

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

UÇAK BAKIM

**KOMÜNİKASYON / NAVİGASYON 2
525MT0063**

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	i
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. ÇOK YÜKSEK FREKANS OMNİDİREKSİYONEL MENZİL (VOR)	3
1.1.VOR (VHF Omnidirectional Radio)	3
1.2.Radyo Frekans Bandı	4
1.3.Vor Prensibi	4
1.4.Kullanım Yerleri	5
1.5.Çevre Faktörleri	6
1.6.Anten	6
UYGULAMA FAALİYETİ.....	8
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	9
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	10
2. OTOMATİK YÖN BULMA (adf).....	10
2.1. NDB (Non Directional Beacon)	10
2.1.1. Kaplama Sahası.....	11
2.1.2. Kullanım Yerleri	11
2.1.3. NDB'nin Kendini Tanıtması	11
2.1.4. NDB Emisyon Tipi ve Yayın Karakteristiği	12
2.1.5. Çevre Faktörleri	12
2.1.6. Anten Tipleri	12
UYGULAMA FAALİYETİ.....	14
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	16
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	17
3. ALETLİ İNİŞ SİSTEMİ (ILS)	17
3.1. Localizer.....	17
3.2. Glide Path (Glide Slope)	18
3.3. Markerler.....	19
3.4. ILS Yaklaşması Kategorileri.....	20
3.5. ILS Sistemi Hassas ve Kritik Sahaları	21
UYGULAMA FAALİYETİ.....	22
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	23
ÖĞRENME FAALİYETİ-4	24
4. MİKRODALGA İNİŞ SİSTEMİ (MLS).....	24
4.1. MLS Çalışma Prensibi	24
4.2. MLS Çalışma Frekansı ve Menzili.....	25
UYGULAMA FAALİYETİ.....	26
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	27
ÖĞRENME FAALİYETİ-5	28
5. UÇUŞ YÖNLENDİRİCİ SİSTEMLER (FDR).....	28
UYGULAMA FAALİYETİ.....	31
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	32
ÖĞRENME FAALİYETİ-6.....	33
6. UZAKLIK ÖLÇÜM EKİPMANI (DME).....	33
6.1. Radyo Frekans Bandı	33
6.2. Kullanım Yerleri	34

6.3. DME Tanıtma İşareti.....	34
6.4. DME Emisyon Tipi.....	34
6.5. DME Anten.....	34
UYGULAMA FAALİYETİ.....	35
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	36
ÖĞRENME FAALİYETİ-7	37
7. ÇOK ALÇAK FREKANS VE HİPERBOLİK NAVİGASYON (VLF/OMEGA)	37
7.1. Tanım	37
7.2. Avantajları.....	37
UYGULAMA FAALİYETİ.....	39
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	40
ÖĞRENME FAALİYETİ-8.....	41
8. DOPPLER NAVİGASYON (DVOR).....	41
UYGULAMA FAALİYETİ.....	43
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	44
ÖĞRENME FAALİYETİ-9	45
9. BÖLGESEL NAVİGASYON (RNAV) SİSTEMLERİ	45
9.1. Avantajları.....	45
9.2. RNAV Yaklaşımları	46
UYGULAMA FAALİYETİ.....	47
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	48
MODÜL DEĞERLENDİRME	49
CEVAP ANAHTARLARI	51
KAYNAKÇA	54

AÇIKLAMALAR

KOD	525MT0063
ALAN	Uçak Bakım
DAL/MESLEK	Uçak Elektronikliği
MODÜLÜN ADI	Komünikasyon / Navigasyon 2
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül, ATA 34'e göre navigasyon sistemlerini ve bakımlarını açıklayan öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Komünikasyon / Navigasyon 1 modülünü başarmış olmak
YETERLİK	Hava araçlarında bulunan navigasyon sistemlerini tanıyabilmek ve navigasyon sistemlerinin ATA 34'e göre bakımını yapabilmek
MODÜLÜN AMACI	<p>Genel Amaç Bu modül ile uygun ortam, araç ve gereçler sağlandığında hava araçlarındaki navigasyon sistemlerini tanıyabilecek ve navigasyon sistemlerinin ATA 34'e göre bakımını yapabileceksiniz.</p> <p>Amaçlar</p> <ol style="list-style-type: none">1. VOR sisteminin bakımını ATA 34'e göre yapabileceksiniz.2. ADF sisteminin bakımını ATA 34'e göre yapabileceksiniz.3. ILS sisteminin bakımını ATA 34'e göre yapabileceksiniz.4. MLS sistemini analiz edebileceksiniz5. FDR sisteminin bakımını ATA 34'e göre yapabileceksiniz.6. DME sisteminin bakımını ATA 34'e göre yapabileceksiniz.7. Çok alçak frekans ve hiperbolik navigasyon sistemini analiz edebileceksiniz.8. Doppler navigasyonu analiz edebileceksiniz.9. Bölgesel navigasyon RNAV sistemlerini ATA 34'e göre analiz edebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	<p>Ortam: Sınıf, atölye ve THY hangar ortamı, takımhane</p> <p>Donanım: Takım çantası, iş güvenliği ekipmanları, uçak AMM'leri, projeksiyon cihazı, uçak test ekipmanları</p>
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bu modül, mesleğinizin bir bölümünü oluşturan uçak navigasyon sistemlerinden bazılarını tanıtmak ve uçak navigasyon sistemlerinin çalışma prensiplerini kavramanızı sağlamayı amaçlamaktadır.

Çağımızdaki ulaşım araçlarından en hızlısı ve en güvenilir olan uçak sanayi ve teknolojisi her geçen gün hızla gelişmekte ve ilerlemektedir. Bu noktada siz öğrencilerimize ve biz eğitimcilere düşen görev, teknolojiyi takip etmek ve yenilikleri en kısa zamanda özümseyip iş ortamına yansıtmaktır.

Alanındaki yenilikleri takip eden, günün gerisinde kalmayıp kendini sürekli geliştiren bireyler hem özel hayatlarında hem de iş yaşamlarında başarıyı ve mutluluğu mutlaka yakalayacaklardır. Çalışacağınız sektör, sizden sürekli gelişmenizi beklemektedir. İşini özenle yapan teknik elemanlara her zaman ihtiyaç duyulacaktır. Çalıştığı sektörde sabır, özen ve sürekli kendini yenileme özelliklerini kazanmış bir teknik elemanın aranan ve iyi kazanç sağlayan bir eleman olması kaçınılmazdır. Bu özellikleri kendinizde toplayıp iş hayatına bu şekilde atılmanız bizim için en önemli hedeftir.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

VOR sisteminin bakımını ATA 34'e göre yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Türkiye'de bulunan havaalanlarından VOR istasyonu olanları araştırınız.
- VOR sistemi hakkında araştırma yapınız.

1. ÇOK YÜKSEK FREKANS OMNİDİREKSİYONEL MENZİL (VOR)

Günümüz hava trafik ağı, 108-118 MHz frekans aralığında çalışan ve 300 km'ye kadar ulaşım menziline sahip olan VOR ve DVOR istasyonları tarafından işaretlenir. VHF frekans bandında çok yönlü radyo yayını olarak bilinen VOR, uluslararası standartta orta ve kısa mesafe navigasyon (seyrüsefer) cihazı olarak tanımlanır. Pilota manyetik kuzeye göre açılı bilgisi sağlanması amacıyla kullanılır.

1.1. VOR (VHF Omnidirectional Radio)

VOR navigasyonda gönderilmiş iki sinyal arasındaki faz farkı ölçülür. Referans sinyal belli bir süreye eş değerdir. Diğer sinyal ise ölçülen ve zamanla değişen sinyal olarak karşımıza çıkar. Günümüz teknolojisine uygun olarak VOR cihazlarının gelişimi devam etmektedir. Daha önce kullanılan standart tip VOR cihazları yerine artık tamamen proses/sentezör kontrollü cihazların üretimi yapılmaktadır. Bu cihazlarla kullanıcılara daha doğru ve güvenilir hizmet verilmekte, yer personelinin bakım işleri asgariye indirilmekte, arıza yapma olasılığı azalmakta ve oluşabilecek arızaların teşhisi daha kısa sürede yapılabilmektedir.

VOR (Very high frequency omnidirectional radio range) ICAO tarafından tavsiye edilmiş kısa ve orta menzilli uçaklara rehberlik etmek üzere uluslararası kullanıma sunulmuş bir radyo seyrüsefer yardımcısıdır. Uzaktan kontrol edilebilir ve izlenebilir.

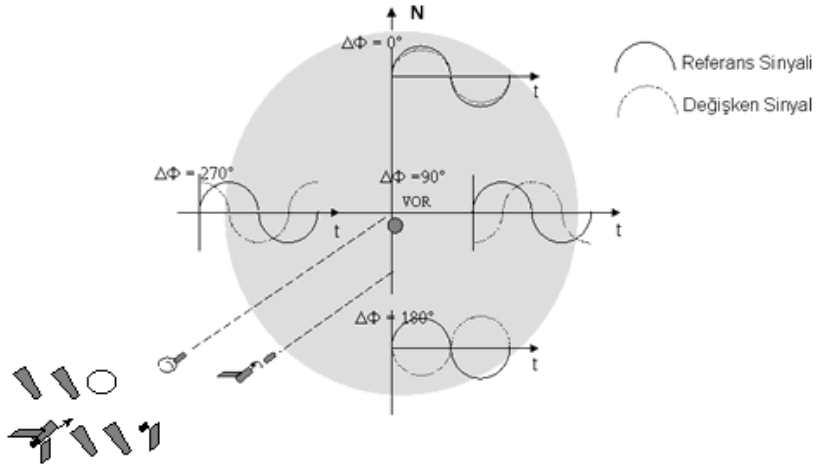
DVOR radyo seyrüsefer yerleşimleri ise VOR radyo seyrüsefer yerleşimlerinin geliştirilmiş hâlidir ve geniş tabanlı anten sistemi Doppler etkisini kullanır. Bu sayede daha doğru yatay sinyal sağlanabilir. DVOR radyo seyrüsefer yerleşimleri özellikle engelli coğrafik alanlarda kullanılır.

