

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

UÇAK BAKIM

**KOMÜNİKASYON/NAVİGASYON 3
525MT0064**

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iv
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. UÇUŞ İDARE SİSTEMLERİ (FMS)	3
1.1. FMCS Fonksiyonları.....	4
1.1.1. Seyrüsefer (Navigation).....	4
1.1.2. Performans (Performance).....	5
1.1.3. Guidance (Kılavuz).....	5
1.2. Dâhili Test Cihazları	6
1.2.1. GAT 808– 809	6
1.2.2. GAT ALL	6
1.3. FMS Hakkında Genel Bilgi.....	6
1.4. FMS Modları.....	8
1.4.1. Otomatik Pilot Modu	8
1.4.2. Pozisyon Modu	8
1.4.3. Rota Modu	9
1.4.4. Direct to Modu.....	10
1.4.5. Waypoint Modu.....	11
1.4.6. Seyrüsefer Modu.....	13
1.4.7. Programlama Modu	14
1.5. EHSI ve TCAS.....	15
1.6. ACARS	16
UYGULAMA FAALİYETİ	17
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	19
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	21
2. GLOBAL KONUM SİSTEMİ (GPS)	21
2.1. Kullanım Alanları	21
2.1.1. Uzay Bölümü	22
2.1.2. Kontrol Bölümü	22
2.1.3. Kullanıcı Bölümü	23
2.2. GPS Çalışma Prensibi	23
2.2.1. Uyduların Konumunun Önemi	23
2.2.2. Zamanlamanın Önemi	23
2.2.3. Geometrik Hesap	24
2.2.4. Almanak Bilgisi.....	24
2.3. GPS Alıcı Teknolojisi	25
2.4. GPS İle Pozisyon Ölçümünde Hata Kaynakları.....	25
2.4.1. Uydu Hataları	25
2.5. Uçaklarda GPS Kullanımı.....	27
UYGULAMA FAALİYETİ	31
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	33
ÖĞRENME FAALİYETİ-3.....	34
3. GLOBAL NAVİGASYON UYDU SİSTEMLERİ (GNSS).....	34
3.1. GNSS1/EGNOS	34

3.1.1. EGNOS'un Avantajları.....	35
3.2. GNSS2/GALILEO	36
UYGULAMA FAALİYETİ	38
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	39
ÖĞRENME FAALİYETİ-4	40
4. ATALET NAVİGASYON SİSTEMİ (INS)	40
4.1. Atalet Seyrüsefer Sistemleri (Inertial Navigation Systems-Ins)	40
4.1.1. Atalet Seyir Sistemi Bileşenleri.....	40
UYGULAMA FAALİYETİ	42
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	43
ÖĞRENME FAALİYETİ-5	44
5. HAVA TRAFİK KUMANDA (ATC) TRANSPONDER	44
5.1. ATC Sistemleri	45
5.1.1. Hava Trafik Kontrolü Radar Hüzme Sistemi (ATCRBS)	45
5.1.2. Transponder	45
5.1.3. Radarscope ve TCAS Ekranı	46
5.1.4. Mode S.....	46
5.2. ATC Sistemi Uçak Komponentleri.....	47
UYGULAMA FAALİYETİ	53
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	56
ÖĞRENME FAALİYETİ-6	57
6. YARDIMCI GÖZETİM RADARI.....	57
6.1. Radar Sistemi	57
6.1.1. Radarın Tarihçesi.....	57
6.1.2. Radarın Genel Çalışma Prensibi	58
6.2. PSR Radarı ve Çalışma Prensibi	59
6.2.1. Radarın Çözünürlüğü.....	60
6.2.2. Clutter ve Anti-Clutter Tekniği.....	61
6.2.3. Primary Radarın Avantajları ve Dezavantajları.....	61
6.3. SSR Radarı ve Çalışma Prensibi	62
6.3.1. Transponder'ın Yapısı	62
6.3.2. MSSR (Monopulse SSR).....	64
6.3.3. SSR Sisteminin Avantajları ve Dezavantajları	64
6.3.4. MRT (Multi Radar Tracking)	65
6.4. Kullanım Alanlarına Göre Radar Çeşitleri.....	65
6.4.1. ASR (Airport Surveillance Radar).....	65
6.4.2. ARSR (Air Route Surveillance Radar).....	66
6.4.3. ASDE (Airport Surface Detection Equipment).....	66
6.4.4. PAR (Precision Approach Radar)	66
6.4.5. RDPS ve FDPS	66
UYGULAMA FAALİYETİ	68
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	69
ÖĞRENME FAALİYETİ-7	71
7. HAVA KORUNMA RADARI	71
7.1. Display	72
UYGULAMA FAALİYETİ	77
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	79

ÖĞRENME FAALİYETİ-8	81
8. RADİO ALTİMETRE.....	81
8.1. Zaman ve Frekans İlişkisi	82
UYGULAMA FAALİYETİ	88
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	91
ÖĞRENME FAALİYETİ-9	92
9. ARINC SİSTEMİ.....	92
9.1. ARINC 429 BUS'ın Elektriksel Özellikleri.....	93
9.2. ARINC 429 WORD'ün Yapısı	95
9.2.1. LABEL	95
9.2.2. SDI.....	95
9.2.3. DATA	95
9.2.4. SIGN / STATUS MATRİX (SSM)	96
9.2.5. PARITY BIT	96
UYGULAMA FAALİYETİ	97
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	99
MODÜL DEĞERLENDİRME	101
CEVAP ANAHTARLARI.....	102
KAYNAKÇA	105

AÇIKLAMALAR

KOD	525MT0064
ALAN	Uçak Bakım
DAL/MESLEK	Uçak Elektronik
MODÜLÜN ADI	Komünikasyon/ Navigasyon 3
MODÜLÜN TANIMI	Öğrenciye komünikasyon navigasyon sistemleri konularından FMCS, GPS, GNSS, INS, ATC Transponderi, Yardımcı Gözetim Radarı, Hava Koruma Radarı, Radio Altimetre, ARINC sistemleri hakkında bilgi veren, adı geçen cihazların veya sistemlerin analizini ve bakım becerisini kazanmasını sağlayan öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Komünikasyon/Navigasyon II modülünü başarmış olmak
YETERLİK	Bu modül ile hava araçlarında yer alan komünikasyon ve navigasyon sistemlerini ATA 23 ve ATA 34' e göre bakımını yapabilmek
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ortam sağlandığında komünikasyon ve navigasyon sistemlerinin bakımını ATA 23/34'e göre yapabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. FMCS sisteminin bakımını ATA 23 ve ATA 34' e göre yapabileceksiniz.2. GPS sistemlerinin bakımını ATA 23 ve ATA 34' e göre yapabileceksiniz.3. GNSS sistemlerinin bakımını ATA 23 ve ATA 34' e göre yapabileceksiniz.4. INS sisteminin bakımını ATA 23 ve ATA 34' e göre yapabileceksiniz.5. ATC Transponderi ATA 23 ve ATA 34' e göre analiz edebileceksiniz.6. Yardımcı gözetim radar ı bakımını ATA 23 ve ATA 34' e göre yapabileceksiniz.7. Hava korunma radarı bakımını ATA 23 ve ATA 34' e göre yapabileceksiniz.8. Radio altimetre bakımını ATA 23 ve ATA 34' e göre yapabileceksiniz.9. ARINC sistemini ATA 23 ve ATA 34' e göre analiz edebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Uçak kokpiti, uçak elektronik laboratuvarı Donanım: Televizyon, kütüphane, VCD, DVD, tepegöz, projeksiyon cihazı, bilgisayar ve donanımları, internet bağlantısı, öğretim materyalleri

**ÖLÇME VE
DEĞERLENDİRME**

Modülün içinde yer alan her bir öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz.
Modül sonunda ise kazandığınız bilgi, beceri, tavırları öğretmen tarafından hazırlanacak ölçme araçları ile değerlendirileceksiniz.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bu modülün amacı; uçakların yön bulmak ve haberleşmek için kullandığı elektronik sistemlerden bazılarını tanımaktır.

Günümüz uçak teknolojisi sürekli kendisini yenilemektedir. İşte burada eğitici olarak biz öğretmenlere görev düştüğü kadar, siz öğrencilere de uygulayıcı olarak görev düşmektedir. Burada amacımız uçakla ilgili yeni elektronik sistemlerin çalışma şeklini öğrenmek ve bu sistemlerin bakım becerisini kazanabilmektir. Mesleğinizi tam olarak öğrenip, havacılık sektöründe çalışabilmeniz için gerekli bilgi ve birikime sahip olmak ilk hedefiniz olmalıdır. Şüphesiz ki çok hızla gelişen havacılık sektörü ile ilgili teknolojik gelişmeler de dikkatle takip edilmelidir.

Teknolojiyi yakından takip eden, yaptığı işleri istenilen standartlarda yapan ve becerikli olan teknisyenlere iş piyasasında daima ihtiyaç olacaktır. Bunun için kendinizi her alanda geliştirmelisiniz. Sizlerin de bildiği gibi mesleğimiz ile ilgili çalışmalar büyük bir dikkat ve özen gerektirmektedir. Yapılabilecek küçük hatalar bile istenmeyen büyük olaylara ve kazalara sebep olabilir. Bu nedenle işinizle ilgili daima ciddi olunuz ve gayret gösteriniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

FMCS (Uçuş İdare Bilgisayar Sistemi) bakımını ATA 23 ve ATA 34' e göre yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- FMS hakkında internette araştırma yapınız.
- Kütüphaneleri araştırarak yazılı doküman araştırması yapınız.
- Bulduğunuz doküman ve verileri özetleyerek bir rapor hâline getiriniz.
- Hazırladığınız raporu arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

1. UÇUŞ İDARE SİSTEMLERİ (FMS)

Uçak idare (navigasyon) sistemi olan FMS (Flight Management System), pilot tarafından girilen uçuş verileri (dataları) doğrultusunda uçağa uygun rotayı belirler. Bu rotayı belirlerken uçakta bulunan diğer birimlerinden gelen verileri kullanır. Genel olarak uçaklarda FMS'ye ait iki adet CDU (Control Display Unit- Kontrol Gösterge Birimi) bulunmaktadır. Resim 1.1'de görüldüğü gibi CDU'lar da tuş takımı (keypad) ve ona bağlı bir adet ekran (display) olmak üzere iki kısımdan oluşur.

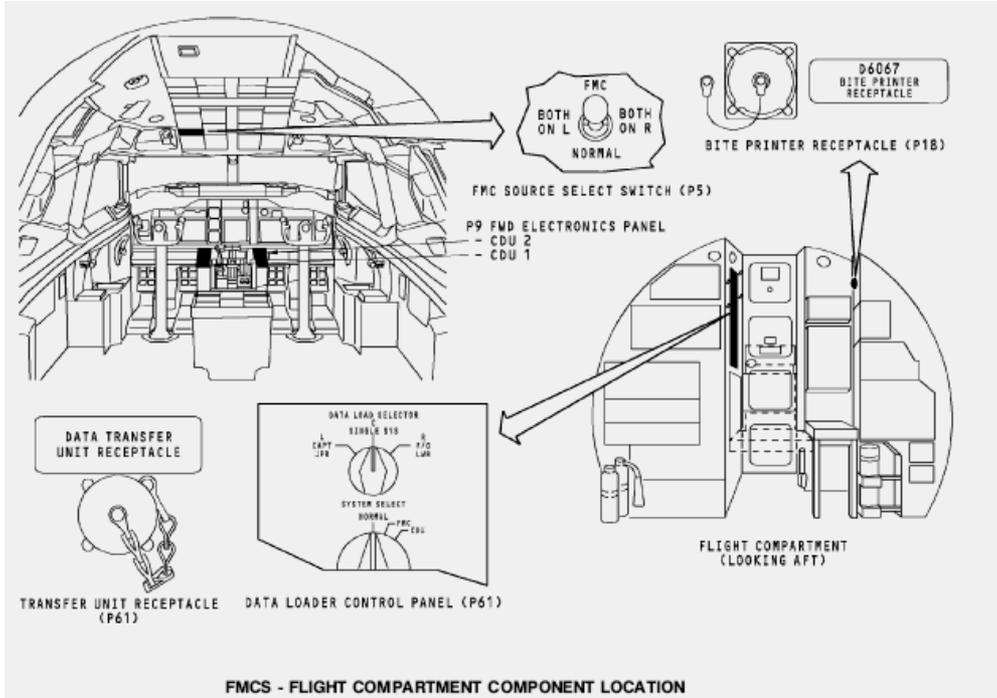
FMS, FMCS (Flight Management Computer System-Uçuş İdare Bilgisayar Sistemi) adıyla da bilinmektedir. Uçuş ekibinin FMCS'e rota ve dikey uçuş planı bilgilerini girmek için, FMCS'e bağlı olan CDU'ları ve keypad'ı kullanmaları gerekmektedir.



Resim 1.1: CDU uçuş kompartımanı yerleşimi



Resim 1.2: CDU ön, arka ve genel görünüş



Şekil 1.3: FMCS parçalarının uçuş kompartımanındaki yerleşim planları

1.1. FMCS Fonksiyonları

FMCS, uçuş planı ve uçakta bulunan sensörlerden gelen bilgilerle aşağıdaki fonksiyonları gerçekleştirir:

- Seyrüsefer (Navigation)
- Uçuş performansı (Performance)
- Kılavuz (Guidance)

1.1.1. Seyrüsefer (Navigation)

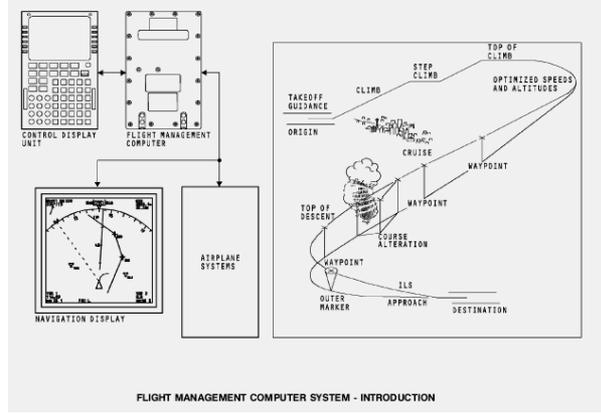
FMC (Flight Management Computer-Uçuş İdare Bilgisayarı) hafızasında seyrüsefer veritabanı bulunur ve bu veritabanı işlem alanı için gerekli olan navigasyon bilgilerini içermektedir. Pilot seyrüsefer veri tabanını, uçuştan önce CDU keypad'dan bütün uçuş bilgilerini ayarlamak için kullanır.

FMC uçuş esnasında, uçağın uçuş planındaki pozisyonunu hesaplar. Bu işlemi yaparken IRS (Inferential Reference Sistem- Atalet Referans Sistemi) ve radyo navigation sisteminin mevcut durumundan faydalanır. FMC bunu hesaplarken, aynı zamanda GPS'i (Global Position System-Küresel Pozisyon Sistemi) kullanır.

FMCS, LNAV (Lateral Navigation-Yanal Seyrüsefer) kontrol sistemi için gerekli bilgileri, uçuş planı bilgilerini ve hesaplanan pozisyon bilgilerini karşılaştırarak elde eder. FMC, hesaplanan pozisyon bilgilerini ve uçuş plan bilgilerini seyrüsefer ekranında (navigation display) gösterir.



Resim 1.4: Seyrüsefer ekranı



Şekil 1.5: FMCS genel şeması

1.1.2. Performans (Performance)

FMC'de yer alan performans veri tabanında uçak ve motor modeliyle ilgili bilgiler yer alır. Uçuş ekibi ise aşağıdaki verileri FMC'ye girer.

- Uçağın kargoda dâhil toplam ağırlığı (Airplane gross weight)
- Uçağın en uygun hızda ve yükseklikteki düz uçuş yüksekliği (Cruise altitude)
- Maliyet indeksi (Cost Index)

FMC yukarıda bahsedilen bilgileri kullanarak aşağıdaki fonksiyonları hesaplayabilir.

- Ekonomik hız (Economy speed)
- En uygun uçuş yüksekliği (Best flight altitude)
- Uygun alçalma noktası (Top of descent point)

CDS (Common Display System- Müşterek Ekran Sistemi)'de yukarıda açıklanan bilgileri hedef hız ve yüksekliği görüntülemek için kullanır.

1.1.3. Guidance (Kılavuz)

FMC, DFCS (Digital Flight Control System-Dijital Uçuş Kontrol Sistemi)'e ve A/T (Auto Throttle-Motora sağlanacak yakıt-hava karışımının miktarını belirleyen otomatik valf) 'ye komutlar gönderir. DFCS ve A/T, FMC sisteminden gelen sinyalleri uçağın LNAV (Lateral Navigation-Yanal seyrüsefer) ve VNAV (Vertical Navigation-Dikey Seyrüsefer) uçuş modlarındaki durumu kontrol etmek için kullanılır. Bu işleme FMC sisteminin kılavuzluk fonksiyonu denir.



Resim1.6: FMC'nin elektronik kompartımanındaki görünüşü

1.2. Dâhili Test Cihazları

FMCS uçağın kontrolü, performans ve kılavuzluk fonksiyonları ile uçuş mürettebatının iş yükünü azaltır. Ayrıca diğer test ekipmanlarına ulaşmasını sağlar.

1.2.1. GAT 808– 809

FMCS'nin temel bileşenlerinden sayılan ve uçuş mürettebatı ve sistem arasındaki iletişimi sağlayan MCDU'nun (Multi-purpose Control Display Units-Çok amaçlı kontrol ekranı) ve FMCS'nin yaptığı tüm hesaplamaların olduğu birimdir.

1.2.2. GAT ALL

FMCS navigasyon ve performans bilgilerinin hesaplanması için diğer uçuş sistemlerinden bilgiler toplar. Bu bilgi uçuş mürettebatınca kullanılmak üzere CDS üzerinde görüntülenir.

FMC'nin giriş ve çıkış verileri ARINC 429 dijital veri formatında gerçekleştirilir.

1.3. FMS Hakkında Genel Bilgi

FMS esas olarak birkaç ayrı sistemin bir araya getirilmesi ile oluşturulmuştur. Bunlar TCAS (Traffic Alert and Collision Avoidance System), ACARS (Aircraft Communication Addressing and Reporting System), yakıt idaresi ve uçak performans bilgi sistemleridir. Bir uçuş planı doldurulurken, eğer FMS kullanılacaksa /F kısaltması uçuş planına mutlaka eklenmelidir. Squaw Box (SB) üzerinde bulunan FMS tuşuna basıldığında, FMS pozisyon modu ile açılır.



Şekil 1.7: FMS CDU büyük ve küçük ekran görüntüleri

Ekranın tam üstünde 6 adet düğme vardır. Bu düğmeler:

- DISC- Otomatik pilottan çıkış,
- 2.NAV- Seyrüsefer mod seçimi,
- POS- Pozisyon modu seçimi,
- ACARS- ACARS modu seçimi,
- EXIT- FMS' den çıkış ve
- Küçük gri tuş FMS görüntü modunu değiştirir.

Ekranın sağında, iki sütunda fonksiyon düğmeleri bulunur. Sağ en üst düğmeden başlayıp soldan sağa ve aşağı giderek bu düğmeleri şu şekilde sıralayabiliriz.

- A/P- Otomatik pilot,
- POS- Pozisyon modu,
- 3.RTE- Rota modu,
- DIR: TO- Direkt modu,
- WPT- Güzergâh modu,
- NAV- Seyrüsefer modu,
- PROG- Program modu,
- FUEL- Yakıt modu,
- ACARS- ACARS modu,
- PREV ve
- NEXT PREV (önceki) ve NEXT (sonraki) tuşları seçilen moda göre önceki veya sonraki kısma gitmeye yarar.

Mode select tuşunun sağında nümerik klavye bulunur ve buradan FMS'ye nümerik data girişi yapılır. Bu klavyenin altında OK tuşu vardır. Bu tuşa basılarak da FMS'den çıkılabilir. Ekranın altında ise alfabetik klavye vardır. Bu klavye ile de FMS'ye alfabetik bilgi girişi (VOR; NDB, fix gibi) yapılır. DEL tuşu en son yazdığımız karakteri siler. CLR tuşu ise tamamını silmek için kullanılır.

1.4. FMS Modları

Otomatik pilot modu, Pozisyon modu, Rota modu, Direct to modu, Waypoint modu, Seyrüsefer modu ve Programlama modları FMS modlarıdır.

1.4.1. Otomatik Pilot Modu

FMS üzerindeki A/P tuşuna basıldığında otomatik pilot moduna geçilir. FMS ekranı Şekil 1.8’de görüldüğü gibi değişecektir. Ekranda AUTOPILOT yazısı görülür. Üst üste dizili 4 tuş otomatik pilot seçeneklerini açıp kapatmaya yarar. En üstte master couple tuşu vardır. Bu tuş FMS ve Flight Sim arasında otomatik pilotu açmak ve kapatmak için kullanılır. Master Couple, On durumunda değilse diğer fonksiyonlar çalışmaz ve FMS Flight Sim ile temasa geçemez. Sonraki 3 tuş ise yatay navigasyon, irtifa navigasyon ve hız navigasyon seçeneklerini seçmek için kullanılır. Lateral Nav FMS'nin irtifayı kontrol etmesi istendiğinde Altitude Nav seçeneği ON konumuna getirilmelidir. Bu seçenek aynı zamanda bir noktanın hangi yükseklikten geçilmesi istenirse Velocity Nav ON konumunda olmalıdır. Bu fonksiyonla belli noktaları hangi hızda geçmeniz gerektiği konusunda otomatik pilota bilgi vermektedir.



Şekil 1.8: Auto pilot modundaki CDU

1.4.2. Pozisyon Modu

SB menüsünden FMS ilk açıldığında pozisyon modunda ekrana gelecektir. Şekil 1.9’da görüldüğü gibi en üstte yine hangi modda olduğunu gösteren bilgi vardır. Bunun hemen sağında ise o andaki zaman gösterilir. Örnekte 1541 Z, mutlaka Zulu ve UTC (universal coordinated time) zaman verilir. Bu Greenwich Mean Time ile aynıdır ve tüm dünyada olduğu gibi SB/PC’de de bu zaman kullanılır. Alttaki iki satır uçağın LAT (enlem) ve LON (boylam)’ı verir. Şekil 1.9’da verilen koordinatlar 32:59:10 N enlemi ve 98:02:20 W boylamıdır. Bundan sonraki satırda IAS (Göreceli Hava Hızı- Indicated Air Speed) ve TAS (Gerçek Hava Hızı – True Airspeed) etiketleri vardır. Hemen altında ise değerleri görülmektedir.



Şekil 1.9: Pozisyon modundaki CDU görüntüsü

Örnekteki IAS 154 Knots'tur (1 knots=1.852 km/s.). IAS ATC ile yapılan konuşmalarda ve direktiflerde kullanılan birim olup kokpit göstergesinde de bu değer okunması gereklidir. Örnekteki TAS 229 knots ise uçağın hava içinde uçuş gerçek hızıdır. TAS aynı zamanda CAS (Kalibre edilmiş hava hızı-Calibrated Air Speed) anlamındadır. Bir başka deyişle standart olmayan hızı ve barometreye göre hesaplanmış hızıdır. CAS Flight Sim içerisinde kullanılmaz. CAS, yapısal ve alet hatalarına karşı düzeltilmiş IAS anlamına gelmektedir.

Altındaki satırda HDG (uçuş başı-Heading) ve ALT (irtifa-altitude) etiketleri vardır. Örnekte görülen HDG 262° uçağın manyetik başını gösterir. HDG değeri uçaktaki manyetik pusula ve baş gösterge değeri ile aynı olmalıdır. ALT MSL (Above Mean Sea Level-Ortalama deniz seviyesi üzeri) cinsinden yüksekliği verir. Örnekteki ALT, 25756 feet (1 feet =0,3048 m.). eğer barometre ayarı doğru yapılmış ise altimetre göstergesi aynı olacaktır. Sonraki satır GNDTRK (Yer izi-Ground Track) ve GNSPD (Yere göre hız- Ground Speed) etiketleridir. Örnekteki GNDTRK; 276° yere göre izlenen istikamettir. Örnekte verilen GNSPD 230 knots ise yere göre uçağın hareket hızıdır. GNSPD ve TAS arasındaki farkın nedeni, baş ve kış rüzgârları ile uçağın alçalıp yükselmesidir.

1.4.3. Rota Modu

Rota modu (Route mode) için Şekil 1.10'da görülen RTE tuşuna basılması gerekir. Rota modu uçağın aktif rotasını gösterir. Eğer bir uçuş planı yüklenmişse bu plana göre bilgi alınabilir. Bu bilgi istenirse elle de girilebilir. İlk satır her zamanki gibi hangi modu kullandığımızı göstermektedir. İkinci satırda ORIGIN (çıkış) ve DEST (Destination-varış) etiketleri vardır. Bundan sonraki satır ise çıkış ve varış noktalarını (fix) gösterir. Örnekteki KDFW ve KSFO verilmiştir ve normalde kalkış ve varış meydanlarını gösterir. Eğer uçuşunuzun sadece bir bölümünde IFR olacaksa DEST kısmı IFR planının sona erdiği son nokta olmalıdır. Bunun altındaki satırda SID (Standart altı kalkış-Standart Instrument Departure) ve STAR (Standart terminal varış rotası-Standart Terminal Arrival Route) etiketleri vardır. Bu bölüm işlevsel olmayıp istenirse SID/STAR adları girilerek pilot için bir hatırlatma imkanı sağlanabilir. Örnekte 17R verilmiştir. Bu alanlara bilgi girilirken CDU klavyelerinden faydalanılır. Bilgi girişi yapıldıktan sonra ilgili tuşa basılarak bilgi gerekli yere yolların.



Şekil 1.10: Rota modunda ki CDU görüntüsü

1.4.4. Direct to Modu

Bu modu seçmek için FMS üzerindeki DIR to tuşuna basılmalıdır (Şekil 1.11). Bu FMS rota modu görüntüsü kısmı çoğunlukla uçuş esnasında rota değiştirmek için kullanılır. FMS klavyeden bir fix girilir ve ilgili kısmın düğmesine basılarak oraya kaydedilir. Buradaki seçenekler VOR (Visual Omni Range), NDB (Non Directional Beacon), INTXN (Inter section) ve APT (Air port)' tur. Ekranın sağında bulunan tuş ise TO DIR TO DSP etiketini taşır ve ikinci ekrana gitmek için kullanılır. Şekil 1.11'deki örnekte, TCC VOR girişi yapılmıştır. VOR tona basılarak kaydedilmelidir. FMS, veri tabanını araştırarak bu isimleri VOR'ları bulur. Bu sırada SEARCHING mesajı görülür. Eğer bu nokta geçerli veri tabanında bulunan bir nokta ise FMS Şekil 1.11'de görülen ekrana geçer.

DIRECT TO etiketinin hemen yanında zulu saati yer almaktadır. İkinci satır ise FIX adını ve etiketini gösterir. Eğer fix bir VOR ise bunun frekansı da gösterilir. Bu satırdaki üçüncü kısım ise MAG CRS (Manyetik rota-Magnetic Course) etiketidir. Bundan sonraki satır o fixe olan MAG CRS değerini verir, Örnekte bu değer 276° dir.

FMS direct to modu ekran görüntüsü alttaki satırda bulunan etiketler DISTANCE (uzaklık) ve MINS TO GO (Minutes To Go At The Current Airspeed-o anki hızla kalan süre) etiketleridir. Örnekteki mesafe 282,0 NM (TCC VOR'una olan uzaklık) ve TCC VOR'una ulaşmak için kalan süre 67 dakika olarak verilmiştir.



Şekil 1.11: Direct to modu CDU görüntüsü

Bundan sonra da fixe olan ETA (Beklenen varış zamanı– Estimated Time Of Arrival) ve WIND (rüzgâr) etiketleri gelmektedir. Örnekte ETA 1655 Z ve rüzgâr o anda 178° den 65 knots'tur. Meydanlarda ölçülen rüzgar yönü, gerçek kuzey (TN) referans alınarak pilotlara verilirken, FMS ortamındaki rüzgar yönü manyetik kuzey (MN) referans alınarak hesaplanmaktadır.

