kullanılabilecek bilgiler sağlar. RA *downlink* mesajları, hava aracında oluştuğunda, RA'lar hakkında bilgi sağlar (radar dönüş döngüsü zamanına kadar bir gecikme ile). Mode S RA *downlink* mesajlarının formatı, TCAS II ve ACAS Xa için farklıdır. Aynı bit seti kullanılmasına rağmen, farklı şekilde atanmışlardır. Ek olarak, çok yönlü alıcılar, RA yayını veya koordinasyon mesajlarını almak için kullanılabilir. TA'lar için *downlink* oluşmaz.

Hava aracı operatörleri, Uçuş Verisi İzleme, Uçuş Verisi Kayıt Cihazları ve özel ACAS kayıt cihazlarını kullanarak RA'ların sıklığını ve ayrıca RA'lara verilen pilot yanıtlarının kalitesini izleyebilir. IATA (Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği) ve EUROCONTROL, pilotların RA'lara uygunluğunun değerlendirilmesinde hava aracı operatörlerine yardımcı olmak için bu tür değerlendirmelere ilişkin Kılavuz Materyali⁶² yayınlamıştır.

15.18.17. ACAS II hadiselerinin araştırılması

RA'lar nispeten nadir oluşur, oluştuğunda ise hızlı bir şekilde gelişir ve pilotları şaşırtabilir. Pilotlar RA'ları uygulamak üzere eğitilmiş olsalar da, bu hadiseler özellikle streslidir ve ağır iş yükü içerir.

RA'lar, olay anında tüm verilerin tam bir resmine sahip olmayan birden fazla tarafı içeren karmaşık hadiselerdir. Pilotlar bazen sesli ikazları yanlış yorumlayabilir. Sonuç olarak, RA'ların yararlılığı veya doğruluğu hakkında sonuçlar çıkarmak, yalnızca kayıtların ve diğer verilerin araştırılması ve incelenmesi yoluyla ancak geriye dönük olarak güvenilir bir şekilde yapılabilir.

ACAS II performansının değerlendirilmesi, her iki hava aracının da gerçek uçuş rotalarına erişim gerektirir. Araştırma, hadisenin gerçek nedenlerini belirlemeli ve eğitim eksikliklerini veya operasyonel hataları bulmalıdır. Sonuç, ekipmanla ilgili önceden bilinmeyen sorunları da ortaya çıkarabilir.

15.18.18. ACAS II ve ATC operasyonları

ACAS II ile donatılmış hava araçlarına sağlanan hava trafik hizmetleri, donatılmamış olanlarla aynıdır. Özellikle, çarpışmaların önlenmesi ve ayırmanın sağlanması, hava araçlarında ACAS ekipmanı olup olmamasına bağlı değildir.

Bazı durumlarda, RA'lar, özellikle hava aracı ATC müsaadesinden saptığında, üçüncü bir hava aracıyla çarpışma olasılığı nedeniyle kontrolörler tarafından kabullenilmeyebilir. Bir RA'nın uygulanması, RA'ya neden olan hava aracı veya üçüncü bir hava aracı ile ATC ayırma kaybıyla sonuçlanabilir. Bu olasılığa ilişkin endişeler anlaşılabilir (ve göz ardı edilemez) olsa da, çarpışmadan kaçınma ihtiyacı önceliklidir. ACAS II aynı anda birkaç tehdidi işleyebilir ve uygun bir RA sağlayabilir, bu nedenle ATC müsaadesinden sapma bir uyumsuzluğa neden olursa, ACAS II etkin bir şekilde yanıt verecektir.

Kontrolörlerin rahatsız edici bulunduğu en yaygın durum, iki hava aracının aynı anda 1000 ft'lik ayırma planlanmış olmasına rağmen, seviye değişikliği yapan hava aracının müsaade edilen seviyeye yaklaşırken yüksek dikey sürati muhafaza etmesi nedeniyle RA'ların tetiklendiği durumlardır.

ATC müsaadesinden sapma gerektiren RA'ların çoğu için dikey sapma birkaç yüz ft'i geçmemelidir.

ACAS II operasyonu, mutabık kalınan görerek ayırmadaki irtifa kat edişleri ile uyumlu olmayabilir. Bu durumlarda, RA'lar tetiklenebilir ve kontrolör tarafından trafik bilgisi verilse de pilotu RA'yı görmezden gelemez.

⁶² Kılavuz Materyali IATA'dan edinilebilir. SKYbrary web sayfasından daha fazla bilgi edinilebilir.





Hava aracının yakın olması ve bir RA raporunun olmaması durumunda, kontrolörler, RA tarafından muhtemelen oluşabilecek dikey yönde talimat vermek yerine çarpışma riskini azaltmaya yardımcı olabilecekleri için yatay yönde vektör verebilir. Ancak, kontrolörler, halihazırda bir RA'ya yanıt verirken, pilotun aynı anda hem hava aracını döndürüp hem de RA'yı uygulayamayacağını (ve dolayısıyla RA'ya öncelik vereceğinin) farkında olmalıdır.

15.18.19. ACAS II ve yer tabanlı Kısa Vadeli Çatışma İkazı (STCA)

Hava trafik kontrolörlerine, ayırma minimumlarının potansiyel veya fiili ihlali konusunda, yer tabanlı bir sistem olan Kısa Vadeli Çatışma İkazı (STCA) yardımcı olur. ACAS II ve STCA, birbirlerinden bağımsız olarak çalışır (tek ortak veri kaynağı, uçak transponderlerinden gelen irtifa raporlarıdır). ACAS II ve STCA birbiriyle tamamen uyumlu değildir. İdeal olan, STCA'nın ilk RA'dan en az 30 saniye önce ikaz üretmesi iken, STCA bazen önemli ölçüde daha sonra (bazen RA'dan sonra bile) tetiklenebilir. Özellikle ani, beklenmedik manevralar söz konusu olduğunda, yeterli ikaz süresinin sağlanması her zaman mümkün olmamaktadır.

STCA ve TCAS II'nin kontrolör ve pilot niyetleri ve eylemleri hakkında hiçbir bilgisi yoktur⁶³ veya sınırlı bilgisi vardır. Bu nedenle, bir kontrolör bir ayırma kaybını önlemek için bir talimat(lar) verdiğinde, pilot zaten kontrolörün talimatına karşılık gelen bir manevra başlatmış olsa bile STCA ve/veya TCAS II ikazı tetiklenebilir.

	 STCA (Yer Sistemi)	 ACAS II (uçuş sistemi)
Performans	Yere dayalı gözetim, 4 ila 10 saniyelik güncelleme hızına ve iyi azimut çözünürlüğüne sahiptir. Genellikle birden çok veri kaynağına dayalı track'ler (ACAS II tek veri kaynağına sahiptir)	ACAS II gözetim işlevi, 1 saniyelik güncelleme hızına ve potansiyel olarak zayıf azimut çözünürlüğüne sahiptir.
Dikey takip	STCA, bildirilen irtifalara dayalı olarak izlenen irtifa ve dikey hızı kullanır (25/100 ft hassasiyet)	ACAS II, 1 ft hassasiyetle kendi irtifasını ve dikey süratini bilir.
Operasyon	STCA, olası veya gerçek (önemli) ayırma kaybını algılar, ancak çözüm önerisi sunmaz	ACAS II, çarpışma ihtimalini hesaplar, CPA'da yeterli dikey ayırma sağlamak için çözüm tavsiyesi sunar.
Öngörülebilirlik	STCA standartlaştırılmamıştır, ancak operasyonel ortam için değişen derecelerde optimize edilmiştir.	ACAS II tamamen standardize edilmiştir.
Muhabere	Readback/hearback'e bağlı talimatlar sağlayarak tamamlanır.	Sınırlı (pilot kaçınmayı rapor etmesi her zaman zamanında mümkün değildir)
Verimlilik	Sadece kontrolör durumu hemen değerlendirdiğinde, pilota uygun bir talimat verir ve pilot talimatı uyguladığında.	Yalnızca pilot RA'yı derhal ve doğru bir şekilde takip ettiğinde.

STCA ile ACAS II arasındaki farklılıklar

⁶³ Bazı STCA sistemleri, ikazları optimize etmek ve operasyonel olarak istenmeyen ikazların sayısını azaltmak için hava aracı downlink parametrelerini (Seçili Uçuş Seviyesi gibi) kullanır.



15.19. ACAS II Gözetim

15.19.1. Gözetim Fonksiyonu

Gözetim işlevi, ACAS II donanımlı bir hava aracının, çevreleyen ICAO uyumlu Mode S ve Mod A/C transponderleri sorgulamasını sağlar. Ayrıca ACAS Xa, performansını artırmak için ADS-B sinyallerini de kullanabilir. İhtiyaç, tehdit hava aracının göreceli konumlarını ve irtifalarını belirlemektir.

ACAS II aynı anda en az 30 hava aracını takip edebilir. ACAS II'nin gerekli nominal izleme aralığı 14 NM'dir. Yüksek trafik yoğunluğu durumunda, parazit sınırlama özelliği sistem aralığını yaklaşık 4,5 NM'ye düşürebilir. Menzil arttıkça gözetim emniyeti azaldığından, ekipman olası çarpışma tehditlerini esas olarak maksimum 12 NM menzil içindeki hedefler olarak değerlendirir. Genel olarak, TCAS II için 12 NM aralığının dışındaki hiçbir hedef için bir RA üretmeyecektir. ACAS II sistemleri, ACAS donanımlı hava araçlarından 30 NM mesafeye kadar yayın sorgulamalarını algılayabilir. Hedef sayısı, 14 NM'ye kadar herhangi bir aralıkta gözetleme kapasitesini aşarsa, uzak mesafedeki hedefler sorgulanmaz.

ACAS II ekipmanı, irtifa bilgisi kendi irtifasının 10.000 ft içinde olduğunu göstermedikçe bir hedefi sorgulamaz.

Kendi hava aracı, ACAS II hesaplamaları için irtifa kaynağı olarak hava veri bilgisayarını (tipik olarak 1 ft'lik artışlarla kendi irtifasını rapor eder) kullanacaktır. Tehditler için kullanılan irtifa, Mode S donanımlı uçaklar için 25 ft'lik artışlarla (mevcut olduğunda) veya A/C Modu için 100 ft'lik artışlarla olacaktır.

15.19.1.1. Mode S transponderleri ile donatılmış tehditler

Mode S donanımlı hava aracının ACAS II gözetimi, Mode S aktarıcısının seçici adres özelliğine dayanmaktadır. ACAS II, Mode S transponderleri tarafından saniyede bir gönderilen spontane sinyalleri (*squitters*) dinler. Transponderin bireysel Mode S 24-bit adresi *squitter* içinde bulunur. Başka bir hava aracı⁶⁴, kendi hava aracı ile aynı 24 bitlik adrese sahipse, track görmezden gelinir.

Bir *squitter* alınmasının ardından, ACAS II, mesajda bulunan Mode S 24-bit adresine bir Mode S sorgulaması gönderir. ACAS II, tehdit hava aracının menziline, yön ve irtifasını belirlemek için alınan cevabı kullanır.

İrtifa bilgisi sağlamayan bir Mode S transponderi ile donatılmış bir hava aracı izlenecek ve irtifasız hedef olarak gösterilebilecektir.

ACAS II, menzil içerisindeki her bir Mode S hava aracının menziline, yönünü ve irtifasını takip eder. Bu veriler, TA'lar veya RA'lar için gerekliliği belirlemek için çarpışmadan kaçınma amacıyla kullanılır.

15.19.1.2. Mode A/C transponderleri ile donatılmış tehditler

ACAS II, Mode A/C aktarıcılarını sorgulamak için değiştirilmiş bir Mode C sorgulaması kullanır. Bu sorgulama, Mode C sadece *all-call* olarak bilinir. Mode A/C transponderlerinden gelen cevaplar menzil, yön ve irtifa olarak izlenir. Bu veriler, TA'lar veya RA'lar için gerekliliği belirlemek için çarpışmadan kaçınma mantığına gönderilir.

⁶⁴ Bunun olmaması gerekirken (Mode S 24-bit adresleri bireysel hava aracı gövdelerine atandığından), raporlar, transpondere programlanmış yanlış bir 24-bit adresle çalışan nadir hava aracı hadiseleri olduğunu göstermektedir.



Tehdit hava aracı bir Mode A/C transponder ile donatılmış ancak irtifa bilgisi sağlamıyorsa, bu hava aracı bir irtifasız hedef olarak izlenir.

15.19.1.3. ADS-B ile donatılmış tehditler (transpondere ek olarak)

Mode S (veya Mode A/C) transpondere ek olarak bir ADS-B tehdit hedef tespit edildiğinde, gözetim sorgulamalarının sayısını azaltmak için ADS-B konumu hem TCAS II hem de ACAS Xa tarafından kullanılabilir. Ek olarak, ACAS Xa, çarpışmadan kaçınma amacıyla menzil, irtifa ve yön tahmin etmek için ADS-B mesajlarını kullanacaktır (aktif gözetim bilgileri geçerli olduğu sürece).

15.19.1.4. Yalnızca ADS-B ile donatılmış tehditler

Yalnızca ADS-B konum bilgisi sağlayan hava araçları TCAS II tarafından takip edilmez. Bir seçenek olarak, ACAS Xa yalnızca ADS-B'yi takip edecek; ancak, bu tür hava araçlarına karşı yalnızca TA'lar oluşturulacak, ancak RA'lar oluşturulmayacaktır.

15.19.1.5. Yalnızca A Modu transponderleri ile donatılmış tehditler

ACAS II, Mod A sorgulamalarını kullanmadığından, yalnızca Mode A transponderleri ile donatılmış hava araçları ACAS II tarafından takip edilemez.

15.19.2. Parazit Sınırlama

Gözetim işlevi, 1030/1090 MHz bandında elektromanyetik paraziti sınırlayan bir mekanizma içerir. Her ACAS II ünitesi, kendi gönderilerini sınırlamak üzere tasarlanmıştır. ACAS II, cevaplayıcının Mode S 24-bit adresini içeren bir ACAS II mesajının her 1 veya 8 saniyede⁶⁵ bir yayınlanması nedeniyle, kaveraj içindeki ACAS birimlerinin sayısını belirler. ACAS birimlerinin sayısı belirli bir seviyenin üzerine çıkınca sorgulamaların sayısı ve gücü azalır.

İlave olarak, FL180'den daha düşük irtifalardaki yoğun trafik sahalarında, genellikle saniyede 1 olan sorgulama hızı, tehdit oluşturmadığı kabul edilen, kendi hava aracından en az 3 NM uzaklıkta bulunan ve herhangi bir ikazı tetiklemeyen tehditler için sonraki 60 saniye boyunca 5 saniyede 1 olur. Bu mekanizmaya "azaltılmış gözetim" denir.

Bu parazit sınırlama teknikleri, kendi TCAS sorgulamasının çok fazla olması nedeniyle transponderin aşırı yüklenmesini önlemeyi amaçlar ve diğer TCAS hava araçlarından gelen sorgulamalara yanıt verir. Sonuç, çok yüksek yoğunluklu hava sahalarında, TCAS gözetim aralığının (uçuş ekibine herhangi bir gösterge olmaksızın) 5 NM'ye kadar düşürülebilmesidir.

15.19.3. Yüksek Yoğunluklu Hava Sahasında ACAS II Performansı

Terminal sahalarında ve büyük havaalanlarının yakınında yüksek yoğunlukta hava aracı bulunabilir. Örneğin, ACAS II donanımlı hava araçlarına ek olarak, transponder donanımlı helikopter veya planör kümeleri bulunabilir. Bu durum, ACAS II performansını aşağıdaki şekillerde olumsuz etkileyebilir:

- ACAS II donanımlı hava araçları yüksek yoğunluğu, ACAS II ünitesinin gözetleme menzilini yaklaşık 4,5 NM'ye düşürebilir.
- Mod A/C transponderlerinin yüksek yoğunluğu, *garbling* ve ilgili yanıtların kaybına yol açabileceğinden, ACAS II izleyici performansı düşebilir ve sonuç olarak ACAS II'nin etkili çarpışmayı önleme yeteneği sınırlanabilir.

⁶⁵ Daha eski TCAS II kurulumları için (2013'ten önce) her 8 saniyede bir ve daha yeni TCAS II kurulumları ve tüm ACAS Xa kurulumları için 1 saniyede bir.



15.19.4. Hibrid Gözetim

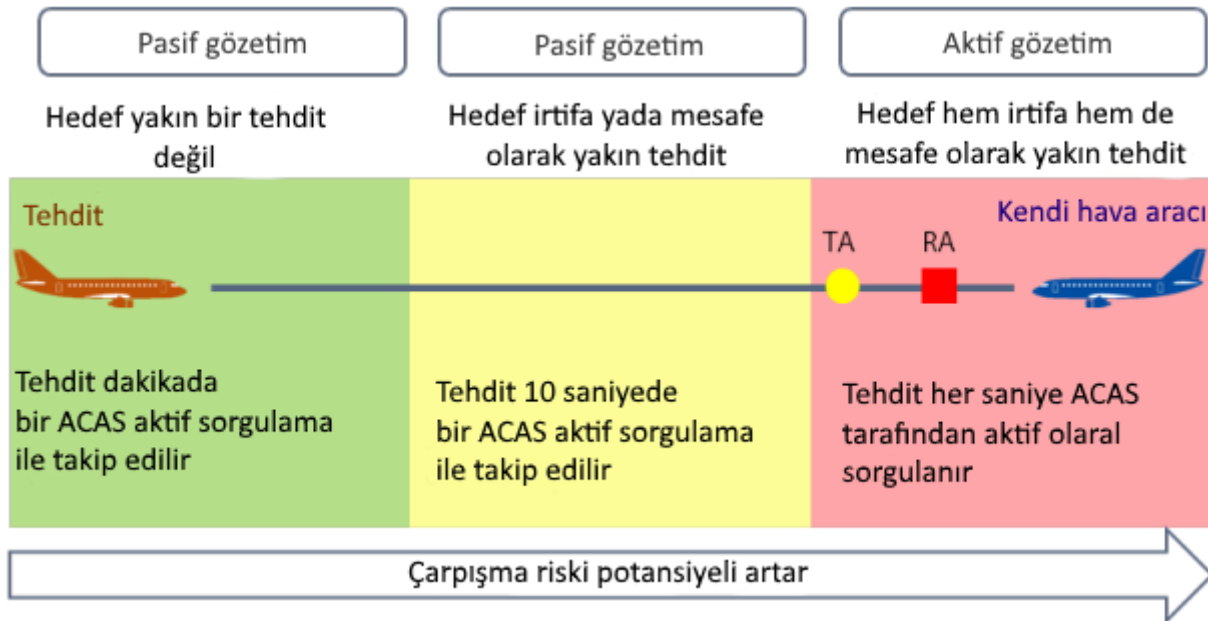
Hibrit gözetim, bir hava aracının ACAS II ünitesi tarafından yapılan Mode S gözetleme sorgulamalarının sayısını azaltan bir yöntemdir. ACAS Xa sistemleri için standart olan özellik, ilk olarak TCAS II v7.1 için bir seçenek olarak sunulmuştur.

Aktif gözetim ile ACAS II, sorgulamaları tehdit hava aracının transponderine iletir ve alınan cevaplardan tehdit hava aracının menzil, yön ve irtifa bilgilerini. Pasif gözetleme ile, yerleşik bir navigasyon kaynağı tarafından sağlanan konum verileri, tehdit hava aracının Mode S transponderinden yayınlanır. Konum verileri genel olarak GNSS'ye dayalıdır ve Mode S *extended squitter*, yani 1090ES olarak da bilinen 1090 MHz ADS-B kullanılarak kendi hava aracı tarafından alınır.

Hibrit gözetimin amacı, ACAS II'nin emniyeti ve etkinliğinde herhangi bir bozulma olmaksızın, Mode S *extended squitter* aracılığıyla sağlanan doğrulanmış ADS-B verilerinin kullanımı yoluyla ACAS II sorgulama oranını azaltmaktır.

Hibrit gözetim ile donatılmış TCAS II üniteleri, doğrulama kriterlerini karşılayan ve yakın vadeli çarpışma tehditleri olarak tahmin edilmeyen tehditleri izlemek için aktif gözetleme yerine pasif gözetleme kullanır. ADS-B verileri ACAS Xa tarafından hem hibrit gözetim hem de tehdit çözümü için kullanılırken, TCAS II v7.1, ADS-B'yi yalnızca hibrit gözetim için kullanır, tehdit çözümü için kullanmaz.

Tehdit olarak algılanan herhangi bir hedefi izlemek için aktif sorgulamalar kullanılır. (aşağıdaki şekle bakınız)



Hibrit gözetim – pasif gözetimden aktif gözetime geçiş.

15.19.5. Hava-Yer ve Hava-Hava İletişimi

ACAS hava-yer ve hava-hava iletişim mesajları (aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi), ACAS II'nin emniyetli ve güvenilir çalışması için kritik öneme sahiptir. Her şeyden önce, uyumlu RA'ların seçilmesini sağlarlar. Ayrıca, hadise araştırmaları, RA izleme veya ATC işlemleri (yani, kontrolörlere RA *downlink* ekranı⁶⁶) amacıyla RA etkinliğinin yerde tespiti edilmesine izin verirler.

⁶⁶ Kontrolörlere RA *downlink* gösterimi, yalnızca az sayıda ANSP tarafından uygulanmaktadır. ICAO, RA *downlink* işlemleri için herhangi bir hüküm yayınlamamıştır.

15.19.5.1. RA kordinasyonu

TCAS II veya ACAS Xa ile donatılmış iki hava aracı arasındaki karşılaşmalarda, bir RA oluşuktan sonra her bir hava aracı, çözüm tavsiyesi uyumluluğunu sağlamak için Mode S veri bağlantısı aracılığıyla diğer hava aracına 'sorgulama' gönderir. Koordinasyon sorgulamaları, gözetim sorgulamaları olarak aynı 1030/1090 MHz kanallarını kullanır ve RA kaçınma süresi boyunca her bir hava aracının Mode S transponderi tarafından saniyede en az bir kez iletilir.

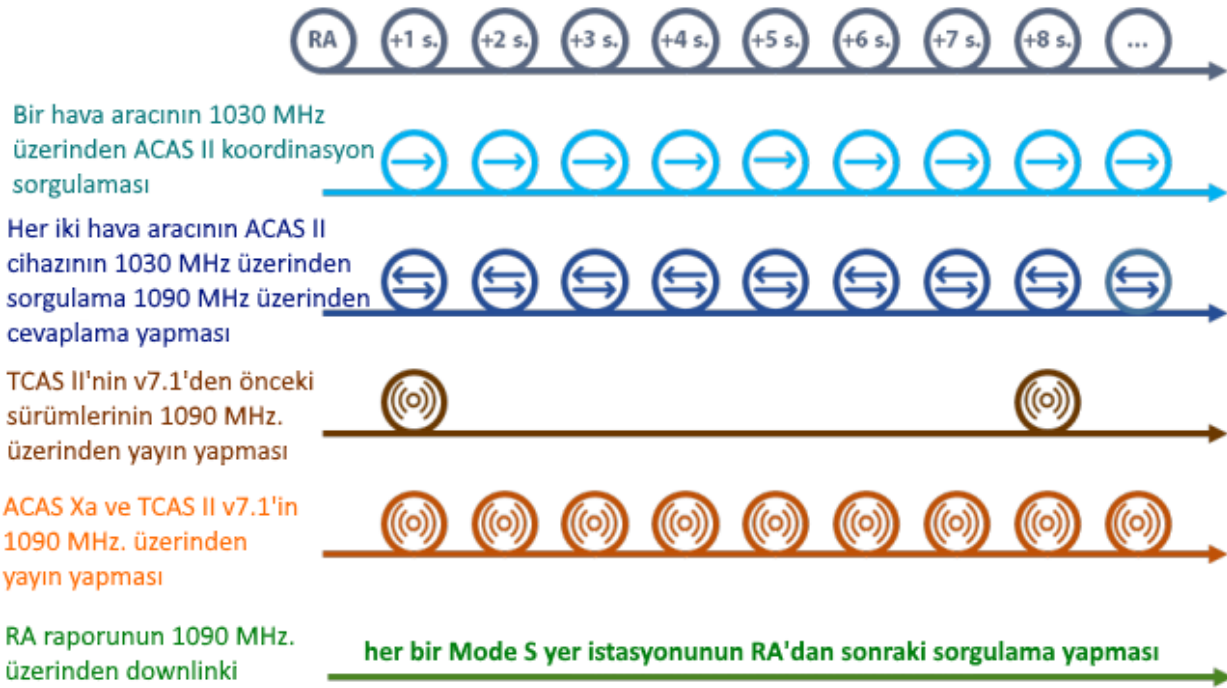
15.19.5.2. RA raporu

ACAS II, Mode S veri bağlantısını kullanarak RA Raporlarını Mode S yer istasyonlarına (*downlink*) gönderebilir. Bu bilgi, Mode S transponderinin bilgi talep eden bir Mode S yer istasyonundan gelen sorgulamaya verdiği 1090 MHz cevabında yer alır. TCAS II ve ACAS Xa'daki RA raporları için aynı bit seti kullanılmasına rağmen, bunlar farklı şekilde atanmışlardır, dolayısıyla yorumlamaları aynı değildir.

15.19.5.3. RA yayın mesajları

ACAS II ayrıca 1030 MHz'de otomatik olarak iletilen bir RA Yayın Mesajı sağlar. RA Yayın Mesajı, yerdeki 1030 MHz alıcılar için tasarlanmıştır. Bu yayın, ilk kez bir RA uçuş ekibine gösterildiğinde ve ACAS Xa ve daha yeni TCAS II sistemi⁶⁷ için saniyede bir veya eski TCAS II sistemleri için her 8 saniyede bir yeniden yayınlandığında sağlanır. Son RA Yayın Mesajı, RA sonlandırıldığında gönderilir.

RA'nın (*Clear of Conflict mesajı*) sona ermesinden sonraki 18 saniye boyunca, hem RA Raporu hem de RA Yayın Mesajı, RA'nın artık pilota gösterilmediğini belirten bir RA sonlandırıldı göstergesi içerir.



Hava-yer ve hava-hava iletişim zaman çizelgesi.

⁶⁷ TCAS II MOPS'ta (RTCA DO-185B ve EUROCAE ED-143), yeniden yayın sıklığını her 8 saniyede bir'den saniyede bir'e çıkarmak için 2013'te bir değişiklik yapıldı. Güçlendirme için herhangi bir gereklilik olmadığından, daha yeni ekipman RA Yayınını daha sık gönderirken eski cihazlar her 8 saniyede bir iletmeye devam edecektir.



15.20. TCAS II Sistemi

15.20.1. TCAS II çarpışma önleme mantığı

15.20.1.1. Kavram

TCAS II çarpışmadan kaçınma mantığı veya CAS (*Collision Avoidance System*) mantığı iki temel konseptte dayanmaktadır: ikaz süresi ve hassasiyet seviyeleri. CAS parametreleri kesin olarak tanımlanmış olsa da, çarpışmadan kaçınma mantığının karmaşıklığı, gerçek zamanlı olarak kesin davranışın tahmin edilmesini zorlaştırır.

Hassasiyet seviyesi, irtifanın bir fonksiyonudur ve koruma seviyesini tanımlar. Yüksek irtifada hassasiyet daha fazladır (ikaz süresi daha fazladır). İkaz süresi, esas olarak, CPA'ya kadar tahmini gidilecek süreye (mesafeye değil) dayanır. İkaz süresi, düşük kapanma oranları durumunda ek menzil koruması sağlar.

15.20.1.2. İkaz Süresi

TCAS II, nispeten kısa süre ölçeklerinde çalışır. Bir TA için nominal maksimum oluşturma süresi, CPA'dan 48 saniye öncedir. Bir RA için süre 35 saniyedir. Düşük irtifalarda süre ölçekleri daha kısadır. Beklenmeyen veya ani manevralar, çok daha kısa sürede bir RA'nın oluşmasına neden olabilir. Bir tehdit yakınsa, bir RA'nın öncesinde bir TA oluşmaması bile mümkündür.

15.20.1.3. Hassasiyet Seviyeleri

Mantığın sağlanması gereken koruma ile mantığın gereksiz ikazlar arasında bir denge gereklidir. Bu denge, TCAS II donanımlı her bir hava aracının etrafındaki teorik bir "korunan hacmin" boyutlarını ayarlayan Hassasiyet Seviyesinin (SL) kontrol edilmesiyle sağlanır. Hassasiyet seviyesi, kendi hava aracının irtifasına bağlıdır ve 1 ile 7 arasında değişir. SL ne kadar büyük olursa, o kadar fazla koruma sağlanır. SL ayrıca, her iki hava aracına da uygulanan iki SL'den yüksek olanı ile, ACAS donanımlı her tehdit ile koordine edilir⁶⁸. Ancak, ALIM (düzeltici RA'lar için eşik) yalnızca her bir hava aracının kendi irtifasına göre belirlenir. İki hava aracından biri SL2'deyse (yalnızca TA modu), tehditin SL'sinden bağımsız olarak SL2'de kalacaktır. TCAS II, hava aracının SL2 veya SL3'te olup olmadığını belirlemek için kullanılan yerden yüksekliği tahmin etmek için radar/radyo altimetre bilgilerini (mevcut olduğunda) kullanır. SL3'ün ötesinde barometrik irtifa, hava aracının hangi SL'de olduğunu belirlemek için kullanılır.

15.20.1.4. Operasyon Modları

TCAS II mantığı, TCAS II/transponder çalışma modlarını aşağıdaki gibi hassasiyet seviyelerine dönüştürür:

- Pilot tarafından "**STAND-BY**" modu seçildiğinde, TCAS II ekipmanı sorgulamaları iletmez. Normalde bu mod, hava aracı yerdeyken veya bir sistem arızası olduğunda kullanılır. SL1 varsayılır.

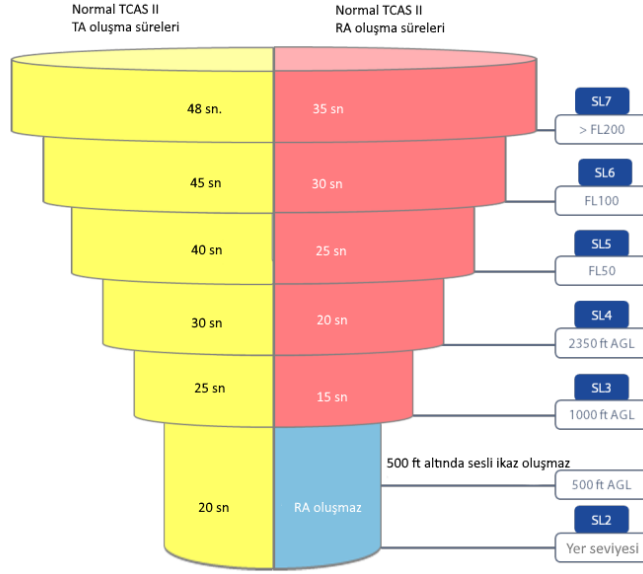
- "**TA-ONLY**" modunda, TCAS II ekipmanı gözetim işlevini yerine getirir. Ancak, yalnızca TA'lar sağlanır. Ekipman herhangi bir RA sağlamaz. "TA-ONLY" bir hava aracı, diğer TCAS II hava araçları tarafından donanımsız olarak değerlendirilecektir. SL2 varsayılır.

- Pilot "**OTOMATİK**" veya "**TA/RA**" modunu seçtiğinde, TCAS II kendi hava aracının mevcut irtifasına göre otomatik olarak SL'yi seçer. SL2, TCAS II hava aracı, radar/radyo altimetresi

⁶⁸ Hassasiyet seviyeleri ACAS Xa'da RA seçimi yapmak için kullanılmaz, sadece eski TCAS II sistemleriyle birlikte çalışabilirliği korumak için kullanılır. ACAS Xa, asla SL3'ten daha yüksek bir seviyede çalışmayı göstermez. Bu, ACAS Xa'nın, SL3'ten daha yüksek tehdit hava aracı hassasiyet seviyelerinden etkilenebilecek TCAS II tavsiye belirlemesini etkilememesini sağlar.



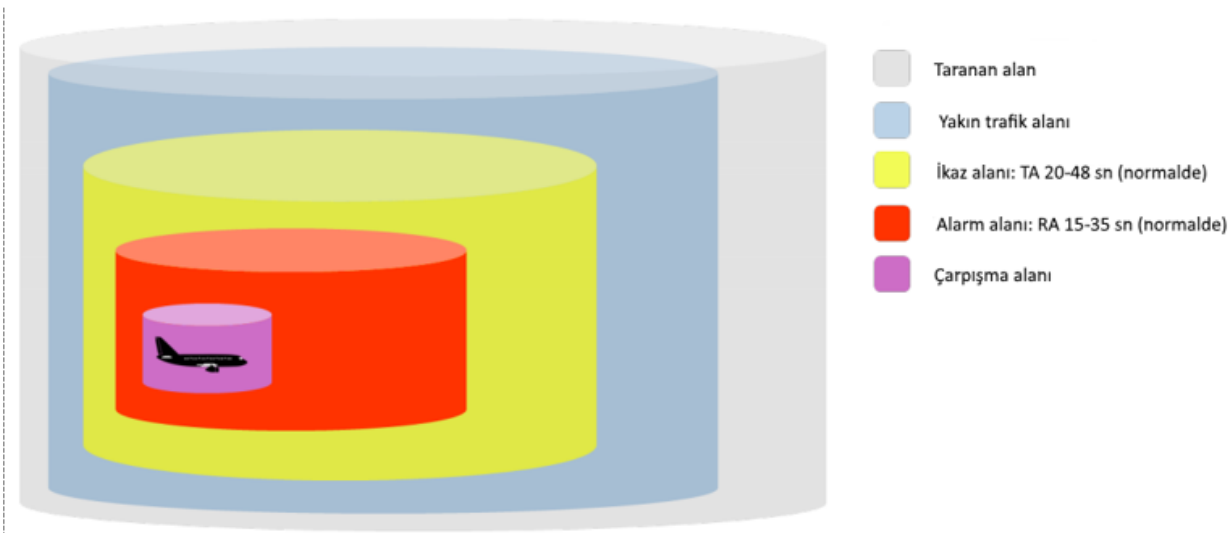
tarafından gösterildiği gibi AGL+0 ile 1000 ft arasında olduğunda seçilir. Bu SL, "TA-ONLY" moduna karşılık gelir. SL 3 ila 7'de TA'lar ve RA'lar oluşur. AGL+2600 ft üzerinde gereken hassasiyet seviyesini belirlemek için sistem, barometrik altimetre tarafından belirtilen standart basınç irtifasını (1013,25 hPa) kullanır. Aşağıdaki şekiller ve tabloyu inceleyin.



TCAS II'nin normal ikaz süreleri ve hassasiyet seviyeleri

Kendi irtifası	Hassasiyet seviyesi
Stand-by modu	1
AGL+0-1000 ft	2
AGL+1000-2350 ft	3
AGL+2350 ft – FL50	4
FL50-FL100	5
FL100-FL200	6
FL200 üzeri	7

TCAS II hassasiyet seviyeleri

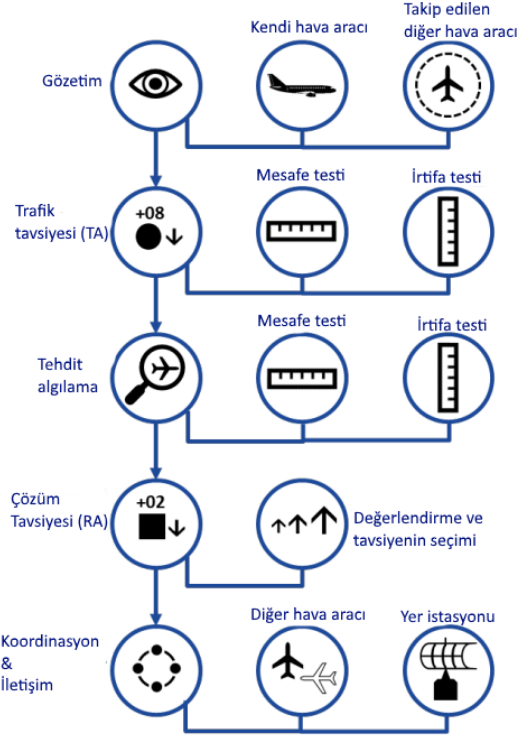


TCAS II koruma alanı

15.20.2. TCAS II Çalışma Mantığı

Normalde TCAS II, nominal 1 saniyelik bir döngüde sürekli olarak çalışır. Çarpışmadan kaçınma görevini gerçekleştirmek için kullanılan mantık işlevleri aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Özellikle karşılaşma geometrisiyle ilgili olan birçok başka parametre vardır.

TCAS II v7.1 mantığının tam bir açıklaması, ABD'de RTCA (belge DO-185B) ve Avrupa'da EUROCAE tarafından (belge ED-143) yayınlanan TCAS II MOPS'de bulunabilir.



TCAS II çalışma mantığı

15.20.2.1. İz Oluşumu (tracking)

TCAS II mantığı, her saniye ("azaltılmış gözetim" durumunda her 5 saniyede bir) sağlanan gözetim raporlarını (yakınlık, yön⁶⁹ ve irtifa) kullanarak, CPA'ye saniye cinsinden ve CPA'de yatay kat ediş mesafesine kalan süreyi tahmin etmek için gözetim aralığındaki her bir hedefin yaklaşma oranını hesaplar.

Mode C ile donatılmış tehdit söz konusu olduğunda, yanıtları kullanılarak bilinen izlerle ilişkilendirilir (veya yeni bir iz başlatılır). Mode S ile donatılmış hava aracı için, yanıtları, hava aracı adresi ve irtifası (ekipmanın üretimine bağlı olarak 25 ft veya 100 ft değişiklikle) kullanan izlerle ilişkilendirilir. 25 ft'lik irtifa raporlaması, daha iyi izleme ve dolayısıyla daha etkili RA'larla sonuçlanır.

Hedef hava aracı bir irtifa da bildiren transponder ile donatılmışsa, CAS mantığı CPA'da hedefin irtifasını hesaplar. Tehdit hava aracının dikey sürati, transponderin tipine bağlı olarak 100 ft veya 25 ft irtifa artışlarını aşmak için geçen süre ölçülerek elde edilir. Tehditin yönü, yönlü anten kullanılarak tahmin edilir.

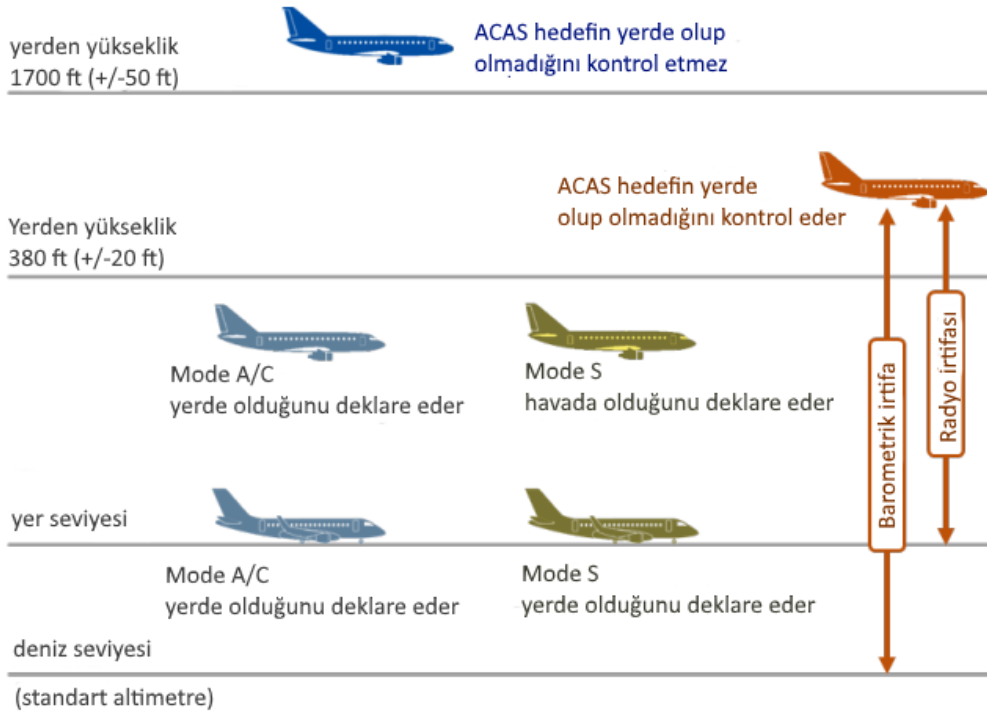
⁶⁹ Yön, bir ikaz oluştururken kullanılmaz. Yalnızca trafik ekranında konumları görüntülemek ve mümkün olduğunda, geçiş mesafesi filtresinin çalışması yoluyla rahatsız edici ikazları bastırmak için kullanılır.



CAS mantığı, kendi hava aracı basınç altimetresinden (1 ft hassasiyet⁷⁰) ve daha düşük irtifalarda radar/radyo altimetresinden gelen verileri kullanır. Bu sayede kendi hava aracı irtifasını, dikey süratini ve her bir hedefin göreceli irtifa ve irtifa oranını belirler.

Takip algoritmasının sonuçları (hedef menzil, CPA'da yatay kat edilmiş mesafesi, yaklaşma sürati, hedef hava aracının göreceli irtifa ve irtifa oranı) çarpışmadan kaçınma algoritmalarına gönderilir.

Kendi hava aracı AGL+1700 ft'in (± 50 ft) altında olduğunda, CAS mantığı kendi basınç irtifasını, kendi radar/radyo altimetresini ve tehdit hava aracının basınç irtifasını kullanarak tehditin yerden yüksekliğini tahmin eder. Mode S donanımlı tehditler, durumlarını "havada" veya "yerde" olarak rapor edecek ve "yerde" rapor eden hava aracına karşı RA ve TA üretilmeyecektir. Mode A/C donanımlı tehditler için, bu tahmini irtifa 380 ft'ten (± 20 ft) azsa, TCAS II hedefin yerde olduğunu kabul eder ve bu nedenle herhangi bir TA veya RA üretmez (aşağıdaki şekli inceleyiniz). Gecikme değeri, hava aracının nominal yükseklik sınırına yakın olması, ancak periyodik olarak bu sınırın üstünden ve altından geçmesi durumunda, yerde/havada durumunun hızlı bir şekilde salınmamasını sağlar. Yerde olduğunu bildiren Mode S hava araçları TCAS II tarafından takip edilmez.



Hedefin yerde mi hava da mı olduğunun belirlenmesi

15.20.2.2. **Closest Point of Approach (CPA)**

Closest Point of Approach (CPA), TCAS II donanımlı kendi hava aracı ile tehdit hava aracı arasındaki direkt mesafenin minimum olduğu an olarak tanımlanır. CPA'daki menzil, iki hava aracı arasındaki en küçük menzildir.

Sistemin tahminlerinde TCAS II, CPA'ya kalan süreyi tahmin etmek için en kötü durum senaryosunu (hava aracının bir çarpışma rotasında olduğunu) varsayar. Hava aracı gerçekten bir çarpışma rotasındaysa, o zaman tahmin doğrudur ve ortaya çıkan RA, yakın bir çarpışmadan en

⁷⁰ Bazı eski uçak gövdeleri, kendi Mode C irtifasını (100 ft hassasiyet) kullanır. Mode S radarları tarafından görüntülenen hava araçlarının yaklaşık dörtte biri, 100 ft'lik artışlarla irtifalarını bildirmektedir.

başarılı nasıl kaçınılacağına dair tavsiyelerde bulunur. Aksi takdirde (yani hava aracı bir çarpışma rotasında değildir) tahmin çok büyük olur ve bu gereksiz RA'lara yol açabilir. Çarpışma riski olmadığı için önemli olmayan çarpışmadan kaçınma perspektifinden; ancak gereksiz bir RA hem uçuş ekibi hem de ATC için problem oluşturabilir.

15.20.2.3. Tehditin Tespiti

Çarpışmadan kaçınmada, CPA'ya gidilecek mesafe yerine CPA'ya gidilecek süre kullanılır. En basit haliyle, CPA'ya gitme süresi, hava araçları arasındaki direkt mesafenin yaklaşma oranına bölünmesiyle hesaplanır.

İkaz süresi TCAS'ın tehdit algılama mantığında, CPA'e gitme süresinin karşılaştırıldığı bir eşik değeridir.

Tehditleri tespit etmek için, TCAS II mantığı bir Menzil Testi gerçekleştirir ve ardından Menzil Testi geçerse, her döngüde (yaklaşık her saniye) her irtifa raporlama hedefinde bir İrtifa Testi gerçekleştirir. Bir tehdit hava aracı, ancak aynı döngüde aşağıdaki koşullar yerine getirildiğinde tehdit haline gelir:

- hem menzil hem de irtifa testleri geçilirse; veya
- menzil testi geçilir ve tehditten bir irtifa kat ediş yönünde Tamamlayıcı Çözüm Tavsiyesi alınır.

15.20.2.4. Mesafe Testi

Hava aracının halihazırda menzile yakın olması veya ikaz süresi, zaman eşiği içinde menzile yakın olması öngörülüyorsa Menzil Testi başarılı olur. "menzilde yakın" ifadesi etkin bir şekilde DMOD⁷¹ adı verilen bir mesafe parametresi içinde anlamına gelir. Test, CPA'e giden değiştirilmiş sürenin tek bir hesaplamasının gerçekleştirilmesiyle gerçekleştirilir. Değiştirilen CPA'e gitme süresi, yaklaşma oranına bölmeden önce eğim aralığının dinamik bir faktörle azaltılmasıyla hesaplanır. Bu, etkin bir şekilde mevcut aralık üzerinde bir testin yanı sıra CPA'ye gitme zamanı hakkında bir test sağlar. Mevcut menzil üzerindeki test, bir tehdidin aksi takdirde bir TA veya RA'yı tetiklemeden menzile çok yaklaşacağı durumlarda (yavaş kapanan karşılaşma geometrisi nedeniyle) bir ikaz sağlamak için yapılır.

Tahmini yatay geçiş mesafesinin (HMD, yani CPA'da öngörülen yatay mesafe), bir çarpışmadan kaçınma manevrasını gereksiz kılmak için yeterli olduğu, operasyonel olarak gereksiz RA'ların sayısını sınırlamak için, Menzil ve İrtifa Testlerinde iyileştirmeler mantığa dahil edilmiştir.

Menzil Testi, güvenilir bir HMD tahmininin DMOD eşiğinden daha büyük olması durumunda RA'ları bastırmak için uygulanan bir *Miss Distance Filter* (MDF) kullanır. MDF sürekli olarak kendi hava aracının mı yoksa tehdit hava aracının mı manevra yaptığını kontrol eder ve bir manevra tespit edilirse HMD tahmininin güvenilmez olduğu ilan edilir ve MDF kullanılmaz. Bu arada, çarpışmadan kaçınma mantığında diğer hava araçlarının göreceli yönünün kullanıldığı tek durum budur.

15.20.2.5. İrtifa Testi

İrtifa Testi, yalnızca Mesafe Testi geçtiğinde gerçekleştirilir. İrtifa testi için, hava aracının halihazırda irtifaya yakın olup olmadığını veya belirli bir zaman eşiği içinde aynı irtifada olacağı tahmin edilip edilmediğini belirlemek için ayrı hesaplamalar yapılır.

⁷¹ Mesafe Modifikasyonu veya DMOD, tehditin olası hızlanmalarını hesaba katmak için menzil ölçümlerine dahil edilen bir emniyet faktörüdür. Mesafe modifikasyonunun değeri, (zaman eşikleri doğrultusunda) hassasiyet seviyesine göre değişir



İrtifa Testi, değişken dikey eşik içerir. Genel olarak, İrtifa Testindeki zaman eşiği, ikaz süresi zaman eşiğidir. Bununla birlikte, azaltılmış bir zaman eşiği, Eş İrtifa Süresi Eşği, tehdit hava aracıyla aynı zamanda kendi hava aracının düz uçuşta olduğu (dikey süratin 600 ft/dk'dan az olduğu) kabul edildiğinde, tırmanıyor veya alçalıyorsa kullanılır. Azaltılmış zaman eşiği, tehdit hava aracı tarafından herhangi bir düz uçuş yapma manevrasının algılanması için zamana izin verir (bu, rahatsız edici RA'ların görülme sıklığını azaltır) ve ayrıca herhangi bir RA'nın ilk olarak tırmanan/alçalan bir hava aracında oluşması eğilimindedir.

15.20.2.6. Tehditin İlan Edilmesi

Hem Menzil Testi hem de İrtifa Testi başarılı olursa, hedef hava aracı tehdit olarak ilan edilir ve bir RA oluşturulur. Bir tehdit, kendi hava aracını çevreleyen "korunan bir hacme" girdiğinde bir tehdit haline gelir. "Korunan hacim", bir Menzil Testi (yalnızca menzil verileri kullanılarak) ve bir İrtifa Testi (irtifa ve menzil verileri kullanılarak) aracılığıyla tanımlanır. Bu testlerin uygulanması olumlu veya olumsuz bir sonuç verir.

Genel olarak, düşük bir dikey kapanma oranına sahip bir çakışma geometrisi için, RA'lar için dikey tetikleme eşikleri, kendi hava aracının irtifasına bağlı olarak 600 ila 800 ft arasında değişir. Yüksek bir dikey yaklaşma oranı için, tehdidin ve kendi hava aracının aynı irtifada olacağı ana kadar olan tahmini süre, uygun ikaz süresi değerinden düşük olur olmaz bir RA tetiklenir.

Karşılaşmanın geometrisine ve dikey iz verilerinin kalitesine bağlı olarak, bir RA gecikebilir veya hiç oluşmayabilir.

İrtifa bilgisi olmayan tehditler için RA oluşturulamaz.

Kendi irtifası	Hassasiyet seviyesi (SL)	Zaman (sn)		Düz Uçan	Mesafe (NM)		İrtifa (ft)		ALIM ⁷² (ft)
		TA	RA	RA	TA	RA	TA	RA	RA
0-1000 ft AGL	2	20	Yok	Yok	0.30	Yok	850	Yok	Yok
1000-2350 ft AGL	3	25	15	15	0.33	0.20	850	600	300
2350 ft AGL –FL50	4	30	20	18	0.48	0.35	850	600	300
FL50-FL100	5	40	25	20	0.75	0.55	850	600	350
FL100-FL200	6	45	30	22	1.00	0.80	850	600	400
FL200-FL420	7	48	35	25	1.30	1.10	850	700	600
FL420 +	7	48	35	25	1.30	1.10	1200	800	700

İrtifaya bağlı ikaz eşikleri

15.20.3. TCAS II Trafik Tavsiyeleri (TA'lar)

Trafik tavsiye işlevi, RA oluşturma mantığına benzer, ancak daha büyük ikaz eşikleri olan basitleştirilmiş bir algoritma kullanır (bkz. Yukarıdaki tablo). TA'lar için dikey tetikleme eşikleri, FL420'nin altında TCAS donanımlı hava araçlarının 850 ft, üzerinde ise 1200 ft'tir

Tehdit, bir TA'nın nedeni değilse, ancak TCAS donanımlı hava aracının 6 NM ve ± 1200 ft yakınında bulunuyorsa, yakın trafik olarak görüntülenecektir.

⁷² RA için dikey eşik (Vertical Threshold for Resolution Advisory). TCAS II cihazı tarafından tehdit oluşturan hava aracından kaçınmak için hedeflenen dikey ayırma değeri.



15.20.4. TCAS II Çözüm Tavsiyeleri (RA'lar)

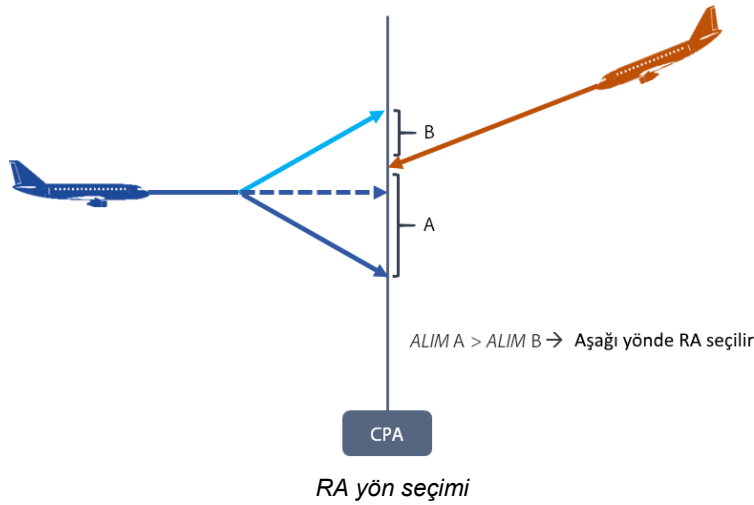
TCAS II RA'larının tamamı, ilgili görsel sunumu ve ayrıca sesli mesajlar önceki bölümlerde anlatılmıştır. Aşağıdaki Bölümler, RA'ların nasıl seçildiğini, değiştirildiğini ve sonlandırıldığını anlamaya fayda sağlayacaktır.

15.20.4.1. Tavsiyenin seçilmesi

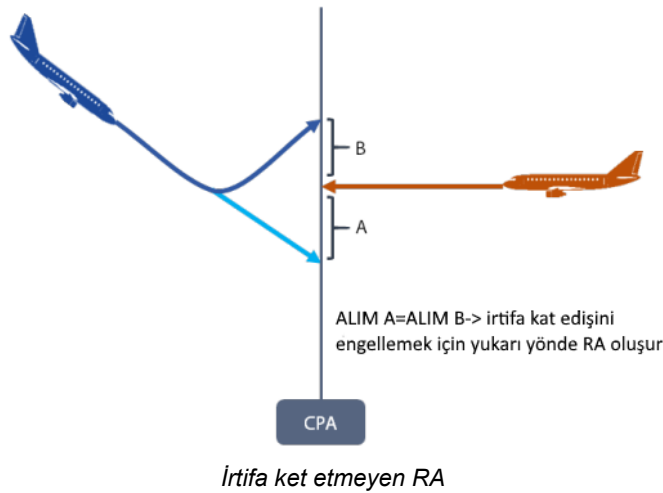
Bir tehdit bildirildiğinde, uygun bir RA'yı seçmek için iki aşamalı bir süreç kullanılır.

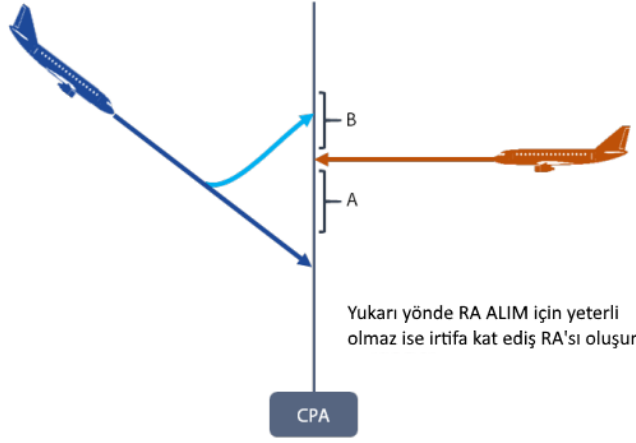
15.20.4.1.1. Yön seçimi

Tehdit hava aracının e yatay rotasının hesaplanarak, kaçınma manevrasının (RA) aşağı yönlü mü, yukarı yönlü mü olacağını belirlediği ilk adımdır. Aşağıdaki şekilde verilen örnek çarpışma önleme sistemi (CAS) mavi renkli hava aracının 1500 ft'lik dikey hızla manevra yapması ve pilotun 5 sn içerisinde harekete geçmesi hususlarını göz önüne alarak, aşağı yönde kaçınma tercihinin yapılmaktadır. Genel olarak CPA'e göre aşağıda olan hava aracı, alçalma yönünde kaçınma yapar.



CPA'dan önce bir irtifa geçişinin öngörüldüğü durumlarda, CPA'da hesaplanan dikey ayırmanın yeterli olması koşuluyla, CAS mantığı kat edişi önleyen yönü seçecektir. İstenilen dikey emniyet mesafesi (ALIM), hava aracının irtifasına bağlı olarak 300 ila 700 ft arasında değişir. ALIM'a ulaşılamazsa, kat ediş RA'sı oluşacaktır. Aşağıdaki şekillere bakınız.





İrtifa ket ediş RA'sı

Bununla birlikte, geciktirme mekanizmaları, aşağıdaki durumlarda bir irtifa kat ediş tavsiyesini erteleyerek RA'lardan kat ediş oranını azaltmayı amaçlar:

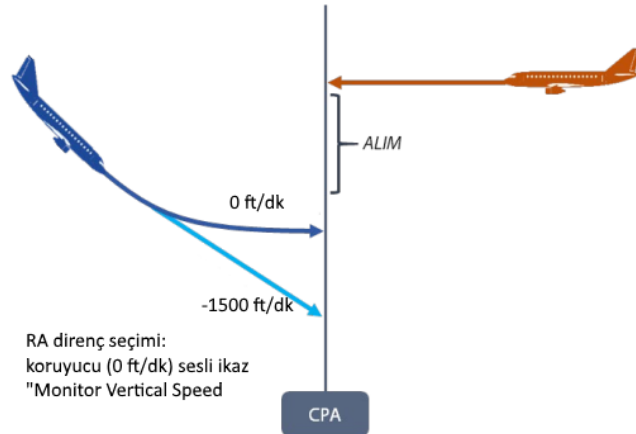
- bir hava aracı düz uçuş yaptığında yada iki hava aracı karşılıklı yönlerde dikey sürata sahip olduğunda ve bunlar en az 600 ft ile ayrıldığında; veya
- her iki hava aracı da aynı yönde dikey sürata sahip olduğunda ve en az 850 ft ile ayrıldıklarında.

Bir RA, kendi TCAS II hava aracının sırasıyla yukarı veya aşağı yönde ikazları için tehdit hava aracının en az 100 ft altında veya üzerinde olması durumunda irtifa kat edişidir. Bir RA, "kat ediş" kelimesinin sesli ikazlara dahil edilip edilmediğine bakılmaksızın kat ediş olarak kabul edilebilir.

15.20.4.1.2. Direnç Seçimi

İkinci adımda ise RA'nın direnci seçilir. Direnç, dikey süratin kısıtlanması yada belirlenmiş dikey süratin büyüklüğünün belirlenmesi şeklinde uçuş rotasına getirilecek tahditin belirlenmesidir. TCAS II, RA direncinin uçuş rotasını en az sapma ile gerçekleştirilmesini sağlayacak şekilde dizayn edilmiştir.

İki TCAS donanımlı hava aracı dikey olarak ters yönlerde yaklaştığında aralarında yeterli ayırma olsa bile, kendi hava aracının mevcut dikey süratini tersine çeviren başlangıç RA'ların sıklığını azaltmak için, TCAS II önce dikey sürati sınırlayan bir RA yayınlacaktır ("Level off, level off"). Bu RA'ya herhangi bir yanıt algılanmazsa veya hava araçlarından biri diğer hava aracına doğru dikey olarak hızlanırsa, başlangıç RA'sı gerektiği gibi güçlenecektir.



RA'nın direnç seçimi

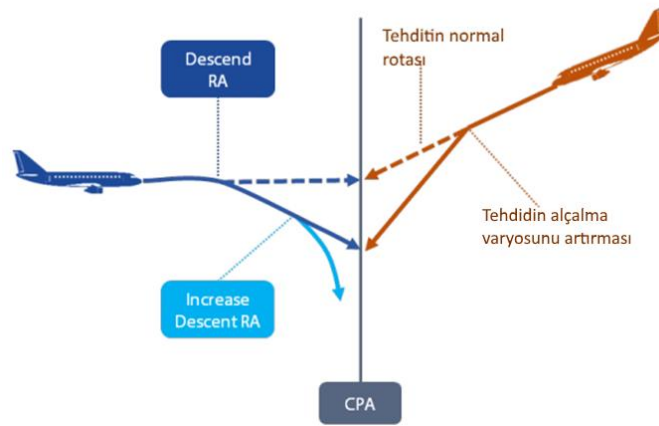
Başlangıç RA seçildikten sonra, mantık sürekli olarak CPA'da sağlanacak dikey ayırmayı takip eder ve gerekirse başlangıç RA'sı değiştirilir.

15.20.4.2. Müteakip (modifiye) tavsiyeler

TCAS II, karşılaşma sırasında her saniye durumu değerlendirir ve gerektiğinde RA'yı güçlendirebilir, tersine çevirebilir, zayıflatabilir veya sonlandırabilir. Artış ve ters yönde RA'lar için, dikey sürat değişimi, RA'nın görüntülenmesinden itibaren 2.5 saniye içinde başlatılmalıdır. Dikey sürattaki değişim, 1/3 g'lik bir ivme ile gerçekleştirilmelidir.

15.20.4.2.1. Tavsiyelerin güçlendirilmesi

CPA'dan önce mantık, bir RA'ya verilen yanıtın ALIM'e eşit veya daha büyük dikey mesafe sağlamadığını belirlerse (tehdit hava aracı aynı dikey yönde manevra yaptığı için), gücü artırılabilir. Aşağıdaki şekilde gösterilen durumda, güç 1500 ft/dk'dan 2500 ft/dk'ya artırılacaktır.

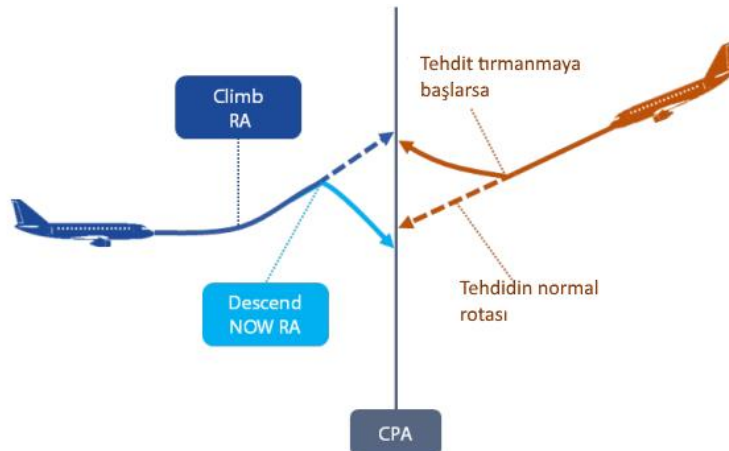


Dikey süratin artırılması yönünde RA

15.20.4.2.2. Ters yönde manevra

Mantık, başlangıçta seçilen RA'nın işe yaramadığını belirlerse, RA'nın dikey yönünü de değiştirebilir (tırmanma yönünden alçalma yönüne yada tam tersi).

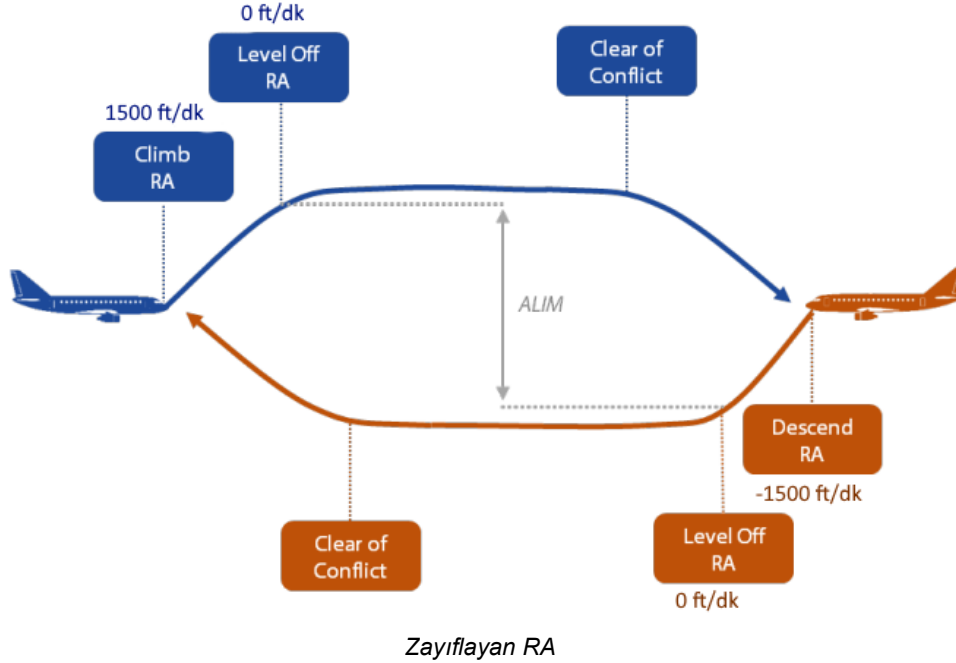
Aşağıdaki şekilde, tehdit hava aracı manevralarından sonra başlangıçta Tırmanış RA'sının bir ters yönde alçalma RA'sına değişiklik gerektirdiği bir karşılaşmayı göstermektedir.