1.2.Radyo Frekans Bandı

VOR yayınları VHF frekans bandında ve 108-118 MHz aralığında yapılır. Ancak, bu bandın 108-112 MHz'lik ilk bölümü localizer yayınlar için tahsis edilmiş olup genellikle VOR için tahsis edilmez. Frekans bandının çok dolu olması veya ihtiyaç anında, bu bant içinden de VOR frekansı tahsisi yapılabilmektedir.

1.3.Vor Prensibi

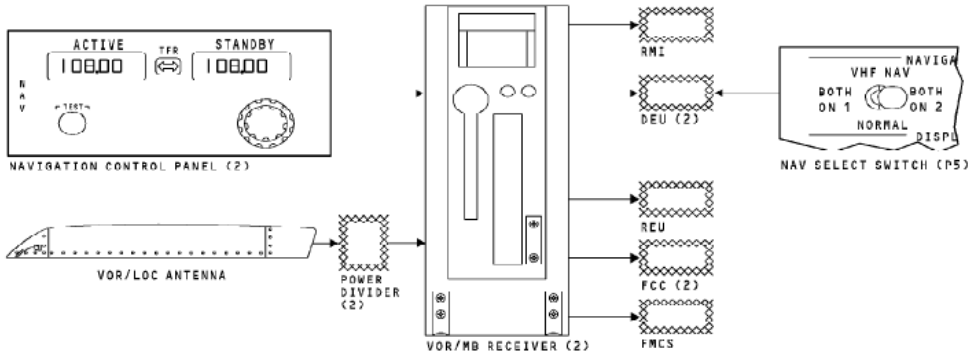
VOR taşıyıcısı, aralarında faz farkı bulunan iki adet audio sinyalinin modülesi ile elde edilir. Bu audio sinyalleri 30 Hz sinüsoidal işaretlerdir. Bunlardan bir tanesi referans, diğeri de değişken (variable) sinyal olarak adlandırılır. Dolayısıyla, referans sinyaline göre değişken fazdaki variable sinyalinin aralarındaki faz farkı uzayda açı bilgisini oluşturur. VOR sinyalini alan bir uçak, alıcısının karakteristiği nedeniyle bu iki sinyali demodülasyon sonucunda elde eder ve aralarındaki faz farkını görür. Bu faz farkı, istasyona göre bulunduğu noktadaki açı bilgisidir. Bu açı bilgisinin manyetik kuzeye göre olduğunu tekrar belirtmekte fayda vardır. Şekil 1.1'de manyetik kuzeye göre bulunan muhtelif konumlarda iki sinyal arasındaki faz farkı görülmektedir.



Şekil 1.1: VOR çalışma prensibi

Ancak, sinyallerin her ikisinin de 30 Hz olması nedeniyle modülasyonlar esnasında ve işlemlerde karışıklık meydana gelmemelidir. Bunun için referans sinyali olarak adlandırılan sinyal 9960 Hz'lik bir alt taşıyıcı ile FM modülasyona tabi tutulur. Burada standart olarak ± 480 Hz'lik sapma kullanılır. Frekans modülasyonu ile 9960 Hz'lik taşıyıcının genliği sabit kalmak üzere frekansının değiştirildiğini görürüz. Buna göre, 9960 Hz taşıyıcı frekansı FM modülasyonunda ve ± 480 Hz sapma ile 9480-10440 Hz arasında değişime uğrar. Referans sinyali omnidirectional antenden yayınlanır.

Ayrıca 30 Hz FM modüleli sinyalin taşıyıcı ile modüle edildiğini unutmamak gerekir. Bu sinyal ise taşıyıcı ile genlik modülasyonuna tabi tutulmaktadır (BTGM modülasyonu).



Şekil 1.2: VOR sistemi bileşenleri

Değişken 30 Hz sinyalimiz ise taşıyıcı ile AM modülasyonuna tabi tutularak iki yan band hâlinde çapraz dipollerle beslenir. Bunlar ise (+) (-) yönde 8 şeklinde dönen bir paterne sahiptir. Sonuçta, VOR kompozit sinyali dediğimiz yayın şekli ve paterni elde edilir. Bu paternde bulunan işaretler:

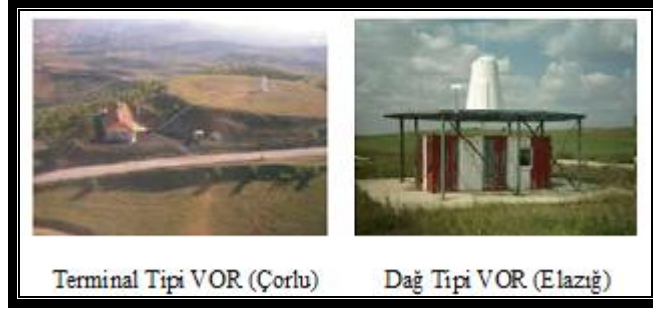
- Taşıyıcı (carrier)
- 30 Hz AM modülasyonu
- 9960 Hz ile FM modüle edilmiş ± 480 Hz sapma
- AM modülasyonlu tanıtma işareti ve ses

Eski tip VOR cihazlarında bu patern mekanik olarak dönen bir dipol ile sağlanmaktaydı. Şimdi ise antenlerin düzenlenmesi sonucunda elektronik yolla elde edilmektedir. Modüleli sinyale tanıtma işareti ilave edilir. 1020 Hz audio sinyali ve opsiyonel olarak ATIS (Automatic Terminal Information Service) kullanımı için voice girişi ile VOR yayını üzerinden 300-3000 Hz aralığındaki ses sinyalini de göndermek mümkündür.

1.4.Kullanım Yerleri

VOR cihazları hava trafik hizmetlerindeki yol ve kavşak noktalarında (En-Route amaçlı meydana uzakta, dağ tipi), yaklaşma, alçalma ve bekleme amacı ile kullanılır. Yaklaşma ve alçalma amacı ile kullanılan VOR istasyonları, meydan içerisinde veya meydan civarında bulunabilir. Meydan içinde belirli bir mesafe içerisinde bulunan VOR istasyonlarına on-aerodrome çalışma denilir ve direkt yaklaşma elde edilmesi amacıyla kullanılır. Bu tip VOR istasyonları terminal tipi VOR olarak da adlandırılmaktadır.

VOR cihazlarında da standart 1020 Hz ± 50 Hz frekanslı tanıtma frekansı kullanılır. Tanıtma işareti bulunduğu bölge, coğrafi yer adı, meydan adı gibi yerlerden belirlenir. Genel olarak üç harften oluşan tanıtma grubu kullanılır. Yine tanıtma işaretinin hızı dakikada 7 kelimedir. Kullanılan harf grubu mors kodu ile yayımlanır.



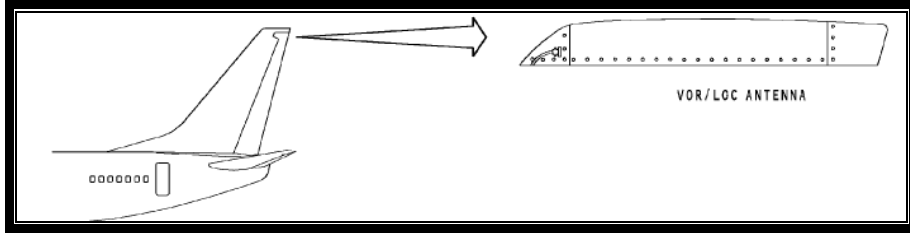
Resim 1.1: VOR çeşitleri

1.5.Çevre Faktörleri

VOR yayınının VHF bandından yapılması nedeniyle karşılaşılan bazı problemler vardır. Bunlar; yakın çevredeki enerji nakil hatları, çevre tel örgüsü, ağaç grupları ve binalardan oluşan mâniolar şeklinde özetlenebilir. Genel olarak VOR cihazında 600 m yarıçaplı mesafe VOR hassas sahası olarak kabul edilir. Bu mesafe içerisindeki her türlü yapılaşma kontrol altına alınmalıdır.

1.6.Anten

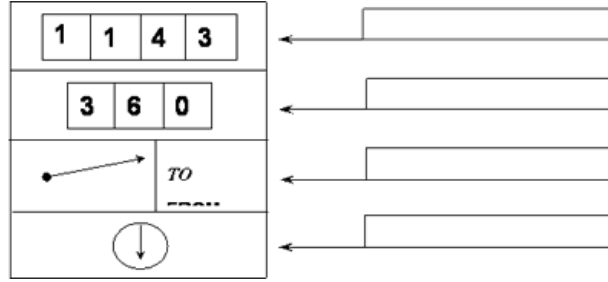
VOR yayınlarını uzaya iletmek için tüm verici cihazlarda olduğu gibi çapraz beslenen dipoller ve omnidirectional antenlerden oluşan bir anten kombinasyonuna ihtiyaç vardır.