Veri tabanı araştırması bitirilip fix bulunduktan ve girildikten sonra LNAV opsiyonu uçağı söz konusu fix üzerine uçuracaktır. Direct to içindeyken NAV modu seçildiğinde FMS DIR O güzergâhından çıkar ve o andaki uçuş planını uygular.

1.4.5. Waypoint Modu

Waypoint modu tuşu ile bu moda geçiş yapılır. FMS'ye giriş yapmak için kullanılan 3 yoldan biri de Waypoint modudur. Diğer ikisi DIRECT TO ve SB menüsünden girerek ulaştığımız LOAD FLIGHT PLAN seçenekleridir. Bu mod seçildiğinde göreceğiniz ilk ekran Şekil 1.12'de görülmekte olan ana Waypoint entry menüsü olacaktır.



Şekil 1.12: Ana Waypoint modu CDU görüntüsü

Bu ekran üzerinde güzergâh girişi yapılabilir, edit edilebilir veya silinebilir. FMS'nin her ekranında olduğu gibi burada da en üst satır nerede olduğunu gösterir. Bunun altında bulunan EDIT CURRENT (mevcut olanı düzenle) tuşu ve yanında da seçili fixin enlem/boylamı görülür. Örnekte N32,94 W97,80 koordinatları görülmektedir. Bundan sonraki satırın etiketi INSTR WPT (güzergâh gir- Insert Waypoint) tuşudur. INSRT WPT o andaki noktadan hemen sonra giriş yapmak için kullanılır. CURRENT FIX satırı o an seçili olanı gösterir. NEXT ve PREV tuşlarını kullanarak önceki veya sonrakileri seçilebilmektedir.

Örnekte uçağımızın şimdiki durumu olan PRNST POS (şimdiki pozisyon-Present Position) ardından bir giriş yapılacaktır. Öncelikle NEXT/PREV tuşları ile yeri giriş yapılacak yere gelinir. Bundan sonra da INSRT WPT tuşuna basılır. FMS Waypoint giriş ekranına geçecektir (Şekil 1.13).



Şekil 1.13:Waypoint modu giriş ekranı CDU görüntüsü

FMS klavyesinden istenilen noktanın ismi girilir. Örnekte TCC girilmiştir ve bu ekranın en altında görülmektedir. TCC bir VOR olduğundan, VOR tuşuna basılması gerekmektedir. Eğer FMS girilen seyrüsefer yardımcısı ismini bulamaz ise; Invalid Fix mesajı ile cevap verir. SB veritabanı şuan için geniş olmak ile birlikte tüm noktaları içermemektedir. Bazı SID/STAR ve noktalar girilmemiş olabilir. Aynı isimle birden fazla seyrüsefer yardımcısı ismi varsa FMS bunların tamamını enlemleri ve boylamları ile gösterir ve kullanıcıdan birini seçmesini ister. Eğer bunlar ekrana sığmıyorsa NEXT ve PREV tuşları ile arama yapılabilir. İstenilen noktanın seçilmesi için o noktanın yanında bulunan tuşa basılması yeterli olacaktır. Bundan sonra otomatik olarak Waypoint Entry ekranına geri dönlür.

EDIT CURRENT seçeneği seçilerek girilen bir nokta düzenlenebilir. Söz konusu seçenek tercih edildiğinde Waypoint Properties ekranı açılır (Şekil 1.14). İlk satır her zamanki gibi hangi ekranın kullanıldığını gösterir. İkinci satırda düzenlemek için açılmış olan ekranın adı ve enlem/boylamı gösterilir.

FMS Waypoint giriş ekranı (Şekil 1.13), burada 4 yeri düzenlemek mümkündür. Bunlar: Crossing Altitude (geçiş irtifası), Crossing Speed (geçiş hızı), Altitude to go to after

fix (bu noktadan sonraki irtifa), Heading to fly from fix (bu noktadan sonraki uçuş başı) Bunlardan herhangi birini düzenlemek için FMS klavyesine değer girilir, daha sonra istenilen bölümün yanındaki tuşa basılır. Hız Knot ve Mach olarak girilebilir. İrtifa FL olarak girilemez; FL250'ı 25000 olarak girilebilir. CROSS AT ALT bölümüne girilerek uçağın tırmanma veya alçalma kontrolünüzü FMS'nin yapması sağlanır.

DEL WPT komutu current fix oku ile belirtilen noktayı silmek için kullanılır. DEL ALL WPTS tüm uçuş planını FMS'den siler.



Şekil 1.14:Waypoint özellikleri ekranı CDU görüntüsü

1.4.6. Seyrüsefer Modu

FMS üzerinde NAV tuşuna basılarak seyrüsefer moduna geçilir. FMS o an yüklü olan uçuş planı hakkında bilgiyi içerir. Eğer girilen profil uçağın limitlerini aşıyorsa FMS uçuş planını uygulayamaz. Uçuş planına göre ekranda değişiklikler gözlenir. En üstte görülen o anki noktadır. Bundan sonraki ise FMS'de kayıtlı olan devam edilecek noktadır. FMS sırası ile tüm noktalara uçacaktır. Bunu değiştirme işlemini waypoint modunda olduğu gibi yapmaktır. İlk satırda PROGRESS (NAV) modu ve o esnadaki zaman 1539 Z (Zulu zamanı: Londra Greenwich'e ayarlı zaman dilimi) görülmektedir. İkinci satırda o anki güzergâh bulunur. Şekil 1.15'deki örnekte KWICK Inter section ve ikinci satırda ETA 1550 olarak görülmektedir. Sarı renk ile belirtilen o an uçulmakta olan noktadır. Mavi olarak geçiş hızı 0,5 Mach ve geçiş yüksekliği FL140 görülür (Bu bilgi eğer waypoint kısmına girilmişse görülebilir.). Bunun hemen alt satırında o noktaya olan yön (°) ve uzaklık (NM) belirtilmiştir. Yanında ise geçtikten sonraki irtifa mavi renkte gösterilmiştir (F200). 4., 5, 6 ve 7. satırlar aynı bilgileri bir sonraki nokta için vermektedir. 8. satır o andaki rüzgârı verir. (90°den 10 knots). Gt (Ground track-Yer yönü/izi) 353° ve GS (Yer hızı-Ground speed) 257 knots, bu bölümde yer alırlar. Son satırda DTG (kalan mesafe-Distance to go) 1264,5 NM ve TTG (Kalan süre-Time to go) 212 dk. olarak görüntülenir.



Şekil 1.15: Seyrüsefer modu CDU görünüşü

1.4.7. Programlama Modu

Bu moda giriş için PROG tuşuna basılır. Bu alanda uçak performans bilgileri girilebilir. İki sayfa halindedir. PREV/NEXT tuşları ile sayfalar arası geçiş yapılır. SB dizininde birden fazla uçak bilgisi saklanabilir ve FMS yardımı ile bunlar çağrılabilir.

AIRCRAFT yazan satırın altında uçak tipi görülmektedir. Şekil 1.16'da uçak tipi için ICAO (International Civil Aviation Organization-Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü) kodu kullanılmalıdır. Bir sonraki satırın etiketleri CLIMB FPM'e (FT per minute) CLIMB IAS'tır. Bunun altında da o parametrelerin değerleri görülmektedir.



Şekil 1.16: Seyrüsefer modu 1. sayfa CDU görüntüsü

(2500 FPM VE 160 IAS, Şekil 1.17). DESCENT FPM ve DESCENT IAS etiketli satır bunun altındadır (1500 FPM ve 320 IAS). CLM/DESC Mach (Climb and Descent Mach) ile belirtilen satırın altında Mach hızı verilir (0,509 ve bu değer Fl 222 ve üzeri irtifalar içindir.).



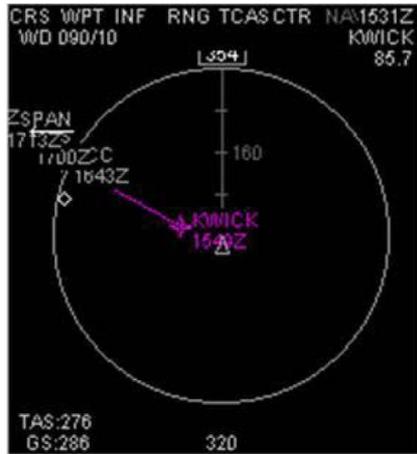
Şekil 1.17:Seyrüsefer modu 2. sayfa CDU görüntüsü

1.5. EHSI ve TCAS

EHSI (Electronics Horizontal Situation Indicator-Elektronik Yatay Durum Göstergesi) olarak adlandırılan gösterge basitçe FMS 'ye hareketli bir harita ekler (Şekil 1.18).

Boyutu ayarlanabilir ve uçakta HSI üzerine konulabilir. Uçuş rotasına ilaveten; GS/TAS/Sonraki fix'e uzaklık/rüzgâr/yer izi /uçak yönünü gösterir. Uçağın gerçek uçak başı küçük bir baklava şekli ile gösterilir. Bunun üzerinde gösterilen ise yere göre uçuş başıdır yani uçağın başı değildir. ATC hiçbir zaman yere göre uçuş başı vermeyecektir. Bu gösterge SB üzerinde bulunan "E" tuşu ile açılıp kapanır. FMS 'ye ise "F" tuşu ile ulaşılır.

SB TCAS sistemi, EHSI içerisinde yer alır ve yakın çevredeki uçakları pilotlara bildirerek çarpışmayı engeller TCAS (Traffic Alert and Collision Avoidance System-Trafik uyarı ve çarpışma önleyici sistem) yer radarından bağımsız olarak uçağa monte edilir. Radar sistemi ile çalışan bir sistemdir. İki tipi vardır. TCAS-1 sadece trafik yaklaşma uyarısında bulunur; ama ne tarafa manevra yapılması gerektiğini söylemez. TCAS-2 ise uyarıda bulunduğu gibi sakınma reaksiyonunun ne yöne olması gerektiğini tavsiye eder.



Şekil 1.18:Elektronik yatay durum göstergesi (EHSI)

Eğer uçak sizden yüksekte ise pozitif, alçakta ise negatif değerde ve yüzölçüm feet basamakları ile belirtilir. Uçuş yapılan uçağa göre 7 NM uzaklıkta veya 1300 feet irtifada olan sarı renkte, 3NM uzaklıkta ve 900 feet irtifada olan ise kırmızı gösterilir. TCAS ekranını çağırmak için FMS açılıp, TCAS tuşuna basılır. Eğer 40NM alanda hiçbir uçak yoksa ekran boş gözükür ya da uçak yok mesajı alınır.

1.6. ACARS

ACARS (Aircraft Communication Addressing and Reporting System-Havadan haberleşme ve durum bildirici sistem) şu an sadece METAR almak için kısıtlı olarak kullanılabilir. METAR (hava durum raporu) almak istenen havaalanına ait ICAO kodu yazılıp METAR tuşuna basılır.

FMS özet olarak bir uçağın seyrüsefer ve uçuş ile ilgili tüm fonksiyonlarını yerine getirmesini sağlayan bir bilgisayar sistemidir. FMS ile uçak üzerindeki elektrik-elektronik teçhizatının verdiği bilgilerin hepsini bilgisayar sistemi vasıtasıyla tek bir ekran üzerinde toplamak mümkündür. Bu sayede pilotun iş yükü azalır ve yüksek doğrulukta bilgi transferi sağlanmış olur.

Önceleri pilotlar haritalara, performans dokümanlarına, kartlara, tablolara veya seyrüsefer ve performans hesap cetveline başvururken günümüzde FMS ile tüm bu bilgiler bilgisayara yüklenir. Tüm gerekli hesaplamalar yapılır ve son olarak da yol boyunca yapılması gereken tüm manevralar yerine getirilir. Ayrıca en ekonomik hız ve irtifa değerleri, bunlara uygun performans bilgileri, kalan yakıt miktarı ve seyrüsefer bilgileri de sağlanır.

FMS'nin avantajlarını şöyle sıralayabiliriz:

- Hesaplamalar çok hızlı olarak gerçekleştirilir.
- Her türlü uçuş ve seyrüsefer bilgisini elde etmek mümkündür.
- Uçak performansını önemli ölçüde artırır.
- Yakıttan tasarruf edilmesine yardımcı olur.
- Bilgileri mümkün olan en yüksek doğrulukta verir.

UYGULAMA FAALİYETİ

FMS fonksiyon modlarını inceleyiniz.



Şekil 1.19: FMS CDU görünümü

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ FMS'yi aşağıdaki modlara, sırayla alarak uygulayınız.	➤ Gerekli güvenlik önlemlerini mutlaka alınız. ➤ Yanınızda mutlaka deneyimli bir uçak teknisyeni bulunmalıdır. ➤ Teknisyeninin telkinlerine mutlaka uyunuz. ➤ FMS modlarını uygularken yandaki sırayı takip ediniz.
➤ FMS'yi Otomatik Pilot moduna alınız.	
➤ FMS'yi Pozisyon moduna alınız.	
➤ FMS'yi Rota moduna alınız.	
➤ FMS'yi Direct to moduna alınız.	
➤ FMS'yi Waypoint moduna alınız.	
➤ FMS'yi Seyrüsefer moduna alınız.	
➤ FMS'yi Programlama moduna alınız.	

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı? Teknisyenlerin telkinlerine uydunuz mu?		
2. FMS'yi Otomatik Pilot moduna alabildiniz mi?		
3. FMS'yi Pozisyon moduna alabildiniz mi?		
4. FMS'yi Rota moduna alabildiniz mi?		
5. FMS'yi Direct to moduna alabildiniz mi?		
6. FMS'yi Waypoint moduna alabildiniz mi?		
7. FMS'yi Seyrüsefer moduna alabildiniz mi?		
8. FMS'yi Programlama moduna alabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. FMS için aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?
A) Hesaplamalar çok hızlı olarak gerçekleştirilir.
B) Her türlü uçuş ve seyrüsefer bilgisini elde etmek mümkündür.
C) Uçak performansını önemli azaltabilir.
D) Yakıttan tasarruf edilmesine yardımcı olur.
2. ACARS'ın açılımı aşağıdakilerden hangisidir?
A) Hava durum raporu
B) Yer belirleme sistemi
C) Trafik uyarı ve çarpışma önleyici sistem
D) Havadan haberleşme ve durum bildirici sistem
3. Aşağıdaki seçeneklerden hangisi FMS'ye giriş yapmak için kullanılan yollardan biri değildir?
A) Waypoint modu
B) DIRECT TO menüsünden girerek ulaştığımız LOAD FLIGHT PLAN
C) SB menüsünden girerek ulaştığımız LOAD FLIGHT PLAN
D) Autopilot menüsünden girerek ulaştığımız LOAD FLIGHT PLAN
4. Uçuş ekibi aşağıdaki verilerden hangilerini FMC'ye girmez?
A) Economy speed
B) Airplane gross weight
C) Cruise altitude
D) Cost Index
5. FMC hesaplanan pozisyon ve uçuş plan bilgilerini aşağıdaki ekranlardan hangisinde gösterir?
A) TCAS
B) CDU display
C) Navigation display
D) EHSI

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. METAR durum raporudur.
7. modunda, alanda uçak performans bilgileri girilebilir. İki sayfa hâlinindedir.
8. , elektronik yatay durum göstergesidir.
9. DTG mesafe ve TTG süre anlamına gelmektedir.
10. modu seçmek için FMS üzerindeki DIR to tuşuna basılmalıdır.
11. ICAO , Örgütü anlamına gelir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

GPS sistemlerinin bakımını ATA 23 ve ATA 34'e göre yapabileceksiniz,

ARAŞTIRMA

- GPS hakkında internette araştırma yapınız.
- Kütüphaneleri araştırarak yazılı doküman araştırması yapınız.
- GPS'nin günümüz teknolojisindeki kullanım alanlarını araştırınız.
- Hazırladığınız raporu arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

2. GLOBAL KONUM SİSTEMİ (GPS)

GPS (Global Positioning System/Global Konumlama Sistemi) düzenli olarak kodlanmış bilgi yollayan bir uydudur ve uydularla aramızdaki mesafeyi ölçerek dünya üzerindeki yerimizi kesin olarak tespit etmeye imkân sağlar.

Bu sistem, ABD savunma bölümüne ait yörüngede sürekli olarak dönen 24 uydudan oluşur. Bu uydular, çok düşük güçlü radyo sinyalleri yayar. Yeryüzündeki GPS alıcısı, bu sinyalleri alır ve konumun belirlenmesini sağlar.

ABD bu sistemin kurulumu için, yaklaşık olarak 12 milyar dolar harcamıştır. Devam eden bakım masrafları da sistemin değerini arttırmaktadır.

GPS alıcıları ilk olarak yön bulmakta, askeri çıkartmalarda ve roket atışlarında kullanılmak üzere tamamen askeri amaçla tasarlanmıştır. Ancak, 1980'lerde GPS sistemi sivil kullanıma da açılmıştır. Artık birçok alanda hayati önem taşıyan bir araç olarak kullanılmaktadır.

2.1. Kullanım Alanları

GPS'in karada, havada ve denizde birçok kullanım alanı vardır. Çünkü GPS bulunduğunuz yerleri işaretleme ve belirlediğiniz noktaya geri dönme imkânı sağlar. GPS, kapalı alanlar ve su altı gibi sinyallerin alınmasının güçleştiği yerler dışında dünya üzerinde her yerde çalışabilir. NAVSTAR sistemi, uzay bölümü (uydular), kontrol bölümü (yer istasyonları) ve kullanıcı bölümünden (GPS alıcısı) oluşur.

2.1.1. Uzay Bölümü

Uzay bölümü, en az 24 uydudan (21 aktif uydu ve 3 yedek) oluşur ve sistemin merkezidir. Uydular, “Yüksek Yörünge” adı verilen ve dünya yüzeyinin 20.000 km üzerindeki yörüngede bulunur. Bu kadar fazla yükseklikte bulunan uydular oldukça geniş bir görüş alanına sahiptir ve dünya üzerindeki bir GPS alıcısının en az 4 adet uyduyu her zaman görebileceği şekilde yerleştirilmiştir.

Uydular saatte 7000 mil/s hızla hareket ederek, 12 saatte dünya çevresinde bir tur atabilmektedir. Güneş enerjisi ile çalışan bu sistem minimum 10 yıl kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Ayrıca güneş enerjisi kesintilerine karşı (güneş tutulması vb.) yedek bataryaları, yörünge düzeltmeleri için de küçük ateşleyici roketleri vardır.

GPS projesi ilk uydunun 1978’de ateşlenmesiyle başlamıştır. 24 uyduluk ağ 1994’de tamamlanmıştır.

Uyduların her biri, iki değişik frekansta ve düşük güçlü radyo sinyalleri yayınlamaktadır. L1 Sivil GPS alıcıları UHF bandında 1575,42 MHz L1 frekansını, L2 ABD Savunma bölümü alıcıları ise 1227,60 MHz L2 frekansını dinlemektedirler. Bu sinyal “Görüş hattında-Line of Sight” ilerler. Yani bulutlardan, camdan, plastikten geçebilir ancak duvar ve dağ gibi katı cisimlerden geçemez.

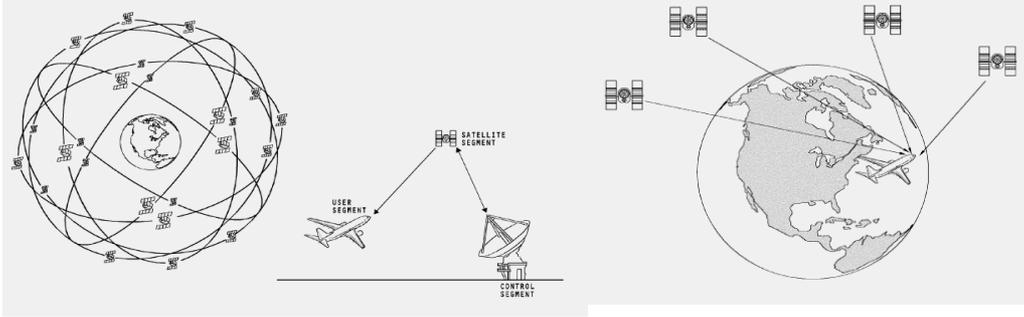
FM radyo istasyonları 88 ile 108 MHz arasında yayın yapar, L1 ise 1575,42 MHz’i kullanır. Ayrıca GPS’in uydu sinyalleri çok düşük güçtedir. FM radyo sinyalleri 100.000 watt gücünde iken L1 sinyali ise 20-50 watt arasındadır. İşte bu yüzden GPS uydularından temiz sinyal alabilmek için açık bir görüş alanı gereklidir.

Her uydu, yerdeki alıcının sinyalleri tanımlayabilmesi için iki adet özel “pseudo-random/şifrelenmiş” kod yayınlamaktadır. Bunlar korumalı kod (Protected-P code) ve Coarse/Acquisition (C/A code) kodudur. P kodu karıştırılarak sivil izinsiz kullanımı engellenir, bu olaya “Anti-Spoofing” adı verilir. P koduna verilen başka bir isimde “P (Y)” ya da sadece “Y” kodudur.

Bu sinyallerin ana amacı, yerdeki alıcının sinyalin geliş süresini ölçerek uyduya olan mesafesini hesaplayabilmesidir. Uyduya olan mesafe, sinyalin geliş süresi ile hızının çarpımına eşittir. Sinyallerin kabul edilen hızı ışık hızıdır. Gelen bu sinyal, uydunun yörünge ve saat bilgilerini, genel sistem durum bilgisini ve iyonosferik gecikme bilgisini içerir. Uydu sinyalleri, çok güvenilir atom saatleri kullanılarak zamanlanır.

2.1.2. Kontrol Bölümü

Kontrol bölümü, GPS uydularını sürekli olarak izleyerek doğru yörünge ve zaman bilgilerini sağlar. Dünya üzerinde 5 adet kontrol istasyonu bulunmaktadır. Bunlardan dördü insansız, biri insanlı ana kontrol merkezidir. İnsansız kontrol merkezleri, topladıkları bilgileri ana merkeze yollar. Ana merkezde bu bilgiler değerlendirilerek gerekli düzeltmeler uydulara bildirilir.



Şekil 2.1: Uyduların konumu ve GPS'in çalışması

2.1.3. Kullanıcı Bölümü

Kullanıcı bölümü yerdeki alıcılardır. Çeşitli amaçlarla GPS kullanarak yerini belirlemek isteyen herhangi bir kişi, sistemin kullanıcı bölümüne dâhil olur.

2.2. GPS Çalışma Prensibi

GPS alıcısı yerini belirlemek için, öncelikle uyduların kesin yerini bilmelidir ve onlara ne kadar uzaklıkta olduğunu bulmalıdır.

2.2.1. Uyduların Konumunun Önemi

GPS, alıcı uydudan iki çeşit bilgi alır. Bunlardan birisi, uyduların konumlarını bildiren ve sürekli olarak yollanan almanak bilgisidir (almanac data). Almanak bilgisi GPS'in hafızasında saklanır. Bu sayede GPS her uydunun yörüngesini bilir ve olması gereken konumu hesaplayabilir. Uydular konum değiştirdikçe almanak bilgisi yenilenir.

Alıcı uydudan alınan ikinci bilgi ise geçici bilgidir (ephemeris data). Uydu yörüngelerinde ufak sapmalar meydana gelebilir. Bu sapmaların hesaplanması için kontrol bölümü uyduların yörünge bilgilerini sürekli olarak izler. Elde edilen bu hata verileri ana kontrol merkezi'ne ulaştırılır ve hatalı veriler düzeltilerek buradan uydulara geri gönderilir. Bu düzeltilmiş kesin konum bilgilerine geçici bilgi (ephemeris data) adı verilir. Bu bilgiler güncelliğini 4 ila 6 saat arasında korur. Ephemeris bilgisi daha sonra kodlanarak GPS alıcısına gönderilir. Almanak ve Ephemeris bilgilerini alan GPS alıcısı, uyduların kesin konumlarını sürekli olarak belirler.

2.2.2. Zamanlamanın Önemi

GPS alıcısının uyduların kesin konumlarını bilmesinin yanında uydulara olan uzaklığını da bilmesi gerekir. Bu sayede, dünya üzerindeki yerini hesaplayabilir. Uyduya olana uzaklık; gönderilen sinyalin geliş süresiyle hızının çarpımına eşittir.

$$\text{Mesafe} = \text{Geliş Süresi} \times \text{Hız}$$

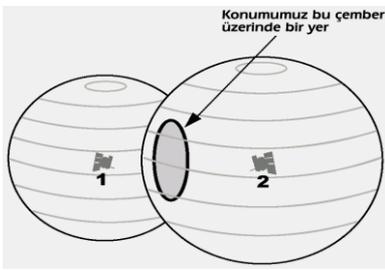
Bu formülde ki radyo dalgasının hızı, atmosferdeki ufak etkiler sayılmazsa ışık hızına eşittir ($c = 300.000 \text{ km/sn.}$).

Bu formülde ki geliş süresinin ise hesaplanması gerekir. Çözüm uydulardan gelen kodlanmış sinyallerin içinde saklıdır. Gönderilen koda “Pseudo-Random Kod” adı verilir. Böyle adlandırılmasının sebebi, çok düzensiz bir sinyal olmasıdır. GPS alıcısı da aynı kodu üreterek, uydudan gelen kodla eşleştirmeye çalışır. Bu iki kodu karşılaştırarak aradaki gecikmeyi tespit edebiliriz.

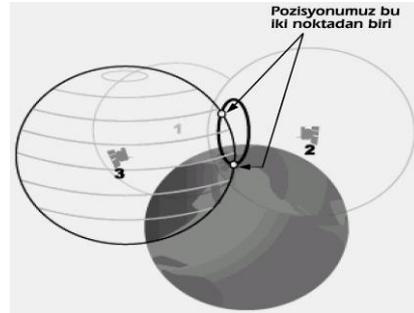
Yaklaşık olarak bir uydudan sinyalin dünyaya ulaşma süresi 0,06 saniyedir. Saniyenin binde birinde oluşacak bir hata, mesafe ölçümünde 300 km’lik bir kaymaya sebep olacaktır. GPS alıcısının saati, uydudaki saatler kadar hassas değildir. GPS alıcısına bir Atom Saati koymak ise çok pahalı ve çok hantal olurdu. Bu yüzden, uyduya olan mesafe ölçümü, “Pseudo Range” olarak adlandırılır. Bu bilgiyi kullanarak pozisyon belirlemek için, 4 uydu kullanılarak saat hatasını minimuma indirinceye kadar ölçüm yapılır.

2.2.3. Geometrik Hesap

Şimdi uyduların yerlerini ve uydulara olan uzaklıkları biliyoruz. Diyelim ki, birinci uyduya olan uzaklık 20.000 km; bizim yerimiz, merkezi uydu olan ve 20.000 km çapındaki kürenin yüzeyi üzerindeki herhangi bir nokta olabilir. İkinci bir uyduya da 21.000 km uzaklıkta olalım. Bu durumda, ikinci küre birinci küre ile kesişerek ara kesitte bir çember oluşturur (Şekil 2.2). Eğer buna 22.000 km uzaklıkta üçüncü bir uydu eklersek, üç kürenin ortak kesim noktası olan 2 nokta elde ederiz (Şekil 2.3).



Şekil 2.2: Konumun geometrik hesabı-1



Şekil 2.3: Konumun geometrik hesabı-2

İki olası pozisyon belirlenmesine rağmen bu iki nokta arasında büyük koordinat farkları mevcuttur. Bu iki noktadan hangisinin gerçek pozisyon olduğunu bulmak için, GPS alıcısına yaklaşık yükseklik verisinin girilmesi gerekir. Bu şekilde GPS geriye kalan iki-boyut içinde kesin pozisyonu belirleyebilir. Fakat üç-boyutta yer belirlenmesi için GPS dördüncü bir uydu daha kullanır. Diyelim ki dördüncü uyduda bizden 19.000 km uzaklıkta olsun, bu dördüncü küreyi, önceki kürelerle kesiştirirsek, elimizde sadece bir ortak kesim noktası kalır. Bu da üç-boyutta kesin konumu belirtir.