Ters yönde manevra oluşumu

15.20.4.2.3. RA Kaçınmasının azaltılması

Bir RA sırasında, CAS mantığı, bir RA'ya verilen yanıtın, CPA'dan önce ALIM'e eşit veya daha büyük dikey mesafe sağladığını belirlerse (yani, hava aracı irtifa olarak yeterli ayırma olmasına rağmen, mesafe olarak emniyetli bir ayırma yoksa), başlangıç RA'sı *Level off* RA'ya zayıflatılacaktır (aşağıdaki şekli inceleyiniz). Bu, uçulan irtifadan gereksiz sapmaları en aza indirmek için yapılır.



15.20.4.3. RA'nın bitirilmesi

TCAS II için, kendi hava aracı ile tehdit hava aracı arasındaki mesafe arttığında (yani mesafe testi başarısız olduğunda) veya mantık CPA'daki yatay ayırmanın yeterli olacağını hesapladığında, hedef hava aracı tehdit olmaktan çıkar. Bu koşullar karşılanırsa, RA iptal edilir ve bir *Clear of Conflict* sesli ikazı yapılır. ATC tarafından aksi belirtilmedikçe, pilotun daha sonra orijinal müsaadesine dönmesi gerekir.

Tehdit hava aracının takibinin kaybolması, daha yüksek öncelikli bir alarm (GPWS/TAWS vb.) nedeniyle bastırılması yada hava aracının eşik seviyesinin (AGL+900 ft) altına alçalması nedeniyle, düşük seviye engellemeleri söz konusu olduğunda bir RA iptal edilecek yada sonlanacak olup, *Clear of Conflict* sesli ikazı oluşmayacaktır.

15.20.5. Birden fazla tehdit mantığı

TCAS II, aynı anda birden fazla tehlike teşkil eden hava araçlarından kaçınma yapabilecek kabiliyettir. Tehdit teşkil eden tüm trafiklerin altından yada üstünden kaçınmalar yapmak için RA oluşturabilir.

TCAS II cihazına sahip bir hava aracı, aynı anda aşağısındaki ve üzerindeki hava araçlarından dolayı RA oluşturması durumunda, emniyetli bir geçiş için belirlemiş olduğu ALIM değerini hedeflemek yerine, tehlike teşkil eden hava araçları arasında mümkün olan en emniyetli irtifayı hedefler.

15.20.6. RA süreci

15.20.6.1.1. TCAS II mantığı, RA süresine ilişkin minimum süre sınırlarını aşağıdaki gibi ayarlar:

- Minimum RA süresi (başlangıç RA'dan *Clear of Conflict* sesli ikazı oluşana dek) – 5 saniye;



- Ters yönde bir RA'nın verilebilmesi için minimum süre – 5 saniye⁷³;
- RA'yı zayıflatmadan önce minimum süre - 10 saniye.

15.20.6.1.2. Güçlendirici bir RA herhangi bir gecikme olmaksızın oluşabilir.

15.20.7. Performansın takibi

TCAS II yazılımı kendi durumunu ve performansını sürekli ve otomatik olarak takip eder. Performans takibi, TCAS II'ye her güç uygulandığında çalışır. Ek olarak, performans monitörü, TCAS II ekranlarının ve sesli ikazların genişletilmiş testlerini içeren, pilot tarafından başlatılan bir test özelliği içerir. Performans monitörü, hava aracı yerdeyken bakım personelinin kullanabileceği genişletilmiş bakım tanılamalarını destekler.

Performans monitörü, diğer hava aracı sistemlerinden alınan verilerin büyük bir bölümünü ve TCAS II işlemcisinin performansını doğrular. Örneğin, kendi hava aracı basıncı ve radar/radyo altimetre irtifa girdileri veya TCAS II'nin hava aracı önleme veriyoluna bağlantısı.

Performans monitörü, TCAS II içinde anormal bir performans veya gerekli bir yerleşik sistemden geçersiz bir veri tespit ettiğinde, arıza pilota bildirilir.

15.21. ACAS Xa ve ACAS Xo Sistemleri

15.21.1. ACAS Xa

ACAS Xa'nın temel tasarım hedeflerinden biri, gereksiz ikaz oranını azaltırken emniyeti artırmaktır. TCAS II'nin operasyonel izlemesi, ihtiyaç duyulmayan durumlarda RA'ların üretildiği sayısız vakayı ortaya çıkarmıştır.

15.21.2. ACAS Xa TCAS II Karşılaştırması

ACAS Xa, mevcut TCAS II sistemlerinin⁷⁴ yerine geçecek şekilde tasarlanmıştır. ACAS Xa sistemi esas olarak mevcut TCAS II sistemiyle aynı donanımı (antenler ve ekranlar) kullanacak olsa da, (arayüzlerdeki ve bağlantılardaki farklılıklardan dolayı) yedek parça değişimi her zaman mümkün olmayabilir. Göstergeler ve ikazlar pilotlara tanıdık gelecektir. TCAS II'deki ile aynı düşük seviyeli RA uygulanmaktadır. ACAS Xa, mevcut TCAS II sistemleriyle (sürüm 6.04a, 7.0 ve 7.1) tamamen uyumludur ve her iki sistem de tamamlayıcı tavsiyeleri koordine edecektir.

TCAS II ve ACAS Xa arasındaki temel farklar aşağıda açıklanmaktadır.

15.21.2.1. Gözetim

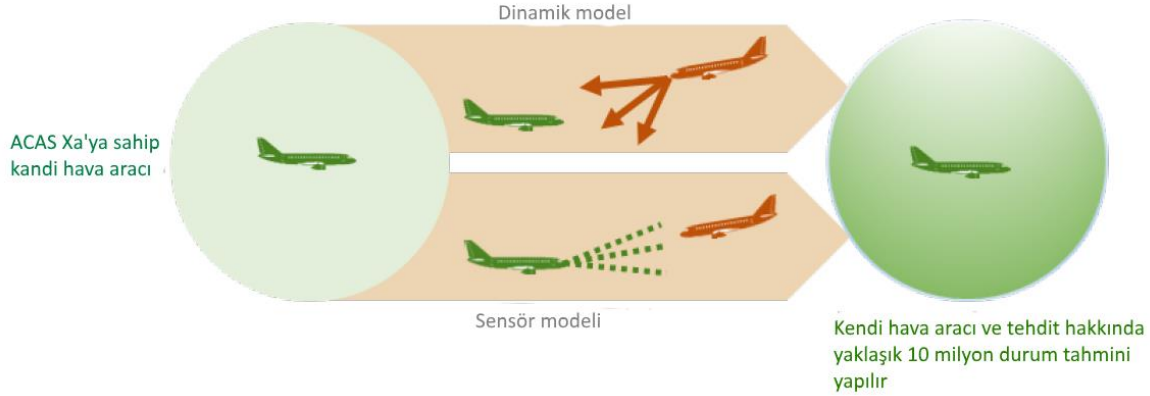
- ACAS Xa sistemlerinin tüm kurulumları, görüntüleme aralığını genişletmek ve paraziti sınırlamak için hibrit gözetim kullanımını içermektedir.
- Aktif gözetim ile doğrulandığı sürece ADS-B verileri sağlayan hedeflere karşı TA'lar ve RA'lar yayınlanabilir.
- ADS-B kullanımı, gereksiz ikazları en aza indirerek ve optimize ederek emniyet ve operasyonel avantajlar sağlar.
- ACAS Xa, mevcut hava aracı aviyonik kurulumu tarafından böyle bir sesli ikaz sağlanmadığında “stand-by” durumuna beklenmedik transponder geçişi durumunda bir sesli ikaz sağlar.

⁷³ Yalnızca geometrik geri dönüşler: koordinasyon geri dönüşleri herhangi bir gecikme olmaksızın verilebilir

⁷⁴ ACAS Xa donanımlı hava araçları, ACAS Xo varyantı ile birlikte teslim edilebilmesine rağmen, hava aracı, uçuş ekibinin hedef seçmesine izin veren araçlarla donatılmamış olabilir.



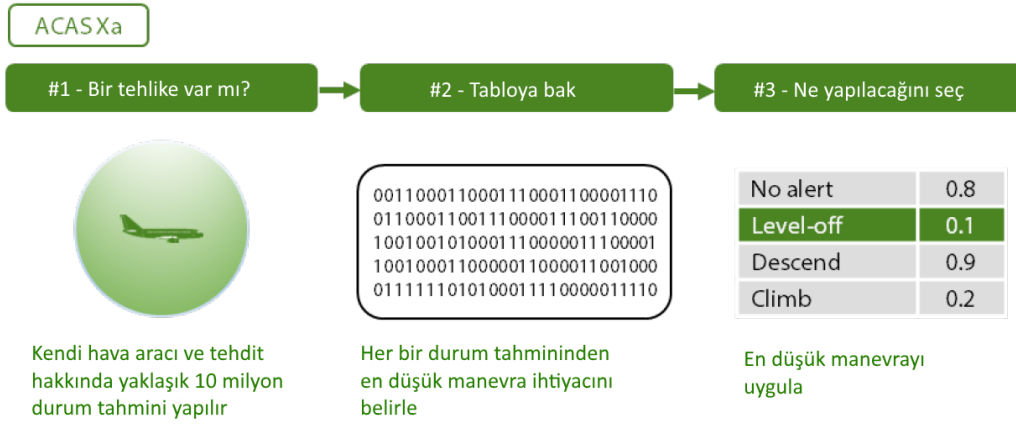
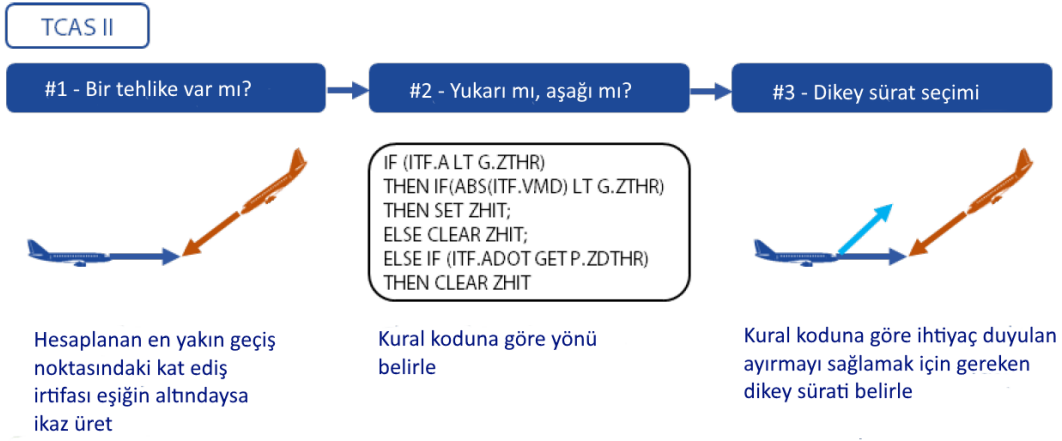
- Mode S RA *downlink* mesajlarının formatı ACAS Xa için değiştirilmiştir. Aynı bit seti kullanılmasıyla birlikte, ACAS takip veya hadise araştırmasını desteklemek için yer istasyonlarına verilen RA türü hakkında daha fazla bilgi sağlamak üzere farklı şekilde görevlendirilmiştir.
- ACAS Xa, mevcut gözetim verilerini kullanarak, kendi hava aracının durumunu ve her bir tehdidin durumunu saniyede bir kez belirler. Ortaya çıkan dağılım, olasılıksal dinamik modeli (yani, hava aracının nerede ve ne kadar hızlı hareket edeceği) ve olasılıksal sensör modelini (herhangi bir sensör hatası) hesaba katar. Bu dağılım, sayısal mantık tablosunda yapılacak en iyi eylemin bulunabileceği yeri, yani bir RA verilip verilmeyeceğini gösterir (Aşağıdaki şekli inceleyiniz).



ACAS Xa durum tahmini

15.21.2.2. Mantık

- ACAS Xa, TCAS II tasarımında bulunan Hassasiyet Düzeylerini çalışma modu göstergesi dışında kullanmaz.
- ACAS Xa ikazları, algılanan riske dayanır ve riskin düşük olduğu birçok potansiyel RA'yı filtreler. Sonuç olarak, ACAS Xa, TCAS II'nin bir ikaz üreteceği bazı karşılaşmalarda ikaz üretmezken TCAS II'nin üretmediği bazı durumlarda ise ikaz üretir.
- TCAS II, tehdidin mevcut ve öngörülen gelecekteki konumunu belirlemek için yalnızca hava araçlarındaki transponderleri kullanan sorgulama mekanizmalarına güvenir. Sabit bir dizi kurala dayalı olarak, tavsiye mantığı, en yakın yaklaşma süresi ve öngörülen geçiş mesafesi temelinde potansiyel bir tehde karşı ikazlar verir. Bir dizi sabit kodlu kural kullanmak yerine, ACAS Xa ikaz mantığı, hava sahasının olasılıklı bir modeline ve bir dizi emniyet ve operasyonel hususa göre optimize edilmiş sayısal bir arama tablosuna dayanır (aşağıdaki şekli inceleyiniz).
- Bir ACAS Xa daha yüksek Mode S adresli hava aracı ("bağımlı"), daha düşük Mode S adresli hava aracı ("esas") henüz bir RA yayınlamadıysa, geometrik bir geri dönüş yapabilir. Sonuç olarak, nadir durumlarda bir karşılaşmada iki geometrik geri dönüş olabilir.



TCAS II ve ACAS Xa'da RA'nın belirlenmesi aşamaları

15.21.2.3. İkaz ve Trafik Ekranı

- ACAS Xa tarafından kullanılan RA aralığı, TCAS II tarafından kullanılanlara benzer. Ancak, önleyici RA'lar için dikey sürat sınırları kullanılmaz ve *Maintain Vertical Speed* RA'ları için sesli ikazlar farklıdır.
- TCAS II'de kullanılan RA süresine ilişkin minimum süre sınırları, ACAS Xa'da kullanılmaz.
- ACAS Xa hava aracı yerdeyken, havadaki tehditler Diğer (tehdit olmayan) veya Yakın trafik olarak gösterilir, ancak TCAS II'den farklı olarak TA olarak gösterilmez.
- ACAS Xa, CPA'dan önce TCAS II'den farklı bir zamanda bir RA oluşturabilir veya TCAS II'nin bir RA oluşturmayacağı durumlarda bir RA oluşturabilir. ACAS Xa TA'larının ve RA'larının ortalama zamanlaması, benzer TCAS II ikazlarının 3 saniyesi içindedir⁷⁵.
- ACAS Xa, bazı yüksek dikey süratli tehditlere karşı ikaz verirken TCAS II vermeyecektir. TCAS II RA'lar, 10.000 ft/dk'dan daha düşük dikey sürate sahip tehditlere karşı sınırlıdır. ACAS Xa'nın üst sınırı yoktur. Sonuç olarak, sivil operasyonlara yakın askeri faaliyetlerin yürütüldüğü alanlarda, askeri tehditlere karşı daha fazla RA meydana gelebilir.

⁷⁵ ABD hava sahasında kayıtlı geniş bir radar izi setinin simülasyonu ile belirtildiği gibi. Genel olarak, emniyet açısından kritik karşılaşmalarda, ACAS Xa daha erken uyarı verir ve emniyetle ilgili olmayan kritik karşılaşmalarda ACAS Xa ikaz etmek için bekler. Bununla birlikte, bireysel karşılaşmalardaki zamanlama farkı her iki yönde de değişebilir. Kaynak: ICAO ACAS Kılavuzu, Doc 9863, 3. baskı.



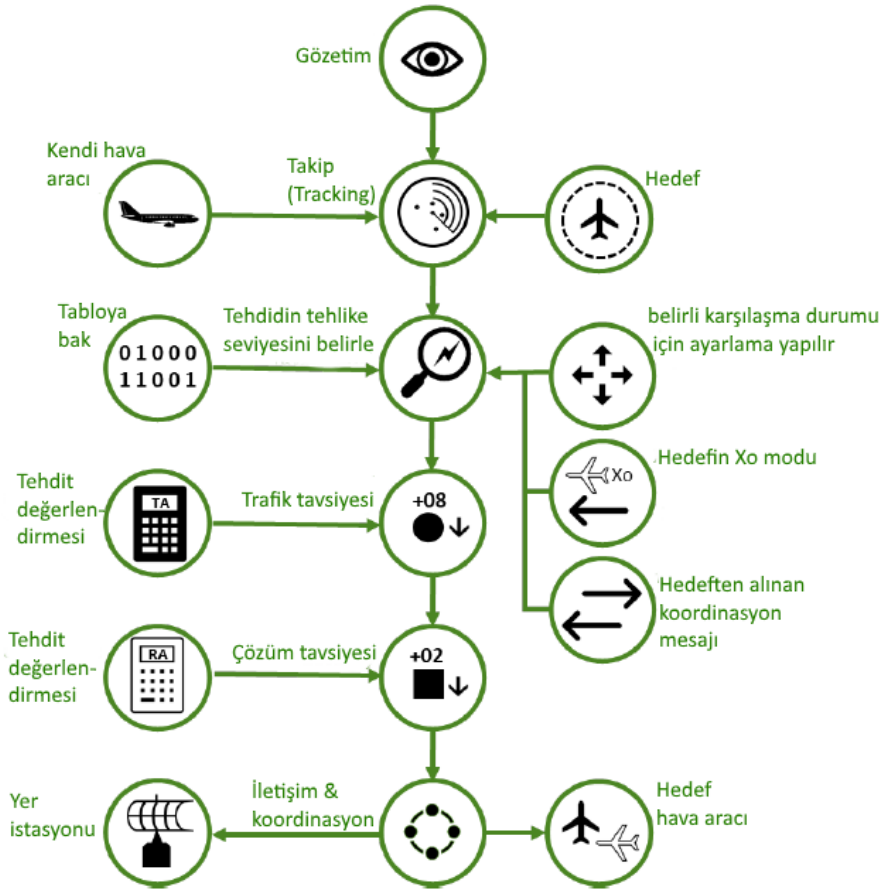
- TCAS II, 150 ft'e kadar dikey ayırma ile geçiş RA'ları yayınlayabilir. ACAS Xa, daha büyük dikey ayırma ile geçiş RA'ları yayınlayabilir. Bu, özellikle çok yüksek dikey süratle sahip askeri tehditlere karşı, belirli karşılaşma türlerinde ACAS Xa ile kat ediş RA'larının sayısını artırır.

15.21.3. ACAS Xa Mantığı

ACAS Xa, TCAS II gibi kural tabanlı bir yaklaşım yerine Markov Karar Sürecini (bir tür karar teorik yaklaşımı) kullanarak tehditleri tespit eder ve çatışmaları çözer.

Çarpışmadan kaçınma görevini gerçekleştirmek için kullanılan mantık fonksiyonları aşağıdaki şekilde gösterilmektedir. Hava aracının gelecekte nerede olacağına dair istatistiksel bir temsil, aşağıdakilere dayalı olarak yapılacak en iyi eylemi (bir tavsiye yada güçlendirme verip vermeme) belirlemek için kullanılır. Hava sahasının bir olasılık modeline ve bir dizi emniyet ve operasyonel hususa göre optimize edilmiş arama tablosu kullanılır. Bir tehdit tespit edildiğinde, ACAS Xa saniyede bir kez, kendi hava aracının ve tehdidin yaklaşık 10 milyon gelecekteki olası durumu hakkında bir tahmin yürütecektir. İkaz eşiklerinin optimizasyonu, ACAS Xa'nın daha az RA üretmek TCAS II'ye göre emniyeti iyileştirmesini sağlar.

ACAS Xa mantığı, iki ana yazılım modülünden oluşur: Gözetim ve Takip Modülü (STM_ *Surveillance and Tracking Module*) ile Tehdit Çözüm Modülü (TRM_ *Threat Resolution Module*).



ACAS Xa mantık fonksiyonları

15.21.3.1. Gözetim ve Takip Modülü (STM)

ACAS Xa, yerleşik gözetim sistemlerinden ölçümler yaparak çevredeki hava araçlarını algılar ve takip eder. Bu ölçümlere dayanarak, yakındaki hava aracının göreceli konumunu ve süratini tahmin eder. Sensörlerin doğal kusurunu telafi etmek için STM, bir olasılıksal durum dağılımı olarak göreceli konumları ve süratleri temsil ederek ölçüm ve dinamik belirsizliği hesaba katar.

STM, tüm gözetim ve kendi hava aracı verilerini işler. STM, en önemlisi birkaç sonuç üretir. Bunlar:

- RA koordinasyon verileri de dahil olmak üzere TRM'nin gerektirdiği biçimde kendi ve tehdit verileri;
- Gösterim için ihtiyaç duyulan tehdit bilgileri.

STM, aktif gözetim verilerini, ADS-B verilerini ve ADS-R verilerini kullanır ve her kaynak için bağımsız takip eder. ACAS Xa, ADS-B yer istasyonları tarafından yeniden yayınlanan ADS-R mesajlarını (bu hizmet mevcut olduğunda), diğer ADS-B mesajlarının işlenmesiyle tutarlı bir şekilde işleyecektir. ADS-B verilerinin kullanımı, ikazları optimize ederek emniyet ve operasyonel faydalar sağlar.

STM, her izi, TRM'nin, RA, TA yada TA *Only* oluşturmak için kullanılıp kullanılmayacağını belirlemesine izin veren bilgilerle işaretler. ADS-B verileri, bir STM aktif gözetim doğrulamasını geçerse, RA üretimi için uygun olarak işaretlenir. TA'lar ve RA'lar, yalnızca tehdit izleri aktif gözetim ile doğrulandığı sürece verilebilir. Bir ADS-B izi, aktif sorgulama ve yanıt yoluyla doğrulamada başarısız olursa, ACAS Xa, tehdit çözüm mantığı için aktif gözetimi kullanmaya geri döner. Bir ADS-B izinde STM aktif doğrulaması başarısız olduğunda, bu iz artık TRM'ye sağlanmayacaktır.

15.21.3.2. Tehdit Çözüm Modülü (TRM)

Trafik tehditlerinin tespiti, STM tarafından sağlanan iz verilerine dayanarak TRM tarafından yapılır. Bir tehdit oluşturulursa, TRM hangi ikazın (TA veya RA) oluşturulacağını belirleyecektir. TRM ayrıca tehdit hava aracına RA koordinasyon mesajları ve yere RA *downlink* mesajları üretir.

TRM, sonraki her eyleme bir "maliyet" (puan) atar. Eylemler arasında TA, RA ve yönü (Tırmanma, Alçalma), *Clear of Conflict* veya tavsiye üretmeme yer alır. En düşük "maliyet" eylemi seçilir. En düşük "maliyet", en iyi çarpışmadan kaçınma çözümünü ve minimum operasyonel kesintiye sağlayan bir eylemi temsil edecektir.

"Maliyet" tahmini, çevrimdışı "maliyetler" (her olası çözüm tavsiyesiyle ilişkili "maliyet") ve çevrimiçi "maliyetler" (düşük seviyeli engellemeler veya diğer hava aracı parametreleriyle ilişkili "maliyet") için ayrı ayrı yapılır. Her iki "maliyetin" sonuçları birleştirilir.

Çevrimdışı "maliyet", her tehdit için olası tüm eylemler için "maliyetler" sağlar. Bu "maliyetler", sistem tasarımı sırasında çevrimdışı bir optimizasyon süreci kullanılarak oluşturulan arama tabloları kullanılarak türetilir. Bu tablolar ikaz süresi, bağıl irtifa, kendi hava aracının dikey sürati, tehdidin dikey sürati ve mevcut RA ile endekslenir.

Çevrimiçi "maliyetler", irtifa gibi mevcut durumun özelliklerini yakalar. İki tür çevrimiçi "maliyet" vardır: bağımsız ve kendi hava aracının ile tehdit hava aracının RA koordinasyon durumuna bağlı. Sonuçlar, bireysel bir tehdit için her bir eylemle ilişkili çevrimiçi "maliyetlerin" toplamını içerir.

15.21.3.3. ACAS Xa Trafik Tavsiyeleri

ACAS Xa, özel eşiklere dayalı olarak TA'lar yayınlayacaktır. İkaz mantığı, "maliyetlerin" bir RA üretme eğiliminde olduğunu belirlediğinde, pilotun dikkatini tehlide çekmek için bir TA oluşturur. TA'ların zamanlaması TCAS II ve ACAS Xa'da farklı olabilir, ancak aynı amaca hizmet ederler - pilotu potansiyel tehdit konusunda uyarmak.



15.21.3.4. ACAS Xa Çözüm Tavsiyeleri

ACAS Xa, TCAS II ile benzer bir RA aralığı kullanır. Farklılıklar aşağıda açıklanmış ve aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

- ACAS Xa, 0 ft/dk. dikey sürat sınırlamaları (*Monitor Vertical Speed* RA'ları vb.) dışında bir RA yayınlamazken, TCAS II, 0, 500, 1000 ve 2000 ft/dk gibi dikey sürat sınırlamaları ile *Monitor Vertical Speed* RA'larına izin verir.
- ACAS Xa'da, tırmanırken ve alçalırken *Maintain Vertical Speed* RA'ları sırasıyla Alçalma ve Tırmanma RA'larını zayıflatacaktır ("*Monitor Vertical Speed*" sesli ikazı oluşur).
- ACAS Xa'da "*Maintain vertical speed, maintain*" ve "*Maintain vertical speed, crossing maintain*" sesli ikazları kullanılmaz. Kat ediş RA'ları dahil olmak üzere dikey sürati korumaya yönelik RA'lar, gerekli manevranın dikey anlamında bağlı olarak "*Climb, climb*", "*Climb, crossing climb*", "*Descend, descend*" veya "*Descend, crossing descend*" RA'lar olarak sesli ikazlar oluşturulacaktır. Dikey sürati korumak için ters yönde RA'lar, gerekli manevranın dikey algısına bağlı olarak "*Climb, climb NOW*" ve "*Descend, descend NOW*" RA'ları olarak sesli ikazlar oluşacaktır.
- Çoklu tehdit karşılaşmalarında, mevcut sıfır dikey sürati (yani düz uçuşu) sürdürmek için RA'lar, TCAS II'de olduğu gibi "*Maintain vertical speed, maintain*" yerine ACAS Xa tarafından "*Level off, level off*" olarak sesli ikazlar oluşacaktır.
- Önleyici "*Monitor Vertical Speed*" RA'ları (aynı anda tırmanmayı ve alçalmayı yasaklayan) ACAS Xa tarafından çoklu tehdit karşılaşmalarında kullanılmaz.

ACAS Xa, ikaz belirlemesini TCAS II gibi belirlenmiş kurallara ve sabit eşiklere değil, karşılaşma modelleri kullanılarak optimize edilmiş çözüm tablolarına dayandırır. ACAS Xa, CPA'dan önce TCAS II'den farklı bir zamanda bir RA oluşturabilir veya TCAS II'nin bir RA oluşturmayacağı durumlarda bir RA oluşturabilir.

TCAS II gibi, ACAS Xa da karşılaşma sırasında her saniye durumu değerlendirir ve gerekirse RA'yı güçlendirecek, zayıflatacak, tersine çevirecek veya sonlandırır. ACAS Xa'da herhangi bir RA süresi sınırı yoktur, yani mantık gereği bunu belirlediği anda bir RA güncellenir.

Tüm RA'lara beklenen pilot yanıtlar TCAS II ve ACAS Xa'da aynıdır.

ACAS Xa, hedef tehdit olmaktan çıktığında RA'yı iptal edecektir. ATC tarafından aksi belirtilmedikçe, pilotun daha sonra orijinal müsaadesine dönmesi gerekir. ACAS Xa, "düşük dikey ayırma ile sonuçlanması hesaplanan dikey takip" durumunda TCAS II v7.1 ile aynı şekilde ters yönde RA'lar oluşturacak şekilde ayarlanmıştır.

Sesli İkaz

Tavsiye	TCAS II v7.1	ACAS Xa
Tırmanırken dikey sürati muhafaza et	Maintain vertical speed, maintain	Climb, climb
Tırmanırken kat edecek şekilde dikey sürati muhafaza et	Maintain vertical speed, crossing maintain	Climb, crossing climb; climb crossing climb
Alçalırken dikey sürati muhafaza et	Maintain vertical speed, maintain	Descend, descend
Alçalırken kat edecek şekilde dikey sürati muhafaza et	Maintain vertical speed, crossing maintain	Descend, crossing descend; descend, crossing descend
500, 1000 yada 2000 ft/dk'lık tırmanma tahditleri	Monitor vertical speed	---
500, 1000 yada 2000 ft/dk'lık alçalma tahditleri	Monitor vertical speed	---



Alçalmayı koru RA'sından sonra, zayıflayan tırmanma RA'sı	---	Monitor vertical speed
Tırmanmayı koru RA'sından sonra, zayıflayan alçalma RA'sı	---	Monitor vertical speed
Çoklu tehditte mevcut dikey süreti muhafaza et RA'sı	Maintain vertical speed, maintain	Level off, level off
Çoklu tehditte tırmanmayı & alçalmayı önleme RA'sı	---	Monitor vertical speed

TCAS II ve ACAS Xa RA sesli ikazları arasındaki farklılıklar.

15.21.3.5. ACAS Xa ADS-B Only TA Only (AOTO) modu

AOTO (**ADS-B Only TA Only**) modu, isteğe bağlı bir ACAS Xa işlevidir. Bu modda, üretici seçeneği olarak bir TA, ADS-B *Only* tehdide (Mode S veya Mode A/C aktarıcısı ile donatılmamış) karşı oluşturulabilir; bununla birlikte, ayırma azalsa bile TA asla bir RA'ya dönmez. Tasarım gereği, RA'lar, transponderle donatılmış olmayan tehdide karşı oluşmaz.

Bu özellik etkinleştirilirse, TA sembolü, bir RA'ya dönüşebilen bir TA sembolünden farklı olacaktır. Ayrıca, aksi takdirde pilotların sistemin bir RA yayınlamasını yanlışlıkla beklemesine yol açabilecek hatalarını en aza indirmek için sembolü ayırt etmeye yardımcı olmak için sembolün yanında (*TA Only*) mesajı oluşabilir.

Şu anda Avrupa Hava Sahasında AOTO modunun kullanımı için onaylanmış herhangi bir operasyonel prosedür bulunmamaktadır.

15.21.3.6. Hassasiyet seviyeleri ve operasyon modları

ACAS Xa'da hassasiyet seviyeleri, koruma hacmini TCAS II'de olduğu gibi irtifaya göre değiştirmek için kullanılmaz. TCAS II'den farklı olarak ACAS Xa, SL'leri yalnızca çalışma modu göstergesi olarak (bekleme, TA Only veya TA/RA modları) ve eski TCAS II sistemleriyle birlikte çalışabilirliği korumak için kullanır.

TA/RA modunda, ACAS Xa her zaman SL3'ü TCAS II hava aracına aktaracaktır. Bu, ACAS Xa'nın TCAS II hava aracının SL'si nedeniyle TCAS II RA oluşturmasını etkilememesini sağlar ve sonuç olarak SL3 veya daha yüksek bir TCAS II hava aracı, kendi SL'sine dayalı olarak bir RA seçecektir.

15.21.4. ACAS Xo

TCAS II ve ACAS Xa tasarımı, görecelik ayırma prosedürlerinde ve yakın mesafeli paralel operasyonlarda gereksiz RA'ların sayısını artırabilir. Bu prosedürler genellikle ikaz eşiklerinin içinde ayrılmayı içerir ve bu nedenle rahatsız edici ikazlara neden olur. ACAS Xo bu durumlar için tasarlanmıştır. Şu anda ACAS Xo'da iki seçenek vardır: DNA (*Designated No Alert*) ve CSPO-3000 (*Closely Spaced Parallel Operations 3000*⁷⁶); gelecekte ek uygulamalar mümkün olabilecektir. ACAS Xo kullanım durumları aşağıdaki şekilde gösterilmektedir. ACAS Xo kurulumlarının, trafiğin belirlenmesini sağlamak için bir ASAS (*Airborne Separation Assurance Systems*) arayüzü ile entegre edilmesi gerekecektir.

Şu anda, Avrupa Hava Sahasında bu modların kullanımı için onaylanmış herhangi bir operasyonel prosedür bulunmamaktadır.

⁷⁶ Paralel pistler arasında 3000 ft (915 metre) mesafe



15.21.4.1. Belirlenmiş Uyarı Yok (DNA)

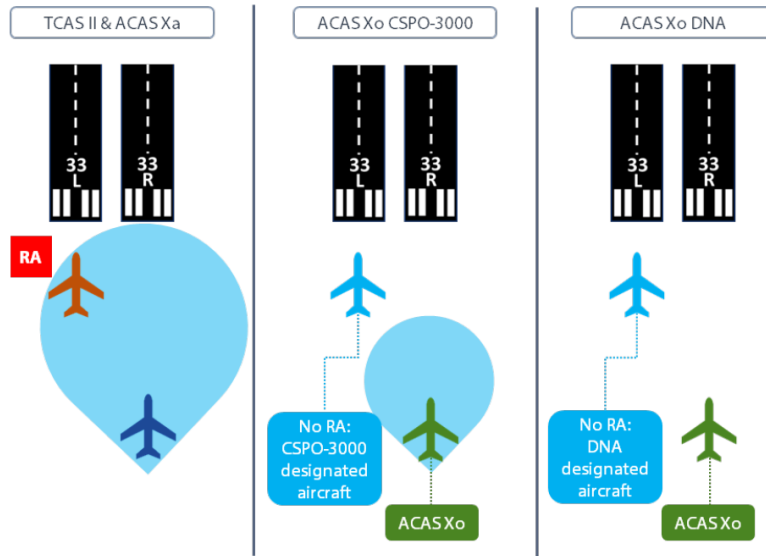
Görerek ayırma prosedürleri ve yakın mesafeli paralel operasyonlar genellikle ACAS Xa ikaz eşiklerinin içindeki hava araçları arasında gereksiz ikazlara neden olur. Uçuş ekipleri RA'ları görmezden gelebileceğinden, gereksiz ikazlar çarpışmadan kaçınma işlevinin etkinliğini azaltabilir. DNA işlevi, pilota, bu hava aracına karşı herhangi bir TA ve RA'yı bastırmak için bir tehdit üzerinde bir DNA modu seçme seçeneği sunarken, ACAS Xa, diğer hava araçlarıyla RA koordinasyonunu gerçekleştirmeye devam edecektir. Belirlenen hava aracını içeren çoklu tehdit karşılaşmaları sırasında, DNA modu otomatik olarak askıya alınacaktır.

Belirlenen hava aracı ile ayırma yanlamasına 6 NM'den fazlaysa otomatik olarak tanımlanmayacaktır.

15.21.4.2. Yakın Aralıklı Paralel Operasyonlar 3000 (CSPO-3000)

Bir CSPO-3000 modu, pistler arasında 3000 ft (915 metre) veya daha az mesafe olduğunda yakın mesafeli paralel yaklaşımlar için pilota, yakın mesafeli paralel operasyonlar sırasında değiştirilmiş bir çarpışmadan kaçınma mantığının uygulanacağı trafiği belirleme seçeneği sağlayacaktır. ACAS Xa koruması, diğer tüm trafiklerle korunur. CSPO-3000 modu seçildiğinde, kullanılabilir RA'lar normal çalışma modundakiyle aynıdır. Aşağıdaki şekilde gösterilen koruma balonunun boyutu, olasılık kurallarına dayandığından TCAS II koruma hacmi gibi sabit değildir.

CSPO-3000 modu, kendi hava aracının ACAS Xa sistemi TA-Only modundayken, ve FL140'ın üzerindeyken ve belirlenmiş trafik yokken kullanılmaz.



ACAS Xo kullanım durumları (pist aralığı 3000 – 4500 ft).

15.21.5. ACAS Xa/Xo Performans Takibi

ACAS Xa/Xo ekipmanı, ilgili tüm ACAS Xa/Xo işlevlerini ve performansını sürekli ve otomatik olarak takip etmek için bir performans izleme işlevi içerir.

Ayrıca, ACAS Xa/Xo sisteminin çalışması için çalışan bir Mode S transponder gerektiğinden, her bir işleme döngüsü, ACAS Xa/Xo monitör işlevi kendi transponderinin durumunu belirler. Hava aracı havadayken ve radar/radyo altimetre irtifası 1550 ft'ten (± 100 ft) fazlaysa kendi transponder durumunun Beklemede veya Başarısız olduğu belirlenirse, uçuş ekibi bilgilendirilecektir. ACAS Xa/Xo, TCAS ekranında "TCAS Standby" görsel ikaz ve "TCAS Standby" sesli sesli sağlayacaktır. Bu ikaz, örneğin iniş sırasında, daha yüksek öncelikli uyarılar (GPWS/TAWS vb.) sırasında TCAS Standby normal geçişler sırasında yapılmaz.

15.22. RA istatistikleri ve pilot uygulamalarının değerlendirilmesi

Bu Bölümde sunulan istatistiksel veriler, tüm ayrıntıları dipnot⁷⁷'da atıfta bulunulan raporda mevcut olan TCAS istatistik ve performans çalışmasının bir özeti. Bu veriler daha sonra RA⁷⁸'e pilot uygulamalarını değerlendiren çalışmada kullanılmıştır.

Verilerin 2010'ların ortalarında/sonlarında merkezi Avrupa hava sahasında⁷⁹ Mode S radarları kullanılarak toplandığı, yani COVID pandemi öncesi trafik seviyelerini yansıttığı bilinmelidir. COVID ile ilgili kısıtlamalar nedeniyle hava trafiğindeki azalma, daha düşük trafik yoğunluğu ve daha düşük uçuş sayısı nedeniyle hava araçlarının çakışma olasılığı daha düşük olacağından, TCAS II ikazlarının sıklığı üzerinde kesinlikle bir etkisi olacaktır. İlk izleme verileri, RA'ların sayısının COVID öncesi durumun %25-30'una düştüğünü gösteriyor.

15.22.1. RA ve TA'ların sıklığı

Çeşitli izleme faaliyetleri yoluyla, merkezi Avrupa hava sahasında bir RA'nın yaklaşık olarak her 7250 uçuş saatinde bir (veya günde 3.5 kez) meydana geldiği tahmin edilmektedir. Merkezi hava sahasının dışında, oranın daha düşük olduğuna inanılmaktadır.

Uçak operatörlerinden elde edilen veriler, bir RA'nın kısa ve orta mesafeli bir hava aracı tarafından uçulan yaklaşık 3000 sektörde bir ve uzun mesafeli bir filo için 1050 sektörde bir kez gerçekleştiğini göstermektedir. TA'lar çok daha sık görülen olaylardır. Her 10-15 etapta bir gerçekleşir (filodan bağımsız olarak). TA/RA oranı, kısa/orta mesafe ve uzun mesafe filoları için sırasıyla yaklaşık 200:1 ve 110:1'dir.

Çoğu RA, hava aracı operatörü veya ANSP raporlama sistemleri aracılığıyla rapor edilse de, bunların oluşma sıklığına ilişkin Avrupa çapında kapsamlı bir istatistik bulunmamaktadır. EUROCONTROL'un EVAIR projesi⁸⁰, diğer kaynaklardan (örneğin pilot veya ATC raporları) alınan raporları toplar, işler ve ilgili tarafları olaylarla ilgili geri bildirimlerle destekler.

15.22.2. Tehdit türüne göre karşılaşma dağılımı

Yukarıda bahsedilen izleme faaliyetinde, 1072 karşılaşmada (yani en az bir hava aracının RA aldığı olaylar) 1242 RA kaydedilmiştir. Karşılaşmaların büyük çoğunluğunda, dahil olan sadece bir hava aracı RA almıştır (Aşağıdaki şekli inceleyiniz). Sadece 170 (%15,9) vakada her iki hava aracı da RA almıştır. Olası nedenler şunlardır:

- çatışmanın geometrisi, RA'nın TCAS II ile donatılmış tehdit uçaklarında oluşturulmayacağı şekilde;
- tehdit uçağı TCAS II donanımlı değil;
- tehdidin TCAS II'si yalnızca TA modunda olması.

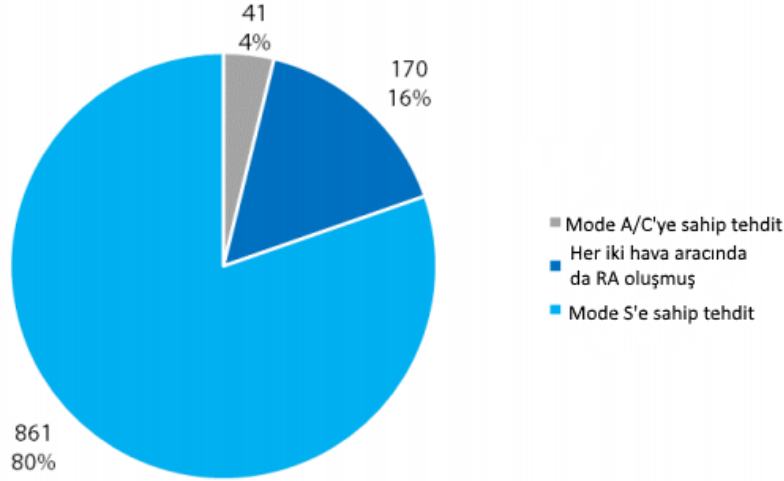
⁷⁷ EUROCONTROL: TCAS – Merkezi Avrupa Hava Sahasında Seçilmiş İstatistik ve Performans Verileri, EUROCONTROL, 15 Şubat 2021

⁷⁸ EUROCONTROL: Pilotun TCAS RA'lara uygunluğunun değerlendirilmesi, TCAS modu seçimi ve ATC radar verileri kullanılarak hizmet verilebilirlik, EUROCONTROL, baskı 2.2, 10 Şubat 2022

⁷⁹ Trafik yoğunluğunun yüksek olduğu Avrupa'nın batı ve orta kesimlerindeki hava sahası

⁸⁰ EUROCONTROL Gönüllü ATM Olay Raporlama. Daha fazla bilgi ve tam raporlara erişmek için EVAIR web sitesine gidin.

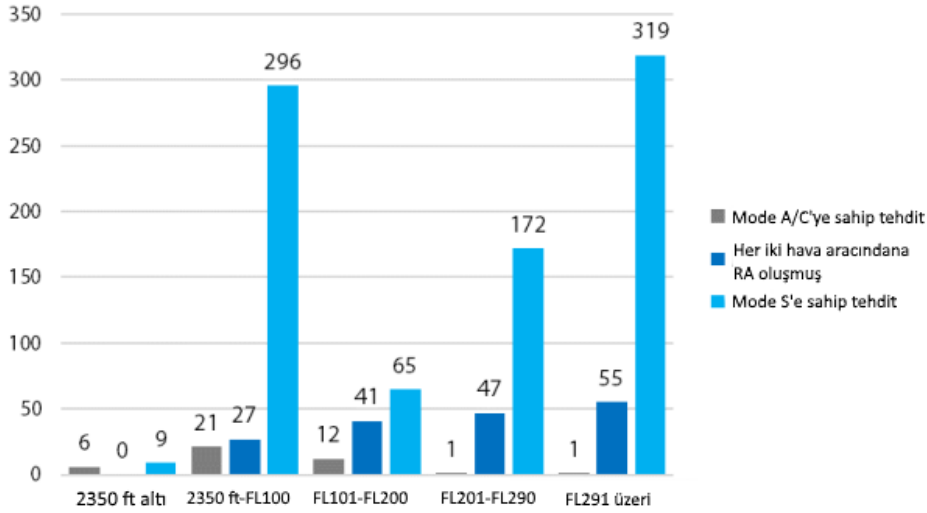




Tehdit türüne göre karşılaşma dağılımı.

15.22.3. Tehdit türüne ve Uçuş Seviyesine göre karşılaşma dağılımı

Avrupa hava sahasında, bir RA veya RA ile sonuçlanan karşılaşmaların çoğu, üst hava sahasında, yani FL290'ın üzerinde meydana gelmiştir. Uçuş Seviyesi ve tehdit türüne göre karşılaşmaların dağılımı aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.



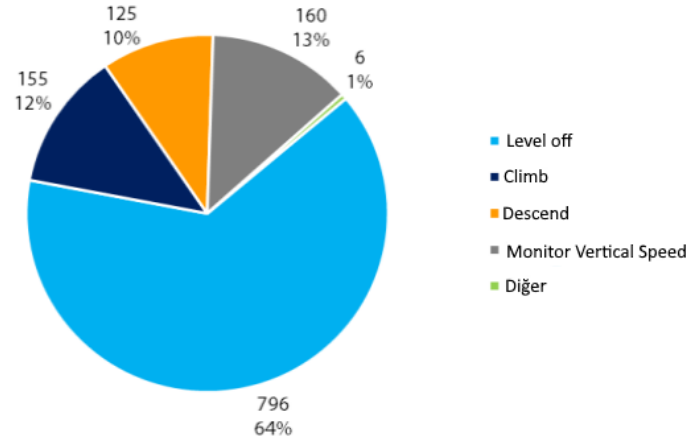
Tehdit türüne ve Uçuş Seviyesine göre karşılaşma dağılımı.

15.22.4. RA türüne göre RA dağılımı

15.22.4.1. Başlangıç RA'sı

En yaygın Başlangıç RA'sı (%64.0) *Level off* RA'dır, bunu *Monitor Vertical Speed, Climb* ve *Descend* RA'ları takip eder. Kaydedilmiş 1242 RA'dan yalnızca 4'ü *Maintain Vertical Speed*, 2'si *Crossing Descend* ve 1'i *Crossing Climb* RA'sı olmuştur. Başlangıç RA'sı olarak geçen *Crossing Maintain Vertical Speed* RA'sı yer almamaktadır.

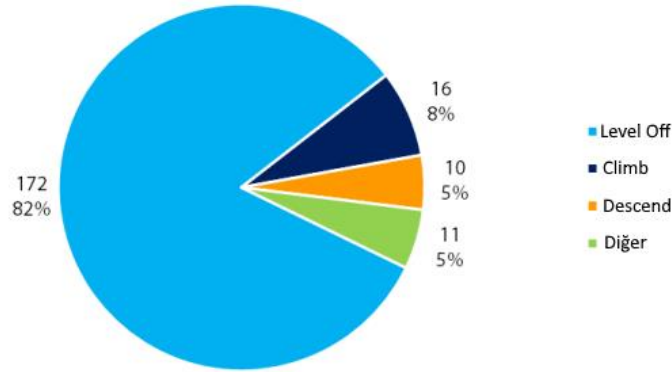




RA tipine göre başlangıç RA'sı

15.22.4.2. Takip Eden RA'lar

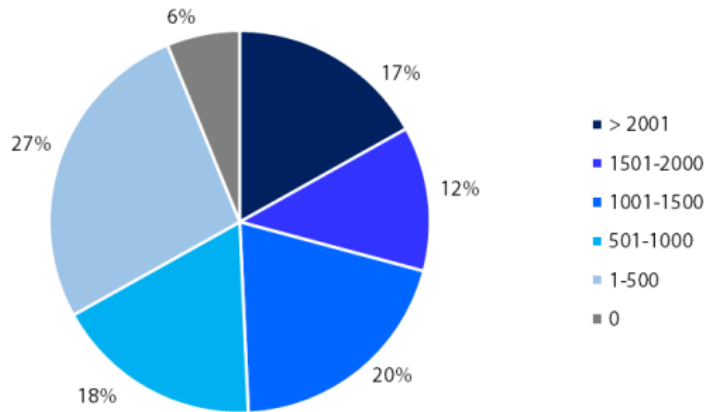
Başlangıç RA'ların sadece %16,8'i takip eden RA ile sonuçlanmıştır. Burada, en yaygın olanları yine *Level Off* (%82.3) RA'ları, bunu *Climb* ve *Descend* RA'ları takip eder. *Maintain Vertical Speed* RA'ları dört kez oluşurken, ters yönde RA'lar beş hadisede meydana gelmiş, *Increase* RA'ları yalnızca iki kez kaydedilmiştir. Diğer RA'lar gözlenmemiştir.



RA tipine göre takip eden RA'lar

15.22.5. RA zamanındaki dikey oranlar

Radar verilerinin izlenmesi, RA zamanında, hava araçlarının %16,9'unun 2000 ft/dk'yı aşan bir dikey sürata sahip olduğunu gösterir. Hava aracı düz uçuştayken yalnızca %6,2 RA üretilmiştir.



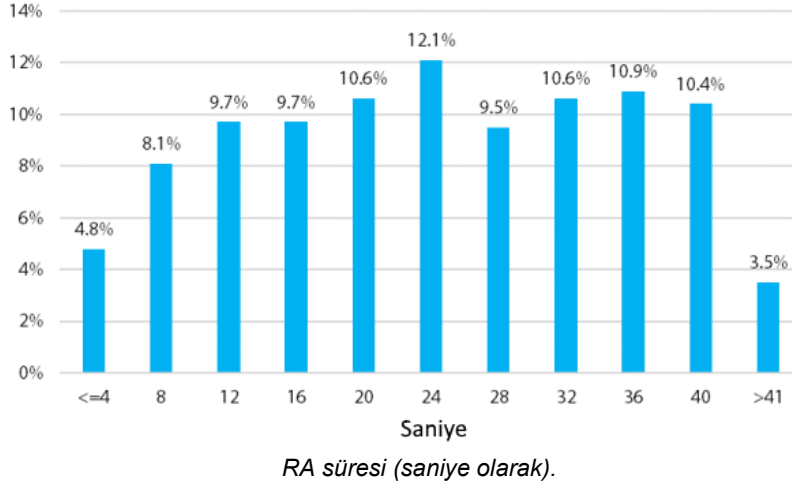
RA sırasındaki dikey sürat (ft/dk.)



Tüm *Level Off* RA'ların yarısından fazlası (%53,6), hava aracının dikey sürati 2000 ft/dk'nın üzerinde, vakaların %34,1'inde ise dikey sürat 1501 ile 2000 ft/dk arasında meydana gelmiştir. Aşırı dikey süratten kaynaklanan RA'lar operasyonel olarak gerekli değildir ve ICAO tarafından tavsiye edildiği gibi dikey sürat müsaade edilen seviyeye yaklaşırken düşürülürse çoğu durumda önlenbilir.

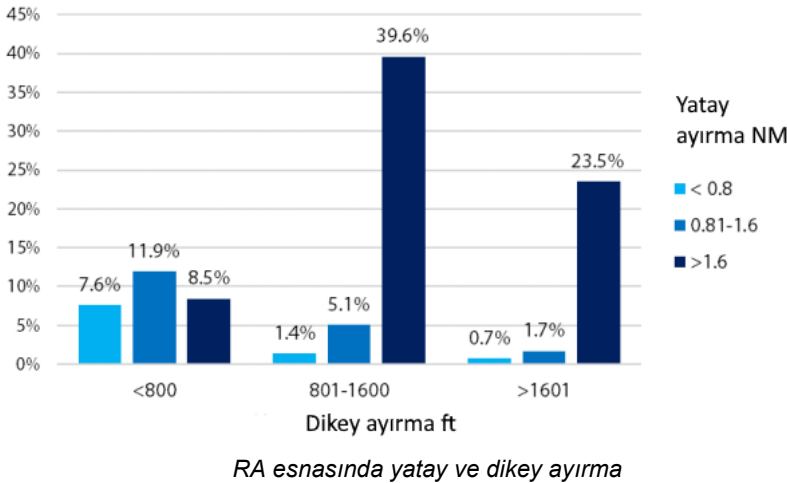
15.22.6. RA'ların süresi

Ortalama RA süresi 25 saniye olup, tüm RA'ların yarısından fazlası (%53,5) 21 ila 40 saniye arasında sürdüğü görülmüştür. RA'ların yalnızca bir kısmı 4 saniye veya daha kısa veya 41 saniyeden uzun (sırasıyla %4,8 ve %3,5) olmuştur.



15.22.7. RA esnasında yatay ve dikey ayırma

Bir RA'nın etkili olması için, hava araçları arasında hala yeterli yatay/ dikey ayırma olduğunda ve pilotun/pilotların RA'lara uyum sağlamak için yeterli zamanı olduğunda oluşması gerekir. RA'ların çoğu, hava aracı hala dikey olarak 800 ft'ten fazla ve yatay olarak 1,6 NM'den daha fazla olduğunda oluşmuştur.

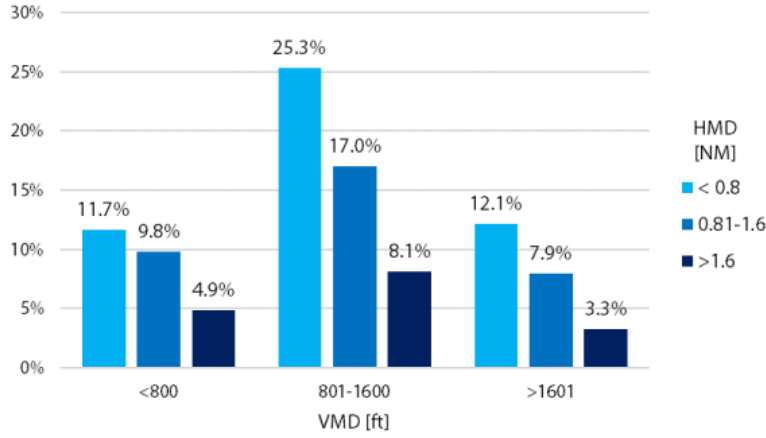


15.22.8. CPA'de dikey ve yatay geçiş mesafesi

RA'lara doğru pilot yanıtları verildiğinde, çatışan iki hava aracı arasındaki nispi irtifa artırılarak, yani En Yakın Yaklaşım Noktasındaki (CPA) Dikey Geçiş Mesafesi (VMD) artırılarak uçuş emniyeti artar. TCAS açısından, VMD ne kadar büyükse, elde edilen emniyet seviyesi de o kadar iyi olur.

Aşağıdaki şekilden görüleceği üzere, elde edilen VMD, vakaların çoğunda 800 ft'in üzerinde gerçekleşmiş, yalnızca %1,1'inde elde edilen VMD/HMD sırasıyla 400 ft ve 0,4 NM'in altında olmuştur.





CPA'daki HMD ve VMD

15.22.9. Operasyonel uyumluluk

15.22.9.1. TCAS RA'ları ile pilot uyumluluğu

Havada çarpışma riskini azaltmak için RA'lara doğru ve hızlı pilot tepkileri gereklidir. EUROCONTROL, Mode S radar kayıtlarını kullanarak, RA'lara⁸¹ pilot tepkilerini değerlendirmiştir. Çalışmada iki yöntem kullanılmıştır:

- **Yöntem A:** RA'dan sonra hava araçlarının dikey süratlerini inceler ve bunları önceden tanımlanmış eşiklerle karşılaştırır;
- **Yöntem B:** bir pilotun, örneğin iniş sırasında bir *Climb* RA'sına anında yanıt verme yeteneğini hesaba katan alternatif bir yöntem.

Yöntem A, hem başlangıç (karşılaşmadaki ilk RA'yı) hem de müteakip RA'ları kapsarken, Yöntem B altında yalnızca başlangıç RA'lar analiz edildi. Daha kısa RA'lar pilota yanıt verme ve hava aracının dikey süratini gerektiği gibi değiştirme fırsatı vermeyebileceğinden, her Yöntem 8 saniye veya daha uzun süren RA'ları hesaba katmıştır. Ayrıca, *Monitor Vertical Speed* RA'ları, bu önleyici RA'lar herhangi bir pilot müdahale gerektirmediğinden uyumluluk çalışmasına dahil edilmemiştir.

Değerlendirilen her RA aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır:

- **Takip edilen:** gerekli dikey sürate ulaşılması için pilotun tepkisi, gerekli dikey sürate yönelik bir manevra ile tutarlıydı;
- **Zayıf Tepki** (Yalnızca Yöntem B): Pilot, gerekli yönde dikey süratte bir ayar yapmış, ancak dikey sürat veya ivmede gereksinimi karşılamak için yetersiz kalmış;
- **Yanıt Yok veya çok zayıf yanıt:** dikey sürat, gerekli dikey sürati elde etmek için yeterli kalmamış;
- **Ters yönde:** Pilot tarafından gerçekleştirilen eylem, RA ile karşılaştırıldığında dikey anlamda ters yöndedir;
- **Aşırı:** yanıt gerekli dikey sürati aşmıştır.

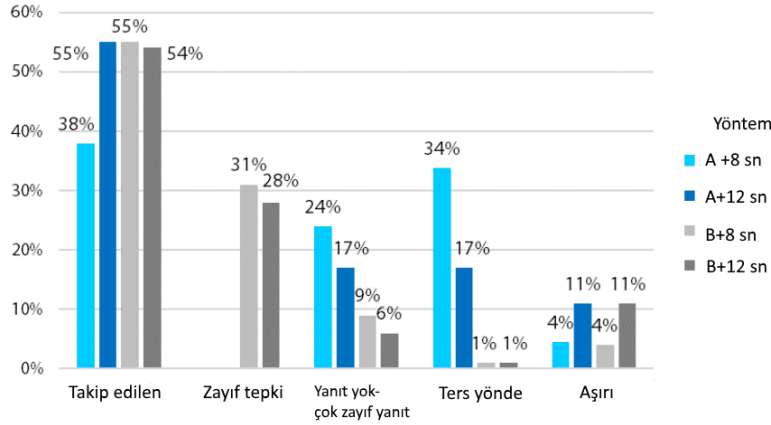
Sonuçlar, başlangıç RA'larının %38'inin (Yöntem A) ve %55'inin (Yöntem B) RA'dan 8 saniye sonra ve 12 saniyeden sonra %55 ve %54'ünün doğru şekilde takip edildiğini göstermiştir. Kalan yanıtlar ya çok zayıf, ters yönde ya da aşırıydı – Aşağıdaki şekli inceleyiniz.

Not: Süresi 8 saniyeden kısa olan ilk RA'lar göz ardı edildi.

⁸¹ EUROCONTROL: Pilotun TCAS RA'lara uygunluğunun değerlendirilmesi, TCAS modu seçimi ve ATC radar verileri kullanılarak servis verilebilirlik, EUROCONTROL, baskı 2.2, 10 Şubat 2022



Karşılaşmadaki takip eden RA'lar (yalnızca Yöntem A), vakaların %48'inde istenen dikey oranda takip edildi.



8 veya 12 saniye sonra RA'larla pilot uyumluluğu Yöntem A ve B.

15.22.9.2. TA-only modu işlemleri

TCAS II'nin normal çalışma modu TA/RA'dır. Bu modda TCAS II, gerektiğinde TA'ları ve RA'ları oluşturarak tam emniyet koruması sağlamaktadır. Yukarıda bahsedilen çalışma için kullanılan bir veri alt kümesi, hava aracının TA-only modunda çalıştırılıp çalıştırılmadığını değerlendirmek için kullanılmıştır.

Paralel yaklaşımlar için TA-only modunun kullanıldığı durumları hariç tutmak için, yalnızca FL100'ün üzerindeki TA-only operasyonları dikkate alınmıştır. Tüm uçuşların yaklaşık %0,6'sının TA-only modunda gerçekleştirildiği tespit edilmiştir.

Tüm operasyonların küçük bir yüzdesi olmasına rağmen, bu hava araçları TCAS II RA'ların sunduğu korumadan yararlanmamıştır. Bu operasyonların çoğunun uçuş ekibi tarafından yanlış mod seçiminden kaynaklandığına inanılmaktadır. Transponder arızası veya hatalı Mode S *downlink* gibi teknik arızalar, özellikle bir günden fazla TA only modu operasyonları durumunda hariç tutulamaz. Bu arızalar büyük olasılıkla uçuş ekibi tarafından bilinmemektedir.

Trafik ekranında çevredeki trafik görünmeyeceğinden, pilotlar TCAS'ın *Standby* modunda olup olmadığını kolayca fark edebilirken, TA only modunda çevredeki trafik görüntüleneceğinden yanlış seçiminin fark edilmesi daha zor olabilir.

15.22.9.3. TCAS II servis kolaylığı

MEL (minimum ekipman listesi) hükümlerine göre hava aracı TCAS II hizmet dışı olarak gönderi yapabilir. Mode S radar verilerini kullanarak, TCAS II'nin hizmet verilebilirliğine ilişkin bir değerlendirme, merkezi Avrupa hava sahasındaki uçuşların yaklaşık %1,4'ünün TCAS II hizmet dışıyken gerçekleştirildiğini ortaya koymuştur. Herhangi bir geçici sorunu hariç tutmak için, yalnızca 5 dakikadan fazla hizmet dışı TCAS bildiren uçuşlar sayılmıştır.

15.23. TCAS II operasyonel anormallikler

15.23.1. Kendi kendini izleyen RA'lar

TCAS II'nin kendi kendini izlemesinin bir sonucu olarak bir RA'yı tetiklediği, yani bir hava aracının kendisini tehdit olarak takip ettiği durumlar bildirilmiştir. Sahte tehdit daha sonra kendi hava aracıyla aynı irtifada ve aynı pozisyonda görülür. TCAS II, Mode S 24-bit adresi kendi hava aracıyla aynı olan Mode S tehditleri takip etmemesi gerekir. Bir hava aracının bastırma veriyolunun kendi transponderinin sorgulamalara yanıt vermesini engellemesi gerekse de, bazen arızalar meydana gelebilir.



Kendi kendini takip eden RA'lar oluştuğunda, pilotlar bu RA'ları, bir arızadan kaynaklandığını bilmeden, takip edecekleri için ATC müsaadesinden büyük sapmalara neden olacakları için operasyonel olarak kötü sonuçlar doğurabilir.

15.23.2. Yerde Transponder Testi

TCAS II ve ACAS Xa, menzilleri dahilinde tüm Mode S ve Mode A/C transponderlerini sorgular. Ayrıca ACAS Xa, diğer hava araçlarından alınan ADS-B sinyallerini kullanmaktadır. Bu, test veya bakım için çalıştırılan yer tabanlı transponderleri ve ADS-B vericilerini içerecektir. Bu transponderler, civarda havada olan bir hava aracına yakın bir irtifa raporu ile yanıt verirse, o hava aracının Trafik Göstergesi bir 'ghost' hedef gösterecek ve hatta bu hedeflere karşı TA/RA'lar oluşturabilecektir. Bu gereksiz ikazlar, uçuş ekipleri ve kontrolörler için rahatsız edicidir.

Bu gereksiz ikazlardan kaçınmak için, transponder testi ve bakımı sırasında özel dikkat ve uygun prosedürler gereklidir. Sanal bir irtifa gönderimini önlemek için (ki bu durum havadaki sistemler tarafından yanlışlıkla kullanılabilir) antenler üzerinde etkin perdeleme veya absorpsiyon cihazları kullanılmalı veya test seti anten sistemine fiziksel olarak bağlanmalıdır. Mümkün olduğunda, sağlayabileceği herhangi bir koruma özelliğinden yararlanmak için test kapalı bir hangar içinde yapılmalıdır. Son olarak, mümkünse yükseklik gerçekçi olmayan bir irtifaya (örneğin 60.000 ft'in üzerinde) veya düşük bir değere (örneğin -2000 ft) ayarlanmalıdır.

EASA AMC 20-13, § 14.1, transponder bakımına ilişkin aşağıdaki tavsiyeleri sağlar: "İrtifa raporlama aktarıcılarının bakım testleri, trafikteki rahatsızlık riskini veya çalışan hava araçlarında çarpışma çözüm önerilerini en aza indirmek için uygun şekilde taranmalıdır. İrtifa değişikliklerinin kullanımını içeren transponder testi yaparken, hava veri sistemi gerekli irtifaya ayarlıyken transponderin "standby" veya "off" durumda olduğundan emin olunması tavsiye edilir. Transponder, diğer hava araçlarıyla iletişim riskini en aza indirmek için yalnızca test aşamasında çalıştırılmalıdır. Testin tamamlanmasının ardından, transponder "standby" veya "off" duruma getirilmelidir. Hava veri sistemi daha sonra atmosfer basıncına döndürülebilir. Not: İrtifa değişiklikleri içeren herhangi bir transponder testi yapmadan önce ilgili ATC ile temasa geçilmeli ve bir 'güvenli test irtifa(lar)sı' üzerinde anlaşılmalıdır."