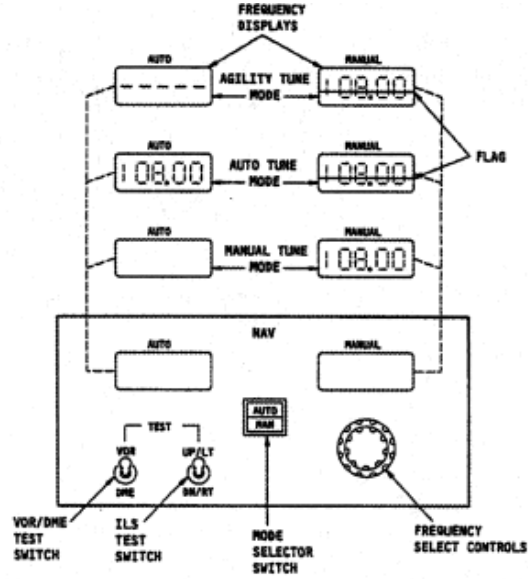
Şekil 1.3: VOR anteni ve yerleşimi

Uçaklardaki VOR alıcılarında şu bölümler vardır:

- **Frekans seçici:** Kullanılan frekansın seçilmesini sağlar.
- **Rota seçici:** Üç haneli bu kısımda uçulacak açı değeri seçilir.
- **İstikamet göstergesi:** From/To bilgisini verir.
- **Sapma göstergesi:** Seçilen açı (radyal) üzerinde olup olmadığını gösterir.



Şekil 1.4: VOR göstergesi



Şekil 1.5: VOR erişim paneli



Resim 1.2: VOR erişim paneli kokpit görüntüsü

UYGULAMA FAALİYETİ

VOR sisteminin kontrol işlemlerini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Kokpitte VOR erişim panelini bulunuz.➤ Panel üzerindeki kontrol düğmelerinin işlemlerini sırasıyla kontrol ediniz.➤ VOR sisteminin kullanım alanlarını tekrar ediniz.➤ VOR antenin uçak üzerindeki yerleşimini hatırlayınız.➤ Uçak üzerindeki VOR antenini gösteriniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Kokpite girerken yanınızda mutlak yetkili bir kişinin olması gerekir. Bu durumu gerçekleştiriniz.➤ VOR panelin kokpit yerleşimini bulmakta zorlanırsanız öğrenme faaliyetinin ilgili kısmını tekrar gözden geçiriniz.➤ VOR antenin yerleşimini uçak üzerinde göstermezseniz bir yetkiliden yardım 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. Uygulama faaliyetine başlamadan önce gerekli güvenlik tedbirlerini aldınız mı?		
2. Kokpitte VOR erişim panelini kolayca buldunuz mu?		
3. Panel üzerindeki kontrol düğmelerinin fonksiyonunu açıklayabildiniz mi?		
4. VOR antenin yerini kolayca tespit edebildiniz mi?		
5. Bu öğrenme faaliyetindeki konuları kavrayabildiniz 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. VOR sisteminin erişim menzili aşağıdakilerden hangisidir?
A) 250 km B) 500 km C) 300 km D) 400 km
2. VOR sisteminin çalıştığı frekans aralığı aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?
A) 88-108 MHz B) 108-118 MHz C) 128-150 MHz D) 108-110 MHz
3. Referans sinyalinde aşağıdaki modülasyon yöntemlerinden hangisi kullanılır?
A) FM B) AM C) PM D) GM
4. VOR yayını frekans bandı aşağıdakilerden hangisidir?
A) HF B) SHF C) LF D) VHF
5. Aşağıdakilerden hangisi VOR alıcının bölümlerinden değildir?
A) Frekans seçici
B) Rota seçici
C) Hassasiyet göstergesi
D) Yükseklik göstergesi

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. VOR navigasyonda gönderilmiş iki sinyal arasındaki ölçülerek işlem yapılır.
7. VOR sistemi ve menzilli uçaklara rehberlik eden bir seyrüsefer yardımcı sistemidir.
8. VOR sistemi aldığı bilgisine göre bulunduğu noktanın konumunu hesaplar.
9. Meydan içinde belirli bir mesafe içerisinde bulunan VOR istasyonlarına çalışma denilir.
10. VOR anteninin yerleşimi uçakta üzerindedir.

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

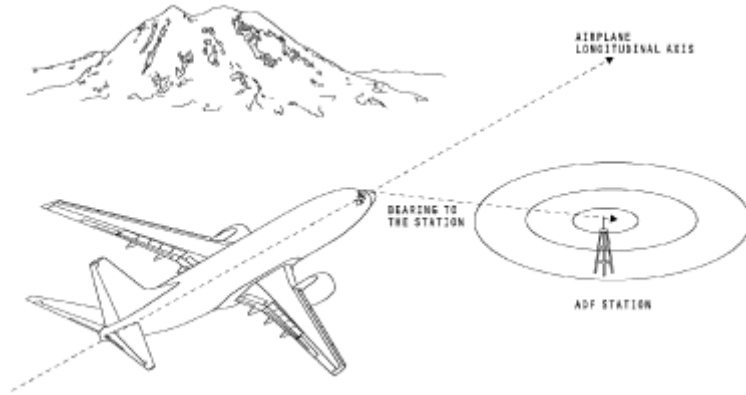
ADF (Otomatik Yön Bulma) sisteminin bakımını ATA 34'e göre yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- ADF sisteminin özelliklerini araştırınız.

2. OTOMATİK YÖN BULMA (ADF)

Otomatik yön bulma (Automatic Direction Finder, ADF) sistemi bir navigasyon yardımcı sistemidir. ADF sistem, yer istasyonlarından gelen genlik modülasyonlu sinyallerini kullanır.



Şekil 2. 1: ADF system genel görünüm

ADF, uçakların yayın yapan yer istasyonlarına bağlı olarak yön bulması imkânını sağlayan bir seyrüsefer yardımcısıdır. Sistem, uçaktaki göstergeler vasıtasıyla uçağın bulunduğu pozisyona göre istasyonun yönünü gösterir. NDB (Non Directional Beacon) ve L (Locator) olmak üzere iki tür yer istasyonu vardır. Sistem basit ve ucuzdur. Genelde küçük hava alanlarında bulunur.

2.1. NDB (Non Directional Beacon)

Günümüz hava seyrüseferinde yön belirlemeye yarayan cihazlardır. Çok hassas olmayan ve bu nedenle hava seyrüseferi açısından özellikle yaklaşma ve iniş sırasında limitlerin oldukça üzerinde hesaba katılan bir sistemdir. Temel olarak bir orta dalga vericisi olarak görev yapar ve 285 KHz-525 KHz frekans bandında hizmet verir.



Resim 2.1: ADF kokpit göstergesi

2.1.1. Kaplama Sahası

Kullanıcıların hizmetine sunulan bir NDB cihazından faydalanabilmesi için yayınların belirli bir bölgeye ulaştırılması gerekir. Yayınlar küresel olarak bütün uzay noktalarında belirli bir alan şiddetini oluşturmalıdır. Bunun için tavsiye edilen kaplama sahası, 46,3 km - 278 km (25 NM-150 NM)'dir. Kullanılan yerin coğrafi yapısı, kullanım amacı (havaalanı, yol, locator) ve kullanılan frekansa göre kaplama sahası değişik özellikler gösterebilir. Bu kaplama sahası, yukarıda verilen kriterlere göre frekans tahsisi esnasında tahsisi yapan tarafından belirlenir.

2.1.2. Kullanım Yerleri

NDB cihazları başlıca;

- Yol olarak belirlenen yerlerde,
- Havaalanları ve belirli bir yerleşim bölgesinin belirlenmesinde,
- Belirli bir fiks bölgesini belirlemede,
- ILS Marker istasyonlarının belirlenmesinde (Locator NDB) kullanılır.

2.1.3. NDB'nin Kendini Tanıtması

Tüm seyrüsefer yardımcı cihazlarında olduğu gibi, yayın yapan bir NDB istasyonu kendini mutlaka tanıtır. Tanıtma işareti olmayan NDB yayınının bir RF alınsa dahi kullanılmaması esastır. Tanıtma amacıyla mors alfabesi kullanılır. NDB cihazlarında tanıtım işareti; bulunulan yer, coğrafi bölge ismi vb. gibi isimlerden elde edilen kısa harf gruplarından oluşur.

Tanıtma işaretinin hızının 7 kelime/dakika olması tavsiye edilmiş olup frekansı 1020 Hz \pm 50 Hz'dir. Tanıtma işaretinin seçiminde NDB cihazının kullanım yeri önemlidir. Yol ve yaklaşma hizmeti veren konumdaki NDB cihazlarının tanıtma işareti üç harften oluşan grup

ile locator amaçlı ILS marker kullanımında ise iki harften oluşan ve dış markerden orta markere doğru devam eden harf grubundan oluşturulur.

2.1.4. NDB Emisyon Tipi ve Yayın Karakteristiği

Tüm elektromanyetik yayınlarla ilgili karakteristikler kısaltılmış kodlarla ifade edilir. Yayın karakteristiği veya emisyon tipi denilen husus taşıyıcı frekans üzerinde uzaya yayılan bilginin tabii tutulduğu modülasyon türünü ve şeklini verir.

NDB cihazlarının yayın karakteristiği için NON/A2A şeklinde bir notasyon kullanılır. Buradaki NON: OW no modulation (modülasyonsuz taşıyıcı), A2A: MCW double sideband keyed tone (ton sinyali ile modüleli çift yan band) dir.