2.2.4. Almanak Bilgisi

GPS sürekli olarak, uyduların konumları ile ilgili bilgileri depolar. Depolanan bu bilgiye Almanak Bilgisi denir. GPS uzun süre çalıştırılmazsa, daha önce toplanmış olan Almanak bilgisi güncelliğini yitirir. Bu durumda GPS soğuk (cold) adı ile nitelendirilir. GPS “soğuk” iken çalıştırılırsa, uydudan bilgi toplaması uzun sürebilir.

Uydulardan alınan bilgiler dört ile altı saat güncelliğini korur. Bu süre içinde GPS tekrar açılırsa bu durumda GPS sıcak (warm) olarak nitelendirilir ve çalışmaya başlaması çok daha kısa süre alır. GPS'lerin özellikleri arasında “Sıcak” ve “Soğuk” başlatma süreleri yer alır.

2.3. GPS Alıcı Teknolojisi

Çoğu modern GPS alıcıları paralel, çok kanallı çalışma sistemine sahiptir. Daha önceleri yaygın olan tek kanallı GPS alıcı modelleri çeşitli ortamlarda sürekli olarak uydu takip edemiyordu. Paralel alıcılar ise her biri bir uyduyu izlemek üzere, 5 ile 12 alıcı devresine sahiptir. Bunların içinden en kuvvetli dört sinyal takip edilir. Paralel alıcılar uydulara hızla kilitlenebildikleri gibi, yüksek binalar, sık ormanlar gibi zor ortamlarda da efektif bir şekilde çalışır.

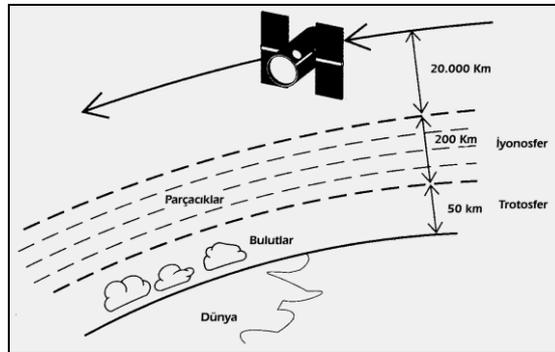
2.4. GPS İle Pozisyon Ölçümünde Hata Kaynakları

Sivil GPS alıcıları aşağıdaki çeşitli nedenlerden dolayı pozisyon hataları yapmaya meyillidir.

2.4.1. Uydu Hataları

Zamanlama GPS için kritik bir faktör olduğu için GPS uyduları atom saatleri ile donatılmıştır. Ancak atom saatleri de mükemmel değildir. Zamanlamada oluşan çok küçük hatalar bile, mesafe ölçümünde küçümsenemeyecek yanlışlara yol açar.

Uyduların uzaydaki pozisyonları ise hesaplamanın başlangıç noktasıdır. GPS uyduları yüksek yörüngelere yerleştirilmiştir ve dünyanın üst atmosferinin bozucu etkilerinden etkilenmez. Buna karşın tahmin edilen yörüngelerinde ufak kaymalar yapabilir. Bu da pozisyon hatalarına yol açar.



Şekil 2.4: Uydu ve atmosfer mesafeleri

2.4.1.1. Atmosfer

GPS uyduları zamanlama bilgilerini radyo sinyalleri olarak gönderir ve bu da ayrı bir hata kaynağıdır. Çünkü dünya atmosferinde, radyo sinyalleri her zaman tahmin edildiği gibi hareket etmez. Radyo sinyallerinin atmosfer içinde ışık hızında hareket ettiği ve bu hızın sabit olduğu kabul edilse de, ışık hızı sadece vakum ortamında sabittir. Radyo sinyalleri, içinde buldukları ortama göre yavaşlama gösterir. GPS sinyalleri iyonosferde yüklü parçacıklar ve troposferde su buharı tarafından geciktirilir. Tüm hesaplamalarda ışık hızı sabit kabul edildiğinden bu gecikmeler uydunun uzaklığını ölçmede hatalara yol açar.

Kaliteli alıcılar, atmosfer içindeki bu tipik yolculukta doğacak hataları düzeltmek için bir düzeltme faktörü kullanır. Ancak atmosfer farklı yerlerde ve zamanlarda değişiklik göstereceği için teorik bir hata modeli oluşturulamaz.

2.4.1.2. Değişken Rota Hatası

Sonunda dünya yüzeyine ulaşan GPS sinyalleri GPS alıcısına ulaşmadan önce katı cisimler tarafından yansıtılır veya engellenir. Bu hata formuna değişken rota (Multipath) hatası denir. İlk olarak antene gelen sinyal direkt gelirse daha hızlı ulaşır. Sonradan yansıtılarak gelen sinyal diğerinden daha geç ulaşır ve bu sinyaller birbirleriyle karışarak gürültülü sonuçlara sebep olur.

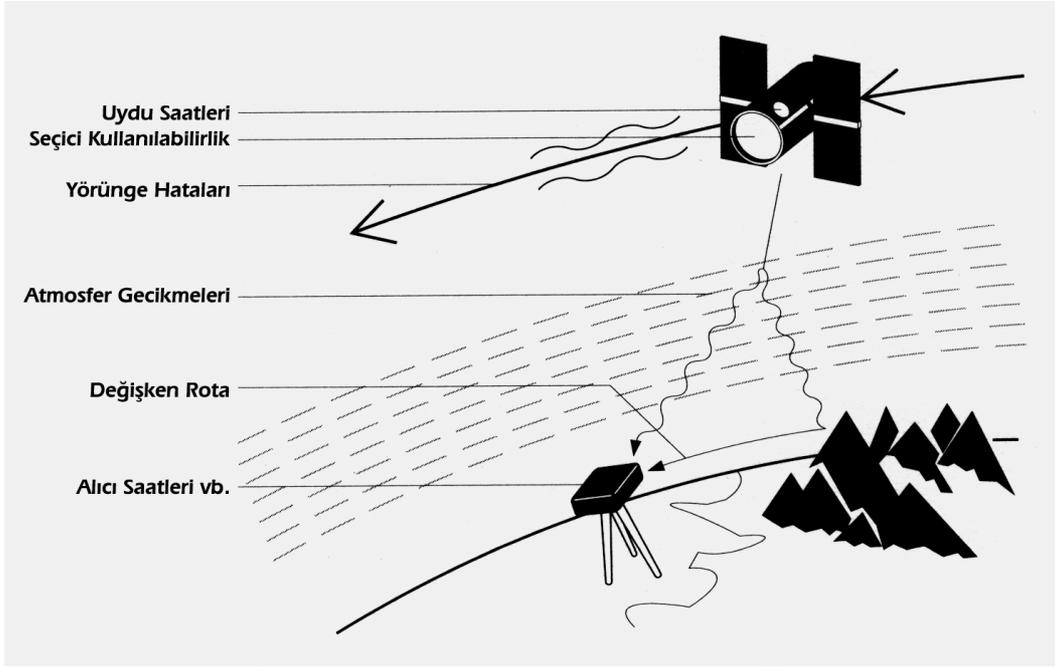
2.4.1.3. Alıcı Hatası

Yerdeki alıcılar da mükemmel değildir. Kendi saatlerinde oluşan kaymaların yanı sıra iç gürültülerden dolayı da hataya sebep olurlar.

2.4.1.4. Seçici Kullanılabilirlik (Selective Availability)

Yukarıda anlatılan doğal hatalardan daha kötüsü, ABD savunma bölümü tarafından yapılan kasti hatalardır. Bu "seçici kullanılabilirlik" politikasının altında yatan amaç ise, karşı güçlerin GPS sisteminin ABD ve müttefiklerine karşı kötü niyetli kullanımını önlemektir.

ABD savunma bölümü tarafından, GPS uydu saatlerinde ve uyduların yörüngelerinde bazı küçük sapmalar oluşturulur. Bu etkiler, sistemin sivil kullanımdaki hassasiyetini önemli ölçüde azaltır.



Şekil 2.5: GPS ile pozisyon ölçümünde hata kaynakları

2.5. Uçaklarda GPS Kullanımı

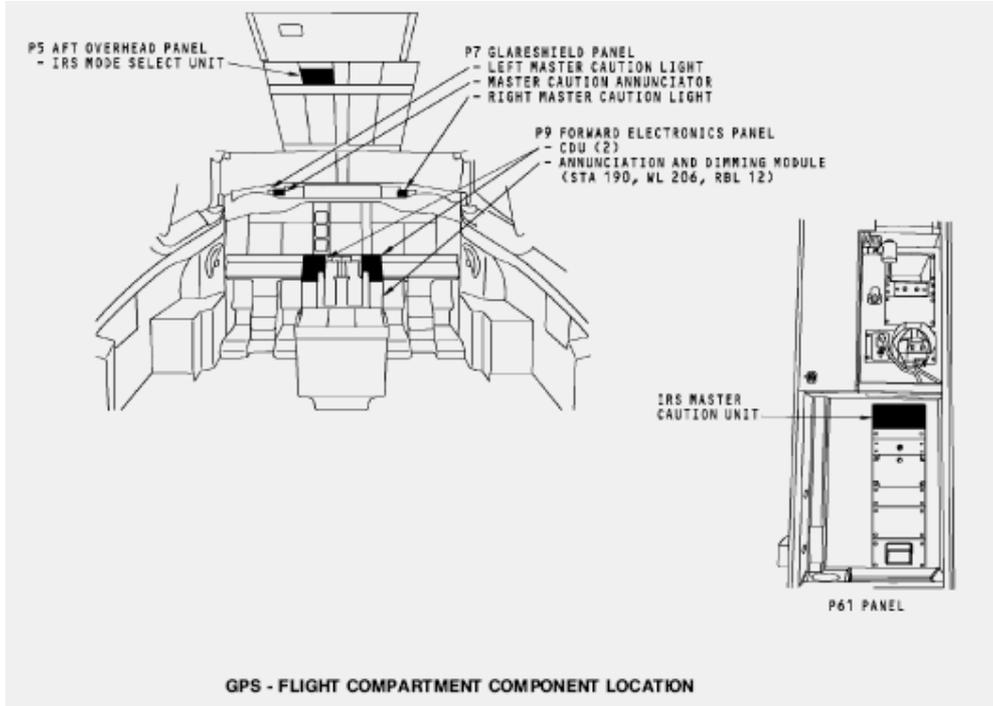
Uçakta iki GPS sistemi vardır. Bunlar uydu sinyallerini alan Anten 1 (MMR1) ve gönderen multi mode receiver Anten 2 (MMR 2) olarak bilinir.



Resim 2.6:Uçuş kompartımanında GPS yerleşimi

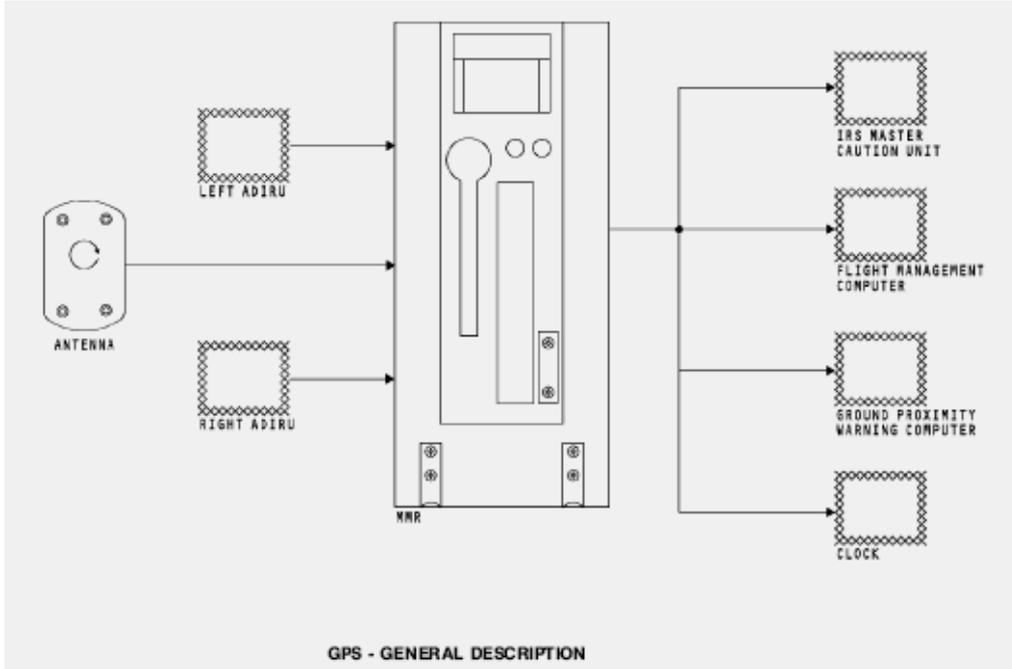
Uçuş kompartımanında GPS ile alakalı bileşenler şunlardır:

- CDU1 ve CDU2 (Control display units)
- Master caution annunciator (Uyarı ikaz panosu)
- Master caution lights (Uyarı ikaz lambaları)
- IRS master caution unit (IRS uyarı ikaz ünitesi)
- Annunciation and dimming module (Haber modülü)
- IRS mode select unit (IRS mod seçme ünitesi)



Şekil 2.7: GPS uçuş kompartıman yerleşimi

Şekil 2.8'de görüldüğü gibi GPS ünitesi anteni; sağ ve sol ADIRU'lerden gelen dataları işleyerek, uçaktaki diğer ünitelere (IRS, FMC, GPWC ve CLOCK) aktarır.

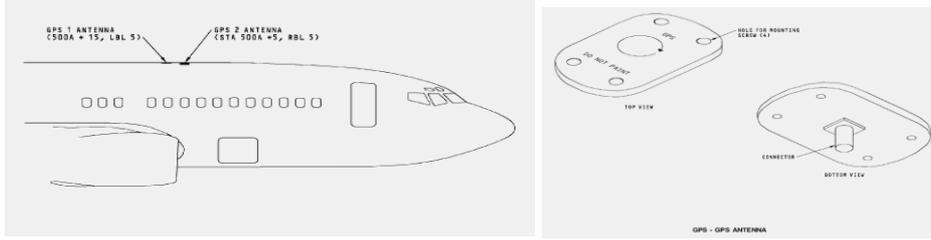


Şekil 2.8: GPS (MMR) ünitesi ve genel dağılım şeması

GPS aşağıda belirtilen verileri hesaplar:

- Enlem (Latitude)
- Boylam (Longitude)
- Yükseklik (Altitude)
- Doğru zaman (Accurate time)
- Yer hızı (Ground speed)

Uçaktaki GPS sistemlerinden MMR'ler, uçak için konumu ve doğru zamanı hesaplar. Bu veri, FMCS ve IRS ikaz sistemine gider. FMCS, uçağın konumunu hesaplamak için GPS verilerini veya radyo navigasyon verilerini kullanır. ADIRU (Air Data Inertial Reference Unit-Hava bilgi atalet referans sistemi) pozisyon bilgilerini MMR'lere yollamaktadır.



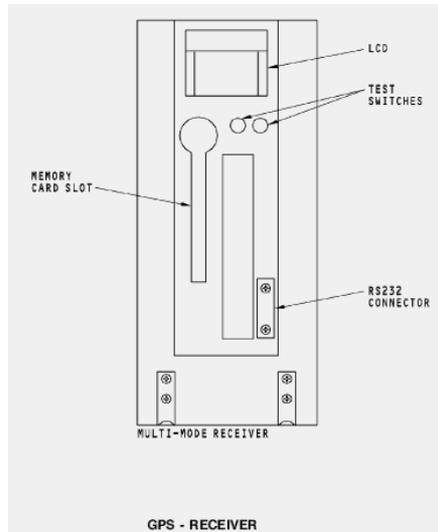
a) Uçakta bulunan GPS antenleri yerleşimi

b) GPS antenleri

Şekil 2.9: GPS (MMR)

Şekil 2.10'da görülmekte olan GPS ünitesinin (MMR) üzerinde bulunan düğmeler, slot'lar ve yapılabilecek bağlantı girişleri gözükmektedir. Ünite üzerinde bir LCD ekran, test butonları, hafıza kartı girişi ve RS252 tipi bir bağlantı girişi bulunmaktadır.

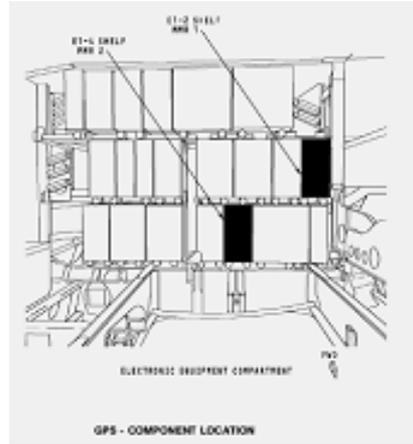
Resim 2.7 ve Şekil 2.11'de MMR ünitesinin komponent kompartımanı ve uçak elektronik kompartımanındaki yerleşimi görülmektedir.



Şekil 2.10: MMR dış görünüşü



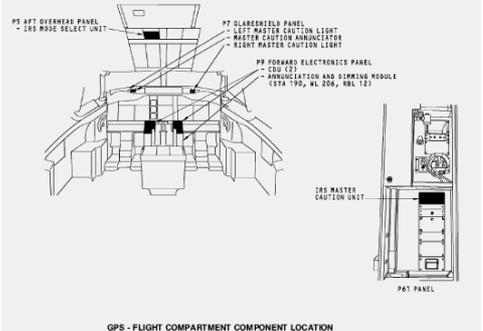
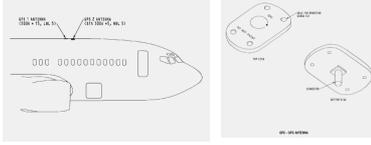
Resim 2.7: MMR komponent kompartmanı



Şekil 2.11: MMR elektronik komponent yerleşimi

UYGULAMA FAALİYETİ

Uçaktaki GPS sistemlerinden olan MMR komponent testini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Uçuş kompartımanındaki GPS cihazları ile ilgili panelleri bulunuz.</p>  <p>GPS - FLIGHT COMPARTMENT COMPONENT LOCATION</p>	
<p>➤ Uçakta bulunan GPS antenlerini bulunuz.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ Gerekli güvenlik önlemlerini mutlaka alınız.➤ Yanınızda mutlaka deneyimli bir uçak teknisyeni bulunmalıdır.➤ Teknisyeninin telkinlerine mutlaka uyunuz.➤ İşlerinizi teknisyen gözetiminde gerçekleştiriniz.
<p>➤ Elektronik kompartımanında bulunan MMR komponentini bulunuz.</p> 	
<p>➤ MMR komponenti üzerinde bulunan Test butonunu kullanarak teknisyen ile birlikte komponent testini gerçekleştiriniz.</p>	

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2. Uçuş kompartımanındaki GPS cihazları ile ilgili panelleri bulabildiniz mi?		
3. Uçakta bulunan GPS antenlerini bulabildiniz mi?		
4. Elektronik kompartımanında bulunan MMR komponenti kontrol ettiniz mi?		
5. MMR komponenti üzerinde bulunan Test butonunu kullanarak teknisyen ile birlikte komponent testini gerçekleştirdiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. GPS in açılımı aşağıdakilerden hangisidir?
A) Küresel yönlendirme sistemi
B) Evrensel pozisyon lama sistemi
C) Global yön bulma sistemi
D) Küresel konumlanma sistemi
2. GPS aşağıdaki verilerden hangisini hesaplar?
A) Enlem (Latitude) ve boylam (Longitude)
B) Yükseklik (Altitude) doğru zaman (Accurate time)
C) Yer hızı (Ground speed)
D) Hepsi
3. Uçağın konumu ve doğru zamanı hesaplayan komponent aşağıdakilerden hangisidir?
A) FMS
B) CDU
C) MMR
D) TCAS
4. Uçuş kompartımanında GPS ile alakalı bileşenlerden biri değildir?
A) Control Display Units
B) Uyarı İkaz paneli
C) Uyarı ikaz lambaları
D) ATC transponder
5. Aşağıdakilerden hangisi GPS ile pozisyon ölçümünde meydana gelen hatalardan değildir?
A) Uydu hataları
B) Yörüngenin hatası
C) Değişken rota hatası
D) Alıcı hatası
6. Modern GPS alıcıları için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
A) Çok kanallı paralel çalışma sistemine sahiptir.
B) Tek kanallı çalışma sistemine sahiptir.
C) Aynı anda yalnız tek uyduyu takip edebilir.
D) Yapısında saat devresi bulunmaz.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

GNSS sistemlerinin bakımını ATA 23 ve ATA 34' e göre yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- GNSS'nin hangi tip uçaklarda kullanıldığını öğreniniz.
- GNSS'nin Türkiye'deki mevcut uçak komponentlerini öğreniniz.
- Türkiye'de GNSS projesi ile yapılan çalışmaları araştırınız.

3. GLOBAL NAVİGASYON UYDU SİSTEMLERİ (GNSS)

GNSS (Küresel yön bulum uydu sistemi), Avrupa'da sivillerin kontrolünde olan yüksek hassasiyetteki garantili ilk küresel yön bulum ve konumlama sistemidir. Bu sistem, GNSS1/EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) projesiyle başlamış ve GNSS2/GALILEO projesiyle devam etmektedir.

3.1. GNSS1/EGNOS

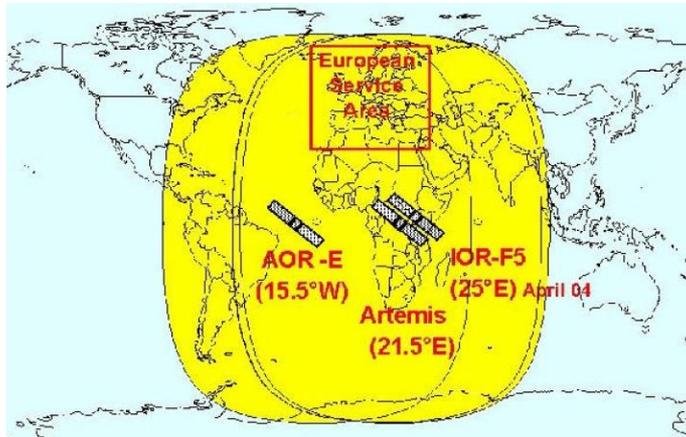
Amerikan GPS ve Rus GLONASS sistemini kullanarak, bu sistemlerin hassasiyetlerini ve doğruluklarını artıran bir DGPS sistemidir. Asıl amaç mevcut iki sistemin kullanıldığı tüm uygulamalarda (uçaklar, gemiler, havaalanları ve şahsi kullanıcılar) emniyeti ve güvenilirliği artırmaktır. Sistem bu işlemi, GPS ve GLONASS sistemlerinin hatalarını jeosenkron yörüngeye atılacak üç uydu ve dünya üzerindeki istasyon ağı vasıtasıyla belirleyerek ve EGNOS uyumlu kullanıcılara bu hataları bildirerek yapar. Bu sayede konumlama ve yön bulumdaki hata 20 metreden 5 metreye kadar düşer. EGNOS'un benzeri Amerika'da ve Japonya'da da vardır. EGNOS'un bu sistemlerle uyumlu çalışması öngörülmektedir.

2003 yılı içerisinde EGNOS'un birçok aşaması gerçekleştirilmiştir. 4 gözlem merkezinden 2'si, 6 verici istasyonundan 3'ü, 34 referans ve entegrasyon istasyonundan 16'sı dünyanın çeşitli bölgelerinde oluşturulmuştur. Fransa, İsviçre, Çin, Akdeniz, Afrika ve Güney Amerika'da birçok deney ve test gerçekleştirilmiştir. Projenin maliyeti 310 milyon € (Avro) olarak tahmin edilmektedir. EGNOS, Avrupa'nın uzayla ilgili en büyük projesi olan Galileo'nun ilk aşamasıdır ve aşağıdaki kuruluşların bir projesidir:

- European Space Agency (ESA),
- European Commission (EC) ve Euro control,
- European Organization for the Safety of Air Navigation



Şekil 3.1: EGNOS katılımcı ülkeleri



Şekil 3.2: EGNOS kapsama alanı

3.1.1. EGNOS'un Avantajları

EGNOS'un avantajlarını, teknik seviyede ve politik seviyede avantajlar olmak üzere iki ana grupta inceleyebiliriz.

3.1.1.1. Teknik Seviyede Avantajlar

- Avrupa Topluluğunun uydu radyo S/S konusunda know-how ve teknik kapasitesini geliştirmesi
- Diğer DGPS sistemleriyle uyumlu çalışması
- International Civil Aviation Organization (ICAO) ve International Maritime Organization (IMO) standartlarına uyumlu olması
- Güvenilir olması

3.1.1.2. Politik Seviyede Avantajlar

Avrupa'nın GNSS projesinin ilk ayağı olduğu için Avrupa her anlamda tecrübe kazanacaktır.

- Tüm Avrupa ülkeleri, katılımcı ve AB'nin genişlemesini de kapsayacak şekilde tasarlanmıştır.
- 3. ülkelere de hizmet verebilecektir.
- Projeye katılmak isteyen tüm diğer ülkelere de servis sağlanabilecektir.
- GPS ve GLONASS uyumlu olduğu için ABD, Rusya iş birliğine yardım edecektir.

3.2. GNSS2/GALILEO

GALILEO, Avrupa'nın küresel yön bulum-konumlama projesinin ikinci ve en önemli aşamasıdır. Sistem var olan diğer konumlama sistemleriyle (GPS ve GLONASS) beraber ve uyumlu çalışacaktır. Bu sistem sayesinde, bir kullanıcı elindeki tek bir alıcıyla herhangi bir kombinasyondaki uydulardan bilgi alabilecektir. Gerçek zamanda şu ana kadar sivil kullanımda ulaşılamamış bir hassasiyette metre düzeyinde bir doğruluk sağlanacaktır. En ulaşılmaz durum ve pozisyonlarda bile erişim sağlanabilecektir. Aynı zamanda bu sistem, herhangi bir uydunun arızasını kullanıcılara saniyeler içinde bildirecektir. Böylece, bu durum emniyetin ön planda olduğu hareket hâlindeki trenlerde, karayolu taşıtlarında ve iniş hâlindeki hava araçlarındaki uygulamaları daha uygun hâle getirecektir.

Galileo projesini teknolojik, politik ve ekonomik olmak üzere üç boyutta ele almak gerekir.

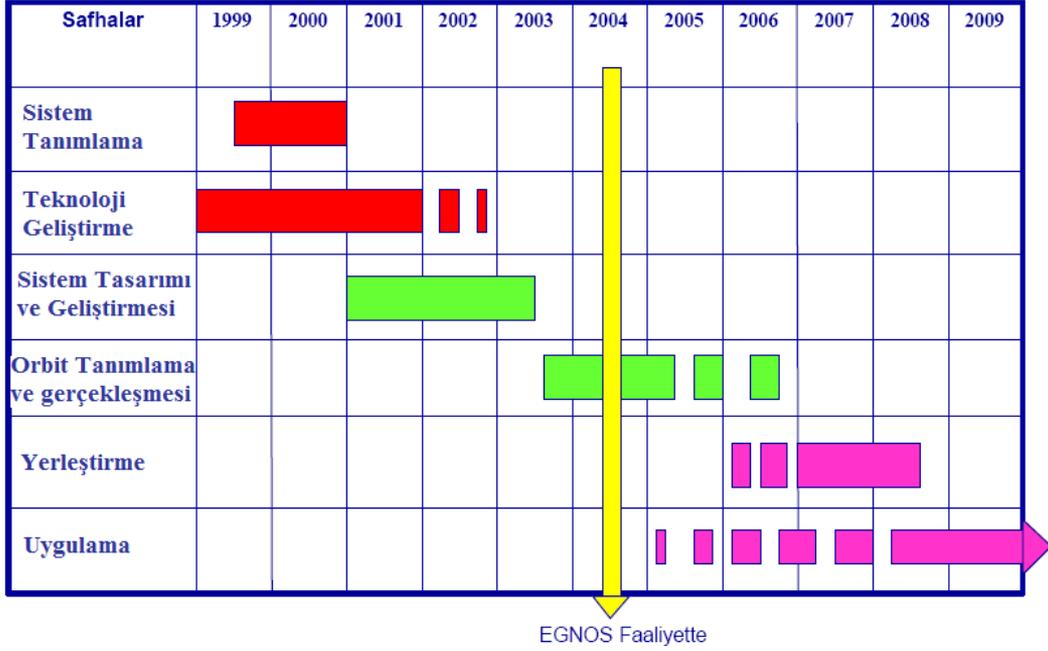
GPS ve GLONASS, askeri uygulamalardır ve sistemlerini sivil kullanıma da açmışlardır. Fakat bu kullanım izninin gelecekte de devam etmesinin bir garantisi yoktur. Üstelik artık küresel konumlama ve yön buluma bağlı sivil endüstri, öylesine büyümüştür ki askeri kullanımın önüne seçtiği gibi dönüşü ve telafisi de yoktur.