15.23.3. Yanlış RA'lar

Yanlış bir iz veya ACAS II arızasının neden olduğu bir RA, yanlış bir RA'dır. Nadir durumlarda, ACAS II, herhangi bir tehdit yokken gözetim veya izleme anormallikleri nedeniyle bir RA oluşturabilir. Örneğin, kendi hava aracı yakınlarda başka bir hava aracını olduğundan çok daha yakın görebilir, bunun bir tehdit olduğunu belirleyebilir ve ona karşı bir RA oluşturabilir. Pilotların, gerçek zamanlı olarak, RA'nın yanlış olup olmadığını belirleme olanağı yoktur ve bu nedenle, onu takip etmeleri ve ATC'ye rapor etmeleri beklenir.

Operasyonel olarak gereksiz (rahatsız edici) ancak çarpışmadan kaçınma mantığına göre oluşturulan bir RA, yanlış bir RA olarak sınıflandırılmamalıdır. ACAS II ekipmanı veya tasarımında altta yatan bir sorun olup olmadığını belirlemek için şüpheli RA'lar bildirilmeli ve araştırılmalıdır.

15.23.4. Domino etkisi karşılaşmaları

Nadiren domino etkisi karşılaşmaları meydana gelebilir. Bu durumlarda, ACAS II ile donatılmış bir hava aracı, bir tehditten kaçınmak için bir RA'ya yanıt verir ve bu, onu RA alan üçüncü bir hava aracıyla çatışmaya sokabilir. Bunun örneğin bir bekleme paterninde gerçekleşmesi beklenebilir. Bu tür bir senaryo operasyonel olarak istenmeyen bir durum olsa da, ACAS II birden fazla tehdidi işleyebilir ve durumu çözebilir.

15.24. Emniyet yönünden avantajları

15.24.1. Risk oranı

ACAS II tarafından sağlanan emniyet avantajları genellikle risk oranı açısından ifade edilir: ACAS II ile ve ACAS II olmadan riskin karşılaştırılması (yani ACAS II emniyeti daha iyi veya



daha kötü hale getirir mi?) -% 0'lık bir risk oranı ideal bir sistemi (risk elimine edilmiş) ve % 100'lük bir risk etkisiz bir sistemi (risk değiştirilmemiş) gösterir. Risk oranı aşağıdaki denklemle ifade edilir:

$$\text{risk oranı} = \frac{\text{ACAS mevcut olduğunda çarpışma riski}}{\text{ACAS mevcut olmadığına çarpışma riski}}$$

Gerçek sistemler bu uç noktalar arasında bir yerde bir performansa sahiptir. Risk oranının mutlak emniyet seviyesinden ziyade emniyetteki iyileşmeyi ifade eden göreceli bir önlem olduğunu hatırlamak önemlidir.

Ayrıca, ACAS II'nin emniyete yönelik yararlarını tartışırken, ACAS II'nin yokluğunda meydana gelebilecek çarpışmaları önleyeceğini göstermek yeterli değildir. Çarpışmadan kaçınma mantığının, aksi takdirde güvenli koşullarda çarpışmaya neden olabileceği riski de göz önünde bulundurulmalıdır. Dahası, diğer bazı arızalar ACAS II'nin bir çarpışmaya neden olmasına neden olabilir, örneğin tespit edilmemiş hava aracı bir üçüncü taraf hava aracının uçuş yoluna yönlendiren bir RA.

İki tür çarpışma riski genel risk oranını etkiler:

- **Çözülmemiş çarpışma riski** - ACAS II çözümünün çarpışmayı çözemediği bir durum;
- **Teşvik edilen çarpışma riski** - çarpışma riskinin olmadığı ancak ACAS II'nin çözüm oluşturduğu durum.

15.24.2. TCAS II

Avrupa için TCAS II'nin 2002'de⁸² havada çarpışma riskini yaklaşık 5 (yani yaklaşık %22 risk oranı)⁸³ kat azaltacağı tahmin edilmiştir. Mevcut, yayınlanmamış çalışmalar, risk oranının aslında daha düşük olduğunu göstermektedir (yani, özellikle nominal bir pilot reaksiyonu ve her iki hava aracının da donatılmasıyla havada çarpışma riski daha da azalmaktadır).

Diğer her şey eşit olduğunda, hava aracı TCAS II teçhizatı seviyesi ne kadar yükseğe ve RAs ile pilot uyum seviyesi ne kadar iyi olursa riskteki azalma o kadar artar. TCAS II'nin performansını etkileyen en önemli faktör pilotların RA'lara tepkisidir. Herhangi bir zamanda, diğer hava araçları tarafından TCAS II teçhizatının seviyesine bakılmaksızın, belirli bir hava aracı için çarpışma riski, TCAS II ile üç kat azaltılabilir⁸⁴.

TCAS II performansının izleme verileri ve çeşitli büyük ölçekli emniyet çalışmaları kullanılarak operasyonel değerlendirilmesi, uçuş emniyetinde genel bir iyileşme sağladığını göstermiştir. Çoğu durumda RA'lar, havada çarpışmaların gerçekleşmesini engellemiştir. Bununla birlikte, TCAS II'nin her çarpışmayı çözemeyeceği ve belirli olay kombinasyonları meydana gelirse yakın bir çarpışmaya neden olabileceği unutulmamalıdır.

Son olarak, TCAS II uçuş emniyetini önemli ölçüde artırsa da, tüm çarpışma risklerini tamamen ortadan kaldıramaz ve kendisi de çarpışma riskine neden olabilir.

15.24.3. ACAS Xa

ACAS Xa/Xo, operasyonel uygunluğu geliştirirken TCAS II'den daha emniyetli olacak şekilde tasarlanmıştır.

⁸² EUROCONTROL ACAS Projesi, hem CVSM hem de RVSM ortamları için sırasıyla % 21,7 ve % 21,5'lik tam sistem oranını hesapladı. Kaynak: ACAS Emniyet Çalışması: Yeni Avrupa Hava Sahası Ortamında ACAS II Faz 1 ve Faz 2'nin Emniyet Faydaları, ACAS / 02-022, Mayıs 2002.

⁸³ Bunun, gerçek trafikten ziyade modellere dayanan teorik bir hesaplama olduğu ve TCAS II'nin Avrupa hava sahasında yaygın olarak uygulanmasından önce yapıldığı bilinmelidir.

⁸⁴ Kaynak: EUROCONTROL ACAS Projesi, Avrupa'da ACAS II'nin Emniyetine İlişkin Çalışmalar Hakkında Nihai Rapor, WP-1.8/210D, ACASA/02-014, Mart 2002.



FAA, ACAS Xa'nın genel emniyet ve operasyonel iyileştirmeler sağladığını gösteren ACAS Xa standardizasyon süreci⁸⁵ sırasında emniyet çalışmaları yürütmüştür. Bu çalışmalar, ACAS Xa'nın Amerika Birleşik Devletleri karşılaşma modelinde güvenliği % 20 artırdığını ve ABD hava sahasındaki kayıtlı radar izlerinde genel ikaz oranının % 65 azaldığını göstermektedir. TCAS II RA'ların % 97'sinin ACAS Xa tarafından oluşturulmadığını ve yalnızca bir ACAS Xa, TA ile sonuçlanan önleyici (*Monitor Vertical Speed*) RA oluşması en belirgin göstergedir. Bu durum, tehdit hava araçlarının mevcut ve gelecekteki durumunun daha iyi bir tahminini kanıtlayan daha yüksek kaliteli ADS-B verilerine (TCAS II tarafından kullanılan aktif gözetim yerine ACAS Xa tarafından kullanılır) dayandırılmaktadır.

Avrupa'da emniyet ve operasyonel çalışmalar yapılmış, birkaç operasyonel alanda bazı farklılıklarla benzer genel sonuçlar alınmıştır. Yapılan Avrupa çalışmalarının sonuçları, Avrupa düzenleyici otoriteleri tarafından değerlendirilmektedir.

15.25. ACAS II eğitimi

15.25.1. Pilotlar

ACAS II işaretleri, pilotların olası çarpışmalardan kaçınmasına yardımcı olmak için tasarlanmıştır. Sistemin amaçlanan emniyet faydalarına ulaşması için pilotların sistemi çalıştırması ve ACAS II tavsiyelerine sistem tasarımıyla uyumlu bir şekilde yanıt vermesi gerekir. Birçok tavsiye, birden fazla ACAS II donanımlı hava aracını içerir. Bu koordineli karşılaşmalarda, her hava aracındaki uçuş ekibinin beklenen şekilde yanıt vermesi esastır. Bu nedenle, temel ve tazeleme pilot eğitimi ve ACAS II operasyonunun anlaşılması büyük önem taşımaktadır.

Pilot eğitiminde, TCAS II ve ACAS Xa sistemleri arasındaki farklılıklara dikkat edilmelidir. Ekranlar ve ikazlar benzer olsa da, zamanlama ve oluşturulan uyarıların türü, ACAS Xo, AUTO mod gibi bazı özelliklere mutlaka dikkat edilmelidir.

ICAO, pilotlar ve kontrolörler için uygun bir eğitim programının önemini kabul etmiştir. Eğitim yönergeleri ICAO ACAS Manuel (Doc 9863) ve ICAO PANS-OPS (Doc 8168)'de yer almaktadır.

15.25.2. Kontrolörler

Hava trafik kontrolörleri için ACAS II eğitimi pilot eğitiminden farklı bir içeriğe sahip olmalıdır. ICAO, ACAS Manuelde (Doc 9863) hava trafik kontrolörlerine resmi ACAS II eğitimi verilmesini önermektedir. Eğitimin amacı, çarpışmadan kaçınma sistemlerinin nasıl çalıştığını anlayarak, ATC ile etkileşime girerek ve bir ACAS hadisesi sırasında pilotların ve hava trafik kontrolörlerinin sorumluluklarını anlayarak hava trafik kontrolörlerinin RA'ların meydana geldiği durumları daha iyi yönetmelerini sağlamaktır.

15.25.3. Eğitim kaynakları

Eurocontrol ve özellikle skybrary web sayfalarında ücretsiz bir çok eğitim dokümanına ulaşmak mümkündür.

⁸⁵ FAA TCAS Program Ofisi, FRAC Sonrası Operasyonel Doğrulama Raporu, DO-385 V1R0, Aralık 2018.



15.26. SONUÇ

Havada Çarpışma Önleme Sistemleri, hava araçları arasındaki havada çarpışmaları önlemek için tasarlanmış son çare bir sistemdir. Halen bu rol TCAS II tarafından yerine getirilmekte ve yeni nesil Havada Çarpışma Önleme Sistemleri (ACAS X) geliştirilmektedir. İlk ACAS Xa donanımlı hava araçlarının önümüzdeki birkaç yıl içinde faaliyete geçmesi beklenmektedir.

Sistemin teknik özellikleri uçuş emniyetinde önemli bir gelişme sağlamakta olup, TCAS II havacılık dünyasında evrensel olarak tanınmaktadır. TA ve RA'lar nispeten nadir oluşan, uçuş ekibinden hızlı ve uygun tepkiler gerektiren planlanmamış hadiselerdir. Sonuç olarak, uçuş ekibi için ACAS prosedürleri hakkında temel ve tazeleme eğitimleri çok büyük önem taşımaktadır.

ACAS II operasyonlarının ATC üzerinde etkisi vardır. Bu nedenle, kontrolörlerin ACAS II sistemlerinin özellikleri ve pilotlar tarafından kullanılan prosedürler hakkında iyi bir bilgiye sahip olmaları gerekmektedir. Kontrolörler ayrıca, hava aracının ACAS II ile donatılmış olup olmadığına bakılmaksızın, özellikle trafik bilgileri ve gerekli ayırmayı sağlamakla yükümlüdür.

TCAS II'nin uygulanması emniyeti artırarak havada çarpışma ihtimalini azaltmıştır. Bununla birlikte, TCAS II'nin ve gelecekte ACAS Xa'nın emniyete yönelik faydalarını sağlamaya devam edebilmesi için pilotların ve kontrolörlerin havadan çarpışma önleme operasyonları konusunda yeterince eğitilmeleri ve prosedürleri takip etmeleri büyük önem taşımaktadır.



16. Mania Önleme ve Uyarı Sistemi (TAWs)

16.1. Tanım

Uçuş ekibine potansiyel olarak tehlikeli bir mania durumunu tespit etmek için yeterli bilgi ve uyarı sağlayan bir sistemdir, böylece uçuş ekibi bir CFIT (kontrollü uçuşların manialara çarpması) olayını önlemek için önceden etkili önlemler alabilir.

16.2. Açıklama

16.2.1. TAWs; hava aracı yer yüzeyine ya da bir maniaya tehlikeli bir şekilde yaklaştığında sesli ve görüntülü olarak uçuş ekibini ikaz eden bir emniyet ağıdır.

16.2.2. Kontrollü uçuşların manialara çarpması (CFIT) kazalarının artması üzerine 1970'li yıllarda TAWs'ın ilk uygulaması olan GPWS (Ground Proximity Warning System) kullanılmaya başlanmıştır. İlk GPWS'ler radyo altimetresi ile yerden yüksekliği ölçerek, hava aracı potansiyel tehlikeli şartlara girdiğinde yaklaşma süratini göz önüne almaktaydı. Daha sonraları hava aracı konfigürasyonu (iniş takımlarının durumu) ve ILS glideslope sapmaları da dikkate alınarak iyileştirilmeler sağlanmıştır.



TAWs görüntüleme örneği

16.2.3. GPWS'in kullanımı bir çok ülkede zorunlu hale getirilmiş olup, buna bağlı olarak kazalarda ciddi bir düşüş sağlanmıştır. GPWS, radyo altimetresinin hava aracının sadece yerden yüksekliğini ölçmesi, hava aracının ön tarafını ölçmemesi nedeniyle yer yüzeyindeki ani yükseklikleri/yükseltileri tespit edememektedir.



16.2.4. 1991 yılında Honeywell firması, GPWS'in eksikliklerini gidermek amacıyla, Gelişmiş Yere Yakınlık Uyarı Sistemini (EGPWS) geliştirmiştir. EGPWS'de, mania bilgilerini içeren yer yüzü sayısal haritası kullanılmaktadır. Hava aracı seyrüsefer sistemleri tarafından (GPS) belirlenen pozisyon bilgisi, harita üzerinde konumlandırılır ve yere yakınlık hesaplanır. **EGPWS'in GPWS'e göre en önemli özelliği, daha ileri noktaları göz önüne alarak, daha önceden ikaz üretebilmesi ve pilotlara harekete geçmek için daha fazla süre tanınmasıdır.** Daha sonraları farklı üreticiler tarafından benzer cihazlar üretilmeye başlanmıştır. Bu cihazlara genel olarak Mania Önleme ve Uyarı Sistemi (*Terrain Awareness and Warning Systems_TAWs*) ismi verilmektedir. TAWs kısaltması FAA ve EASA tarafından kullanılmaktaysa da ICAO, GPWS kısaltmasını kullanmaya devam etmektedir.

16.3. TAWS Tarafından Sağlanan Bilgiler

TAWS ekipmanı, sistemin karmaşıklık derecesine göre Class A veya Class B olarak sınıflandırılır. Temel olarak, Class A sistemleri en küçük ticari hava nakliye hava araçları hariç diğer hava araçları için gereklidir, Class B sistemleri ise daha büyük Genel Havacılık (GA) hava araçları için gereklidir ve daha küçük ticari veya GA hava araçları için önerilir. Gerekli düzenlemeler ilerleyen kısımda verilmektedir.

16.4. TAWS Tarafından Sağlanan Fonksiyonlar⁸⁶

16.4.1. İleri yönde mania önleme (FLTA_ *Forward Looking Terrain Avoidance*) fonksiyonu. FLTA fonksiyonu, bir hava aracının, dikey uçuş rotasının altında ve ileri yönde potansiyel bir CFIT (*Controlled Flight Into Terrain*) durumunda ikaz üretir.

16.4.2. Erken alçalma uyarısı (PDA_ *Premature Descent Alert*) fonksiyonu. TAWS'ın alçalma uyarısı; hava aracının pozisyonu, hava aracı seyrüsefer sistemleri ve havaalanı bilgileri kullanılarak, eğer hava aracı iniş için yaklaşılacak piste göre normal alçalma hattının altında yaklaşma yapıyorsa ikaz üretir.

16.4.3. Alarm ve uyarılar için gerekli ve ayırt edici görsel ve sesli ikazları sağlamaktadır.

16.4.4. A sınıfı TAWS cihazları mania bilgilerini displayde görüntülemektedir.

16.4.5. A sınıfı TAWS cihazları, aşağıdaki durumlarda yer yüzeyi ile yakınlığı görüntülemektedir;

- Aşırı alçalma sürati,
- Maniaya aşırı yaklaşma sürati,
- Kalkış sonrası irtifa kaybı,
- İniş konfigürasyonunda değilken maniya doğru uçuş,
- ILS glidepath'den aşağı yönde aşırı sapma,
- Hava aracının, maniaya yada pist yüksekliğine 500 ft kaldığında sesli "Five Hundred" ikazı.

16.4.6. B sınıfı cihaz, aşağıdaki durumlarda yer yüzeyi ile yakınlığı görüntülemektedir;

- Aşırı alçalma sürati,
- Kalkış sonrası irtifa kaybı,
- Hava aracının, maniaya yada pist yüksekliğine 500 ft kaldığında sesli "Five Hundred" ikazı.

16.5. Hava Aracı Ekipmanları

Bir pilot tarafından kontrol edilen hava aracında aşağıdaki fonksiyonlar yer alır:

16.5.1. Bir kontrol ve gösterge ünitesi. Bu üniteye asgari iki gösterge ışığı olmalıdır: Acil durumları gösteren bir kırmızı ışık ve ikazları gösteren bir amber (koyu sarı) ışık.

16.5.2. A sınıfı sistemlerde, genel olarak EFIS (*Electronic Flight Instrument System*) displayine entegre olarak çalışan, ufki durum göstergesi (HSI_ *Horizontal Situation Indicator*).

⁸⁶ Üreticiler zorunlu fonksiyonlara ilave olarak yeni fonksiyonlar sağlayabilirler.



16.6. TAWS Taşıma Zorunluluğu (ICAO)

Hava aracı sınıfı	Motor tipi	Azami kalkış ağırlığı	Yolcu sayısı	Zorunluluk	Not	Tavsiye
Ticari taşımacılık	Turbin	5700kg'dan fazla	9'dan fazla	A sınıfı		
Ticari taşımacılık	Turbin	5700kg'dan az	5-9	yok		B sınıfı
Ticari taşımacılık	Piston	5700kg'dan fazla	9'dan fazla	B sınıfı		
Genel havacılık	Turbin	5700kg'dan fazla	9'dan fazla	B sınıfı	1 Ocak 2011'den sonra kullanılmaya başlanarlarda A sınıfı	A sınıfı
Genel havacılık	Turbin	5700kg'dan az	5-9	Yok		B sınıfı
Helikopter		3175kg'dan fazla	9'dan fazla	B sınıfı	Sadece IFR uçuşlar için	

16.7. A Sınıfı Sistem

Mode	Durum	Sesli İkaz	Sesli Uyarı
1	Aşırı alçalma sürati	"SINKRATE"	"PULL UP"
2	Maniaya aşırı yaklaşma sürati	"TERRAIN TERRAIN"	"PULL UP"
3	Kalkış ya da pass geçme sonrası, irtifa kaybı	"DON'T SINK"	(no warning)
4a	İniş takımları açık değilken emniyetsiz mania.	"TOO LOW - GEAR"	"TOO LOW - TERRAIN"
4b	İniş flapları açık değilken emniyetsiz mania.	"TOO LOW - FLAP"	"TOO LOW - TERRAIN"
4c	Kalkış sonrası, manianın yükselişi hava aracından fazlaysa	"TOO LOW - TERRAIN"	(no warning)
5	ILS glidepath'den aşağı yönde aşırı sapma	"GLIDESLOPE"	"GLIDESLOPE"(1)
6	Radio irtifasının sesli bildiriimi	(for example) "ONE THOUSAND"	(no warning)
6	Yana yatış açısı	"BANK ANGLE"	(no warning)
7	Windshear koruması	"WINDSHEAR"	(no warning)
8	Mania yakınlığı	"CAUTION TERRAIN"	"TERRAIN TERRAIN PULL UP"

16.8. TAWS Uygulamaları

16.8.1. TAWS, hava aracı tehlike içerisinde olduğunda, acil müdahale edilmesi için uyarı üreten ya da manialar açısından anlık görünüm ve muhtemel rota değişikliği gerektirebilecek ikazlar üreten bir emniyet ağıdır.

16.8.2. Uçuş ekibi için gerekli TAWS manevra prosedürleri, hava aracı performans kriterlerini dikkate alarak, dikkatli bir şekilde hazırlanmalıdır. Uyarı durumunda, uçuş ekibi tarafından takip edilecek uygulama açık bir şekilde belirlenmelidir. Prosedürler uyarı ve ikaz durumuna göre farklı olarak hazırlanmalıdır.

16.8.3. Uçuş el kitabı ya da operasyon el kitabında kontrollü uçuşların manialara çarpmasını (CFIT) önleme prosedür ve talimatları; yüksek alçalma süratine, yer yüzüne yakın olduğunda getirilecek tahditler ile acil durum prosedürleri ve görevlerini içerecek şekilde hazırlanmalıdır.





II. BÖLÜM

ATS Gözetim Hizmetleri

1. Kontrolörün Sorumlulukları

1.1. Çalışmaya Başlamadan Önceki Sorumluluklar

Hava trafik kontrolörü, bir çalışma pozisyonunda sorumlu kontrolör olarak çalışmaya başlamadan önce, aşağıdaki konular hakkında tam bilgi sahibi olacaktır:

- 1.1.1. Son gelen emir, tamim ya da prosedürler,
- 1.1.2. İlgili meydan (meydanlar) ile ilgili sıralama, iniş ayırmaları (taxi yolu, apron v.b. çalışmaları nedeniyle) ya da inişte pilotlara verilmesi gereken bilgiler (pist durumu v.b.)
- 1.1.3. İlgili tüm seyrüsefer, yaklaşma ve iniş cihazlarının durumları,
- 1.1.4. İlgili tüm radyo, sensör ve telefon hatlarının durumu,
- 1.1.5. Mevcut ve beklenen meteorolojik şartlar,
- 1.1.6. Sorumlu olduğu sahayı ilgilendiren notamlar,
- 1.1.7. Kullanılan pist (pistler) ve yaklaşma türü.
- 1.1.8. Mevcut ve beklenen trafik durumu,
- 1.1.9. Bütün trafiklerin durumu, verilen müsaadeler ve uyguladıkları prosedürler,
- 1.1.10. Hizmeti verirken kullandığı alt sistemlerin (FDPS, MONA, SNET, vb) çalışma durumları.

1.2. Çalışma Esnasındaki Sorumlulukları

Kontrolör;

1.2.1. Durum ekranını kendi ihtiyaçlarına göre ayarlamaktan ve gerekli kontrolleri (altimetrik değer, manyetik sapma, RFB, ARTAS, FDP, DARD vb) yapmaktan sorumludur.

1.2.2. ATS gözetim sisteminin sağladığı fonksiyonlar ve ekranda sergilenen bilgilerin, radarlı hava trafik kontrol hizmetinin sağlanmasında yeterli olup olmadığından emin olacaktır.

1.2.3. Cihazlardaki her türlü hata, arıza, araştırma gerektirecek hadise veya hizmetin sağlanmasında güçlük ve imkansızlığa yol açacak koşulu düzensizliği mahalli usullere uygun olarak rapor edilecektir.

1.2.4. Eğer çalıştığı saha için PSR ve SSR gerekliyse (APP) ya da sahanın birden fazla SSR kaplamasına ihtiyacı varsa, seçilen radar sensörünün by-pass⁸⁷ modunda olmadığından emin olacaktır.

1.2.5. Herhangi bir hava hadisesi ya da olağanüstü durumu (*emergency*), rapor edilmek üzere, ilk fırsatta ekip şefine bildirecektir.

1.2.6. Trafik sayısının ya da frekans yoğunluğunun belli bir değer üzerine çıkması durumunda, ekip şefini uyararak yardım isteyecek; gerekirse sektör açılmasını sağlayacaktır.

⁸⁷ Kontrolörün sorumluluk sahasında birden fazla radar kaplaması varsa, bazı durumlarda sadece belli bir radardan gelen bilgilerin görüntülenmesine ihtiyaç duyulabilir. Bu durumlarda herhangi bir radar by-pass durumunda seçilerek o displayde MRT devreden çıkartılır. Ancak, sonrasında tekrar MRT devreye verilerek o bölgedeki tüm radarlardan gelen bilgilerin kullanılması emniyet açısından gereklidir.



1.3. Çalışma Sonrası Sorumlulukları

Çalışma pozisyonunu devretmeden önce;

1.3.1. Pozisyonu devralacak kontrolöre trafik durumu, ATS gözetim sistemi, cihazlar, seyrüsefer yardımcıları, meteorolojik şartlar, Notamlar, tahditler, kullanılan pist, yaklaşma türü ve önemli gördüğü diğer konular hakkında bilgi verecektir.

Pozisyonu devrettikten sonra;

1.3.2. Devralan kontrolörün yukarıdaki bütün konuları tam olarak anladığı ve uyguladığından emin olana kadar çalışma pozisyonunu terk etmeyecektir.

2. Kontrol Servislerinin Yetkileri⁸⁸

2.1. Türk Hava Sahasında ATS gözetim sistemleri; yaklaşma kontrol ve saha kontrol hizmetlerinde kullanılır.

2.2. ATS gözetim hizmetleri, hava trafik kontrol ünitesi tarafından aşağıda belirtilen sahalar içinde sağlanacaktır:

2.2.1. Ünite ATS gözetim kaplaması içerisinde,

2.2.2. Kontrollü hava sahası içinde,

2.3. Ünitenin kontrol yetkisinde bulunan hava sahası içerisinde veya yaklaşma kontrol ile saha kontrol arasında koordine edildiği şekilde,

2.4. MRVA (Bkz. Bölüm III, Paragraf **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**) veya yol minimumlarının üzerinde.

3. Görevler⁸⁹

ATS gözetim hizmetleri, aşağıda belirtilen amaçlar için kullanılır:

3.1. Hava araçlarının pozisyonlarını tespit etmek üzere hava trafiğini takip etmek ve pozisyon raporu bilgilerinin ATC tarafından verilen müsaadelere uygunluğundan emin olmak,

3.2. Hava araçları arasında ayırma temin etmek, trafik akış düzenini sağlamak ve karışıklıkları gidermek üzere hava trafiğine seyrüsefer (vektör) hizmeti sağlamak,

3.3. Kalkışları, en kısa yoldan hava yoluna sokmak ve yol seviyelerine tırmanmalarını hızlandırmak,

3.4. İnişe gelen hava araçlarının yollarını kısaltmak, yaklaştırmaya başlayacakları irtifalara alçalmalarını hızlandırmak, alçalma sıralarını intizam içerisinde temin etmek ve yaklaşma için sıralandırmak üzere vektör hizmeti sağlamak,

3.5. Hava araçlarına seyrüseferlerinde yardımcı olmak,

⁸⁸ AIP ENR 1.6-1 Paragraf 1.

⁸⁹ AIP ENR 1.6-1 Paragraf 2.



3.6. “**Emergency**” durumdaki hava araçlarına yardımcı olmak,

3.7. Fırtına sahalarından kaçındırmak üzere hava araçlarına mümkün mertebe yardım etmek,

3.8. Tehlike yaratabilecek hava aracı tespit edildiğinde, kontrolü altında bulunan hava araçlarına trafik bilgisi vermek.

4. ATS Gözetim Sistemlerinin Yeterliliği

4.1. Hava trafik hizmetlerinin sağlanmasında kullanılan ATS gözetim sistemlerinin⁹⁰ yüksek derecede güvenilirlik, uygunluk ve doğruluk özelliğine sahip olması gerekir. Hizmetin kısmi ya da tamamen kesilmesine neden olabilecek sistem bozulma ya da tamamen arızalanma olasılığı zayıf olmalıdır.⁹¹

4.2. ATS gözetim sistemleri kendisine bağlı tüm kaynaklardan gelen bilgileri alma, işleme ve gösterme kabiliyetine sahip olmalıdır

4.3. ATS gözetim sistemleri, hava trafik hizmetlerinin sağlanmasında kullanılan diğer otomatik sistemlerle entegre olabilme kabiliyetinde olmalı ve kontrolörün gözlemlediği verinin doğruluk ve zamanlamasının geliştirilmesiyle ilgili otomasyon seviyesini, kontrolör iş yükünün azaltılmasını, komşu kontrol pozisyonları ve ATC birimleri arasında sessiz koordinasyon ihtiyacını sağlamalıdır.

4.4. ATS gözetim sistemleri, çarpışma alarmı (STCA), minimum emniyet irtifası uyarısı (MSAW), çarpışma tahmini ve istenmeyen double SSR kodları gibi emniyetle ilgili ikaz ve alarmları sağlamalıdır.

4.5. Ülkeler, komşu kontrol sahalarındaki gözetim kaplamasını geliştirmek ve genişletmeye yönelik ATS gözetim bilgisinin paylaşılmasını kolaylaştırmalıdır.

4.6. Ülkeler, bölgesel hava seyrüsefer anlaşmalarını temel alarak, ATS gözetim hizmetleri sağlanan hava araçlarıyla ilgili bilgilerin otomatik olarak koordinasyonunun sağlanması için otomatik koordinasyon usulleri tahsis etmelidir

4.7. PSR, SSR, ADS-B ve MLAT sistemleri hem tek başına hem de, birlikte ayırmalar da dahil olmak üzere, ATS gözetim hizmetlerinde kullanılabilir. Ancak aşağıdaki koşullar sağlanmalıdır:

4.7.1. Sahada güvenilir bir kaplama olmalı;

4.7.2. ATS gözetim sistem(ler)inin emniyeti ve tespit etme kabiliyetinin doğruluğu tatmin edici olmalıdır.

4.7.3. ADS-B'nin kullanıldığı durumlarda, ilgili hava araçlarından gelen bilgiler güvenilir olmalıdır.

4.8. Diğer ATS gözetim sistemlerinin hava trafik hizmet gereklerini tek başına karşılayamadığı durumlarda, PSR sistemleri kullanılmalıdır.

⁹⁰ Normalde bir ATS gözetim sistemi, radar sistemleri, data hatları, data işleme sistemi (SDPS) ve durum ekranlarından oluşmaktadır.

⁹¹ Sistem uygunluğu, güvenilirliği ve radarın kullanılmasında rehber bilgi ve kaynak Radyo Seyrüsefer Yardımcılarının Test Edilmesi İçin Rehber Doküman (Doc8071), İkincil Gözetleme Radarı (SSR) Sistemleri İçin Rehber Doküman (Doc9684) ve Hava Trafik Planlama Manüelidir (Doc9426).

ADS-B ve MLAT sistemlerinin kullanımı ile sistem performansları hakkındaki rehber bilgileri Cir 326'da bulabilirsiniz



4.9. Özellikle monopulse teknikli ya da Mode S kapasitesi olan SSR sistemleri veya MLAT, ayırmada (aşağıdaki şartları sağlaması durumunda) tek başına kullanılabilir:

4.9.1. Hava sahasında SSR transponder taşınmasının zorunlu olması,

4.9.2. Tanımın muhafaza edilmesi.

4.10. Hava trafik kontrol hizmetinin sağlanmasında ADS-B sadece, hava araçlarından gelen ADS-B mesajlarının ilgili ATS otoritesi tarafından belirlenen miktardan daha yüksek kalitede olduğu durumlarda kullanılabilir.

4.11. ADS-B tek başına, ayırma uygulamasında, aşağıdaki durumları sağlaması durumunda kullanılabilir:

4.11.1. ADS-B transpondere sahip hava aracı tanımlanmış ve bu tanım devam ettirilebiliyorsa;

4.11.2. ADS-B'den gelen bilgi mesajlarındaki bütünlük, ayırma sağlamak için yeterliyse;

4.11.3. ADS-B transponderi olmayan hava araçlarının tanımlanması gerekmiyorsa;

4.11.4. Hava aracı pozisyonunun, hava aracında bulunan ve pozisyon belirleyen seyrüsefer sistemlerinden farklı bir yöntemle tanımlanması gerekmiyorsa.

4.12. ATS gözetim sistemlerinin kullanılması belli sahalarda kısıtlanabilir ve ilgili ATS otoritesi tarafından belirtilen bu gibi kısıtlamalar olabilir. Hava trafik hizmetlerini direkt etkileyen cihaz kısıtlamaları gibi işletme metotlarında kullanılan yeterli bilgi AIP' de yayınlanmalıdır.⁹²

4.13. Pozisyon bilgisinin yer aldığı veri kalitesi derecesi ATS otoritesinin belirlemiş olduğu seviyenin altına indiğinde ATS gözetim hizmeti sonlandırılmalıdır.

4.14. PSR ve SSR'ın birlikte kullanılmasına izin verilen yerlerde, tanımlanmış transponder cihazı taşıyan hava araçları arasında ayırma sağlanırken, PSR arızası olması durumunda, SSR pozisyon sembollerinin doğruluğunun izlenmesi sağlandığında SSR yalnız başına kullanılabilir.

5. Durum Ekranı

5.1. Kontrolöre gözetim bilgisini sağlayacak durum ekranı (*situation display*) en azından; pozisyon göstergeleri, ATS gözetimi için ihtiyaç duyulan radar harita bilgileri ve varsa hava aracı kimliği ve seviyesi bilgilerini içermelidir.

5.2. ATS gözetim sistemi, pozisyon göstergeleri dahil sürekli yenilenen gözetim verilerini sağlamalıdır.

5.3. Pozisyon göstergeleri PSR, SSR, ADS-B, MLAT veya kombine semboller olarak sergilenebilir.

⁹² Ülkeler, ATS gözetim hizmet ve prosedürü amacıyla kullandığı PSR, SSR, ADS-B ve MLAT sistemlerinin kullanıldığı saha ya da sahalar bilgisini, PANS Aeronautical Information Management (PANS-AIM, Doc 10066), Appendix 3'l'e göre sağlayacaktır





PSR Göstergesi



SSR Göstergesi

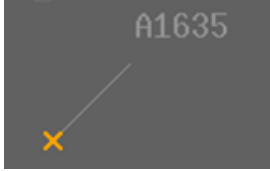


Kombine (PSR+SSR)



Mode S Göstergesi

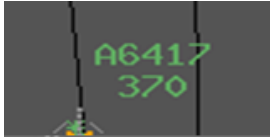
5.4. Mümkün olduğu zaman, belirgin semboller, aşağıdakilerin görüntülenmesinde kullanılabilir;



5.4.1. SSR kodlarının ve/veya hava aracı kimliğinin istem dışı çoğalması (*double SSR code*)



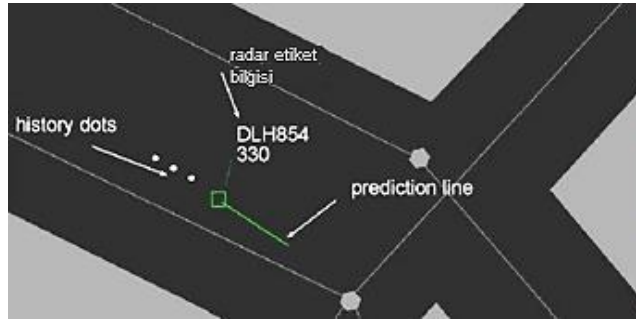
5.4.2. Yenilenmemiş track için tahmini pozisyon,



5.4.3. Plot ve track bilgisi

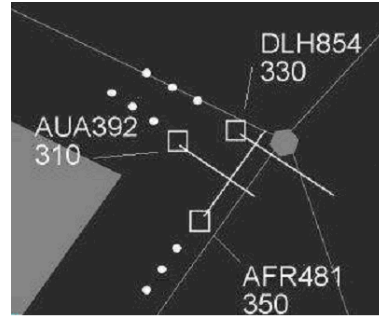
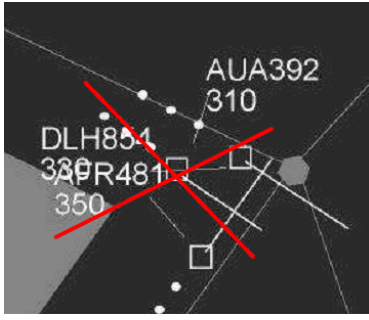
5.5. Gözetim data kalitesi hizmet için gereken limitlerin altına düştüğünde, durum, semboller ve diğer bilgilerle birlikte kontrolör'e gösterilecektir.

5.6. **7500**, **7600** ve **7700** gibi özel SSR kodları, **IDENT** gönderimi, ADS-B acil durum ve aciliyet modları, emniyetle ilgili alarmlar, ikazlar ve otomatik koordinasyonla ilgili bilgiler, kolayca tanımlanabilecek şekilde sade ve belirgin olarak sergilenmelidir.



5.7. Pozisyon sembolü ile birleştirilmiş etiketler, alfanümerik formda gözetim sisteminden ve varsa FDPS'den gelen bilgiler için de kullanılmalıdır.

5.8. Etiket bilgileri asgari, hava araçları tarafından gönderilen hava aracının kimliği (örn: SSR kodları ya da hava aracı tanıtması) ve varsa alınan basınç irtifasından oluşmalıdır. Bu bilgiler, **SSR mode A**, **SSR Mode C**, **Mode S** ve **ADS-B**'den alınabilir.

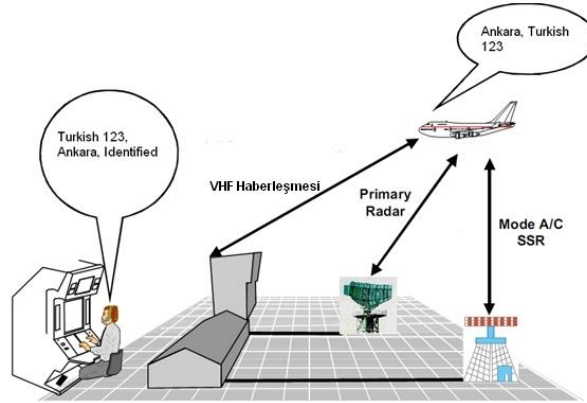


5.9. Etiketler, kendisine ait olan pozisyon sembolü ile birlikte hatayı önleyecek ya da kontrolör tarafından karıştırılmayacak şekilde görüntülenecektir. Bütün etiket bilgileri temiz ve doğru bir şekilde görüntülenmelidir.

6. Muhabere

6.1. Muhabere sisteminin güvenilirlik ve kalitesi yüksek; devre dışı kalma veya performanstan düşme olasılığı çok düşük olmalıdır. Gerekli yedekleme sistemleri hazır tutulmalıdır.⁹³

6.2. Emergency bir durum deklare edilmediği sürece, ATS gözetim hizmeti başlamadan önce direkt pilot-kontrolör muhaberesi sağlanacaktır.



7. ATS Gözetim Hizmetinin Gereklere

7.1. ATS gözetim sistemlerinde çarpışma alarmı, minimum emniyet irtifası ikazı gibi emniyetle ilgili alarm ve ikaz sistemi varsa; elde edilen bu bilgiler, hava trafik hizmetlerinde uçuş emniyetini artırmanın yanında kapasiteyi arttırmak için de mümkün olduğu ölçüde kullanılmalıdır.

7.2. Mevcut şartlar altında trafiği idare edebilmek için aşağıdaki durumlar göz önüne alınarak aynı anda ATS gözetim hizmeti verilen trafik sayısı sınırlandırılmalıdır:

7.2.1. Söz konusu kontrol sahası ya da sektörün yapısal karmaşıklığı,

⁹³ Sistemin güvenilirliği ve kalitesine ilişkin bilgiler Annex 10, Bölüm 1 ve Hava Trafik Hizmetleri Planlama Manueli'nde (Doc. 9426) detaylandırılmıştır.

7.2.2. Söz konusu kontrol sahası ya da sektörde icra edilen fonksiyonlar,

7.2.3. Kontrolörün iş yükü ve sektör kapasitesinin değerlendirilmesi,

7.2.4. Hava aracı ve yerdeki muhabere, seyrüsefer, gözetim ana ve yedek sistemlerinin teknik güvenilirliği ve uygunluk derecesi.

8. SSR Transponder ve ADS-B Transmitter'in Kullanımı

Kurallar:

8.1. ATS gözetim sistemlerinin emniyetli ve yeterli bir şekilde kullanılabilmesini sağlamak için pilotlar ve kontrolörler yayınlanmış çalışma usullerine kesin bir şekilde uyacaklardır. Her zaman standart R/T (Radyo/Telefon) frekzyolojisi (Bkz. Bölüm II, Paragraf 6) kullanılacaktır. Transponder kodları ve/veya hava aracı tanıtımalarının doğru olarak set edildiğinden sürekli emin olunacaktır.

8.2. Türk Hava Sahası dahilinde uçuş düzenleyen ve/veya Türk Hava Sahası'ndan transit geçiş yapan hava araçları SSR transponder ve Mode C cihazlarına sahip olacaktır. Ancak; eğitim ve zirai amaçla AGL+1000 ft GND ve altındaki irtifalarda uçuş düzenleyen tek motorlu hafif uçaklar ile Türk Silahlı Kuvvetlerine ait hava araçları ve Türk Hava Kurumu'nun eğitim amaçlı olarak kullanmakta olduğu S.FIREFLY (T.67- 200M) hava araçları hariçtir.

8.3. Türk Hava Sahası içerisindeki bir havaalanından kalkan, transponder ile teçhiz edilmiş tüm hava araçları transponderlerini, hava trafik kontrolörü tarafından verilen talimat gereğince çalıştıracaktır.

8.4. Hava trafik kontrolörleri tarafından talimat verilmedikçe, bir pilot hiçbir şekilde Transponder cihazını IDENT (SPI) durumunda çalıştırmayacaktır.

8.5. Şayet transponder cihazı, irtifa bildirecek şekilde teçhiz edilmişse, transponder çalıştırıldığı müddetçe irtifa bildiricisi de ON (çalışır) durumunda bulundurulacaktır.

8.6. Kalkacak trafikler transponder'larını, kendilerine tahsis edilen kodu kullanarak, kalkıştan hemen önce çalıştıracaklardır.

8.7. Uçuş esnasında *emergency* veya muhabere kesilmesi halinde, pilot aşağıdaki kodlardan uygun olanını bağlayacaktır:

- Emergency Kodu:7700
- Muhabere kaybı Kodu: 7600
- Uçak kaçırma Kodu:7500

8.8. Türkiye'de uçuş düzenleyen hava araçları için Mode S uçuş donanımı taşıma zorunluluğu bulunmamaktadır. Bununla birlikte, hava trafik kontrol hizmetleri kapsamında kullanılmakta olan tüm gözetleme sistemleri Mode S özelliğine haizdir ve Mode S uçuş donanımı bulunan hava araçlarının bilgileri hava trafik kontrol sistemlerinde takip edilmektedir.

AIP ENR 1.6-1 Paragraf 6.



8.9. Bir hava aracı tanıtma özelliğine sahip Mode S donanımlı hava araçlarının uçuş ekibi, hava aracının tanıtmasını transponder'a kurgulayacaktır. Bu kurgulama işlemi, ICAO uçuş planının 7. Maddesinde belirtilen hava aracı tanıtmasına veya doldurulmuş bir uçuş planı yoksa hava aracı tesciline uygun olacaktır⁹⁴.

8.10. Söz konusu düzenleme uyarınca, ülkemiz hava sahasında uçuş düzenleyen ve Mode S uçuş donanımı bulunan hava araçlarının uçuş ekibi tarafından cari uçuş planında belirtilen hava aracı tanıtmasının transponder'a doğru olarak girilmesi gerekmektedir.

9. SSR Kod Yönetimi

9.1. Emergency, radyo kaybı, kanunsuz girişim ile karşılaşan pilotların kullanması için **7700**, **7600** ve **7500** kodları uluslararası kodlar olarak ayrılmıştır.

9.2. SSR kodları aşağıdaki prensiplere göre ayrılır ve tahsis edilir:

9.2.1. Bitişik ya da yakın hava sahalarında üst üste çakışan (*overlap*) radar kaplamalarını dikkate alarak, kodlar; bölgesel hava seyrüsefer anlaşmalarına göre ülkeler ya da sahalar için ayrılmalıdır.

9.2.2. İlgili ATS otoriteleri, ATS birimlerine kod tahsisi için plan ve usuller tesis etmelidirler.

9.2.3. Plan ve usuller komşu (sahada) ülkedekilere uyarlanabilir olmalıdır.

9.2.4. Kodların tahsisi, bu kodların aynı SSR kaplaması içindeki sahada belirlenen zaman süreci içinde başka amaçlar için kullanımını engellemelidir.

9.2.5. Kontrolör/pilot iş yükünü ve kontrolör/pilot muhabere ihtiyacını azaltmak için pilotun kod değiştirme gereksinimini minimumda tutmalıdır.

9.2.6. Kodlar, ilgili ATS otoritesinin ortaya koyduğu plan ve usullere göre hava araçlarına tahsis edilecektir.

9.2.7. Her hava aracının ayrı ayrı tanımlanmasına ihtiyaç duyulan yerlerde trafiklere mümkün olduğunca yol boyunca muhafaza edebileceği bir discrete kod tahsis edilmelidir.

9.2.8. Emergency, radyo kaybı ve kanunsuz girişime maruz kalınması ya da iki bölgesel ATS ünitesi arasında bir anlaşma mektubu olmaması durumunda, devreden ünite, muhaberenin devrini yapmadan önce kontrolü altındaki hava aracına SSR kod **A2000** set ettirecektir.

9.2.9. İhtiyaç duyulduğunda, uluslararası savaşların olduğu bölgelerde görev yapan tıbbi hava araçlarının⁹⁵ özel kullanımı için SSR kodları rezerve edilmelidir. SSR Kodları, ICAO Bölgesel Ofisleri tarafından ilgili ülkelerle koordine kurularak çatışma bölgelerinde, trafiklerin kullanımı için belirlenmelidir.

⁹⁴ ICAO doküman 8168 cilt 1 bölüm VIII 1.3 maddesi

⁹⁵ "Tıbbi hava aracı" terimi, 1949 Cenevre Konvansiyonu ve 12 Ağustos 1949 tarihli Ek protokolde, uluslararası savaşlarda kurbanların korunması ile ilgili kısımlarda yer almaktadır.



10. SSR Transponderinin Çalıştırılması⁹⁶

10.1. Durum ekranında gözlenen Mode A kodunun, hava aracına tahsis edilenden farklı olduğu durumlarda, pilottan set ettiği kodu teyit etmesi ve bir sakıncası yoksa (örn: kanunsuz girişim) tahsis edilen kodu yeniden bağlaması istenecektir.

10.2. Tahsis edilen ve gözlemlenen Mode A kodları arasındaki uyumsuzluk halen devam ediyorsa, pilottan transponder'ını durdurması istenebilir. Durumdan bir sonraki kontrol ünitesi ve etkilenebilecek diğer SSR ve/veya MLAT kullanan birimler haberdar edilecektir.

10.3. Çağrı adı gönderebilme özelliği olan Mode S cihazı taşıyan hava araçları⁹⁷, çağrı adlarını ICAO'nun uçuş plan formunun 7. maddesinde belirlendiği şekilde sunacaklar ve uçuş planı doldurulmamışsa tescil işaretini belirteceklerdir.

10.4. Mode S ile gönderilen ve durum ekranında sergilenen tanıtma hava aracından beklenenden farklı ise pilottan, set ettiği çağrı adını teyit etmesi ve gerekliyse hava aracı tanıtmasını yeniden set etmesi istenecektir.

10.5. Pilotun Mode S tanıtma özelliğini yeniden bağlamasına rağmen hava aracı tanınması halen istenen ya da olması gerekenden farklı ise kontrolör aşağıdakileri yapacaktır;

10.5.1. Uyumsuzluğun devam ettiğini pilota bildirecek,

10.5.2. Mümkünse, tanıtmayı gösteren etiketi ekran üzerinde düzeltecek,

10.5.3. Hava aracı tarafından gönderilen hatalı tanıtımı bir sonraki kontrol pozisyonlarına ve Mode S kullanan ilgililere bildirecek.

11.ADS-B Transmitter'in⁹⁸ Çalıştırılması⁹⁹

11.1. ADS-B cihazına sahip hava araçları, ICAO uçuş planlarının 7. hanesinde belirtildiği şekilde çağrı adı bilgisini, uçuş planı olmadığı durumlarda ise tescil işaretini gönderecektir.

11.2. ADS-B ile gönderilen ve durum ekranında sergilenen tanıtma hava aracından beklenenden farklı ise pilottan, set ettiği çağrı adını teyit etmesi ve gerekliyse hava aracı tanıtmasını yeniden set etmesi istenecektir.

11.3. Pilotun ADS-B tanıtma özelliğini yeniden bağlamasına rağmen hava aracı tanınması halen istenen ya da olması gerekenden farklı ise kontrolör aşağıdakileri yapacaktır;

11.3.1. Uyumsuzluğun devam ettiğini pilota bildirecek,

11.3.2. Mümkünse, tanıtmayı gösteren etiketi ekran üzerinde düzeltecek,

11.3.3. Hava aracı tarafından gönderilen hatalı tanıtımı bir sonraki kontrol pozisyonlarına bildirecek.

⁹⁶ SSR transponder çalıştırılması usulleri, Hava Seyrüsefer Hizmetleri için Kurallar (Procedure for Air Navigation Services) - Aircraft Operations (PANS-OPS, Doc 8168 Volume 1, Part III, Section 3' de mevcuttur.

⁹⁷ Bütün Mode S cihazlarına sahip olan hava araçları uluslararası sivil havacılık gereği olarak tanıtma özelliği bulunan Mode S cihazı taşımak zorundadırlar. (Annex 10, Cilt 4, Bölüm 2, Paragraf 2.1.5.2).

⁹⁸ ADS-B cihazlarıyla teçhiz edilmiş bir hava aracı aşağıda belirtilen olağanüstü durum ve diğer önemli durumları gönderebilecektir:

- a) **olağanüstü durum (emergency)**
- b) **radyo kaybı,**
- c) **kanunsuz girişim,**
- d) **minimum yakıt,**
- e) **tıbbi durum.**

⁹⁹ İlk üretim ADS-B cihazı taşıyan hava araçları yukarıdaki dipnotta belirtildiği şekilde farklı durumlar için olağanüstü durum mesajı gönderememekte olup, sadece tek bir genel acil durum mesajı gönderebilmektedir.



12. Basınç İrtifasının Kullanımına Dayalı Seviye Bilgisi

12.1. Seviye Bilgisinin Doğrulanması

12.1.1. Basınç irtifasından elde edilerek durum ekranında görünen seviye bilgisinin doğruluğu için kullanılacak hata toleransı; RVSM Hava Sahasında ± 200 ft, diğer hava sahalarında ± 300 ft olarak belirlenmiştir.

SQUAWK CHARLIE

12.1.2. Kontrolör ekranında sergilenmekte olan **basınç irtifası bilgisinin doğruluğu her ATC birimince, trafikle ilk temasta, en az bir kere kontrol edilmelidir**. O an için mümkün değilse, daha sonra yapılacaktır. Doğrulama işi, trafikten radyo/telefonla alınan altimetrik kaynaklı irtifa bilgisi ile karşılaştırmak suretiyle yapılmalıdır. Basınç irtifası bilgisi, onaylanmış tolerans değeri içinde olan trafiklerin pilotlarından, böyle bir doğrulama yapmalarını istemeye gerek yoktur. Geometrik yükseklik bilgisi, irtifa farklılıklarının belirlenmesinde kullanılamaz.

CHECK ALTIMETER SETTING AND CONFIRM LEVEL;

12.1.3. Eğer sergilenen irtifa bilgisi onaylanmış tolerans değeri içinde değilse ya da o değeri aşmışsa, **pilot durumdan haberdar edilmeli ve altimetresini kontrol ederek irtifasını doğrulaması** sağlanmalıdır.

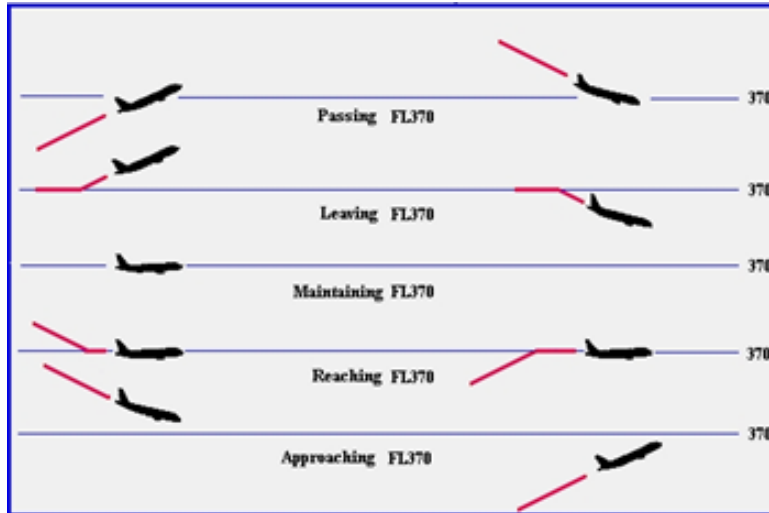
12.1.4. Eğer bütün bu doğrulamalara rağmen (altimetrik doğrulamaya rağmen) farklılık devam ederse, duruma göre aşağıdaki önlemlere başvurulmalıdır;

12.1.4.1. Hava aracının pozisyon ve kimlik bilgisinin kaybolmasına neden olmayacak ise, **pilottan Mode C bilgisini göndermesini durdurması talep edilmeli** ve ilgili kontrol pozisyonları veya ATC üniteleri bilgilendirilmelidir.

STOP SQUAWK CHARLIE WRONG INDICATION;

12.1.4.2. Eğer, **hava aracı pozisyon ve kimlik bilgileri kaybolacaksa ve ilgili ATS otoritesi müsaade etmişse**, operasyona devam edilerek etiket üzerindeki seviye kısmına, rapor edilen seviye girilecektir. Bir sonraki kontrol pozisyonuna ya da ATC ünitesine, alınan önlemlerle ilgili bilgi verilmelidir.

12.2. Seviye Meşgüliyetinin Belirlenmesi



12.2.1. **Bir seviyenin bir hava aracı tarafından bloke edilmesi**, RVSM Hava Sahasında ± 200 ft, diğer hava sahalarında ± 300 ft'lik bir sapma toleransı içinde olmasıdır.¹⁰⁰

12.2.2. **Bir Seviyeyi Muhafaza Eden Hava Aracı**; basınç irtifa bilgisi, tahsis edilen seviye ile 12.1.1 maddesinde belirtilen kriterler içerisindeyse, hava aracının kendisine tahsis edilen seviyeyi muhafaza etmekte olduğu kabul edilir.

12.2.3. **Bir Seviyeyi Terk Eden Hava Aracı**; bir seviyeyi terk etmeye müsaade edilen uçağın, basınç irtifa bilgisi, hava aracına daha önce tahsis edilen seviyeden, beklenen yönde (alçalma/tırmanma yönünde) 300 ft'i aşan bir değişiklik sergilediğinde, uçağın manevraya başladığı ve daha önce tuttuğu seviyeyi terk ettiği kabul edilir.

12.2.4. Alçalma Veya Tırmanmada **Bir Seviyeyi Kat Eden Hava Aracı**; alçalma veya tırmanmada eğer basınç irtifa bilgisi talep edilen yönde 300 ft'i aşan bir değişiklik sergiliyor ise hava aracının bir seviyeyi kat etmiş olduğu kabul edilir.

12.2.5. **Bir Seviyeye Ulaşan Hava Aracı**; birbirini takip eden üç ekran yenilemesi, üç sensör yenilemesi ya da 15 saniye (hangi değer daha büyükse) sonunda basınç irtifa bilgisi tahsis edilen seviyeye göre 12.1.1 maddesinde belirtilen kriterler içerisinde görüntüleniyor ise hava aracının serbest kılınan seviyeye ulaştığı kabul edilir.

12.2.6. Kontrol hizmetinde kullanılan ve durum ekranında görüntülenen seviye bilgileri arasındaki farklılık, yukarıda belirtilen değerlerden daha fazla ise, bu gibi durumlarda kontrolör tarafından müdahale edilmelidir.

¹⁰⁰ Bu değer in hesaplanmasına dair açıklama için Hava Trafik Hizmetleri Planlama Manüel'ine (Doc. 9426) bakabilirsiniz.



13. Genel Prosedürler

13.1. Performans Kontrolleri

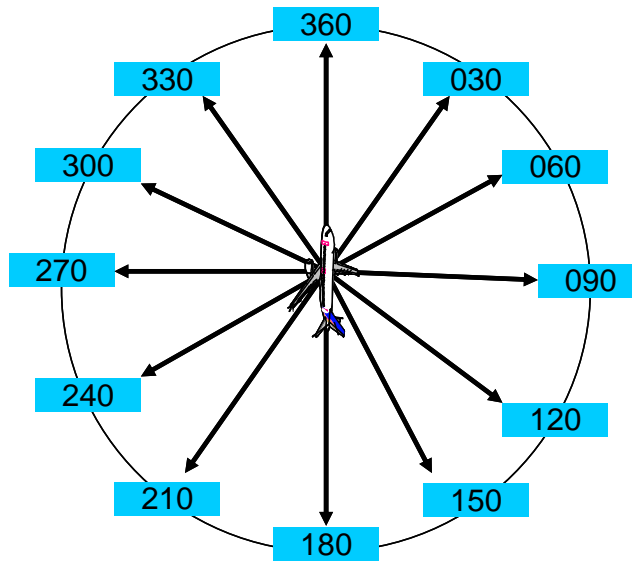
13.1.1. Kontrolör, çalışacağı cihazın, ilgili otorite tarafından tarif edilen teknik talimatlara göre doğru çalışıp çalışmadığını kontrol etmekten ve durum ekranı görüntü ayarlarını yapmaktan sorumludur.

13.1.2. Kontrolör durum ekranında izlediği bilgilerin, işini aksaksız yürütebilmesi bakımından ATS gözetim fonksiyonlarını tam olarak yerine getirdiği hususunda tatmin olmalıdır.

13.1.3. Kontrolör, yerel prosedürlere göre, cihazla ilgili hataları veya kontrol edilmesi gereken aksaklıkları veya ATS gözetim hizmeti verilmesini zorlaştıran durumları rapor etmelidir.

13.2. Hava Aracının Tanımlanması¹⁰¹

13.2.1. Uçuş Başları



13.2.2. Tanımın Sağlanması¹⁰²

13.2.2.1. Bir hava aracına ATS gözetim hizmeti sağlanmadan önce hava aracının tanımı yapılmalı ve pilota bildirilmelidir. Daha sonra tanım, ATS gözetim hizmeti sona erinceye kadar devam ettirilmelidir.

RADAR CONTACT (Pozisyon);
IDENTIFIED (Pozisyon);

¹⁰¹ Bir hava aracını tanımlarken çok dikkatli olunmalı ve her zaman doğru tanımlama yapılmalıdır. Yanlış tanımlama, pilotun güvenini sarsması bir yana, ayırmanın kaybolmasına ve düşük irtifalarda yanlış hava aracına talimat verilmesi nedeniyle tehlikeli sonuçlara neden olabilir.

Herhangi bir şekilde yanlış hava aracının tanımlanmasına dair şüphe oluşursa, derhal radarsız ayırma sağlanmalı ve gerekliyse manialarla ayırma da temin edilmeli ve tanımlama doğrulanmalıdır.

¹⁰² Hava aracı mümkün olan en kısa sürede tanımlanmalıdır. Böylece, rota ve sıralama prosedürleri ile trafiğe verilecek ayırma standartları için yeterli zaman kalacaktır. Gecikmiş tanımlama, gereksiz gecikmelere, karmaşaya ve esnekliğin azalmasına neden olacaktır. Ancak erken tanımlama yapmak için de yanlış tanımlamalara sebep olarak emniyetsiz bir ortamın doğmasına neden olmaktan da kaçınılmalıdır.



NOT IDENTIFIED (Sebeup) [RESUME (ya da CONTINUE) OWN NAVIGATION];

13.2.2.2. Eğer tanım kaybolursa, pilot bilgilendirilmeli ve uygun olduğunda gerekli talimatlar verilmelidir.

RADAR SERVICE (or IDENTIFICATION) TERMINATED [DUE (reason)] (instructions);
WILL SHORTLY LOSE IDENTIFICATION (Sebeup ve talimatlar);
IDENTIFICATION LOST [Sebeup] (Talimatlar);
SECONDARY RADAR OUT OF SERVICE (appropriate information as necessary);
PRIMARY RADAR OUT OF SERVICE (appropriate information as necessary);

13.2.2.3. Tanım, kullanılan gözetleme sistemine göre, aşağıda belirtilen yöntemlerden en az biri ile yapılmalıdır.

13.2.3. ADS-B Tanımlama Usulleri¹⁰³

Tanım için ADS-B'nin kullanıldığı yerlerde, hava aracı aşağıdaki usullerden bir veya birkaçı kullanılarak tanımlanabilir:

- 13.2.3.1. Hava aracı tanıtmasının/çağrı adının ADS-B etiketinde görölmesi,
- 13.2.3.2. ADS-B tanımının transferi (Bkz. Bölüm II, Paragraf 13.3),
- 13.2.3.3. “**TRANSMIT ADS-B IDENT**” talimatına uygunluğun gözlemlenmesi¹⁰⁴.

13.2.4. SSR ve/veya MLAT Tanımlama Usulleri

13.2.4.1. Tanım için SSR ve/veya MLAT'ın kullanıldığı yerlerde, hava aracı aşağıdaki usullerden bir veya birkaçı kullanılarak tanımlanabilir:

13.2.4.1.1. Hava aracı tanıtmasının/çağrı adının bir radar etiketinde görölmesi¹⁰⁵;

13.2.4.1.2. Bir SSR ve/veya MLAT etiketinde, tahsis edilmiş bir *discrete* kodun görölmesi ve bu kodun ilgili trafik tarafından bağlandığının dođrulanması¹⁰⁶;

SQUAWK (kod);
CONFIRM SQUAWK (kod);

13.2.4.1.3. Bir SSR ve/veya MLAT etiketinde, Mode S cihazlarına sahip uçağın çağrı adının göröntülenmesi¹⁰⁷;

13.2.4.1.4. Tanımının devri ile (bkz. Bölüm II, Paragraf 13.3);

¹⁰³ İlk üretim ADS-B cihazı taşıyan hava araçları farklı durumlar için olağanıüstü durum mesajı gönderememekte olup, sadece tek bir genel acil durum mesajı gönderebilmektedir.

¹⁰⁴ Gelişmiş radar sistemlerinde “**IDENT**” özelliği radar pozisyon göstergesinin ve etiketin bir kısmının ya da tümünün yanıp sönmesi şeklinde sergilenebilir.

¹⁰⁵ Bu usulün kullanımı code/callsign korelasyonunu, aşağıdaki aşağıdaki dipnot da dikkate alarak başarı ile elde edilmesini gerektirir.

¹⁰⁶ Bu usulün kullanımı, her bir uçağa, bir discrete kod tahsis edilmesini sağlayacak, kod tahsis sisteminin devrede olmasını gerektirir.

¹⁰⁷ Mode S transponderların sağlamış olduğu hava aracı kimliği, her bir hava aracı çağrı adının durum ekranında göröntülenmesini sağlayacağından, Mode A discrete koduyla hava araçlarının tanımlanmasını ortadan kaldırmaktadır. Bu ancak, yer ve hava cihazlarının uygunluğunu gerektiren bir durumdur.



13.2.4.1.5. Belirlenmiş bir kodun set edilmesi ve talimata uygunluğunun gözlemlenmesi;

13.2.4.1.6. “**SQUAWK IDENT**” talimatına uygunluğun gözlemlenmesi¹⁰⁸;

SQUAWK IDENT

SQUAWK [kod] [AND] IDENT;

TRANSMIT FOR IDENTIFICATION AND REPORT HEADING;

13.2.4.2. Bir *discrete* kodun bir hava aracına set edilmesi halinde, pilotun set etmiş olduğu kodun, hava aracı için rezerve edilen kod ile aynı olduğu ilk fırsatta kontrol edilmelidir. Ancak bu kontrolden sonra discrete kod, tanımlamada temel olarak kullanılabilir.