2.1.5. Çevre Faktörleri

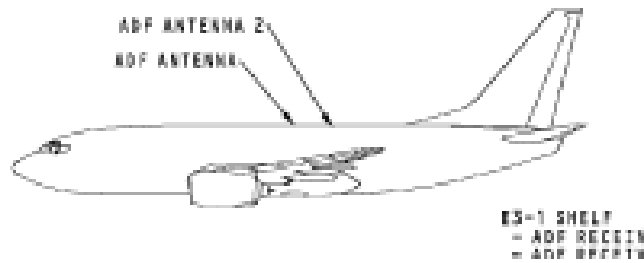
NDB cihazlarının orta dalga frekans bandında yayın yapması, bu bandın çevre faktörlerinden ve atmosfer şartlarından etkilenmesi nedeniyle olumsuz etkilerle karşılaşılması kaçınılmazdır. Çok sık karşılaşılan etkiler aşağıda sıralanmıştır:

- Çevredeki radyo istasyonlarından kaynaklanan radyo enterferansları, özellikle filtresiz yayın yapan radyo istasyonları
- Yüksek seviyeli atmosferik gürültüler
- Yerel diğer şartlar

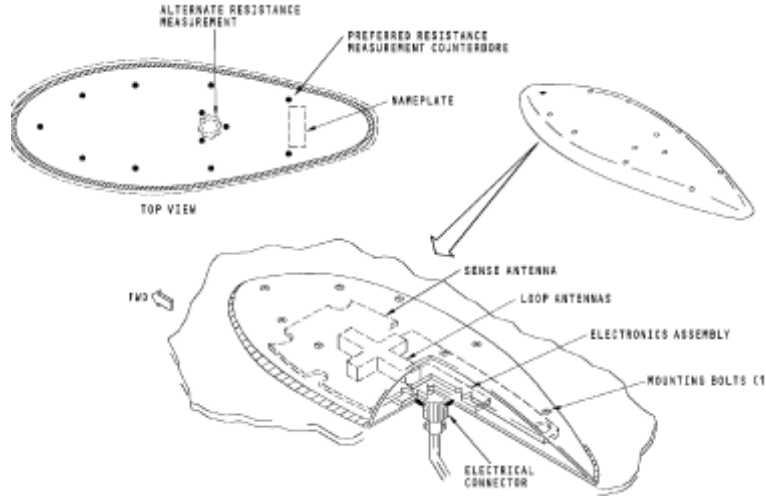
2.1.6. Anten Tipleri

NDB cihazları muhtelif anten tipleri ile uyumlu çalışabilecek özelliktedir. Antenlerle uyumu temin etmek üzere anten tuner üniteleri kullanılmaktadır.

Orta dalga frekans bandında dalga boyunun oldukça fazla olması ve fiziki olarak bu büyüklükte bir anten yapılmasının pratikte faydası olmaması nedeniyle mevcut anten boyuna ilaveten elektriki boy büyütülür. Bu amaçla da genellikle kapasitif reaktansı yüksek antenler ve bobin devrelerinin değişken yapıldığı tuner devreleri kullanılır.



Şekil 2.2: ADF antenlerinin uçakta yerleşimi



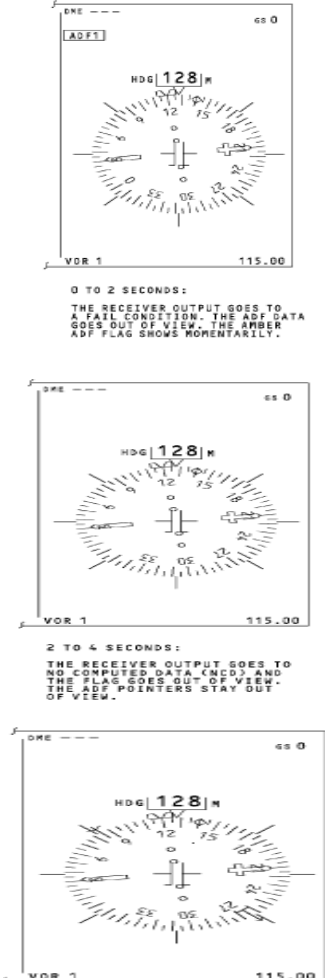
Şekil 2.3: ADF antenin ayrıntılı görünüşü

Kullanılan belli başlı anten tipleri şunlardır:

- **Mast anten:** Yerden izole edilmiş, orta boyutta çelikten mamul ve izole edilmiş taşıyıcılar vasıtasıyla ayakta durabilen anten tipidir. Düşük kaplamanın yeterli olduğu yerlerde kullanılır.
- **Fiberglass mast anten:** Normal mast anten gibi dikine durabilen ancak ayakta durmak için bağlantı gerektirmeyen, diğer seyrüsefer istasyonlarının yayınlarını etkilememek amacıyla fiber esaslı malzemedan yapılmış antendir.
- **Simetrik T anten:** Genellikle yüksek kaplama istenilen yerlerde ve arazi yapısının uygun olduğu yerde kullanılır. Oldukça yüksek ve direkler arası olabildiğince açık yapılarak ortadan beslenir.

UYGULAMA FAALİYETİ

U Otomatik yön bulma (ADF) sisteminin bakımını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ ADF test sıralamasını görmek için EFIS kontrol panel modu seçiciden VOR ya da APP seçilir. Bu seçme işlemini gerçekleştiriniz.➤ ADF alıcının ön yüzünden testi başlatabilmek için E/E kompartmanında bir bakım personelinin bulunması gerekir.➤ Testi başlatmak için ADF kontrol panelindeki mod seçim knobu üzerindeki test anahtarını itiniz.➤ Testin ilk iki saniyesinde alıcı çıkışı hata konumuna gider. İşaretçi görüş sahası dışına çıkar ve amber renkli ADF bayrağı kısa bir süre görülür. Bu işlemleri sırasıyla uygulayarak sonucu görürüz.➤ Sonraki iki saniyede alıcı çıkışı NCD konumuna gider. Bu süre boyunca ADF bayrağı görüş sahası dışına çıkar ve işaretçi görüş sahası dışında kalır. Bu durumu gözlemleyiniz.➤ Daha sonra test ekranı görüntülenir. İşaretçi 135 derecelik test konumuna gider ve test sonuna kadar burada kalır. Bu durumu gözlemleyiniz.	 <p>0 TO 2 SECONDS: THE RECEIVER OUTPUT GOES TO A FAIL CONDITION. THE ADF DATA GOES OUT OF VIEW. THE AMBER ADF FLAG SHOWS MOMENTARILY.</p> <p>2 TO 4 SECONDS: THE RECEIVER OUTPUT GOES TO NO COMPUTED DATA (NCD) AND THE FLAG GOES OUT OF VIEW. THE ADF POINTERS STAY OUT OF VIEW.</p> <p>FROM 4 SECONDS TO END OF TEST: THE POINTERS GO TO THE TEST POSITION (APPROX. 135 DEGREES FROM THE HEADING LUBBER LINE).</p> <ul style="list-style-type: none">➤ İşlem basamaklarında belirtilen durumlara ait göstergeler üstte görülmektedir.➤ İşlem sırasında tüm güvenlik tedbirlerini alınız.➤ Yaptığınız işlemlerin bakım kartındaki işlem basamaklarına uygunluğunu kontrol ediniz.

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 bütün tedbirleri aldınız mı?		
2. Bakım kartındaki işlem basamakları sıralamasına uydunuz mu?		
3. Yaptığınız işlem sonucunda aldığınız sonuçları yorumlayabildiniz 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. ADF sistem bir yardımcı sistemidir.
2. ADF uçakların yayın yapan yer istasyonlarına bağlı olarak sağlayan bir seyrüsefer yardımcısıdır.
3. ADF sistemin kullandığı yer istasyonlarını ve'dır.
4. NDB temel olarak bir vericisi olarak görev yapar.
5. NDB cihazının kaplama sahası, NM - NM'dir.
6. NDB'lerin antenlerle uyumunu sağlamak için kullanılır.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

7. ADF sisteminin kullandığı sinyal ve sinyalin gönderildiği nokta hangisinde doğru olarak verilmiştir?
A) Genlik modülasyonlu – yer istasyonu
B) Frekans modülasyonlu – yer istasyonu
C) Frekans modülasyonlu – uydu istasyonu
D) Genlik modülasyonlu – uydu istasyonu
8. NDB'nin yayın yaptığı frekans aralığı aşağıdakilerden hangisidir?
A) 200 KHz - 500 KHz
B) 285 KHz - 525 KHz
C) 300 KHz - 450 KHz
D) 120 KHz - 250 KHz

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

ILS sistemin bakımını ATA 34'e göre yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Türkiye'de ILS ile iniş yapılabilen hava meydanlarını araştırınız.

3. ALETLİ İNiŞ SİSTEMİ (ILS)

Aletli iniş sistemi olarak tanımlanan ILS sistemi, yatay ve düşey olarak uçağa kılavuzluk görevi yaparak uçağın piste otomatik olarak inmesini sağlar. Özellikle bulut tavanının düşük, görüşün kısıtlı olduğu sisli, yağmurlu ve karlı havalarda güvenli; görüş mesafesinin yüksek olduğu durumlarda ise güvenliğin yanı sıra konforlu bir yaklaşma ve iniş yapılmasına imkân sağlar. ILS Sistemi Localizer, Glide Slope ve Marker serisinden (Dış Marker ve Orta Marker, özel durumlarda da İç Marker) oluşan yaklaşma ve iniş için uluslararası olarak kullanılan bir seyrüsefer yardımcısıdır. Kule ve SSY cihazları odasına tesis edilen Remote Control (Uzaktan Kontrol) sistemi Localizer, Glide Slope ve Markerların uzaktan kontrolüne ve izlenmelerine imkân vermektedir.

“Localizer ve Glide Slope”un çalışma prensibi, 90 Hz ve 150 Hz frekansları ile iki sinyal arasındaki modülasyon derinliği (DDM) farkının ölçülmesine dayanır. Bu seyrüsefer frekansları, “doğru yaklaşma course”unu (DDM= 0), belirtilen Glide Path açısını (DDM= 0) bulmak için kullanılır.

3.1. Localizer

Havaya yayılan elektronik sinyaller vasıtasıyla uçağın pist merkez hattı doğrultusunda yaklaşmasını ve tam olarak karşılamasını sağlar (yatay kılavuzluk).

Localizer, VHF bandında, 108-112 MHz frekans aralığında çalışır, yatay bir rehber düzlem oluşturarak pilotun yaklaşık 30 km mesafede “sağ/sol yaklaşma course” unu seçmesine olanak verir. Taşıyıcı çıkış gücü 5-15 W mertebelerindedir. Anten yayınları iki patern meydana getirecek şekildedir. Anten radyasyon paterni, rehber düzlemde 90 Hz ve 150 Hz'lik modülasyon frekansları için tamamen aynı genlikte oluşur. Localizer cihazını kullanarak inmekte olan uçağın solunda 90 Hz'lik modülasyon sinyali, sağında 150 Hz'lik modülasyon sinyali üstün olacaktır.