GALILEO'nun Avrupa için önemli makro ekonomik getirileri olacaktır. Bunlar: Avrupa'nın bu endüstrideki ekipman ve hizmet payıyla beraber, ucuz ulaşım, daha az trafik, daha az kirlilik ve daha fazla konfor gibi sosyal faydaların da artmasıdır.

Tamamı konumlandırıldığında Galileo, 23.616 km'lik MEO irtifasında 56 derecelik bir eğim açısında 3 ayrı yörüngedeki 30 adet (27'si faal 3'ü yedek) uydudan oluşacaktır. Bu durum sağlandıktan sonra Galileo 75 derece kuzeyde kalan North Cape ve ötesini bile kapsayabilecektir. Uydu sayısının fazla olması yörüngelerin optimizasyonu ve yedek uyduların bulunması sayesinde, herhangi bir uydu kaybında dahi sistemin kullanıcıya fark edilebilir bir etkisi olmayacaktır.

Ekonominin tüm sektörleri ve toplumun birçok birimi bu uydu seyrüsefer sistemlerinden etkilenmiştir. Pazar sürekli olarak büyümektedir. Bu teknolojiye bağlı ürün ve servislerin oluşturduğu yıllık pazar değerinin 10 milyar € değerinde olduğu, yıllık %25

büyüme potansiyeli olduğu ve 2020 yılında 300 milyar €'ya ulaşacağı ve alıcı sayısının da 3 milyarı aşacağı tahmin edilmektedir.



Tablo 3.3: EGNOS faaliyet zamanlaması

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. GNNS'in açılımı yön bulum uydu sistemidir.
2. / Amerikan GPS ve Rus GLONASS sistemini kullanarak, bu sistemlerin hassasiyetlerini ve doğruluklarını artıran bir DGPS sistemidir.
3. EGNOS uyumlu kullanıcılara bu hataları bildirerek yarar. Bu sayede konumlama ve yön bulumdaki hata metreden, metreye kadar düşer.
4. Tamamı konumlandırıldığında Galileo, 23.616 km'lik MEO irtifasında 56 derecelik bir eğim açısında 3 ayrı yörüngedeki adet uydudan oluşacaktır.
5. Galileo projesini teknolojik, politik ve olmak üzere üç boyutta ele almak gerekir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-4

AMAÇ

INS sistemlerinin bakımını ATA 23 ve ATA 34' e göre yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- INS hakkında internette araştırma yapınız.
- Kütüphaneleri araştırarak yazılı doküman araştırması yapınız.
- INS'nin günümüz teknolojisindeki kullanım alanlarını araştırınız
- Hazırladığınız raporu arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

4. ATALET NAVİGASYON SİSTEMİ (INS)

4.1. Atalet Seyrüsefer Sistemleri (Inertial Navigation Systems-Ins)

Atalet seyrüsefer sistemi, yerde veya uzayda herhangi bir istasyon ile haberleşilmesine veya referans alınmasına gereksinim duyulmayan ve konum belirlemek amacıyla radyo dalgalarının kullanılmadığı tek uzun menzilli navigasyon sistemidir.

Araç takibinde de yaygın olarak kullanılan bu sistemde aracın ivmesinin, yöneltme bileşenlerinin ve zamanın belirlenmesi ile o araca ait konum değişikliği belirlenir. Yani aracın konumu, rölatif olarak belirlenir. Elde edilen rölatif konum bilgisinin mutlak konum bilgisine çevrilebilmesi için aracın hareket (başlangıç) noktasının koordinatları bilinmelidir.

4.1.1. Atalet Seyir Sistemi Bileşenleri

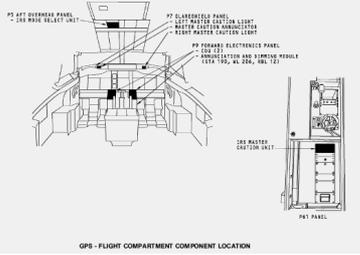
Temel bir atalet seyir sistemi, gyroscope (Gyro), accelerometre (accelerometer), seyir bilgisayarı (navigation bilgisayar) ve saatten oluşmaktadır.

- **Gyroscope:** Seyir hâlindeki aracın açısal hızını ve açısal dönüklüklerini belirleyen bir alettir. Belirlenen dönüklüklerden yararlanılarak aracın azimut değişiklikleri saptanır.
- **Accelerometre:** Do meter ya da accelerometer yardımıyla da doğrusal konum değişiklikleri ölçülür.
- **Navigasyon Bilgisayarı:** En kısa yolun hesabı ve bulunulan nokta koordinatları gibi hesaplar, sistemin diğer bir parçası olan navigation computer tarafından ek yazılımlar kullanılarak yapılmaktadır. Tipik bir atalet seyir sistemi, karşılıklı ve dik (ortogonal) olarak yerleştirilmiş üç gyro ve yine aynı şekilde yerleştirilmiş üç accelerometre'den oluşur. Bu accelerometre konfigürasyonu, vektörel olarak ifade edilebilen üç ortogonal ivme bileşenini verir. Bu bilginin gyro ile elde edilen yöneltme bilgileri ile kombinasyonu ise, Atalet Seyir Sistemi ünitesinin üç boyutlu uzaydaki toplam ivmesini verir.

-
- **Saat:** Tüm bu bilgiler, sistemde bulunan saat tarafından belirlenen zaman bileşeni ile birleştirilerek, aracın hız vektörü elde edilir. Elde edilen hız vektörü, yine zamanla entegre edilerek, konum vektörleri elde edilir. Atalet seyir sisteminde gerçekleşen bu adımlara, navigasyon işlemi denir (navigation process) .

UYGULAMA FAALİYETİ

Uçakta bulunan GNNS sisteminin komponent testini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Uçuş kompartımanındaki INS cihazları ile ilgili panelleri bulunuz.</p>  <p>GPS - FLIGHT COMPARTMENT COMPONENT LOCATION</p>	<p>➤ Gerekli güvenlik önlemlerini mutlaka alınız.</p> <p>➤ Yanınızda mutlaka deneyimli bir uçak teknisyeni bulunmalıdır.</p> <p>➤ Teknisyeninin telkinlerine mutlaka uyunuz.</p> <p>➤ İşlerinizi teknisyen gözetiminde gerçekleştiriniz.</p>
<p>➤ Test butonlarını ve bilgisayar girişlerini kullanarak teknisyen ile birlikte komponent testini gerçekleştiriniz.</p>	

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Uçuş kompartımanındaki INS cihazları ile ilgili panelleri buldunuz mu?		
2. Test butonlarını ve bilgisayar girişlerini kullanarak teknisyen ile birlikte komponent testini gerçekleştirdiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. sistemi yerde veya uzayda herhangi bir istasyon ile haberleşilmesine veya referans alınmasına gereksinim duyulmayan ve konum belirlemek amacıyla radyo dalgalarının kullanılmadığı tek uzun menzilli navigasyon sistemidir.
2. Tipik bir Atalet Seyir Sistemi, karşılıklı ve dik (ortogonal) olarak yerleştirilmiş üç ve yine aynı şekilde yerleştirilmiş üç den oluşur.
3. Elde edilen bilgisinin mutlak konum bilgisine çevrilebilmesi için aracın hareket (başlangıç) noktasının koordinatları bilinmelidir.

Aşağıdaki soruyu dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

4. Aşağıdakilerden hangisi temel bir atalet seyir sistemi bileşenlerinden değildir?
A) Gyroscope
B) Navigasyon bilgisayarı
C) Saat
D) Yazıcı

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-5

AMAÇ

ATC sistemlerinin bakımını ATA 23 ve ATA 34' e göre yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- ATC hakkında internette araştırma yapınız.
- Kütüphaneleri araştırarak yazılı doküman araştırması yapınız.
- ATC'nin günümüz teknolojisindeki kullanım alanlarını araştırınız.
- Hazırladığınız raporu arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

5. HAVA TRAFİK KUMANDA (ATC) TRANSPONDER

ATC (Air Traffic Control) sistemi, yer ve uçak komponentlerini kapsar. Bir yer istasyonundan veya diğer uçak sistemlerinden bir sorgulama sinyali aldığı zaman, uçak transponderi otomatik olarak kodlu bir cevap sinyali gönderir. Bu cevap sinyali uçağın yeri, izi ve tanımı için kullanılır. Cevap sinyalleri aynı zamanda yer istasyonları için uçak hakkında diğer ilgili verileri de kapsar. Veriler, yer istasyonu radar displayleri (ekranları) üzerinde ve Terminal Collision Avoidance System (TCAS) ile donatılmış uçak displayleri üzerinde gösterilir. TCAS bilgisayarları collision avoidance (çarpışmadan korunma) hesaplamaları için veriler kullanır.



Resim 5.1: Hava trafik kontrolörü ve kontrol ekranı



Resim 5.2: Hava trafik merkezi

5.1. ATC Sistemleri

Kullanılan iki ATC sistemi vardır; ATCRBS (Air Traffic Control Radar Beacon System- Hava Trafik Kontrolü Radar Hüzme Sistemi) ve mode select (mode S) sistemleridir. Bu sistemler beraber olabilir. ATCRBS yer ve uçak (TCAS) sorgulamaları için pozisyon, tanıma ve yükseklik bilgileri sağlar. Daha yeni sistem mode S ise, tüm ATCRBS bilgilerini sağlarken, uçak TCAS bilgisayarları vasıtasıyla gerekli verileri sağlamak için ve çok fazla trafik yoğunluğu bulunan alanlarda, sorgulama ve cevaplamaların sayısını azaltır.

5.1.1. Hava Trafik Kontrolü Radar Hüzme Sistemi (ATCRBS)

Asıl gözetleme radarı (primary surveillance radar), döner antenden gönderilen bir sinyal ve hedef uçaktan geri yansıyan bu sinyale itimat edilir. Yansıyan sinyal kontrolörün radar ekranı üzerinde bir hedef gibi gösterilir.

İkinci gözetleme radarı (secondary surveillance radar), asıl gözetleme radarı anteni üstüne monte edilmiş bir antene sahiptir ve hedef uçaklar için kodlu sinyaller gönderir. Uçakların ATC cevabı aynı zamanda kontrolörün radar ekranı üzerinde gösterilir. Side lobe suppression sinyali (yön-kısım belirten sinyal-SLS), aynı zamanda Omni directional antenden ana sinyal olarak gönderilir. ATC transponder da, SLS sinyali ana sinyalin side lobe'ları için ATC cevaplamalarını önlemek için ana sinyaliyle karşılaştırılır. TCAS donatılmış uçaklar aynı zamanda diğer uçakları sorgular.

5.1.2. Transponder

Uçak ATCRBS transponder otomatik olarak, belirli bir kodla uçak, TCAS sorgulayıcı ve cevaplarından veya yerden sinyal alır. Transponder mod A (Identify=tanıma) sorgulamalarını ve mod C (altitude=yükseklik) sorgulamalarını cevaplar.

5.1.3. Radarscope ve TCAS Ekranı

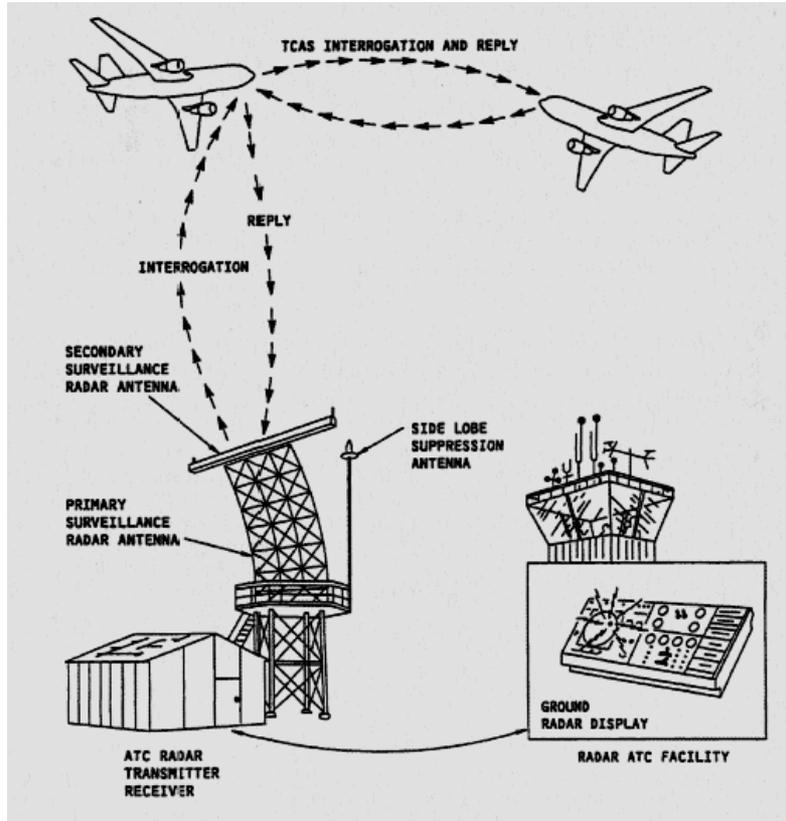
Ground control (yer kontrolü), primary ve secondary surveillance (birincil ve ikincil gözetim) radarlarından geri dönen bilgileri göstermek için bir radarscope (radar ekranı) kullanılır. Uçak TCAS bilgisayarları, ekranlarda görülen hedeflerdeki çeşitli farklılıklar ve hedef uçakla mümkün bir çarpışma tespit ettiği zaman radar ekranında görüntülenmesini sağlar.

5.1.4. Mode S

Mode S transponderlar ve sorgulayıcılar (interrogators) vasıtasıyla, ATRBS'nin aşağıda belirtilen işlevlerini yapar.

- Uçakların izlediği yol ve tanıtım için gerekli olan sorgulama ve cevaplamaların sayısını azaltır.
- Eklenen veri bağlantısı ile uygun bilgileri gönderir ve alır.
- Uçak çarpışmalarını önlemede pilotlara yardım için TCAS bilgisayarlarına veri gönderir.

Mode S transponder tek bir adres verir. Sorgulayıcılar tahmin eder, hedefleri izler ve pozisyonları güncelleştirir.



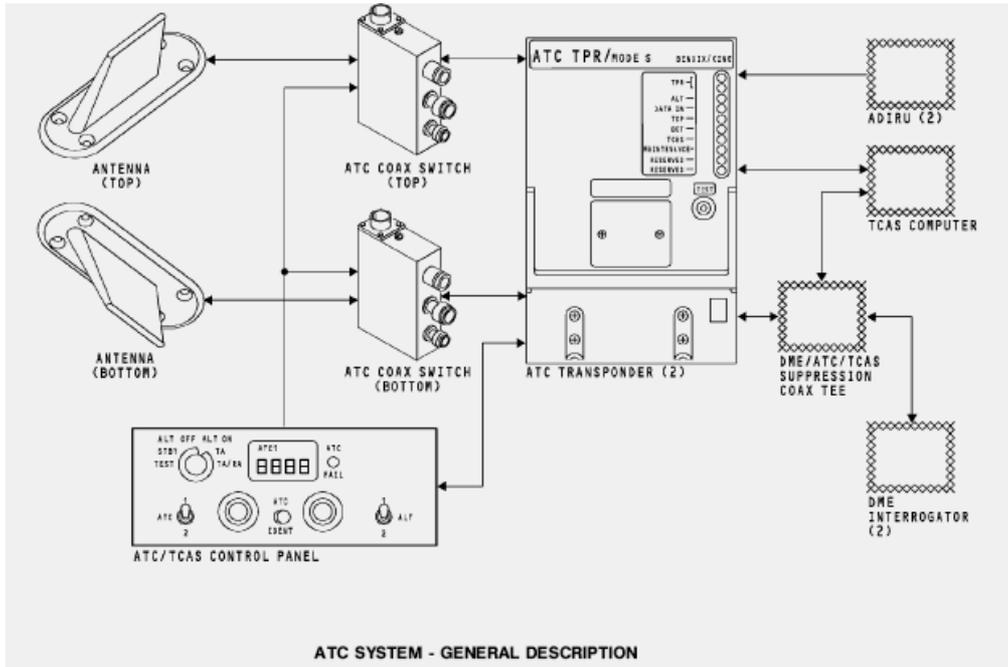
Şekil 5.1: Hava trafik kontrol sistemi

5.2. ATC Sistemi Uçak Komponentleri

Uçaklarda ATC sistemine ait parçalar şunlardır:

- Top antenna
- Bottom antenna
- ATC coaxial switch (2)
- ATC/TCAS control panel
- ATC transponder (2).

Şekil 5.2’de görülen bağlantılardan da anlaşılacağı gibi, uçakta bulunan ATC antenleri koaksiyonel anahtarlar ile Mode S transponderine bağlanmıştır.

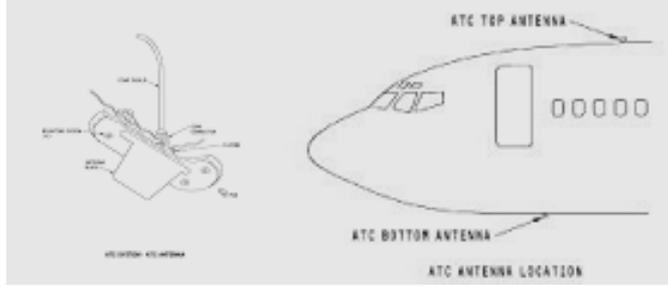


Şekil 5.2: ATC sistemi genel blok şeması

Mode S gerekli verileri ve diğer birimlerden gelen bilgileri, anten üzerinden diğer uçaklarla ve hava trafik kontrol merkezi ile paylaşır.

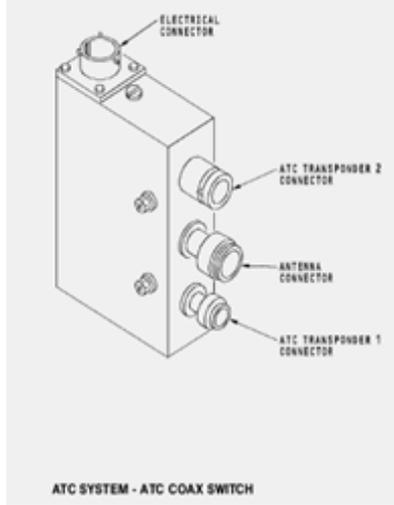


Resim 5.3: ATC anteni



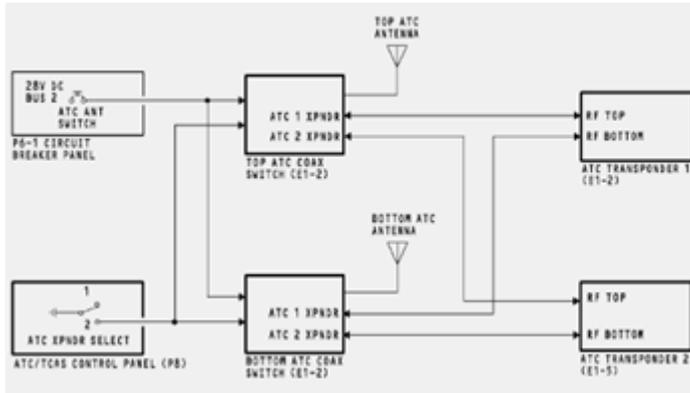
Şekil 5.3: ATC antenin yapısı ve uçak yerleşimi

Koaksiyonel switch üzerinde transponder bağlantı girişleri ve anten bağlantı girişi mevcuttur. Ayrıca elektriksel bağlantısının yapıldığı bir giriş bulunmaktadır (Şekil 5.4).



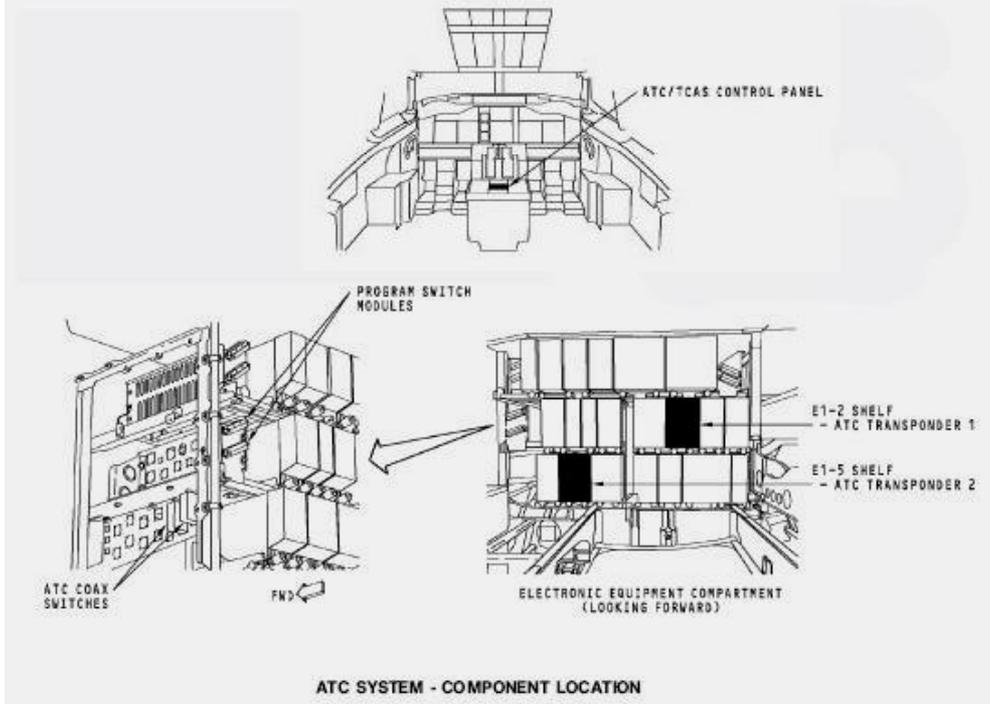
Şekil 5.4 ATC koaksiyonel switch

Şekil 5.5'te ise ATC antenlerinin, diğer ATC sistemine bağlı ünitelerle ilişkili olan bağlantılarını gösteren blok şeması görülmektedir.



Şekil 5.5: ATC blok şeması

Şekil 5.6'da ATC kokpit paneli ve uçak elektronik departmanındaki yerleri görülmektedir.

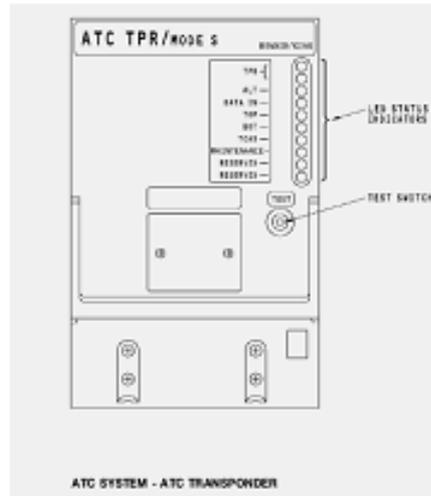


Şekil 5.6 Komponent yerleşimleri

Resim 5.4'te ATC/Mode S transponderin durum göstergeleri, Şekil 5.7'de ise bir adet ATC/Mode S transponderin test butonu görülmektedir.

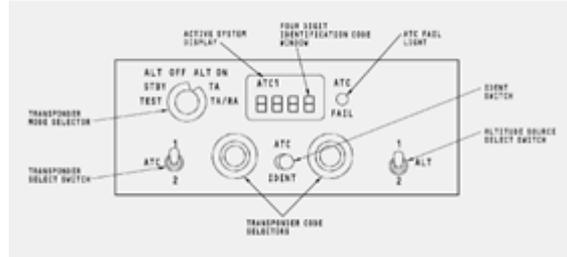


Resim 5.4: Göstergeleri



Şekil 5.7: Test butonu

Şekil 5.8’de ATC kokpit panel göstergesi üzerinde bulunan switch’ ler, Resim 5.5’te ise gösterge paneli görülmektedir.



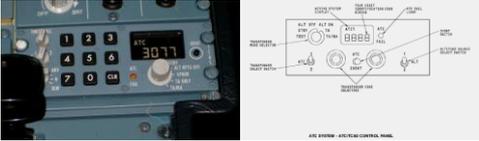
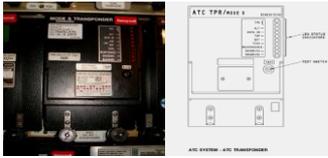
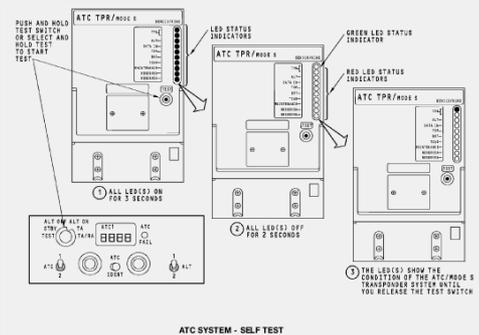
Şekil 5.8: ATC sistemi kokpit paneli gösterge kısmı



Resim 5.5: ATC sistemi kokpit paneli göstergesi

UYGULAMA FAALİYETİ

Uçakta bulunan ATC/ Mode S transponderini test ediniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Uçuş kompartımanında ATC panelinde anahtarı test kısmına alınız.</p> 	
<p>➤ Elektronik kompartımanında bulunan ATC/ Mode S transponderi üzerinde bulunan test butonuna basarak test işlemini başlatınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ Gerekli güvenlik önlemlerini mutlaka alınız.➤ Yanınızda mutlaka deneyimli bir uçak teknisyeni bulunmalıdır.➤ Teknisyeninin telkinlerine mutlaka uyunuz.➤ İşlerinizi teknisyen gözetiminde gerçekleştirin.
 <p>➤ Eğer ATC /Mode S transponderi üzerindeki ledler 2 sn. süre söner, sırayla alttaki kırmızı ledlerden yukarı doğru sıra ile yanar, en son yeşil led yanar ve öylece kalırsa ATC / Mode S transponderi sağlamdır.</p>	

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

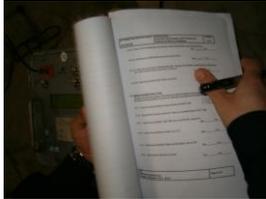
Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2. Uçuş kompartımanında ATC panelinde anahtarı test kısmına alabildiniz mi?		
3. Elektronik kompartımanında bulunan ATC/ Mode S transponderi üzerinde bulunan test butonuna basarak test işlemini başlattınız mı?		
4. ATC/mode S testini gerçekleştirebildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

UYGULAMA FAALİYETİ

Uçakta bulunan ATC/ Mode S sistemini test ediniz.