13.2.5. PSR Tanımlama Usulleri

Tanım için PSR radarının kullanıldığı yerlerde hava araçları aşağıdaki usullerden bir veya birkaçı kullanılarak tanımlanabilir:

13.2.5.1. Durum ekranı üzerinde gösterilen bir nokta¹⁰⁹ üzerinde, veya o noktadan bearing ve mesafe olarak pozisyonunu rapor eden bir hava aracı ile, belirli bir pozisyon göstergesi arasında korelasyon sağlanması ve söz konusu radar pozisyonunun rotasının, ilgili hava aracının uçuş yolu veya rapor edilen uçuş başı ile uyumlu olduğunun belirlenmesi;

13.2.5.2. İzlenmekte olan bir radar pozisyon göstergesi ile henüz kalkmış olduğu bilinen bir hava aracının, kullanılan pist sonundan itibaren **2 km (1 NM)** içinde korelasyonun sağlanması (Bu yöntem kullanılırken meydan üzerinde bekleyen ya da transit geçen trafiklerle, yandaki paralel pistlerden kalkan ya da pas geçen trafiklere dikkat edilmelidir).

13.2.5.3. Tanımın devri ile (Bkz. Bölüm II, Paragraf 13.3);

13.2.5.4. Eğer şartlar gerektiriyorsa, belli bir süre track gözlemi yaparak, hava aracının uçuş başının kesinleştirilmesi amacıyla;

13.2.5.4.1. Pilota bir veya daha fazla, **en az 30 derecelik** uçuş başı talimatı verilmesi ve belirlenmiş bir radar pozisyon göstergesinin hareketleri ile talimatları uygulamakta olduğunu belirten bir hava aracı arasında korelasyon sağlanması veya

FOR IDENTIFICATION TURN LEFT (ya da RIGHT) HEADING (üç karakter)

13.2.5.4.2. Belirlenmiş bir radar pozisyon göstergesinin hareketleri ile hava aracı tarafından uygulanmakta olan rapor edilmiş manevraları arasında korelasyon sağlanması.

¹⁰⁸ Gelişmiş radar sistemlerinde “**IDENT**” özelliği radar pozisyon göstergesinin ve etiketin bir kısmının ya da tümünün yanıp sönmesi şeklinde sergilenebilir. Transponder kodlarının birbirine karışması “**IDENT**” türünde işaretler üretebilir. Aynı saha içerisinde eş zamanlı “**IDENT**” göndermeleri, tanımlamada hataların ortaya çıkmasına neden olabilir.

¹⁰⁹ Üzerinde rapor verilen nokta, her zaman durum ekranı üzerindeki hava aracının, radar pozisyon göstergesi ile tam olarak uyum sağlayacağından gerekli dikkat gösterilmelidir. Bunun için ilgili ATS otoritesi metodun kullanımında uygulanmak üzere ilave koşullar açıklayabilir. Örneğin;

- Belirli seyrişer yardımcıları üzerinde seviye ya da seviyelerde bu metodun kullanılmayacağı; ya da
- Radar antenine göre bu metodun kullanılmayacağı mesafe.

Burada sözü edilen “**nokta**”, üzerinde radar tanımlamasının yapılabileceği uygun bir coğrafi noktadır. Normalde seyrişer yardımcıları ile tesis edilmiş rapor noktaları üzerinde tanım yapılır.



13.2.5.4.3. Bu metotları kullanırken kontrolör ;

- Verilen talimatlara uyumlu manevra sergileyen birden fazla radar pozisyon göstergesi bulunmadığından¹¹⁰;
- Manevraların hava aracını radar, durum ekranı yada sektör sorumluluk sahası kaverajının dışına çıkarmayacağından emin olacaktır.

13.2.5.5. Hava aracının tanımlamasına yardımcı olmak için *Direction-Finding* bearinglerinden faydalanılabilir. Bununla beraber bu metot belli şartlar altında ve özel durumlar için ilgili ATS otoritesi tarafından belirtilmedikçe tanımın sağlanmasında tek olarak kullanılmayacaktır.

13.2.6. İlave Tanım Metodu

İki ya da daha fazla pozisyon sembolü birbirine yakın olarak izlendiğinde ya da aynı anda benzer hareketleri yaptıkları izlendiğinde ya da başka nedenlerle pozisyon sembollerinin tanımından şüphe edildiğinde, tanımdaki bütün riskler ve hatalar yok edilinceye kadar baş değiştirilmeli ya da ilave tanım yöntemleri uygulanmalıdır.

13.3. Tanımın Devri

13.3.1. Tanımın bir kontrolörden diğerine devri sadece söz konusu hava aracının tanımı devir alacak kontrolörün gözetim kaplamasında olduğu düşünüldüğünde yapılmalıdır.

13.3.2. Tanımın devri aşağıdaki yöntemlerden biri ile gerçekleştirilecektir:

13.3.2.1. Pozisyon işaretleri otomasyon olarak görüntüleniyorsa ve sadece bir pozisyon sembolü varsa, tanımdan kuşku duyulmuyorsa,

13.3.2.2. Hava aracının discrete SSR kodunu¹¹¹ ya da hava aracı adresini¹¹² bildirerek,

13.3.2.3. SSR Mode S kaplaması varsa, hava aracının kimlik bilgisi sağlayan SSR Mode S donanımlı olduğu bilgisi verilir,

13.3.2.4. ADS-B kaplaması varsa, hava aracının kimlik bilgisi sağlayan ADS-B donanımlı olduğu bilgisi verilir,

13.3.2.5. İki durum ekranı yan yana ise pozisyon göstergesinin direkt işaret edilmesiyle¹¹³ (parmak ile) ya da sistemdeki benzer fonksiyonun kullanılmasıyla,

¹¹⁰ Bu metotları uygularken normal olarak rota değişikliklerinin yapılacağı sahalara dikkat etmek gerekir.

¹¹¹ Bu metodun kullanılması için hava sahasında her hava aracının ayrı bir (discrete) kod tahsisini sağlayacak bir ATS gözetim sistemi gerekmektedir.

¹¹² Hava aracı adresinin bildirilmesi 6 karakterlik adresin alfanümerik olarak bildirilmesiyle yapılacaktır.

¹¹³ Bu metodun kullanımında parallaxtan (optik yanulsama) kaynaklanabilecek hatalara dikkat edilmelidir.



13.3.2.6. Her iki durum ekranında da sergilendiği bilinen seyrüsefer yardımcısı ya da coğrafi noktadan mesafe ve yön bilgisi vererek; hava aracının rotası her iki kontrolör tarafından biliniyorsa, birlikte track gözlemi yaparak¹¹⁴,

13.3.2.7. Tanımı devredecek kontrolörün hava aracına kod değiştirme talimatı vermesi ve değişikliğin, tanımın devir alacak kontrolör tarafından izlenmesi¹¹⁵,

13.3.2.8. Tanımı devredecek kontrolörün uçağa **squawk IDENT** talimatını vermesi ve yanıtı tanımını alacak olan kontrolörün izlemesi.

13.4. Pozisyon Bilgisi

13.4.1. ATS gözetim hizmeti sağlanan bir hava aracına aşağıdaki durumlarda pozisyon bilgisi verilecektir:

13.4.1.1. Aşağıdakilerin dışında, **tanımdan hemen sonra**;

13.4.1.1.1. Pilotun kendi pozisyonunu kendisinin vermesi, kalkıştan sonra 1 NM içinde tanımlanması ve saatin kalkış saatine uygun olması,

13.4.1.1.2. Mode S hava aracı kimlik bilgisinin ya da tahsis edilen SSR discrete kodunun kullanılması durumunda; hava aracının pozisyon göstergesi bilgisi uçuş planı ile uyuyorsa, veya

13.4.1.1.3. Hava aracı, tanımının devri yöntemlerinden birisiyle devredilmişse.

13.4.1.2. Pilot pozisyon bilgisi istediğinde,

13.4.1.3. Pilotun verdiği tahmin ile kontrolörün gözlemine dayanan tahmini arasında belirgin bir fark varsa,

13.4.1.4. Pilota kendi seyrüseferini kendisi yapması talimatı verildiğinde, verilen talimat uçağı daha önce kendisine tahsis edilen rotadan çıkarmışsa (Bkz. Bölüm II, Paragraf 13.5.5),

RESUME OWN NAVIGATION (uçağın pozisyonu) (ilave talimatlar);

RESUME OWN NAVIGATION [DIRECT] (fix) [MAGNETIC TRACK (üç rakam)

DISTANCE (rakam) MILES];

13.4.1.5. Hava aracının gitmekte olduğu yoldan saptığı görüldüğünde ATS gözetim hizmetini bitirmeden hemen önce.

¹¹⁴ Bu metot kullanılarak tanım yapılmadan önce, şayet kontrol altındaki hava aracına yakın olan benzer uçuş başında başka pozisyon sembolleri gözlenmekte ise bu duruma özellikle dikkat edilmelidir. Farklı radarlarda görüntülenen pozisyon sembollerinin mesafe ve açısal olarak birbirine uymaması gibi radarın doğru çalışmamasından doğabilecek hatalar ve parallax etkisinden doğacak hatalar, bilinen bir nokta ile ilgili olarak belirtilen bir hava aracı pozisyonunun radar ekranında farklı olarak görüntülenmesine neden olabilir. Bu durumda ilgili ATS otoritesi söz konusu metodun uygulanabilmesi için ilave şartlar tarif edebilir. Örneğin;

- İki kontrolör tarafından kullanılan ortak referans noktasından maksimum bir değer belirlenebilir; veya

- Transferi devreden kontrolör tarafından belirtilen ile devralan kontrolör tarafından gözlenen pozisyon sembolü arasında maksimum bir mesafe tespit edilebilir.

¹¹⁵ Bu metodun kullanımında tanımı alacak olan kontrolörün izleme süresinin çok kısa olması bakımından ön koordineye ihtiyaç vardır.



13.4.2. Aşağıdaki formlardan biri uçağa pozisyon bilgisi olarak verilecektir:

13.4.2.1. İyi bilinen coğrafi bir noktaya göre,

13.4.2.2. Belirli bir noktaya, yol seyrüsefer yardımcısına ya da yaklaşma yardımcısına göre manyetik yön ve mesafesini bildirerek,

13.4.2.3. Bilinen bir noktadan pusula yönü ve uzaklık

13.4.2.4. Eğer hava aracı son **yaklaşma safhasında** ise, **touchdown'a mesafe** olarak veya

13.4.2.5. Bir ATS yolunun merkez hattından mesafe ve yön olarak.

POSITION (mesafe) (yön) OF (Fix) [ya da OVER ya da ABEAM (fix)]

13.4.3. Pozisyon bilgisi, uygun olduğunda haritada işaretlenmiş ve hava aracının cari uçuş planındaki yollardan referans alınarak verilecektir¹¹⁶.

13.4.4. Pilot, yukarıdaki gibi bilgilendirildiğinde mecburi olmayan rapor noktalarında rapor vermez ya da meteorolojik amaçlarla hava raporunun verilmesi gereken yerler dahil sadece hava trafik hizmet birimlerinin belirleyeceği yerlerde rapor verir. **Pilotlar aşağıdaki durumlarda sesli pozisyon raporu verecektir:**

13.4.4.1. Kontrolör tarafından talep edildiğinde,

13.4.4.2. ATS gözetim hizmetinin bitirildiği bildirildiğinde,

13.4.4.3. Tanımın kaybolduğu bildirildiğinde.

OMIT POSITION REPORTS [UNTIL (tahdit, nokta)];

NEXT REPORT AT (fix);

REPORTS REQUIRED ONLY AT (fix);

RESUME POSITION REPORTING;

13.5. Vektör¹¹⁷

13.5.1. Vektör, belirlenmiş uçuş başları vererek, hava aracının istenilen rotayı muhafaza etmesiyle sağlanacaktır. Bir hava aracını vektör ederken, kontrolör aşağıda belirtilen prosedürlere uymalıdır:

13.5.1.1. Hava aracı mümkün olduğunca pilotun seyrüsefer yardımcı cihazlarını kullanarak pozisyonunu monitör edebileceği rotalar ve yollar boyunca vektör edilmelidir (Bu yöntem seyrüsefer yardımına duyulacak ihtiyacı ve ATS gözetiminin kaybı sonucunda ortaya çıkacak problemleri azaltacaktır),

¹¹⁶ Hava Trafik Kontrolörleri yalnızca referans noktasının adını vermekle kalmayıp bunların seyrüsefer yardımcısı olması halinde üçlü kodlarını belirtmeli ya da verilen yerin saha mı, meydan mı olduğunu referans noktasının arkasına ekleyerek söylemelidir. (Örneğin, bir hava aracına “Dalaman’ın 10 NM kuzeyindesiniz” şeklinde bilgi verildiğinde, referans noktası Dalaman şehrimidir, VOR mudur ya da meydan mıdır?)

¹¹⁷ Vektör teknikleri ile ilgili ayrıntılı bilgi bu kitabın üçüncü bölümünde yer almaktadır.



13.5.1.2. Bir hava aracına, kendisine daha önce tahsis edilmiş rotasından ayıracak bir başlangıç vektörü verildiğinde¹¹⁸, vektörün nedeni ve limiti pilota bildirilmelidir (örn. “to....position”, “for Approach”),

13.5.1.3. Kontrolün devri gerçekleşmedikçe ve bitişik sahadaki kontrollü hava araçlarıyla ayırma sağlanması için yapılmış bir anlaşma yoksa hava araçları, sorumluluk sahası sınırına 2.5 NM'den daha yakın olmamak kaydı ile 5 NM'den daha büyük ayırma uygulandığı yerlerde ise uygulanan ayırmanın yarısından daha yakın bir pozisyona vektör edilmeyecektir,

13.5.1.4. Emergency durum veya kötü hava şartlarından kaçındırma (bu durumda pilot uygun şekilde bilgilendirilir) veya pilotun özellikle (geçerli bir sebepten dolayı) talep etmesi hariç, kontrollü uçuşlar kontrolsüz sahalar içine vektör edilmeyecektir,

13.5.1.5. Bir hava aracı pozisyon ve yön gösterge cihazlarının güvenilmezliğini rapor etmişse, hava aracına manevra talimatları vermeden önce, pilotun tüm dönüşleri belirlenmiş bir oranla yapması ve talimatları alır almaz, anında yerine getirmesi istenecektir¹¹⁹.

13.5.2. IFR bir hava aracının vektörü esnasında ya da direkt rota talimatı verildiğinde, bu talimat hava aracını ATS rotasının dışına çıkarmaktadır¹²⁰. Pilot kendi seyrüseferine başlayacağı bir noktaya ulaşıncaya kadar, kontrolör vereceği müsaadelerde mania emniyet payının sürekli olarak sağlandığını garantileyecektir. Gerektiğinde düşük hava sıcaklıklarında MRVA¹²¹ değerlerinde gerekli düzeltme yapılmalıdır.

13.5.3. Hava araçlarında bulunan “ground proximity” (Bkz. Bölüm I, Paragraf 16) sisteminin¹²² aktif hale gelmesini en aza indirmek için, asgari vektör irtifası (*minimum vectoring altitude*) mümkün olduğunca yüksek tutulmalıdır.

13.5.4. Ülkeler *ground proximity* ikazının nerede, ne zaman, hangi irtifada aktif hale geldiğini rapor etmeleri için kontrolörleri cesaretlendirmelidir. Böyle durumların yeniden olmasını engellemek için usuller değiştirilebilir.

13.5.5. Bir hava aracının vektörü bitirilirken, verilen son talimatlar hava aracını daha önce tahsis edilen rotasından ayırmışsa, gerektiğinde pilota pozisyonu bildirilecek ve uygun diğer talimatlarla birlikte kendi seyrüseferini üstlenmesi talimatı verilecektir.

- LEAVE (fix) HEADING (üç rakam);
- CONTINUE HEADING (üç rakam);

¹¹⁸ Annex 19'da Emniyet Yönetimi, bir emniyet riskini; bir tehlikenin sonuçları veya sonrasının, riskin öngörülen olasılığı ve ciddiyet derecesi olarak tanımlanır.

¹¹⁹ Bu durumda göstergeler sağlıklı çalışmadığı için, uçuş başına dönme talimatı verilemez. Pilotun dönüşlerini belirli bir oranda (örneğin saniyede 3 derece) yapması talimatı verilir. Sonra “**Dönüşe Başla**” talimatı verilir ve süre tutulur. 30 derecelik bir dönüş ihtiyacı duyulması durumunda 10 saniyenin dolması beklenir. Sonra “**Dönüşünüzü durdurun**” talimatı verilerek track gözlemi yapılır. Bu şekilde en yakın ve uygun havaalanının pist uzantısına yönlendirerek, pisti ya da meydanı görmesi ve emniyetli bir şekilde iniş yapması sağlanır.

¹²⁰ IFR bir hava aracı vektör edildiğinde, genellikle pilot, tam pozisyonunu ve sonuç olarak gerekli mania emniyet payını sağlayacak irtifanın ne olduğunu tespit edemez. Detaylı mania kriterleri PANS-OPS (Doc 8168) Cilt I ve II dokümanında bulunabilir.

¹²¹ Hava sıcaklığı faktörü göz önüne alınarak hazırlanacak düzeltilmiş MRVA haritalarını hazırlayarak, kontrolörlerin kullanımına sunmak ATS otoritesinin sorumluluğundadır.

¹²² Sistemin böyle aktif hale gelmesi pilotu manialardan arınmak için derhal ve dik bir şekilde turmanmaya zorlar. Trafikler arasındaki ayırmayı tehlikeye sokabilir.



- CONTINUE PRESENT HEADING;
- FLY HEADING (üç rakam);
- TURN LEFT (ya da RIGHT) HEADING (üç rakam) [sebep];
- TURN LEFT (ya da RIGHT) (dönüş derecesi) DEGREES [sebep];
- STOP TURN HEADING (üç rakam);
- HEADING IS GOOD;
 - DUE TRAFFIC,
 - FOR SPACING,
 - FOR DELAY,
 - FOR DOWNWIND (ya da BASE, ya da FINAL),
 - VECTORING FOR (yaklaşma tipi) APPROACH RUNWAY (pist).
- VECTORING FOR VISUAL APPROACH RUNWAY (pist) REPORT FIELD (ya da RUNWAY) IN SIGHT;
- POSITION (numara) MILES FROM (fix veya TOUCHDOWN) TURN LEFT (ya da RIGHT) HEADING (üç rakam);
- YOU WILL INTERCEPT (radyo yardımcısı ya da track) (mesafe) FROM (fix veya TOUCHDOWN);
- REQUEST DISTANCE FINAL;
- CLEARED FOR (yaklaşma tipi) APPROACH RUNWAY (pist);
- REPORT ESTABLISHED [ON ILS (LOCALIZER) ya da (GLIDE PATH)];
- CLOSING FROM LEFT (ya da RIGHT) [REPORT ESTABLISHED];
- TURN LEFT (ya da RIGHT) HEADING (üç rakam) [TO INTERCEPT] ya da [REPORT ESTABLISHED];
- EXPECT VECTOR ACROSS (LOCALIZER COURSE ya da FIX) (sebep);
- THIS TURN WILL TAKE YOU THROUGH (LOCALIZER COURSE ya da FIX) [Sebep];
- TAKING YOU THROUGH (LOCALIZER COURSE ya da FIX) [Sebep];
- MAINTAIN (irtifa) UNTIL GLIDE PATH INTERCEPTION;
- REPORT ESTABLISHED ON GLIDE PATH;
- INTERCEPT (LOCALIZER COURSE ya da FIX);
- YOU HAVE CROSSED THE LOCALIZER. TURN LEFT (ya da RIGHT) IMMEDIATELY AND RETURN TO THE LOCALIZER; YOU HAVE CROSSED THE LOCALIZER. TURN LEFT (ya da RIGHT) IMMEDIATELY AND RETURN TO THE LOCALIZER;

13.6. Seyrüsefer Yardımı

13.6.1. Öngörülen rotasından veya belirlenmiş bekleme paterninden büyük ölçüde saptığı gözlemlenen tanımlanmış bir hava aracı uygun biçimde ikaz edilerek, kontrolörün değerlendirmesine göre eğer söz konusu sapma sağlanan hizmeti etkileyecek ise, uygun önlemler de alınmış olacaktır.

13.6.2. ATS gözetim hizmeti sağlayan bir hava trafik kontrol ünitesinden seyrüsefer yardımı almak isteyen bir hava aracının pilotu; mutlaka sebep bildirecek (kötü hava şartlarından kaçınmak, seyrüsefer cihazlarının güvenilmezliği vb.) ve şartlar elverdiğinde ayrıntılı bilgi verecektir.

13.7. ATS Gözetim Hizmetinin Kesintiye Uğraması

13.7.1. Kendisine ATS gözetim hizmeti verildiği bildirilen bir hava aracı, herhangi bir nedenle hizmet kesintiye uğradığında veya bitirildiğinde¹²³ derhal ikaz edilmelidir.

RADAR SERVICE (or IDENTIFICATION) TERMINATED [DUE (reason)] (instructions);

13.7.2. Tanımlanmış bir hava aracının kontrolü radarsız kontrole devredilirken, devir gerçekleşmeden önce kontrolör; transferi devir edilecek trafikle diğer kontrollü trafiklerin tamamı arasında radarsız ayırmanın sağlanmış olduğundan emin olacaktır.

¹²³ Bir hava aracının radar, ADS-B veya MLAT sistemleri kaverajına sahip komşu hava sahasına geçişi ATS gözetim hizmetinin kesintiye uğraması ya da bitirilmesi anlamına gelmemektedir.



13.8. Minimum Seviyeler

Bir kontrolör, aşağıdaki konularda sürekli ve güncel bilgiye sahip olacaktır;

13.8.1. Sorumluluk sahası için tesis edilmiş en alçak uçuş irtifalarına,

13.8.2. En düşük kullanılabilir uçuş seviyesi ya da seviyeleri,

13.8.3. Taktik radar vektör usullerine uygulanabilecek irtifalar (MRVA)

13.9. Elverişsiz Hava Koşullarına İlişkin Bilgi

13.9.1. Elverişsiz hava sahası¹²⁴ içine girmesi olası görünen bir hava aracı gerekli hazırlığı yapması için yeteri kadar erken bir zamanda uyarılmalıdır. Ayrıca pilot isterse elverişsiz hava sahasından nasıl arınacağı tavsiye edilir.

13.9.2. Kontrolör bir hava aracını elverişsiz hava sahası çevresinden vektör ettiği sırada hava aracı gitmekte olduğu ya da kendisine tahsis edilmiş rotadan çıkarsa¹²⁵, hava aracı gözetim kaplaması içinde iken tekrar eski yoluna döndürülmelidir. Bu mümkün görünüyorsa durum pilota bildirilmelidir.

13.10. Önemli Meteorolojik Bilgilerin Meteoroloji Ofisine Rapor Edilmesi

Kontrolörün her ne kadar fırtına gibi hava olaylarını özel olarak izlemesi gerekmiyorsa da, fırtınalar, cepheler gibi önemli hava olayları durum ekranı üzerinde izlendiğinde, buldukları hava sahası, şiddeti, uzunluğu ve hareket yönü gibi bilgiler mümkünse meteoroloji ofisine rapor edilmelidir.

14. ATS Gözetim Sistemlerinin ATC Hizmetlerinde Kullanılması¹²⁶

14.1. Fonksiyonlar

ATS gözetim sistemi tarafından sağlanan ve bir durum ekranı üzerinde sergilenen bilgiler, hava trafik kontrol hizmeti sağlanırken, aşağıda sıralanan fonksiyonların yerine getirilmesinde kullanılabilir:

14.1.1. Hava sahası kullanım kapasitesini artırmak, gecikmeleri azaltmak, direkt rotalar ve uygun uçuş güzergahları tahsis etmek ve emniyeti en üst seviyede tutmak amacıyla ATS gözetim hizmeti sağlamak,

14.1.2. Hızlı ve etkin kalkış trafiği akışı ve seyir seviyesine tırmanışı hızlandırmak amacıyla kalkan trafiklere vektör sağlamak,

14.1.3. Potansiyel conflict'lerin çözümü amacıyla hava araçlarına vektör sağlamak, gerektiğinde geciktirme amaçlı vektörler vermek,

¹²⁴ ATS gözetim sisteminin kapasitesine bağlı olarak, elverişsiz hava sahası ekran üzerinde sergilenmeyebilir. Normalde hava aracının hava (meteoroloji) radarı ATS'in kullandığı radar sensörlerinden daha sağlıklı bilgi sağlar.

¹²⁵ Bazı durum ekranlarında, bazı nedenlerle elverişsiz havanın çok yoğun olduğu sahalar görüntülenmeyebilir. Bu nedenle çok dikkatli olunmalıdır.

¹²⁶ Bu bölümdeki kurallar, ATS gözetim sisteminin saha kontrol veya yaklaşma kontrol hizmetinde kullanılması ile ilgili genel kurallardır.



14.1.4. Yeterli ve hızlı bir yaklaşma sıralaması amacı ile inişe gelen hava araçlarına vektör hizmeti sağlamak,

14.1.5. Pilotlara seyrüseferlerinde yardımcı olmak amacıyla (bir radyo seyrüsefer yardımcısına veya yardımcısından, kötü hava koşullarının hüküm sürdüğü sahaların etrafından veya dışından) vektör hizmeti sağlamak,

14.1.6. Kaveraj sahasında haberleşme kaybına uğrayan bir hava aracı olduğunda, ayırma sağlamak ve normal trafik akışını sürdürmek,

14.1.7. Hava trafiğine uçuş rotası monitörünü sürdürmek¹²⁷,

14.1.8. Radarsız kontrolöre (mümkün olduğunca) aşağıdaki bilgileri sağlamak amacıyla hava trafiğin gelişimini gözlemlemeyi sürdürmek:

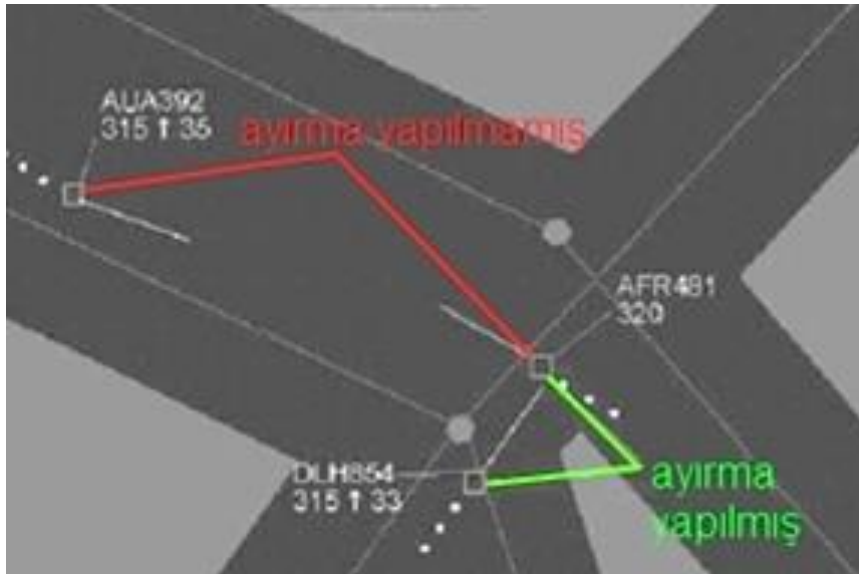
14.1.8.1. Kontrol altındaki hava araçlarıyla ilgili daha doğru pozisyon bilgisi,

14.1.8.2. Diğer trafiklerle ilgili ilave bilgiler,

14.1.8.3. Müsaade edildikleri rotalar ve uygun olduğunda seviyeler de dahil olmak üzere, hava araçlarının kendi müsaadelerinden önemli ölçüde sapmalarına ilişkin bilgiler.

14.2. Ayırma Uygulaması¹²⁸

14.2.1. ATS gözetim hizmetlerinde kullanılan ayırma değerleri, radarsız ayırmalarla karşılaştırıldığında çok daha düşük ve emniyetlidir. Bunun sonucunda da kullanılan hava sahasında daha fazla sayıda trafiğe hizmet verilebilir ve daha hızlı trafik akışı sağlanır.



14.2.2. Kontrolörler, hava araçları arasında azaltılmış olan ayırmanın hatalarını fark edebilmek için daha az zamanlarının olacağını farkında olmalıdırlar. Kontrolörler, ayırmanın

¹²⁷ Böyle durumların izlenmesinde sürat, zaman olarak otoritenin belirlediği toleranslar varsa toleransların dışına çıkılıncaya kadar sapmalar önemsenmez.

¹²⁸ ATS gözetim sistemi kullanan kontrolörün, özel şartlarda uygulanacak ayırmanın belirlenmesinde, ayırma minimumunun ihlal edilmemesini sağlamak için hava aracının göreceli uçuş başı ve hızı, ATS gözetim sisteminin teknik kısıtlamaları, kontrolör iş yükü ve muhabere problemlerini dikkate alınması gerekir. Bu konuda Hava Trafik Hizmetleri Planlama Manueli (Doc 9426) rehber olarak kullanılabilir.

belirlenen değerin altına düşmesi durumunda, hava araçları arasında alternatif (tercihen dikey) ayırmanın sağlandığından emin olmalıdırlar.

14.2.3. ATS gözetim sistemi kullanan kontrolör, özel durumlarda uygulanacak ayırmayı belirlerken; rüzgarın etkisi, hava araçlarının göreceli uçuş başı ve sürati, ATS gözetim sistemi teknik kısıtlamaları, kontrolör iş yükü ve muhabere yoğunluğu nedeniyle ortaya çıkabilecek her türlü problem de dahil olmak üzere tüm faktörleri göz önüne alacak ve ayırma minimasının bozulmayacağından emin olacaktır.

14.2.4. Ayırma değerlerine etki eden faktörler;

14.2.4.1. **Rüzgâr:** Ayırma için vektör edilirken, rüzgar sürüklenmesinin hava aracını etkileyebileceği göz önüne alınmalıdır. Hava araçları paralel uçuş başlarıyla vektör edilmiş olsa bile rüzgâr sürüklenmesi istenilen ayırmanın düşmesine neden olabilir.

14.2.4.2. **Hava araçlarının göreceli uçuş başı ve sürati:** Sürat, birbirleriyle alakalı iki trafiğin yapılacak değişikliklerde ihtiyaç duyulan bir ayırmanın yapılması gerektiğini belirlemede önemli bir faktördür. Yüksek süratli hava araçları, hızlı uçuş başı değişikliklerini yapsa da yapısı yüzünden, hava aracının durum ekranında izlenen pozisyonu yavaş olacak, uçuş başına erişmesi zaman alacaktır.

14.2.4.3. **ATS gözetim sistemi teknik kısıtlamaları:** Uygulanacak olan ayırma miniması belirlenirken, ATS gözetim sistemi ya da sensörlerinin bir hava aracını doğru olarak tanımlamada pozisyon sembolü, sistemin yenileme süresi, bilginin doğruluğu, sistemin güvenilirliği gibi faktörler göz önüne alınmalıdır.

14.2.4.4. **Kontrolör iş yükü:** Ayırma yapan kontrolör aşağıdaki hususları göz önüne almalıdır:

- Kendi yeterliliği, tecrübesi,
- Kontrolü altındaki hava aracı sayısı,
- Hava sahasının büyüklüğü,
- Trafik ve hava koridoru yapısının karmaşıklığı.

14.2.4.5. **Muhabere yoğunluğu:** Kontrolör ayırma sağlarken, yeni bir talimat verme ve bu talimatın pilot tarafından doğru olarak uygulanmasının planlamasına olan etkisini göz önüne alarak; birkaç saniye içinde yeni bir talimat verebilecek durumda olmalıdır. Bu yüzden eğer muhaberenin yoğunlaşacağı düşünülüyorsa ayırma artırılmalıdır.

14.2.5. Belirtilen ayırma değerleri sadece tanımlanmış hava araçları arasında, tanımın devam edeceği yönünde kayda değer bir garanti varsa uygulanacaktır.

14.2.6. Kontrolünün devri durumu hariç, kontrolü altındaki bir hava aracı, sorumluluk sahası sınırına ulaşmadan önce veya uçak gözetim kaverajının dışına çıkmadan, Kontrolör tarafından radarsız ayırma sağlanacaktır.

14.2.7. ADS-B, SSR, MLAT ve/veya PSR pozisyon sembolleri ayırmaya esas teşkil edecekse, ayırma, sembollerin merkezi ile SSR yanıtlarının yakın kenarı arasında daha önceden belirlenmiş minimumdan az olmayacak şekilde uygulanacaktır.

14.2.8. Durum ekranı üzerinde sergilenen pozisyon tanımlayıcılarının tipine ve uygulanan ayırma minimumuna bakılmaksızın, dikine ayırmanın bulunmadığı hiçbir durumda pozisyon tanımlayıcıları birbirine değmeyecek ya da birbiri ile çakışmayacaktır.

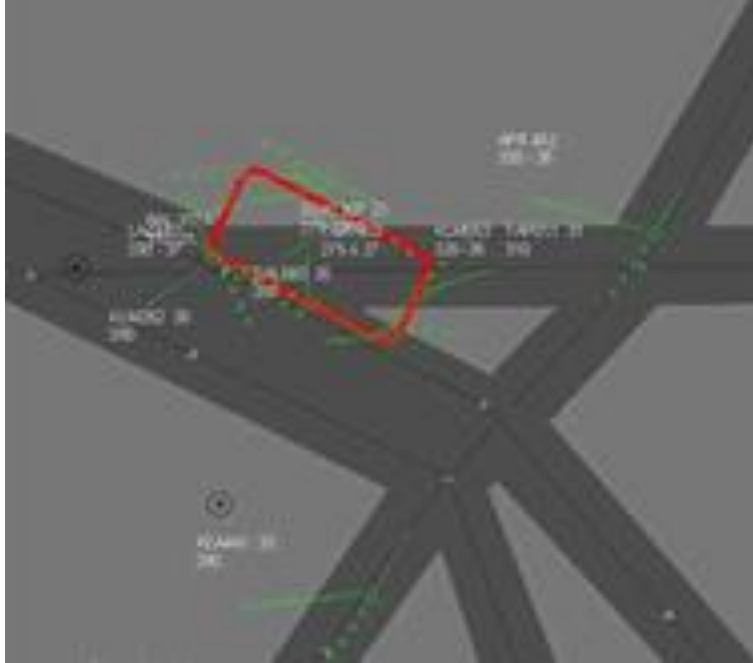


14.2.9. Kontrolörün, ayırma uygulanan bir hava sahasına giren veya girmekte olan ve belirtilen ayırma değerlerine sahip henüz tanımı yapılmamış kontrollü bir uçuş konusunda ikaz edilmiş olması durumunda kontrolör, tanımlanmış hava araçları arasında ATS gözetim hizmeti sağlamaya aşağıdaki durumlarda devam edebilir:

14.2.9.1. Tanımlanmamış kontrollü uçuşun SSR, ADS-B ve/veya MLAT kullanılarak tanımlanabileceği yönünde kayda değer bir güvence varsa veya uçuşun, ayırma uygulanan bir hava sahası içinde PSR'a uygun yeterli bir yansıma vereceği beklenen bir uçak tipi ile yapılması durumunda;

14.2.9.2. Tanımı yapılmış uçuşlar ve gözlenen herhangi bir ATS gözetim sistemi pozisyonu arasında tanımlanmamış kontrollü uçuşun tanımı yapılana veya radarsız ayırma tesis edilene kadar ayırma devam ettirilebilir.

14.2.10. Kalkış yapan hava aracının pist sonundan itibaren 1 NM içinde tanımlanacağı ve tanım gerçekleştiği zaman, gerekli ayırmanın oluşacağı yönünde kayda değer bir garanti varsa, bir kalkış trafiği ve önceden kalkan trafik veya diğer radarda tanımlanmış trafikler arasında ayırma uygulanabilir.



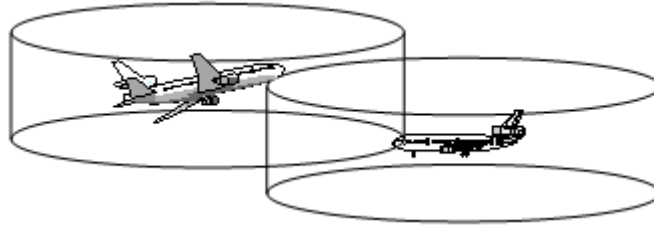
14.2.11. **Aynı bekleme noktası üzerinde bekleyen hava araçları arasında, yanlamasına ayırma uygulanmayacaktır.** Beklemedeki hava aracıyla ve diğer hava araçları arasında; bekleme paterni emniyet payı ile bekleme noktasını geçen ve uzaklaşan hava aracı arasında gerekli radar ayırmasının sağlanması gerekir.

14.3. ATS Gözetim Sistemleri Ayırma Minimasi¹²⁹

Aşağıda açıklanan asgari ayırma değerleri, trafik yoğunluğu, kullanılan ATS gözetim sisteminin ve hava/yer muhabere kolaylıklarının performans düzeyi, meteorolojik koşullar, beklenmedik ve olağan üstü durumlar göz önüne alınarak, gerektiğinde hava trafik kontrolörleri tarafından arttırılabilir. Ancak, normal koşullar altında hava sahası ve meydan kapasitelerinin optimum kullanımına özen gösterilecektir.

¹²⁹ AIP ENR 1.6-1 Paragraf 4.





14.3.1. Dikey ayırmanın olmadığı yerlerde, minimum ayırma **5 NM**'dir¹³⁰.

14.3.2. Ankara, İstanbul, İzmir, Antalya, Dalaman ve Milas Bodrum TMA'lerde, yaklaşma kontrol hizmetlerinde, minimum ayırma değeri **3 NM**; Trabzon TMA ile Adana ve Kayseri MTMA içinde **5 NM** olarak uygulanacaktır.

14.3.3. Radar ayırma minimumları, trafik yoğunluğuna ve kullanılan cihazın performans düzeyine uygun olarak, gerektiğinde hava trafik kontrolörleri tarafından artırılabilir.

14.3.4. Radarın arıza yapması halinde, uçaklar arasında standart radarsız ayırma tesis edilinceye kadar **FL410'un altında asgari 500 ft'lik, FL410 ve üzerinde ise 1000 ft'lik** ayırma geçici olarak sağlanacaktır.

14.3.5. ICAO Doc4444 Bölüm 4 Paragraf 4.9.1.1'de tanımlanan dümensuyu türbülans kategorilerini kullanırken, aşağıda yer alan tablodaki mesafeye dayalı dümen suyu türbülansı ayırma değerleri, ATS gözetim hizmetleri tarafından uçuşun yaklaşma ve kalkış safhalarındaki trafikler arasında 14.3.7 maddesinde verilen durumlarda uygulanacaktır.

Hava Aracı Kategorisi		Dümensuyu Türbülansı Ayırma Minimumu
Öndeki Hava Aracı	Takip Eden Hava Aracı	
SUPER	HEAVY	5 NM
	MEDIUM	7 NM
	LIGHT	8 NM
HEAVY	HEAVY	4 NM
	MEDIUM	5 NM
	LIGHT	6 NM
MEDIUM	LIGHT	5 NM

14.3.6. ICAO Doc4444 Bölüm 4 Paragraf 4.9.1.2'de tanımlanan dümensuyu türbülans gruplarını uygularken, kullanırken, aşağıda yer alan tablodaki mesafeye dayalı dümen suyu türbülansı ayırma değerleri, ATS gözetim hizmetleri tarafından uçuşun yaklaşma ve kalkış safhalarındaki trafikler arasında 14.3.7 maddesinde verilen durumlarda uygulanacaktır.

¹³⁰ ACC hizmetlerinde karşılıklı rotada ayırma yapılırken; kesişim noktasında yanlamasına ayırma sağlamak amacıyla hava araçlarından en az bir tanesine vektör verilmediği durumlarda, iki hava aracı arasında asgari 50 NM mesafe kaldığında dikey ayırmanın sağlanmış olması gerekmektedir.



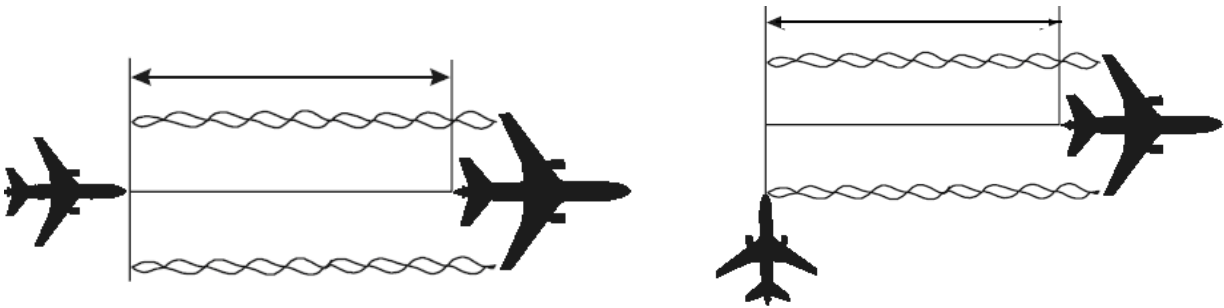
Öndeki Hava Aracı Grubu	Takip Eden Hava Aracı Grubu	Düzensuyu Türbülansı Ayırma Minimumu
A	B	4 NM
	C	5 NM
	D	5 NM
	E	6 NM
	F	6 NM
	G	8 NM
B	B	3 NM
	C	4 NM
	D	4 NM
	E	5 NM
	F	5 NM
	G	7 NM
C	D	3 NM
	E	3.5 NM
	F	3.5 NM
	G	6 NM
D	G	4 NM
E	G	4NM

14.3.7. Yukarıdaki 14.3.5 ve 14.3.6 maddelerinde tarif edilen ayırma minimaları aşağıdaki durumlarda uygulanacaktır:

14.3.7.1. Bir hava aracı diğerinin tam arkasında ya da 1000 ft'den daha az altında uçuyorsa,

14.3.7.2. Her iki hava aracı da aynı pisti ya da birbirinden 760 m'den daha az mesafeyle ayrılmış paralel pistleri kullanıyorsa, ya da

14.3.7.3. Bir hava aracı diğerini aynı ya da 1000 ft'den daha az irtifada arkadan kat ediyorsa.



Birbirini takip eden trafikler arasında ayırma

Arkasından kat eden trafikler arasında ayırma

14.4. VHF Sesli Muhabere Mevcut Olmayan ATS Gözetim Sistemlerinin kullanıldığı yerlerde Ayırma Minimasi¹³¹

14.4.1. Direkt kontrolör-pilot VHF sesli muhaberenin mümkün olmadığı durumlarda, aşağıdaki şartların karşılanması koşuluyla, bir ATS gözetim sisteminden alınan pozisyon bilgisi kullanılarak 14.4.2, 14.4.3 ve 14.4.4'te açıklanan ayırma minimumları uygulanabilir:

14.4.1.1. RNP 4 veya RNP 2'nin seyrüsefer performansı karşılanmalıdır;

14.4.1.2. Muhabere sistemi, RCP 240'¹³² karşılanmalıdır;

14.4.1.3. Normal iletişim araçlarının başarısız olması durumunda, kontrolörün toplam dokuz dakikalık¹³³ bir süre içinde müdahale etmesine ve bir anlaşmazlığı çözmesine izin vermek için alternatif bir iletişim aracı mevcut olacaktır;

14.4.1.4. Rota uygunluğunun takibi, normalde maksimum 3.0 NM'ye ayarlanmış bir uyarı eşiği ile ATS gözetim sistemi yanlamasına sapma ikazlarının kullanılmasıyla sağlanacaktır.

14.4.1.4.1. Paragraf 14.4.2.1 ve 14.4.3'teki yanlamasına ayırma minimalarının, ikaz eşiğinin aşıldığı her 1,0 NM için 1,0 NM artırılması koşuluyla, 3,0 NM'den daha büyük ikaz eşikleri ayarlanabilir.

14.4.1.4.2. ATS gözetim sistemleri, yanlamasına bir sapma durumunda, kontrolör tarafından anında harekete geçilebilmesi için uyarıların açık ve belirgin bir şekilde görüntülenmesini sağlayacaktır.

14.4.2. Aşağıdaki 14.4.3 ve 14.4.4 maddelerinde aksi belirtilmedikçe, ayırma minimumları:

14.4.2.1. Paralel veya kesişmeyen rotalar arasında 19,0 NM yanlamasına ayırma;

14.4.2.2. Kesişen rotalarda Doc4444 5.4.2.1.5 paragrafının a) ve b) başlıklarında açıklandığı şekilde kesişen rotalarda 19,0 NM yanlamasına ayırma;

14.4.2.3. Aynı rota ya da kesişen rotalarda, rotalar arasındaki açının 90 dereceden daha az olması şartıyla Doc4444 5.4.2.9.5 maddesinde açıklandığı şekilde 17 NM uzunlamasına ayırma;

¹³¹ Paragraf 14.4.2, 14.4.3 ve 14.4.4'te bahsi geçen ayırma minimalarını destekleyen seyrüsefer kapasitesinin uygulanması için gereken kılavuz materyal Performansa Dayalı Seyrüsefer (PBN) Manuelinde (Doc 9613) yer almaktadır.

-Paragraf 14.4.2, 14.4.3 ve 14.4.4'te bahsi geçen ayırma minimumlarını destekleyen muhabere ve gözetim kapasitesinin uygulanmasına yönelik kılavuz materyal, Performansa Dayalı Muhabere ve Gözetim (PBCS) Manuelinde (Doc 9869) ve Küresel Operasyonel Veri Bağlantısı (GOLD) Manuelinde (Doc 10037) yer almaktadır.

- Bu ayırma minimalarını belirlemek için kullanılan analiz ve bunların yanı sıra uygulama hususları, doluluk ve sapma oranları için kabul edilebilir değerler ve ilgili izleme prosedürleri hakkında ayrıntılı bilgiler, VHF Sesli Muhabere Mevcut Olmayan ATS Gözetim Sistemlerinin kullanıldığı yerlerde Ayırma Minimasi Uygulanmasına İlişkin Kılavuzlarda (Doc 10116) yer almaktadır.

- Paragraf 14.4.2, 14.4.3 ve 14.4.4'te bahsi geçen ayırma minimalarının uygulanması, hem radarsız kontrol hem de ATS gözetim hizmetlerinin unsurlarını içerir; hava trafik kontrolörü derecelendirme gereklilikleri ICAO Annex-1'de yer almaktadır.

¹³² Ayrıntılar için <https://skybrary.aero/articles/performance-based-communication-and-surveillance-pbcs>

¹³³ belirtilen toplam süre, RCP 240'a tahsis edilen dört dakikayı içerir.



14.4.2.4. Karşılıklı rotalardaki hava araçları, her iki hava aracının da birbirini 5.0 NM geçtiğini gösteren gözetim sistemi pozisyon raporlarının görülmesi şartıyla, başka bir hava aracı tarafından kullanılan seviyelere tırmanma veya alçalma için müsaade edilebilir.

14.4.3. Paragraf 14.4.2.1'deki ayırma miniması, ilgili ATS otoritesi tarafından uygun görüldüğü takdirde, aşağıdakilerden birinin sağlanması koşuluyla, 15.0 NM altında olmamak kaydıyla azaltılabilir:

14.4.3.1. Süre olarak hava sahasındaki trafik yoğunluğu 0,6'dan az ise;

14.4.3.2. Hava aracının müsaade edilen rota dışında geçirdiği toplam uçuş süresinin oranı aşağıdakileri aşamaz:

14.4.3.2.1. Müsaade edilen rotadan 7.0 NM veya daha fazla sapan hava araçları için, uçuş saati başına 3×10^{-5} ; ve

14.4.3.2.2. Müsaade edilen 11.0 NM veya daha fazla sapan hava araçları için, uçuş saati başına 1×10^{-5} .

14.4.4. Paragraf 14.4.2.3'deki ayırma miniması, rotalar arasındaki açının 45 dereceden az olması şartıyla 14 NM düşürülebilir.

14.4.5. Bu ayırma minimalalarının uygulanması esnasında vektör kullanılmayacaktır.

14.5. Kontrolün Devri

14.5.1. ATS gözetim hizmetinin kullanıldığı durumlarda, mümkün olduğunda, kesintisiz bir ATS gözetim hizmeti sağlamak için kontrolün devri gerçekleştirilmelidir.

14.5.2. SSR, ADS-B ve/veya MLAT kullanıldığında, birbirine komşu kontrol pozisyonları veya ATC üniteleri arasında aşağıdaki durumlarda ön koordinasyon yapmadan kontrolün devri yapılabilir:

14.5.2.1. Devredilecek hava aracına ait en son uçuş bilgileri, tahsis edilmiş discrete SSR kod veya Mode S ve ADS-B'den elde edilen çağrı adı bilgisi ile birlikte transferden önce transferi devralacak kontrolöre bildirilmişse,

14.5.2.2. İlgili trafik, transferi devralacak kontrolörün ATS gözetim sistemi kaverajı içinde ve durum ekranında görüntüleniyor; ayrıca transfer gerçekleşmeden, tercihen ilk çağrının alınmasından önce, hava aracı tanımlanıyorsa,

14.5.2.3. Kontrolörler birbirine fiziksel olarak komşu değilse, ani muhabereye¹³⁴ imkan sağlayacak iki yönlü direk konuşma kolaylıkları sürekli olarak hazır olarak bulunuyorsa,

14.5.2.4. Devir noktası ya da noktaları ve uçuş yönü, verilen seviyeler, haberleşmenin devredileceği noktalar, devredilmek üzere olan hava aracına uygulanacak olan kararlaştırılmış ayırma miniması gibi bilgiler, durum ekranında takip ediliyorsa ve bu değerler dahili birimler ya da iki ATC birimi arasında yapılan anlaşma mektupları ya da talimatlarla belirlenmişse,

14.5.2.5. Kontrolün devri uygulanmasının, kontrolü devralan kontrolör tarafından her an bitirilebileceği (normal olarak önceden kararlaştırılmış zaman kadar önce) anlaşma mektupları ve talimatlarda açıkça belirlenmişse, dip

¹³⁴ "Ani muhabere", burada, haberleşmenin derhal gerçekleştirilmesi anlamında kullanılmıştır.



14.5.2.6. Devir alacak kontrolör, devir edilecek hava aracının devrinden önce devir noktasında, daha önce bilinen uçuş gelişimini değiştirecek seviye, hız ve vektör talimatlarından haberdar edilecekse.

14.5.3. Devri yapılacak hava araçları arasındaki minimum ayırma (Bkz. Bölüm II, Paragraf 14.5.2.4) ve önceden bilgilendirme (Bkz. Bölüm II, Paragraf 14.5.2.5) belirlenirken tüm teknik, operasyonel ve benzeri koşullar dikkate alınacaktır. Eğer anlaşma mektupları oluşacak durumları karşılayamazsa kontrolör aşağıdaki paragrafta açıklanan usulü uygulayacaktır.

14.5.4. Primary radar kullanıldığında ve diğer bir ATS gözetim sistemi olmasına rağmen yukarıda 10.4.2. maddesinde belirtilen koşullar sağlanamıyorsa, komşu kontrol pozisyonları veya iki komşu ATC ünitesi arasında kontrolün devri aşağıdaki şekilde yapılacaktır:

14.5.4.1. Transferi devralacak kontrolöre, halihazırda tanım devredilmiş veya tanım direkt olarak devralacak kontrolör tarafından sağlanmış olmalıdır,

14.5.4.2. Kontrolörler fiziksel olarak komşu değilse, ani muhabereye imkan tanıyacak iki yönlü direkt konuşma kolaylıkları her zaman hazır olmalıdır,

14.5.4.3. Üniteler ya da sektörler arasında kontrolün devri sırasında, hava araçları arasında ön görülen ayırma, diğer kontrollü hava araçları arasındaki ayırma değerlerine uygun olmalıdır,

14.5.4.4. Devir noktasında hava aracını etkileyecek her türlü seviye, sürat veya vektör talimatları konusunda devralacak kontrolör sürekli olarak bilgilendirilmelidir,

14.5.4.5. Devralacak kontrolör, hava aracına ATS gözetim hizmeti sağlama sorumluluğunu alana kadar devreden kontrolör hava aracı ile radyo muhaberesini sürdürmelidir. Devreden kontrolör daha sonra hava aracına uygun kanal değişikliği talimatını verecek, bu noktadan itibaren sorumluluk devralacak kontrolöre ait olacaktır.

14.6. Sürat Kontrolü



14.5.1. Bir kontrolör, sıralama yapmak ve vektöre olan ihtiyacı azaltmak için hava aracının performansını da dikkate alarak kontrolü altındaki hava araçlarından süratlerini istenilen şekilde ayarlamasını isteyebilir.

14.5.2. Yatay Sürat Kontrol Talimatları¹³⁵

14.5.2.1. Genel

14.5.2.1.1. Trafiğin emniyetli ve düzenli olarak akışını sağlamak için hava araçlarına, süratlerini belirlenmiş bir orana ayarlaması talimatı verilebilir¹³⁶.

14.5.2.1.2. Sürat kontrol talimatları, kontrolör tarafından açıkça iptal edilmedikçe veya değiştirilmedikçe geçerli kalmaya devam edecektir¹³⁷.

14.5.2.1.3. Bir bekleme noktasında bekleyen ya da o bekleme noktasına giren trafıklere sürat kontrolü uygulanmaz.

14.5.2.1.4. Sürat ayarlamaları, gerekli ayırma minimumlarını muhafaza etmek ya da sağlamak ile sınırlı olmalıdır. Alternatif sürat artırmalar ve azaltmalar da dahil olmak üzere, sık sık sürat değişikliği talimatları verilmeyecektir.

14.5.2.1.5. Uçuş ekibi, sürat talimatlarına uyamayacakları durumlarda ilgili ATC ünitesini bilgilendireceklerdir. Bu durumda hava trafik kontrolörü, ilgili hava araçları arasında ihtiyaç duyulan ayırmanın devam ettirilebilmesi için başka bir yöntem uygulayacaktır

14.5.2.1.6. Sürat ayarlamaları **uçuş seviyesi FL250 ya da üzerindeki seviyelerde 0.01 Mach**¹³⁸ ve katları; **FL250 uçuş seviyesinin altında** ise gösterge sürati (**IAS**) **10 kts** ve katları olarak kullanılacaktır¹³⁹.

14.5.2.1.7. Ağır tonajlı ve yüksek uçuş seviyelerindeki hava araçlarının sürat değiştirme kabiliyetleri sınırlı olabilir.

14.5.2.1.8. Sürat kontrol tahdidine ihtiyaç kalmadığında, hava aracı bilgilendirilecektir.

14.5.2.2. Uygulama Metotları¹⁴⁰

14.5.2.2.1. Birbirini takip eden iki ya da daha fazla hava aracı arasında gerekli ayırmanın sağlanabilmesi için kontrolör, önce en arkadaki hava aracının süratini düşürecek ya da en öndeki hava aracının süratini arttıracak, daha sonra sırayla diğer hava araçlarının süratlerini ayarlayacaktır.

14.5.2.2.2. Sürat kontrolü tekniğini kullanarak sağlanacak ayırmanın muhafaza edilebilmesi için ilgili hava araçlarının tamamına belirlenmiş sürat tahdidi uygulanacaktır¹⁴¹.

14.5.2.3. Alçalan ve inişe gelen hava araçları

¹³⁵ Sürat kontrolünün uzun süre uygulanması hava araçlarının yakıt düzeyine olumsuz etki yapabilir..

¹³⁶ Uzunlamasına ayırmalarda, Mach number tekniğinin kullanılmasına ilişkin usuller PANS-ATM Doc4444 dokümanının 5. kısmı "Ayrırma Metodları ve Minimumları" bölümünde yer almaktadır.

¹³⁷ Herhangi bir sürat kontrol talimatının iptal edilmesi, uçuş mürettebatının Annex 11 - Hava Trafik Hizmetleri, Ek 4'te belirtilen hava sahası sınıflandırmalarıyla ilişkili sürat limitlerine uyum sorumluluğunu ortadan kaldırmaz.

¹³⁸ Yüksek uçuş seviyelerinde 0.01 Mach yaklaşık 6 kt'a (11km/h) karşılık gelir.

¹³⁹ Ağır tonajlı ve yüksek uçuş seviyelerinde hava araçlarının sürat değiştirme kabiliyetleri yavaş olabilir..

¹⁴⁰ Alçalmakta olan(alçalan)bir hava aracının TAS'ı IAS'in sabit kalmasına rağmen azalır. Alçalan iki hava aracı aynı IAS'i muhafaza etmelerine rağmen öndeki ve daha düşük seviyedekinin TAS'ı onu takip eden arkadakinden daha düşük olacak ve iki hava aracı arasındaki ayırma, daha etkin bir sürat tahdidi uygulanmaz ise azalacaktır. Bu nedenle birbirlerini takip eden alçalan hava araçları arasında sürat farklılığının her 1000 ft için 6 kt olacağı göz önüne bulundurulur (bunun genel bir kural olarak uygulanabilirliği mümkündür) hava araçları arasında daha etkin bir ayırma sağlanabilir. FL80 altındaki uçuş seviyelerinde IAS ve TAS arasındaki fark sürat kontrolü uygulamalarında önemsizdir.

¹⁴¹ Gerekli ayırma için ihtiyaç duyulan zaman ve mesafeyi sağlamak, yüksek seviyelerde, yüksek süratlerde ve hava aracının clean konfigürasyonda daha kolay olmaktadır.



14.5.2.3.1. Mümkün olduğunda bir hava aracı, düz uçuşu esnasında (alçalmaya başlamadan önce) terminal sahasındaki gecikmesinden haberdar edilerek, o aşamada sürat düşürmesine imkan verilebilir.

14.5.2.3.2. İnişe gelen bir hava aracına “*maximum speed*”, “*minimum clean speed*”¹⁴², “*minimum speed*” ya da belirlenmiş bir sürati muhafaza etmesi talimatı verilebilir.

14.5.2.3.3. Turbojet hava araçlarının düz uçuşlarının ardından, alçalmaya ilk başladıkları safhada süratlerini 250 kt’ın altı bir düzeye azaltma ihtiyacı durumunda, uçuş ekibi ile mutabakat sağlamak gerekmektedir.

14.5.2.3.4. Bir hava aracına aynı anda, hem yüksek varyoyla alçalması, hem de süratini düşürmesi gibi uygunsuz talimatlar vermekten kaçınılacaktır. Alçalma safhasında sürat düşürmesi uygulaması hava aracının devam eden alçalmasından önce geçici olarak seviye tutmasına sebep olabilir.

14.5.2.3.5. İnişe gelen hava aracının mümkün olduğunca clean konfigürasyonda uçuşmasına müsaade edilmelidir. Turbojet hava araçlarına FL150 uçuş seviyesinin altında, bu hava araçları için minimum clean konfigürasyona çok yakın olan 220 kt’lık sürat azaltması uygulanabilir.

14.5.2.3.6. Ara ve son yaklaşma safhasında olan hava araçlarına **±20 kt’ı** geçmeyen küçük sürat ayarlamaları yapılabilir.

14.5.2.3.7. Son yaklaşma safhasındaki hava araçlarına, pist başına 4 NM (7km) mesafedeki bir noktadan sonra sürat kontrolü yapılmamalıdır¹⁴³.

14.5.2.4. SID ve STAR

Hava trafik kontrolörü tarafından iptal edilmedikçe yada değiştirilmedikçe uçuş ekipleri, SID ve STAR usullerinde¹⁴⁴ yayınlanmış sürat tahditlerine uymak zorundadır.

- REPORT SPEED;
- MAINTAIN (numara) KNOTS [OR GREATER (OR LESS)] [UNTIL (fix)];
- DO NOT EXCEED (numara) KNOTS;
- MAINTAIN PRESENT SPEED;
- INCREASE (ya da REDUCE) SPEED TO (numara) KNOTS [OR GREATER (ya da LESS)];
- INCREASE (ya da REDUCE) SPEED BY (numara) KNOTS;
- RESUME NORMAL SPEED;
- REDUCE TO MINIMUM APPROACH SPEED;
- REDUCE TO MINIMUM CLEAN SPEED;
- NO (ATC) SPEED RESTRICTIONS;

¹⁴² “*minimum clean speed*” deyimini, bir hava aracının clean konfigürasyonunda (sürat frenleri, flaplar ya da iniş takımlarını açmadan) uçabileceği en düşük sürat demektir.

¹⁴³ Uçuş ekiplerinin, pist başına 3 NM mesafe kaldıktan sonra, stabilize bir yaklaşma (sürat ve konfigürasyon olarak) yapmaları gerekir. (Doc 8168, PANS-OPS, Volume I, Part III, Section 4, Chapter 3, 3.3 paragrafı)

¹⁴⁴ Bazı SID ve STAR sürat kısıtlamaları, RNAV kalkış veya varış prosedürünü kapsar (örneğin, bir fix bacağına azami sürate bağlı sabit ark)



15. Olağanüstü Durumlar, Tehlikeler ve Cihaz Arızaları¹⁴⁵

15.1. Olağanüstü Durumlar (Emergency)¹⁴⁶

15.1.1. Bir hava aracı *emergency* durumda ise ya da herhangi bir *emergency* duruma girmek üzere olduğunda kontrolör pilota her türlü yardımı yapacaktır. Burada açıklanacak usuller duruma göre değişebilir.

15.1.2. Tanımı yapılmış olan bir hava aracı olağanüstü bir durum içindeyse, uçuşun gelişimi mümkün olduğunca durum ekranı üzerinde monitör edilecek ve mümkünse hava aracı ATS gözetim sistemi kapsamını terk edinceye kadar izlenecektir. Hava aracının pozisyon bilgisi, yardımı dokunabilecek tüm hava trafik hizmet birimlerine verilecektir. Uygun olduğunda komşu sektöre devri yapılacaktır¹⁴⁷.

15.1.3. ADS-B'den alınan ve durum ekranında sebebi anlaşılabilen¹⁴⁸ genel bir olağanüstü durum mesajı görüldüğünde; görevli kontrolör aşağıdaki yöntemleri takip edecektir:

15.1.3.1. İlgili hava aracının pilotu ile frekans üzerinden sesli muhabere kurmaya çalışarak, olağanüstü durumun sebebini anlamaya çalışacaktır

15.1.3.2. Pilottan herhangi bir cevap alamadığı durumda, pilotun yapılan çağrıyı duymadığını anlamak için özel bir manevra yapmasını talep ederek bu durumu durum ekranında gözlemlemeye çalışır.¹⁴⁹

15.2. Çarpışma Tehlikesi Bilgisi

15.2.1. Tanımlanmış kontrollü bir uçuş, bilinmeyen bir trafikle conflict oluşturacak bir rotada gözlemleniyor ve çarpışma/yakın geçme tehlikesi oluşacağına inanılıyorsa, kontrollü uçağın pilotuna;

15.2.1.1. Bilinmeyen hava aracının bilgisi verilecek ve kontrollü uçuş tarafından talep edilirse veya radar kontrolörünün kendi düşüncesine göre, gerekliyse bir kaçındırma hareketi tavsiye edilecektir.

15.2.1.2. Conflict sona erdiğinde durum pilota bildirilecektir.

15.2.2. Kontrollü sahanın dışında uçan kontrollü bir hava aracı, diğerinin rotası üzerinde conflict yaratacak biçimde gözleniyorsa, pilota;

15.2.2.1. Trafik bilgisi aktarılacak ve eğer pilot tarafından talep edilmişse veya radar kontrolörünün kendi düşüncesine göre, gerekliyse bir kaçındırma hareketi tavsiye edilebilir,

¹⁴⁵ Ayrıca bkz. PANS-ATM Doc4444, Bölüm 15

¹⁴⁶ Ayrıntılı bilgi için DHMİ Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan "Hava Trafik Kontrol Hizmetlerinde Acil veya Beklenmedik Durumlar Rehberi" ne bakabilirsiniz.

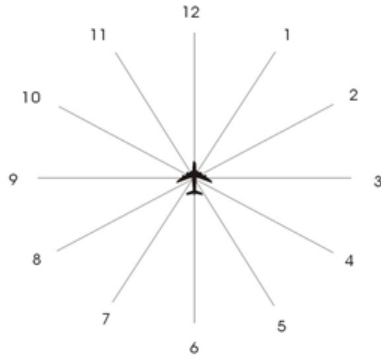
¹⁴⁷ Emergency durumuyla karşılaşan bir hava aracının pilotuna ATC tarafından transponderını özel bir kodda çalıştırılması talimatı verilmişse (özel koşullar, pilot kararı veya başka bir şekilde tavsiyede bulunulması hariç) bu özel kod/mode normal olarak muhafaza edilecektir. ATC pilottan belli bir kodu veya emergency modu set etmesini talep etmemişse, pilot transponder'ına **Mode A code 7700** set edecektir.

¹⁴⁸ İlk üretim ADS-B cihazı taşıyan hava araçları farklı durumlar için olağanüstü durum mesajı gönderememekte olup, sadece tek bir genel acil durum mesajı gönderebilmektedir.