Bu iki paternin birbirlerini kestikleri kısımda (pist merkez hattı doğrultusunda) bir course meydana gelir. Buna CENTRE LINE (CL / merkez hat çizgisi) ya da LOCALİZER COURSE'u denir. Bu course içerisinde uçan bir uçak pist doğrultusunda yaklaşır ve uzaklaşır. Dış Marker istikametine doğru pist üzerinden geçerek uzanan Course'a FRONT

COURSE ve tam tersi istikametine doğru uzanan Course'a BACK COURSE denir. Localizer vericileri 25 mile kadar güvenilir olarak sinyal yayınlar. Localizer Course'un kullanım açısı 3 derecedir. Pist merkez hattına göre 1,5 derece sağ ve 1,5 derece soldadır.

ILS'in tanıtma işaretleri Localizer antenlerinden yayınlanır. İlk önce bir I harfini takiben 3 harfli mors kodu şeklindedir (IANK gibi). Localizer antenlerinden ses yayını da yapılabilir, talimat ve malumatlar pilota iletilebilir. LOC anteni merkez hattı uzantısı üzerine, pist sonundan itibaren 200-360 m ileriye yerleştirilir. LOC vericisi anten çevresine konumlandırılan shelternin içerisine monte edilir.



Resim 3.1: ILS antenleri

3.2. Glide Path (Glide Slope)

Glide Path, aynı şekilde havaya yayımlanan elektronik sinyaller vasıtasıyla uçakların piste uygun süzülme açısında yaklaşmasını ve inişini sağlar (düşey kılavuzluk).

Glide Slope, UHF bandında, 328–336 MHz frekans aralığında çalışır ve Glide Path düzlemini üretir. Glide Path, açısına bağlı olarak piste göre belirli bir yüksekliğe sahiptir. Glide Path antenleri localizerlerde olduğu gibi altlı ve üstlü olmak üzere iki adet yayın paterni meydana getirir. Anten radyasyon paterni dünya yüzeyi ile etkileşim sonucu oluşur ve Glide Path düzleminin aşağısında 150 Hz modülasyon, yukarısında 90 Hz modülasyon sinyali üstündür. Glide path düzleminde, her iki modülasyon sinyali de aynı genliğe sahiptir. Bu iki paternin birbirlerini kestikleri yerlerde bir course daha meydana gelir. Her Glide Path vericisi beraber çalıştıkları localizer frekansları ile eşleştirilmiştir. Pilot, localizera bağlandığında Glide Path da otomatik olarak devreye girer. İnmekte olan uçağın yaklaşma düzlemini gösteren hüzme, rehber düzlemin dikey course'u ile yatay glide path düzleminin kesişmesi ile şekillendirilir. GS (Glide Slope) anteni pist merkez hattından ortalama 120-180 metre mesafeye yerleştirilir. Glide Path için referans yüksekliği, pist thresholdundan yukarıya doğru ortalama 15 metre olarak tespit edilmiştir.

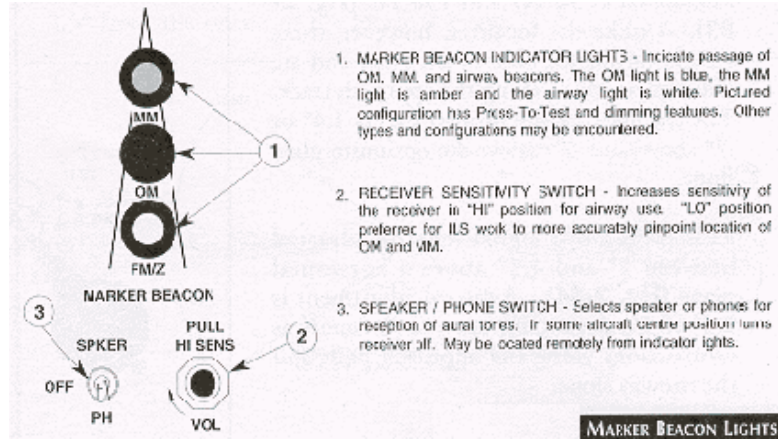
Glide Slope anten direği ve pist thresholdu arasındaki (286-344 m) uzaklık bölgesel koşullara bağlı olan süzülüş açısından ve threshold (eşik) üzerindeki 15 m yükseklikten hesaplanır. Glide Slope vericisi anten çevresinde kurulu bulunan shelter içerisine yerleştirilir.



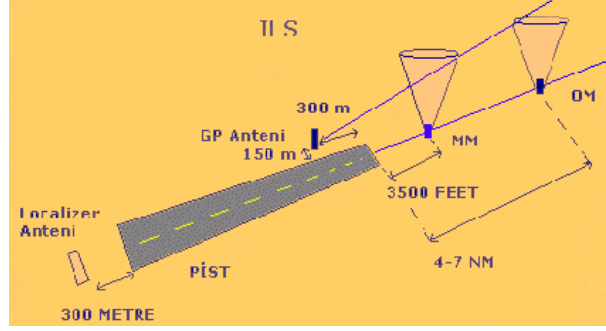
Resim 3.2: Glide Path anteni

3.3. Markerler

Pist merkez hattı boyunca tesis edilen markerler, ILS yaklaşması yapan uçaklara yaklaşma yolu üzerinde işaret vererek pilotun pist başına ne kadar mesafede olduğunu bildirir. ILS sisteminde genellikle 2, özel durumlarda ise 3 marker istasyonu bulunur. Bu vericiler, aynı taşıyıcı frekansta (75 MHz) yukarıya doğru dikey sinyal yayınlanır. Sürekli olarak değişen morse kodunda anahtarlanmış sinyaller ve farklı modülasyon frekansları tarafından biçimlendirilir. Dış marker taşıyıcı frekansı 400 Hz ile modüle edilmiş ve kısa çizgi anahtarlamalıdır. Orta marker taşıyıcı frekansı 1300 Hz ile modüle edilmiş ve kısa çizgi-nokta anahtarlamalıdır. İç marker taşıyıcı frekansı 3000 Hz ile modüle edilmiş ve nokta anahtarlamalıdır. Her bir marker huzmesi bir ortak anten huzmesi üzerinden dikey olarak yukarıya doğru 75 MHz taşıyıcı frekansı üzerinden özel bir kodda alınır.



Şekil 3.1: Marker ışıkları



Şekil 3.2: ILS sistemin tesis planı

Coğrafi koşullar veya diğer sebeplerle marker tesis edilememesi hâlinde Glide Slope cihazı ile birlikte pist başına mesafe konusunda bilgi sağlamak üzere DME cihazı tesis edilebilir. ILS sisteminin uygun yaklaşma ve pist ışıklandırma cihazları ile desteklenmesi de esastır. Marker istasyonlarına ek olarak DME sistemleri kullanıldığında değişik yerleşim alternatifleri vardır:

- GS anteni üzerine DME anteni (DME transponderı GS shelteri içerisinde)
- LOC shelteri çatısı üzerinde DME anteni (DME transponderı LOC shelteri içerisinde)
- DME transponderı ayrı bir shelterda, DME anteni de onun çatısında veya ayrı bir direk üzerinde

Pistte her iki doğrultudan da yaklaşmaya olanak sağladığı için son iki konfigürasyon (yapılandırma) daha çok tercih edilir. Shelter (cihaz barınağı) pistin ortalarına doğru ve piste çok yakın yerleştirilir. Touchdownun tamamen 0 m'de olması için touchdown ve DME yerleşimi arasındaki çalışma zamanı farkları daima ilâve edilir.

- **İnner marker (iç marker-IM):** Pist başından 75 m ile 450 m arasında tesis edilir.
- **Middle marker (orta marker-MM):** Pist başından 900 m ile 1200 m arasında optimum (en uygun değer) 1050 m mesafeye tesis edilir. İnışte olan uçağın pilotuna önemli bir karar noktası olan bu mesafede bulunduğunu ikaz eder.
- **Outer marker (dış marker-OM):** Pist başına middle markerden daha uzakta, iniş hazırlıklarının yapılması için gerekli pist başından 6500 m ile 11100 m arasında optimum 7200 metrede özel bir mesafeye tesis edilir ve inişe başlayan uçağın pilotuna bu mesafede olduğunu ikaz eder.

3.4. ILS Yaklaşması Kategorileri

ILS sistemi ile yapılan inişlerde minima değeri diğer seyrüsefer yardımcı cihazlarına (VOR, DME, NDB) nazaran daha düşüktür ve bu bir avantajdır. Kategori I ILS sistemi ile yere nazaran 60 metre, Kategori II ILS sistemi ile yere nazaran 30 metre iniş minimasına, CAT III ILS sistemi ile minimasız bir inişe ulaşılabilmektedir.

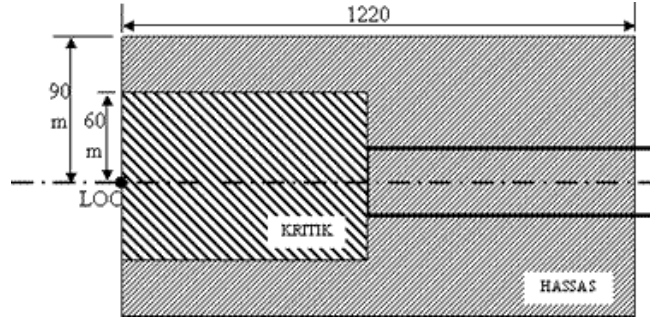
Karar yüksekliği (DH/Decision Height) ve pist görüş mesafesi, (RVR/Runway Visual Range) açısından CAT I, CAT II ve CAT III olmak üzere 3 tip ILS yaklaşması vardır. ILS

sisteminin bir havaalanına tesis edilebilmesi için havaalanı civarının topoğrafik yapısının uygun olması, gerek ILS sisteminden yeterli kalitede sinyal elde edilebilmesi gerekse piste uygun açıda direk yaklaşma yapılabilmesi açısından önemlidir. Havaalanı civarındaki arazi yapısının uygun olması hâlinde ancak ILS sistemi tesis edilerek fayda sağlanabilir.