İşlem Basamakları	Öneriler	
<ul style="list-style-type: none">➤ Bu işlem, mevcut uygulanan bakım standartlarındadır.➤ Test işlemi, test edilecek uçağın üretici firmasının bakım kartı doğrultusunda gerçekleştirilir.➤ Uygulama sırasında uçuş kompartımanında gerekli uygun ayarlamaları yapan bir teknisyen ve uçak dışında gerekli testleri yapan iki teknisyen bulunmaktadır.	<ul style="list-style-type: none">➤ Gerekli güvenlik önlemlerini mutlaka alınız.➤ Yanınızda mutlaka deneyimli bir uçak teknisyeni bulunmalıdır.➤ Teknisyeninin telkinlerine mutlaka uyunuz.➤ İşlerinizi teknisyen gözetiminde gerçekleştiriniz.➤ Anten mutlaka ATC antenlerini görmelidir.	
<ul style="list-style-type: none">➤ Bu test için iki adet test sistemi kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi: DSP 350 Digital pitot-Static test cihazıdır (Uçağı sanal olarak uçurur). Bu cihazın uygun elektriksel bağlantılarını yapınız. 		
<ul style="list-style-type: none">➤ İkinci test cihazımız ise ATC-601 test cihazı ve buna ait antendir. Test cihazınızı uygun elektriksel bağlantıları sağlayınız. Test cihazı ATC sisteminin test işlemini yapar. 		
<ul style="list-style-type: none">➤ Test kontrol kartı doğrultusunda test işlemini gerçekleştiriniz. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Gerekli güvenlik önlemlerini mutlaka alınız.➤ Yanınızda mutlaka deneyimli bir uçak teknisyeni bulunmalıdır.➤ Teknisyeninin telkinlerine mutlaka uyunuz.➤ İşlerinizi teknisyen	

	<p>gözetiminde gerçekleştiriniz.</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Eğer testin herhangi bir aşamasında test kartında ki gerekli koşul sağlanmıyorsa ATC sisteminde sorun vardır.
--	--

- Test sırasında kokpitte bulunan teknisyen arkadaşınızla iletişim içinde olunuz ve gerekli ayarları yapmasını sağlayınız.



- Test kartındaki işlem sırasını takip ederek, her bir test aşamasının sonunda ilgili kısma “yes” veya “no” şeklinde işaret koyarak testin bir sonraki aşamasına geçiniz.
- Bütün maddeleri gerçekleştirdiğinizde test bitmiş olacaktır.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanmadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2. DSP 350 test cihazının elektriksel bağlantılarını yaptınız mı?		
3. ATC-601 test cihazı antenini kurarak uygun elektriksel bağlantıları sağladınız mı?		
4. Test cihazının anteni, uçaktaki ATC antenlerini görüyor mu kontrol ettiniz mi?		
5. Test kontrol kartı doğrultusunda test işlemi gerçekleştirdiniz mi?		
6. Test sırasında kokpitte bulunan teknisyen arkadaşınızla iletişim içinde olarak gerekli ayarları yapmasını sağladınız mı?		
7. Test kartındaki işlem sırasını takip ederek, her bir test aşamasının sonunda ilgili kısma işaret koyup, testin bir sonraki aşamasına geçerek testi bitirdiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. ATC sisteminin açılımı aşağıdakilerden hangisidir?
A) Hava Trafik Kontrol
B) Hava İkaz Sistemi
C) Havaalanı Trafik Merkezi
D) Hava Radar Kontrolü
2. Aşağıdakilerden hangisinde ATC sistemleri doğru olarak verilmiştir?
A) MMR-CDU
B) Mode S –TCAS
C) TCAS-FMCS
D) ATCRBS-Mode S
3. Hava Trafik Kontrolü Radar Hüzme Sistemi'nin kısaltması aşağıdakilerden hangisidir?
A) ATCRBS
B) TCAS
C) INSS
D) HTKR
4. Aşağıdakilerden hangisi Mode S transponderların özelliklerinden birisi değildir?
A) Uçakların izlediği yol ve tanıtım için gerekli sorgulama ve cevaplamalarını sayısını azaltır.
B) Uygun bilgileri göndermek ve almak için bir veri bağlantısı eklenmiştir.
C) Cisimlerin mesafe, istikamet ve/veya yükseklikleri hakkında bilgi sağlayan radyo tarama cihazıdır.
D) Uçak Çarpışmalarını önlemede pilotlara yardım için TCAS bilgisayarlarına veri gönderir.
5. Aşağıdakilerden hangisi uçaklarda ATC sistemine ait parçalardandır?
A) Top antenna ve Bottom antenna
B) Coaxial switch
C) Mode S transponder
D) Hepsi

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. Kullanılan iki ATC sistemi vardır. Bunlar ve sistemleridir.
7. Transponder mod (identify=tanıtma) sorgulamalarını ve mod (altitude=yükseklik) sorgulamalarını cevaplar.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-6

AMAÇ

Yardımcı Gözetim Radarı bakımını ATA 23 ve ATA 34' e göre yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Yardımcı Gözetim Radarı hakkında internette araştırma yapınız.
- Kütüphaneleri araştırarak yazılı doküman araştırması yapınız.
- Yardımcı Gözetim Radarı kullanım alanlarını araştırınız.
- Hazırladığınız raporu arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

6. YARDIMCI GÖZETİM RADARI

Radar terimi, Radio Detection and Ranging kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır.

Radar; cisimlerin mesafe, istikamet ve/veya yükseklikleri hakkında bilgi sağlayan radyo tarama (hedef bulma) cihazıdır.

6.1. Radar Sistemi

Günümüzde iki tip Radar cihazı kullanılmaktadır:

- **Primary Surveillance Radar (PSR):** Sistemin çalışabilmesi için sadece yer cihazlarının kullanılması yeterlidir.
- **Secondary Surveillance Radar (SSR):** Sistemin çalışabilmesi için hava ve yer cihazlarının kullanılması gerekmektedir.

6.1.1. Radarın Tarihçesi

20.yüzyılın başlarında radyo dalgalarının özellikleri ve uygulama prensipleri konusunda çalışmalar başladı. Araştırmalar esnasında radyo dalgalarının bir kısmının objelere çarparak geri döndüğü fark edildi.

İkinci Dünya Savaşı sırasında, ağır silahların ve uçaksavar bataryalarının hedef mesafelerinin ölçümünde radarların kullanılması için çalışmalar yapıldı. 1939 yılında ilk radar ekranı yapıldı. 1940 yılında da ilk radar istasyonu kuruldu. O yıllarda radar transmitter ve radar receiver istasyonları farklı yerlerde kurulmaktaydı.

Radarın ilk olarak kullanılma amacı; düşman uçaklarını tespit ederek, kendi uçaklarının acil olarak havalanması ve radar yardımıyla düşman uçaklarının gösterilmesi idi.

II. Dünya Savaşı'ndan sonra birçok ülke radarı inişteki uçaklara yardımcı olmak amacıyla kullanmaya başladı. Hava Trafik Kontrolörleri kötü hava şartlarında uçaklara yol gösteriyordu. İlk sivil radar, hava meydanları civarındaki iniş ve kalkışlara hizmet vermek amacıyla kullanılmaya başlamıştır (ASR-Aerodrome Surveillance Radar/Meydan gözetleme radarı). Daha sonra ise standart mantüel kontrol, genel olarak devam etmesine rağmen 30-50 NM gözetleme kapasitesine ulaşan radarlar sayesinde yaklaşma kontrol hizmetlerinde radar kullanılmaya başlandı. Birçok noktaya radar istasyonu kurularak radarlar En-Route hizmetinde de kullanılmaya başlandı. Ancak hava sahasında birbirine benzeyen birçok hedef karışıklık yaratmaya başlayınca ve onların takibi zorlaşınca uçakları daha kolay tanımlama ve uçuş seviyelerini görebilme imkânları geliştirildi. PSR radarına ek olarak SSR radarı da geliştirilmeye başladı.

6.1.2. Radarın Genel Çalışma Prensibi

Bütün radar sistemlerinin temel çalışma prensibi, cisimlerin radar istasyonuna olan mesafesini ve konumunu radyo sinyallerinin (elektromanyetik dalga) cisme çarpıp geri dönmesi sonucunda hesaplama işlemi yapılarak bulunmasıdır.

6.1.2.1. Elektromanyetik Dalga ve Yansıma

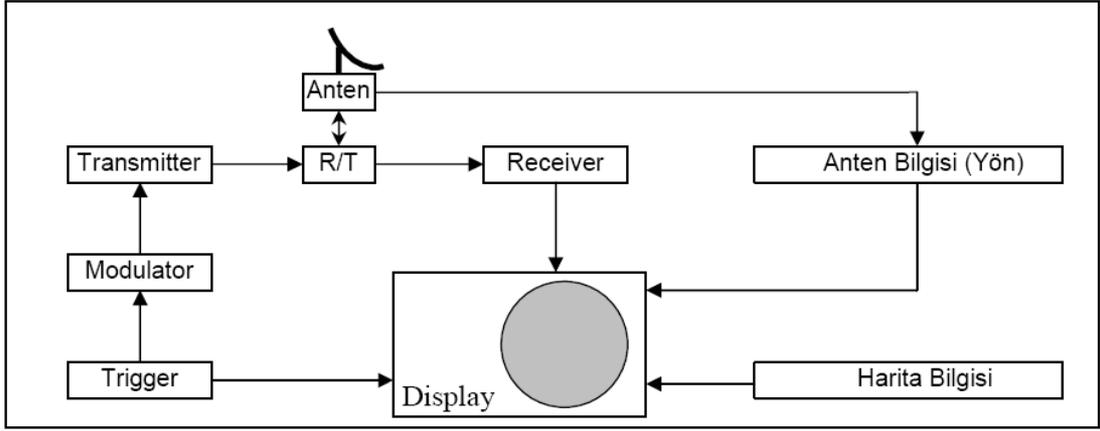
Işık hızı ile hareket eden radyo dalgalarının hızı 162.000 NM/sn. (300.000 km/sn.)'dir. Pratikte 60 NM/milisaneye olarak kabul edilir. Bir radyo dalgası istasyon ile hedef arasındaki mesafeyi gidip geleceğinden,

Hedefin Mesafesi= (Radyo dalgasının hızı) x (Gidiş-dönüş zamanı/2) olacaktır.

Antenin o andaki yönü de uçağın istikametinin belirlenmesine yardımcı olur. Radar parçalarının görevlerini anlatmak için, bir kişinin dağın önünde durarak yüksek sesle bağırması ve sesin dağdan yankı yaparak (yansıyarak) geri dönmesi örneğini verebiliriz.

Bir kişi dağın önünde durur ve avuç içleriyle ağız kenarında koni yaparak yüksek sesle bağırır. Sesin dönen ekosunu (mesafeye bağlı olarak) bir süre sonra duyar. Bu kişi sesin çıktığı zamanla, dağdan dönen ekonun arasındaki zamanı hesaplar. Bu zamanı ikiye böler ve ses hızı ile çarparak dağların mesafesini bulabilir. Radar sistemleri de basit olarak bu yöntemle çalışır ve aşağıdaki kısımlardan meydana gelir:

- **Transmitter (Gönderici):** Çok yüksek güçte elektromanyetik dalgalar göndererek en uzak mesafelerdeki, en küçük hedeflere dahi ulaşmaya çalışır.
- **Receiver (Alıcı):** Geri dönen ekoları denetler.
- **Reflector:** Elektromanyetik dalganın gönderildiği ve alındığı o an taranan yönü belirler.
- **Triggering (Tetikleme):** Daha güvenli bir sonuç almak için, gönderme ve alma arasındaki dinleme sürecini belirler.



Şekil 6.1: Radar prensip blok şeması

6.2. PSR Radarı ve Çalışma Prensibi

PSR (Primary Surveillance Radar) adından da anlaşılacağı gibi birincil gözetleme radarıdır. Scope'da görünen pozisyon uçağın gerçek pozisyonu ya da gerçek pozisyonuna çok yakındır. Bu yüzden hem sivil hem de askeri radarların temelini oluşturur.

PSR, yer istasyonundaki kendi eksenini etrafında 360° lik dönüş yapabilen bir anten yardımı ile yüksek hızda havaya elektromanyetik radyo dalgaları gönderen bir radar sistemidir. Bu radyo dalgaları karşılaştıkları herhangi bir hedeften yansıyarak antene geri döner ve antendeki özel bir alıcı tarafından işlenir. Işık hızında hareket eden pulse'ın gönderilme zamanı ve bir hedeften yansıyarak geri dönmesi zamanına göre, hedefin yerini ve mesafesini radar göstergesi üzerinde gösterir. Eğer hedef hareket ediyorsa anten, her dönüşte hedefin pozisyonunu yeniler ve bu şekilde hedefin yönünü de belirlemiş olur.

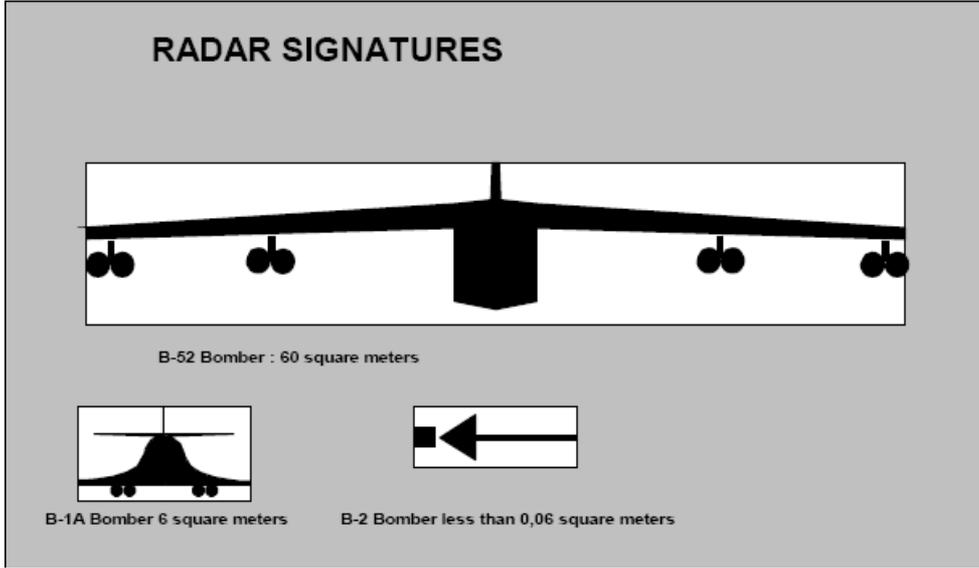


Resim 6.1: PSR (APP) anteni



Resim 6.2: PSR/MSSR (En-Route) anteni

Bu radar sistemi birçok bölümden oluşan yer sistemlerinden meydana gelir. Hava aracında herhangi bir sisteme gerek yoktur. Yerden gönderilen pulse'ların hedefin yüzeyine çarpıp geri dönmesi mantığı ile çalıştığı için, bu yüzeyin büyüklüğü ve düz olması radarın performansını direkt olarak etkilemektedir. Çok küçük uçaklar radar da görünmeyebilir. Hayalet uçakların yüzeylerinde bulunan keskin kırıklar da pulse'ın çarptığı yüzeyi çok küçülttüğü için radarda görünmez.



Şekil 6.2. Bazı uçakların yansımaya yüzeyi büyüklüğü

6.2.1. Radarın Çözünürlüğü

Radarların çözünürlüğünü; istikamet çözünürlüğü, mesafe çözünürlüğü olmak üzere iki ana grupta inceleyebiliriz.

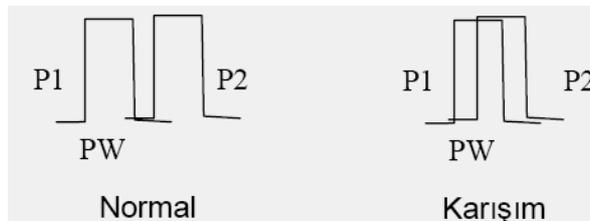
6.2.1.1. Azimuth Resolution (İstikamet Çözünürlüğü)

İki uçak radar antenine göre aynı mesafede ve birbirlerine çok yakın pozisyonda ise radar, uçakları tek bir hedef olarak gösterir. Örneğin: Beam genişliği gibi.

2 derece olan bir radar sisteminde iki uçaktan birisi 39,5 ve diğeri 40,5 derecelik bir istikamette bulunuyorsa radar bu iki uçağı tek bir hedef olarak gösterir. Ortalama 2° olan Beam genişliği antenden uzakta, aralarında daha fazla mesafe olan uçakları tek bir hedef olarak göstereceğinden Saha Kontrol Ünitesi'ndeki radar ayırmaları, yaklaşma kontrole göre daha yüksektir.

6.2.1.2. Range Resolution (Mesafe Çözünürlüğü)

İki uçağın radar istasyonuna göre aynı mesafede olduğu durumlarda; ilk uçağın pulse'ı bitmeden ikinci uçağın pulse'ı istasyona ulaşıyorsa, radar iki uçağı tek bir uçak olarak gösterir.



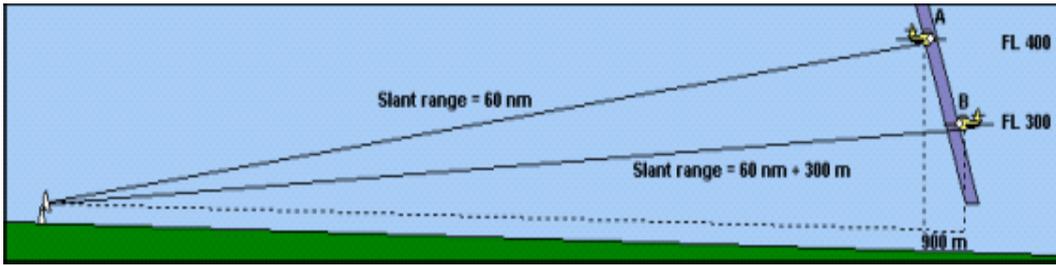
Şekil 6.3: Radar pulse görünüşleri

1 msn'de alınan bir pulse'ın genişliği 300 m arasındadır. Yani iki uçak arasında radar istasyonuna göre 300m mesafe varsa tek hedef olarak görünür.

Range Resolution, Azimuth Resolution'da olduğu gibi uçakların istasyondan uzaklığına bağlı değildir.

6.2.1.3. Slant Range

Dikkat edilmesi gereken bir konu da Slant Range' dir (Eğimli Mesafe). Radar antenlerinden elde ettiğimiz uçağın mesafesi, izdüşümü olarak değil direkt olarak mesafesidir.



Şekil 6.4: Slant range

6.2.2. Clutter ve Anti-Clutter Tekniği

Primary Radar uçaklardan gelen pulse'ların dışında; yer, deniz, bulut ve yağmur gibi etmenlerden gelen pulse'ları da üretir. Bu şekilde istenmeyen eko'lar (unwanted echoes) ekranda istenmeyen görüntüler oluşmasına ve karışıklıklara neden olur. Ekrandaki görüntüyü etkileyen istenmeyen echo'lar 'Clutter /karışıklık' olarak adlandırılır. Primary radarda clutter'ların önlenmesi tekniği büyük önem taşımaktadır.

MTI (Moving Target Indicator/Hareketli hedef göstergesi) hedefin hızını dikkate alarak, hareket etmeyen hedefleri (dağ, bina vb.) ekranda göstermeyerek sadece belli bir hıza sahip olan hedeflerin görüntülenmesini sağlayan bir fonksiyondur.

6.2.2.1. Blind Speed (Kör Hız)

MTI fonksiyonu devrede olduğunda uçakların dalga boyu ve frekansına bağlı olarak belli bir sabit hız ve katları ile radar istasyonuna doğru radar ekranında görüntülenememesi durumudur.

6.2.2.2. Tangential Fading (Teğetsel Zayıflama)

Bir uçak radar istasyonuna göre tam olarak dairesel bir hareket ile dönüş yaptığında, uçağın radar ekranında görünmemesi hadisesidir.

6.2.3. Primary Radarın Avantajları ve Dezavantajları

Birincil radarın avantajları dikkate alındığında, dezavantajları önemsenmeyecek kadar azdır.

6.2.3.1. Primary Radarm Avantajları

- Büyük küçük tüm uçakların yerlerinin saptanabilmesi
- Uçak üzerinde herhangi bir teçhizata gerek duymaması
- Sistemin kararlı olması, bu nedenle hata toleransının düşüklüğü
- Sağanak yağışların ve kuş sürülerinin saptanabilmesi

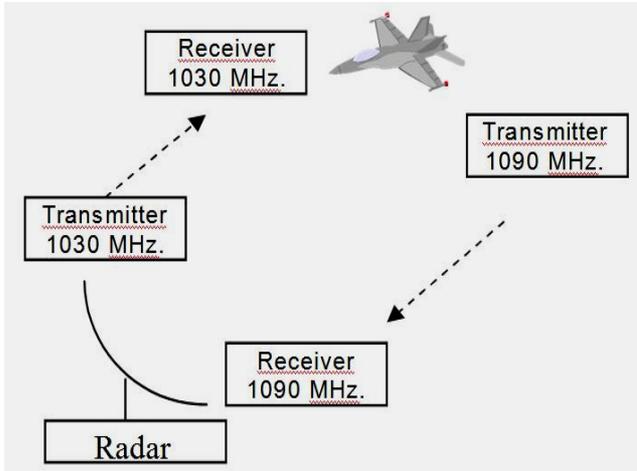
6.2.3.2. Primary Radarm Dezavantajları

- Uçakların kimliklerini saptamak için pilotun yardımına ihtiyaç duyulması
- İrtifa bilgisi vermemesi

6.3. SSR Radarı ve Çalışma Prensibi

SSR (Secondary Surveillance Radar) İkincil gözetleme radarıdır. Bu radar sistemi ile uçaklardan 3 boyutlu bilgi alınabilmektedir. Hava ve yer cihazlarıyla birlikte çalışır. Yer istasyonuna Interrogator (sorgulayıcı), uçakta bulunan cihaza da transponder (cevaplayıcı) denir. SSR anteninden gönderilen sorgulayıcı sinyallere (1030 MHz) uçakta bulunan transponder sinyalleri (1090 MHz) vasıtasıyla bilgiler gönderilir. Bu bilgiler Mode, Code ve Mode C bilgileridir.

30 SSR Yaklaşma Kontrol ve Saha Kontrol'de de kullanılabilir. Dönüş hızları 7-8 RPM olup, 220-250 NM (1 NM= 1,851 km) mesafede tarama yapabilmektedir.



Şekil 6.5: SSR sisteminin çalışma şeması



Resim 6.3: MSSR (APP-ACC) anteni

6.3.1. Transponder'ın Yapısı

Transponderden gönderilen Mode A-B bilgisi yayınının modunu, Mode C'de uçağın irtifasını (FL türünden) vermektedir. Transponder'lar Mode A ile birlikte 4 basamaklı (0-7 arasındaki rakamlardan oluşan) bir kod bilgisi gönderir. Buna SSR kodu denilir. İki çeşit SSR kodu vardır.

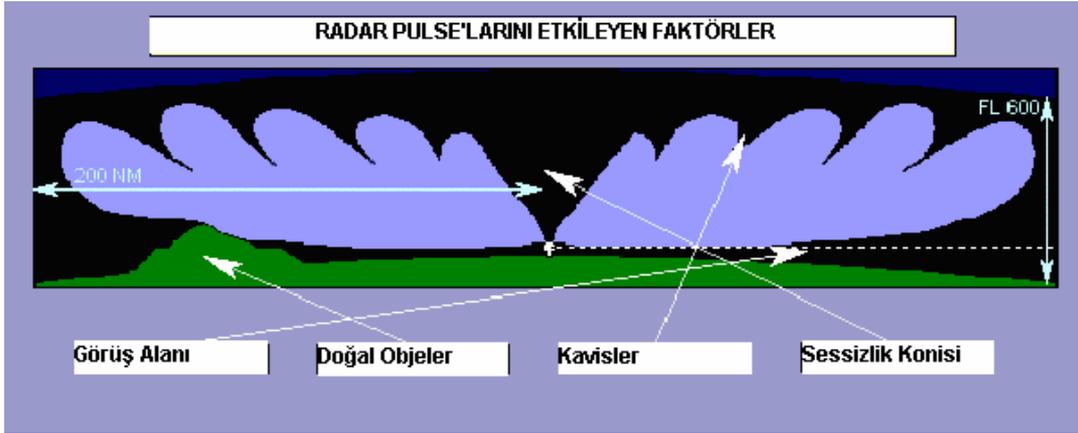
6.3.1.1. Block Kodlar

Hava aracının gönderdiği 4 basamaklı kodların ilk iki basamağını kullanır (4567 için 45, 2731 için 27 vb.). Toplam olarak 64 adet blok (block) kod vardır. Eski radar sistemlerinde kullanılmaktadır. Her sektör için farklı bir kod vardır ve ilgili sektörün sorumlu kontrolörü, kontrolü altındaki bütün uçaklara o sektör için belirlenmiş kodu bağlatır. Böylece diğer sektörlerdeki uçaklarla kendi sorumluluğundaki uçakları ayırmış olur.

6.3.1.2. Özel Kodlar

Özel kodlar pilotların içinde buldukları durumu ifade etmeleri için kullanılmak üzere ayrılmıştır. Dünyanın her yerinde standarttır. Radar sistemlerinde kavaraj dâhilinde özel kod bağlamış uçakları kontrolöre ikaz etmek üzere hem hedef üzerinde, hem de scope'daki özel alan kısmında görüntülü ve sesli ikaz mevcuttur. Böyle bir ikaz alındığında ikazın durumuna göre önlem alınır. Hava Trafik Kontrolörleri bu kodları uçaklara tahsis edemez.

- A77 - Emergency trafikler (Acil trafikler)
- A76 - Radio failure (Radyo hatası)
- A75 - Hijack (Kaçırma)



Şekil 6.6: Radar pulse'larını etkileyen faktörler

6.3.1.3. Discrete Kodlar

Hava aracının gönderdiği 4 basamaklı kodların tamamını kullanır (4567, 2731 vb.). Toplam olarak 1046 adet discrete (ayrık) kod vardır. Bütün uçaklara farklı kodlar bağlatılır. Kontrolör, belli bir kodu bağlayan uçağın çağrı adını radar sistemine girerek trafiklerin çağrı adıyla takip edilmesini sağlar.

6.3.1.4. IFF (Identification Friend or Foe)

Dost ve düşman uçakların tespit edilebilmesi ayrılabilmesi amacı ile kullanılır. Savaş günlerinde Primary radar bliplerinin yoğunluğu ve karmaşası büyük karışıklıklara yol açmıştır. Dost ve düşman uçakları birbirine karışmıştır. Bu yüzden bir takım kazalar oluşmuştur. Ekstra sinyal üretilerek, askeri maksatlı uçuşlarda uçağın dost mu düşman mı

olduğunun belirlenmesi sağlanmıştır. Sivil transponderler, uçak tanıtması için Mode A ve B yayın yaparken IFF' de Mode 1, 2 ve 3 olarak yayın yapmaktadır. Mode 1 ve 2 askeri usuller için kullanılırken Mode 3 sivil sebepler içindir ve Mode A standardındadır (Mode 3=Mode A). Bir askeri uçak IFF' sinde Mode 3 seçmediği sürece (Mode1 ve Mode2 açık olsa bile) biz bu uçağı sivil radarda göremeyiz. Bu durumdaki bir uçakla temasımızda Mode 3/A'sını aktif duruma getirmesini isteriz.

6.3.1.5. FRUIT (False Replies Unsynchronized with the Interrogator Transmissions)

Bir uçağın birden fazla SSR anteni tarafından aynı anda sorgulanması esnasında, sorgulama ve cevaplama arasında senkronizasyon olmaması durumudur. Başka bir antenin sorgulaması nedeniyle transponderden gönderilen cevaplamanın beklenenden önce radar antenine gelmesidir.

6.3.1.6. GARBLING

PSR Range Resolution'a olduğu gibi, aynı istikamette ve slant range olarak birbirlerine yakın iki uçak olduğunda transponderdan gelen cevaplamların iç içe girmesi durumudur.

6.3.1.7. Anten Gölgelemesi

Uçakta bulunan SSR anteninin boyu yaklaşık olarak 10 cm.'dir. Uçağın manevrası esnasında ve dönüşlerde radar anteni (uçağın gövdesi ya da kanatlarının kapatması nedeniyle) SSR antenini göremez ve cevaplama yapamaz. Bu hadiseye anten gölgelemesi (Antenna shadowing) denir. Modern uçaklarda gövdenin üstünde ve altında SSR anteni bulundurulmasının nedeni Anten gölgelemesini önlemektir.

6.3.2. MSSR (Monopulse SSR)

Geleneksel SSR'ın bazı dezavantajları bulunmaktadır. Bunlardan bazıları; zayıf istikamet çözünürlüğü, garbling ve FRUIT olarak sıralayabiliriz. Bu dezavantajlar bazı tekniklerle çözümlenmeye çalışılsa da tam olarak başarılı olunamamıştır.