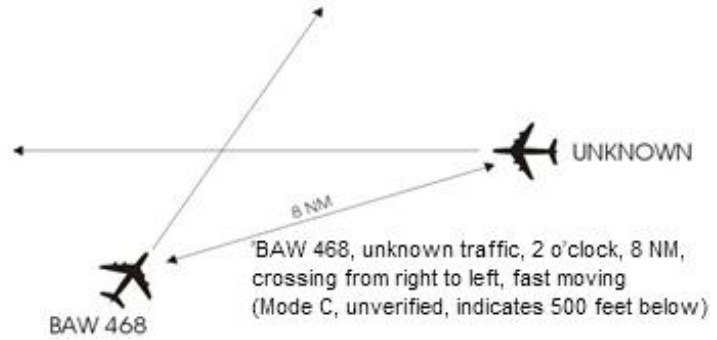
¹⁴⁹ İlk üretim ADS-B cihazı taşıyan hava araçları, olağanüstü durum mesajı gönderirken IDENT gönderemezler.



15.2.2.2. Conflict sona erdiğinde durum pilota bildirilecektir.



Saat istikameti



15.2.3. Conflict oluşturan rota üzerindeki trafikle ilgili bilgiler aşağıdaki sıralamaya göre verilecektir:

15.2.3.1. İlgili trafiğin saat istikametine göre pozisyonu,

15.2.3.2. İlgili trafikle olan mesafesi (NM olarak),

15.2.3.3. İlgili trafiği uçuşun yönü,

15.2.3.4. Biliniyorsa seviyesi ve tipi, bilinmiyorsa göreceli hızı (yavaş/hızlı)

- TRAFFIC (numara) O'CLOCK (mesafe) (trafiğin yönü) [gerekliyse aşağıdaki bilgiler:]
 - UNKNOWN;
 - SLOW MOVING;
 - FAST MOVING;
 - CLOSING;
 - OPPOSITE (ya da SAME) DIRECTION;
 - OVERTAKING;
 - CROSSING LEFT TO RIGHT (ya da RIGHT TO LEFT);
 - (uçak tipi);
 - (seviye);
 - CLIMBING (ya da DESCENDING);
- DO YOU WANT VECTORS;
- CLEAR OF TRAFFIC (ilgili talimatlar);
- TURN LEFT (ya da RIGHT) IMMEDIATELY HEADING (üç rakam) TO AVOID [UNIDENTIFIED] TRAFFIC (saat istikameti ve mesafe);
- TURN LEFT (ya da RIGHT) (numara) DEGREES IMMEDIATELY TO AVOID [UNIDENTIFIED] TRAFFIC (saat istikameti ve mesafe);

15.2.4. Basınç irtifasından alınan seviye bilgisi teyit ettirilmemiş de olsa bu bilgi kontrol altındaki bilinen hava aracına çarpışma yaratacak ilgili trafiğin irtifa bilgisi olarak verilebilir.

15.2.5. Basınç irtifasından alınan seviye bilgisi teyit edilmişse, bu bilgi pilotlara açık ve tereddüt yaratmayacak şekilde verilecektir. Eğer seviye bilgisi teyit edilmemişse, bilginin doğruluğu güvenilmez olarak değerlendirilmeli ve pilot buna göre bilgilendirilmelidir.



15.3. Cihaz Arızası

15.3.1. Hava Aracı Radyo Verici Arızası¹⁵⁰

15.3.1.1. Eğer bir hava aracı ile iki yönlü radyo muhaberesi kaybolmuş ise kontrolör, kullanılmakta olan kanal üzerinden pilota belirlenmiş bir manevra yapması talimatı verip, rotasını gözlemlemeli veya tanıtma ('IDENT') göndermesi veya SSR kod gönderimi değişikliği talimatı vererek alıcısının çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir.

15.3.1.2. Eğer yukarıdaki maddede belirtilen işlem başarısız olmuşsa, pilotun dinlemede olabileceği düşünülen diğer tüm kanallar üzerinden, aynı işlem tekrar edilecek ve kontrol sahasında bulunan diğer trafikler aracılığı ile radyo kaybına uğramış trafiklerle muhabere sağlanmaya çalışılacaktır.

15.3.1.3. Yukarıda anlatılan her iki durumda da, verilecek her türlü manevra talimatı, pilotun aldığı talimatları uyguladıktan sonra, daha önce tahsis edilmiş rotasına tekrar dönmeye imkan verecek talimatlar olacaktır.

15.3.1.4. Hava aracının radyo alıcısının devrede olduğu madde 15.3.1.1'de belirtilen yöntemlerle anlaşılırsa; hizmete, SSR kod değişiklikleri veya 'IDENT' göndermeleri kullanılarak devam edilebilir.

15.3.2. Tam Muhabere Kaybına Uğrayan Hava Aracı

Ayırma uygulanan bir hava sahasında bulunan ya da bu sahaya girmesi beklenen, haberleşmesini tamamen yitirmiş bir hava aracı varken de, ATS gözetim hizmetine devam edilebilir. Bununla beraber, haberleşmesini kaybeden hava aracı henüz tanımlanmamışsa, ayırma; kontrollü hava aracıyla radyosunu kaybeden hava aracının rotası boyunca izlenen diğer tanımlanmamış hava araçları arasında, radyo kaybına uğrayan hava aracının söz konusu sahayı terk ettiği, indiği ya da başka bir yöne yöneldiği hakkında güvenilir bir bilgi elde edilinceye kadar uygulanacaktır.

15.3.3. Transponder Taşınması ve Kullanılmasının Zorunlu Olduğu Sahalarda Transponder Arızası

15.3.3.1. Transponder taşımanın ve kullanılmasının zorunlu olduğu sahalarda bulunan ya da bu sahalara girmesi beklenen bir hava aracının transponderi arızalandığında ilgili ATC birimleri uçuşun, uçuş planında belirtilmiş ilk iniş meydanına kadar devamı için çaba göstermelidir. Ancak bazı durumlarda, terminal sahaları veya *en-route* safhasında, özellikle arıza kalkıştan kısa bir süre sonra tespit edilmişse, uçuşun devamı mümkün olmayabilir. Böyle bir durumda pilottan, kalkış meydanına geri dönmesi veya ilgili işletici ve ATC için uygun olacak en yakın meydana inmesi talep edilebilir.

15.3.3.2. Transponder arızası, tamirin mümkün olmadığı bir meydana kalkıştan önce tespit edilmiş ise, ilgili hava aracının tamirinin mümkün olduğu en yakın uygun meydana, mümkün olan en kısa yoldan uçuşuna müsaade edilmelidir. Böyle bir hava aracına müsaade verirken ATC, mevcut ve beklenen trafik durumunu da hesaba katarak, gerektiğinde kalkış zamanını, uçuş seviyesini veya rotasını değiştirebilir. Uçuş süresi boyunca da birbirini takip eden farklı uygulamalar gerekli olabilir.

¹⁵⁰ Radyo muhabere kaybına uğrayan transponder cihazına sahip hava aracı transponderini Mode-A Code 7600'da çalıştıracaktır.



15.3.4. ATS Gözetim Sistemi Arızası

15.3.4.1. Hava/yer haberleşmesinin dışında ATS gözetim sistemi tamamen devre dışı kalırsa, kontrolör, tanımlanmış olan tüm hava araçlarının pozisyonlarını işaretleyecek, hava araçları arasında radarsız ayırmayı sağlamak için gerekli önlemleri alacak ve gerekiyorsa sahaya girecek hava araçlarının sayısını sınırlayacaktır.

15.3.4.2. Radarsız ayırma hemen sağlanamıyorsa, acil önlem olarak kullanılan dikey ayırma minimumlarının yarısı kadarlık dikey ayırma uygulaması geçici olarak kullanılabilir.

15.3.4.3. Gerekli ufki ayırmanın muhafaza edilemediği acil durumlarda; 1000 ft dikey ayırma değeri kullanılan hava sahalarında 500 ft, 2000 ft dikey ayırma değeri kullanılan hava sahalarında 1000 ft'lik dikey ayırma acil durum ayırması olarak kullanılabilir.

15.3.4.4. Acil durum ayırması uygulandığında; durumdan etkilenen uçuş ekibi acil durum ayırmasının uygulandığından ve gerçekleşen ayırma minimumundan haberdar edilecektir. İlave olarak durumdan etkilenen tüm uçuş ekiplerine ilgili trafik bilgisi verilecektir.

15.3.5. Yer Radyo Cihaz Arızası

15.3.5.1. Yerde kontrol için kullanılan radyo cihazının tam kaybı durumunda kontrolör, ATS gözetim hizmetine diğer mevcut muhabere kanalları ile devam edemiyorsa, mümkünse hizmete aşağıda belirtildiği gibi devam edecektir:

15.3.5.1.1. Vakit kaybetmeden bütün komşu kontrol pozisyonlarını ya da ATC ünitelerini kayıptan haberdar edecektir.

15.3.5.1.2. Bu pozisyonlar ya da ATC birimleriyle trafik durumunu değerlendirecektir.

15.3.5.1.3. Bu pozisyonlar veya ünitelerle temas edilerek, hava araçları arasında ayırmanın tesisi ve kontrolün devam ettirilmesi amacıyla, yardımları talep edilecektir.

15.3.5.1.4. Komşu kontrol pozisyonları veya ATC ünitelerinden (eğer mümkünse) kontrollü uçuşların tamamını, radyo kaybına uğrayan pozisyon veya ATC ünitesinin sorumluluk sahasının dışında, normal hizmet yeniden başlayana kadar beklemeye almaları veya rota değişikliği yaptırımları talep edilecektir.

15.3.5.2. İlgili ATS otoritesi tam radyo kaybının etkisini azaltmak ya da süresini kısaltmak için radyo kaybına uğrayan kontrol pozisyonları ya da ATC'nin radyo kaybı sırasında takip etmeleri için beklenmedik durum usulleri (*contingency procedures*) hazırlamalıdır. Mümkünse komşu kontrol pozisyonları ya da ATC'ler de yapılan işi anında yerine getirmek ve azaltmak için radyo kaybından hemen sonra başlayıp durum normale dönünceye kadar bu beklenmedik usullerde yer almalıdırlar.



15.4. Kısa Vadeli Çatışma İkazı (STCA) Uygulamaları

15.4.1. STCA¹⁵¹ fonksiyonunun kullanımı hakkında yerel talimatlar ve bilgiler, aşağıdaki bilgileri içermelidir:

15.4.1.1. İkaz oluşumu için uygun olan uçuş tipleri,

15.4.1.2. Hava sahasında STCA fonksiyonunun¹⁵² kullanıldığı sektör ve sahalar,

15.4.1.3. STCA'nın kontrolörlere gösterim metodu,

15.4.1.4. Genel olarak, ikaz üretimi için gereken parametreler ve ikaz süresi (*look ahead time*),

15.4.1.5. Hava sahasında STCA ikazının engellendiği ve normal olarak çalıştığı bölgeler ve durumlar,

15.4.1.6. İkazların engellendiği belli uçuşların şartları (özel kod, çağrı adı vb.),

15.4.1.7. STCA'nın yada belirli ikazların engellendiği hava sahası yada belli bir uçuşa uygulanan durumlar.

15.4.2. Kontrollü uçuşlarda, STCA ikazı oluştuğunda kontrolör; derhal durum değerlendirmesi yapacak ve gerekliyse asgari ayırma değerinin altına inilmeden ya da (inilmişse) standart ayırmanın sağlanması için gerekli önlemleri alacaktır.

15.4.3. Ayırma minimasının kaybolması nedeniyle STCA ikazı oluşması durumunda; kontrolörün hadiseyi rapor etmesi talep edilebilir.

15.4.4. İlgili ATS otoritesi, oluşan ikazları elektronik ortamda muhafaza edebilir. Her bir ikazın gerekli olup olmadığı analiz edilebilir. Görerek ayırma yapılması gibi durumlarda oluşan gereksiz ikazlar, dikkate alınmayabilir. Elde edilen istatistiksel bilgi, kısa vadede emniyet seviyesinin korunabilmesi için hava sahası düzenlemesi ya da ATC prosedürlerine getirilecek değişikliklerde kullanılabilir.

¹⁵¹ **Kısa vadeli çatışma ikazı**, gözetim datasına bağlı bir ATC sistem fonksiyonudur. STCA fonksiyonunun amacı; ayırma minimasının altına düşülmesi durumunda yada ihtimali doğduğunda, zamana dayalı, ikazlar üreterek, hava araçları arasında çarpışmayı önlemek için, hava trafik kontrolörüne yardımcı olmaktır.

¹⁵² **STCA fonksiyonunda**; basınç irtifası bilgisi gönderen hava araçlarının mevcut yada tahmin edilen üç boyutlu pozisyonlarının yakınlığı gözlenir. İki hava aracının üç boyutlu pozisyonu, belli bir süre (*look ahead time*) sonra, o hava sahası için belirlenen asgari ayırma değerinin altına düşeceği hesaplanırsa, görsel ve sesli ikaz ile kontrolörü haberdar eder.



15.5. Asgari Emniyet İrtifası İkazı (MSAW)

15.5.1. MSAW¹⁵³ fonksiyonunun¹⁵⁴ kullanımı hakkında yerel talimatlar ve bilgiler, aşağıdaki bilgileri içermelidir:

15.5.1.1. MSAW ikaz oluşumu için uygun olan uçuş tipleri,

15.5.1.2. Hava sahasında MSAW fonksiyonunun belirlendiği ve kullanıldığı sektör ve sahalar,

15.5.1.3. MSAW için belirlenmiş sahalar ve irtifa değerleri,

15.5.1.4. MSAW'un kontrolörlere gösterim metodu;

15.5.1.5. Genel olarak, ikaz üretimi için gereken parametreler ve ikaz süresi (*look ahead time*);

15.5.1.6. Hangi durumlarda ve hangi tip uçuşlarda MSAW fonksiyonunun engellendiği.

15.5.2. Kontrollü uçuşlarda, MSAW ikazı oluştuğunda kontrolör; derhal aşağıda belirtilen işlemleri yapacaktır:

15.5.2.1. Hava aracı vektördeyse, hava aracına acilen gerekli emniyet irtifasına tırmanması talimatı verilecek, manialardan kaçındırmak için gerekliyse yeni vektör verilecektir,

15.5.2.2. Diğer durumlarda; derhal uçuş ekibine MSAW ikazının devreye girdiği bilgisine ilave olarak hava aracının seviyesini kontrol etmesi talimatı verilecektir.

15.5.3. Bir MSAW hadisesinde, kontrolör sadece, bir hava aracına yönelik istemeden, kontrollü uçuşların manialara çarpması (CFIT) ihtimali varsa olayı rapor edebilir.

¹⁵³ *Asgari emniyet irtifası ikazı*, gözetim datasına bağlı bir ATC sistem fonksiyonudur. MSAW fonksiyonunun amacı; kontrollü uçuşların manialara çarpması (CFIT) ihtimali doğduğunda, zamana dayalı ikazlar üreterek, hava araçlarının asgari emniyet irtifasının üstünde kalması için, hava trafik kontrolörüne yardımcı olmaktır.

¹⁵⁴ *MSAW fonksiyonu*; hava aracından gelen basınç irtifasının o bölge için belirlenmiş asgari emniyet irtifası altında olup olmadığını denetler. Bir hava aracının irtifasının, belli bir süre (*look ahead time*) sonra, o bölge için belirlenen asgari irtifa değerinin altına düşeceği hesaplanırsa ya da hali hazırda altında olduğu tespit edilirse, görsel ve sesli ikaz ile kontrolörü haberdar eder.



15.6. ACAS ile İlgili Uygulamalar

15.6.1. Hava trafik hizmeti sağlanırken (ayırmalar sağlanırken ya da çarpışmalar önlenirken) hava araçlarında ACAS cihazının olması ya da olmaması arasında fark yoktur. **Kontrolör, herhangi bir hava aracı tarafından RA uygulandığı rapor edilmediği sürece gerekli ATC ayırmalarını yapmakla sorumludur.**

15.6.2. Pilot kaçınma ikazı (RA) uyguladığını rapor ettiğinde kontrolör, pilot “*Clear of Conflict*” rapor edene kadar hava aracının manevrasına müdahale etmeye kalkışmayacaktır.

15.6.3. RA'ya uyum sağlamak amacıyla bir hava aracı, tahsis edilen ATC müsaadesinden ayrıldığında ya da pilot RA rapor¹⁵⁵ ettiğinde; RA manevrası yapan hava aracı ile bu manevradan direkt olarak etkilenen diğer hava araçları arasında, kontrolörlerin ayırma sağlama sorumluluğu sona erer. Bununla birlikte, eğer şartlar uygun ise kontrolörler manevradan etkilenen trafiklere, trafik bilgisi vermek için çaba göstermelidir. **Hava trafik kontrolörleri'nin, manevradan etkilenen trafiklerin tamamına ayırma sağlama sorumluluğu aşağıdaki durumlarda tekrar başlar:**

15.6.3.1. Pilotun kendisine tahsis edilen ATC müsaadesine geri döndüğü raporunun kontrolöre iletilmesiyle,

15.6.3.2. Pilotun kendisine tahsis edilen ATC müsaadesine geri dönmekte olduğu raporunun kontrolöre iletilmesi ve kontrolör'ün vereceği müsaade değişikliğinin uçuş ekibine iletilmesiyle.

15.6.4. Hava trafik kontrolörlerine ACAS uygulamaları ve hadiselerine ilişkin verilecek eğitimin içeriği ICAO ACAS EI Kitabında (Doc.9863) yer almaktadır.¹⁵⁶

15.6.5. ACAS'ın ATC üzerinde belirli bir etkisi olduğundan, ATC'deki ACAS performansı takip edilmelidir. ACAS ile ilgili ayrıntılı bilgi için Bkz. Bölüm I, Paragraf 15.

15.6.6. Bir ACAS RA'nın uygulanması durumunda, pilotlar ve kontrolörler¹⁵⁷ rapor doldurmalıdır.

15.6.7. ACAS ile İlgili Frezyolojiler

15.6.7.1. Hava aracı ACAS RA'ya uyum sağlamak için manevraya başladıktan hemen sonra,

Pilot: TCAS RA;

Kontrolör: ROGER;

15.6.7.2. Hava aracı ACAS RA kaçınmasını tamamladıktan sonra (“*Clear of conflict*”) ATC müsaadesine dönüşe başladığında,

Pilot: CLEAR OF CONFLICT, RETURNING TO (assigned clearance);

Kontrolör: ROGER;

¹⁵⁵ Pilotların, uygulamakta olduğu ATC müsaadesi yada talimatından sapmasını gerektiren RA'ları rapor etmesi zorunludur. (PANS-OPS, Cilt 1, Bölüm III, Kısım 3, Paragraf 3, 3.2 c) Bu rapor, ACAS RA'ya uyum sağlamak için mevcut müsaade ya da talimattan sapıldığı hususunda Kontrolörü bilgilendirmektedir.

¹⁵⁶ Bu dokümandaki ACAS uygulamaları ve eğitim içeriği; ICAO Doc 9863'deki programa göre hazırlanmış olup, Pilot ve Kontrolör eğitimi için tam olarak program karşılanmaktadır (H.S.)

¹⁵⁷ Bir hava aracının ACAS kabiliyeti, Hava Trafik Kontrolörleri tarafından bilinmeyebilir.



15.6.7.3. Hava aracı ACAS RA kaçınmasını tamamladıktan sonra ("Clear of conflict") en son ATC müsaadesini uygulamaya başlamışsa,

Pilot: CLEAR OF CONFLICT, (assigned clearance) RESUMED;

Kontrolör: ROGER;

15.6.7.4. Uygulanmakta olan ACAS RA manevrasına çelişki teşkil edecek bir ATC talimatı alındığında, uçuş ekibi RA'yı uygulamaya devam edecek ve ATC'yi aşağıdaki frezyoloji ile bilgilendirecektir,

Pilot: UNABLE, TCAS RA;

Kontrolör: ROGER;

15.6.8. PANS-OPS Doc.8168

15.6.8.1. Pilotlar tarafından, hava çarpışmalarını önleyici sistem (ACAS) işaretleri; potansiyel bir çarpışma riskinin önlenmesi, içinde bulunulan durumdan haberdar olmak, tehdit hava aracının gözle taranması ve takip edilmesi için kullanılacaktır.

15.6.8.2. ATC tarafından aksi bildirilmediği durumlarda, pilotlar, özellikle otomatik pilot aktif olduğunda, hava araçlarının bir irtifa ya da uçuş seviyesine tırmanışı yada alçalışında; müsaade edildiği seviyeye yakın seviyede başka bir hava aracı olduğu bilgisi varsa, **dikey süratlerini son 1000 ft için 1500 ft/dk yada altında tutmalıdırlar**. Bu prosedür gereksiz ACAS II kaçınma önerilerini engellemeyi hedef almaktadır.

15.6.8.3. Aşağıdaki maddede belirtilen hususlar, kaptan pilotun¹⁵⁸ en doğru kararı vermesi, manevra için tam yetkili olması ile potansiyel çarpışma riskinin önlenmesi gibi yetkilerini azaltmamaktadır.¹⁵⁹

15.6.8.4. ACAS ikazları, uygun pilot tarafından aşağıdaki şekillerde kullanılacaktır:

15.6.8.4.1. Pilotlar¹⁶⁰, trafik tavsiyelerine (TA) dayalı manevra yapmayacaklardır.¹⁶¹

15.6.8.4.2. Trafik tavsiyesi (TA) alındığında, pilotlar mümkün olan tüm mevcut bilgiyi kullanarak, muhtemel RA'ya hazır olacaktır.

15.6.8.4.3. Bir çözüm tavsiyesinde (RA) pilotlar;

¹⁵⁸ Pilotlara potansiyel çarpışma ihtimalini önlemek için dizayn edilmiş ACAS'ın faydalı olabilmesi için, ACAS ikazlarının pilotlar tarafından derhal uygulanması gerekmektedir. Operasyonel tecrübeler, pilotların doğru müdahalesinin ACAS konusundaki eğitimlerine bağlı olduğunu göstermektedir.

¹⁵⁹ ACAS'ın normal operasyon modu TA/RA'dır. TA-only modu operasyonu, ancak hava aracı performansında belirli sıkıntılar yaşandığında ya da pek yaygın olmamakla birlikte, ilgili otorite tarafından istendiğinde kullanılabilir.

¹⁶⁰ TA'lar pilotların, durumun farkında olması, tehdit hava aracının görsel tespitine yardımcı olarak potansiyel bir RA'ya hazırlıklı olmasını hedeflemektedir. Bazı durumlarda, görsel temas sağlanan hava aracı, TA'ya sebep olan tehdit hava aracı olmayabilir. Özellikle geceleri, görsel algı yanıltıcı olabilir.

¹⁶¹ TA kullanımı konusundaki kısıtlama, sınırlı rota doğruluğu ve görüntülenen trafik bilgisinin irtifa değişikliklerin yorumlanmasındaki zorluktan kaynaklanmaktadır.



15.6.8.4.3.1. Hava aracının emniyetinin riske¹⁶² edilmesi haricinde, derhal belirtilen RA'yı uygulayacak¹⁶³,

15.6.8.4.3.2. Hava trafik kontrol (ATC) talimatı ile tezat teşkil etse bile, belirtilen RA'yı uygulayacak,

15.6.8.4.3.3. Asla RA'nın tersi yönünde manevra yapmayacak¹⁶⁴,

15.6.8.4.3.4. Uçuş ekibinin iş yükünün mesaade ettiği ilk fırsatta, mevcut ATC talimatı ya da müsaadesinden sapma gerektiren RA olmuşsa, ilgili ATC ünitesine bilgi verecek¹⁶⁵,

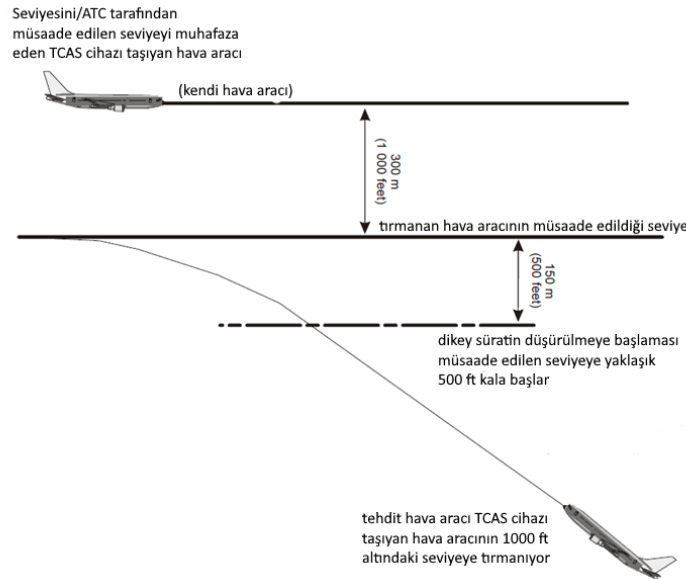
15.6.8.4.3.5. Takviye RA'lara uygun manevra değişikliklerini derhal uygulayacak,

15.6.8.4.3.6. Kaçınmaları, RA'lara uygun olarak asgari düzeyde yapacak,

15.6.8.4.3.7. Kaçınma sona erdiğinde hemen ATC müsaadesine ya da talimatına geri dönecek

15.6.8.4.3.8. ATC müsaadesine geri dönüldüğü bilgisini ATC'ye iletacaktır.

15.6.8.5. ATC tarafından aksi bildirilmedikçe, özellikle otopilot devredeyken, belirli bir irtifaya veya uçuş seviyesine tırmanan veya alçalan bir hava aracının pilotu, **son 1000 ft.'lik irtifada dikey süratini 1500 ft/dk olarak ayarlamalıdır**. Bu prosedür, hava araçları bir irtifaya yada uçuş seviyesine alçalırken yada tırmanırken, üstündeki yada altındaki bir hava aracı nedeniyle oluşabilecek gereksiz ACAS II çözüm önerilerini önlemeyi amaçlamaktadır. Ticari uçuşlar için bu prosedürler işletici tarafından belirtilmelidir.



¹⁶² *Stall alarmı, wind shear ve GPWS alarmları; ACAS ikazlarına göre daha önceliklidir.*

¹⁶³ *Bazı durumlarda, görsel temas sağlanan hava aracı, RA'ya sebep olan tehlike hava aracı olmayabilir. Özellikle geceleri, görsel algı yanıltıcı olabilir.*

¹⁶⁴ *ACAS-ACAS koordineli kaçınma durumunda, RA her iki hava aracınında potansiyel çarpışma riskini azaltmak için gerekli kaçınmaları hesaplar. Manevralar her iki hava aracı için de, birbirinin tersi yönünde olacağından, bir hava aracı alçalma yönünde RA alırken diğeri tırmanma yönünde RA alır.*

¹⁶⁵ *Pilotlar tarafından bildirilmediği sürece, ATC RA'dan haberdar olamaz. Kaçınmadan haberi olmayan kontrolör, ayırma sağlamak için RA ile uyumlu olmayan talimatlar verebilir. Bu nedenle RA nedeniyle ATC müsaadesi ya da talimatı uygulanmadığı durumlarda ATC'nin bilgilendirilmesi önemlidir.*

15.6.9. ACAS EI Kitabı

15.6.9.1. Eğer bir RA tavsiyesi, mevcut ATC müsaadesi ile çelişki oluşturuyorsa, pilotlar RA'yı uygulamak zorundadır.

15.6.9.1.1. ACAS'ın kullanılmaya başlamasından bu yana yaşanan tecrübeler, ACAS işaretlerinin doğru şekilde uygulanmasının çok başarılı sonuçlar verdiğini göstermektedir.

15.6.9.1.2. Gereksiz sorgulamalar nedeniyle ATC gözetim sistemlerinin olumsuz yönde etkilenmesini engellemek amacıyla, ACAS kalkıştan hemen önce aktif konuma (TA-only ya da TA/RA mode) getirilmeli, inişten sonra pisti terk edişini müteakip derhal kapatılmalıdır. Ancak, yüzey hareketleri takip sistemlerinin (A-SMGCS) olumsuz yönde etkilenmemesi için transponder, park yerine kadar ya da kalkışlar için motor çalıştırdıktan hemen sonra açık konumda tutulmalıdır. Bu konuyla ilgili prosedürler, işletici şirketler tarafından yayınlanmalıdır¹⁶⁶.

15.6.9.1.3. Uçuş esnasında, ACAS trafik displayi görsel yardım için kullanılabilir. Displayde taranacak mesafe, trafiğin durumuna göre değiştirilebilir. Örneğin; yoğun trafiğin yaşandığı terminal sahalarında asgari mesafe, düz uçuş aşamasında (ACC safhasında) ve alçalma tırmanma yaparken azami mesafe seçilebilir.

15.6.9.1.4. ACAS'ın normal operasyon modu TA/RA'dır. Hava araçlarının yakın uçurulması gerekmesi, uçuşta yaşanan bazı özel arızalar, hava aracının ya da operatörün uçuş manuelinde belirtilen kısıtlamalar gibi durumlarda, varsa ilgili ülke tarafından yayınlanan durumlarda TA-only mode kullanılabilir.

15.6.9.1.5. TA/RA modda iken oluşan RA tavsiyesinin, pilot tarafından uygulanmaması tehlikeli sonuçlar doğurabilir. Bir hava aracı oluşacak RA'yı uygulamayacaksa ya da TA-only modda ise, diğer hava aracında bulunan ve TA/RA modda olan ACAS, tehlikeli yaklaşmayı çözmek için azami hassasiyet gösterir.

15.6.9.2. Muhtemel bir önleme girişiminde, sivil hava aracı RA'ya dayalı manevra yapabilir ve bu durum önleme yapan hava aracının pilotu tarafından düşmanca bir tavır olarak algılanarak, bir girişimde bulunmasına sebep olabilir.

15.6.10. TCAS İşaretlerinin Kullanımı

15.6.10.1. TCAS ikazları pilotlar tarafından aşağıda belirtilen emniyet hususlarına uygun olarak kullanılacaktır:

15.6.10.1.1. Trafik ikazları (TA'lar) *conflict* trafiğin görsel tespitine yardım eder ve pilotu RA ihtimali için ikaz etmeyi amaçlar. Bu nedenle pilotlar sadece TA'lara dayanarak hava araçlarına manevra yaptırmayacaklardır. *Conflict* trafikle görsel temas sağlanamaması ve uçağın emniyetinin ihlal edilmek üzere olduğuna inanılması halinde, pilotlar tarafından trafik bilgisi istenmelidir.

15.6.10.1.2. Pilotların kaçınma tavsiyesine (RA) derhal uyması beklenecektir. Bir RA durumunda, eğer kaçınma hareketi gerekliyse, *conflict* trafik aranırken, pilotlar TCAS'a uygun manevra yapabilecek hava sahasını da gözle tarayacaktır. Bir kaçındırma hareketi için uçuş rotası değişikliği, RA'ya uyum sağlayabilecek minimum düzeyde sınırlı olacaktır.

¹⁶⁶ Gelişmiş Yüzey Hareketleri İzleme ve Kontrol Sistemi (A-SMGCS) ile teçhiz edilmiş hava limanlarında transponder kullanım usulleri AIP'de yayınlanmıştır.



15.6.10.1.3. Bir RA'ya uyum amacıyla, ATC talimatı veya müsaadesinden sapma durumunda; *conflict* sona erdiğinde pilotlar derhal talimat veya müsaadeye geri döneceklerdir. Pilotlar yönüyle (alçalma/tırmanma) birlikte sapma manevrası ve sapmanın sona erdiğini mümkün olan en kısa sürede ATC ünitesine bildireceklerdir.

15.6.11. ATC Ayırma Sorumluluğu

15.6.11.1. TCAS çarpışmayı önleme parametreleri ATC ayırma değerleri ile ilgili olmayıp, sistem standart ATC ayırmasının kaybolması durumunda herhangi bir uyarı vermeyeceği gibi trafiklerin birbirine çok yakın pozisyonlarda uçmalarını da engellemez. TCAS'ın kullanımı pilot ve kontrolörler'in, hava araçlarının emniyetli uçuşu ile ilgili kendi sorumluluklarını değiştirmez.

15.6.11.2. Pilot tarafından bir RA'ya uygun manevra yapıldığı bildirildiğinde, hava trafik kontrolörleri, uçağın kaçınmasına müdahale etmeyecektir.

15.6.11.3. RA'ya uyum sağlamak amacıyla bir hava aracı, tahsis edilen ATC müsaadesinden ayrıldığında, RA manevrası yapan hava aracı ile bu manevradan direkt olarak etkilenen diğer hava araçları arasında, kontrolörler'in ayırma sağlama sorumluluğu sona erer. Bununla birlikte, eğer şartlar uygun ise kontrolörler manevradan etkilenen trafiklere, trafik bilgisi vermek için çaba göstermelidir.

15.6.11.4. Hava trafik kontrolörleri'nin, manevradan etkilenen trafiklerin tamamına ayırma sağlama sorumluluğu aşağıdaki durumlarda tekrar başlar:

15.6.11.4.1. Pilotun kendisine tahsis edilen ATC müsaadesine geri döndüğü raporunun kontrolör tarafından teyit edilmesiyle veya,

15.6.11.4.2. Pilotun kendisine tahsis edilen ATC müsaadesine geri dönmekte olduğu raporunun kontrolör tarafından teyit edilmesi ve kontrolör'ün vereceği müsaade değişikliğinin pilot tarafından teyit edilmesiyle.



16. Veri Yolu (Data Link) Haberleşmesi Başlatma Usulleri

DOC4444 Paragraf 4.15

16.1. Giriş

15.1.1.ATS ünitesi tarafından veri yolu¹⁶⁷ haberleşmesi kullanıldığı bilinen bir hava sahasına girmeden önce¹⁶⁸; hava aracının tescil edilmesi için, hava aracı ile ATS ünitesi arasında veri yolu haberleşmesi başlatılacak olup, ihtiyaç duyulması haline veri yolu uygulamasının manuel başlatılmasına müsaade edilecektir. Bu durum hava aracının; otomatik olarak, pilot ya da ATS ünitesi tarafından adres yönlendirme yoluyla tescil edilmesini sağlayacaktır.

15.1.2.ATS ünitesinin oturma açma adresi, Annex 15'de yer aldığı şekilde, AIP'de yer alacaktır.¹⁶⁹

16.2. Hava Aracının Tescil Edilmesi

Veri yolu hizmeti kullanılan sahaya yaklaşan bir hava aracı, geçerli veri yolu başlatma talebinde bulunacak olup, ATS ünitesi bu talebi kabul ederek, mümkünse bir uçuş planı ile korelasyonu sağlayıp, hava aracı ile bir bağlantı başlatacaktır.

16.3. ATS Ünitesinin İletmesi

Hava aracının başlangıçta temas ettiği ATS sisteminin gerekli hava aracı adres bilgilerini başka bir ATS birimine geçirebilmesi durumunda, veri bağlantı iletişimlerinin kurulmasına izin vermek için daha önce koordine edilen veri bağlantı uygulamaları için hava aracı güncellenmiş adres bilgilerini aktarmalıdır.

16.4. Veri Yolu Kesintisi

15.4.1. Veri yolu bağlantısının kesintiye uğraması durumunda, veri yolu sistemi bu kesintiyi ilgili ATS ünitesi/ünitelere¹⁷⁰ gösterme kabiliyetine haiz olacaktır. Ayrıca veri yolu sistemi kesintiden, oturma açma isteğinde bulunan uçuş ekibine de iletme kabiliyetinde olacaktır.

16.4.2. ATS ünitesi, veri yolu bağlantı problemini, mümkün olan en kısa sürede çözümlenmek amacıyla usuller geliştirecektir. Bu usuller; asgari olarak ilgili ATS ünitesi ile veri yolu bağlantı talebinde bulunan hava araçlarını (örneğin ATS ünitesinin hava sahasında veya yaklaşmakta olan hava araçları) içermelidir. Eğer mümkünse:

16.4.2.1. Uçuş planının mevcut olması durumunda; hava aracı tanıtması, hava aracı tescili ya da hava aracı adresi teyit edilmişse ve veri yolu başlatma talebinde yer alan diğer detaylar uçuş planı ile örtüşüyorsa (farklılıklar tespit edilirse; doğru bilgi teyit edilecek ve gerekli değişiklikler yapılacak),

¹⁶⁷ Veri yolu başlatma kapasitesi (DLIC) ile ilgili hükümler Annex 10, Cilt II, Bölüm 8'de yer almaktadır.

¹⁶⁸ DLIC kurulumu ile ilgili Global Operational Data Link (GOLD) (Doc 10037) dokümanı rehber doküman olarak kullanılabilir.

¹⁶⁹ Bir FIR birden fazla oturma açma adresine sahip olabileceği gibi, aynı oturma açma adresi birden fazla FIR tarafından kullanılabilir.

¹⁷⁰ Hava aracının oturma açma talebi, transfer eden ATS ünitesi ile temasa geçmesi yönünde cevaplanıyorsa, her iki ATS ünitesine de kesinti bilgisi iletilecektir.



16.4.2.2. Uçuş planı yoksa; başarılı bir veri yolu bağlantısı için, uçuş veri işleme sistemine (FDPS) gerekli bilgiler girilerek bir uçuş planı oluşturulur,

16.4.2.3. Yeniden veri yolu bağlantısı yapabilmek için gerekli ayarlamalar yapılır.

16.4.3. Hava aracı işleticileri veri yolu bağlantı problemini, mümkün olan en kısa sürede çözümlenmek amacı ile usuller geliştirecektir. Usuller, pilot tarafından, asgari aşağıdaki hususları içermelidir:

16.4.3.1. FMS ya da bağlantı kurulan veri yolu cihazında yer alan uçuş planının doğruluğu ve tutarlılığı kontrol edilecek, farklılıklar varsa gerekli değişiklikler yapılacak,

16.4.3.2. ATS ünitesi adresinin doğruluğu kontrol edilecek,

16.4.3.3. Yeniden veri yolu bağlantısı yapılmaya çalışılacak.



17. Kontrolör-Pilot Veri Yolu Muhaberesi¹⁷¹ (CPDLC)

17.1. Giriş

17.1.1. CPDLC uygulaması¹⁷², pilot ve kontrolör arasında CPDLC mesaj seti¹⁷³ aracılığı ile yapılan bir ATC muhaberesidir.

17.1.2. Bu uygulama; radyo-telefon frekzyolojilerindeki müsaade, bilgi, talep mesajların¹⁷⁴ içermektedir.¹⁷⁵

17.1.3. Kontrolör ve pilot arasında; standart mesaj, serbest mesaj (*free text*) ya da ikisinin de kullanıldığı içeriklerin gönderimi ve alımı mümkün olacaktır.

17.1.4. ATC ve uçuş sistemleri, görüntülenen mesajların kağıda basımı ve gerekliyse belirli periyotlarda kaydedilmesini sağlayacaktır.

17.1.5. Yazıların gösteriminde en azından İngilizce dili kullanılacaktır.

17.2. CPDLC'nin Kullanılması

17.2.1. Giriş

CPDLC uygulaması, ilgili ATC ünitesiyle iletişime geçilebildiğinin belirlenmesi amacıyla belli bir süre önce kurulmalıdır. Hava ve yer ünitelerinin nerede ve ne zaman CPDLC kullanmaya başlaması gerektiğine dair hususlar AIP'de yer almalıdır.

17.2.2. Hava Aracında CPDLC Kullanımı

17.2.2.1. Bir ATC ünitesi, bir hava aracından beklenmeyen bir CPDLC talebi aldığı anda, hava aracından yapılan isteğe sebep olan koşullara müteakip, gerekli işlemleri belirleyecektir.

17.2.2.2. Bir ATC ünitesi CPDLC'den gelen bir talebi reddettiğinde, nedenini ilgili CPDLC mesajı ile pilota iletacaktır.

17.2.3. ATC Ünitesinde CPDLC Kullanımı

17.2.3.1. Bir ATC ünitesi CPDLC donanımına sahip olduğu bilinen bir hava aracıyla; hava aracı CPDLC bağlantısı yapmamışsa ya da halihazırda CPDLC bağlantısı bulunan (önceki) ATC ünitesi tarafından müsaade edilmişse bağlantı kuracaktır.

17.2.3.2. Bir CPDLC talebi bir hava aracı tarafından reddedildiğinde, sebebi “**NOT CURRENT DATA AUTHORITY**” ya da “**NOT AUTHORIZED NEXT DATA AUTHORITY**”, ifadelerinden uygun olanı ile ATC ünitesine bildirilmelidir. Lokal uygulamalar, kabul edilmeme sebebinin kontrolöre gösterimini sağlamalıdır. Hava aracının başka bir sebeple reddetmesine müsaade edilmemelidir.

¹⁷¹ Doc 4444, Bölüm 14

¹⁷² CPDLC ile ilgili hükümler ICAO Annex 10, Cilt II, Bölüm 8'de yer almaktadır.

¹⁷³ CPDLC'nin uygulanmasına ilişkin, Küresel Operasyonel Veri Yolu (GOLD) Kılavuzu (Doc 10037) rehber doküman olarak yayınlanmıştır.

¹⁷⁴ İleti öğelerini ve ilgili iletilerini listeleyen CPDLC ileti kümesi için Doc 4444 Ek 5'e bakın.

¹⁷⁵ Mesaj öğesinin amacı ve metin ve ilgili prosedürler genel olarak Bölüm 12 -Frekzyolojiler kısmında bulabilirsiniz. Bununla birlikte, CPDLC mesaj setinin ve ilişkili prosedürlerin sesli muhabereden biraz farklı olduğu kabul edilmektedir.



17.3. Operasyonel CPDLC Mesaj Değişimi

17.3.1. Kontrolör ya da pilot CPDL mesajlarını; standart mesaj, serbest mesaj (*free text*) ya da ikisinin de kullanıldığı içerikler şeklinde düzenleyecektir.¹⁷⁶

17.3.1.1. Mümkün olduğunca; uzun mesaj, çok sayıda müsaade ya da çok sayıda talep içeren mesajlar kullanılmayacaktır¹⁷⁷.

17.3.1.2. CPDLC'nin kullanıldığı yerlerde; mesaj için belirlenmiş içerik Doc 4444 Ek 5'de bulunmakta olup, bu standart mesaj içeriği kullanılacaktır.

17.3.1.3. Acil bir durum olmadığı sürece, kontrolör ya da pilot muhabereyi CPDLC ile başlatmış ise, cevap CPDLC üzerinden, ses ile başlatılmış ise, cevap sesli olarak verilecektir.

17.3.1.4. CPDLC tarafından gönderilen bir mesajın düzeltilmesi ya da açıklanması gerektiğinde; kontrolör ya da pilot, en uygun düzeltme detayları ya da açıklamayı yapacaktır¹⁷⁸.

17.3.1.4.1. Henüz cevaplanmamış bir CPDLC mesajını düzeltmek için sesli muhabere kullanıldığında; kontrolör ya da pilot "**DISREGARD CPDLC (mesaj tipi) MESSAGE, BREAK (doğru müsaade, talimat ya da talep)**" frezyolojisini kullanacaktır¹⁷⁹

17.3.1.4.2. Yanlış gönderilmiş bir CPDLC mesajı düzeltilirken; doğru müsaade, talimat ya da bilginin iletilmesi sırasında her hangi bir karışıklığa sebep olunmaması için dikkatli olunmalıdır¹⁸⁰.

17.3.1.4.3. Eğer operasyonel cevaplama gerektiren bir CPDLC mesajı sonrasında sesli muhabere ile mutabakat sağlanmışsa; ilgili CPDLC diyalogunu sonlandırmak için ilgili kapatma mesajı gönderilmelidir. Bu ancak mesaj alıcısına, sesli muhabereyle, diyalogu kapatması talimatı ile ya da sistemin mesajı otomatik olarak kapatmasına müsaade edilerek yapılabilir

17.3.2. Mesaj özellikleri, mesajı alan CPDLC kullanıcısı için güvenilir mesaj işleme kabiliyetine ihtiyaç duymaktadır. Her CPDLC mesajı iki özelliğe sahiptir: **İkaz** ve **Cevaplama**.

17.3.2.1. İkaz

İkaz özelliği, mesaj alındığında talep edilen ikaz tipini tarif etmektedir. İkaz tipleri aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

17.3.2.2. Cevaplama

¹⁷⁶ Önceden belirlenmiş CPDLC mesajları ve kullanım şekilleri için Doc 4444 Ek 5'e bakınız.

¹⁷⁷ CPDLC'nin verimli kullanımı ve yerel işletme prosedürleri ile ilgili hususlar için Hava Trafik Yönetim (ATM) Sistemleri için İnsan Faktörü Rehber dokümanına (Doc 9758) bakabilirsiniz.

¹⁷⁸ Kontrolör tarafından müsaade, talimat ya da bilginin düzeltilmesi ile Pilot tarafından daha önce gönderilen talep, bilgi ya da cevaplamanın düzeltilmesi için bir takım metotlar uyarlanabilir.

¹⁷⁹ Sesli muhabere ile düzeltme yapıldığı anda; ilgili CPDLC mesajı alıcıya henüz ulaşmamış, alıcıya ulaşmış ancak cevaplanmamış ya da alıcıya ulaşmış ve cevaplanmış olabilir.

¹⁸⁰ Örnek: FL290 uçuş seviyesini muhafaza eden ve CPDLC mesajı ile FL350'a tırmanmasına müsaade edilen THY123 çağrı adlı hava aracına Kontrolör, bu müsaadeyi sesli muhabere ile düzeltme ihtiyacı duyarsa aşağıdaki frezyolojiyi kullanacaktır: **THY123. DISREGARD CPDLC CLIMB CLEARANCE MESSAGE, BREAK, CLIMB TO FL310**



17.3.2.2.1. Cevaplama özelliği, sağlanan mesaj içeriğine göre geçerli cevaplama tarif etmektedir. Cevap tipleri aşağıdaki tablolarda yer/hava (*uplink*) ve hava/yer (*downlink*) olarak gösterilmektedir

17.3.2.2.2. Cevaplama için çoklu mesaj elementi gerektiğinde, cevap tüm mesaj elementlerini cevaplayacak şekilde olacaktır.

Aşağı (hava/yer) yönlü mesaj tipleri

Tip	Cevap gerekli	Geçerli cevap	Öncelik
W/U	Evet	WILCO, UNABLE, STANDBY, NOT CURRENT DATA AUTHORITY, NOT AUTHORIZED NEXT DATA AUTHORITY, LOGICAL ACKNOWLEDGEMENT (eğer gerekliyse), ERROR	1
A/N	Evet	AFFIRM, NEGATIVE, STANDBY, NOT CURRENT DATA AUTHORITY, NOT AUTHORIZED NEXT DATA AUTHORITY, LOGICAL ACKNOWLEDGEMENT (eğer gerekliyse), ERROR	2
R	Evet	ROGER, UNABLE, STANDBY, NOT CURRENT DATA AUTHORITY, NOT AUTHORIZED NEXT DATA AUTHORITY, LOGICAL ACKNOWLEDGEMENT (eğer gerekliyse), ERROR	3
Y	Evet	Herhangi CPDLC hava/yer mesajı, LOGICAL ACKNOWLEDGEMENT (eğer gerekliyse),	4
N	Hayır (mantıksal bir talep yoksa)	LOGICAL ACKNOWLEDGEMENT (eğer gerekliyse), NOT CURRENT DATA AUTHORITY, NOT AUTHORIZED NEXT DATA AUTHORITY, ERROR	5

Yukarı (yer/hava) yönlü mesaj tipleri

Tip	Cevap gerekli	Geçerli cevap	Öncelik
Y	Evet	Herhangi CPDLC hava/yer mesajı, LOGICAL ACKNOWLEDGEMENT (eğer gerekliyse),	1
N	Hayır (mantıksal bir talep yoksa)	LOGICAL ACKNOWLEDGEMENT (eğer gerekliyse), MESSAGE NOT SUPPORTED BY THIS ATC UNIT, ERROR	2

17.3.2.2.3. Birden fazla mesaj cevaplama gerektiriyorsa ve cevap tek bir mesaj şeklinde olabiliyorsa, cevap tüm mesajlara uyarlanabilir olmalıdır¹⁸¹.

¹⁸¹ Örneğin bir hava aracına CPDLC vasıtasıyla, “CLIMB TO FL 310 MAINTAIN MACH .84” talimatı gönderilmişse; bir “WILCO” cevap mesajı yeterli olacaktır.



17.3.2.2.4. Birden fazla mesaj içeren bir müsaadenin bir kısmının uygulanması mümkün değilse, Pilot “UNABLE” cevap mesajı göndermelidir

17.3.2.2.5. Birden fazla mesaj içeren bir talebin bir kısmının ya da tamamının uygulanması mümkün değilse, Kontrolör “UNABLE” cevap mesajı göndermelidir. Geçerli olan müsaade(ler) tekrarlanmayacaktır.

17.3.2.2.6. Bir kısmı mümkün görünen, birden fazla mesaj içeren bir talep olduğunda Kontrolör, mesajın tamamı için “UNABLE” cevap mesajı gönderecek olup, mümkünse sebep ya da müsaadenin ne zaman mümkün olabileceğini bildirecektir¹⁸².

17.3.2.2.7. Bir ya da birden fazla mesaj içeren bir talebin bütün içeriklerinin karşılanması mümkün olabilecekte; Kontrolör her bir mesaj içeriğini cevaplayacaktır. Bu cevaplama tek bir yer/hava mesajı ile sağlanabilir¹⁸³.

17.3.2.2.8. Bir CPDLC mesajı birden fazla mesaj elemanı içerdiğinde ve mesajın cevap niteliği Y olduğunda, tek cevap mesajı karşılık gelen sayıda ve aynı sırada cevap vermelidir¹⁸⁴.

17.3.3. CPDLC'nin transferi

17.3.3.1. CPDLC'nin transferi yapıldığında; sesli muhaberenin de transferi aynı anda yapılmalıdır.

17.3.3.2. Bir hava aracı CPDLC'nin mevcut olduğu bir ATC ünitesinden CPDLC'nin mevcut olmadığı bir ATC ünitesine transfer edileceği zaman; transfer sesli olarak yapılarak CPDLC sonlandırılacaktır.

17.3.3.3. Data otoritesinin değişimi ile sonuçlanan CPDLC transferi söz konusu olduğunda; kapatma mesajı alınamamış (bekleyen mesajlar) mesajlar varsa, CPDLC transfer yapacak kontrolör bilgilendirilmelidir.

17.3.3.3.1. Cevaplama bekleyen bir hava/yer (*downlink*) mesajı/mesajları varken, kontrolör hava aracını transfer etmek durumunda (mesajı cevaplamadan) kalırsa, sistem otomatik olarak kapatma mesajı/mesajları gönderme kabiliyetinde olacaktır. Bu durumda, otomatik kapatma mesajının/mesajlarının içeriği lokal talimatlarda yayınlanmalıdır.

¹⁸² Gerekli olduğunda ayrı bir CPDLC cevap mesajı/mesajları gönderilebilir.

¹⁸³ Örneğin birden fazla içeriği olan bir hava/yer mesajı aşağıdaki talepleri içeriyorsa:

REQUEST CLEARANCE YQM YYG YYT YQX TRACK X EINN EDDF
REQUEST CLIMB TO FL350
REQUEST MACH 0.84

Aşağıdaki müsaade ile cevaplanabilir:

CLEARED YQM YYG YYT YQX TRACK X EINN EDDF
CLIMB TO FL350
REPORT MAINTAINING
CROSS YYG AT OR AFTER 1150
NO SPEED RESTRICTION.

¹⁸⁴ Örneğin, birden fazla içeriği olan bir yer/hava mesajı aşağıdaki talepleri içeriyorsa:

CONFIRM SQUAWK
WHEN CAN YOU ACCEPT FL410

Aşağıdaki şekilde cevaplanabilir:

SQUAWKING 5525
WE CAN ACCEPT FL410 AT 1636Z.



17.3.3.3.2. Cevaplamayı bekleyen bir yer/hava (*uplink*) mesajı/mesajları varken, kontrolör cevaplamayı beklemeden hava aracını transfer etmeye karar verirse; cevaplanmasını bekleyen mesaj/mesajlar hususundaki belirsizliği ortadan kaldırmak için sesli muhabereyi kullanabilir.

17.3.4. Serbest (*Free text*) Mesajı İçerikleri

17.3.4.1. Pilot ve kontrolörlerin serbest mesaj gönderimi¹⁸⁵ engellenebilir.

17.3.4.2. Serbest mesaj kullanımının ATS otoritesi tarafından uygun olduğu değerlendirildiğinde, hava ve yer sistemleri için seçilebilir olacak şekilde depolanabilir.

17.3.5. Acil Durum, Tehlike ve Cihaz Arızası Usulleri

17.3.5.1. Bir CPDLC acil durum mesajı alındığında, kontrolör mesajın alındığını en kısa yoldan teyit edecektir.

17.3.5.2. Acil durum yada önemli durum gösteren CPDLC mesajı alındığında, yer/hava mesajı "**ROGER**" şeklinde olacaktır.

17.3.5.3. Geri bildirim ve/veya operasyonel cevap gerektiren bir CPDLC mesajı söz konusu olduğunda; cevap alınamamışsa, pilot yada kontrolör (sistem tarafından) uygun bir şekilde ikaz edilecektir.

17.3.6. CPDLC Arızası

17.3.6.1. CPDLC arızası tespit edildiğinde; kontrolör ve pilot (sistem tarafından) en kısa sürede ikaz edilmelidir.

17.3.6.2. CPDLC arızası nedeniyle kontrolör veya pilot ikaz edilmişse ve CPDLC'nin normale dönmesinden önce muhabere ihtiyacı duyulursa, kontrolör veya pilot sesli muhabereyi kullanmaya başlayacak ve mümkünse konuşmaya "**CPDLC FAILURE**" frekzyolojisi ile başlayacaktır.

17.3.6.3. CPDLC yer sistemlerinin tam arızası durumunda ve kontrolörlerin bu bilgiyi tüm uçuculara bildirmek gibi bir ihtiyacı olduğunda "**ALL STATIONS CPDLC FAILURE**" frekzyolojisi ve kendi ATC ünitesi tanıtımı ile birlikte bu durumu bildirecektir¹⁸⁶.

17.3.6.4. CPDLC arızası nedeniyle hizmet sesli muhabere ile yürütülmeye başlanmışsa; dağıtımı yapıldığı yönünde geri bildirim yapılmamış mesajlar, karşı tarafa ulaşmamış olarak kabul edilecek ve sesli olarak iletilecektir.

17.3.6.5. CPDLC arızası, sesli muhabereye gerek duyulmadan giderilmişse; dağıtımı yapıldığı yönünde geri bildirim yapılmamış mesajlar, karşı tarafa ulaşmamış olarak kabul edilecek ve CPDLC üzerinden yeniden gönderilecektir.

17.3.7. CPDLC'nin Kontrollü Kapatılması

17.3.7.1. Haberleşme ağının ya da CPDLC yer sistemlerinin tamamen kapatılması planlandığında; devre dışı olduğu süre boyunca etkilenecek kullanıcıların uyarılması ve gerekliyse sesli muhabere frekanslarına ait detayları içeren bir NOTAM yayınlanmalıdır.

17.3.7.2. ATC ile iletişimde olan hava araçları, kısa süre sonra meydana gelecek CPDLC'nin kontrollü kapatılması hususunda sesli olarak ya da CPDLC vasıtasıyla bilgilendirilmelidir.

¹⁸⁵ Sesli muhaberenin mümkün olmadığı durumlarda; rutin dışı yada acil durumlarda serbest metin kullanımına ihtiyaç olabileceği kabul edilmekle beraber, serbest metin kullanımının desteklenmemesinin sebebi yanlış anlama ve karmaşanın önüne geçilmesidir.

¹⁸⁶ Talep edilmediği sürece, genel çağrılarda herhangi bir cevaplama yapılmayacaktır.



17.3.7.3. Kontrolör ve pilot için, CPDLC'nin kullanılmadığı durumlarda gerekli donanım (haberleşme sistemleri) sağlanmış olmalıdır.

17.3.8. CPDLC Mesaj Kaybı

Bir pilot ya da kontrolör, CPDLC mesaj kaybı olduğu hususunda ikaz aldığı anda aşağıdaki yöntemlerden en uygun olanını uygulayacaktır:

17.3.8.1. Sesli muhaberede, mesaj içeriğindeki talimat tekrar verilecek ve "CPDLC MESSAGE FAILURE" frekzyolojisi ile bilgisi verilecek.

17.3.8.2. CPDLC'de kayıp mesaj tekrar gönderilecek.

17.3.9. Pilot Taleplerinin CPDLC ile Gönderiminin Durdurulması

17.3.9.1. Kontrolör bütün hava araçlarından ya da tek bir hava aracından, belli bir süre, CPDLC üzerinden talep göndermesini durdurmasını talep edebilir¹⁸⁷. Bu durumda aşağıdaki frekzyoloji kullanılacaktır:

((çağrı adı) ya da ALL STATIONS) STOP SENDING CPDLC REQUESTS [UNTIL ADVISED] [(sebepl)]

17.3.9.2. CPDLC gönderiminin devam ettirilmesi ise aşağıdaki frekzyoloji ile bildirilecektir:

((çağrı adı) ya da ALL STATIONS) RESUME NORMAL CPDLC OPERATIONS.

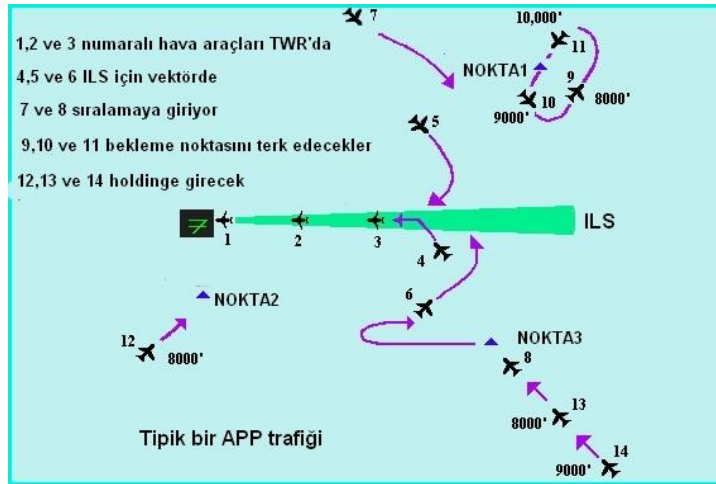
17.3.10. CPDLC'nin Test Edilmesi

CPDLC'nin test edilmesi hava trafik kontrol hizmeti sağlanan hava araçları üzerinde olumsuz etki yaratacağından, test öncesi gerekli koordinasyonun yapılması gerekir.

¹⁸⁷ Bu şartlar altında, CPDLC pilotların gerektiğinde bir mesajı cevaplaması, bilgiyi rapor etmesi ile acil durum deklare etmesi ya da iptal etmesi için kullanılabilir durumdadır.



18.ATS Gözetim Sistemlerinin APP Hizmetinde Kullanılması



18.1. Genel Gereksinimler

18.1.1. Yaklaşma kontrol hizmeti için kullanılacak ATS gözetim sistemleri, yaklaşma kontrol fonksiyonlarını yerine getirmeye ve sağlanacak hizmete cevap vermeye uygun olmalıdır.

18.1.2. Paralel ILS yaklaşımlarını monitör etmek için kullanılacak ATS gözetim sistemleri, PANS-ATM Doc4444, Bölüm 6'daki operasyonları karşılayacak kapasitede olacaktır.

18.2. Fonksiyonlar

Durum ekranında sergilenen bilgiler aşağıda sıralanan ilave fonksiyonları yerine getirmek için yaklaşma kontrol hizmeti sağlanmasında kullanılabilir:

18.2.1. İniş trafiklerini, pilota referans verebilen son yaklaşma yardımcılarına vektör etmek;

18.2.2. Paralel pist uygulamalarında, ILS yaklaşması yapan hava araçlarına uçuş rotası monitörü sağlayarak, onların, sapmaları muhtemel olan, girilmemesi gereken bölgeye (*No Transgression Zone-NTZ*) girmemeleri için gerekli önlemleri almak¹⁸⁸;

18.2.3. İniş trafiklerini, görerek yaklaşmanın tamamlanabileceği bir noktaya, vektör etmek;

18.2.4. İniş trafiklerine, hassas radar yaklaşmasının ya da surveillance radar yaklaşmasının başlayabileceği bir noktaya kadar vektör hizmeti sağlamak

18.2.5. Pilotlar tarafından uygulanan diğer pilot yaklaşımları için uçuş rotası monitörü sağlamak;

18.2.6. Aşağıdaki durumlarda ayırma sağlamak:

18.2.6.1. Birbirini takip eden kalkış trafikleri arasında,

18.2.6.2. Birbirini takip eden iniş trafikleri arasında,

18.2.6.3. Bir kalkış trafiği ve takip eden bir iniş trafiği arasında.

¹⁸⁸ Bkz. PANS-ATM Doc 4444, Bölüm 6, paragraf 6.7

18.3. APP Hizmetinin ATS Gözetim Sistemleri Kullanılarak Sağlanması

18.3.1. Gelen trafiklerin kontrolünün meydan kontrole devredilmesinden sonra ayırmanın devam etmesi için hava araçlarına verilen talimat, tahdit ve sıralama bilgisinin devamlı olarak meydan kontrole bildirilmesi için ilgili ATS otoritesi usuller oluşturacaktır.

18.3.2. Yaklaşma için vektörün başlatılmasından önce veya başlatılmasıyla birlikte, yaklaşmanın türü ve kullanılan pist pilota bildirilecektir.

18.3.3. Bir alet alçılması için vektör edilen bir hava aracına, son yaklaşmasına başlamadan önce en az bir defa pozisyonu verilecektir.

18.3.4. Mesafe bilgisi verilirken, kontrolör mesafenin verildiği nokta veya seyrüsefer yardımcısını belirtecektir.

18.3.5. Kontrolörün talimatları altında yürütülen yaklaşma kontrol hizmetinin, ilk ve ara safhaları, hava aracını son yaklaşma rotasına sokmak için, vektörün ilk başlatılmasından uçağın son yaklaşmaya girmesine kadar olan bölümleri kapsar ve;

18.3.5.1. Pilot sorumluluğunda uygulanacak yaklaşımlarda¹⁸⁹ son yaklaşma rotasına giriş,

18.3.5.2. Raporların yaklaşmayı görerek tamamlayabileceğini göstermesi,

18.3.5.3. Surveillance radar yaklaşmasına hazır olduğunda,

18.3.5.4. Hassas yaklaşma radar kontrolörüne devredildiğinde sona erer.

18.3.6. Son yaklaşma için vektör edilirken, hava aracını son yaklaşma rotasına doğru yaklaştıran bir uçuş başı veya bir seri uçuş başları verilmelidir. Yaklaşma usulünde belirtilen süzülüş açısını (*glide path*) değerini yakalamadan önce, hava aracının son yaklaşma rotasına düz uçuşta girmesini sağlayan ve son yaklaşma rotasını 45 derece veya daha az bir yaklaşma açısıyla kesen bir son vektör başı tahsis edilecektir¹⁹⁰.

18.3.7. Hava aracına son yaklaşma rotasını kat ettirecek şekilde bir vektör verilmişse, nedeni pilota bildirilecektir.

18.4. Son Yaklaşma Yardımcısına Pilot Sorumluluğunda Uygulacak Vektör

18.4.1. Pilot sorumluluğunda uygulanacak (ILS, NDB, VOR vb.) için, ilgili seyrüsefer yardımcısının son yaklaşma rotasına girmesi için vektör edilen bir hava aracından, son yaklaşma rotasına giriş raporu istenecektir. Eğer mümkünse, yaklaşma müsaadesi pilot son yaklaşma rotasına girişi rapor etmeden önce verilmelidir. Vektör normal olarak, hava aracı kendisine verilen son başı terk edip son yaklaşma rotasına girdiğinde biter.

18.4.2. Yaklaşma müsaadesi verildiğinde hava aracı, yaklaşma usulünde belirtilen glide path değerine ulaşıncaya kadar kendisine tahsis edilen seviyeyi muhafaza edecektir. ATC hava aracının, glide path'a aletli yaklaşma usulünde belirtilen değerden farklı bir seviyede ulaşmasına

¹⁸⁹ "Pilot sorumluluğunda uygulanacak yaklaşma" deyiimi; yayınlanmış usullere göre, pilot sorumluluğunda uygulanacak yaklaşma türleri için kullanılır. Radarlı ya da hassas yaklaşımlar (PAR, GCA vb.) kontrolör sorumluluğunda yapılmaktadır. Ülkemizde, sivil havacılık faaliyetlerinde radar ya da radarlı hassas yaklaşma usulü uygulanmamaktadır.