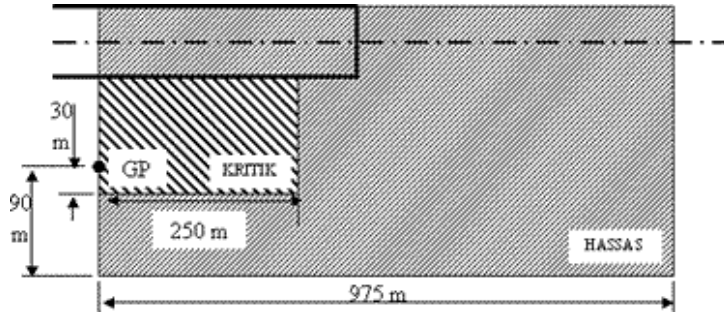
3.5. ILS Sistemi Hassas ve Kritik Sahaları

ILS sistemi, çalışma sistemi itibarıyla en fazla arazi gereksinimi olan seyrüsefer yardımcısıdır. Bunun temel sebebi sinyalin, esas itibarı ile düzeltilmiş sahada (BFA-Beam Forming Area) oluşmasıdır. Ayrıca düzeltilmiş saha haricinde civarda oluşan yapılaşmaların sebep olduğu yansımalar (multipath) da uçakta bulunan alıcısının yanılmasına sebep olabilmektedir. Bu sebeple pist etrafında yapılacak her türlü yapılaşma kontrol altına alınmalıdır.

Localizer ve Glide Path cihazının temel arazi ihtiyaçları kritik ve hassas olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Kritik ve hassas sahaların boyutları cihazın kategorisine, uçak boyutuna ve anten eleman sayısına göre değişmekle birlikte tipik olarak localizer kritik ve hassas sahaları Şekil 3.3'te, Glide Path kritik ve hassas sahaları ise Şekil 3.4'te görülmektedir.



Şekil 3.3: Localizer kritik ve hassas sahaları



Şekil 3.4: Glide Path kritik ve hassas sahaları

UYGULAMA FAALİYETİ

Uçakta bulunan aletli iniş sisteminin (ILS) bakımını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Uçuş kompartımanındaki ILS cihazları ile ilgili panelleri bulunuz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Gerekli güvenlik önlemlerini mutlaka alınız.➤ Yanınızda mutlaka deneyimli bir uçak teknisyeni bulunmalıdır.
<ul style="list-style-type: none">➤ Test butonlarını kullanarak teknisyen ile birlikte komponent testini gerçekleştiriniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ 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. Uçuş kompartımanındaki ILS cihazları ile ilgili panelleri buldunuz mu?		
2. Test butonlarını 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. Aletli iniş sistemi olarak tanımlanan ILS sistemi, ve olarak uçağa kılavuzluk görevi yaparak uçağın piste otomatik olarak inmesini sağlar.
2. Localizer uçağa kılavuzluk eder.
3. Localizer, VHF bandında, frekans aralığında çalışır, yatay bir rehber düzlem oluşturur.
4. LOC anteni merkez hattı uzantısı üzerine, pist sonundan itibaren ileriye yerleştirilir.
5. Pist merkez hattı boyunca tesis edilen markerler, ILS yaklaşması yapan uçaklara yaklaşma yolu üzerinde işaret vererek pilotun ne kadar mesafede olduğunu bildirir.
6. Dış marker taşıyıcı frekansı ile modüle edilmiş ve kısa çizgi anahtarlama yapar.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

7. Glide Slope'un çalıştığı frekans aralığı aşağıdakilerden hangisidir?
A) 328-336 MHz
B) 300-320MHz
C) 286-320 MHz
D) 336-350 MHz
8. Aşağıdakilerden hangisi ILS sisteminin kullandığı bir istasyon değildir?
A) Localizer
B) NDB
C) Glide slope
D) Marker beacon

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

MLS sisteminin analizini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- MLS sistemini araştırınız. Kullanılmamasının sebeplerine ulaşmaya çalışınız.

4. MİKRODALGA İNİŞ SİSTEMİ (MLS)

ILS sisteminin trafik yoğunluğu karşısında kapasitesinin sınırlı kalması ve geliştirilmiş yeni bir ILS sisteminin mümkün olmaması MLS sistemi ile yer değiştirilmesini gündeme getirdi. Bu sistem üzerindeki çalışmalar ve denemeler hâlâ devam etmektedir.

Bazı Avrupa ve Amerika hava meydanlarında test amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. Ancak sistemin pahalı oluşu, uçaklar üzerinde yeni düzenlemeler gerektirmesi havayolu şirketlerinin bu sisteme olumsuz bakmalarına neden olmuştur. Bunun yanında GPS gibi yeni sistemler üzerinde yapılan çalışmalar ve elde edilen olumlu gelişmeler MLS'nin eski önemini kaybetmesi sonucunu doğurmuştur.

4.1. MLS Çalışma Prensipleri

MLS'de yatay ve düşey olmak üzere iki tür tarama yapılır. Yatay yayın, merkez hattının her iki yanında bulunan 40 derecelik paternleri tanıyacak şekilde soldan sağa doğru gerçekleştirilir. Bu tarama, sistemin kullandığı meydanın arazi şekline ve özelliklerine göre 40° den daha az bir değere de ayarlanabilir.

Uçaktaki alıcı yatay yayına göre pist orta hattının neresinde olduğunu "TO" ve "FROM" durumları arasındaki zaman farkını ölçerek bulur. Eğer ölçülen zaman uzun ise uçak, pist orta hattının sağında; zaman kısa ise bu hattın solunda demektir.

MLS'nin süzülüş açısını veren dikey yayını ise süzülüş sahası içinde aşağı-yukarı tarama şeklindedir. Uçaktaki alıcı, dikey taramadaki zaman farkını ölçerek uçağın hangi alçalma açısı içinde olduğunu bulur.

Bu taramanın genişliği dikey olarak 15° dir. Pilot, uçağın performansına göre istediği süzülüş açısını ve yaklaşma derecesini seçebilir. Bu seçtiği değerlere göre aşağıda veya yukarıda, sağda veya solda olduğunu göstergeden kontrol edip gerekli düzeltmeleri yapabilir. Pistte olan mesafeyi saptamak için MLS ile birlikte DME/P de kullanılır.

4.2. MLS Çalışma Frekansı ve Menzili

SHF bandı içinde 200 kanal ayrılmıştır. Kanallar 5 GHz'den başlayarak 0,3 MHz aralıklarla sıralanmıştır. Yatay olarak 20-30 NM, düşey olarak ise 20.000 ft'lik bir menzile sahiptir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Uçakta bulunan mikro dalga iniş sisteminin (MLS) bakımını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Uçuş kompartımanındaki MLS cihazları ile ilgili panelleri bulunuz.	<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.
<ul style="list-style-type: none">➤ Test butonlarını kullanarak teknisyen ile birlikte komponent testini 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. Uçuş kompartımanındaki MLS cihazları ile ilgili panelleri buldunuz mu?		
2. Test butonlarını 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. MLS sistemine neden ihtiyaç duyulmuştur?
A) ILS sisteminin yetersiz kalması yüzünden
B) Her hava alanında çalıştığı için
C) Uçak performansını arttırdığı için
D) Yakıttan tasarruf edilmesine yardımcı olduğu için
2. MLS sisteminde tarama aşağıdakilerden hangisine göre gerçekleştirilir?
A) Önden arkaya doğru
B) Arkadan öne doğru
C) Yatayda soldan sağa doğru
D) Yatayda sağdan sola doğru
3. MLS sisteminin çalışma frekansı aşağıdakilerden hangisidir?
A) 6 GHz
B) 7 GHz
C) 4 GHz
D) 5 GHz
4. MLS sisteminin düşey menzili aşağıdakilerden hangisidir?
A) 20.000 ft
B) 22.000 ft
C) 24.000 ft
D) 26.000 ft

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

FDR'nin (Flight Data Recorder, uçuş ses kaydedici) analizini ve bakımını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Günlük hayatımızda karşılaştığımız “karakutu” cihazının ne olduğunu araştırınız.

5. UÇUŞ YÖNLENDİRİCİ SİSTEMLER (FDR)

Genellikle uçakların kuyruk bölümüne yerleştirilen kayıt cihazları; tüm yük uçaklarında, küçük uçaklarda ve özel uçaklarda kullanılabilir. Hava taşımacılığı yapılan uçaklarda FAA (Federal Aviation Administration) iki tür veri kaydedici kullanma zorunluluğu getirmiştir. Giderek aynı kutu altına alınan bu iki kayıt cihazından biri FDR (Flight Data Recorder) ve diğeri CVR' dir (Cocpit Voice Recorder).



Resim 5.1: FDR cihazı

FDR'ler birçok uçuş verisini kaydederken CVR'ler uçuş ekibinin radyo sistemleri ve intercom üzerinden yaptığı tüm konuşmaları ve kokpitteki tüm sesleri kaydeder. CVR ayrıntılı olarak “Komünikasyon / Navigasyon 1” modülünde incelenmiştir. Teknolojik ilerlemeler, kara kutuların da bir gelişim sürecinden geçmesini sağladı.