Yeni Monopulse tekniği ile hedefin yeri, alınan tek bir pulse ile hesaplanabilmekte ve sürekli olarak cevaplama ihtiyacı duymamaktadır. Bu işlem için de anten üzerinde iki adet receiver bulunmaktadır. İstikamet doğruluğu $0,5^{\circ}$ civarındadır Normal bir SSR anteni için, anten merkezinden 200 NM'de ki bir uçak için hata toleransı 7 NM iken, bu oran MSSR için 1.7 NM'dir.

Türkiye'deki bütün Secondary Radar'lar MSSR' dir.

6.3 3. SSR Sisteminin Avantajları ve Dezavantajları

6.3.3.1. SSR Sisteminin Avantajları

- Uçakların mesafe ve yön bilgileri yanında irtifa ve kimlik bilgilerini de verir.

- Hem yer istasyonunda hem de uçakta verici bulunması, sinyalin zayıflamasını önler.
- Hava trafiğinin düzenlenmesinde vazgeçilmez bir radyo seyrüsefer yardımcısıdır.

6.3.3.2. SSR Sisteminin Dezavantajları

- FRUIT
- Garbling
- Transponderi olmayan uçakları tarayamamasıdır.

6.3.4. MRT (Multi Radar Tracking)

Aynı anda birden fazla radar anteninden (PSR, SSR) bilgi alıp bu bilgileri işleyerek scope üzerinde gösterme işlemidir. Multi Radar Tracking sisteminin avantajları:

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

Özellik	PSR	SSR
Çıkış Gücü	Çok yüksek (1–2 MW)	Düşük (1–2 KW)
Hedef Tespiti	Pilot Aktivitesi + ekstra	Hedef aktiftir, transponder gereklidir.
Azimuth Hassasiyeti	2°	2°
Menzil Doğruluğu	300–400 m	3–6 NM (1NM=1852 m)
Ekipman Kompleksliği	Yüksek	Düşük
Maliyet ve Bakım	Yüksek	Düşük
Kullanım Avantajları	Hedef Tespiti	Hedef Tespiti, Uçuş Seviyesi, Kimlik Bilgileri

Tablo 6.1:PSR-SSR karşılaştırması

6.4. Kullanım Alanlarına Göre Radar Çeşitleri

Kullanım alanlarına göre radarları beş grupta inceleyebiliriz.

6.4.1. ASR (Airport Surveillance Radar)

50-60 NM kavarajı vardır. 10-12 RPM dönüş hızındadır. TAR (Terminal Approach Radar) olarak da adlandırılmaktadır. Sadece PSR ya da PSR+SSR (on-mounted) olarak kullanılabilir.

6.4.2. ARSR (Air Route Surveillance Radar)

220-250 NM kavarajı vardır. 6-7 RPM dönüş hızındadır. Saha Kontrol amaçlı olarak kullanılmaktadır. Sadece SSR ya da PSR+SSR (on-mounted) olarak kullanılabilir.

6.4.3. ASDE (Airport Surface Detection Equipment)

2–3 NM kavarajında ve dönüş hızı 60 RPM'dir. Ground kontrol amaçlı olarak pist, taksi yolu ve apron üzerindeki hareketleri (uçak, araç vb.) kontrol etmek amacıyla kullanılmaktadır. PSR olarak kullanılabilir. Hedefler hakkında oldukça ayrıntı içerir. Hedefin araç mı, uçak mı olduğunu hatta belirli bir tecrübeden sonra uçak tipini bile anlayabilirsiniz.

6.4.4. PAR (Precision Approach Radar)

Hassas yaklaşım radarı olarak adlandırılan bu radar tipi, artık askeri amaçlar için kullanılmaktadır. Askeri adı GCA (Ground Controlled Approach). İnişe gelen uçaklara hassas yaklaşma yaptırmak için kullanılmaktadır. PSR tabanlı iki antenden oluşmaktadır. Antenlerden birisi sağa-sola 7 derecelik bir tarama yaparak uçağın pist merkez hattında olup olmadığını, diğeri yukarı aşağı 20° lik bir açıyı tarayarak uçağın süzülüş hattında olup olmadığını takip etmemize yarar.



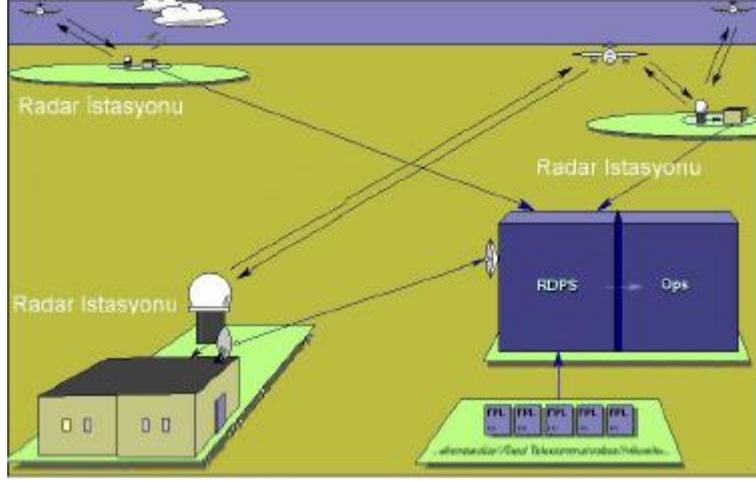
Şekil 6.7: ASDE uçak ve ekran görüntüsü

6.4.5. RDPS ve FDPS

Bütün radar bilgileri ATC merkezindeki RDPS (Radar Data Processing System-Radar Dataları İşleme Sistemi)ne gelir. Bütün radar antenlerinden işlenmemiş olarak gelen plot dataları RDPS tarafından işlenir. Bu işleme MRT-Multi Radar Tracking denir. Plot'lar Radar Pozisyon Sembolü'ne (RPS) çevrilir. RPS, gelen plot'un türüne göre PSR echosu, SSR track'ı ya da PSR ve SSR kombinasyonu olarak radar display'inde gösterilir.

Radar kontrolörüne görüntülenen RPS 5–6 saniyelik geçmiş bilgisi ile birlikte görüntülenir. Bu RPS ile birlikte bir label (etiket) görüntülenir. Bu etiket üzerinde (transponder vasıtasıyla uçaktan alınan) Mode A ve Mode C bilgisi ile birlikte radar sistemi tarafından hesaplanan yer hızı (ground speed) bilgisi de görüntülenir. Ayrıca uçağın dikey bir hareketi (alçalma/tırmanma) etiket üzerinde uçuş seviyesinin yanında bir ok ortaya çıkar.

RDPS, plot datasının yanında diğer kaynaklardan gelen bilgileri de değerlendirebilir. Bunlar FDPS (Flight Data Processing System) ve GPS (Global Position System) saattir.



Şekil 6.8: Radar istasyonları ve RDPS ve uçakların işleyiş modellemesi

Radar datalarının dışında RDPS için en önemli kaynak FDPS'dir. FDPS, bir hava sahasına girmesi beklenen bütün uçuşlara ait uçuş planlarını, AFTN vasıtasıyla pasif modda alarak bunları depolar. Herhangi bir uçuş hava sahasına girmeden önce, bir önceki ATC ünitesi tarafından bilgisi otomatik (OLDI) ya da sözlü olarak aktarılır. Depolanmış uçuş planı devir noktası, uçuş seviyesi ve SSR kodunu içeren yürürlükteki bilgileriyle güncelleştirilir. Böylece FDPS'deki uçuş planı aktif hâle gelir ve uçuşun sonuna kadar FDPS ve RDPS arasında sürekli bir diyalog başlamış olur. SSR sorgulaması tamamlandığında sistem belirlenmiş transponder kodu ile FDPS'deki aynı kod ile depolanmış uçuş planındaki aynı koddaki bilgi arasında bağlantı (correlation) kurar. Correlation, bir bilginin iki parçasının birleştirilmesidir. Bu sayede RPS deki etiket üzerinde uçağın gerçek pozisyonunu görebiliriz. Etiket üzerinde uçağın hava sahamızdaki çıkış noktasını da görebiliriz.

UYGULAMA FAALİYETİ

Radar sistemini inceleyiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Radar sistemlerinin uçakta bulunan mevcut komponentlerini inceleyiniz.	➤ Gerekli güvenlik önlemlerini mutlaka alınınız.
➤ Radar hatalarına sebep olan faktörleri inceleyiniz.	➤ Yanınızda mutlaka deneyimli bir uçak teknisyeni bulunmalıdır.
➤ Türkiye’de bulunan radar sistemlerinin yerlerini ve hangi çeşit radarların kullanıldığını tespit ediniz.	➤ Teknisyeninin telkinlerine mutlaka uyunuz.
	➤ İşlerinizi teknisyen gözetiminde gerçekleştiriniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2. Radar sistemlerinin uçakta bulunan mevcut komponentlerini incelediniz mi?		
3. Radar hatalarına sebep olan faktörleri incelediniz mi?		
4. Türkiye’de bulunan radar sistemlerinin yerlerini ve hangi çeşit radarların kullanıldığını tespit edebildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınızı “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi kullanım alanlarına göre radar çeşitlerinden değildir?
A) ASR
B) ARSR
C) ASDE
D) ADSR
2. Aşağıdaki kıyaslamalardan hangisi yanlıştır?
A) PSR'nin çıkış gücü, SSR'nin çıkış gücünden büyüktür.
B) PSR'nin Azimuth hassasiyeti, SSR'ninkine eşittir.
C) PSR'nin menzil doğruluğu, SSR'ninkine göre daha fazladır.
D) PSR'nin maliyet ve bakımı, SSR'ye göre daha yüksektir.
3. ASR (Airport Surveillance Radar) kavaraj değeri aşağıdakilerden hangisidir?
A) 50-60 NM
B) 220-250 NM
C) 2-3 NM
D) 90-100 NM
4. 2-3 NM kavarajında ve dönüş hızı 60 RPM'dir. Ground kontrol amaçlı olarak pist, taksi yolu ve apron üzerindeki hareketleri (uçak, araç vb.) kontrol etmek amacıyla kullanılmakta olan radar tipi aşağıdakilerden hangisidir?
A) ASR
B) ARSR
C) ASDE
D) PAR
5. Aşağıdakilerden hangisi SSR sisteminin avantajlarından değildir?
A) Uçakların mesafe ve yön bilgileri yanında irtifa ve kimlik bilgilerini de vermesi
B) Hem yer istasyonunda hem de uçakta verici bulunması, sinyalin zayıflamasını önler.
C) Hava trafiğin düzenlenmesinde vazgeçilmez bir radyo seyrüsefer yardımcısıdır.
D) Transponderi olmayan uçakları taramaz.
6. Aşağıdakilerden hangisi Mono Radar Tracking sisteminin avantajlarından değildir.
A) Radar antenleri üzerindeki sessizlik konisini yok eder.
B) Bir antenin kapsama sahasına girmeyen hedefler görülemez.
C) Hava sahasında bir nokta birden fazla antenin kapsama alanına gireceğinden daha güvenli bir hizmet verilebilir.
D) Herhangi bir antenin arızası durumunda diğer antenlerle radar hizmetine devam edilebilir.

7. Aşağıdakilerden hangisi Primary Radarın avantajlarından değildir?
- A) Büyük küçük tüm uçakların yerlerinin saptanabilmesi
 - B) Uçak üzerinde bilgisayar sistemine gerek duyması.
 - C) Sistemin kararlı olması, bu nedenle hata toleransının düşüklüğü
 - D) Sağanak yağışların ve kuş sürülerinin saptanabilmesi

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

8. bir bilginin iki parçasının birleştirilmesidir.
9., artık askeri amaçlar için kullanılmaktadır. Askeri adı GCA (Ground Controlled Approach) olan bu radarlar inişe geçen uçaklara hassas yaklaşma yaptırmak için kullanılmaktadır.
10. Türkiye'deki bütün Secondary Radar'lar' dir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-7

AMAÇ

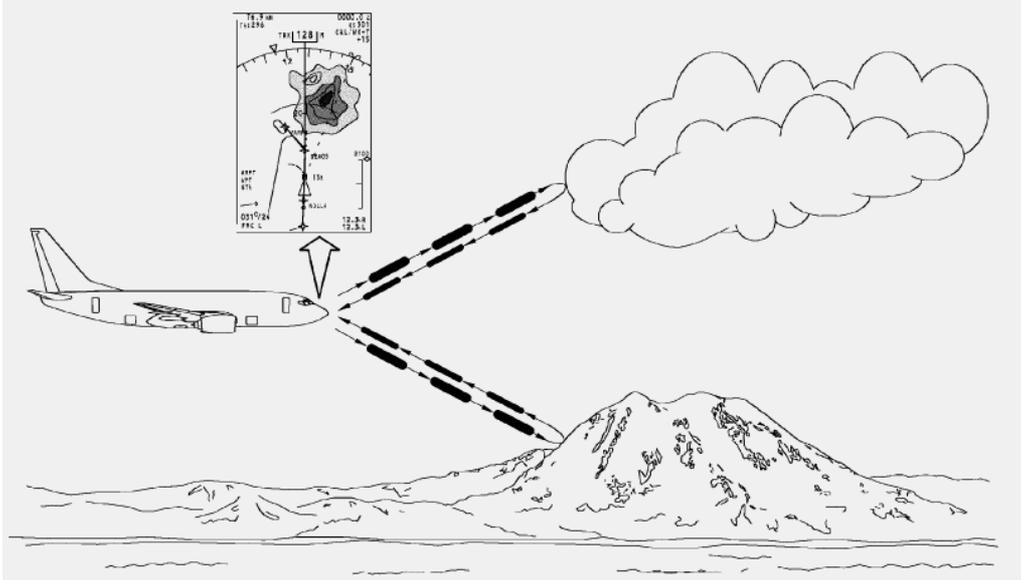
Hava Korunma Radarı bakımını ATA 23 ve ATA 34' e göre yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Hava Korunma Radarı hakkında internette araştırma yapınız.
- Kütüphaneleri araştırarak yazılı doküman araştırması yapınız.
- Hava Korunma Radarı kullanım alanlarını araştırınız.
- Hazırladığınız raporu arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

7. HAVA KORUNMA RADARI

Hava korunma radarı (WXR- WEATHER RADAR SYSTEM) görsel ve işitsel uyarı sağlayarak pilota bilgi verir. WXR radarlarda olduğu gibi eko prensibiyle çalışır. Yani WXR anteninden yayımlanan RF dalgaları nesnelere çarparak geri döner, dönen sinyal gene WXR tarafından alınarak nesnenin uzaklığı tespit edilir. WXR alıcısı dönen işareti bir dizi işleme tabi tutarak dönen işaretin hava, arazi veya rüzgâr yönü ve süratının ani değişikliği (winds shear) olduğunu anlar.



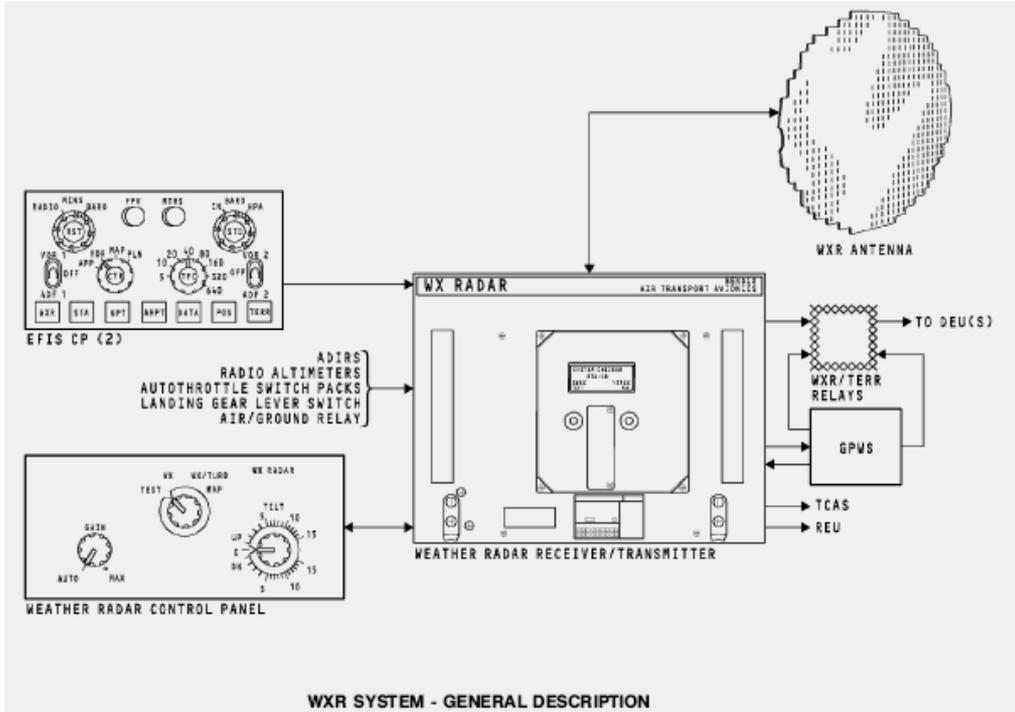
Şekil 7.1: WXR Tanıtım

7.1. Display

WXR dönen sinyalleri dört farklı renkte navigasyon ekranına verir (Şekil 7.1).

Tahmin edilen rüzgar ani değişimleri ekranda kırmızı ve kehribar renginde NP (Navigasyon Display)'de ve PFD (Primary Flight Display)'de gösterilir. Bu bilgiler işitsel uyarı sistemi olan PWS (predictive windshear)'de kullanır. Aşağıdaki bileşenler WXR sistemini oluşturur:

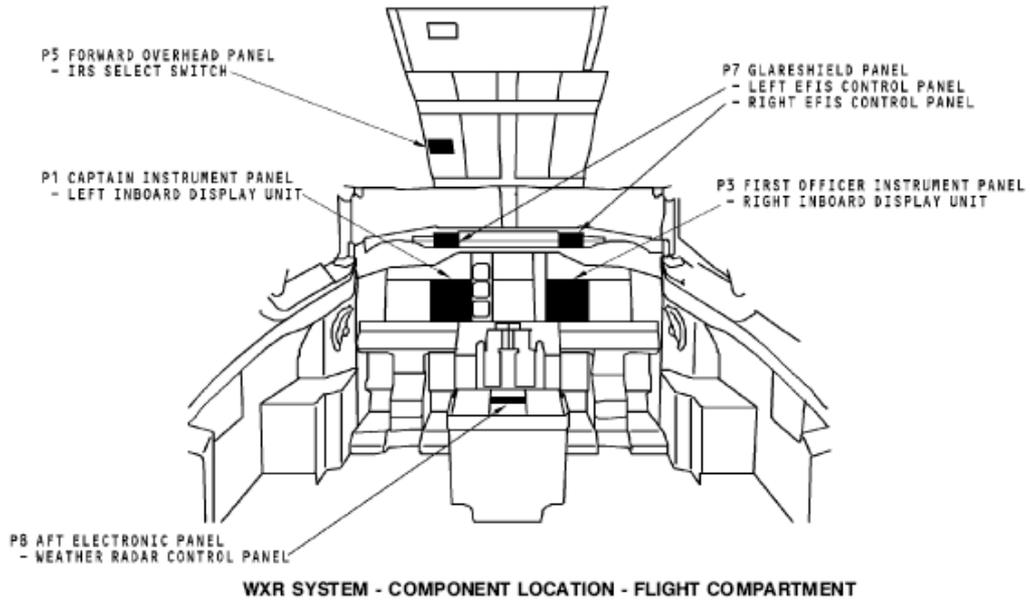
- Sağ ve sol EFIS (Elektronik Uçuş Aygıt Sistemi-Electronic Flight Instrument System)
- WRCP (Weather Radar Control Paneli)
- WXR Anteni
- WRR/T (Weather Radar Receiver/Transmitter)



Şekil 7.2: WXR Sistemi genel çalışma şeması

Yukarıdaki şekilde WXR receiver/transmission ve diğer WXR üniteleri ile bağlantıları gösterilmiştir. WXR Sisteminin Uçuş Kompartımanında bulunan komponentlerine ait paneller ise şunlardır:

- Sol EFIS kontrol panel (P7)
- Sağ EFIS kontrol panel (P7)
- Sol iç taraf display unit (P1)
- Sağ iç taraf display unit (P3)
- IRS seçme anahtarı, navigation/displays kaynak seçme paneli (P5).



Şekil 7.3: Uçuş kompartımanında WXR sistemine ait panel yerleşim planı

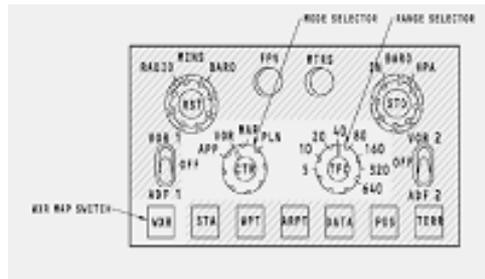


Resim 7.1: P8 paneli



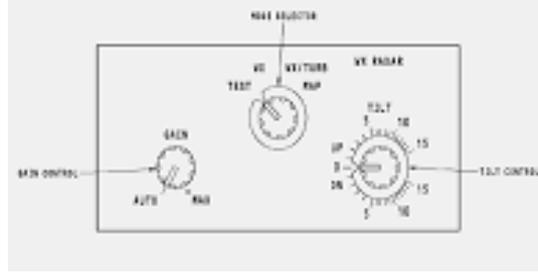
Resim 7.2: P5 panel

Şekil 7.4'te görülen EFIS kontrol panelinde WXR ile alakalı bir ayar yapılacaksa öncelikle WXR seçme tuşuna basılır. CTR anahtarıyla mode seçimi yapılır. Range anahtarı ile ise menzil seçimi yapılır.



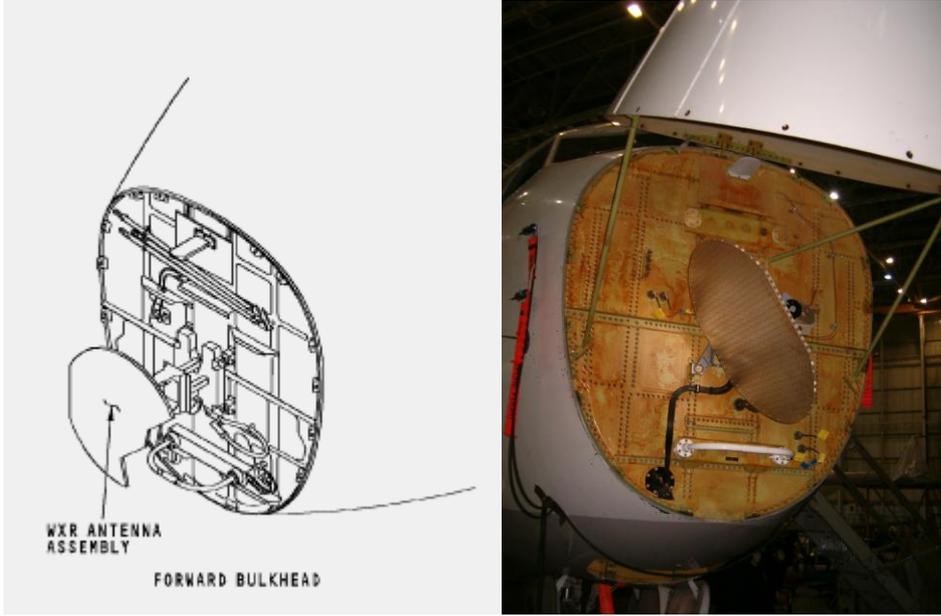
Şekil 7.4: WXR Sistem-EFIS kontrol paneli işlemleri

Şekil 7.5'te görülen WXR sistemi kontrol panelinde ise Gain kontrol kısmında kazanç oranı ayarlanır. Mode selection kısmında ise TEST veya MAP mode seçilebilir. TILT Switch'i vasıtasıyla WXR eğimi ayarlanır.



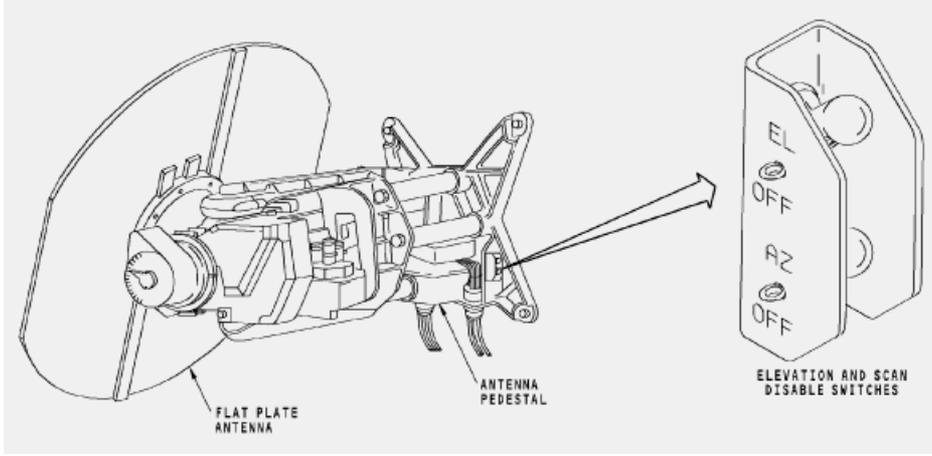
Şekil 7.5: WXR(P8) sistemi kontrol paneli işlemleri

Resim 7.3'te görülmekte olan WXR anteni uçağın burun kısmında bulunmaktadır.

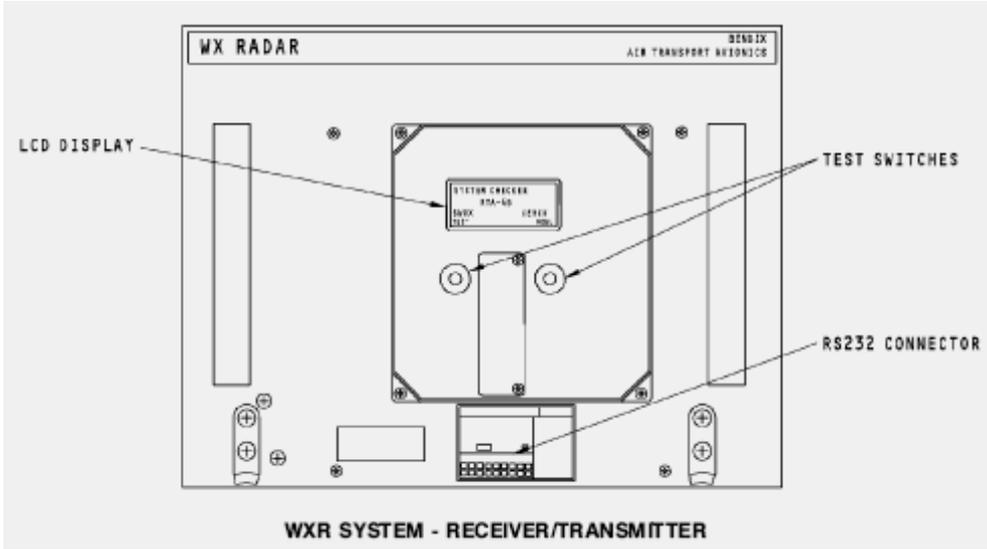


Resim 7.3: WXR anteni

Şekil 7.6'da görülen anahtarlar WXR sistemi anteni, elevation (yükselme- terfi) ve scan (tarama) ve kapatma anahtarlarıdır. Burada iki adet kısaltmadan EL Elevation, AZ ise Azimuth (Gök kürenin herhangi bir noktası ile güney yönü arasındaki açı, güney açısı) anlamına gelmektedir. Bu switchler test sırasında kullanılır.