¹⁹⁰ Bağımsız paralel pistlere yapılan radar vektörü ve uçuş seviyesi gereksinimleri ile ilgili olarak bkz. PANS-ATM Doc4444, Bölüm 6, paragraf 6.7.3.2 ve 6.7.3.2.3



ihtiyaç duyarsa; pilota, belli bir seviyeyi *glide path*'a establish olana kadar muhafaza etmesi talimatı verecektir.

18.4.3. Yaklaşma kontrolörü, hava aracı sorumluluğunu meydan kontrole devretmedikçe son yaklaşma hattındaki trafikler arasında gerekli ayırma değerini devam ettirmekten sorumludur.

18.4.4. Son yaklaşma hattındaki arkadaki hava aracının meydan kontrole devri anlaşma mektuplarında açıklandığı gibi yapılacaktır.

18.4.5. Hava aracının muhaberesinin meydan kontrole devri, iniş müsaadesi ya da ilave talimatlar alabilmesine yetecek kadar zaman önce ya da noktada yapılacaktır.

18.5. Görerek Yaklaşma İçin Vektör¹⁹¹

18.5.1. Rapor edilmiş bulut tavanı, minimum radar vektör irtifasının (MRVA) üstünde ise ve meteorolojik koşullar yaklaşmanın ve inişin görerek tamamlanabileceği konusunda kayda değer bir garanti sunuyorsa, kontrolör hava aracına görerek yaklaşma için vektör başlatabilir.

18.5.2. Görerek yaklaşma müsaadesi, ancak pilot meydanı ya da öndeki hava aracını gördüğünü rapor ettiğinde verilecektir. Normal olarak bu saatte de vektör bitirilir.

19. Genel Müdürlük Talimatı¹⁹²

19.1. Radarlı yaklaşma hizmetinin sağlanması aşamasında trafiklerin, Ülkemiz AIP'sinde ilan edilmiş ILS veya ILS-DME usullerinde tanımlanmış GP intercept noktası ve irtifasına göre son yaklaşma hattına vektör edilmeleri mümkündür. Optimum kriterlerin sağlanması açısından bahse konu trafiklere, GP intercept noktasının en az 2 NM gerisinde LLZ hattını yakalayacak (*establish*) şekilde, pozisyonuna göre uygun irtifada ve düz uçuşta, son yaklaşma hattı veya ILS korsu ile maksimum 45° açı farkı sağlayacak nitelikte vektör verilmesi gerekmektedir.

19.2. Aksi halde, yüksek kalan veya aynı irtifada GP intercept noktası ya da önüne vektör edilen trafiklerin GP yayını yakalayıp optimum alçalma yapmaları mümkün olamamakta, kalan mesafede iniş yapabilmek için sorumlu pilotun alçalma varyosunu artırması gerekmektedir.

19.3. Bu durum, stabil olmayan bir alçalmayı zorlamakta, hızı ve yakıt sarfiyatını artırmakta, ILS'e establish olana kadar geçecek sürede yapılan yüksek varyolu alçalma nedeniyle GPWS'den (*Ground Proximity Warning System*) "sink rate" benzeri ikazlar alınabilmekte; teker koyma mesafesinin uzaması ile pas geçme ihtimalini kuvvetlendirerek aynı zamanda yolcu konforunun olumsuz yönde etkilenmesine de neden olabilmektedir.

19.4. Bu kapsamda, aşağıda belirtilen örnekler ile dikkat edilmesi gereken hususlar detaylandırılmıştır

19.5. Örneklerde; ilan edilmiş hassas yaklaşma usulündeki GP intercept noktası 10 NM, GP açısı 3° olarak alınmıştır¹⁹³.

¹⁹¹ Ayrıca bkz. PANS-ATM Doc4444, Bölüm 6, paragraf 6.5.3

¹⁹² Hava Seyrüsefer Dairesi Başkanlığının 30.01.2013 tarih ve 29486415-101-7497 sayılı yazı

¹⁹³ GP 3° ($\tan 3^\circ = 0.0524$), 1 NM'de kat edilecek seviyenin bulunabilmesi için 6076 sabit sayısı ile çarpılır, ($0.0524 \times 6076 = 318.4 \text{ ft/NM}$)



19.6. Öncelikle, optimum kriterlerin sağlanması açısından, uçağın LLZ hattına establish olacağı pozisyonun, pist merkez hattı uzantısında THR'ye göre en az 12 NM'de, irtifasının ise GP intercept irtifası olacak şekilde planlanması gerekmektedir. (Bkz.Senaryo 1)

19.7. Sıralama, uçağın istenen noktada beklenen irtifada olmayarak yüksek kalması, olumsuz hava koşulları nedeniyle pilotun vektör talimatlarını tam olarak uygulayamaması gibi nedenlerle THR'ye göre 12 NM'in ötesine de vektör planlanabilir.

19.8. Bununla birlikte, pilot tarafından talepte bulunulması ve Senaryo 2'de detaylandırılan şartların sağlanması halinde GP intercept noktasının önüne kısa vektör uygulaması yapılabilir.

19.9. Yukarıda ifade edilen bilgiler kapsamında son yaklaşma hattına planlanan vektörde hesaplanacak optimum irtifalar, ancak terminal sahanızda ilan edilmiş MRVA değerlerinin uygun olması halinde kullanılabilir.

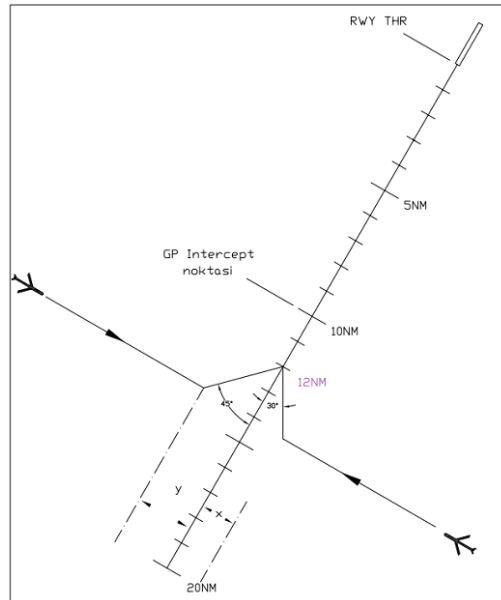
19.10. Radarlı yaklaşma kontrol hizmeti sağlanan trafiklerin ilan edilmiş MRVA değerlerinin altındaki irtifalara serbest kılınarak son yaklaşma hattına vektör edilmesi mümkün değildir.

19.11. Vektör uygulamalarında; **pilotun gerekli iniş hazırlıklarını ve kontrollerini yapabilmesi açısından son yaklaşıma başlamadan önce¹⁹⁴ en azından bir kez THR'ye göre pozisyon bilgisi verilmesi gerekmektedir.**

19.12. Ayrıca, optimum alçalma profillerinin zorlanarak stabil olmayan yaklaşma ihtimalinin engellenmesi açısından "hava aracının pozisyonuna göre optimum seviyesinin hesaplanması" yöntemi örneklendirilmiştir. (Bkz. Senaryo 3)

19.13. **SENARYO 1**; Öncelikle yapılması gereken uygulama

THR Elevation ; 100 ft GP açısı ; 3° GP Intercept Noktası; 10 NM GP Intercept İrtifası;
 $100 \text{ ft} + (\tan 3^\circ * 10 \text{ NM} * 6076) = 3300 \text{ ft}$



¹⁹⁴ THR'ye göre pozisyon bilgisi son yaklaşma başı ile birlikte verilebilir.

19.13.1. Vektör verilirken, planlamanın GP intercept noktasının en az 2 NM gerisinde LLZ hattını yakalayacak (*establish*) şekilde yapılması gerekmektedir. Son vektör için maksimum 45°'lik açı farklılığı uygulanmalıdır.

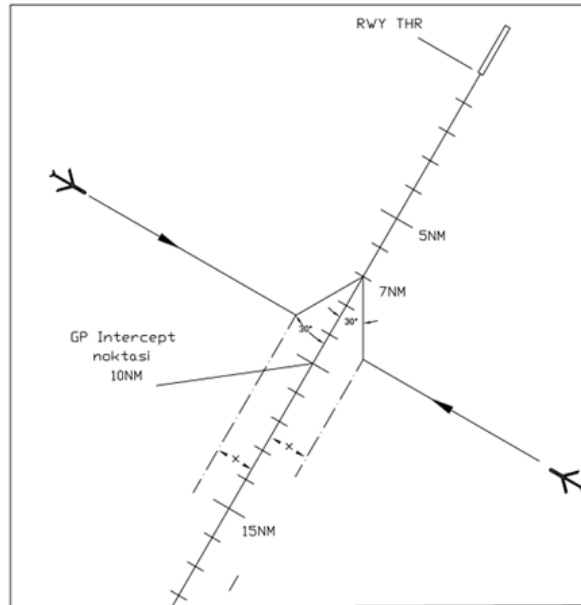
19.13.2. Her iki trafiğin de 12 NM'e vektör edilmesi halinde 30° ila 45° arasındaki farklılık şekilde görülmekte olup, "y" mesafesi "x" mesafesinden büyük olmalıdır.

19.13.3. Bu örnekte, hava aracının 12 NM'deki irtifası; GP 3° için ilan edilmiş intercept irtifası 3300 ft olmalıdır.

19.13.4. İrtifalar, terminal sahanızda ilan edilmiş MRVA değerlerinin uygun olması halinde kullanılabilir. Radarlı yaklaşma hizmeti sağlanan trafiklerin ilan edilmiş MRVA değerlerinin altındaki irtifalara serbest kılınarak son yaklaşma hattına vektör edilmesi mümkün değildir.

19.14. **SENARYO 2; Kısa vektör uygulaması,**

THR Elevation ; 100 ft GP açısı ; 3° GP Intercept Noktası; 10 NM GP Intercept İrtifası;
 $100 \text{ ft} + (\tan 3^\circ * 10 \text{ NM} * 6076) = 3300 \text{ ft}$



19.14.1. GP intercept noktasının önüne kısa vektör uygulanabilmesi için öncelikle pilot tarafından talepte bulunulması gerekmektedir.

19.14.2. Sonrasında ise, uygulama yapabilmek için,

19.14.2.1. MRVA değerlerinin intercept planlanan nokta için hesaplanan irtifaya alçalma imkanı sağlayacak nitelikte olması,

19.14.2.2. ILS alçalmasında ilan edilmiş GP açısının 3.2°'den yüksek olmaması,

19.14.2.3. Son yaklaşma hattı veya ILS korsu ile maksimum 30° açı farkının uygulanması,

19.14.2.4. Son vektörün, pist merkez hattının uzantısında, THR'ye göre en az 7 NM'de LLZ hattını yakalayacak şekilde verilmesi,

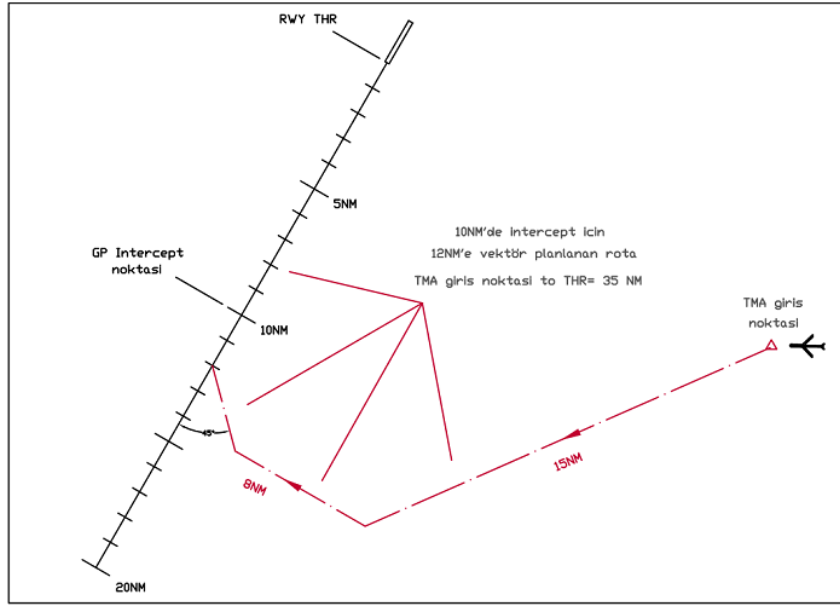
19.14.2.5. THR'ye göre 7 NM'den kısa mesafelere kısa vektör planlanmaması gerekmektedir.

19.14.3. Hava aracının 7 NM'deki irtifası; THR elevation ile 2 NM düz uçuş çıkıldığında kalan 5 NM mesafenin ilan edilmiş GP açısına göre (3.2° 'den fazla olmaması gereklidir) hesaplanması ile bulunur. (Bu örnekte, $100 \text{ ft} + 1600 \text{ ft} = 1700 \text{ ft}$)

19.14.4. İrtifalar, terminal sahanızda ilan edilmiş MRVA değerlerinin uygun olması halinde kullanılabilir. Radarlı yaklaşma hizmeti sağlanan trafiklerin ilan edilmiş MRVA değerlerinin altındaki irtifalara serbest kılınarak son yaklaşma hattına vektör edilmesi mümkün değildir.

19.15. **SENARYO 3;** Hava aracının pozisyonuna göre optimum seviyesinin hesaplanması yöntemi,

THR Elevation ; 100 ft GP açısı ; 3° GP Intercept Noktası; 10 NM GP Intercept İrtifası; $100 \text{ ft} + (\tan 3^\circ * 10 \text{ NM} * 6076) = 3300 \text{ ft}$



19.15.1. Örnekteki şekilde hava aracına, TMA giriş noktasından itibaren vektör verildiği; planlamanın GP intercept noktasının en az 2 NM gerisinde LLZ hattını yakalayacak (*establish*) şekilde, son vektör için maksimum 45° 'lik açı farklılığı uygulanarak yapıldığı görülmektedir

19.15.2. Bu durumda hava aracının TMA giriş noktasındaki irtifası, THR irtifasına 2 NM düz uçuş çıkıldığında kalan 33 NM'in 300 ft/NM ile çarpılmasıyla bulunan değerlerin eklenmesiyle hesaplanabilir¹⁹⁵.

19.15.3. Trafiğin TMA giriş noktası ismiyle tanımlanan noktada hesaplanan 10000 ft'in üzerinde olması halinde, pilotun seviye kaybedebilmek için optimum alçalma oranı üzerinde yüksek varyolu alçalma tercih etmek zorunda kalacağı, bu tercih nedeniyle yüksek hızda olacağı, kontrolör tarafından verilebilecek sürat tahditlerini uygulamakta zorlanacağı ve stabil olmayan bir yaklaşma yöntemiyle alçalma yapabileceği hususları hatırdta tutulmalıdır.

19.15.4. Pozisyona göre optimum seviyelerin bilinmesi aşamasında, her bir hava aracı için ayrı ayrı hesap yönetimi yerine hava trafik personelinin geçmişe dönük vektör uygulamaları referans alınabilir. Bu uygulamalarda, TMA giriş noktalarından sonra kat edilen mesafeler ortalama değerler olarak kabul edilebilir.

¹⁹⁵ $THR \text{ İrtifası} + 9900 \text{ ft} (33 * 300) = 10000 \text{ ft}$

19.15.5. Bulunacak irtifalar, ancak, ilan edilmiş yol minimaları ve/veya MRVA değerlerinin uygun olması halinde kullanılabilir.

NOT: Türk Hava Sahasında sivil amaçlı Radar Yaklaşması ve Radara dayalı hasas yaklaşma kullanılmadığından bu bölümler bu kitapta yer almamaktadır.

20. ATS Gözetim Sistemlerinin TWR Hizmetlerinde Kullanılması¹⁹⁶

20.1. Fonksiyonlar

20.1.1. İlgili ATS otoritesi izin verdiğinde ve yine ilgili ATS otoritesi tarafından açıklanan şartlara bağlı olarak aşağıdaki fonksiyonları yerine getirmek için meydan kontrol hizmetlerinde ATS gözetim sistemleri kullanılabilir:

- 20.1.1.1. Son yaklaşımadaki hava aracına uçuş rotası monitörü sağlamak,
- 20.1.1.2. Meydan çevresindeki diğer hava araçlarına uçuş rotası monitörü sağlamak,
- 20.1.1.3. Birbirini takip eden kalkışlar arasında ayırma kriterlerini tesis etmek, ve
- 20.1.1.4. VFR hava araçlarına seyrüseferlerinde yardımcı olmak.

20.1.2. "Emergency" gibi özel durumlar olmadığı sürece ve aksi bildirilmedikçe, özel VFR uçuşlara vektör verilmeyecektir.

20.1.3. VFR uçuşlar vektör edilirken, söz konusu hava aracının aletli meteorolojik koşullar içine girmemesine dikkat edilecektir.

20.1.4. İlgili ATS otoritesi ATS gözetim sistemlerinin meydan kontrol hizmetleri amacıyla kullanılması için koşulları ve yöntemleri açıklarken eldeki bilgilerinin varlığının ve kullanımının, meydan trafiğinin gözlemlenmesini engellememesine dikkat edecektir.

20.2. ATS Gözetim Sistemlerinin Yer Hareketlerinde Kullanılması¹⁹⁷

20.2.1. Genel Şartlar

20.2.1.1. SMR'lar, meydan görüşü, trafik yoğunluğu ve meydanın konumu gibi belirli kriterler bakımından meydanların gereksinimlerine ve çalışma şartlarına uygun olmalıdır.

20.2.1.2. SMR sistemleri manevra sahasındaki tüm hava araçları ve vasıtaların temiz ve şüphe bırakmayacak şekilde görüntülenmesini sağlayacaktır.

20.2.1.3. Hava araçları ve vasıtaların pozisyon göstergeleri sembolik ya da sembolik olmayan formlar içinde sergilenebilir. Etiketlerin sergilendiği yerlerde hava araçlarının ve vasıtaların tanımlarını manüel ya da otomatik olarak eklemek imkanı bulunmalıdır.

¹⁹⁶ Meydan trafiğinin kontrolü temelde meydan kontrolörünün manevra sahası üzerinde ve meydan görüş sahası içindeki trafiği gözlemlemesine dayanır.

¹⁹⁷ Yüzey hareketleri rehber ve kontrol sistemleri (SMGCS) için gereken kriterler Annex 14, Volume 1, Bölüm 9'de bulunmaktadır. Yüzey hareket radarı (SMR) ve diğer gelişmiş fonksiyonlar ile ilgili bilgiler, Yüzey Hareketleri Rehber ve Kontrol Sistemleri (SMGCS) Dokümanı (Doc 9476) ve Gelişmiş Yüzey Hareketleri Rehber ve Kontrol Sistemleri (A-SMGCS) dokümanında (9830) yer almaktadır.



20.2.2. Fonksiyonlar

20.2.2.1. SMR, manevra sahasındaki trafiğin ve manevra sahasının görülmeyen parçaların gözlemlenmesini sağlamak için kullanılmalıdır.

20.2.2.2. SMR ekranında sergilenen bilgiler aşağıdakilerde yardımcı olarak kullanılabilir:

20.2.2.2.1. Manevra sahası üzerindeki hava araçları ve vasıtaların verilen izin ve talimatlara uyup uymadıklarını monitör etmek.

20.2.2.2.2. İniş ve kalkışlardan önce pistin trafikten temizlenmiş olduğunu saptamak.

20.2.2.2.3. Manevra sahasındaki ve yakınındaki ilgili yerel trafik hakkında bilgi sağlamak.

20.2.2.2.4. Manevra sahasındaki hava araçlarının ve vasıtaların konumunu saptamak.

20.2.2.2.5. Pilot tarafından talep edildiğinde ya da kontrolör ihtiyaç duyduğunda, takip edilecek taksit yolları hakkında yön bilgisi vermek. Emergency gibi özel durumlar haricinde, bu tip bilgiler uçuş başı talimatı şeklinde verilmeyecektir.

20.2.2.2.6. Emergency vasıtalara tavsiye ve yardım sağlamak.

20.2.3. Hava Aracının Tanımlaması

ATS gözetim sistemlerinin kullanıldığı yerlerde hava araçları, aşağıdakilerin biri ya da birkaçı ile tanımlanabilir:

20.2.3.1. Belirli bir pozisyon göstergesini;

20.2.3.1.1. Kontrolör tarafından gözlemlenen hava aracı pozisyonuyla,

20.2.3.1.2. Pilot tarafından verilen pozisyonla,

20.2.3.1.3. Durum ekranında sergilenen tanımlanmış bir pozisyon göstergesiyle örtüştürerek.

20.2.3.2. İlgili ATS otoritesi tarafından izin verildiğinde tanımın devriyle, ve

20.2.3.3. İlgili ATS otoritesi tarafından izin verildiğinde otomatik tanım usulleriyle.



21. ATS Gözetim Sistemlerinin Uçuş Bilgi Hizmetlerinde Kullanılması¹⁹⁸

Fonksiyonlar

Durum ekranında görüntülenen bilgiler, tanımlanan hava araçlarına:

21.1.1. Kaçınma işlemine ilişkin tavsiyeler veya önerileri ve tanımı yapılan hava aracının rotasında çarpışma tehlikesi yaratacak şekilde yaklaştığı gözlenen hava araçlarıyla ilgili bilgileri,

21.1.2. Kötü hava durumunun mevcut olduğu sahaların çevresinden en iyi şekilde nasıl dolaşılacağına pilota tavsiye vermek için, belirgin meteorolojik oluşumların yerleriyle ilgili bilgileri,

21.1.3. Seyrüseferlerinde yardımcı olacak bilgileri sağlamak amacıyla kullanılabilir.

22. ATS Gözetim Sistemi Kullanmanın Avantajları

22.1. İniş, kalkış ve transit trafikler arasındaki ayırmalar manuel kontrole göre çok düşüktür.

22.2. Gerekğinde pozisyon bilgisi vererek hava araçlarına seyrüseferlerinde yardımcı olunabilir.

22.3. Vektör ile trafik hızlandırılabilir.

22.4. Askeri trafiklere kontrollü hava sahalarında yardımcı olunabilir.

22.5. *Emergency* durumdaki trafiklere yardımcı olunabilir.

22.6. Normal rotalarından uzaklaşan trafikler tekrar rotasına döndürülebilir.

22.7. Kalkış yapan trafikler tercih ettikleri seviyelere hızlı bir şekilde tırmandırılabilir (gerekğinde vektör ile)

22.8. İniş yapacak trafikler, transit trafiklerden kolayca ayırma yapılarak alçalmaları sağlanabilir.

22.9. Olağanüstü durumlarda (*emergency, hi-jack, radio failure, türbülans vb*) ayırmalar kolayca artırılabilir.

¹⁹⁸ Uçuş bilgi hizmeti sağlanmasında ATS gözetim sisteminin kullanılması, hava aracının kaptan pilotunun sorumluluklarını değiştirmez ve uçuş planının değiştirilmesi teklif edildiğinde son karar verme yetkisi kaptan pilotadır.





III. BÖLÜM

Vektör, Ayırma ve Sıralama Teknikleri

1. Minimum Radar Vektör İrtifası (MRVA)

1.1. Fonksiyonlar

1.1.1. Minimum Radar Vektör İrtifası (MRVA), ortalama deniz seviyesi yüksekliğinin (AMSL) üzerinde, bir kontrolörün vektör, direkt rota, kalkışlar ve pas geçmeler için kullanabileceği en düşük irtifadır. MRVA aynı zamanda farklı yerlerde; Minimum Uçuş irtifası (MFA), Minimum Vektör İrtifası (MVA) veya ATC Gözetim Minimum İrtifası (ASMA) olarak da ifade edilmektedir.

1.1.2. Ülkemizde MRVA olarak kullanılmaktadır.

1.2. Vektör

Doc 4444'de vektörün tanımı; "ATS gözetim sistemini kullanarak, bir hava aracının seyrüseferine yardımcı olmak amacıyla, belirlenmiş bir uçuş başında uçuşulması" şeklinde yer almaktadır.

1.3. MRVA Tasarımı¹⁹⁹

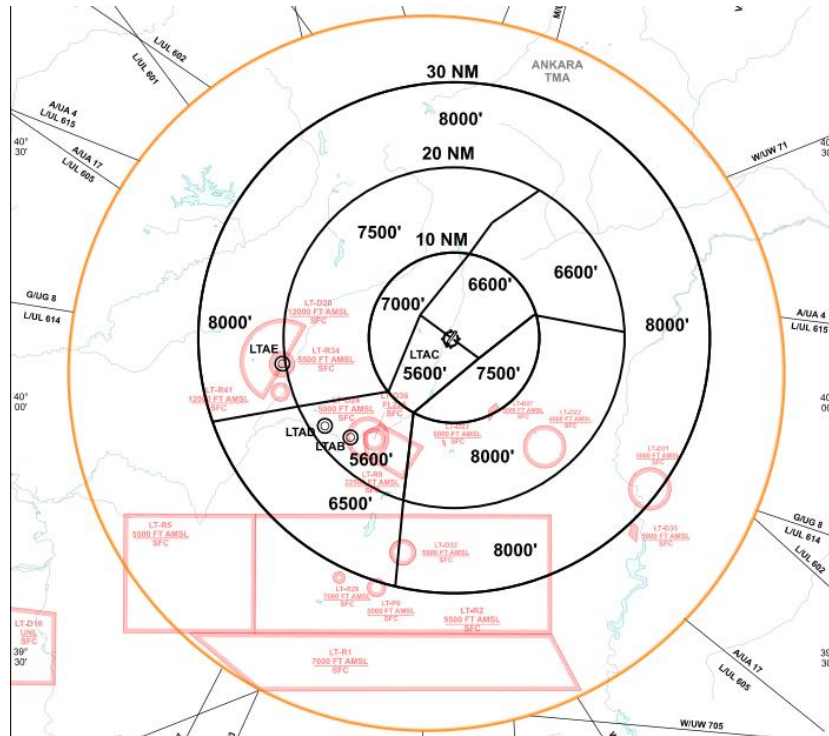
1.3.1. Antenden 20 NM içinde

Minimum vektör irtifaları; hava aracı pozisyonundan 3 NM içinde (hava aracı merkez olmak üzere 3NM yarıçap içerisinde) arazinin üzerinde, en az 1000 ft.'lik emniyet payı sağlar.

1.3.2. Antenden 20 NM dışında

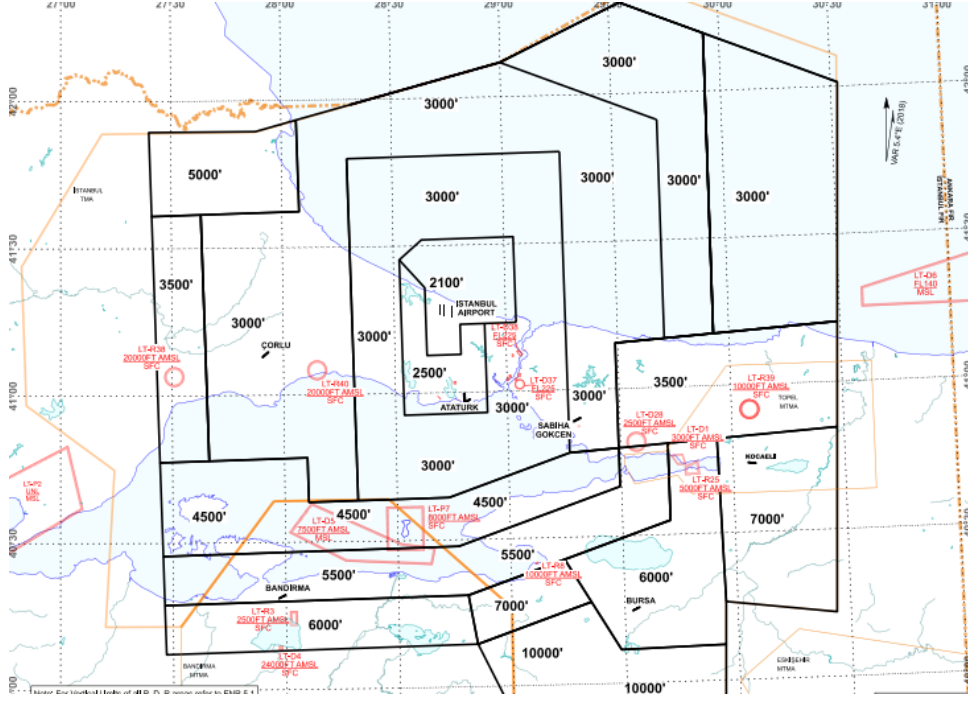
Minimum radar vektör irtifaları radar performans diyagramlarına göre seçilmiştir.

ENR 1.6-6 Prg.9

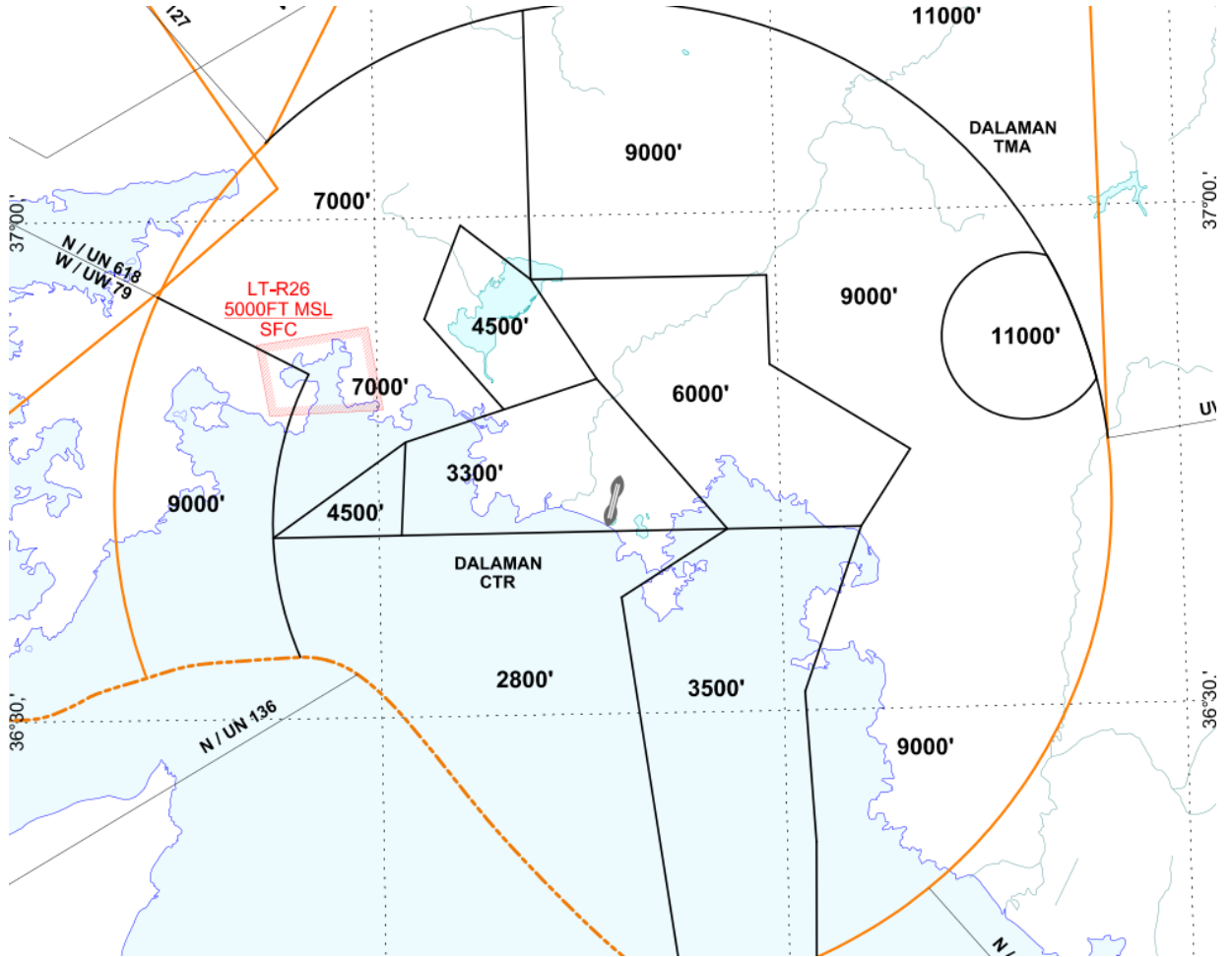


Ankara Esenboğa MRVA Haritası

¹⁹⁹ MRV Haritaları için AIP'den ilgili meydan AD 2 Charts kısmına bakınız



Istanbul MRVA Haritası



Muğla Dalaman MRVA Haritası

1.3.3. Hava Trafik Kontrolü (ATC) bir gözetim hizmeti (genellikle radar) kullandığında MRVA'ler Hava Trafik Kontrolörü (ATCO) tarafından kullanılmak üzere tasarlanır.

1.3.4. Her bir MRVA haritası, MRVA'da o dilim içindeki hava araçlarının vektörlerini barındıracak kadar büyük dilimler içermelidir. Her dilim sınırı, o dilimdeki MRVA'yi belirlemek için kullanılan maniyadan en az 3 NM uzaklıktadır. Yalıtılmış belirgin manialar nedeniyle aşırı yüksek MRVA'e sahip büyük dilimlerden kaçınmak için mania, en az 3 NM'lik bir tampon alan içine alınabilir.

1.3.5. Her dilimdeki MRVA değeri, dağlık olmayan alanlardaki en yüksek manianın asgari 1000 ft üzerinde, belirlenmiş dağlık alanlardaki en yüksek manianın asgari 2000 ft üzerinde olacak şekilde tasarlanır.

1.3.6. MRVA, belirtilen hava sahasındaki manialardan kaçınma sağlayacak en düşük irtifadır.

1.3.7. ICAO PANS OPS'e göre MRVA sıcaklığa göre düzeltilecektir. Sıcaklık düzeltmesi mevsimsel veya yıllık asgari sıcaklık kayıtlarına dayanmalıdır.

1.3.8. ATC otoritesi tarafından "kontrolöre sıcaklık etkisi için düzeltilmiş minimum irtifaları" sağlanmalıdır.

1.3.9. Mümkün olduğunda, hava araçlarının yere yakınlık uyarı sistemlerinin etkinleştirilmesini en aza indirmek için minimum vektör irtifaları mümkün olduğunca yüksek olmalıdır. GPWS / EGPWS / TAWS'ın etkinleştirilmesi, pilotu derhal yukarı tırmanmaya, tehlikeli maniyadan kaçınmak için dik bir şekilde tırmanmaya ve muhtemelen yakınlardaki diğer hava araçlarıyla ayırmayı tehlikeye sokmaya zorlayacaktır.

1.4. MRVA'in Yayınlanması

1.4.1. MRVA haritaları Genel Müdürlüğümüz Hava Seyrüsefer Daire Başkanlığı tarafından onaylanır ve Havacılık Bilgi Yayınında (AIP) verilen havaalanıyla ilgili havaalanı bölümünün (AD) bir bölümü olarak yayınlanır.

1.4.2. ICAO Annex 4, Bölüm 21'e göre, "MRVA haritaları, uçuş ekiplerinin bir kontrolör tarafından ATS gözetim sistemi kullanılarak müsaade edilen irtifaları izlemesini ve çapraz kontrol etmesini sağlayacak bilgiler sağlamalıdır. Bu tür MRVA haritaları, vektör prosedürlerinin oluşturulduğu ve minimum vektör yüksekliklerinin (aşırı grafik dağınıklığından dolayı) yeterince gösterilemediği yerlerde aşağıdaki chartlarda sunulmalıdır:

1.4.2.1. Saha haritaları,

1.4.2.2. Standart Aletli Kalkış Haritaları (SID),

1.4.2.3. Standart Aletli İniş Haritaları (STAR).

1.4.3. ICAO Annex 15, Bölüm 4, 4.1.3'e göre, MRVA haritaları belirlenmiş uluslararası havalimanları/heliportlar için mevcut olduğunda, AIP'nin bir parçasını oluşturacak veya AIP alıcılarına ayrı olarak dağıtılacaktır. Ayrıca, Annex 15, (Havacılık Bilgi Yayınlarının İçeriği) Ek 1, Devletlerin AIP'de "asgari uçuş irtifalarını belirlemek için kullanılan kriterlerin" de yayınlanması gerekmektedir.

1.5. MRVA'in Görselleştirilmesi

ATCO'ya minimum radar vektör irtifalarını sağlamak için, MRVA grafik verileri radar veri görüntüleme sistemine yüklenebilir. Daha sonra radar haritaları bilgilerinin bir parçası olarak ATCO'ya sunulur.



1.6. Sorumluluklar

1.6.1. Pilotun Sorumlulukları

1.6.1.1. Sorumlu pilot, hava aracının uçuşun emniyetinden ve uçuş sırasında hava aracında bulunan tüm kişilerin emniyetinden sorumludur. Bu, bir IFR uçuşunun **vektör veya radar tarafından belirlenen direkt rota yapılmadığı durumlar haricinde**, manialardan sorumluluğunu içerir. ATC tarafından bir gözetim hizmeti (radar) sağlamıyorsa ve bir pilot yayınlanan rotanın dışında bir direkt rotayı kabul ettiğinde, pilot manialardan korumaktan tamamen sorumludur. Bu durumda asgari emniyet irtifası (MSA) kullanılır.

1.6.1.2. Doc 8168 PANS OPS'e göre, sorumlu pilot, gerekli radar yardım miktarını en aza indirmek ve bir radar arızasından kaynaklanan sonuçları azaltmak için hava aracının konumunu yakından takip etmelidir. Sorumlu pilot ayrıca, vektör esnasında ATCO ile muhabereyi sürekli olarak takip edecek ve ATCO uygun bir aralıkta veya bir muhabere arızası durumunda başka talimatlar vermemişse, hava aracını derhal minimum sektör irtifasına tırmanacaktır.

1.6.1.3. Kontrollü hava sahası içindeki hava trafik kontrol üniteleri tarafından kullanılabilir en düşük uçuş irtifalarının belirlenmesi, bir IFR uçuşun radar vektörü veya direkt rota verilmesi dışında, yeterli mania yüksekliğinin sağlama sorumluluğunu ortadan kaldırmaz.

1.6.1.4. Birçok hava yolu operatörü, Asgari Sektör İrtifalarına (MSA) dayalı olarak şirket için sınırlarını belirler ve pilotların MSA'dan daha düşük olan ATC tarafından müsaade MRVA değerlerine alçalmayı reddetdiklerini bildirmektedir. MRVA değerine alçalmayı reddetmek, trafik akışını olumsuz etkileyebilir ve özellikle yoğun hava sahalarında bir emniyet riski meydana gelebilir. Bununla birlikte, eğer **uçuş ekibi alçalma talimatı aldığı bir irtifanın hava aracını maniaya çarpışma riskine sokacağına inanıyorsa durumu ATC'ye sormalıdır.**

1.6.2. Kontrolörün Sorumlulukları

1.6.2.1. ICAO Annex 11'de belirtilen hava trafik kontrol hizmetinin amaçları arasında mania ile çarpışmanın önlenmesi yer almamaktadır. Doc 4444, PANS-ATM'de öngörülen prosedürler, hava trafik kontrol üniteleri tarafından verilen müsaadelerin emniyetli olması hususunda pilotların sorumluluğunu azaltmamaktadır.

1.6.2.2. Bir IFR uçuşa rotasından çıkartan vektör yada direkt rota verirken kontrolör, pilotun kendi seyrüseferine devam edebileceği noktaya ulaşıncaya kadar, mania emniyet payını sağlamaktan sorumludur.

1.6.2.3. Doc 8168 PAN-OPS'a göre, bir IFR uçuşa radarda vektör verirken, hava trafik kontrolü (ATC), minimum sektör irtifasının altındaki minimum radar vektör irtifasına kadar alçalma talimatı verebilir. Minimum radar vektör irtifaları, pilotun kendi seyrüseferine devam edeceği noktaya ulaşıncaya kadar her zaman mania emniyet payını sağlamaktadır.

1.6.2.4. Bu durumda kullanılacak uygun frezyoloji aşağıdadır:

- "turn left (or right) heading...", "fly heading ...", vektör başlatılırken kullanılır.
- "resume own navigation" vektör bitirilirken kullanılır.



2. Vektör Geometrisi

2.1. Amaç

Bu bölümde, geometrik bir bakış açısıyla vektör tekniği açıklanmaktadır. Aşağıdakiler hususlar dikkate alınmaktadır:

- 3.1.1. Vektör ihtiyacını belirleyen çatışma geometrisi, yani kontrolör müdahalesinin gerekli olup olmayacağını belirlemek için yapılan hesaplamalar,
- 3.1.2. Kontrolörün vektör verilecek hava aracı seçimini etkileyen faktörler,
- 3.1.3. Dönüş yönünün nasıl belirlendiği,
- 3.1.4. Geçiş açısının, vektör ile elde edilen ayırma değerine etkisi.

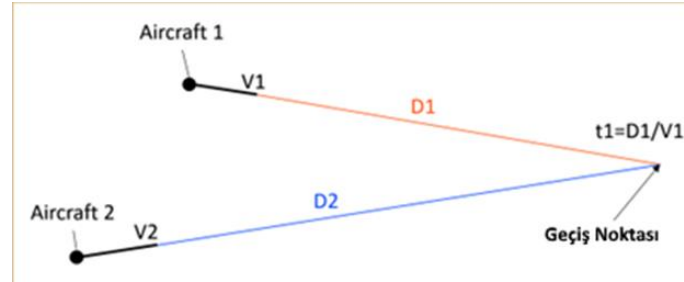
2.2. Conflict Geometrisi

2.2.1. **Geçiş noktası**, iki hava aracının izlerinin kesiştiği noktadır.

2.2.2. **Asgari Yakınlaşma Noktası (CPA)**, hava araçları arasındaki mesafenin minimum olduğu noktadır.

2.2.3. Geçiş noktasının konumunu belirlemek kolaydır, çünkü sadece uçağın planlanan rotasına bağlıdır, hızı (ve rüzgarı) dikkate almaz.

2.2.4. Hangi hava aracının önce geçiş noktasına ulaşacağını belirlemek de kolaydır (farklı hızlarda uçsalar bile).



İlk hava aracı geçiş noktasına ulaştığında aralarındaki mesafeyi hesaplamak için kullanılan parametreler.

2.2.5. İlk hava aracının geçiş noktasına ulaştığı andaki kesin ayırma hesaplamak için bazı basit matematik gerekir: $D = (D2 - D1) + (V1 - V2) * t1$, burada;

- **D**, geçiş noktasındaki ayırma,
- **D1**, ilk hava aracının geçiş noktasına olan mesafesi,
- **D2**, ikinci hava aracının geçiş noktasına olan mesafesi,
- **V1**, ilk hava aracı hızı,
- **V2**, ikinci hava aracının hızı,
- **t1**, ilk hava aracının geçiş noktasına ulaşması gereken zamandır.

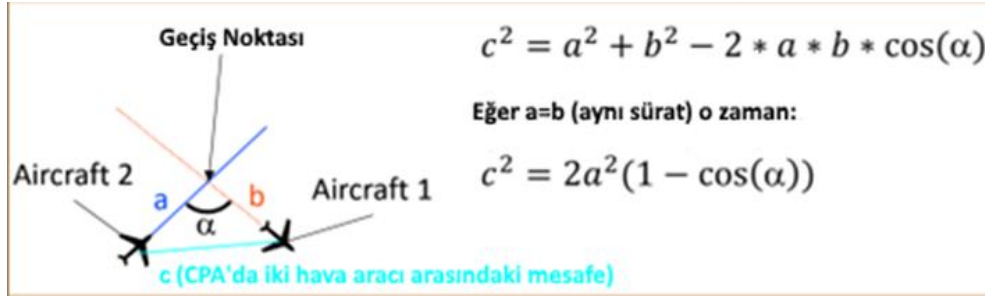
2.2.6. Bu formül, **D**'yi hesaplamak için, hava aracı pozisyonlarının mevcut durumdaki farkına ve hava araçları arasındaki sürat farkı ile ilgili düzeltmeye ihtiyaç duyulmaktadır $(V1 - V2) * t1$. Hava aracı 1 daha hızlı olduğunda, **D** (ayırma) zamanla artar hava aracı 2 daha hızlı olduğunda ise **D azalır**.

2.2.7. Pratik Yöntem

- **6 knot** hız farkı, **10 dakika** içinde D değerinin **1 NM** değişeceği anlamına gelir;
- **60 knot** hız farkı, daha hızlı bir uçağın D'yi **dakikada 1 NM** azaltacağı anlamına gelir;

- **30 knot** hız farkı, daha hızlı bir uçağın D'yi **iki dakikada 1 NM** azalttığı anlamına gelir.

2.2.8. CPA'nın hesaplanması daha karmaşıktır çünkü izlerin birbirlerini geçtiği açıya bağlıdır ve bu bağımlılığın tam olarak hesaplanması için trigonometri bilgisi gerektirir.



2.2.9. Kosinüs fonksiyonunun doğası nedeniyle, bazen bir uçağın iz açısındaki nispeten küçük bir farkın, düzeltmede dramatik bir değişiklikle sonuçlanması mümkündür.

2.2.10. Rüzgarsız bir ortamda ve her iki hava aracı da aynı süratte uçarken kullanılacak pratik yöntemler:

2.2.10.1. 90 derecelik bir geçiş açısı, geçiş noktası ile CPA arasında ayırmanın % 30 oranında azalacağı anlamına gelir.

- CPA'da 5 NM'ye ulaşmak için geçiş noktasında 7.2 NM'ye ihtiyaç vardır

2.2.10.2. 60 derecelik bir geçiş açısı, geçiş noktası ile CPA arasında ayırmanın % 20 oranında azaltılacağı anlamına gelir.

- CPA'da 5 NM'ye ulaşmak için geçiş noktasında 6.3 NM'ye ihtiyaç vardır.

2.2.10.3. 30 derecelik bir geçiş açısı, geçiş noktası ile CPA arasında ayırmanın % 10 oranında azaltılacağı anlamına gelir.

- CPA'da 5 NM'ye ulaşmak için geçiş noktasında 5.6 NM'ye ihtiyaç vardır.

2.2.10.4. 120 derecelik bir geçiş açısı, geçiş noktası ile CPA arasında ayırmanın % 50 oranında azaltılacağı anlamına gelir.

- CPA'da 5 NM'ye ulaşmak için geçiş noktasında 10 NM'ye ihtiyaç vardır.

2.2.10.5. 150 derecelik bir geçiş açısı, geçiş noktası ile CPA arasında ayırmanın % 75 oranında azaltılacağı anlamına gelir.

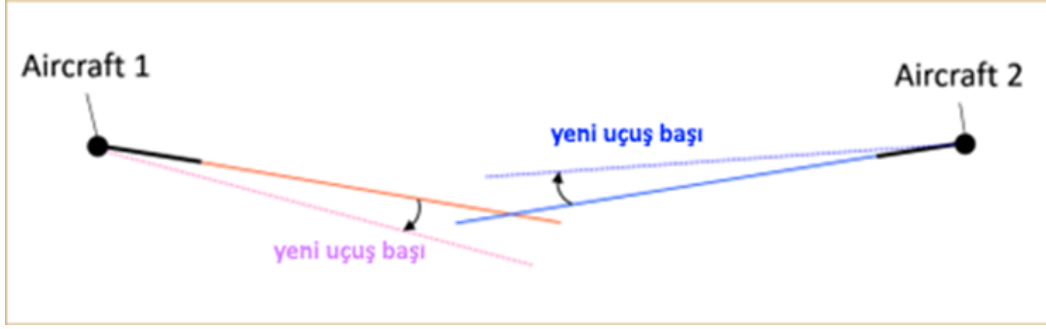
- CPA'da 5 NM'ye ulaşmak için geçiş noktasında 20 NM'ye ihtiyaç vardır.

2.3. Hava Aracı Seçimi

2.3.1. Bir geçiş noktasındaki hava araçları arasındaki yetersiz ayırmayı çözmek için vektör kullanıldığında, kontrolörün ilk görevi hangi hava aracının uçuş başını değiştirmek zorunda kalacağına karar vermektir. Genellikle üç durum vardır:

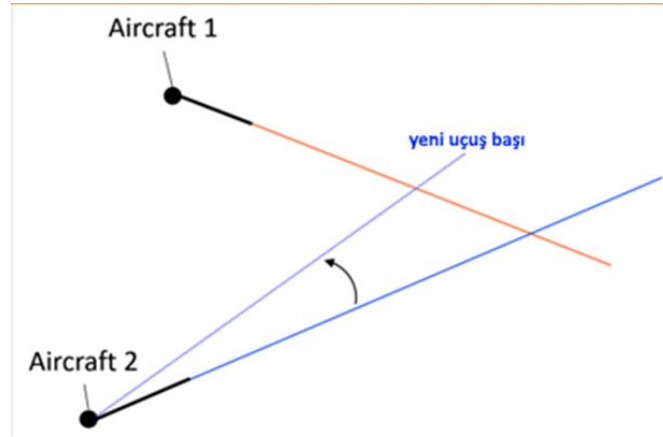
2.3.1.1. **Her iki hava aracına da vektör vermek.** Bu çoğunlukla karşılıklı (zıt) rotalardaki hava araçları arasındaki conflict problemlerini çözmek için kullanılır. Bu yöntem, kontrolör iş yükünü artırır (frekans üzerinde daha fazla muhabereye ihtiyaç duyması nedeniyle), ancak her hava aracı rotası üzerinde daha az saptırma avantajı sağlar. Sonuç olarak, uçulan mesafedeki artış genellikle dikkate alınmayacak düzeydedir. Bir şekilde bu teknik, iki hava aracı kafa kafaya yaklaştığında ya da çarpışma tehlikesi olduğunda, her birinin sağa doğru yön değiştireceğini belirten

ICAO Annex-2'den türetilmiştir. Dönüş yönü diğer faktörlere göre belirlenirken (bir sonraki bölüme bakın), bu yöntemde genel olarak her iki hava aracının da aynı yönde döndürülmesi esastır.



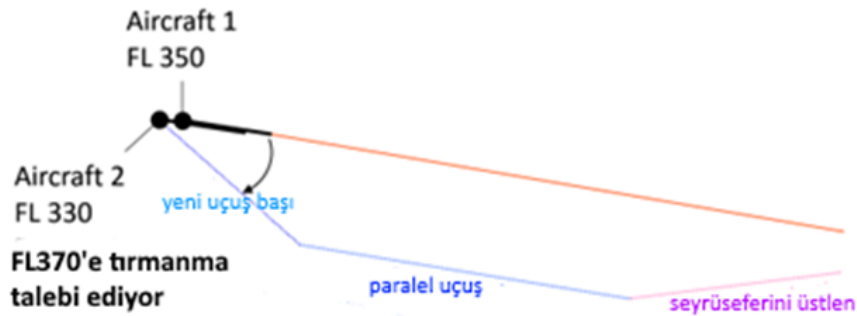
Her iki hava aracına da vektör örneği

2.3.1.2. Arkada olan hava aracına vektör vermek. Bu genellikle iki hava aracı da aynı seviyeyi koruduğunda ve CPA'ya göre iki hava aracının da aynı mesafede yada biri diğerinden daha geride olduğunda kullanılır. ATC açısından daha uygun bir seçimdir, çünkü daha az müdahale gerektirir (zaten bir miktar ayırma vardır).



Arkada olan hava aracına vektör örneği

2.3.1.3. Talepte bulunan hava aracına vektör vermek. Eğer bir pilot talepte bulunursa (genellikle tırmanmak için) ve bu talebin yerine getirilmesi başka bir hava aracıyla arasındaki ayırma nedeniyle mümkün değilse, genel tercih, talep sahibini vektör etmektir. Bazen bu gibi durumlarda iki vektör kullanılır - ilki istenen ayırma sağlamak için ve ikincisi ise yeterli ayırma sağlanıncaya kadar paralel bir rotada uçurmak için.



Talepte bulunan hava aracının vektörü, paralel bir rotada uçurulması ve son olarak kendi seyrüseferine devam etmesinin bildirmesi örneği

2.3.2. Yukarıdaki seçimler yaygın olarak kullanılsa da, özel durumlarda farklı bir eylemlerin kullanılmasının gerekebileceği unutulmamalıdır. Bu genellikle emniyet nedeniyle yapılır. Kapsamlı olmak amacıyla aşağıda bazı örnekler verilmiştir:

2.3.2.1. Kontrolör, *emergency* veya yüksek önceliğe sahip olan hava araçlarını (VIP, arama kurtarma, özel operasyonlar vb.) vektör ederek, ayırma sağlayabilir.

2.3.2.2. Verimlilik açısından kontrolörün iş yükünün artmaması için tek bir hava aracına (hava araçlarından birine 10 derece dönüş vermek ayırma sağlamak için yeterli olabilir) vektör verilebilir.

2.3.2.3. Daha fazla hava aracının olduğu kompleks durumlarda (örneğin, tırmanma talebini reddetmek uzun süre verimsiz bir seviyeyi koruyacaksa, gerekli vektör talep eden hava aracını rotasından çok fazla saptıracaksa veya üçüncü bir hava aracıyla conflict'e neden olacaksa) kontrolör rutinden sapabilir. Bir hava aracının talebi yerine bir bütün olarak duruma göre en az müdahale ile en uygun sonuçları elde etmeyi tercih edebilir.

2.4. Dönüş Yönü

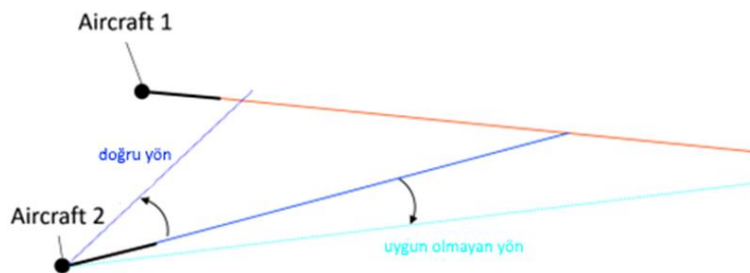
Vektör verilecek olan hava aracı seçildikten sonra kontrolör dönüş yönüne karar verir. Aşağıdaki genel ilkeler kullanılır:

2.4.1. Karşılıklı rotalarda uçan hava araçları ayırmanın artırılacağı yöne çevrilir.



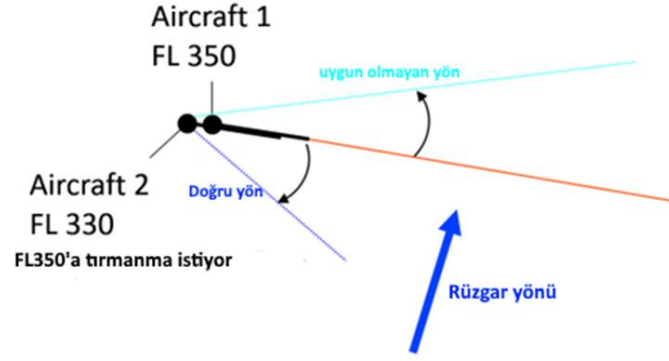
Hava aracı 2'yi hafifçe sağa çevirmek conflict'i çözmek için yeterliyken daha büyük açılarda sola çevirmek ise yeterli olmamaktadır

2.4.2. Aynı rota ve yönde hareket eden hava araçlarından geçiş noktasına göre uzakta olan öndekinin yeterli şekilde arkasından geçmesi.



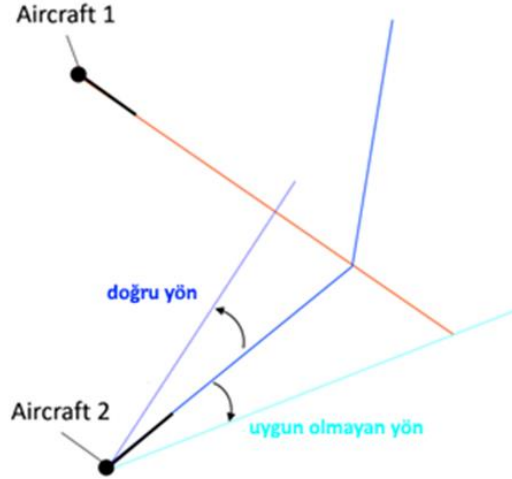
Hava aracı 2'yi sola çevirerek hava aracı 1'in arkasına vektör etmek conflict problemini çözer. Ancak sağa çevirmek conflict'i geciktirir ama çözmez.

2.4.3. Hava aracına rüzgara karşı vektör verme. Bu durum, yer süratini azaltır ve vektör verilen arkadaki hava aracının daha da gerisinde kalmasını sağlar. Bazı durumlarda, rüzgar yeterince kuvvetliyse, rüzgara karşı vektör verme, sıralama amacıyla sürat kontrolü kullanmaktan çok daha etkili olabilir.



Hava aracı 2'yi sağa çevirerek (rüzgara doğru) emniyetli bir şekilde FL 350'ye tırmanmasına müsaade edilebilir. Rüzgarın neden olduğu hız azalması nedeniyle hava aracı 2 ile hava aracı 1 arasında yeterli ayırma kısa sürede tesis edilir.

2.4.4. Hava aracının uçuş planına uygun bir yöne vektör edilmesi tercih edilir. Böylece, hava aracı kendi seyrüseferine devam ettiğinde, toplam uçuş mesafesi çok az artacak veya azaltılabilecektir (planlanan uçuşa kıyasla).



Hava aracı 2'ye herhangi bir yönde vektör vermek conflict'i çözer, ancak sola dönüş gecikmeye neden olmaz.

2.4.5. Vektör verilirken dikkat edilmesi gereken hususlardan bir tanesi de; tahditli/yasak/tehlikeli sahalara, sektör sınırına, başka sektörün kontrolündeki hava araçlarına doğru vektör verilmemelidir. Aksi takdirde emniyet riski ve iş yükü ciddi derecede artabilir.

2.5. Geçiş Açısı

2.5.1. Bir hava aracı ve dönüş yönünü seçtikten sonra kontrolör uçuş başı değişikliğinin kapsamını belirlemesi gerekir. Geçiş açısı bu aşamada belirlediği için çok önemlidir:

2.5.1.1. Vektör sonrasında ayırmadaki artış (örn. 10 derece başına mil cinsinden ifade edilir).

2.5.1.2. Geçiş noktası ile CPA arasındaki ayırmanın azaltılması.

2.5.2. Geçiş açısının genel etkisi aşağıdaki gibidir:

2.5.2.1. Doğru Açı (hava araçlarının birbirlerini kat edecekleri açı) "**60'da 1 kuralı** (Bkz. Bölüm III, Paragraf 2.6)" nın kullanılmasına izin verir.

2.5.2.2. Aynı rotada dar açı ile vektör:

2.5.2.2.1. Geçiş noktasından sonra, diğer seçeneklerin aksine daha az ayırmaya neden olabilir.

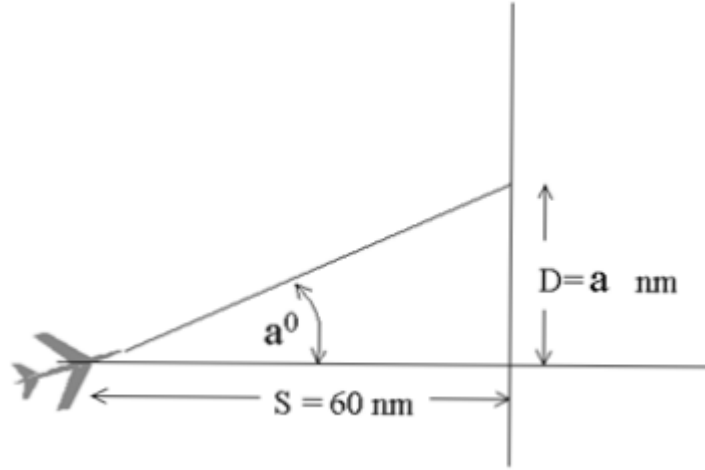
2.5.2.2.2. Vektör ile daha az ayırma (diğer seçeneklerin aksine). Duruma göre 20-30 derece dönüşler (veya daha fazla) gerektirebilir. Rüzgar elverişsizse, daha da büyük bir dönüş gerekebilir. "60'da 1 kuralı" artık çalışmaz, çünkü her iki hava aracının geçiş noktasından uzaklıkları hemen hemen aynı miktarda azalır, ayırmanın çok az artmasına yada hiç artmamasına neden olabilir. Daha büyük açılı vektör verilmesi, durumu "aynı rota" bir "geçiş rotasına" çevirir.

2.5.2.3. Karşılıklı rotalarda geniş açı ile vektör:

2.5.2.3.1. Geçiş noktasından sonra ayırmanın daha fazla azalması

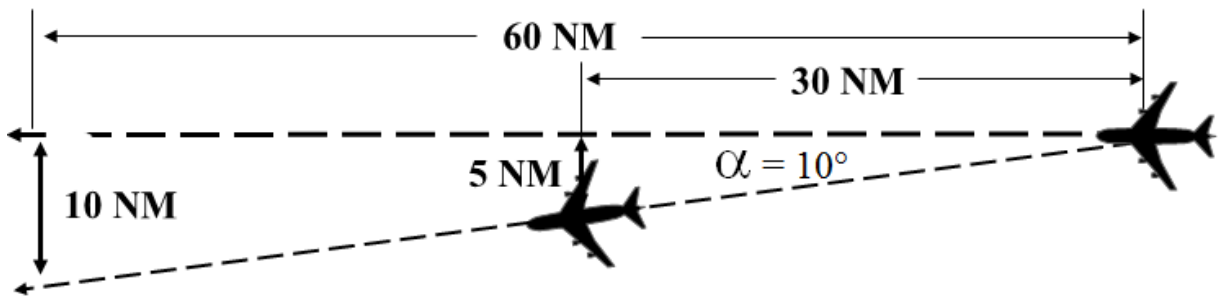
2.5.2.3.2. Vektör ile daha fazla ayırma elde edilir. İhtiyaç duyulan ayırmanın sağlanması için genellikle 5 veya 10 derecelik hafif bir dönüş yeterlidir.

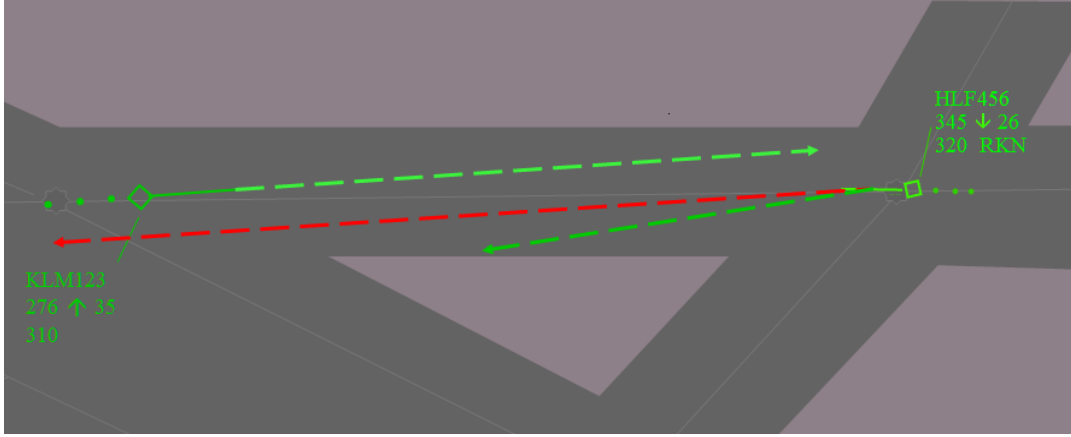
2.6. 60'da 1 Kuralı



Rüzgarsız bir havada, bir hava aracını vektör ile bir noktaya vektör etmek istediğinizde bu kural size yardımcı olabilir. Genel olarak %98 doğru sonuç alınabilir.

2.6.1. Bir hava aracı, belirlenmiş bir noktaya S=60 NM mesafede, bir hava aracına vermiş olduğunuz vektör açısı (a) kadar mesafe (D) uzağından geçer. Bir hava koridorunda uçmakta olan bir uçağı 10 derece sola çevirirseniz 60 NM sonra trafik, merkez hattının 10 NM uzağından geçer. Uçağı 60 NM için, her ihtiyaç duyduğunuz 1 NM için 1 derece sola çevirmelisiniz. (rüzgarın etkisi olmaması durumunda)





2.6.2. Bir hava aracı, belirlenmiş bir noktaya $S=60$ NM mesafedeyken, hava aracına vermiş olduğunuz vektör açısı (α) kadar mesafe (D) uzağından geçer. Bir hava koridorunda uçmakta olan bir uçağı 10 derece sola çevirirseniz 60 NM sonra trafik, merkez hattının 10 NM uzağından geçer. Uçağı 60 NM için, her ihtiyaç duyduğunuz 1 NM için 1 derece sola çevirmelisiniz. (rüzgarın etkisi olmaması durumunda)

2.6.3. Aşağıdaki tabloda 10 derece farklı vektörün sonunda hava aracının rota merkez hattının yaklaşık kaç NM uzağında olacağını tablo olarak görebilirsiniz:

Mesafe S NM	Sapma S NM
60	10
50	8
40	6
30	5
20	3
10	1.5

2.6.4. Tabloda da görüldüğü gibi 10 derecelik farklı vektör 30 NM'da yaklaşık 5 NM'lik bir fark oluşturur. Eğer sizin 30 NM'da 10 NM'lik bir sapmaya ihtiyacınız olacaksa, vektör açınızı iki katına çıkarmanız gerekmekte 10 derece yerine 20 derecelik bir vektör vermeniz gerekecektir.