1958 yılında FDR'ler piyasaya ilk çıktığında kayıt ortamı olarak nikel içerikli paslanmaz çelik bantlar kullanılmakta idi. 6 ila 10 arasındaki kısıtlı sayıdaki verilerin yaklaşık şekli, bu bantın üzerine büyük uçaklarda 8, büyük gövdeli uçaklarda 24 saat süreyle çizilmekteydi.

Bu cihazların içindeki metal bantların değiştirilme gerekliliği yanı sıra kaydettikleri verileri çözmesi oldukça zordu. 1983 ile 1986 yılları arasında 75 uçağın maruz kaldığı kaza veya olaylarda, uçaklarda bulunan metal bantlı FDR'ler üzerinde yürütülen bir araştırmada NTSB, bu cihazların % 48' inde ilgili bilgilerin kaydedilme ve okunma arızalarının olduğunu belirlemiştir. Bunun yanı sıra verilerin çok hassas olarak kaydedilmemesi, okuma yapılırken 1 inch'in yüzde biri kadar sapma olasılığını doğurmaktadır.

FAA'nın 1987 yılında Amerika'daki Part 121 havayolu uçaklarında metal bant FDR'lerin kullanılmasının yasaklanmasını ve bunların yerine manyetik bant üzerine 24 saat kayıt yapan DFDR (Digital Flight Data Recorder) cihazlarına bırakmasına neden olmuştur. B727 uçaklarımızda bir sene öncesine kadar kullanılan bu tipler SSFDR'lerle değiştirilmiştir.

Dizayna göre 200 civarında veri kaydedebilen DFDR'lerin okunması daha kolay, güvenilirliği daha fazladır. Veriler dijital formatta sonsuz döngülü bir bant üzerine 25 saat süreyle kaydedilmektedir. Bu cihazların okunabilirliği güvenilirliği ve bakımları daha kolay ve ucuzdur. Bu tip DFDR'ler RJ, B737-400/500 ve A310 uçak tiplerinde kullanılmaktadır.

Gelişen teknoloji bakım masraflarını daha aşağı çeken, kaydedilebilen veri sayısını arttıran, güvenilirliği yüksek okuma kolaylığı daha iyi olan SSFDR'lerin üretilmesine imkân sağlamıştır. 1990 yılından bu yıla üretilen SSFDR'lar kayıt cihazlarının Solid State modelleridir ve kayıt ortamı olarak EEPROM çiplerini kullanırken tasarım amacına göre 400'e yakın veri kaydeder. Bu tipler, filomuzda A340 ve B 737-800, B 727 uçaklarımızda kullanılmakla birlikte B 737-400/500 ve A 310 uçaklarına da efektiftir.

FDR'ye kayıt edilmesi gerekli bilgiler uçak sensörlerden ve kompütürlerden öncelikli FDAU (Flight Data Acquisition Unit)'e gider. FDAU'dan iki fazlı Harvard PCM hattı üzerinden 768 bit/sec 64 word/sec) hızıyla bilgiler FDR'ye gönderilir. Veri kayıt hızı SSFDR takılı olan A 340'larda bilgiyi direk olarak uçaklardaki sensörlerden almaktadır.

Teknolojik gelişmeler CVR üretimini de etkilemiş ve 1965'te analog ses bilgisini sonsuz döngülü standart kaset tipli bir banda 30 dk. kaydeden kayıt cihazları dijital formatta 2 saatlik ses kaydını yapan SSCVR formatına dönüşmüştür. 30 dakikalık ses kaydı için 27 megabaytlık memory, 2 saatlik kayıt için ise 82 megabayt gerekmektedir. Yeni üretilen uçaklarda bu son ürünler kullanılırken eski uçaklarda CVR ve DFDR'ler hâlâ kullanılmaktadır.

CVR'de dört adet mikrofon girişi vardır. Bunlardan birincisi overhead panele yerleştirilendir. Bu sayede korna sesleri motor ve diğer dış sesler kaydedilebilir. Diğer bir giriş sayesinde headslerden alınan sesler (pilot, yardımcı pilot ve uçuş mühendisi için) kaydedilir. Diğer girişler ile dijital bilgiler (voice data) kaydedilmektedir.

Uçağa enerji verilir verilmez kayıt etmeye başlayan kara kutular güç kesildikten 5 dakika sonra kaydı tamamlar. Bu noktada yukarıda açıklandığı gibi takılan unitin özelliğine göre uçaktan son 25 saatin verileri ve son 30 dk. veya 2 saatin kokpit ses kayıtlarına ulaşılabilir.

Cihazlar 1100 °C sıcaklığa yarım saat, 260 °C'ye on saat, 3400 G'lik bir çarpma kuvvetine 6 msec, uçak yakıtına 48 saat dayanıklıdır. Ayrıca 3 metreden düşen 225 kg'lık bir ağırlığa karşı dirençlidir.

Herhangi bir kaza anında uçak karaya düşmüş ise kara kutular üzerindeki beyaz yansıtıcı şeritler sayesinde daha kolay bulunabilir. Uçağın suya düşmesi durumunda ise kayıt cihazlarının üzerinde takılı olan ULB (Underwater Locater Beacon)'lar 20 000 feette 30 gün süreyle yaklaşık 37,5 KHz frekansla yayın yaparak kara kutuların bulunmasını sağlar.

Günümüzde hava taşımacılık uçaklarında bulunan kayıt cihazları sayesinde büyük kazaların arkasında yatan esrarengiz durumları aydınlatmak sorun olmaktan çıkmıştır. Pilotlar ile ATC arasında konuşmaların kaydedildiği ses kaydedicileri yardımı ile araştırmacılar sabırla neyin yanlış gittiğini saniye saniye inceleyerek şaşılacak kadar ayrıntıyı bir araya getirmektedir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Uçakta bulunan FDR (Flight Data Recorder) sisteminin bakımını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Uçuş kompartımanındaki FDR cihazları ile ilgili panelleri bulunuz.	<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.
<ul style="list-style-type: none">➤ Test butonlarını kullanarak teknisyen ile birlikte komponent testini 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. Uçuş kompartımanındaki FDR cihazları ile ilgili panelleri buldunuz mu?		
2. Test butonlarını 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. Uçaklardaki kayıt cihazlarının yerleşim yeri aşağıdakilerden hangisidir?
A) Avyonik kompartmanda
B) Uçağın kuyruk kısmında
C) Kokpit tavanında
D) Ön kargo içinde
2. Aşağıdakilerden hangisi FDR'nin kaydettiği verilerden değildir?
A) EGT
B) Kokpit sesleri
C) Uçağın hızı
D) Uçağın irtifası
3. FDR'ye kaydedilecek verilerin sensörlerden sonra gittiği ünite aşağıdakilerden hangisidir?
A) ACP
B) FMCS
C) FDAU
D) FMS

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

4. DFDR'ler dizayna göre civarında veri kaydedebilir.
5. Karakutular uçağa enerji verilir verilmez çalışmaya başlar ve enerji kesildikten sonra kaydını tamamlar.

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

DME sisteminin bakımını ve analizini ATA 34'e göre yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- DME sistemini internet ortamında araştırınız. Bulduğunuz dökümanları sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

6. UZAKLIK ÖLÇÜM EKİPMANI (DME)

Bir istasyona doğru uçan hava taşıtının o noktaya kadar olan mesafe bilgisi, bu cihazlar tarafından sağlanır. Bu sistem VOR, NDB ve ILS cihazlarına göre biraz daha farklıdır. Söz konusu üç cihazın sadece verici olmasına karşılık, bu cihazda hem alıcı hem verici özelliği vardır. Uçuş esnasında, uçakta bulunan bir interrogator (sorgulayıcı) vasıtasıyla gönderilen sinyaller DME alıcısına gelir. DME alıcısına gelen sinyaller işleme tabi tutularak tekrar geriye gönderilir. Uçak transponder'ı DME cihazının karşılığı gibi çalıştığı için yerden aldığı sinyali değerlendirir ve aradaki gidiş-dönüş zamanından mesafe bilgisini çıkarır. Bu kadar karmaşık işlem sonucunda, pilot sadece önündeki displayde Nautical Mile-NM cinsinden mesafeyi okur.



Resim 6.1: DME cihazı

6.1. Radyo Frekans Bandı

DME cihazları oldukça yüksek frekanslarda çalışır. Bu cihazlar için tahsis edilen frekans bandı 960-1215 MHz aralığıdır.

Bu aralıktaki 252 (126X+126Y) frekans kullanımı mevcut olup bunlar kanal numaraları olarak adlandırılır. DME cihazlarının frekansları diğer seyrüsefer cihazlarının frekansları gibi açık olarak kullanılmaz ve bu kanal numaraları ile kullanılır, verilen bir kanal numarasından hem alma hem de gönderme frekansları ile ileride göreceğimiz karakteristik ifadesi beraber kullanılır.

DME kanal frekanslarının tamamı VHF bandındaki VOR/LOC frekanslarına karşılık gelir. Pilotun alıcısında VOR/LOC frekansını seçmesi ile birlikte DME kanalı otomatikman seçilir.

6.2. Kullanım Yerleri

DME cihazları buldukları noktaya göre mesafe bilgisi verdiklerinden kullanıcılara çeşitli malumatları veren istasyonlarda çalıştırılır. Böylece, bu malumatları alan kullanıcı malumatı aldığı istasyona olan mesafesini öğrenir. Bu amaçla DME cihazları genel olarak VOR ve ILS sistemleri ile birlikte kullanılır. VOR istasyonlarında müsait ise VOR anteninin hemen üzerine, değilse çok yakınına konulur. ILS sistemlerinde ise genellikle G/P istasyonuna konulur.