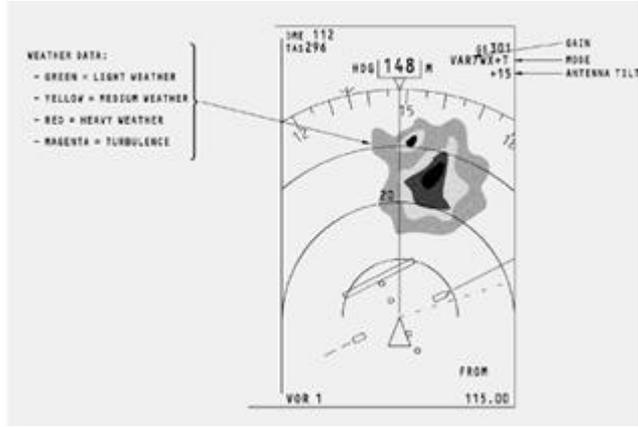
Şekil 7.6: WXR anteni sistemi



Şekil 7.7 WXR sistemi receiver/ transmitter komponent görünüşü

Şekil 7.8’de navigasyon ekranı ve ekrandaki değerlerin karşılıkları görülmektedir. Ekranı bakıldığında,

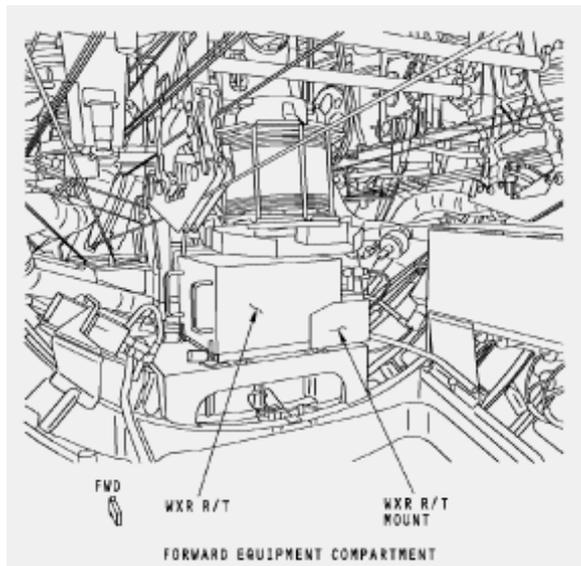
- Green (yeşil) olan kısımlar yumuşak, az yoğunluklu hava,
- Yellow (sarı) olan kısımlar orta yoğunlukta hava,
- Red (kırmızı) olan kısımlar ise sert yoğunlukta hava,
- Magenta (galibarda, morumsu kırmızı) ise turbulence (türbülans/çalkantılı hava) anlamına gelir.
- Gain Kısmı ayarlanan kazanç oranı, mode kısmı ayarlanan mod,
- Tilt kısmı ise eğimi göstermektedir.



Şekil 7.8: Navigation ekranı okunması



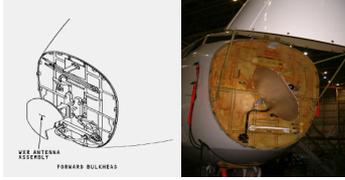
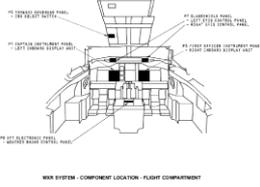
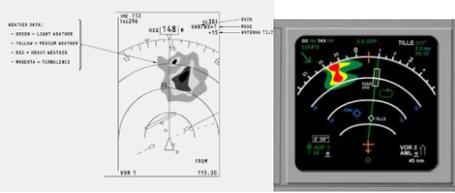
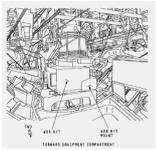
Resim 7.4: Navigation ekranı



Şekil 7.9. Ön ekipman kompartmanı WXR komponentleri

UYGULAMA FAALİYETİ

Hava koruma radar sistemini inceleyiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Uçakta bulunan WXR antenlerinin yerlerini tespit ediniz ve inceleyiniz.</p>  <p style="text-align: center;">WXR Anteni</p>	
<p>➤ Uçak kokpitinde WXR sistemi ile ilgili olan komponentlerin yerlerini tespit edin.</p>  <p style="text-align: center;"><small>WXR SYSTEM - COMPONENT LOCATION - FLIGHT COMPARTMENT</small></p>	<p>➤ Gerekli güvenlik önlemlerini mutlaka alınız.</p> <p>➤ İşlerinizi öğretmen gözetiminde gerçekleştiriniz.</p>
<p>➤ Navigasyon ekranındaki renkleri ve bu renklerin anlamlarını inceleyiniz.</p> 	
<p>➤ Ön ekipman kompartımanında bulunan WXR komponentlerini inceleyiniz.</p>  <p style="text-align: center;"><small>FORWARD EQUIPMENT COMPARTMENT</small></p>	

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. WXR sisteminin çalışma prensibini biliyor musunuz?		
2. WXR sistemini oluşturan bileşenleri biliyor musunuz?		
3. WXR sistemine ait uçuş kompartımanında bulunan bileşen yerlerini biliyor musunuz?		
4. Navigasyon ekranında WRX sistemine bağlı olarak oluşan renkleri ve bu renklerin hangi nesnelere temsil ettiğini biliyor musunuz?		
5. Uçakta bulunan WRX antenin yerini ve antenin özelliklerini biliyor musunuz?		
6. WRX navigasyon ekranı testi işlemini öğrendiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdaki bileşenlerden hangisi WXR sisteminin bir parçasıdır?
A) Sağ ve sol EFIS
B) WRCP (Weather Radar Control Paneli)
C) WXR anteni ve WRR/T
D) Hepsi
2. WXR sistemi kontrol panelinde Gain kontrol kısmında hangi oran ayarlanır?
A) Enlem
B) Hız
C) Kazanç
D) Sıcaklık
3. Navigasyon ekranında yeşil olan kısımlar ne anlama gelir?
A) Yumuşak, az yoğunlukta hava
B) Orta yoğunlukta hava
C) Turbulence (türbülans)
D) Sert yoğunlukta hava
4. Navigasyon ekranında sarı olan kısımlar ne anlama gelir?
A) Yumuşak, az yoğunlukta hava
B) Orta yoğunlukta hava
C) Turbulence (türbülans)
D) Sert yoğunlukta hava
5. Navigasyon ekranında morumsu olan kısımlar ne anlama gelir?
A) Yumuşak, az yoğunlukta hava
B) Orta yoğunlukta hava
C) Turbulence (çalkantılı hava)
D) Sert yoğunlukta hava
6. Navigasyon ekranında kırmızı olan kısımlar ne anlama gelir?
A) Yumuşak, az yoğunlukta hava
B) Orta yoğunlukta hava
C) Turbulence (çalkantılı hava)
D) Sert yoğunlukta hava

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

7. WXR radarlarda olduğu gibi prensibiyle çalışır.
8. Azimuth, açısıdır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-8

AMAÇ

Radio altimetre bakımını ATA 23 ve ATA 34' e göre yapabileceksiniz

ARAŞTIRMA

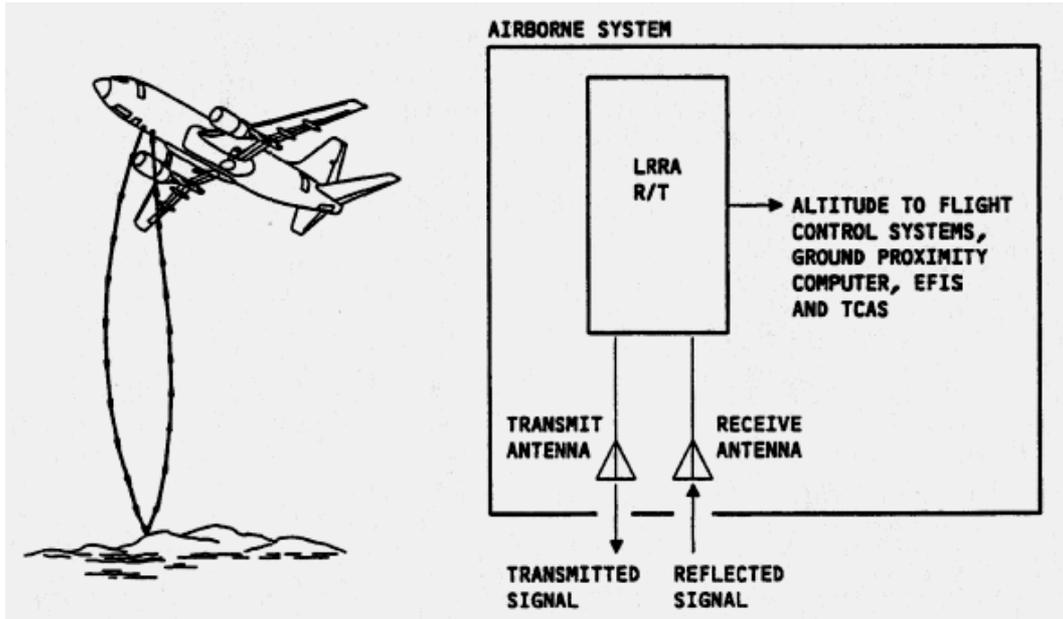
- Radio altimetre hakkında internette araştırma yapınız.
- Kütüphaneleri araştırarak yazılı doküman araştırması yapınız.
- Radio altimetre kullanım alanlarını araştırınız.
- Hazırladığınız raporu arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

8. RADİO ALTİMETRE

Radio altimetre sistemi (RAS), uçaktan yere dikey uzaklığı (absolute altitude= mutlak yükseklik) ölçer.

RA sistemi: Yere bir RF sinyali gönderir ve bu sinyalin yerden yansıyan sinyal ile karşılaştırılması vasıtasıyla yükseklik ölçülür. Çalışma frekansı 4300 MHz'dir.

Radio altitude (radyo yüksekliği), verici ve alıcı sinyallerinin karşılaştırılması vasıtasıyla hesaplanır.



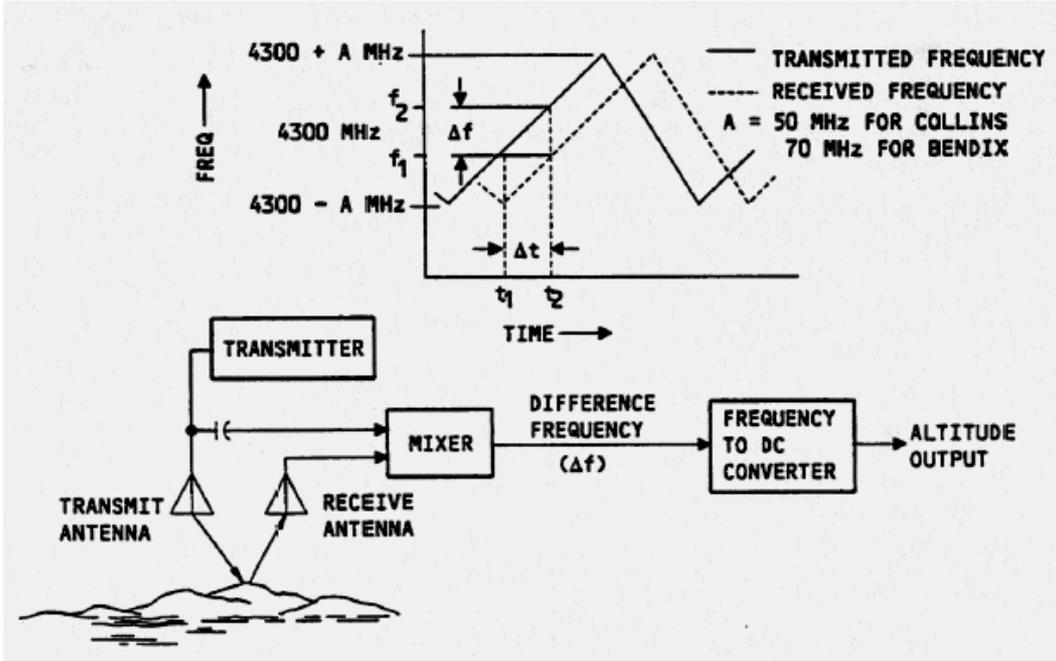
Şekil 8.1: Radio altimetre sistemi

8.1. Zaman ve Frekans İlişkisi

Sistem lineer olarak frekansı değişen, bir FM sinyali gönderir. Yere gidiş-dönüş zaman arasında gecikme olur. Daha sonra verici sinyalinden bir çıkış ile yerden yansıyan sinyal mixer’de karıştırılarak uçağın yeryüzündeki yüksekliğine orantılı olarak bir fark frekansı verir.

Verinin frekans sahası $4300 \pm A$ MHz’dir. “ t_1 ” zaman noktasında verici frekansı “ f_1 ” yere gönderilir ve yansıyan sinyal “ t_2 ” zamanında mixer’e alınır. “ Δt ” zaman aralığı süresince, verici frekansı yeni bir frekansa “ f_2 ” yükseltilir. “ t_2 ” zamanında f_1 ve f_2 frekansları karıştırıldığı zaman, mixer’in çıkışında fark frekansı (Δf) elde edilir bu frekans Δt ’ye orantılıdır. Bu fark frekansı DC voltaja çevrilir ve kullanıcı sisteme gönderilir.

Şekil 8.2’de yukarıda bahsi geçen işlem sonucu mixer çıkışında Δf frekansı elde edilir ve bu frekans devresi başka bir devre ile DC bir gerilim seviyesine dönüştürülmektedir. Böylece yükseklik bilgisi elektriksel olarak çıkış fonksiyonuna dönüştürülmüştür. Sistemin menzili -20 ile 2500 feet aralığındadır.

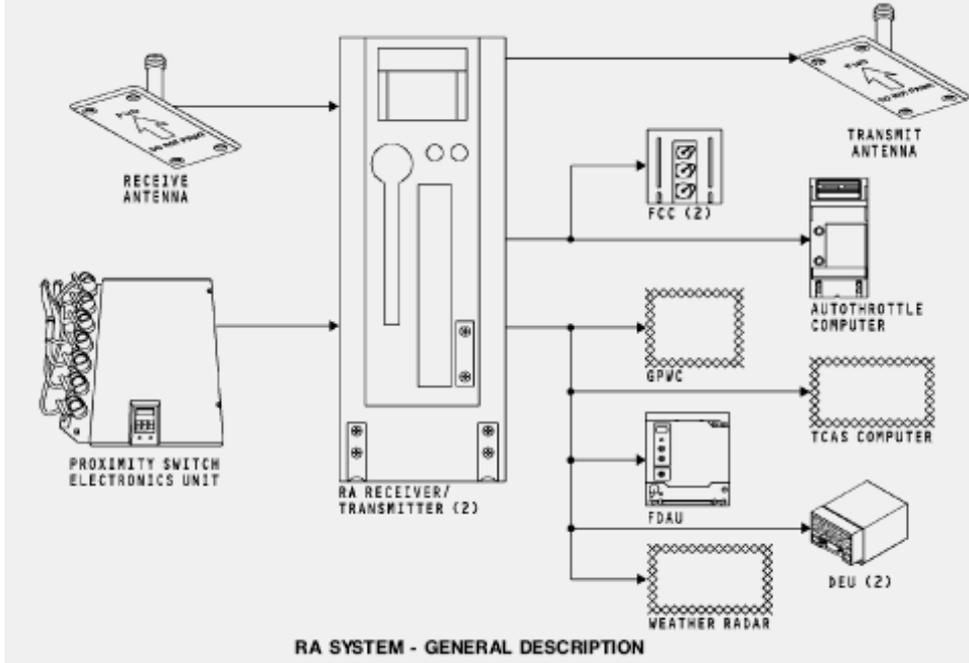


Şekil 8.2: RA sistem teorisi

Şekil 8.3’de RA sisteminin kısımları ve ilişkilendirildiği komponentler görülmektedir. Burada:

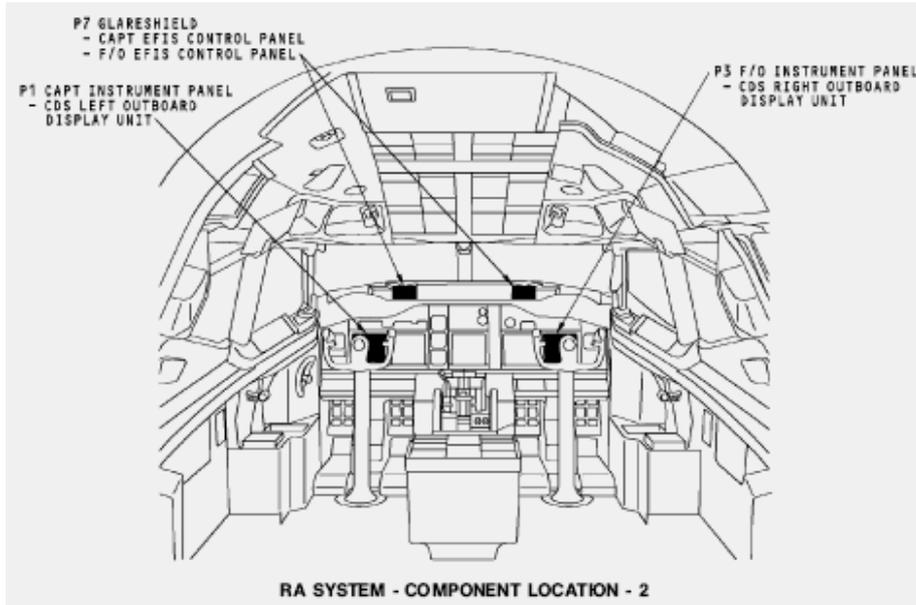
- Receiver Antenna (alıcı anten) radyo dalgalarını alarak RAR/T kısmına iletir.
- Transmit Antenna (yayınlayıcı ya da verici anteni) RAR/T’den aldığı radyo frekansını gönderir.

Proximity Switch Electronics Unit (elektronik yakınlık anahtar birimi) ve diğer çevre komponentleri (TCAS, GPWC, DEU, WXR, FDAU, FCC) ile de bağlantılıdır. Bu iletişim sırasında ARINC 429 iletişim sistemi kullanılır.



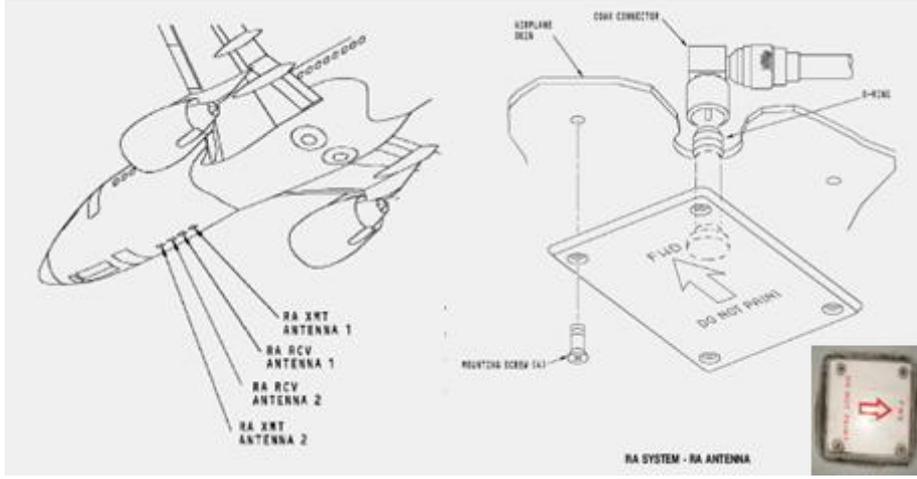
Şekil 8.3: RA sistemi genel tanımlama

Uçuş kompartımanında ise gene radio altimetreyle alakalı komponentlerin bulunduğu çeşitli panellerin mevcuttur. Bu paneller Şekil 8.4'te görülmektedir.



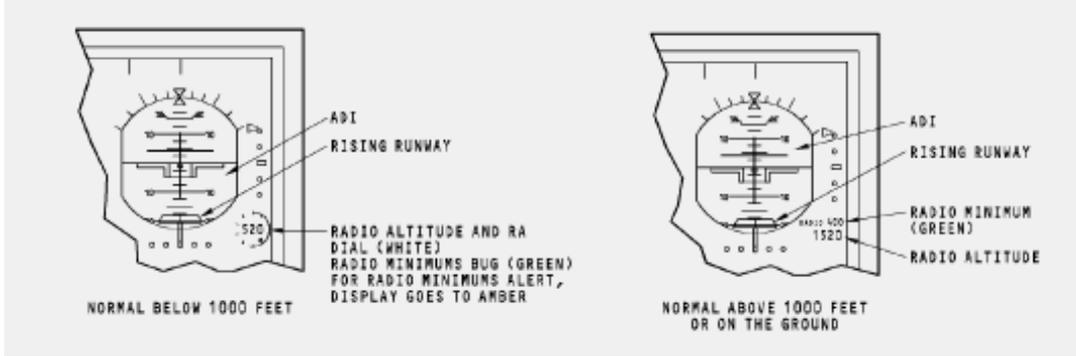
Şekil 8.4: RA sistemi uçuş kompartımanı komponent yerleşimi

Şekil 8.5'te ise RAS'a ait antenlerin uçakta bulunduğu yerler görülmektedir. Şekilden de anlaşılacağı gibi uçaklarda 2 adet RA XMT anteni ve iki adet RA RCV anteni mevcuttur. Bunun sebebi uçakta iki adet RA R/T bulunmasıdır.



Şekil 8.5: Uçakta bulunan RA antenleri

Şekil 8.6'da analog ve elektronik RA displayleri görülmektedir.



Şekil 8.6: Örnek RA göstergesi ve okunması



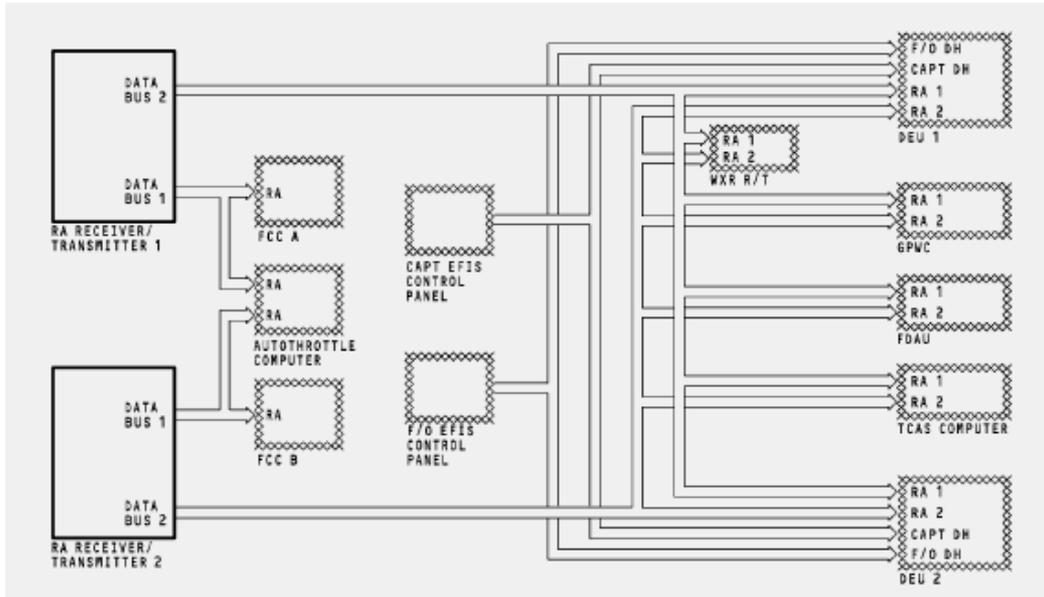
Resim 8.1: Radio altimetre elektronik göstergesi



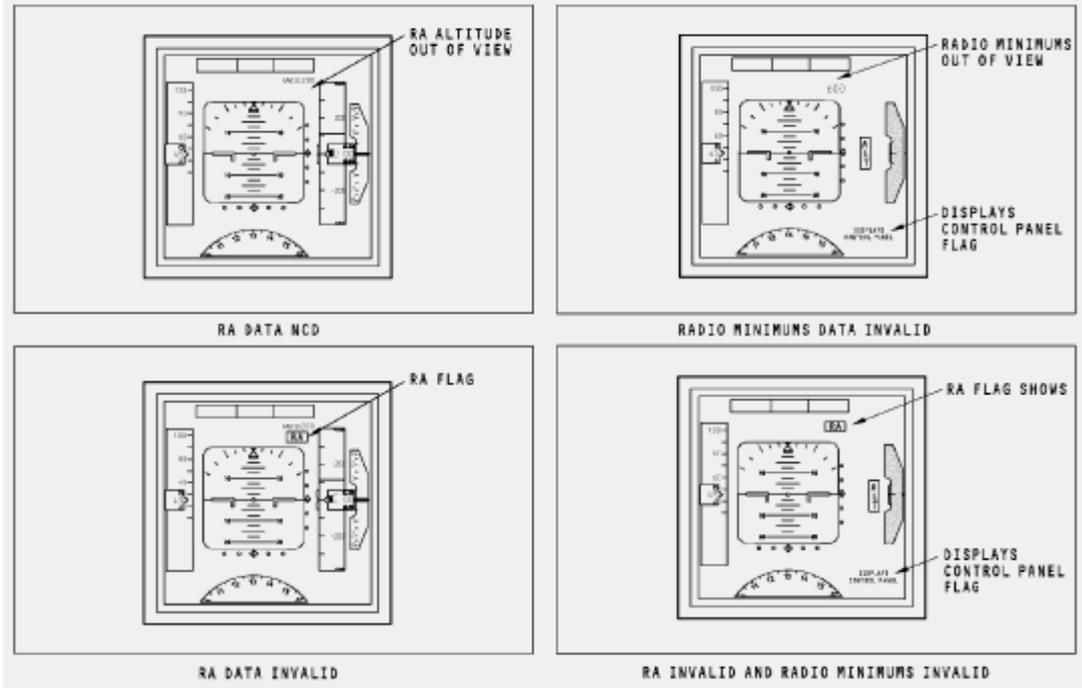
Resim 8.2: Radio altimetre analog göstergesi

Şekil 8.7’de ise bir radyo altimetre ekranı üzerindeki değerlerin anlamları verilmiştir. Bu kısaltmalar şu anlamlara gelir:

- ADI (Attitude Direction Indication) konum yön gösterme
- RISING RUNWAY (piste göre yükselti)
- RADIO ALTITUDE (radyo irtifası)
- RADIO MINIMUM (Gren) alarm vereceği radio irtifası 3



Şekil 8.7: RA R/T ve diğer komponentlerle data bağlantı şeması



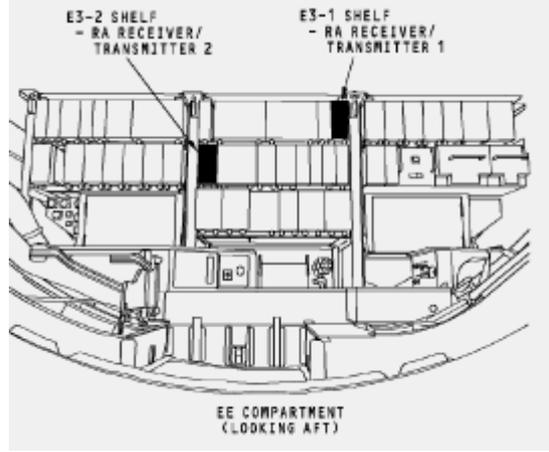
Şekil 8.8: Radio altimetre göstergesinde oluşabilecek durumlar

Resim 8.3'te ve Şekil 8.9'da RA R/T üzerinde yer alan düğme, göstergeler ve elektronik kompartımanında ki görünüşü görülmektedir.