2.6.5. **Örnek:** Bir hava aracınının 40 NM içerisinde, bir sahadan kaçınması için, mevcut uçuş rotasınının 20 NM solundan geçmesi gerekmektedir. Hava aracına vermeniz gereken vektör farkı asgari ne olmalıdır?

Cevap: 60 NM için 20 derecelik bir farka ihtiyacınız olduğuna göre 40 NM için 20 * 60/40= 30 derecelik bir farka ihtiyacınız vardır.

2.6.6. Bu yöntemi aşağıdaki durumlarda kullanabiliriz:

2.6.6.1. Kötü hava şartları gibi sahaların etrafından dolaştırmak için seyrüsefer yardımında bulunmak için,

2.6.6.2. Trafikleri yasak ve tahditli sahalardan uzak tutmak için,

2.6.6.3. Bilinmeyen bir trafikten kaçındırmak için. (Trafik bilgisinden sonra pilotun trafiği takip edememesi ve vektör istemesi gibi durumlarda)

3. Temel Kontrolör Teknikleri: Vektör

3.1. Giriş

Bu bölümde, trafik akışını yönetmek ve conflictleri çözmek için hava trafik kontrolörleri tarafından vektör yönteminin kullanılması açıklanmaktadır. Saha kontrolde vektör kullanımının genel ilkeleri, tipik kullanımları ve ilişkili riskleri anlatılmaktadır. Ayrıca vektör yönteminin pratik kullanımı hakkında bazı tavsiyeler vermektedir. Tavsiyenin çoğunlukla iyi uygulamalara ve deneyime dayandığını ve hiçbir şekilde yerel prosedürleri ve talimatları değiştirmeyi veya bunların yerini almayı amaçlamadığı unutulmamalıdır.

3.2. Tanım

Vektör; ATS gözetim sisteminin kullanımına dayalı olarak hava araçlarına belirli uçuş başları vererek seyrüseferlerine yardımcı olmak.

3.3. Açıklama

3.3.1. Vektörün amacı, hava aracının emniyetli bir şekilde arzu edilen rotayı takip etmesini sağlamaktır. Bir hava aracına, önceden planlanmış bir rotadan saptıran ilk vektörü verildiğinde, pilotun aşağıdakiler hakkında bilgilendirilmesi gerekir:

3.3.1.1. sapmanın nedeni (ör. trafik nedeniyle, sıralama/ayırma amacıyla vb.)

3.3.1.2. beklenen süre (ör. 5 dk için)

3.3.2. Genel tahditler:

3.3.2.1. Hava araçları lokal düzenlemelerde aksi belirtilmedikçe kontrolörün sorumlu olduğu hava sahası sınırından ayırma minimumunun yarısından daha yakınına (yani, hava sahasında ayırma minimum değeri 5 NM ise 2,5 NM'den daha yakın) vektörlenmemelidir.

3.3.2.2. Kontrollü uçuşlar, acil durumlar veya olumsuz hava koşullarından (bu durumda pilotun bilgilendirilmesi gerekir) kaçınmak veya pilotun özel geçerli bir talebi dışında kontrolsüz hava sahasında vektörlenmemelidir.

3.3.3. Bir IFR uçuşa vektör veya direkt rota verirken, hava aracı bir ATS koridorundan çıkarırsa, mania emniyet payı dikkate alınmalıdır.

3.3.4. Vektöre ihtiyaç kalmadığında kontrolör, pilota hava aracının pozisyonunu vererek kendi seyrüseferine devam etmesi talimatı vermelidir.

3.3.5. 60'ta 1'i kuralı, ihtiyaç duyulan rota değişikliğinin hızlı hesaplanması için kullanılabilir.

3.4. Kullanılan Frezyolojiler

3.4.1. **REPORT HEADING** - uçuş başının başka kaynaklardan (Mode S vb.) alınmadığı zamanlarda kullanılabilir.

3.4.2. **CONTINUE PRESENT HEADING** – bu talimat “kilitleme” olarak da bilinir.



3.4.3. **FLY HEADING [three digits]²⁰⁰** – pilotun talep edilen istikamete daha hızlı ulaşacak yöne dönmesi beklenir.

3.4.4. **TURN (LEFT/RIGHT) HEADING (three digits)** – bu talimat hem talep edilen uçuş başını hem de dönüş yönünün hangi taraftan olacağı bilgilerini içerir.

3.4.5. **TURN (LEFT/RIGHT) (number of degrees) DEGREES** – bu talimat bir önceki talimata benzerdir, fark verilen pozisyonun mutlak olmaktan ziyade göreceli (mevcut uçuş başına göre) olmasıdır.

3.4.6. **RESUME OWN NAVIGATION DIRECT (point)** – vektör talimatının istenilen amaca ulaşması sonrasında, bu talimat ile hava aracının rotasına girişi sağlanır.

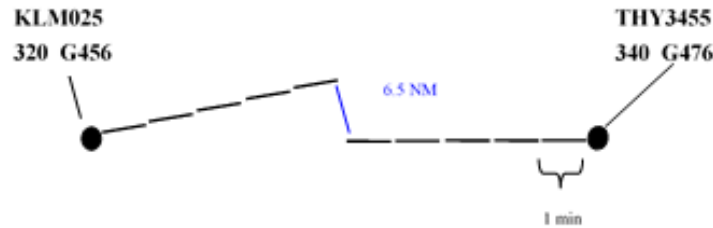
3.5. Kullanım Amaçları

3.5.1. **Tanımlama** – Ülkemiz Hava Sahasında genelde ihtiyaç duyulmamakla beraber sadece PSR kullanılan yerlerde tanımlama için vektöre ihtiyaç duyulabilir.

3.5.2. **Seyrüsefer Yardımı** – ekipman arızası nedeniyle diğer seyrüsefer araçları (örn. GNSS, INS, RNAV) mevcut değilse vektör bir seçenek olarak kullanılabilir. Ayrıca pilotun yönünü kaybetmesi durumunda rotasından sapmış VFR uçuş için de yararlı olabilir.

3.5.3. **Özel Sahalardan Kaçındırma** – herhangi bir nedenle bir hava aracı bir özel hava sahasına (yasak, tahditli, tehlikeli hava sahaları vb.) yaklaşıyorsa, vektör ile sahanın etrafından geçirilebilir.

3.5.4. **Uçuş Başını Muhafaza Ettirme** - bazen hava araçları arasında yeterli ayırma olduğu, ancak öngörülen minimanın biraz üzerinde olduğu durumlarda kullanılan bir yöntemdir (ör. 5 millik ayırmanın olduğu yerde 5.2 mil ayırma). Bu gibi durumlarda kontrolör iki hava aracının uçuş başını "kilitleyebilir" ("*continue present heading*"). Bu, uçuş ekiplerinin durumsal farkındalığını artırır ve beklenmedik dönüş olasılığını azaltır. Bu yöntem, hava aracının yanlamasına sapmasına yol açmasa da, kontrolör hava aracının belli bir uçuş başında uçması talimatı verdiği için, vektör tanımına girer.

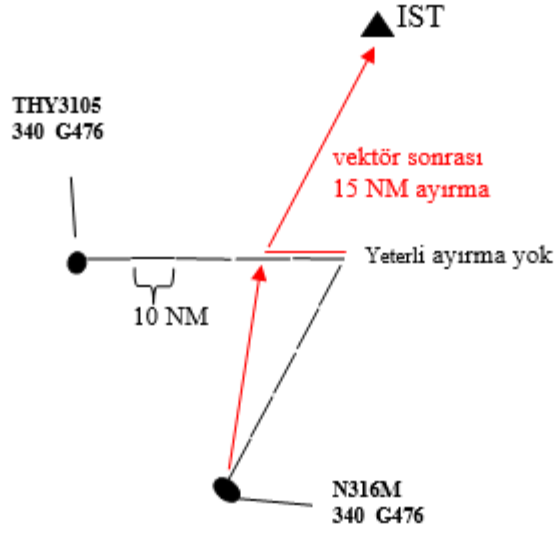


ATC: THY3455 CONTINUE PRESENT HEADING
FOR 5 MINUTES DUE TO TRAFFIC
ATC: KLM025 CONTINUE PRESENT HEADING

3.5.5. **Karşılıklı Rotada Conflict Çözme** - bazı nedenlerden ötürü bir seviye değişikliği mümkün değilse (tırmanamayan hava aracı, diğer seviyelerdeki trafikler, diğer sektörle koordinasyon ihtiyacı, vb.) vektör, problemi çözenin etkili bir yolu olabilir. İhtiyaç duyulan ayırmayı sağlamak için nispeten küçük bir yön değişikliği yeterli olabilir.

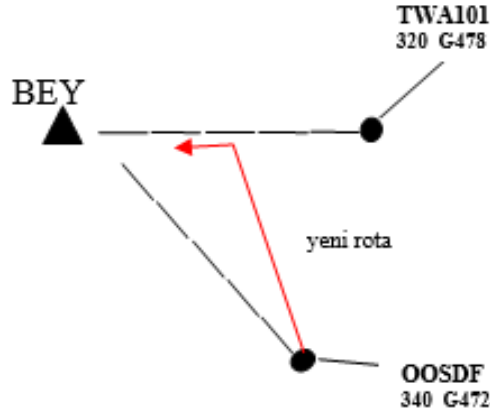
²⁰⁰ **Heading** (uçuş başı) talimatları genelde beş ve beşin katları (ör. 055, 100, 115, 235, 260 vb.) şeklinde verilir. Her bir rakam ayrı telaffuz edilir (ör. uçuş başı 100 "one hundred" olarak değil "one zero zero" şeklinde telaffuz edilir).





ATC: N316M TURN LEFT TWO ZERO DEGREES FOR SEPARATION
(AYIRMA SAĞLANDIKTAN SONRA)
ATC: N316M RESUME OWN NAVIGATION TO IST

3.5.6. Kesişen Rotada Conflict Çözme - bir seviye değişikliği tercih edilmiyorsa ve sürat kontrolü yapmak için yeterli zaman yoksa, kesişen rotalardaki conflict'i çözmek için vektör çok etkili bir yöntemdir. Çoğu durumda, iki yolun kesişme noktasına göre arkada olan (zaman olarak) hava aracının öndeki hava aracına doğru döndürülmesi tercih edilir. Geçiş tamamlandıktan sonra, vektörlü hava aracının uğradığı gecikmeyi telafi edecek şekilde bir sonraki noktaya direkt rota verilebilir.



ATC: OOSDF TURN RIGHT TWO ZERO DEGREES FOR SEQUENCING
ATC: (OOSDF, TWA101 in ARKASINA ALINDIKTAN SONRA)
OOSDF RESUME OWN NAVIGATION TO BEY

3.5.7. Sıralama - genellikle sürat kontrolü ile birleştirildiğinde, vektör bir sonraki ATS sektörü veya birimi ile sınıra ulaşmadan önce gerekli ayırma için etkili bir yöntemdir. Uygulama, kesişen rotalarda conflict çözme senaryosuna benzerdir, aradaki fark, gerekli ayırma sağlandıktan sonra, vektördeki hava aracının, önde olanın arkasında kalmasıdır.

3.6. Riskler

3.6.1. **Vektördeki bir hava aracını unutmak.** Bu, uçuş verimliliği üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir.

3.6.2. **Düz uçuşta rüzgar etkisinin yanlış hesaplanması.** Bir kontrolör, bir hava aracını diğerin arkasına gelecek şekilde vektör etmeye çalışırken, yeni uçuş başında kuyruk rüzgarı bileşeni fazlaysa vektörün beklenen etkisi görülmeyebilir (kuyruk rüzgarı, hava aracının süratini artırarak vektörlerden beklenen faydayı etkili bir şekilde azaltır).

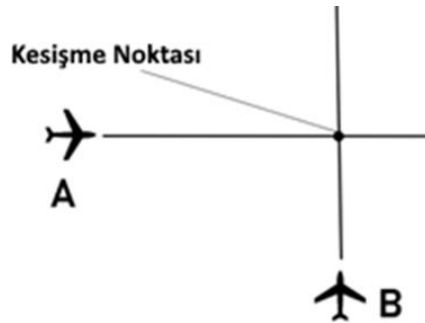
3.6.3. **Yüksek irtifalarda kuvvetli yan rüzgar** etkisi ile uçaklar rüzgar yönüne doğru 10-15 derecelik uçuş başı değişiklikleri yaparak rota üzerinde kalabilirler, bundan dolayı takip edilen rota ile uçuş başı arasında fark olabilir. Herhangi bir sebepten dolayı vektör verileceği zaman , bu durum dikkate alınmalıdır. En garantili yöntem uçulacak yeni uçuş başı yerine, kaç derecelik dönüş yapılacağı talimatının verilmesidir.

3.6.4. **Alçalan/tırmanan uçuşta rüzgar etkisinin yanlış hesaplanması.** Rüzgar farklı seviyelerde farklı olabilir. Yön biraz aynı olsa bile, rüzgar hızı önemli ölçüde değişebilir. Sonuç olarak, kafa rüzgarı/kuyruk rüzgarı/yan rüzgar bileşeni de değişecektir ve bu istenen sonucu etkileyebilir. Örneğin, rüzgar hızı (ve dolayısıyla yan rüzgar bileşeni) yükseklikle artarsa, farklı seviyelerdeki sürüklenme açısı farklı olabilir. Bu, paralel uçuşların yaklaşmasına neden olabilir. Bunun için vektör verilen hava aracına paralel yada hafifçe uzaklaşan bir uçuş başı verilebilir.

3.6.5. **Alçalan/tırmanan uçuşta hava aracı performansının yanlış hesaplanması.** Genellikle, tırmanan hava araçları yer süratini artırır ve alçalanlar ise azaltır. Bu doğru bir şekilde dikkate alınmazsa, ayırma kaybı yaşanabilir.

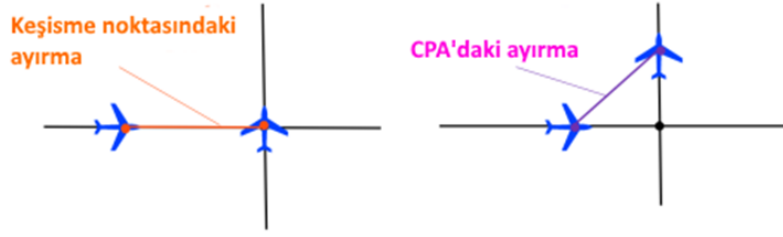
3.7. Dikkate Alınması Gereken Hususlar

3.7.1. **Kesişme noktası.** Çoğu durumda kesişen rotalarda problem olan hava araçları için vektör kullanılır. Geçiş noktasına göre arkada olan hava aracına önde olanın üzerine doğru vektör vermek en etkili yöntemdir. Bu yöntemde, vektör edilen hava aracı diğerinin arkasından emniyetli bir şekilde geçiş yapar. Herhangi bir nedenle öndeki hava aracına vektör vermek gerekiyorsa çok daha büyük bir sapma gerektirir.



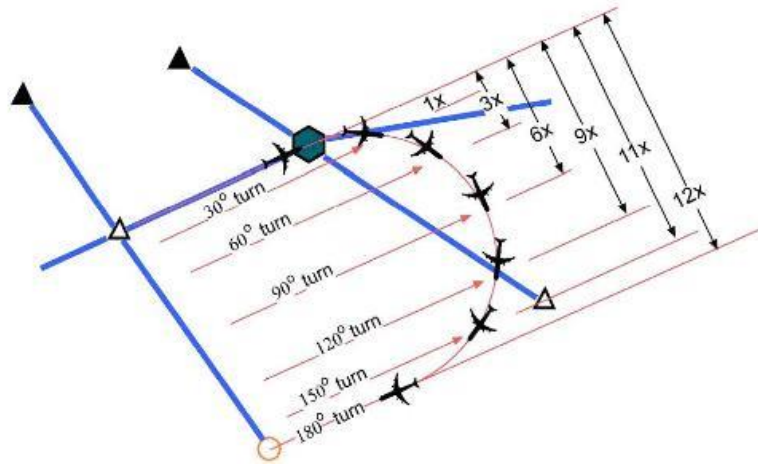
Bu durumda, vektör için en etkili seçenek hava aracı A'yı sağa çevirmektir.

3.7.2. **Asgari Yakınlaşma Noktası (CPA).** İki hava aracı arasındaki ayırmanın asgari seviyeye ulaştığı andır. Genel olarak, hava araçları arasındaki ayırma, ilk hava aracının geçiş noktasına ulaşmasından sonra ikincinin rotasını kat etmesinden sonra bile bir süre azalmaya devam ettiği unutulmamalıdır. İlk hava aracı geçiş noktasına ulaştığında ve CPA anı arasındaki ayrılma arasındaki fark geçiş geometrisine bağlıdır. Örneğin, hava araçları dik açı ile kesişirse ve her iki hava aracı da aynı yer hızında uçarsa, CPA'daki ayırma, geçiş noktasındaki ayırmanın yaklaşık % 70'i olacaktır. Bu nedenle, kontrolör ayırmanın azalmasını telafi edecek şekilde planlama yapacaktır.



Öndeki hava aracı geçiş noktasına ulaştıktan sonra, ayırma CPA anına kadar düşmeye devam eder.

3.7.3. **Dönüş Açısı.** Ne kadar büyük bir açı ile dönüş verirse o kadar geniş bir hava sahasına ihtiyaç duyulur. Aşağıdaki şekilde altı farklı dönüş açısının gerektirdiği alan gösterilmiştir.

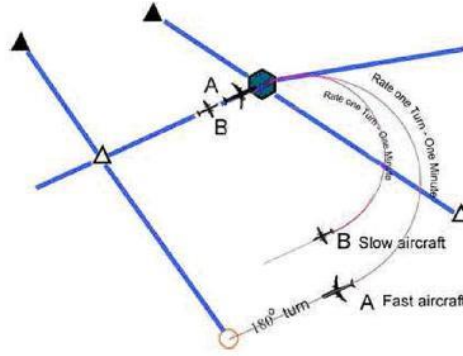


30° lik dönüş ile 180° lik dönüş arasındaki gözle görünen fark

3.7.4. **Ne kadar erken o kadar iyi.** İyi bir planlama yapıp önceden verilen bir talimat, durumu emniyetli bir şekilde çözerken, uçuş verimliliği (neredeyse) etkilenmez. Örneğin, 5 derecelik bir uçuş başı değişikliği bile 10 dk sonra sola/sağa yaklaşık 6 mil yer değiştirmeye neden olur. Öte yandan, conflict 3-4 dk sonra gerçekleşiyorsa, bazı durumlarda 20 derece veya daha fazla uçuş başı değişikliği vermek gerekebilir.

3.7.5. **Rüzgar yönü ve hızı.** Genel olarak rüzgar etkisinden faydalanmak için arkadaki hava aracını rüzgarı karşıdan alacak şekilde vektör etmek tavsiye edilebilir. Böylece bir hava aracının bir uçuş başında uçması için gereken süre azalarak, problemin hızlı bir şekilde çözülmesine yardımcı olabilir.

3.7.6. **Hava aracı sürati.** Yüksek yer sürati, dönüş arkının yarı çapını artırır. Yer Süratinde meydana gelen artış, yapılan dönüşün saha genişliğini artıracaktır. Yani hava aracı daha geniş bir sahaya ihtiyaç duyacaktır. Bu nedenle yüksek süratteki hava araçları daha geniş açıda dönüşler yaparlar. Yüksek yer süratine sahip hava araçlarına, yavaş yer süratine sahip hava araçlarına nazaran daha erken dönüş talimatı verilmelidir. Aşağıdaki şekilde A hava aracı B'den daha süratlidir.



Yavaş yer süratine sahip bir hava aracı (B) ile hızlı yer süratine sahip hava aracına (A) 180° derecelik bir dönüş verildiğinde ortaya çıkan örnek bir tablo

3.7.7. **Kısıtlar.** örneğin kötü hava şartları nedeniyle kaçınmaların olduğu bir ortamda conflictlerin çözümü için vektör kullanmak iyi bir yöntem olmayabilir.

3.7.8. **Kat ediş açısı.** Dar bir geçiş açısı, gerekli ayırmayı sağlamak için daha büyük bir sapmanın gerekli olacağı anlamına gelir (dik açıya kıyasla). Genel olarak, kesişme açısı ne kadar büyük olursa, gerekli vektör o kadar küçük olur.

3.7.9. **Dönüş yönü.** "turn left/right heading [3 digits]" talimatı kullanılırsa ve mevcut uçuş başı bilinmiyorsa, gerçekleştirilen manevra kontrolörü hayal kırıklığına uğratabilir (örneğin, uçuş başı 360 olan bir hava aracına, "Turn left heading 005" talimatı verilmesi hava aracının küçük bir dönüş yapması yerine orbit atmasına neden olabilir).

3.7.10. **Dönüş Hızı.** Bir hava aracının, standart olarak 1 saniyede 3 derecelik dönüşler yaptığı kabul edilir. Bununla beraber, kontrolörlerin bu pratik bilgiden bazı sapmaların olabileceğini bilmeleri ve vektör verirken de bu hususu göz önünde bulundurmaları gereklidir. Örneğin jet motoruna sahip hava araçları yüksek irtifalarda saniyede 1.5 ya da 2 derece dönebilirler ve eğer buna bir de hava aracının yüksek süratini de eklersek dönüş açısı daha da geniş olabilir. Diğer taraftan yüksek performanslı askeri savaş uçakları düşük seviyelerde uçarken 3 dereceyi de aşan dönüşler yapabilirler ki bu, keskin başlı dönüşler anlamına gelir.

3.7.11. **Zaman Aralığı.** Kontrolörün hava aracına dönüş talimatı vermesi ile pilotun dönüş başlaması arasında her zaman bir gecikme olacaktır. Bu durum aşağıdaki nedenlerden dolayı meydana gelmektedir:

3.7.11.1. Talimatı verinceye kadar geçen süre,

3.7.11.2. Pilotun harekete geçme süresi ve manuel ya da oto pilotla talimatı girerken geçen süre,

3.7.11.3. Hava aracının verilen bu dönüş talimatını uygulamaya başlama (gövde büyüdükçe bu süre de büyük olur) süresi.

3.7.12. **Yanlış Anlama.** Bazen uçuş ekibinin "Turn left 10 degrees" ve "Turn left heading 010 degrees" gibi talimatları karıştırmaları mümkündür. Hava aracının belli bir açı kadar sağa/sola dönüş vereceğimizde "degrees" kelimesinin, belli bir uçuş başında uçuşunu istediğimizde de "heading" kelimesinin kullanılması gerekmektedir.

3.7.13. VFR uçuşlara vektör yardımı yapılırken, hava aracının IMC şartlara girmemesi ile manialara yaklaşmaması hususları göz önüne alınmalıdır.

4. Temel Kontrolör Teknikleri: Sürat Kontrolü

4.1. Giriş

Bu bölümde, trafik akışını yönetmek ve çakışmaları çözmek için hava trafik kontrolörleri tarafından sürat kontrolünün kullanımı açıklanmaktadır. Buradaki tavsiyeler çoğunlukla genel ve başarılı uygulamalardan kaynaklanmakta olup, hiçbir şekilde lokal prosedürlerin ve talimatların yerini alması amaçlanmadığı unutulmamalıdır.

4.2. Açıklama

4.2.1. Sürat kontrolü; emniyetli ve düzenli bir trafik akışını kolaylaştırmak için kullanılır. Hava aracının süratini belirli bir şekilde ayarlama talimatı vererek kullanılır.

4.2.2. Sürat ayarlamaları, ihtiyaç duyulan bir ayırma değerini belirlemek ve/veya korumak için gerekli olanlarla sınırlandırılmalıdır. Alternatif sürat artışları ve azaltmaları da dahil olmak üzere, sık sık sürat değişiklikleri içeren talimatlardan kaçınılmalıdır. Artık bir sürat kontrol kısıtlaması gerekmediğinde hava araçlarına bildirilmelidir. Uçuş mürettebatı bir hız talimatına uyamıyorsa ATC'yi bilgilendirmelidir.

4.2.3. Bir hava aracının gelecekteki pozisyonu (ve ayırma değeri) yer sürati ile belirlenir. Doğrudan kullanılması pratik olmadığından, istenen yer süratine ulaşmak için belirtilen gösterge sürati (IAS) ve Mach kullanılır. FL 250 veya üzerindeki seviyelerde, sürat ayarlamaları 0,01 Mach'ın katları olarak ifade edilmelidir. FL 250'nin altındaki seviyelerde ise IAS'ye göre 10 kt'ın katları olarak ifade edilmelidir. Uygun yer sürati ile sonuçlanacak gerekli IAS veya Mach numarasını hesaplamak kontrolörün görevidir. Aşağıdaki faktörlerin dikkate alınması gerekir:

- Uçak tipi (uygun sürat aralığı)
- Rüzgar hızı ve yönü (iki hava aracının aynı yönde olmaması durumunda)
- Uçuş aşaması (tırmanış, seyir, iniş)
- Hava aracının uçuş seviyesi (özellikle iki hava aracı farklı seviyelerdeyse)

4.2.4. Sürat kontrolü için kısıtlamalar:

- Bir bekleme noktası üzerinde bekleme yapan hava araçlarına sürat kontrolü uygulanmaz,
- Ara ve son yaklaşma aşamasında bulunan hava araçları için IAS'de 20 kt'ı geçmeyen sürat ayarlamaları yapılabilir,
- Son yaklaşma aşamasındaki hava aracına pist başına göre 4 NM mesafeden sonra sürat ayarlaması yapılmaz.

4.3. Kullanılan Frezyolojiler

4.3.1. **REPORT SPEED** (mevcut sürat Mode S gibi herhangi bir kaynaktan elde edilememişse)

4.3.2. **MAINTAIN/INCREASE/REDUCE [speed] [OR GREATER/OR LESS] [reason] [condition]**. Örnekler:

- **MAINTAIN 300 KNOTS OR GREATER**
- **MAINTAIN MACH .83 OR LESS DUE CONVERGING TRAFFIC UNTIL [point name]**
- **REDUCE SPEED 260 KNOTS OR LESS FOR SEQUENCING**



- INCREASE SPEED MACH .82 OR GREATER FOR THE NEXT 10 MINUTES

4.3.3. RESUME NORMAL SPEED (daha evvel verilen sürat ayarlamalarını iptal eder)

4.3.4. NO ATC SPEED RESTRICTIONS (daha evvel verilen sürat ayarlamalarını iptal eder)

4.4. Kullanım Amaçları

4.4.1. Ayırma sağlamak için (örn. Aynı yöndeki iki hava aracı arasında mevcut durumda 9 NM ayırma varsa ve FIR çıkış noktasında 10 NM ile devretmek gerekiyorsa)

4.4.2. Mevcut ayırmanın korunması (örn. Birbirini takip eden iki hava aracı arasında gerekli ayırma olmasına rağmen biri veya her ikisi de süratini değiştirirse ihtiyaç duyulan ayırma sağlanamayabilir.)

4.4.3. Geciktirme amaçlı (bekleme noktası uygulamasına alternatif olarak)

4.4.4. Vektör kullanmamak yada vektöre olan ihtiyacı azaltmak için aşağıdaki durumlarda:

4.4.4.1. Bazı durumlarda vektör yerine sürat kontrolü tercih edilebilir.

4.4.4.2. Bazı durumlarda ise sürat kontrolü vektör ile birlikte hava araçlarının belli bir uçuş başında daha az süre uçmasını sağlamak için kullanılabilir.

4.5. Pratik Bilgiler

4.5.1. genel olarak 0.01 Mach 6 kt'a eşittir.

4.5.2. 6 kt'lık bir sürat değişikliği 10 dk'da 1 NM fark yaratır.

4.5.3. 30 kt'lık sürat değişikliği 2 dk'da 1 NM fark yaratır.

4.5.4. 60 kt'lık sürat değişikliği 1 dk'da 1 NM fark yaratır.

4.6. Avantajları

4.6.1. Sürat kontrolü, genel olarak sıralama yapmak ya da conflictlerin çözümünde çok verimli olmaktadır.

4.6.2. Kontrolör iş yükü, genel olarak seviye koordinasyonu vb. gibi koordinasyona fazla ihtiyaç olmayacağından daha düşüktür.

4.7. Dikkate Alınması Gereken Hususlar

4.7.1. Gececek zaman dikkate alınmalıdır. Hava aracının yapısı nedeniyle ihtiyaç duyulan sürat ulaşması birkaç dakika alabilir.

4.7.2. Bir hava aracı aşırı yüklüyse ve/veya yüksek irtifada ise sürat değişikliği kısıtlı olabilir.

4.7.3. Türbülansa maruz kalan hava araçları genellikle düşük süratte uçarlar. Bu koşullar altında, sürat artış talimatları için uçuş ekibi ile koordine etmeniz önerilir.

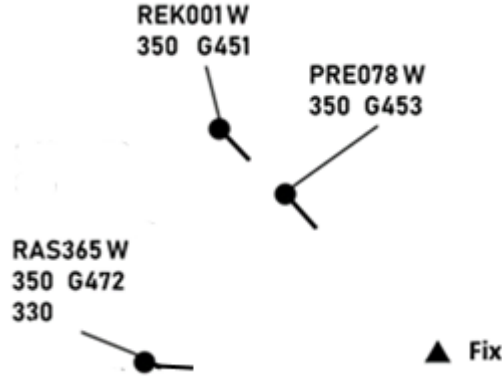
4.7.4. Sürat kontrolü, diğer yöntemlere (vektör, seviye değişimi, dikey hız kontrolü vb.) kıyasla gerekli ayırma sağlamak için daha fazla zamana ihtiyaç duyar. Daha küçük ATS sektörleri için (örn. 10 dakikalık geçiş süresi) bu yöntem aşağıdakiler için etkilidir:



4.7.4.1. Ayırma sağlanması (örneğin, hava aracının halihazırda biraz ayırması varsa ve birkaç mil daha fazlasına ihtiyacı varsa, bu daha kısa ATS sektörlerinde bile sürat kontrolü ile gerçekleştirilebilir)

4.7.4.2. Mevcut ayırmanın korunması (örneğin, benzer tipte birbirini takip eden iki hava aracı arasında ayırma varsa, aynı sürati muhafaza etmek için bir talimat uygun olacaktır)

4.7.5. Rüzgar etkisi. Rüzgar daha yavaş bir hava aracının (Mach veya IAS cinsinden) daha hızlı olandan daha yüksek bir yer süratine sahip olmasını sağlayabilir. Karmaşık bir durumda, ardışık hava araçları için sürat kontrolünü kullanmak ve yakınlaşan bir conflict için başka bir yöntem (örn. Seviye değişikliği) kullanmak genellikle daha uygundur.



Bu durumda üç hava aracı da aynı tiptedir ve aynı Mach ile uçmaktadır. Bununla birlikte, şiddetli rüzgarlar nedeniyle RAS365 oldukça hızlıdır. Bu nedenle, PRE078 (örn. M078 veya daha yüksek) ve REK001 (örneğin M078 veya daha düşük) için hız kontrolünün kullanılması ve RAS365 seviyesinin değiştirilmesi (bu durumda FL330'a inilmesi) önerilir.

4.7.6. Tırmanış sırasında (sabit rüzgarda) Mach sayısının korunması TAS'nin (ve dolayısıyla yer süratinin) azalmasına neden olur. Bu nedenle, arkadaki hava aracı, öndeki hava aracına daha yüksek bir sürati muhafaza etmesi talimatı verilmiş olsa bile, önceki hava aracına yetişmesi mümkündür.

4.7.7. Alçalma sırasında (sabit rüzgarda) IAS'nin korunması TAS'nin (ve dolayısıyla yer süratinin) azalmasına neden olur. Bu nedenle, arkadaki hava aracı, öndeki hava aracına daha yüksek bir sürati muhafaza etmesi talimatı verilmiş olsa bile, önceki hava aracına yetişmesi mümkündür.

4.7.8. Sürat azaltma talimatının genellikle yüksek varyoyla alçalma talimatı ile birlikte kullanımı uygunsuzdur. Birlikte kullanımından mümkün olduğunca kaçınılmalı, sadece uçuş ekibi ile tam bir mutabakat sağlanması durumunda kullanılmalıdır.

4.7.9. Hem sürati düşürülecek hem de alçalma verilecek hava araçlarına, önce süratini düşürmesi ve sonra alçalması talimatı verilebilir.

- **REDUCE SPEED TO TWO FIVE ZERO KNOTS THEN DESCEND TO FL ONE SIX ZERO**

4.7.10. Yüksek irtifalarda turbo jet hava araçlarının süratinin 250 kt'ın altındaki değerlere düşürülmesi, uçuş ekibi ile koordinasyondan sonra uygulanmalıdır.

4.7.11. Uzunlamasına ayırma uygulamalarında öndeki hava aracına değil arkadaki hava aracına müdahale edilir. Arkadaki hava aracının süratinden dolayı ayırma azalıyor, arkadaki hava aracının uçuş seviyesi değiştirilir.



5. Temel Kontrolör Teknikleri: Dikey Sürat

5.1. Giriş

Bu bölümde, trafik akışını kontrol etmek ve conflictleri çözmek için hava trafik kontrolörleri tarafından dikey sürat (tırmanma ve alçalma oranları) kullanımı açıklanmaktadır. Genel prosedürleri, tipik uygulamaları ve ilişkili riskleri açıklar. Ayrıca, hava trafik kontrolörleri tarafından bu yöntemin kullanımı hakkında bazı tavsiyeler verilir.

5.2. Açıklama

5.2.1. Emniyetli ve düzenli bir trafik akışını kolaylaştırmak için, hava araçlarından tırmanma/alçalma süratini ayarlaması istenebilir. Dikey sürat ayarlamaları, istenen bir ayırma değerini belirlemek ve/veya muhafaza etmek için gerekli olanlarla sınırlandırılmalıdır. Sık sık tırmanma/alçalma oranlarını içeren talimatlardan kaçınılmalıdır.

5.2.2. Tırmanan/alçalan hava aracına; belirli, belirtilen değerden fazla/az bir dikey sürati muhafaza etmesi talimatı verilebilir.

5.2.3. Bir hava aracına, belirli bir uçuş seviyesine ulaşmaya yada uçuş seviyesini kat edinceye kadar dikey süratini azaltması yada artırması yönünde talimat verilebilir.

5.2.4. Artık dikey sürat tahdidine ihtiyaç kalmadığında hava aracı bilgilendirilmelidir. Uçuş ekibi de, herhangi bir zamanda belirli bir dikey sürat talimatına uyamadığı durumda ilgili ATC birimini bilgilendirmelidir.

5.3. Kullanılan Frezyolojiler

5.3.1. Dikey sürat talimatı, dikey manevranın bir parçası veya ayrı bir talimat olarak değerlendirilebilir. İhtiyaç duyulan tırmanma/alçalma sürati, genellikle ft/dk cinsinden belirtir ve ayrıca şunları içerebilir:

5.3.1.1. Varsa, dikey süratin üst veya alt limiti. Bu durumda "or greater" ve "or less" ifadeleri kullanılır. Herhangi bir sınır belirtilmezse, hava aracının tam dikey süratini muhafaza etmesi beklenir.

5.3.1.2. Varsa bir koşul (örn. *until passing a level or a point*)

5.3.1.3. Diğer bilgiler (örn. Tahdidin nedeni (*traffic, special use area vb.*))

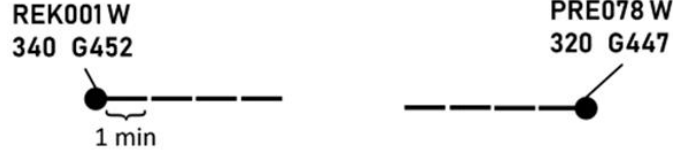
5.3.2. Örnekler:

- PRE078 CLIMB FL 370 AT 1000 FEET PER MINUTE OR GREATER UNTIL PASSING FL 360 DUE CROSSING TRAFFIC.
- EKR365 DESCEND FL 120 AT 1500 FEET PER MINUTE OR LESS
- SNA031 DESCENT AT 2500 FEET PER MINUTE OR GREATER DUE TRAFFIC.
- SLV015 CLIMB AT 1500 FEET PER MINUTE OR GREATER UNTIL PASSING FL 220 DUE DANGER AREA AHEAD.

5.4. Kullanım Amaçları

5.4.1. Tırmanma talebinin karşılanması





Pilot: PRE078, request FL 380

ATC: PRE078, climb to FL 380 at 1000 feet per minute or greater due opposite traffic

5.4.2. İniş ve kalkış trafikleri arasında ayırma sağlanması



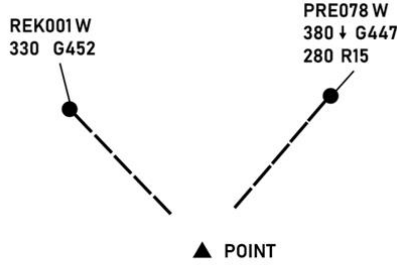
ATC: PRE078, climb at 1500 feet per minute or greater due opposite traffic, advise if unable

PRE078: (Readback)

ATC: REK001, descent at 2500 feet per minute or greater due opposite traffic

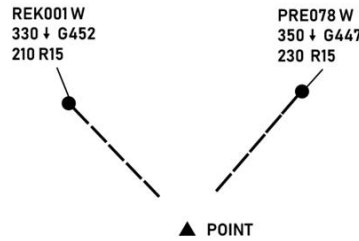
REK001: (Readback)

5.4.3. Alçalan hava aracını altındaki düz uçuş yapan hava aracından ayrılması



ATC: PRE078, descend to FL 200 at 1500 feet per minute or greater until passing FL 320

5.4.4. Dikey sıralama (alçalan/tırmanan iki yada daha fazla hava aracı arasında dikey ayırma sağlanması)

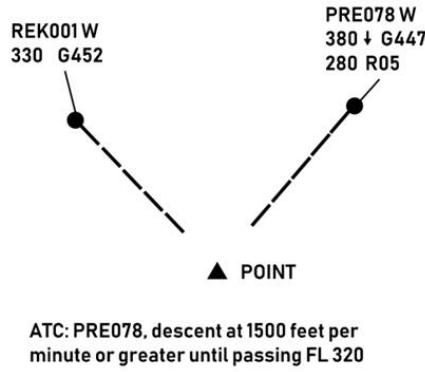


ATC: REK001, descend to FL 210 at 1500 feet per minute or greater

ATC: PRE078, descend to FL 230 at 1500 feet per minute or less



5.4.5. Düzeltici önlem (örn. tahditsiz dikey süratin yetersiz olduğu görüldüğünde).



5.5. Avantajları

Uygun bir şekilde kullanıldığında dikey sürat kontrolü aşağıdaki faydaları sağlayabilir:

5.5.1. Süreklilik arz eden tırmanma/alçalma imkanı sağlayarak daha az seviye tutmaya (*level off*) neden olarak verimlilik sağlar.

5.5.2. Hava aracının ideal alçalma noktasında (top of descent) alçalma başlatılabilir.

5.5.3. Alçalma/tırmanma talepleri genelde anında yada çok az bir gecikmeyle karşılanabilir.

5.5.4. Vektöre olan ihtiyaç azaldığından iş yükü bağlı olarak azalır. Uygun bir dikey sürat, dikey ayırma sağlanana kadar yatay ayırmanın korunmasını sağlar.

5.6. Riskler

5.6.1. Hata payı genellikle azdır. Bu yöntem, çoğunlukla yatay olandan çok daha küçük olan dikey ayırmanın korunmasına dayanır (örn. yatayda 5 NM'nin aksine dikeyde 1000 ft). Bu nedenle, herhangi bir yanlış anlama veya uyumsuzluk kolayca ayırma kaybına neden olabilir.

5.6.2. Hava aracının uyumluluğunu izlemek vektörün aksine daha zordur. Dikey sürat bilgisi genellikle mevcut olsa da, bunu görüntülemek biraz çaba gerektirebilir. Mode S etiketlerinde seçmeli olarak dikey sürat görüntülenebilmektedir.

5.6.3. Hava araçları, belirli bir uçuş seviyesinden sonra belirlenen tırmanma oranını koruyamayabilir. Böyle bir durumda uçuş ekibi kontrolöre bilgi verebilir veya vermeyi unutabilir.

5.6.4. Yanlış *readback* planlamayı bozabilir (örn. her iki hava aracınada “**or greater**” talimatı verildiğinde)

5.6.5. *Readback*'in doğru yapılması durumunda bile talimat karşılanamayabilir.

5.7. Dikkate Alınması Gereken Hususlar

5.7.1. Tırmanma sürati hususunda özellikle aşağıdaki durumlarda uçuş ekibi ile mutabakata varılması uygun olur:

- 5.7.1.1. Tırmanma seviyesine yaklaşırken,
- 5.7.1.2. Uçuş ekibi tarafından bir tırmanma talebi gelmemişse,
- 5.7.1.3. Hava sıcaklığı yüksekse.

5.7.2. Bazı hava araçları (A-321, A-340 vb.) yüksek dikey süratte tırmanamayabilirler.



5.7.3. Yanlamasına kat eden veya karşılıklı rotalarda uygulandığında riskleri azaltmak için 1 veya 2 dakikalık bir emniyet payı uyarlanabilir. Bunun için aşağıda yer alan tavsiyeler kullanılabilir:

5.7.3.1. İhtiyaç duyulan talimat biraz erken verilebilir.

5.7.3.2. Dikey sürat talimatı (örn. 1000 ft yerine 1500 ft) ihtiyaçtan biraz fazla yüksek verilebilir.

5.7.4. Yüksek süratle alçalma talimatı genellikle düşük süratle uyumsuzdur. Hava aracının düşük IAS ile yüksek alçalma hızını muhafaza etmesi talimatı uçuş ekibi ile koordine edilmeden verilmemelidir.

5.7.5. Hava araçları daha yüksek dikey sürate (2000 ft/dak veya daha fazla) ulaşmak için zamana ihtiyaç duyarlar. Gerekli dikey sürat hesaplanırken geçiş süresi dikkate alınmalıdır.

5.7.6. Seviye taşmasını (*level bust*) engellemek için son 1000 ft boyunca dikey sürat genellikle 1000 ft/dak veya daha azdır. Bu nedenle, eğer hava aracı 2000-3000 ft kadar tırmanacak veya alçalacaksa 2000 ft/dak veya daha yüksek bir dikey sürat talimatı uyarlanabilir olmayacaktır.

5.7.7. "[Expedite climb](#)" ve "[Expedite descent](#)" talimatları standart ICAO terimleri olarak belirli dikey süratleri belirtmez ve dikkatle kullanılmalıdır. Bu durumda genel beklenti şu şekildedir:

5.7.7.1. Tırmanış yapan bir hava aracı mümkün olan en yüksek dikey süratle tırmanacaktır. Bu durum beklenen sonucu elde etmek için yeterli olabilir yada olmayabilir. Bu nedenle kontrolörün, daha büyük emniyet bariyeri kullanması yada alternatif bir planlama yaparak uygulamaya hazır olması gerekir.

5.7.7.2. Alçalan bir hava aracı dikey süratini 2000 ft/dak.'ya kadar artırabilir. Bu yöntem ilk bir kaç bin ft için kullanılması tavsiye edilir (örn. FL 390'daki bir hava aracına "[Descend FL 290, expedite passing FL 370 due crossing traffic](#)" şeklinde talimat verilebilir.)

5.7.8. İstenilen dikey süratte tırmanmaya devam edemeyen bir hava aracına uyumlu alternatif bir plan olmalıdır.

5.8. Pratik Bilgiler

5.8.1. 2000 ft/dk 5 dakikada 10.000 ft değişiklik kazandırır.

5.8.2. 2500 ft/dk 4 dakikada 10.000 ft değişiklik kazandırır.

5.8.3. İki hava aracı için birisine alçalma diğerine tırmanma yönünde dikey sürat talimatı verildiğinde ve fark toplamda 4000 ft/dk (hava araçlarından birisi 2500 ft/dk ile alçalıyor, diğeri 1500 ft/dk ile tırmanıyorsa) 5 dakikada 20.000 ft değişiklik kazandırır.



6. Radyo Telefon Konuşmaları²⁰¹

Bu kısım ICAO Doc 4444 ATM/501 Procedures for Air Navigation Services Air Traffic Management dokümanının Kısım 12.4 Radar Phraseologies bölümünden alınmıştır.

Amaç	Freyzyoloji
Identification of Aircraft	<ul style="list-style-type: none"> REPORT HEADING [AND FLIGHT LEVEL (or ALTITUDE)]; FOR IDENTIFICATION TURN LEFT (or RIGHT) HEADING (3 digits); TRANSMIT FOR IDENTIFICATION AND REPORT HEADING; RADAR CONTACT [position]; IDENTIFIED [position]; NOT IDENTIFIED [reason], RESUME (or CONTINUE) OWN NAVIGATION];
Position Information	<ul style="list-style-type: none"> POSITION (mesafe)(yön)OF(belirli bir nokta)(ya da OVER ya da ABEAM (belirli bir nokta));
Vectoring Instruction	<ul style="list-style-type: none"> LEAVE (significant point) HEADING (3 digits); CONTINUE HEADING (3 digits); CONTINUE PRESENT HEADING; FLY HEADING (3 digits); TURN LEFT(or RIGHT) HEADING (3 digits)[reason]; TURN LEFT(or RIGHT) (derecenin sayısı) DEGREES [reason]; STOP TURN HEADING (3 digits); FLY HEADING (3digits), WHEN ABLE PROCEED DIRECT (significant point); HEADING IS GOOD.
Termination Of Radar Vectoring	<ul style="list-style-type: none"> RESUME OWN NAVIGATION (position of aircraft) (specific instructions); RESUME OWN NAVIGATION [DIRECT] (significant point) [MAGNETIC TRACK (three digits) DISTANCE (number) KILOMETRES (or MILES)].
Manoeuvres Not: Hava aracına herhangi bir manevra yaptırdığımızda, bunun sebebini de söylemeliyiz. Örnek: <ul style="list-style-type: none"> DUE TRAFFIC; FOR SPACING; FOR DELAY; FOR DOWNWIND (or BASE or FINAL); 	<ul style="list-style-type: none"> MAKE A THREE SIXTY TURN LEFT (or RIGHT) [reason]; ORBIT LEFT (or RIGHT) [reason]; MAKE ALL TURNS RATE ONE (or RATE HALF, or (number) DEGREES PER SECOND) START AND STOP ALL TURNS ON THE COMMAND "NOW"; TURN LEFT (or RIGHT) NOW; STOP TURN NOW.
Speed Control	<ul style="list-style-type: none"> REPORT SPEED; MAINTAIN (number) KNOTS [OR GREATER (or OR LESS)] [UNTIL (significant point)]; DO NOT EXCEED (number) KNOTS; MAINTAIN PRESENT SPEED; INCREASE (or REDUCE) SPEED TO (number) KNOTS [OR GREATER (or OR LESS)];

²⁰¹ Ayrıntılı bilgi için DHMİ Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan "Havacılık Freyzyolojisi" dokümanına bakınız



	<ul style="list-style-type: none"> • INCREASE (or REDUCE) SPEED BY (number) KNOTS; • RESUME NORMAL SPEED; • REDUCE TO MINIMUM APPROACH SPEED; • REDUCE TO MINIMUM CLEAN SPEED; • NO [ATC] SPEED RESTRICTIONS.
Position Reporting	<ul style="list-style-type: none"> • OMIT POSITION REPORTS [UNTIL (specify)]; • NEXT REPORT AT (significant point); • REPORTS REQUIRED ONLY AT (significant point(s)); • RESUME POSITION REPORTING.
Traffic Information And Avoiding Action	<ul style="list-style-type: none"> • TRAFFIC (number) O'CLOCK (distance) (direction of flight) [any other pertinent information]: <ul style="list-style-type: none"> ○ UNKNOWN; ○ SLOW MOVING; ○ FAST MOVING; ○ CLOSING; ○ OPPOSITE (or SAME) DIRECTION; ○ OVERTAKING; ○ CROSSING LEFT TO RIGHT (or RIGHT TO LEFT); ○ (aircraft type); ○ (level); ○ CLIMBING (or DESCENDING); • DO YOU WANT VECTORS; • CLEAR OF TRAFFIC [appropriate instructions]; • TURN LEFT (or RIGHT) IMMEDIATELY HEADING (three digits) TO AVOID [UNIDENTIFIED] TRAFFIC (bearing by clock-reference and distance); • TURN LEFT (or RIGHT) (number of degrees) DEGREES IMMEDIATELY TO AVOID [UNIDENTIFIED] TRAFFIC AT (bearing by clock-reference and distance).
Communications and Loss of Communications	<ul style="list-style-type: none"> • [IF] RADIO CONTACT LOST (instructions); • IF NO TRANSMISSIONS RECEIVED FOR (number) MINUTES (or SECONDS) (instructions); • REPLY NOT RECEIVED (instructions); • IF YOU READ [manoeuvre instructions or SQUAWK (code or IDENT)]; • (manoeuvre or SQUAWK) OBSERVED. POSITION (position of aircraft).
Termination of Radar and/or ADS-B Service	<ul style="list-style-type: none"> • RADAR SERVICE (or IDENTIFICATION) TERMINATED [DUE (reason)] (instructions); • WILL SHORTLY LOSE IDENTIFICATION (appropriate instructions or information); • IDENTIFICATION LOST [reasons] (instructions).
Radar and/or ADS-B Equipment Degradation	<ul style="list-style-type: none"> • SECONDARY RADAR OUT OF SERVICE (appropriate information as necessary); • PRIMARY RADAR OUT OF SERVICE (appropriate information as necessary). • ADS-B OUT OF SERVICE [sebepe] (appropriate information as necessary)



<p>Vectoring for Approach</p>	<ul style="list-style-type: none"> • VECTORIZING FOR (type of pilot-interpreted aid) APPROACH RUNWAY (number); • VECTORIZING FOR VISUAL APPROACH RUNWAY (number) REPORT FIELD (or RUNWAY) IN SIGHT; • VECTORIZING FOR (positioning in the circuit); • VECTORIZING FOR SURVEILLANCE RADAR APPROACH RUNWAY (number); • VECTORIZING FOR PRECISION APPROACH RUNWAY (number); • (type) APPROACH NOT AVAILABLE DUE (reason) (alternative instructions).
<p>Vectoring for ILS and Other Pilot-Interpreted Aids</p>	<ul style="list-style-type: none"> • POSITION (number) MILES from (fix). TURN LEFT (or RIGHT) HEADING (three digits); • YOU WILL INTERCEPT (radio aid or track) (distance) FROM (significant point or TOUCHDOWN); • CLEARED FOR (type) APPROACH RUNWAY (number); • REPORT ESTABLISHED [ON MLS APPROACH TRACK] or [ON ILS (LOCALIZER) or (GLIDE PATH)]; • CLOSING FROM LEFT (or RIGHT) [REPORT ESTABLISHED]; • TURN LEFT (or RIGHT) HEADING (three digits) [TO INTERCEPT] or [REPORT ESTABLISHED]; • EXPECT VECTOR ACROSS (localizer course or radio aid)(reason); • THIS TURN WILL TAKE YOU THROUGH (localizer course or radio aid) [reason]; • TAKING YOU THROUGH (localizer course or radio aid)[reason]; • MAINTAIN (altitude) UNTIL GLIDE PATH INTERCEPTION; • REPORT ESTABLISHED ON GLIDE PATH; • INTERCEPT (localizer course or radio aid) [REPORT ESTABLISHED].
<p>Manoeuvre During Independent and Dependent Parallel Approaches</p>	<ul style="list-style-type: none"> • CLEARED FOR ILS (or MLS) APPROACH RUNWAY (number) LEFT (or RIGHT); • YOU HAVE CROSSED THE LOCALIZER (or MLS FINAL APPROACH TRACK). TURN LEFT (or RIGHT) IMMEDIATELY AND RETURN TO THE LOCALIZER (or MLS FINAL APPROACH TRACK); • ILS (or MLS) RUNWAY (number) LEFT (or RIGHT) LOCALIZER (or MLS) FREQUENCY IS (frequency); • TURN LEFT (or RIGHT) (number) DEGREES (or HEADING) (three digits) IMMEDIATELY TO AVOID TRAFFIC [DEVIATING FROM ADJACENT APPROACH], CLIMB TO (altitude); • CLIMB TO (altitude) IMMEDIATELY TO AVOID TRAFFIC [DEVIATING FROM ADJACENT APPROACH] (further instructions).
<p>Position</p>	<ul style="list-style-type: none"> • (distance) FROM TOUCHDOWN.
<p>Completion of Approach</p>	<ul style="list-style-type: none"> • REPORT VISUAL; • REPORT RUNWAY [LIGHTS] IN SIGHT;
<p>Missed Approach</p>	<ul style="list-style-type: none"> • CONTINUE VISUALLY OR GO AROUND [missed approach instructions]; • GO AROUND IMMEDIATELY [missed approach instructions] (reason); • ARE YOU GOING AROUND?;
<p>to Request The Capability of the SSR Equipment</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ADVISE TRANSPONDER CAPABILITY;



to Request The Capability of the ADS-B Equipment	<ul style="list-style-type: none"> ADVISE ADS-B CAPABILITY;
to Instruct Setting of Transponder	<ul style="list-style-type: none"> SQUAWK (code).
to Request the Pilot to Reselect the Assigned Mode and Code	<ul style="list-style-type: none"> RESET SQUAWK [(mode)] (code); CONFIRM SQUAWK (code);
to Request Reselection of Aircraft Identification	<ul style="list-style-type: none"> RE-ENTER [ADS-B or MODE S] AIRCRAFT IDENTIFICATION.
to Request the Operation of the Ident Feature	<ul style="list-style-type: none"> SQUAWK [(code)] [AND] IDENT; SQUAWK STANDBY. SQUAWK NORMAL; TRANSMIT ADS-B IDENT.
to Request Temporary Suspension of Transponder Operation	<ul style="list-style-type: none"> SQUAWK STANDBY.
to Request Emergency Code	<ul style="list-style-type: none"> SQUAWK MAYDAY [CODE SEVEN SEVEN ZERO ZERO]
To Request Termination of Transponder and/or ADS-B Transmitter Operation	<ul style="list-style-type: none"> STOP SQUAWK [TRANSMIT ADS-B ONLY] STOP ADS-B TRANSMISSION [SQUAWK (code) ONLY].
to Request Transmission of Pressure Altitude	<ul style="list-style-type: none"> SQUAWK CHARLIE. TRANSMIT ADS-B ALTITUDE.
to Request Pressure Setting Check and Confirmation of Level	<ul style="list-style-type: none"> CHECK ALTIMETER SETTING AND CONFIRM (level).
to Request Termination of Pressure Altitude Transmission Because of Faulty Operation	<ul style="list-style-type: none"> STOP SQUAWK CHARLIE WRONG INDICATION; STOP ADS-B ALTITUDE TRANSMISSION [(WRONG INDICATION, or reason)].
to Request Level Check	<ul style="list-style-type: none"> CONFIRM (level).
Low Altitude Warning	<ul style="list-style-type: none"> (aircraft call sign) LOW ALTITUDE WARNING, CHECK YOUR ALTITUDE IMMEDIATELY, QNH IS (number) [(units)]. [THE MINIMUM FLIGHT ALTITUDE IS (altitude)].
Terrain Alert	<ul style="list-style-type: none"> (aircraft call sign) TERRAIN ALERT, (suggested pilot action, if possible).



7. Tanımlar

ACAS I. “Görme ve önleme” eylemine yardımcı olarak bilgi sağlayan, ancak çözüm tavsiyesi (RA) oluşturma yeteneğini içermeyen Hava Çarpışmalarını Önleme Sistemi

ACAS II. Trafik tavsiyelerine (TA) ilave olarak dikey yönde çözüm tavsiyesi (RA) sağlayan Hava Çarpışmalarını Önleme Sistemi

ACAS III²⁰². Trafik tavsiyelerine (TA) ilave olarak yatay ve dikey yönde çözüm tavsiyesi (RA) sağlayan Hava Çarpışmalarını Önleme Sistemi

ACAS X. Şu anda geliştirilmekte olan yeni Hava Çarpışmalarını Önleme Sistemi ailesi. 'Dinamik programlama' ve diğer bilgisayar bilimi tekniklerindeki son gelişmelerden yararlanır.

ADS-B. Hava aracının, bir veri bağlantısı aracılığıyla bir yayın modunda kimlik, konum ve ek bilgiler gibi verileri otomatik olarak iletebileceği ve/veya alabileceği bir araç.

ADS-B In. uygun şekilde donatılmış hava aracı operatörlerine hava durumu ve trafiklerin konumu bilgilerini doğrudan kokpite iletir.

ADS-B Out. bir hava aracının konumu, irtifası, yer sürati gibi bilgilerin yer istasyonlarına ve diğer hava araçlarına saniyede bir kez yayınlanması.

ADS-R. bir bağlantı üzerinden yayın yapan bir hava aracı tarafından iletilen ADS-B bilgilerini diğer bağlantıdaki ADS-B ile donatılmış hava araçlarına aktaran bir hizmettir.

ADS-C agreement²⁰³. ADS-C anlaşması. ADS-C veri raporlama koşullarının (örneğin, hava trafik servislerinin sağlanmasında ADS-C'nin kullanılmasına dair daha önce mutabık kalındığı üzere; hava trafik hizmetleri ünitesi tarafından ihtiyaç duyulan veri ve ADS-C raporlarının sıklığı) tesis edildiği bir raporlama planıdır.

Aeronautical Information Publication (AIP). Havacılık bilgi yayını. Bir devlet ve /veya onun yetkilendirdiği kuruluş tarafından yayınlanan, hava seyrüseferi ile ilgili gerekli güncel havacılık bilgileri bulunan süreklilik içeren yayınlar.

Airborne Collision Avoidance System (ACAS). Hava çarpışmalarını önleme sistemi. SSR transponder sinyallerini temel alarak pilota, SSR transponderi ile teçhiz edilmiş potansiyel conflict riski taşıyan diğer hava araçlarıyla ilgili tavsiyeler üreten yer cihazlarından bağımsız olarak çalışan bir uçuş sistemidir.

Aircraft. Hava aracı. Havanın yeryüzüne olan reaksiyonları dışında, atmosferdeki havanın reaksiyonlarından destek alarak havada tutunabilen makina.(Havada uçuş için kullanılan ya da kullanılması düşünülen araç)

Aircraft (Mode S 24 bit) address. Hava aracı adresi. Hava/yer muhaberesi, seyrüsefer ve gözetim maksatıyla hava araçlarına tahsis edilen benzersiz 24 bitlik adres.

Aircraft identification. Hava aracı tanıtması. Yer/yer ve hava/yer muhaberesinde, hava aracının kendisini tanıtmak için kullandığı çağrı adı.

Air-ground communication. Hava/yer muhaberesi. Uçaklarla yer yüzeyinde bulunan istasyonlar ya da merkezler arasındaki iki yönlü haberleşme.

²⁰² Şimdiye kadar ACAS III, geleneksel gözetim sistemlerinin yatay yönde takip ile sahip olduğu sınırlamalar nedeniyle gerçekleşmemiştir. Uzaktan Kumandalı Hava Aracı Sistemleri (RPAS) veya dronlar için yeni bir çarpışma önleme sistemi – ACAS Xu – ADS-B gibi modern gözetim yöntemlerini kullanarak yatay manevraları içerir. Sonuç olarak, ICAO şu anda ACAS III SARP'lerinin geliştirilmesini üstleniyor.

²⁰³ Buradaki “anlaşma” kelimesi, ATC sistemleri ile hava aracı arasında, bir sözleşme ya da sözleşmeler serisinin karşılıklı değişimi anlamında kullanılmaktadır.



Air traffic control clearance²⁰⁴. Hava trafik kontrol müsaadesi.²⁰⁵ Bir hava aracının belirlenen koşullarda uçuşunu gerçekleştirmesi için hava trafik kontrol ünitesi tarafından verilen yetki.

Air traffic control instruction. Hava trafik kontrol talimatı. Hava trafik kontrolörü tarafından pilotun belli bir eylemi yapması için verilen talimat.

Aktif gözetim. Menzil, yön ve irtifa bilgilerini elde etmek için sorgulamaların ve müteakip yanıtların kullanılması. Ayrıca bkz. Pasif gözetim.

Altitude. İrtifa. Bir seviyenin, bir noktanın veya bir nokta olarak kabul edilen bir nesnenin ortalama deniz seviyesinden (MSL) ölçülen dikey mesafesi.

Altitude crossing RA. İrtifa kateden RA. Kendi hava aracı, tehdit hava aracının en az 100 ft üstünde ya da altında olduğunda, alçalma ya da tırmanma RA'sı tehdit hava aracının seviyesini kat ettirecekse üretilir.

Analogue Display. Radar bilgilerinin bilgisayarlar tarafından (SDPS) işlenmeden sunulduğu radar ekranı.

Appropriate ATS authority. İlgili ATS Otoritesi. İlgili hava sahasında devlet tarafından hava trafik hizmetleri sağlamakla görevlendirilen makam.

ATS surveillance service. ATS Gözetim Hizmeti. Bir ATS gözetim sistemi vasıtasıyla doğrudan sağlanan bir hizmeti belirtmek için kullanılan bir terim

ATS surveillance system. ATS gözetim sistemi. Bir hava aracının tanımlanması için kullanılan ADS-B, PSR, SSR ya da karşılaştırılabilir herhangi yer sistemi²⁰⁶.

Automatic dependent surveillance — broadcast (ADS-B). Otomatik bağımlı gözetim – yayın. Belirlenmiş bir şekilde tanım, pozisyon ve ilave bilgilerin bir hava aracı, taşıt ve başka bir nesne tarafından, bir veri hattı vasıtasıyla otomatik olarak gönderilmesi ve alınması.

Automatic dependent surveillance — contract²⁰⁷ (ADS-C). Otomatik bağımlı gözetim – sözleşme. Bir veri hattı vasıtasıyla, hava aracı ile yer sistemleri arasında, hangi şartlar altında ADS-C raporlarının gönderileceği ve bu raporların içereceği verilerin yer alacağı bir anlaşmadır.

Azimuth. İstikamet

Azimuth resolution. İstikamet çözünürlüğü. Radarda, hedefin istikametinin belirlenmesi.

Bearing. Yön. Hedef hava aracının yatay düzlemdeki açısı, kendi hava aracının uzunlamasına ekseninden saat yönünde ölçülür.

Blind transmission. Karşılıksız çağrı. İki yönlü muhaberenin mümkün olmadığında, aranan istasyonun çağrısı duyabileceğine inanılan durumlarda, bir istasyondan diğerine yapılan çağrı.

Broadcast. Yayın. Hava seyrüseferiyle ilgili, belirli bir istasyona veya istasyonlara yönelik olmadan bilgilerin yayınlanması.

Closest Point of Approach (CPA). Asgari Yakınlaşma Noktası. ACAS tarafından hesaplanan, kendi hava aracı ile tehdit hava aracı arasında yaşanması beklenen en yakın nokta yada eşik noktası. İki hava aracı arasındaki ayırmanın asgari seviyeye ulaştığı andır.

²⁰⁴ "Hava trafik kontrol müsaadesi" terimi, uygun bağlamlarda kullanıldığında zaman sık sık "müsaade" olarak kısaltılır.

²⁰⁵ Kısaltılmış "müsaade" terimi, uçuşun belirli bölümünün hava trafik kontrol müsaadesi ile ilgili olduğunu göstermesi amacıyla "taksi", "kalkış", "gidiş", "yol boyu", "yaklaşma" ya da "iniş" sözcüklerinin arkasına eklenebilir.

²⁰⁶ Karşılaştırılabilir yer sistemi, karşılaştırmalı değerlendirme veya başka bir metodoloji ile monopulse SSR'a eşit veya ondan daha iyi bir emniyet ve performans seviyesine sahip olduğu kanıtlanmış sistemdir.

²⁰⁷ "ADS-Sözleşme" kısaltması genel olarak ADS hadise sözleşmesi, ADS talep sözleşmesi, ADS periyodik sözleşmesi veya acil durum moduna karşılık olarak kullanılmaktadır.



Code (SSR). Kod. Bir transponder tarafından Mode A ve/veya Mode C yayını yaparken cevap sinyali için atanan sayı.

Collision avoidance logic. Çarpışma önleme mantığı. Kendi hava aracı ile tehdit hava aracının durumlarını analiz ederek, tehdit olarak aldıldığı anda, tavsiyeler üreten ACAS ünitesinin alt sistemidir. Ayrıca, mesafe ve irtifa hesaplaması, tehdit tespiti ve RA oluşumu sağlar. Gözetim yapmaz.

Collision Avoidance System (CAS). Çarpışma Önleme Sistemi. TCAS cihazındaki, çarpışma önleme mantığı alt sistemidir.

Compass rose. Pusula gülü. Durum ekranı üzerinde uçuş başlarını gösteren 360 derecelik daire.

Cone of silence. Sessizlik konisi. Radar istasyonu üzerindeki, radar tarafından görünemeyen bölge.

Coordinated encounter. Koordineli karşılaşma. ACAS II ile donatılmış iki hava aracının aynı anda birbirlerine karşı RA aldığı bir karşılaşma.

Controller-pilot data link communications (CPDLC). Kontrolör Pilot Veri Hattı Haberleşmesi. ATS operasyonlarında ATC merkezi ile hava aracı arası iletişimin veri değişimi yöntemi ile yapılmasını sağlayan bir sistem.

Correlation. Korelasyon. SDPS'den alınan transponder kod bilgisinin, FDPS'de bulunan kod bilgisine eşlenerek bir RPS üzerinde çağrı adının görüntülenmesi.

Corrective advisory. Düzeltici tavsiye. Kendi hava aracının dikey süratinde bir değişiklik gerektiren RA, örneğin uçak tırmanırken Level off RA. Düzeltici tavsiye, Olumlu veya Olumsuz olabilir.

Current data authority. Mevcut veri otoritesi. Pilot ve sorumlu bir kontrolör arasında bir CPDLC diyalogunun gerçekleştirilmesine izin verilen belirlenmiş yer sistemi.

Data link initiation capability (DLIC). Veri bağlantısı başlatma özelliği. Veri bağlantısı uygulamalarını başlatmak için gerekli adresleri, adları ve sürüm numaralarını karşılıklı olarak gönderme olanağı sağlayan bir veri bağlantısı uygulaması.

Distance Modification (DMOD). Mesafe Modifikasyonu. Tehdit tarafından olası hızlanmaları hesaba katmak için menzil ölçümlerine dahil edilen emniyet faktörü. Mesafe modifikasyonunun değeri, hassasiyet seviyesine göre değişir (zaman eşikleri doğrultusunda). ACAS Xa tarafından kullanılmaz.

Downward sense RA. Aşağı yönlü RA. Kendi hava aracının, tehdit hava aracının altından geçmesini sağlamak için oluşan bir RA (RAC, diğer hava aracına "altından geçme" der)

Encounter. Karşılaşma. İki veya daha fazla hava aracının yakın olduğu bir durum, bu nedenle potansiyel olarak bunlardan en az birinde bir RA tetiklenir.

Established track. ACAS II hava-hava gözetimi tarafından oluşturulan ve gerçek bir uçağın pozisyonu olarak kabul edilen bir iz.

Final approach. Son Yaklaşma. Belirlenmiş bir son yaklaşma fix'i ya da belirlenmemiş ise herhangi bir nokta ya da fix'ten başlayan aletle yaklaşma usulünün bir parçası olarak;

- a) belirlenmiş ise, son kaide dönüşünün (procedure turn), esas dönüşün (base turn) bitiminde ya da racetrack usulünde inbound başa dönüşünde ya da,
- b) yaklaşma usulünde belirtilen son yaklaşma başına intercept olunan noktada başlar Meydan civarında;
- (a) inişin gerçekleştirileceği; ya da
- (b) pas geçme yönteminin başlayacağı noktada sona erer.



Flight level²⁰⁸ (FL). Uçuş seviyesi. 1013.2 hektopaskal (hPa) olarak belirlen basınç düzeyi ile ilişkili olan ve diğer benzer yüzeylerden belirli basınç aralıklarıyla ayrılan değişmez atmosferik basınçlı yüzeyleri..

Flight path monitoring²⁰⁹. Uçuş rotası takibi. ATS gözetim sisteminin, hava aracının cari uçuş planından ya da hava trafik kontrol müsaadesinden sapması durumunda, pilota bilgi ve gerekliyse tavsiye vermek amacıyla kullanılması.

Flight plan²¹⁰. Uçuş Planı. Bir hava aracının tasarlanan uçuşuna ya da uçuşun bir bölümüne ilişkin olarak hava trafik hizmet birimlerine sağlanan özel bilgi formatı.

False Advisory. Sahte Tavsiye. Yanlış takip veya ACAS II arızasından kaynaklanan bir ikaz.

Garbling. Hava araçlarından alınan SSR cevaplamalarının, pozisyonların birbirlerine çok yakın olmaları nedeniyle bozulması.

Heading. Uçuş başı. Bir hava aracının, manyetik Kuzeyden derece olarak belirtilen, uçuş yönü.

Horizontal Miss Distance (HMD). Yatay Geçiş Mesafesi. CPA noktasında iki hava aracı arasındaki yatay mesafe.

Hybrid surveillance. Hibrit gözetim. Bir izi güncellemek için aktif ve doğrulanmış pasif gözetim verilerinin birlikte kullanımı.

Identification. Tanımlama. Belli bir hava aracının pozisyon göstergesinin durum ekranında belirlenmesi ve pozitif olarak tanımlanması.

Increased rate RA. Dikey sürati artır ikazı. Daha önce, TCAS RA için belirtilen, alçalma ya da tırmanma yönündeki dikey süratin artırılmasını ikaz eden takviye RA.

Initial RA. Başlangıç RA'sı. Bir karşılaşma sırasında yayınlanan ilk RA.

Intruder (aircraft). Tehdit (hava aracı). Bir rotası olan, ACAS II'nin gözetleme menzili içindeki bir hava aracı.

Logon address. Oturum adresi. ATS birimiyle veri bağlantısı oturumu açmak için kullanılan belirli bir kod.

Master aircraft. Esas hava aracı. ACAS II-ACAS II koordinasyonu amacıyla, daha düşük Mod S 24-bit adresli bir hava aracı.

Miss Distance Filtering (MDF). Geçiş Mesafesi Filtreleme. TCAS II tehdit algılama mantığında, önemli HMD ile (uygun karşılaşma geometrilerinde) karşılaşmalarda rahatsız edici RA'ların bastırılmasına izin veren bir süreç. İşlem ayrıca, en yakın mesafeye geçilecek noktadan önce bir RA'nın erken oluşmasına da izin verebilir. ACAS Xa tarafından kullanılmaz.

Mode (SSR). Bir SSR sorgulayıcısı tarafından gönderilen sorgulama sinyallerinin spesifik fonksiyonları ile ilgili geleneksel tanımlayıcı. ICAO Annex 10'da belirtilen dört mode vardır: A, C, S ve intermode.

²⁰⁸ Standart Atmosfere göre ayarlanan (kalibre edilen) basınç tipli bir altimetre:

a) QNH altimetre değeri bağlandığında irtifayı (altitude)

b) QFE altimetre değeri bağlandığında QFE karşılaştırma düzeyinden yüksekliği (height)

c) 1013.2 hPa'lık basınca bağlandığında uçuş seviyesini göstermek üzere kullanılabilir.

Yukarıda kullanılan "yükseklik" ve "irtifa" terimleri, geometrik yüksekliklerden ve irtifalardan daha çok altimetrik yükseklikler ile irtifaları gösterir.

²⁰⁹ Bu amaç için dizayn edilmiş ayrı bir teknoloji (MONA, APM, vb.) de gerekebilir.

²¹⁰ Uçuş planları için ayrıntılı bilgiler, ICAO Annex 2'de, "Uçuş planı formu" için, örnek uçuş plan formatı ise, PANS-ATM DOC4444 Ek 2'deki yer almaktadır.



Multilateration (MLAT) sistemi. SSR Transponder sinyalleri, öncelikle varış zamanı farkı (TDOA) teknikleri kullanılarak elde edilen pozisyon sağlamak üzere yapılandırılmış ekipman grubu. Tanım gibi ek bilgiler, alınan sinyallerin elde edilebilir.

Multi-threat encounter. Çoklu tehdit karşılaşması. Mantık tarafından aynı anda işlenen kendi hava aracına karşı iki veya daha fazla tehdidi içeren bir karşılaşma.

Near Midair Collision (NMAC). Yakın Hava Çarpışması. İki hava aracının aynı anda dikey olarak 100 ft ve yatay olarak 0.08 NM yakına gelmesi

Negative advisory. Olumsuz tavsiye. "Alçalma" ("Monitor Vertical Speed" sesli ikazı) gibi, önceden belirlenmiş bir dikey sürat aralığından kaçınılmasını gerektiren bir RA. Olumsuz bir tavsiye, Düzeltici veya Önleyici olabilir.

Next data authority. Sonraki veri otoritesi. Mevcut veri otoritesi tarafından belirlenen, muhabere ve kontrolün aktarılacağı bir sonraki yer sistemi.

Nuisance RA. Rahatsız edici RA. Hava Trafik Yönetimi ile uyumluluk açısından, TCAS II'nin yokluğunda karşılaşmanın bir noktasında, yatay ve dikey ayırma aynı anda dikey olarak 750 ft'ten ve FL 100'in üzerinde 2 NM'dan, FL100'in altında ise 1.2 NM'dan daha az olmadıkça, bir RA "nuisance" olarak kabul edilecektir.

Off center. Merkez kaydırma. Durum ekranının merkezini, hava sahası içerisinde istediğimiz bir noktaya kaydırma işlemi.

On-mounted radar. Bindirilmiş radar. Üst üste bindirilmiş radar sistemi (PSR+SSR)

Own aircraft. Kendi hava aracı. ACAS II'nin olası çarpışmalara karşı koruduğu ve ACAS II göstergesine yanıt olarak manevraya girebilecek olan, söylem konusu olan ACAS II ile donatılmış hava aracı.

Passive surveillance. Pasif gözetim. ACAS II pozisyon bilgilerini güncellemek için ADS-B mesajlarının kullanımı.

Performance-based surveillance (PBS)²¹¹. Performans tabanlı gözetim. Hava trafik hizmetlerinin sağlanmasında uygulanan performans özelliklerine dayalı gözetim.

Position indication. Pozisyon göstergesi. Bir durum ekranında; bir hava aracının, bir taşıtının veya başka bir nesnenin konumunun sembolik olmayan ve/veya sembolik formdaki göstergesi.

Position symbol. Pozisyon sembolü. Herhangi bir kaynaktan türetilen konum verilerinin otomatik olarak işlenmesinden sonra elde edilen, bir hava aracının, bir taşıtının veya başka bir nesnenin pozisyonunun sembolik formda, bir durum ekranında gösterimi.

Potential threat (aircraft). Potansiyel tehdit (hava aracı). Bir TA için Potansiyel Tehdit sınıflandırma kriterlerini geçen ve bir RA için Tehdit Sınıflandırma kriterlerini karşılamayan bir davetsiz misafir.

Precision approach radar (PAR). Hassas yaklaşma radarı. Son yaklaşma safhasındaki bir hava aracının pozisyonunu pist başına göre yatay ve dikeyde belirleyerek, pist merkez hattını ve süzülüş açısını koruması için kullanılan PSR teknolojisini kullanan radar sistemi.

Pressure altitude. Basınç irtifası. İrtifa cinsinden ifade edilen ve Standart Atmosferdeki bu basınca karşılık gelen atmosferik basınç²¹².

²¹¹ Belirli bir hava sahası konseptinde bir RSP spesifikasyonu; sağlanacak gözetim ve ilgili veri teslim süresi, süreklilik, kullanılabilirlik, bütünlük, gözetim verilerinin doğruluğu, bağlamında önerilen işlem için gerekli emniyet ve işlevsellik açısından sistem bileşenlerine tahsis edilen gözetim performansı gereksinimlerini içerir.

²¹² ICAO Annex 8'deki tanım.



Preventive advisory. Önleyici tavsiye. Kendi hava aracının dikey süratinde bir değişiklik gerektirmeyen bir RA, örneğin, uçak düz uçuş yaptığında Climb RA'sı ("Monitor Vertical Speed" sesli ikazı) gibi.

Primary radar. Birincil radar. Yansıyan radyo sinyallerini kullanan bir radar sistemi.

Primary surveillance radar (PSR). Birincil gözetleme radarı. Radyo sinyallerinin hedeften yansyarak pozisyon belirlenmesi için kullanılan bir gözetim sistemi.

Proximate aircraft. Yakın hava aracı. Kendi hava aracının dikey 1200 ft ve yatay 6 NM içerisinde bulunan ve tehdit teşkil etmeyen hava aracı

PSR blip. Birincil radar (PSR) tarafından pozisyonu belirlenen bir hava aracının işlenmemiş pozisyonunun durum ekranında gösterimi.

Radar. Bir hedefin mesafesi, istikameti ve/veya irtifası hakkında bilgi sağlayan bir tespit cihazıdır.

Radar/Radio altimeter. Bir radar veya radyo altimetre, hava aracının hemen altındaki arazinin yüksekliğini ölçebilen hava aracındaki elektronik bir cihazdır.

Radar approach²¹³. Radar yaklaşması. Son yaklaşma safhası, radar kullanan bir kontrolörün talimatlarıyla gerçekleşen bir yaklaşma türü.

Radar clutter. Durum ekranında istenmeyen hedeflerin (dağ, bina vb.) görüntülenmesi

Radar contact. Radar tanımı. Belirli bir hava aracının pozisyonun durum ekranında görüntülenmesi ve tanımlanması.

Radar separation. Radar ayırması. Hava aracı pozisyon bilgisinin gözetim sistemleri tarafından sağlıklı olarak sağlandığında kullanılan ayırma değeri.

Range marks. Mesafe işaretleri. Durum ekranı üzerinde belli bir merkeze göre (anten, meydan v.b.) 5-10 NM'lik daireler.

RA sense. RA yönü. Bir ACAS II RA'nın yönü, tırmanmayı veya alçalma süratının sınırlandırılmasını gerektiriyorsa "yukarı" ve alçalma veya tırmanma hızının sınırlandırılmasını gerektiriyorsa "aşağı"dır. Dikey süratin belirli bir aralıkla sınırlandırılmasını gerektiriyorsa, aynı anda hem yukarı hem de aşağı olabilir.

Relative altitude. Göreceli irtifa. Kendi hava aracı ile hedef hava aracı arasındaki irtifa farkı. Değer, hedef daha yüksek irtifada olduğunda pozitif ve hedef daha düşük irtifada olduğunda negatiftir.

Resolution. Çözünürlük. İki hedefin radar ekranı üzerinde iki ayrı hedef olarak görüntülenebildikleri asgari mesafe.

Resolution Advisory (RA). Kaçınma Tavsiyesi. Tüm tehdit hava araçlarından kaçınmak amacıyla ya da yapılmakta olan kaçınmayı değiştirmek için, TCAS II tarafından uçuş ekibine bildirilen, dikey yönde, manevra yapması tavsiyesidir.

Resolution Advisory Complement (RAC). Çözüm Tavsiyesi Tamamlayıcısı. RAC'yi alan ACAS II'nin kullanabileceği manevra seçimini kısıtlayarak tamamlayıcı manevraları sağlamak için bir ACAS II tarafından diğerine Mode S sorgulaması yoluyla sağlanan bilgiler.

Required surveillance performance (RSP) specification. Gerekli gözetim performansı gerekliliği. Hava trafik hizmeti sunumu ve ilgili yer sistemleri, hava aracı kapasitesi ve performansla dayalı gözetimi desteklemek için gereken operasyonlar için bir dizi gereklilik.

²¹³ Ülkemizde sivil amaçlı olarak (surveillance ve hassas) radar yaklaşması kullanılmaz. Askeri amaçlar için, PAR (askeri adı GCA) kullanılır.



Reversed sense RA. Ters Yönde RA. Tehdit hava aracının beklenen ya da koordine edilmiş manevrasını uygulamaması yada yanlış uygulaması nedeniyle TCAS II cihazının kaçınma yönünü değiştirmesi tavsiyesi.

Risk ratio. Risk oranı. ACAS II ile çarpışma riski ile ACAS II olmadan çarpışma riski arasındaki oran

Scope. Skop. Durum ekranı

Secondary radar. İkincil radar. Radar istasyonundan gönderilen bir radyo sinyalinin başka bir istasyondan bir radyo sinyaliyle cevaplamasını sağlayan bir radar sistemi.

Secondary surveillance radar (SSR). İkincil gözetleme radarı. Gönderici/alıcı cevaplayıcı (transponder) kullanan bir gözetleme tekniği.

Sensitivity Level (SL). Hassasiyet Seviyesi. Potansiyel tehdit ve tehdit algılama mantığı tarafından sağlanan ikaz süresini ve ayrıca RA seçim mantığıyla ilgili parametre değerlerini kontrol etmek için trafik tavsiyesi (TA) ve çarpışmadan kaçınma algoritmaları tarafından kullanılan bir dizi parametreyi tanımlayan bir tam sayı. TA ve RA seçimi için ACAS Xa'da hassasiyet seviyeleri kullanılmaz.

Short Term Conflict Alert (STCA). Kısa Vade Çatışma İkazı. İki hava aracı arasında, ATC ayırma değerinin düşeceğini hesaplayarak, belli bir süre önce (*Look Ahead Time*) kontrolörü ikaz ederek önlem almasını sağlayan bir ATC emniyet ağıdır.

Situation display. Durum ekranı. Bir hava aracının pozisyonunu, manevrasını ve ihtiyaç duyulan diğer bilgileri görüntüleyen elektronik ekran.

Slant range. Eğimli mesafe. Radar anteni ile hedef arasındaki direkt mesafe

Slave aircraft. Bağlı hava aracı. ACAS II – ACAS II koordinasyonu amacıyla, daha yüksek Mode S 24-bit adresine sahip bir hava aracı.

SSR response. SSR Yanıtı. Bir sorgulama sonrasında, SSR transponderden gelen cevaplamanın işlenmeden durum ekranında gösterimi.

Strengthening RA. Takviye RA. Başlangıç RA'sında belirtilen dirençin (dikey hızın) yeterli olmadığı durumlarda, aynı yönde daha yüksek yada düşük manevra gerektiren RA.

Squitter. Mode S transponderleri tarafından oluşturulan spontane gönderim.

Subsequent RA. Müteakip RA. Başlangıç RA'sından sonra ancak bir *Clear of Conflict* göstergesinden önce bir karşılaşma sırasında yayınlanan herhangi bir değiştirilmiş RA. Müteakip bir RA, zayıflatıcı, güçlendirici veya ters duyu RA olabilir.

Surveillance radar. Gözetim radarı. Bir hava aracının menzil ve istikametini kullanarak konumunu belirlemek için kullanılan radar ekipmanı.

TCAS II–Traffic alert and Collision Avoidance System. Trafik İkazı ve Çarpışmaları Önleyici Sistem. ICAO ACAS II standartlarını karşılayan bir uçuş sistemidir.

Target. Hedef. ACAS II'nin gözetleme menzili içinde izlenen, transponderle donatılmış bir hava aracı.

Threat (aircraft). Tehdit hava aracı. Kendi hava aracına yakın bir hava aracının pozisyonu ve uygulamakta olduğu manevra nedeniyle, çarpışma ya da yakın geçme ihtimali oluşturuyorsa TCAS II cihazı tarafından tehdit hava aracı olarak tanımlanarak tavsiye (TA/RA) üretilir

Time difference of arrival. Varış zaman farkı (TDOA). Hava/yer aracının pozisyonunun, transponderden gelen sinyallerin farklı sensörlere ulaştığı zamana göre belirlenmesidir.

Track. İz. İlişkili gözetim veri raporlarına dayalı olarak tek bir hava aracının tahmini konumu ve hızı.

Traffic Advisory (TA). Trafik Tavsiyesi. Kendi hava aracına yakın başka bir hava aracının potansiyel tehdit oluşturduğu durumlarda üretilen tavsiyedir.

Traffic avoidance advice. Trafik kaçınma tavsiyesi. Çarpışmadan kaçınmak amacıyla pilotlara yardım için tavsiye niteliğinde Hava trafik hizmet ünitelerince sağlanan özel manevralar



Traffic information. Trafik Bilgisi. Bir hava aracı pilotuna, çarpışmadan kaçınmasına yardımcı olmak/uyarmak amacıyla, pozisyonu veya uçuş rotası içinde bilinen ya da gözlemlenen, kendisine sorun teşkil edebilecek trafikler hakkında hava trafik hizmet ünitelerince sağlanan bilgi

Transponder (Mode C). Hem tanımlama hem de irtifa verileriyle yanıt veren ATC transponder.

Transponder (Mode S). Kendi benzersiz ICAO 24 bit hava aracı adresini ve irtifa verilerini içeren bir sorgulamaya yanıt veren ATC transponder.

Unambiguous range. Kesin menzil. Teknik olarak bir radarın taradığı azami mesafe.

Unnecessary RA. Gereksiz RA. TCAS II cihazının teknik durumu nedeniyle, iki hava aracı arasında çarpışma riski olmadığı durumlarda üretilen ve gereksiz görülen RA'lar. (Örn. Müsaade edildiği seviyeye yüksek dikey süratle tırmanan bir hava aracı nedeniyle 1000 ft üzerindeki hava aracının RA alması)

Upward sense RA. Yukarı yönlü RA. Kendi hava aracının tehdidin üzerindeki bir irtifaya çıkmasını sağlamak için oluşan bir RA (RAC, diğer hava aracına "benim üzerimden geçme" der)

Vectoring. Vektör. ATS gözetim sistemini kullanarak, bir hava aracının seyrüseferine yardımcı olmak amacıyla, belirlenmiş bir uçuş başında uçurulması.

Vertical Miss Distance (VMD). Dikey Kaçırma Mesafesi. CPA'de, kendi ve tehdit hava araçları arasındaki nispi irtifa.

Vertical Resolution Advisory Complement (VRC). Dikey Kaçınma Tavsiyesi Tamamlayıcısı. VRC'yi alan ACAS II'nin kullanabileceği manevra seçimini kısıtlayarak tamamlayıcı manevraları sağlamak için bir ACAS II tarafından diğerine koordinasyon sorgulaması yoluyla sağlanan bilgiler.

Visual approach. Görerek yaklaşma. IFR bir uçuşun bir aletli yaklaşma usulünün bir kısmı ya da tamamını uygulamak yerine manialardan görerek referans alarak yaklaşma yapması.

Warning Time. Uyarı Süresi. Potansiyel tehdit veya tehdit tespiti ile her iki hava aracının da hızlanmadığı en yakın yaklaşma arasındaki zaman aralığı.

Weakening RA. Kaçınmanın azaltılması RA. Uygulanmakta olan kaçınma manevrasının yeterli olduğu, ancak sapmanın asgaride tutulması için, azaltılması gereken durumlarda, dikey süratin düşürülmesi yönünde üretilen RA.



8. Kısaltmalar

Kısaltma	Açıklama
A/G	Hava/Yer (<i>Air/Ground</i>)
ABI	Ön Sınır Bilgisi (<i>Advanced Boundary Information</i>)
ACAS	Hava Çarpışmalarını Önleyici Sistem (<i>Airborne Collision Avoiding System</i>)
ACASA	ACAS Analizi (ACAS II'nin Avrupa'da taşınması görevini destekleyen EUROCONTROL projesi)
ACC	Saha Kontrol Merkezi (<i>Area Control Centre</i>)
ACH	ATC Uçuş Planı Değişikliği (<i>ATC Flight Plan Change</i>)
ACL	ATC Müsaade Hizmeti (<i>ATC Clearances Service</i>)
ACM	ATC İletişim Yönetimi Hizmeti (<i>ATC Communications Management Service</i>)
ACT	Aktivasyon Mesajı (<i>Activation Message</i>)
ADEXP	ATS Bilgi Değişim Sunumu (<i>ATS Data Exchange Presentation</i>)
ADC	Hava Bilgi Bilgisayarı (<i>Air Data Computer</i>)
ADM	Havacılık Bilgi Yönetimi (<i>Aeronautical Data Management</i>)
ADNC	Hava Savunma Bildirim Merkezi (<i>Air Defence Notification Cell</i>)
ADS	Otomatik Bağımlı Gözetim (<i>Automatic Dependent Surveillance</i>)
ADS-B	Otomatik Bağımlı Gözetim-Yayın (<i>Automatic Dependent Surveillance-Broadcast</i>)
ADS-C	Otomatik Bağımlı Gözetim-Sözleşme (<i>Automatic Dependent Surveillance-Contract</i>)
ADS-R	Otomatik Bağımlı Gözetim-Yeniden yayın (<i>Automatic Dependent Surveillance-Rebroadcast</i>)
AFP	ATC Uçuş Planı Teklifi (<i>ATC Flight Plan Proposal</i>)
AFTN	Havacılık Sabit Telekomünikasyon Networkü (<i>Aeronautical Fixed Telecommunication Network</i>)
AGL	Yer Seviyesinin Üstü (<i>Above Ground Level</i>)
AGDL	Hava/Yer Veri Bağlantı Ağı (<i>Air Ground Data Link</i>)
AGPWS	Gelişmiş Yere Yakınlık Uyarı Sistemi (<i>Advanced Ground Proximity Warning Systems</i>)
AIM	Havacılık Bilgi Yönetimi (<i>Aeronautical Information Management</i>)
AIP	Havacılık Bilgi Yayını (<i>Aeronautical Information Publication</i>)
AIS	Havacılık Bilgi Servisi (<i>Aeronautical Information Services</i>)
AIXM	Havacılık Bilgileri Alışveriş Modeli (<i>Aeronautical Information Exchange Model</i>)
ALIM	Çözüm Tavsiyesi İçin Dikey Eşik (<i>Vertical Threshold for Resolution Advisory</i>)
AMAN	İniş Yöneticisi (<i>Arrival MANager</i>)



AMC	Hava Sahası Yönetim Hücresi (<i>Airspace Management Cell</i>)
AMC (CPDLC)	ATC Mikrofon Kontrol Hizmeti (<i>ATC microphone check Service</i>)
ANM	ATFM Bildirim Mesajı (<i>ATFM Notification Message</i>)
ANSP	Hava Seyrüsefer Hizmet Sağlayıcısı (<i>Air Navigation Service Provider</i>)
Aoi	İlgili Sahası (<i>Area of Interest</i>)
AoR	Sorumluluk Sahası (<i>Area of Responsibility</i>)
AOTO	ADS-B Only TA Only mode (<i>ACAS Xa</i>)
AP/FD	Autopilot/Flight Director (<i>Airbus</i>)
APL	ATC Uçuş Planı (<i>ATC Flight Plan</i>)
APM	Yaklaşma Hattı Monitörü (<i>Approach Path Monitoring</i>)
APP	Yaklaşma Kontrol (<i>Approach Control</i>)
APW	Saha Yakınlık İkazı (<i>Area Proximity Warning</i>)
ARO	Havayolu İşleticisi (<i>Airline Operator</i>)
ARR	Variş Mesajı (<i>Arrival Message</i>)
ARTAS	ATM Gözetim Takipçi ve Sunucu (<i>ATM Surveillance Tracker And Server</i>)
ASAS	Hava Ayırmalarına Yardımcı Sistem (<i>Airborne Seperation Asistant System</i>)
A-SMGCS	Gelişmiş Yüzey Hareketleri Rehber ve Kontrol Sistemi (<i>Advanced Surface Movement Guidance and Control System</i>)
ASTERIX	Çok Amaçlı Yapılandırılmış Eurocontrol Radar Bilgilerinin Değişimi (<i>All-purpose Structured Eurocontrol Radar Information Exchange</i>)
ASR	Havaalanı Gözetleme Radarı (<i>Aerodrome Surveillance Radar</i>)
ATC	Hava Trafik Kontrol (<i>Air Traffic Control</i>)
ATFM	Hava Trafik Akış Yönetimi (<i>Air Traffic Flow Management</i>)
ATM	Hava Trafik Yönetimi (<i>Air Traffic Management</i>)
ATMC	Hava Trafik Yönetim Merkezi (<i>Air Traffic Management Centre</i>)
ATS	Hava Trafik Hizmeti (<i>Air Traffic Service</i>)
ATSAW	Trafik Durumsal Farkındalık (<i>Airborne Traffic Situation Awareness</i>)
ATSU	Hava Trafik Hizmetleri Birimi (<i>Air Traffic Services Unit</i>)
AUP	Hava Sahası Kullanım Planı (<i>Airspace Use Plan</i>)
AWACS	Havadan uyarı ve kontrol sistemi (<i>Airborne early warning and control system</i>)
BCAS	Beacon Collision Avoidance System
BFD	Temel Uçuş Bilgi Mesajı (<i>Basic Flight Data Message</i>)
BGP	Sınır Ağgeçidi Protokolü (<i>Border Gateway Protocol</i>)
BITE	Yerleşik Test Cihazı (<i>Built-in Test Equipment</i>)
Blip	PSR hedeflerinin radar ekranı üzerindeki izleri.
CADF	Merkezi Hava Sahası Veri Fonksiyonu (<i>Centralised Airspace Data Function</i>)



CAF	Merkezi Yaklaşma Tesisi (<i>Centralised Approach Facility</i>)
CAOC	Birleştirilmiş Hava Operasyonları Merkezi (<i>Combined Air Operations Centre</i>)
CAP	Kontrolör Erişim Parametreleri (<i>Controller Access Parameters</i>)
CAS	Çarpışma Önleme Sistemi (<i>Collision Avoidance System</i>)
CASA	Bilgisayar Destekli Slot Tahsisi (<i>Computer Assisted Slot Allocation</i>)
CBA	Sınır Ötesi Sahalar (<i>Cross Border Areas</i>)
CBT	Bilgisayar Tabanlı Eğitim (<i>Computer Based Training</i>)
CCAMS	Merkezi Kod Tahsisi & Yönetim Sistemi (<i>Centralised code assignment&management system</i>)
CD	Kompak Disk (<i>Compact Disk</i>)
CDR	Şartlı Yol (<i>Conditional Route</i>)
CDTI	Trafik Bilgisinin Kokpitte Gösterimi (<i>Cockpit Display of Traffic Information</i>)
CE	Avrupa'ya Uyumluluk (<i>Conformity of Europe</i>) Standartları
CFD	Uçuş Bilgi Mesajı Değişikliği (<i>Change to Flight Data Message</i>)
CFIT	Kontrollü Uçuşların Manialara Çarpması (<i>Controlled Flight Into Terrain</i>)
CFL	Müsaade Edilen Uçuş Seviyesi (<i>Cleared Flight Level</i>)
CFMU	Merkezi Akış Yönetim Birimi (<i>Central Flow Management Unit</i>)
CHAP	Kimlik Sorgulama Anlaşması Değerlendirme Protokolü. (<i>Challenge Handshake Authentication Protocol</i>)
CHG	Modifikasyon Mesajı (<i>Change Message</i>)
CIDIN	Ortak ICAO Bilgi Değişim Networkü (<i>Common ICAO Data Interchange Network</i>)
CLAM	Müsaade Seviyesi Monitörü (<i>Cleared Level Authoriance Monitoring</i>)
CMS	Kontrol ve İzleme Sistemi (<i>Control and Monitoring System</i>)
CNL	İptal Mesajı (<i>Cancel Message</i>)
CNS/ATM	Muhabere, Seyrüsefer, Gözetim/Hava Trafik Yönetimi (<i>Communication, Navigation, Surveillance/Air Traffic Management</i>)
COO/PLC	Koordinatör/Planlama Kontrolörü (<i>Coordinator/Planner Controller</i>)
COP	Devir Noktası (<i>Coordinated Point</i>)
COTS	Ticari Kullanıma Hazır (<i>Commercially available Off-the-Shelf</i>)
CPA	Asgari Yakınlaşma Noktası (<i>Closest Point of Approach</i>)
CPDLC	Kontrolör-Pilot Veri Yolu Muhaberesi (<i>Controller Pilot Data Link Communication</i>)
CPU	Merkezi İşlem Ünitesi (<i>Central Processing Unit</i>)
CRAM	Şartlı Yol Kullanılabilirlik Mesajı (<i>Conditional Route Availability Message</i>)
CRCO	Merkezi Yol Ücretlendirme Ofisi (<i>Central Route Charges Office</i>)
CSPO-3000	<i>Closely Spaced Parallel Operations (3000-foot spacing between parallel runways)</i>
CTOT	Hesaplanmış Kalkış Zamanı (<i>Calculated Take-off Time</i>)



CTR	Kontrol Bölgesi (<i>Control Zone</i>)
CVSM	Konvansiyonel Dikey Ayırma Minimumları (<i>Conventional Vertical Separation Minima</i>)
CWP	Kontrolör Çalışma Pozisyonu (<i>Controller Working Position</i>)
DAP	İndirilen Hava Aracı Parametreleri (<i>Downlinked Aircraft Parameters</i>)
DARD	Radar Bilgilerine Direkt Ulaşım (<i>Direct Access Radar Data</i>)
DDR	Duble Veri Hızı (<i>Double Data Rate</i>)
DDS	Veri Gösterim Sistemi (<i>Data Display System</i>)
DEP	Kalkış Mesajı (<i>Departure Message</i>)
DES	FLS'nin iptali (<i>De-Suspension Message</i>)
DHMİ	Devlet Hava Meydanları İşletmesi (<i>State Airport Authority</i>)
DIN	Alman Standartlar Enstitüsü (<i>German Institute of Standards</i>)
DLA	Gecikme Mesajı (<i>Delay Message</i>)
DLC	Kalkış Müsaadesi (<i>Departure Clearance</i>)
DLIC	Data Link Başlatma Özelliği (<i>Datalink integration capability</i>)
DMOD	Mesafe Modifikasyonu (<i>Distance Modification</i>)
DMAN	Kalkış Yöneticisi (<i>Departure Manager</i>)
DME	Mesafe Ölçme Cihazı (<i>Distance Measuring Equipment</i>)
DNA (ACAS Xo)	Belirlenmiş Uyarı Yok (<i>Designated No Alerts mode</i>)
DSC	Hava/Yer Müsaade Hizmeti (<i>Air/Ground Clearance Service</i>)
DSL	Sayısal Abone Hattı (<i>Digital Subscriber Line</i>)
DTE	Veri Uçbirim Donatımı (<i>Data Terminal Equipment</i>)
DVD	Dijital Video Disk (<i>Digital Video Disk</i>)
EAD	Avrupa AIS Veritabanı (<i>European AIS Database</i>)
EASA	Avrupa Havacılık Emniyet Ajansı (<i>European Aviation Safety Agency</i>)
EATMP	Avrupa Hava Trafik Yönetim Programı (<i>European Air Traffic Management Programme</i>)
ECAC	Avrupa Sivil Havacılık Konferansı (<i>European Civil Aviation Conference</i>)
ECI	EAD Kullanıcı Arayüzü (<i>EAD Client Interface</i>)
EFIS	Elektronik Uçuş Alet Sistemi (<i>Electronic Flight Instrument System</i>)
EHS	Mode S Gelişmiş Gözetim (<i>Enhanced Surveillance</i>)
EICAS	Motor Gösterge ve Uçuş Ekibi İkaz Sistemi (<i>Engine Indication and Crew Alerting System</i>)
ELS	Mode S Temel Gözetim (<i>Elementary Surveillance</i>)
EMG	Acil Durum (<i>Emergency</i>)
ENV	Çevre Sistemi (<i>Environment System</i>)
EOBD	Muhtemel Takoz Alma Tarihi (<i>Estimated Off-Block Date</i>)
EOBT	Muhtemel Takoz Alma Saati (<i>Estimated Off-Block Time</i>)



ETFMS	Geliştirilmiş Taktik Akış Yönetim Sistemi (<i>Enhanced Tactical Flow Management System</i>)
EXC	Uygulama Kontrolörü (<i>Executive Controller</i>)
EUROCAE	Avrupa Sivil Havacılık Ekipmanları Teşkilatı (<i>European Organisation for Civil Aviation Equipment</i>)
EUROCONTROL	Avrupa Hava Seyrüsefer Emniyet Organizasyonu (<i>The European Organisation for the Safety of Air Navigation</i>)
FAA	ABD Federal Havacılık İdaresi (<i>Federal Aviation Administration</i>)
FAF	Son Yaklaşma Fix'i (<i>Final Approach Fix</i>)
FDA	Uçuş Veri Asistanı (<i>Flight Data Assistant</i>)
FDM	Uçuş Veri Takibi (<i>Flight Data Monitoring</i>)
FDPS	Uçuş Bilgi İşleme Sistemi (<i>Flight Data Processing System</i>) Uçuş planlarını alan, depolayan ve güncelleyen sistem
FIC	Uçuş Bilgi Merkezi (<i>Flight Information Centre</i>)
FIR	Uçuş Bilgi Bölgesi (<i>Flight Information Region</i>)
FIS	Uçuş Bilgi Hizmeti (<i>Flight Information Service</i>)
FL	Uçuş Seviyesi (<i>Flight Level</i>)
FLS	Uçuşu Askıya Alma Mesajı (<i>Flight Suspension Message</i>)
FLTA	İleri Yönde Mania Önleme (<i>Forward Looking Terrain Avoidance</i>)
FMP	Akış Yönetim Pozisyonu (<i>Flow Management Position</i>)
FMS	Uçuş Yönetim Sistemi (<i>Flight Management System</i>)
FOM	Seyrüsefer sistemlerinin güvenilirliği (<i>Figure Of Merit</i>)
FPL	Uçuş Planı (<i>Flight Plan</i>)
FPL	Uçuş Planı Mesajı (<i>Flight Plan Message</i>)
FRUIT	Senkron Olmayan Sorgulama Nedeniyle Yanlış Cevaplama (<i>False Replies from Unsynchronised Interrogator Transmissions</i>)
ft	Feet
ft/dk	Bir dakikada alınan feet (<i>ft per minute</i>)
FUA	Hava Sahasının Esnek kullanımı (<i>Flexible Use of Airspace</i>)
g	9.81 m/sn ² yerçekimi ivmesi
G/G	Yer/Yer (<i>Ground/Ground</i>)
GAT	Genel Hava Trafiği (<i>General Air Traffic</i>)
GA	Genel Havacılık (<i>General Aviation</i>)
GB	Giga Byte (1024 MB)
Gbps	Giga bit per second (1024 Mbit/saniye)
GCA	Yerden Kontrollü Yaklaşma (<i>Ground Controlled Approach</i>)
GNSS	Küresel Seyrüsefer Uydu Sistemi (<i>Global Navigation Satellite System</i>)
GPS	Küresel Pozisyon Sistemi (<i>Global Positioning System</i>)
GSM	Mobil İletişim İçin Küresel Sistem (<i>Global System for Mobile Communications</i>)



GPWS	Yere Yakınlık Uyarı Sistemi (<i>Ground Proximity Warning System</i>)
HDLC	Yüksek seviye Data Bağlantı Kontrolü (<i>High-level Data Link Control</i>)
HIJ	Kanunsuz girişim (<i>Hijack</i>)
Hits	SSR sorgulaması sonucunda hedeften yansıyan ya da yansıma sonucunda alınan echolar
HMI	İnsan Makine Arayüzü (<i>Human Machine Interface</i>)
hPa	Hectopascals
HSRP	Hazır Yedek Yönlendirme Protokolü (<i>Hot Standby Routing Protocol</i>)
Hz	<i>Hertz</i> (frekans değeri: 1/saniye)
IARR	IFPS Varış Mesajı (<i>IFPS Arrival Message</i>)
IAS	Gösterge Hava Sürati (<i>Indicated Air Speed</i>)
IC	Sorgulayıcı Kodu (<i>Interrogator Code</i>)
ICAO	Uluslar arası Sivil Havacılık Örgütü (<i>International Civil Aviation Organisation</i>)
ICHG	IFPS Modifikasyon Mesajı (<i>IFPS Change Message</i>)
ICNL	IFPS İptal Mesajı (<i>IFPS Cancel Message</i>)
IDEP	IFPS Kalkış Mesajı (<i>IFPS Departure Message</i>)
IDLA	IFPS Gecikme Mesajı (<i>IFPS Delay Message</i>)
IETF	İnternet Mühendislik İş Gücü (<i>Internet Engineering Task Force</i>)
IFF	Dost Düşman Ayrımı (<i>Identification Friend or Foe</i>)
IFPL	Özel Uçuş Planı Mesajı (<i>Individual Flight Plan Message</i>)
IFPS	Uçuş Planı İlk İşlem Entegre Sistemi (<i>Integrated Initial Flight Plan Processing System</i>)
IFR	Aletli Uçuş Şartları (<i>Instrument Flight Rules</i>)
IGMP	İnternet Grup Yönetim Protokolü (<i>Internet Group Management Protocol</i>)
II	Sorgulayıcı Kimlik Kodu (<i>Interrogator Identifier Code</i>)
ILS	Aletli İniş Sistemi (<i>Instrument Landing System</i>)
IMC	Aletli Görerek Koşullar (<i>Instrument Meteorological Conditions</i>)
INO	Uluslararası NOTAM Operasyonu (<i>International NOTAM Operation</i>)
IP	İnternet Protokolü (<i>Internet Protocol</i>)
IPSec	İnternet Protokol Güvenliği (<i>Internet Protocol Security</i>)
ISDN	Geniş Bantlı Tümlleşik Sayısal Hizmet İletişim Ağı (<i>Integrated Services Digital Network</i>)
ISO	Uluslar arası Standartlar Örgütü (<i>International Organization for Standardization</i>)
IVSI	Anlık Dikey Sürat Göstergesi (<i>Instantaneous Vertical Speed Indicator</i>)
KB	<i>Kilo Byte</i> (1024 Byte)
Kbps	<i>Kilo bit per second</i> (1024 bit/saniye)
kg	kilogram



kt	knot
LAM	Mantıksal Geri Bildirim Mesajı (<i>Logical Acknowledgement Message</i>)
LAN	Bölgesel Ağ (<i>Local Area Network</i>)
LB	Yerel Batarya (<i>Local Battery</i>)
LCD	Sıvı Kristal Ekran (<i>Liquid Cristal Display</i>)
LoA	Anlaşma Mektubu (<i>Letter of Agreement</i>)
LORAN	Uzun Mesafe Seyrüsefer (<i>Long Range Navigation</i>)
LRU	Yerinde değiştirilebilir bir birim (<i>Line Replaceable Unit</i>)
m	metre
MAC	Koordinasyon İptal Mesajı (<i>Message for the Abrogation of Coordination</i>)
MASPS	Minimum Havacılık Sistemi Performans Spesifikasyonu (<i>Minimum Aviation System Performance Specification</i>)
MB	Mega Byte (1024 KB)
Mbps	Mega bit per second (1024 Kbit/saniye)
MCS	İzleme ve Kontrol Sistemi (<i>Monitoring and Control System</i>)
MCT	Multi Kanal İz Takibi (<i>Multi Channel Tracking</i>)
MDF	Miss Distance Filter (<i>TCAS II</i>)
MDF	Ana Dağıtım Çatısı (<i>Main Distribution Frame</i>)
MEL	Asgari Ekipman Listesi (<i>Minimum Equipment List</i>)
MET	Meteoroloji (<i>Meteorology</i>)
METAR	Hava Meydanı Meteorolojik Raporu (<i>Meteorological Aerodrome Report</i>)
MFC	(<i>Multi-Frequency Compelling</i>)
MHz	Mega Hertz
MIT	Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (<i>Massachusetts Institute of Technology</i>)
MLAT	Multilateration
MM/SM	Multi Model/ Single Mode
Mode A	Kimlik bilgisi
Mode C	Uçuş Seviyesi bilgisi
MONA	Monitoring Aids
MOPS	Asgari Operasyonel Performans Standartları (<i>Minimum Operational Performance Standards</i>)
MRT	Çoklu Radar İz Takibi (<i>Multi Radar Tracking</i>)
MSAW	Asgari Güvenli İrtifa İkazı (<i>Minimum Safe Altitude Warning</i>)
ms	Mikrosaniye (<i>microsecond</i>)
msn	Milisaniye (<i>milisecond</i>)
MSSR	Monopulse İkincil Gözetim Radarı (<i>Monopulse Secondary Surveillance Radar</i>)
MTBF	Aksaklıklar Arası Ortalama Süre (<i>Mean Time Between Failures</i>)



MTCD	Orta Vade Çatışma Tespiti (<i>Medium Term Conflict Detection</i>)
MTI	Hareketli Hedef Göstericisi (<i>Moving Target Indicator</i>)
MTMA	Askeri TMA (<i>Military TMA</i>)
MTOM	Maksimum Kalkış Kütlesi (<i>Maximum Take-off Mass</i>)
MTTR	Ortalama Onarım Zamanı (<i>Mean Time To Repair</i>)
NAT	Ağ Adresi Dönüştürme (<i>Network Address Translation</i>)
NAR	<i>Non-altitude reporting [target]</i>
ND	Seyrüsefer Displayi (<i>Navigation Display</i>)
NDB	(<i>Non-Directional Beacon</i>)
NextGen	Yeni Nesil Hava Taşımacılığı Sistemi FAA (<i>Next Generation Air Transportation System</i>)
NM	Deniz Mili (<i>Nautical Miles</i>)
NMAC	<i>Near Midair Collision</i>
NOTAM	Havacılara Duyuru (<i>Notice to Airmen</i>)
NRL	ABD Deniz Araştırma Laboratuvarı (<i>Naval Research Laboratory</i>)
OAT	Operasyonel Hava Trafiği (<i>Operational Air Traffic</i>)
ODID	Operasyonel Bilgi ve Giriş Ekranı (<i>Operational Data and Input Display</i>)
OJT	İşbaşı eğitimi (<i>On-the-Job Training</i>)
OLDI	Çevrimiçi Veri Değişimi (<i>Online Data Interchange</i>)
ORCAM	Bölge Orjinli/Kaynaklı Kod Tahsis Metodu (<i>Originating Region Code Assignment Method</i>)
ORM	Operasyonel Cevap Mesajı (<i>Operational Reply Message</i>)
PABX	Özel Otomatik Branş Değişimi (<i>Private Automatic Branch eXchange</i>)
PAC	İlk Aktivasyon Mesajı (<i>Preliminary Activation Message</i>)
PAP	Parola Denetim Protokolü (<i>Password Authentication Protocol</i>)
PAR	Hassas Yaklaşma Radarı (<i>Precision Approach Radar</i>)
PC	Kişisel Bilgisayar (<i>Personal Computer</i>)
PCM	Atım Modu Modülasyonu (<i>Pulse Code Modulation</i>)
PDA	Erken Alçalma İkazı (<i>Premature Descent Alert</i>)
PDC	Özel Veri Kanalı (<i>Private Data Channel</i>)
PFD	Birincil Uçuş Displayi (<i>Primary Flight Display</i>)
PLC	Planlama Kontrolörü (<i>Planning Controller</i>)
Plots	Hedefin pozisyonunu ve ilgili bilgilerini taşıyan echo.
PPP	Noktalar Arası İletişim Protokolü (<i>Point-to-Point Protocol</i>)
Pps	Saniyedeki Paket Sayısı (<i>Packets Per second</i>)
PRF	HüzmeTekrar Frekansı (<i>Pulse Repetition Frequency</i>) Bir saniye içerisinde gönderilmiş hüzme sayısı
PRI	Pulse Tekrar Aralığı (<i>Pulse Repetition Interval</i>)
PSR	Birincil Gözetim Radarı (<i>Primary Surveillance Radar</i>)



PSTN	Umumi Anahtarlamalı Telekomünikasyon Networkü (<i>Public Switched Telecommunications Network</i>)
PTT	Konuşmak İçin Bas (<i>Push To Talk</i>)
QFE	Meydan Seviyesindeki Atmosferik Basınç (<i>atmospheric pressure at aerodrome elevation</i>)
QNH	(<i>Altimeter Sub-scale Setting to obtain Elevation when off the Ground</i>)
R/T	Radyo Transmisyonu (<i>Radio/Transmission</i>)
RA	Çözüm Tavsiyesi (<i>Resolution Advisories</i>)
RAC	<i>Resolution Advisory Complement</i>
RADAR	Radio Detection And Ranging
RADIUS	Uzaktan Doğrulmalı Çevirmeli Kullanıcı Hizmeti (<i>Remote Authentication Dial-In User Service</i>)
RADOME	Radar Kubbesi (<i>RAadar DOME</i>) Radar antenini dış etkilerden koruyan dış kılıf
RAM	Rastgele Erişilen Hafıza (<i>Random Access Memory</i>)
RAM	Yol Sapma Takibi (<i>Route Authorance Monitoring</i>)
RCA	Azaltılmış Koordinasyon Hava Sahası (<i>Reduced Co-ordination Airspace</i>)
RCMS	Uzaktan Kontrol ve Görüntüleme Sistemi (<i>Remote Control and Monitoring System</i>)
RCF	Hava Yer Muhabere Kaybı (<i>Radio Communication Failure</i>)
RDPS	Radar Bilgi İşleme Sistemi (<i>Radar Data processing System</i>) Alınan Radar bilgilerini işleyen ve görüntüleyen sistem
REC/PLB	Kayıt/Yeniden Oynatma (<i>Recording/Playback</i>)
REV	Düzeltilme Mesajı (<i>REVision / REVise Message</i>)
RMA	Güvenilirlik, Bakım, Mevcudiyet (<i>Reliability, Maintainability, Availability</i>)
RMCD E	Radar Mesajlarını Dönüştüren ve Dağıtan Ekipman (<i>Radar Message Conversion and Distribution Equipment</i>)
RNAV	Saha Seyrüsefer (<i>Area Navigation</i>)
RPL	Sürekli Uçuş Planı (<i>Repetitive Flight Plan</i>)
RPAS	Uzaktan Kumandalı Uçak Sistemleri (<i>Remotely Piloted Aircraft Systems</i>)
RPS	Radar Pozisyon Sembolü (<i>Radar Position Symbol</i>)
Rpm	<i>Revolutions Per minute</i> (Devir/Dakika)
RPM	Dakikadaki Dönüş Hızı (<i>Rotation Per Minute</i>)
RTCA	RTCA Inc. Düzenleyici makamlar için teknik standartlar geliştiren ABD merkezli, kar amacı gütmeyen bir kuruluş (<i>Radio Technical Commission for Aeronautics</i>)
RQP	Uçuş Planı Talebi (<i>Request for Flight Plan</i>)
RVSM	Azaltılmış Dikey Ayırma Minimasi (<i>Reduced Vertical Separation Minima</i>)
SAP	Sistem Erişim Parametreleri (<i>System Access Parameters</i>)
SARPs	Standart ve Tavsiye Edilen Uygulamalar (<i>Standards and Recommended Practices</i>)



SKYbrary	ATM ve genel olarak havacılık güvenliği ile ilgili güvenlik bilgisi kütüphanesi
Scope	Radar ekranı
SDO	Statik Veri Operasyonu (<i>Static Data Operations</i>)
SDP	Gözetim Veri İşlem (<i>Surveillance Data Processing</i>)
SDPS	Gözetim Veri İşleme Sistemi (<i>Surveillance Data Processing System</i>)
SES	Tek Avrupa Seması (<i>Single European Sky</i>)
SESAR	Tek Avrupa Seması ATM Araştırma Programı (<i>Single European Sky ATM Research</i>)
SFPL	Sistem Uçuş Planı (<i>System Flight Plan</i>)
SI	Gözetim Tanımlama Kodu (<i>Surveillance Identifier Code</i>)
SID	Standart Aletli Kalkış (<i>Standard Instrument Departure</i>)
SL	Hassasiyet Seviyesi (<i>Sensitivity Level</i>)
SLIP	Seri Hatlı İnternet Protokolü (<i>Serial Line Internet Protocol</i>)
SMP	Simetrik Çoklu İşleme (<i>Symmetric Multi Processing</i>)
SMR	Yüzey Hareketleri Radarı (<i>Surface Movement Radar</i>)
SNMP	Yalın Ağ İletişimi Yönetim Protokolü (<i>Simple Network Management Protocol</i>)
SPECI	Özel Rapor (<i>Aviation Selected Special Weather Report</i>)
SPI	Özel Sinyal Tanımlaması (<i>Special Pulse (Position) Identification</i>)
SSR	İkincil Gözetim Radarı (<i>Secondary Surveillance Radar</i>)
SPI - IDENT	Özel Pozisyon Göstergesi (<i>Special Position Indication</i>)
STAR	Standart Terminal Geliş Yolu (<i>Standard Terminal Arrival Route</i>)
STCA	Kısa Vadeli Çatışma İkazı (<i>Short Term Conflict Alert</i>)
STM	Surveillance and Tracking Module (ACAS Xa)
STRAT	CFMU Stratejik Planlama Sistemi (<i>CFMU Strategic Planning System</i>)
SYSCO	Sistemce Desteklenen Koordinasyon (<i>SYstem Supported Co-Ordination</i>)
TA	Geçiş İrtifası (<i>Transition Altitude</i>)
TA	Trafik Tavsiyesi (<i>Traffic Advisories</i>)
TACAN	Taktik Hava Seyrüseferi (<i>Tactical Air Navigation</i>)
TACT	EUROCONTROL Taktik Sistemi (<i>EUROCONTROL Tactical System</i>)
TAF	Hava Durumu tahminleri (<i>Terminal Area Forecast</i>)
TAR	Terminal Sahası Radarı (<i>Terminal Area Radar</i>)
tau	Warning Time (TCAS II)
TAWS	Mania Önleme ve Uyarı Sistemi (<i>Terrain Awareness and Warning Systems</i>)
TB	Tera Byte (1024 GB)
TCAP	Airbus TCAS İkaz Önleme (<i>Airbus TCAS Alert Prevention</i>)



TCAS	Trafik İkazı ve Çarpışmaları Önleyici Sistem (<i>Traffic alert and Collision Avoidance System</i>)
TCP/UDP	İletişim Kontrol Protokolü/ Kullanıcı Data Paketi Protokolü (<i>Transmission Control Protocol/User Datagram Protocol</i>)
TDOA	Time difference of arrival
TDWR	Terminal Doppler hava radarları (<i>Terminal Doppler Weather Radar</i>)
TDM	Zaman Bölümlü Çoklama (<i>Time Division Multiplex</i>)
TFL	Transfer Edilecek Uçuş Seviyesi (<i>Transfer Flight Level</i>)
TFTP	Önemsiz Dosya Transfer Protokolü (<i>Trivial File Transfer Protocol</i>)
TIS-B	Trafik Bilgi Hizmeti-Yayın (<i>Traffic Information Service-Broadcast</i>)
TMA	Terminal Kontrol Sahası (<i>Terminal Area</i>)
TMCS	Teknik İzleme ve Kontrol Sistemi (<i>Technical Monitoring Control System</i>)
TOM	Teknik Bakım Monitörü (<i>Technical Operational Monitoring</i>)
Track	Radar sistemi tarafından algılanan geçerli bir hedef (sistem tarafından takibi yapılan bir hava aracı)
TRM (ACAS Xa)	Tehdit Çözüm Modülü (<i>Threat Resolution Module</i>)
TSA	Geçici Olarak Ayrılmış Saha (<i>Temporary Segregated Area</i>)
TTAŞ	Türk Telekom AŞ (<i>Turkish Telecom</i>)
TVTHR	Time (Vertical) Threshold – Reduced Time to Co-altitude Threshold (TCAS II)
TWR	Meydan Kontrol Kulesi (<i>Tower</i>)
TX/RX	Verici/Alıcı (<i>Transmitter/Receiver</i>)
UAS	İnsansız Uçak Sistemleri (<i>Unmanned Aircraft Systems</i>)
UHF	Aşırı Yüksek Frekans (<i>Ultra High Frequencies</i>)
UAT	Evrensel Erişim Alıcı-Verici (<i>Universal Access Transceiver</i>)
UPS	Kesintisiz Güç Sağlayıcı/Sistemi (<i>Uninterrupted Power Supply / System</i>)
UTP	Korumasız Tel Çifti (Unshielded Twisted Pair)
UUP	Yenilenmiş Hava sahası Kullanım Planı (<i>Updated Airspace Use Plan</i>)
VCS	Sesli Muhabere Sistemi (<i>Voice Communication System</i>)
VDL	VHF Data Link
VFR	Görerek Uçuş Şartları (<i>Visual Flight Rules</i>)
VHF	Çok Yüksek Frekans (<i>Very High Frequency</i>)
VLAN	Sanal LAN (Virtual LAN)
VMC	Görerek Meteorolojik Koşullar (<i>Visual Meteorological Conditions</i>)
VOR	(<i>VHF Omni Range</i>)
VPN	Sanal Özel Network (<i>Virtual Private Network</i>)
RRP	Sanal Uzak Yönlendirme Protokolü (<i>Virtual Remote Routing Protocol</i>)
VS	Dikey sürat (<i>vertical speed</i>)

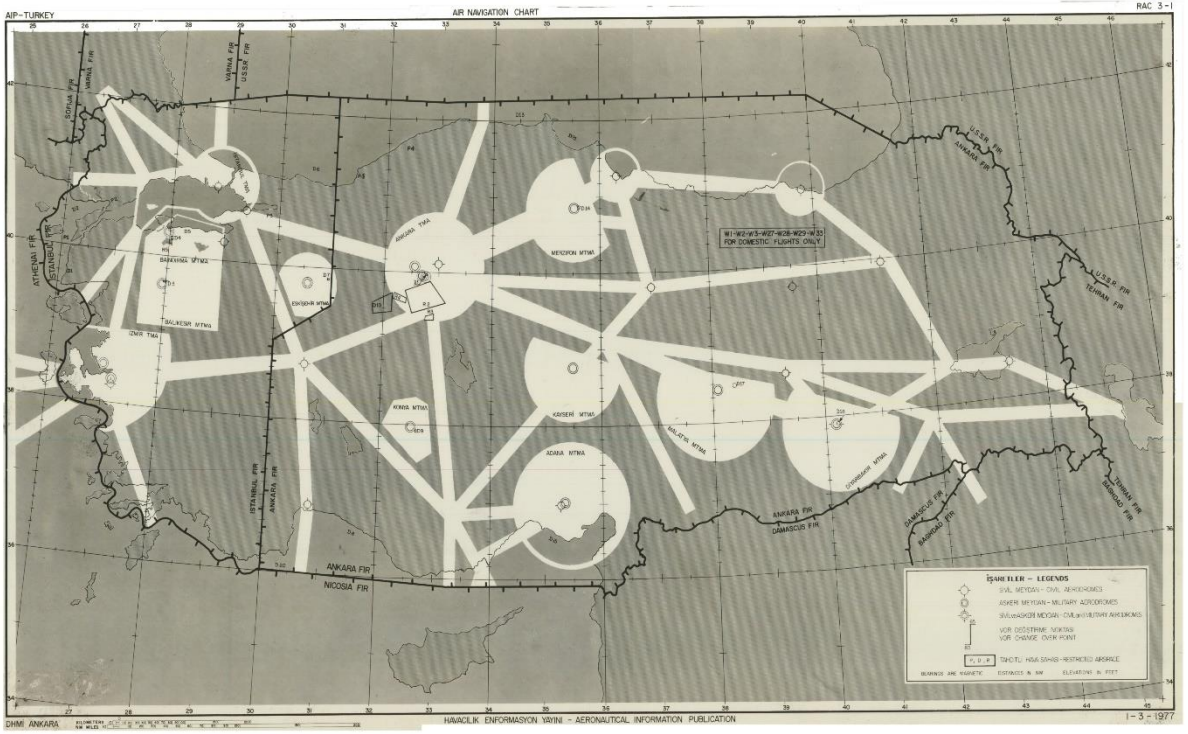


VSAT	Çok Küçük Aralıklı Uydu Terminali (<i>Very Small Aperture satellite Terminal</i>)
VSI	Dikey Sürat Göstergesi (<i>Vertical Speed Indicator</i>)
WAM	Geniş Alanda Multilateration Uygulaması (<i>Wide Area Multilateration</i>)
WAN	Geniş Bölge Networkü (<i>Wide Area Network</i>)
WP	Çalışma Pozisyonu (<i>Working Position</i>)
Wi-Fi	Kablosuz Bağlantı Alanı (<i>Wireless Fidelity</i>)
XDSL	Sayısal Abone Hattı (<i>Digital Subscriber Line</i>)
XPDR	Transponder
ZTHR	Z Threshold – Vertical Threshold for Resolution Advisory (TCAS II)
ZTHRTA	Z Threshold – Vertical Threshold for Traffic Advisory (TCAS II)

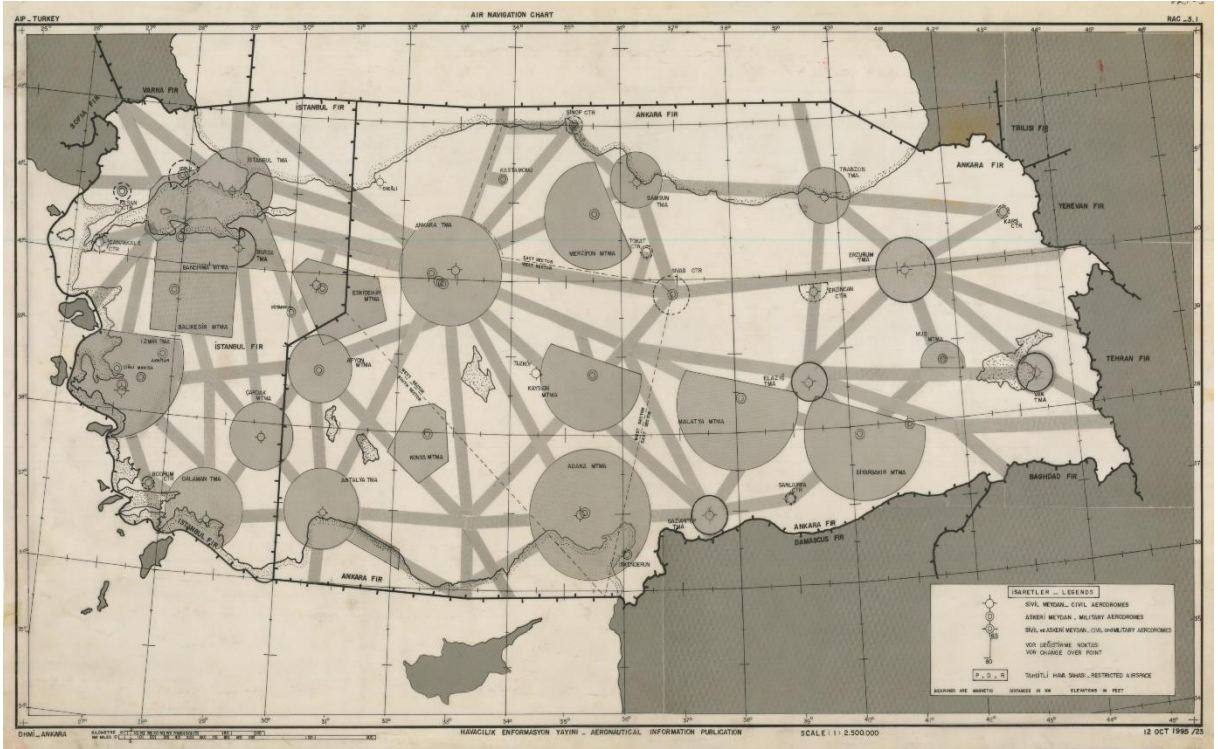


23.05.1950 Tarihli Hava Koridorları





01.03.1977 Tarihli Hava Koridorları



12.10.1995 Tarihli Hava koridorları

9. Kullanılan Kaynaklar

- i. ICAO Doc 4444 ATM/501 Procedures for Air Navigation Services Air Traffic Management Sixteenth Edition 2021
- ii. Türkiye AIP'si
- iii. ICAO ACAS Manual (Doc. 9863)
- iv. ICAO PANS-OPS (Doc. 8168)
- v. ICAO Annex 10
- vi. EUROCONTROL Institute of Air Navigation Services Phase 2A Radar Theory
- vii. EUROCONTROL Institute of Air Navigation Services Introduction to Radar Theory
- viii. EUROCONTROL Institute of Air Navigation Services Approach Radar Operating Procedures and Techniques
- ix. EUROCONTROL ACAS Guide Airborne Collision Avoidance-March 2022
- x. Netalet Newsletter
- xi. SMART Project CWP User Manual
- xii. <https://www.skybrary.aero> web sayfası
- xiii. Encyclopedia Britannica
- xiv. Honeywell web sayfası
- xv. CCAMS Manuel, CCAMS Brief