Resim 8.3: RAD ALT görünüş ve elektronik kompartımanı komponent yerleşim

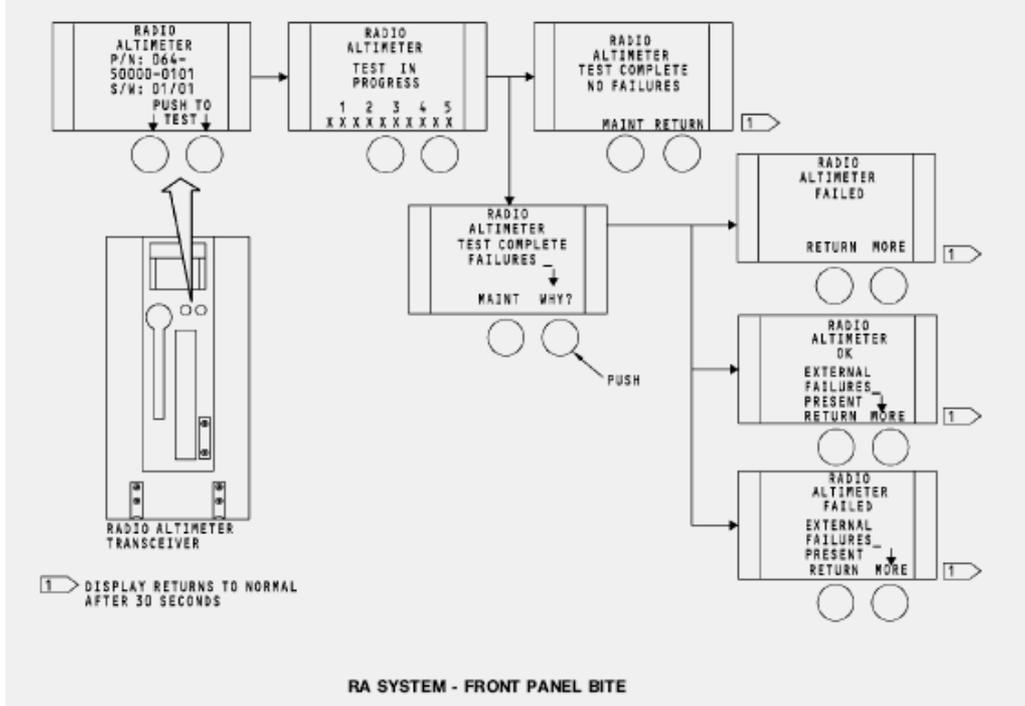
Şekil 8.9'daki RA R/T, elektronik ekip kompartımanında E3-1 ve E3-2 kısmında yer alır.



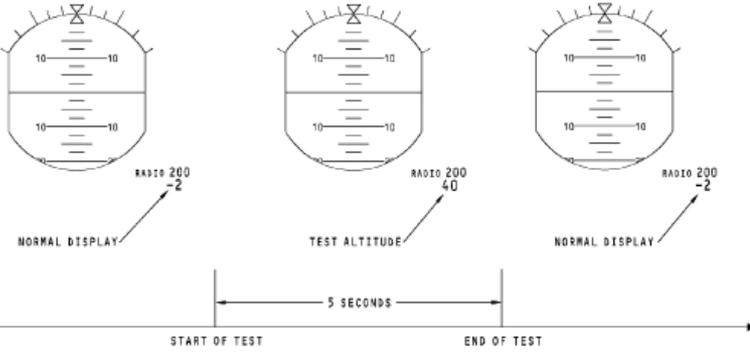
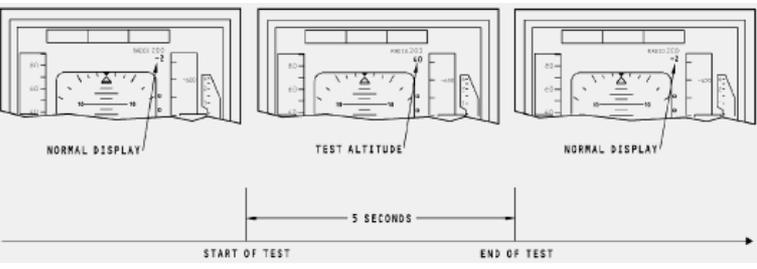
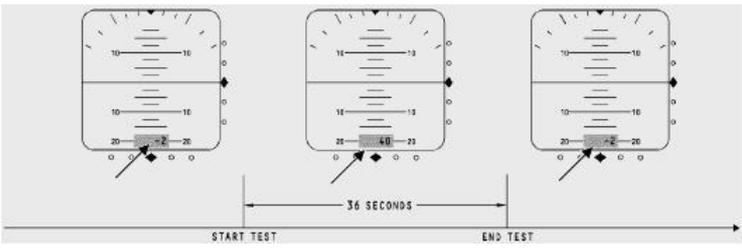
Şekil 8.9: Elektronik ekipman kompartımanı RA R/T yerleşimi

UYGULAMA FAALİYETİ

Radio altimetre testini yapınız.



RA R/T test aşamaları

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Radio altimetre testinde Şekildeki sıra dikkate alınır. RA R/T üzerindeki test butonuna basılarak test işlemi başlatılır. Bu işlem sırasında uçuş kompartımanında bulunan radio altimetreyi öğretmenin kontrol ederek testin aşamalarını doğrulamalıdır.</p> <p>➤ İlk olarak test sırasında aşağıdaki değişim RA göstergesinde onaylanır.</p>  <p>➤ Display de işaretli -2 görülür, daha sonra 5sn. 40 ve tekrar -2 görülür (Dijital Gösterge).</p>	<p>➤ Gerekli güvenlik önlemlerini mutlaka alınız.</p> <p>➤ İşlerinizi öğretmen gözetiminde gerçekleştiriniz.</p>
 <p>➤ Şekildeki gibi -2 görülür, 5sn. 40 ve sonra tekrar -2 (Analog gösterge)</p>	<p>➤ Gerekli güvenlik önlemlerini mutlaka alınız.</p> <p>➤ İşlerinizi öğretmen gözetiminde gerçekleştiriniz.</p>
 <p>➤ Daha sonra ekranda alt kısımda -2 görülür, 36 sn. 40 ve tekrar -2 görülür.</p>	<p>➤ Gerekli güvenlik önlemlerini mutlaka alınız.</p> <p>➤ İşlerinizi öğretmen gözetiminde gerçekleştiriniz.</p>
<p>➤ Bu aşamalar gerçekleştiyse göstergeler sağlamdır. RA R/T eski konumunda bırakılır.</p>	

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Gerekli güvenlik önlemleri aldınız mı?		
2. RA R/T üzerindeki test butonuna basarak test işlemi başlattınız mı?		
3. Test işlemi sırasında uçuş kompartımanında bulunan radio altimetreyi, öğretmeninizle kontrol ederek testin aşamalarını doğruladınız mı?		
4. Yönergelerden faydalanarak testin aşamalarını gerçekleştirdiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Radyo altimetre sistemi (RAS), hangi uzaklığı ölçer?
A) Uçaktan yere dikey uzaklığı
B) Uçağın yere göre hızını
C) Uçaktan yer istasyonuna göre uzaklığını
D) Uçaktan, en yakın uçağa olan uzaklığı
2. RA sisteminin çalışma frekansı aşağıdakilerden hangisidir?
A) 4300 KHz B) 430 MHz C) 4300 Hz D) 4,3 GHz
3. Radyo altimetreye ait anten isimleri aşağıdakilerin hangisidir?
A) RA XMT ve RA RCV
B) RA XNT ve RA RCV
C) RA XMT ve RA RDV
D) RA YMT ve RA RCV
4. Aşağıdaki komponentlerden hangisine RA'den herhangi bir data gitmez?
A) TCAS-GPWC
B) DEU-WXR
C) FDAU-FCC
D) CDU-MMR
5. RA sistemin menzili aşağıdakilerin hangisidir?
A) -20 – 2500 NM
B) -20 – 2500 feet
C) -200 – 25000 feet
D) -200 – 25000 NM

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. Radio altitude (radyo yüksekliği), verici ve alıcı sinyallerinin ile hesaplanır.
7. RADIO MINIMUM vereceği radio irtifası anlamına gelir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-9

AMAÇ

ARINC sistemini ATA 23 ve ATA 34'e göre analiz edebileceksiniz.

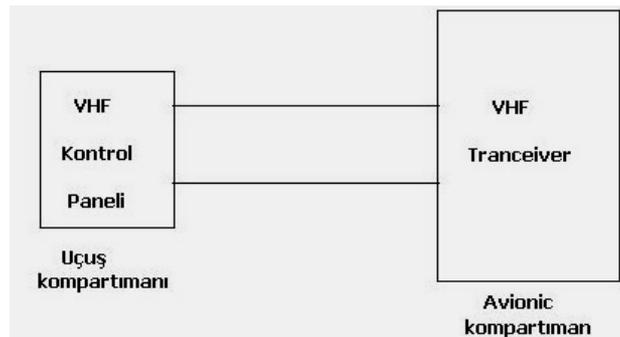
ARAŞTIRMA

- ARINC hakkında internette araştırma yapınız.
- Kütüphaneleri araştırarak yazılı doküman araştırması yapınız.
- ARINC kullanım alanlarını araştırınız.
- Hazırladığınız raporu arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

9. ARINC SİSTEMİ

ARINC Mark 33 dijital information transfer sistem çeşitli hava yollarının ortak bir kuruluşu olan AERONAUTICAL radio inc. firmasının uçaktaki komponentlerin birbirlerine bilgi aktarımını daha güvenilir kılmak için oluşturduğu bir haberleşme sistemidir. ARINC 429 dijital haberleşme sisteminin görevini daha iyi açıklamak için aşağıdaki örnekleri verebiliriz.

Örneğin; evimizdeki bir radyoda istasyon arayacağımız zaman veya radyonun sesini ayarlayacağımız zaman, radyonun hemen önündeki uygun düğmeleri kullanırız. Eğer bu düğmelerin bulunduğu yeri kontrol paneli olarak kabul edersek evimizdeki radyoda kontrol paneli ve radyo alıcısı arasındaki gerek mekanik gerekse elektriksel bağlantı doğrudan yapılmıştır. Buna karşılık uçaktaki kontrol panelleri kokpitte kontrol panelleri ise avionik kompartımanındadır. Başka bir deyişle, VHF kontrol paneli üzerinde herhangi bir frekans seçtiğimiz zaman hangi frekansın seçildiğine dair bilginin VHF transceivers'a iletilmesi gerekmektedir. İşte bu bilgi aktarımı yeni uçaklarda ARINC 429 haberleşme sistemi ile sağlanmaktadır.



Şekil 9.1: ARINC 429 örnek iletim şeması

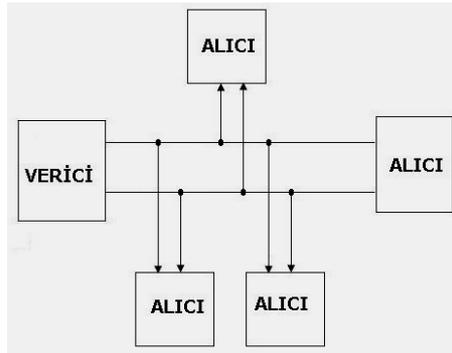
Uçağın çok değişik sistemlerinden gelen analog ve dijital sinyaller ECAM (Electronic Centralized Aircraft Monitoring Elektronik Merkezi Uçak Monitör Sistemi) sistemindeki SDAC (System Data Analog Converter- Analog Bilgi Çevirme Sistemi)'de dijital sinyaller haline çevrildikten sonra ARINC 429 bus'la ECAM SGU'ye (Symbol Generator Unit-Sembol Üreteç Ünitesi) oradan da ECAM display'e aktarılır. Başka bir deyişle ECAM sistem örneğin iniş takımlarındaki lastik basınçlarını, uçağın değişik bölümlerindeki sıcaklıklar, hidrolik basınçlar, vb. bilgiler SDAV tarafından dijital sinyale dönüştürülerek ARINC 429 bus tarafından ECAM SGU'ye gönderilir.

9.1. ARINC 429 BUS'ın Elektriksel Özellikleri

ARINC 429'un elektriksel özelliklerine girmeden önce bus tabirini kabaca açıklamak yararlı olacaktır. İçerisinden herhangi bir formatta dijital sinyal geçirilen iletkenlerden oluşmuş bir kablo demeti 'bus' olarak adlandırılır. Paralel ve seri olmak üzere iki çeşit bus vardır.

Çeşitli uçak sistemlerindeki dijital komponentlerin içine bilgi, paralel busla aktarılır. Paralel bus çok sayıda kablodan oluşmaktadır, bu sebepten bir komponentten diğerine paralel busla bilgi aktarılması çok fazla iletken kullanılmasını gerektirecektir. Bu durum toplam kablo ağırlığını arttıracığından sakıncalıdır. Ayrıca istenmeyen elektriksel gürültüler paralel bus'a daha kolay girebileceğinden bus'tan geçen bilginin bozulmasına sebep olacaktır. Bu sebeplerden uçaklarda paralel bilgi transferi yerine seri bilgi transferi kullanılmaktadır.

ARINC 429 birbiri üzerine burulmuş ekranlı bir çift kablonun kullanıldığı tek yönlü seri bir bus'tur. Kablonun ekranı toprak hattına bağlanır. Böylece kablonun içinden geçen verileri bozabilecek istenmeyen sinyallerin dışarıdan kabloya girmesi önlenmiş olur. Bir ARINC 429 dijital haberleşme sistemi, bir verici ile bu vericiden çıkan bus'a bağlı alıcılardan oluşur. Bu alıcıların sayısı maksimum 20 tane olabilir. ARINC 429 tek yönlü bir bus'tur. Başka bir deyişle bilgi aktarımı sadece vericiden alıcılara doğrudur. Bu bakımdan radyo yayımına benzer. Bilindiği gibi radyo yayınlarında da bir radyo vericisi vardır ve bütün radyo alıcıları sadece radyo vericisinden gelen sinyalleri alabilir. Fakat vericiye sinyal gönderemez.

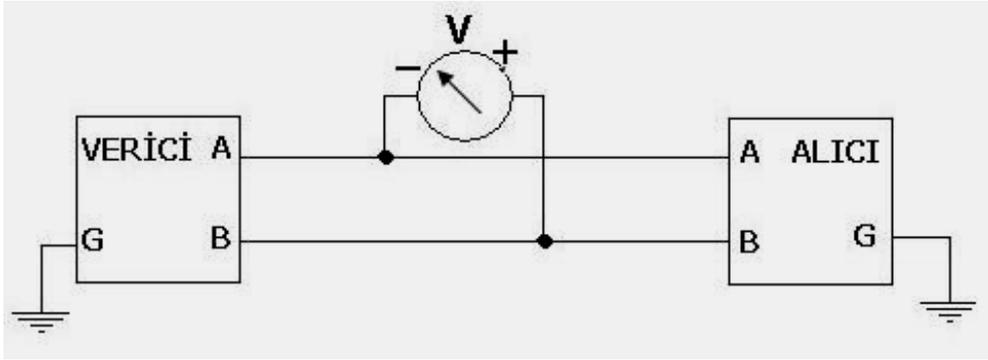


Şekil 9.2: ARINC 429 seri iletim hatları

Benzer bir şekilde ARINC 429 haberleşme sisteminde de tek bir verici ve onu dinleyen alıcılar vardır. Dijital bilginin ARINC 429’la hangi formatta nakledildiğini görmeden önce digit ve bit kavramlarını tanımlamak gerekir. Ondalık sayı sistemindeki 0’dan 9’a kadar olan rakamların veya sembollerin her birine digit adı verilir. İkili sayı sisteminde ise 0 ve 1 olmak üzere iki sembol vardır. Bunlara binary (ikilik) digit denir. Bit kelimesi ise binary digit kelimelerinden türetilmiştir. Bir benzetme yaparsak ondalık sayı sistemindeki karşılığı “bit” tir diyebiliriz.

İkili sayı sistemindeki 1 ve 0’lar ARINC 429’da birer gerilim seviyeleri ile temsil edilir. Örneğin Şekil 9.3’teki devrede A ile B arasındaki gerilim +10 V ise 1’e, -10 V ise 0’a karşılık gelir. Bir başka deyişle ARINC 429 bus’ta -10 V ise 0’ı temsil eder. Eğer A ile B arasındaki gerilim 0 V ise vericiden alıcıya hiçbir bilgi gönderilmiyor demektir. Bu tip kodlamaya BİPOLAR kodlama denir.

Bir ARINC 429 mesajı 32 bittten oluşur. Başka bir deyişle bir ARINC 429 mesajında 1 ve 0’ların toplam adedi 32’dir. Buna bir ARINC 429 word’ü denir.



Şekil 9.3: ARINC 429 A ve B arasındaki örnek gerilim

ARINC 429 bus’tan gönderilen ARINC 429 word’deki bitler “high speed” veya “low speed” olmak üzere iki farklı hızda gönderilebilir.

- Low Speed: 12000–14500 bauds (1 bauds=1 bit/sn yaklaşık 1 Hz)
- High Speed: 100000 bauds

Buna göre low speed’de gönderilen bir ARINC 429 word’ün hızını hesaplırsak:

$$\text{Word hızı} = 32/12000\text{sn} = 2,6 \text{ ms'dir}$$

Yani; bir ARINC 429 vericinin bir word’u ARINC 429 bus’a low speed verme süresi 2,6 ms’dir.

High speed ‘de ise: Word Hızı = 32/100000= 0,32 ms’dir.

Tam olarak olmasa da 12000 bauds yerine 12 KHz, 100000 bauds yerine 100 KHz’dir.

Burada ARINC 429 word’ün hızı denildiğinde, ARINC 429 word’ün hattın bir ucundan diğer ucuna erişme hızı kastedilmektedir. Bilindiği gibi bir telden gönderilen

elektrik sinyallerinin hızı ışık hızına yakındır. ARINC 429 word'ün hızı denildiğinde, belirtmek istenen bir ARINC 429 word'ün hattı meşgul etme süresidir.

Bir ARINC 429 word, vericiden gönderildikten belli bir süre sonra tekrar gönderilir. Bu iki word arasındaki süreye “refreshment” denir. Uçak sistemine bağlı olarak bu süre mesajdan mesaja değişir. Birbirini takip eden iki word arasındaki süre bit, bitin haberleşme hattını meşgul etme süresinden 4 katından az olamaz.

9.2. ARINC 429 WORD'ün Yapısı

Bir arın word'de bulunan 32 bit farklı görevleri olan çeşitli alt gruplara ayrılır. Bu alt gruplar şunlardır:

9.2.1. LABEL

ARINC 429 word'ün kimliğidir ve onun fonksiyonunu belirler. Bir ARINC 429 word'un aerodinamik bir informasyonudur. Bir radyo frekansı, spoiler'in pozisyonu gibi çok farklı bilgileri taşıyabilir. Yani bilginin etiketidir. Bir ARINC 429 word'un ilk 8 biti bu word'un label kısmıdır. Bu sekiz oktal (sekizli) olarak kodlanmıştır.

9.2.2. SDI

9. ve 10. bitlerdir. Belli bir alıcıyı kodlamak ve tanımlamak için kullanılır. Örneğin, 1 adet verici ve 3 adet alıcıdan oluşan bir sistemde 9. ve 10. bitler değişik kombinasyonlarla her bir alıcıyı temsil eder. Kodlanmış alıcıya; 9. ve 10. bitlere uygun olarak ARINC 429 word'ü uygun iletilir. Örneğin SDI 10 seçilirse ve 10.ve 2. alıcıyı temsil ediyorsa; bu durumda ARINC 429 word'ü, 2. alıcıya gönderilecektir. Eğer SDI 00 gönderilirse farklı bir durum olup her 3 alıcıya gönderilir.

9.2.3. DATA

ARINC 429 spifikasyonunda 5 tip data tanımlanmıştır. Bunlar:

- Nümerik data: Nümerik datada kendi arasında iki gruba ayrılır:
 - Binary sisteminde kodlu data
 - BCD kodlu data
- Discrete (ayrık) data
- Maintenance (bakım) data
- Alphanumeric (alfasayısal) data
- Data file (dosya)

Datanın bulunduğu bölgenin genişliği, datanın tipine göre değişmektedir.

- Binary kodlu data 11. bitten başlar, 28. bite kadar devam eder.
- BCD data ile discrete data 11. bitten başlar, 29. bite kadardır.
- Alphanumeric data 9. bitten başlar, 29. bite kadar devam eder.

9.2.4. SIGN / STATUS MATRIX (SSM)

ARINC 429 word'ün tipine bağlı olarak 30. ve 31. veya 29. ,30. ,31. bitler sign / status matrix olarak adlandırılır. Bu bitler data bölümünde bulunan ARINC 429 word'üyle ilgili ilâve bilgiler verir.

9.2.5. PARITY BIT

32. bit parity biti olarak adlandırılır. Vericiden alıcıya gönderilen ARINC 429 mesajının doğru olarak gönderilip gönderilmediğini başka bir değişle mesajın kablodan iletilirken bozulup bozulmadığı hakkında bilgi verir. Bunu yaparken mesajdaki 1 veya 0 sayısını parity bitinde belirtir.

UYGULAMA FAALİYETİ

ARINC 429 test cihazı incelemesi ve test işlemini yapınız.



ARINC 429 bus test cihazı

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Genel Bilgi: ARINC 429 ölçme cihazında label'i ve equipment identifer'ı seçmek için gerekli düğmeler, mesajı görüntülemek için bir display, görüntülenen mesajın formatını değiştirmek için bir düğme, ARINC 429 word'de bulunan 32 biti ayrı ayrı görebilmek için 32 adet led diyot ve cihazı ölçüm yapılacak yere bağlamak için gerekli prob bulunur. Cihaz üzerindeki düğme, anahtar, gösterge kısımlarını inceleyiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Gerekli güvenlik önlemlerini mutlaka alınız.➤ İşlerinizi öğretmen gözetiminde gerçekleştiriniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Label 315 hexa A1 equipment ID ile birlikte beraber stabilize rin pozisyonunu gösterirken hexa 04 equipment ID ile beraber wind speed'e gösterir.	
<ul style="list-style-type: none">➤ ARINC 429 ölçme cihazı ile bir ölçme yapacağımız zaman label ile beraber equipment ID'yi de ölçeceğimiz ARINC 429 mesajının Equipment Id'sine ayarlamamız gerekir. Gerekli ayarları test kontrol kartından takip edebilirsiniz.	
<ul style="list-style-type: none">➤ ARINC 429 mesajının taşıdığı değeri hexadecimal olarak veya mesajda iletilen büyüklükle ilgili birim cinsinden decimal olarak display'de okuyabiliriz.	
<ul style="list-style-type: none">➤ ARINC 429 word'ü bit ledlerden de görebiliriz.	

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2. Cihaz üzerindeki düğme, anahtar ve gösterge kısımlarını incelediniz mi?		
3. ARINC 429 test cihazının gerekli elektriksel bağlantılarını yaptınız mı?		
4. ARINC 429 mesajının taşıdığı değeri hexadecimal olarak veya mesajda iletilen büyüklükle ilgili birim cinsinden decimal olarak Display’de okuyabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. ARINC 429 dijital haberleşme sistemi bir verici ile bu vericiden çıkan bus'a bağlı alıcıların sayısı kaç tane olabilir?
A) 8
B) 10
C) 16
D) 20
2. Low speed'de gönderilen bir ARINC 429 word'ün hızı aşağıdakilerden hangisidir?
A) 2,6 ms
B) 26 ms
C) 0,26 ms
D) 2,6 sn
3. Bir ARINC 429 word'ü kaç bitten oluşur?
A) 8
B) 16
C) 32
D) 64
4. İniş takımlarındaki lastik basınçlarını, uçağın değişik bölümlerindeki sıcaklıklar, hidrolik basınçlar, vb. bilgiler SDAV tarafından dijital sinyale dönüştürülerek ARINC 429 bus tarafından gönderildiği birim aşağıdakilerden hangisidir?
A) ECAM
B) FMCS
C) TCAS
D) Mode S
5. ARINC 429 bus'tan gönderilen ARINC 429 word'deki bitler "high speed" kaç bauds'tur?
A) 10000
B) 100000
C) 14500
D) 12000
6. "Refreshment" teriminin tanımı aşağıdakilerden hangisidir?
A) ARINC 429 word'ün kimliğidir.
B) Belli bir alıcıyı kodlamak ve tanımlamak için kullanılır.
C) ARINC 429 word'üyle ilgili ilave bilgilerdir.
D) İki word arasındaki süredir.

7. Tanım: ARINC 429 word'ün kimliğidir. Word'ün ilk 8 bitidir. Aşağıdakilerden hangisi tanıma uyar?
A) Label
B) SDI
C) Data
D) Parity Bit
8. Tanım: 9. ve 10. bitlerdir. Belli bir alıcıyı kodlamak ve tanımlamak için kullanılır. Aşağıdakilerden hangisi tanıma uyar?
A) Label
B) SDI
C) Data
D) Parity Bit

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

9. İçerisinden herhangi bir formatta dijital sinyal geçirilen iletkenlerden oluşmuş bir kablo demeti olarak adlandırılır.
10. Bilgi: Datanın bulunduğu bölgenin genişliği datanın tipine göre değişmektedir:..... data 9. bitten başlar, 29. bite kadar devam eder.
11. ARINC 429 word'ün hızı denildiğinde, belirtilmek istenen bir ARINC 429 word'ün hattı etme süresidir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru "Modül Değerlendirme" ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () FMS uçak navigasyon sistemi uçağın seyrüseferi için diğer sistemlerden girişleri kullanır ve en uygun uçuş planını çıkarır.
2. () ACARS'ın açılımı " Trafik uyarı ve çarpışma önleyici sistem"dir.
3. () GPS (Global Konumlama Sistemi) düzenli olarak kodlanmış bilgi yollayan bir uydu ağıdır ve uydularla aramızdaki mesafeyi ölçmek için kullanılır.
4. () GPS (Global Konumlama Sistemi) çok kanallı paralel çalışma sistemine sahiptir.
5. () Atalet Seyir Sistemi, yerde veya uzayda herhangi bir istasyon ile haberleşilmesine veya referans alınmasına gereksinim duyulmayan ve konum belirlemek amacıyla radyo dalgalarının kullanılmadığı tek uzun menzilli navigasyon sistemidir.
6. () Hava trafik kumanda transponder (ATC) sistemi çalışmak için antene ihtiyaç duymaz.
7. () Radar Sistemi Cisimlerin mesafe, istikamet ve/veya yükseklikleri hakkında bilgi sağlayan radyo tarama (hedef bulma) cihazıdır.
8. () Hava korunma radarı çalışırken WXR anteninden yayımlanan RF dalgaları nesnelere çarparak geri döner, dönen sinyal gene WXR tarafından alınarak nesnenin uzaklığı tespit edilir.
9. () Radyo altimetre sistemi (RAS), iki uçak arasındaki uzaklığı ölçer.
10. () ARINC pilot ve kule arasında kullanılan bir haberleşme sistemidir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	D
3	D
4	A
5	C
6	Hava
7	Programlama
8	EHSI
9	Kalan
10	Direct To
11	Uluslararası Sivil Havacılık

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	C
4	D
5	B
6	A

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Küresel
2	GNSS/EGNOS
3	20-5
4	30
5	Ekonomik

ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Atalet Seyir
2	Gyro- Accelerometer
3	Rölatif Konum
4	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-5'İN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	D
3	A
4	C
5	D
6	ATCRBS- Mode S
7	A-C

ÖĞRENME FAALİYETİ-6'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	C
3	A
4	C
5	D
6	B
7	A
8	Correlation
9	PAR
10	MSS

ÖĞRENME FAALİYETİ-7'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	C
3	A
4	B
5	C
6	D
7	Eko
8	Güney

ÖĞRENME FAALİYETİ-8'İN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	D
3	A
4	D
5	B
6	Karşılaştırılması
7	Alarm

ÖĞRENME FAALİYETİ-9'UN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	A
3	C
4	A
5	B
6	D
7	A
8	B
9	Bus
10	Alphanumeric
11	Meşgul

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Yanlış
4	Doğru
5	Doğru
6	Yanlış
7	Doğru
8	Doğru
9	Yanlış
10	Yanlış

KAYNAKÇA

- AKTUĞ Bahadır, **Kinematik Objelerin GPS ile İzlenmesi: Sayısal Harita Destekli Bir Navigasyon Sistemi**, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2002.
- ÇINAR Tolga, **GNSS (Global Navigation Satellite Systems)**, Hutem Uzay Bölümü, İstanbul, 2004.
- **Hava Trafik Kontrolörleri için Radarlı Çalışma Talimatı**, DHMİ Seyrüsefer Dairesi Başkanlığı Hava Trafik Müdürlüğü, Ankara, 2001.
- **FDPS Flight Data Processing System Kullanıcı El Kitabı**, DHMİ Seyrüsefer Dairesi Başkanlığı Hava Trafik Müdürlüğü, Ankara, 2003.
- **TEK101(2) Eğitim Dokümanı**, THY Teknik Eğitim Merkezi, İstanbul, 2006.
- **Boeing 737-600/700/800/900 Aircraft Maintenance Manual**, Boeing, USA, 2004.
- <http://www.ans.dhmi.gov.tr> (22.04.2011/ 15.00)
- www.hho.edu.tr (16.05.2011/ 13.00)