6.3. DME Tanıtma İşareti

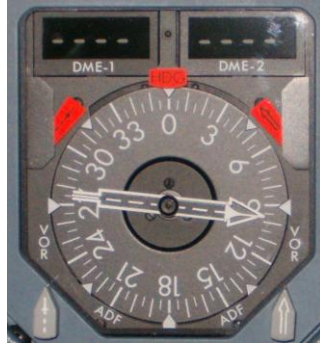
Daha önce anlatılanlar gibi belirli bir tanıtma işareti gönderilir ve hızı standart 7 kelime/dakikadır. Ancak tanıtma işareti 1350 pals çiftinden oluşmaktadır.

6.4. DME Emisyon Tipi

DME cihazının sinyallerine ait emisyon tipi PON ile ifade edilir ve anlamı (Unmodulated Sequence of Pulses) modülesiz pals dizini şeklindedir.

6.5. DME Anten

Omnidirectional yayın yapan dipol dizilerinden oluşan bir anten yapısı vardır.



Resim 6.2: DME kokpit göstergesi

UYGULAMA FAALİYETİ

Uçakta bulunan uzaklık ölçüm ekipmanının (DME) bakımını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Uçuş kompartımanındaki DME cihazları ile ilgili panelleri bulunuz.</p>	<p>➤ Gerekli güvenlik önlemlerini mutlaka alınız.</p>
<p>➤ Test butonlarını kullanarak teknisyen ile birlikte komponent testini gerçekleştiriniz.</p>	<p>➤ Yanınızda mutlaka deneyimli bir uçak teknisyeni bulunmalıdır.</p> <p>➤ Teknisyeninin telkinlerine mutlaka uyunuz.</p> <p>➤ İşlerinizi teknisyen gözetiminde 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 DME cihazları ile ilgili panelleri buldunuz mu?		
2. Test butonlarını 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 cevaplarınızı “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Bir istasyona doğru uçan hava taşıtının o noktaya kadar olan mesafe bilgisini ölçen cihazlara DME (..... ekipmanı) denir.
2. DME cihazlarında ve birlikte bulunur.
3. Uçuş esnasında uçakta bulunan bir Interrogator (.....) DME alıcısına sinyaller gönderir.
4. DME cihazlarına tahsis edilen frekans bandı aralığıdır.
5. DME cihazları genel olarak ve sistemleri ile birlikte kullanılır.

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

Çok alçak frekans ve hiperbolik navigasyon sisteminin analizini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- VLF/ OMEGA sistemi araştırınız. Bulduğunuz dökümanları sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

7. ÇOK ALÇAK FREKANS VE HİPERBOLİK NAVİGASYON (VLF/OMEGA)

Amerika Birleşik Devletleri tarafından 1982 yılında askeri amaçlı olarak kurulmuş olan bir sistemdir. Duyarlı bir sistem olması sebebi ile daha sonraki yıllarda sivil uçaklarda da kullanılmaya başlanmıştır. OMEGA sistemi hiperbolik bir sistemdir.

7.1. Tanım

VLF/OMEGA sistemi, uzun menzilli uçuşlarda uçağın dünyanın neresinde olduğunu bildiren bir radyo seyrüsefer yardımcı sistemidir.

VLF bandında yayın yapan OMEGA sisteminin dünyanın çeşitli yerlerinde ve birbirinden uzakta 8 tane yer istasyonu vardır. Bu 8 istasyondan sinyalleri en iyi alınan üç tanesinin referans alınmasıyla bulunan iki hiperbolün kesim noktalarından uçağın yeri saptanır. Bu işlem uçak bordosundaki ONS (Omega Navigation System) denilen bilgisayar sistemi yardımıyla yapılır.

İstasyonların birbirinden ayırt edilebilmesi için 10,2 KHz, 13,6 KHz ve 11,33 KHz olmak üzere üç ayrı frekans seçilmiştir. Her bir istasyon, belirli aralıklarla ve belirli sürelerle bu üç farklı frekanstaki sinyalleri yayımlar. Her bir istasyonun yayın zamanı ve frekansı farklılık gösterir. Bu sayede sinyalin hangi istasyondan geldiği saptanabilir. 10 sn.lik süre zarfında tüm istasyonlar yayınlarını tamamlamış ve ikinci 10 sn.lik dönem başlamış olur.

İletimde yer dalgaları hâkimdir. Sinyal iletim menzili, yerin yapısına ve güce bağlı olarak 10.000-15.000 km'ye kadar ulaşır. Hata toleransı birkaç NM'den azdır.

7.2. Avantajları

Omega Navigation Sistemi (ONS) sayesinde uçağın dünya üzerindeki yeri yanında, hızını ve uçuş yönünü de tespit etmek mümkündür.

Aynı amaca hizmet eden INS sistemine göre daha ucuz, bakım giderleri düşük ve daha güvenilirdir. Özellikle okyanus aşırı uçuşlarda kullanılabilir.

Uzun menzilli uçuşlarda kullanılan diğer bir sistem ise LORAN (Long Range Navigation) radyo seyrüsefer yardımcısıdır. Çalışma prensibi ve özellikleri OMEGA'ya benzer ve aynı amaca hizmet eder.

UYGULAMA FAALİYETİ

VLF ve hiperbolik navigasyon analizini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Uçuş kompartımanındaki VLF/OMEGA cihazları ile ilgili panelleri bulunuz.	➤ Gerekli güvenlik önlemlerini mutlaka alınız. ➤ Yanınızda mutlaka deneyimli bir uçak teknisyeni bulunmalıdır.
➤ Test butonlarını kullanarak teknisyen ile birlikte komponent testini gerçekleştiriniz.	➤ 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. Uçuş kompartımanındaki VLF/OMEGA cihazları ile ilgili panelleri buldunuz mu?		
2. Test butonlarını 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. VLF bandında yayın yapan OMEGA sisteminin dünyanın çeşitli yerlerinde ve birbirinden uzakta olan yer istasyonu sayısı aşağıdakilerden hangisidir?
A) 5
B) 6
C) 7
D) 8
2. İstasyonların birbirinden ayırt edilebilmesi için kaç ayrı frekans seçilmiştir?
A) 2
B) 3
C) 4
D) 5
3. VLF/Omega sistem menzili aşağıdakilerden hangisidir?
A) 5.000–8.000 km
B) 8.000–12.000 km
C) 10.000–15.000 km
D) 15.000–20.000 km

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

Doppler navigasyon sistemlerinin analizini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Doppler VOR sistemi hakkında bilgi toplayınız. Bulduğunuz dökümanları sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

8. DOPPLER NAVİGASYON (DVOR)

Çevre faktörlerinin oldukça kötü olduğu ormanlık ve dağlık bölgeler ile yüksek gerilim hatlarının bulunduğu bölgelerde kullanılmak üzere tasarlanmış cihazlardır.

DVOR (Doppler Navigasyon) cihazlarını, standart VOR cihazlarından ayıran temel özellik variable sinyalinin tek bir çapraz dipol dizisinden yayınlanmamasıdır. Merkezde bulunan omni anteninin etrafında daire şeklinde sıralanmış bulunan 36 veya 48 adet anten dizisinden oluşan ve oldukça pahalı olan anten sistemi kullanılır. Dolayısıyla, variable sinyalini bu antenlerle besleyen özel bir dağılım düzeni de sisteme ilave edilmiştir.

DVOR radyo seyrüsefer yerleşimi tarafından sağlanan bilgiler pilot tarafından uçağın VOR alıcısı üzerinden görülebilir. Bu bilgiler şunlardır:

- **Yatay işaret;** yani manyetik kuzey ve yer huzmesi (uçak doğrultusu) çizgileri arasındaki açıdır. Uçağın önceden seçilmiş course'un (pozisyon hattı) sağında mı, solunda mı yoksa tamamen üzerinde mi olduğunu belirtir.
- **From/to göstergesi;** uçağın DVOR cihazına doğru mu yoksa cihazdan uzağa doğru mu uçtuğunu gösterir.

DVOR, 20 W veya 100 W güç ile dual yerleşim olarak değişebilir. DVOR, DVOR/DME istasyonu formunda DME ile veya DVORTAC istasyonu formundaki TACAN ile birleştirilebilir.

Uçağın pozisyonu, DVOR/DME istasyonu veya DVORTAC istasyonunun yerleştirilmesi ile tanımlanabilir.

DVOR yerleşimi, 10 feet yüksekliğindeki konteyner shelter içerisine monte edilerek sağlanabilir. DVOR anten sistemi, yüksekliği bölgesel koşullara bağlı olarak değişen (isteğe göre seçilen) bir kounturpua üzerine monte edilir.



Atatürk havalimanı DVOR



Antalya havalimanı DVOR

Resim 8.1: Çeşitli DVOR sistemleri

UYGULAMA FAALİYETİ

Doppler navigasyon (DVOR) analizini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Uçuş kompartımanındaki DVOR cihazları ile ilgili panelleri bulunuz.	<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.
<ul style="list-style-type: none">➤ Test butonlarını kullanarak teknisyen ile birlikte komponent testini 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. Uçuş kompartımanındaki DVOR cihazları ile ilgili panelleri buldunuz mu?		
2. Test butonlarını 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. VOR ve DVOR sistemi arasındaki farklar için aşağıdakilerden hangisi söylenemez?
A) Ormanlık ve dağlık bölgelerde kullanılır.
B) Tek antenli sistem kullanılır.
C) Çoklu antenli sistem kullanılır.
D) Özel bir anten besleme sistemi vardır.
2. DVOR sisteminde kullanılan çoklu antenler aşağıdakilerden hangisine yerleştirilmişlerdir?
A) Merkez antenin etrafına daire şeklinde
B) Kuyrukta
C) Kanat uçlarında
D) Radon içinde
3. From/to göstergesi aşağıdakilerden hangisini gösterir?
A) Uçağın yaklaşım açısını
B) Uçağın yükseklik değişimini
C) Uçağın DVOR cihazına göre durumunu
D) Uçağın DVOR cihazına doğru mu yoksa cihazdan uzağa doğru mu uçtuğunu

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

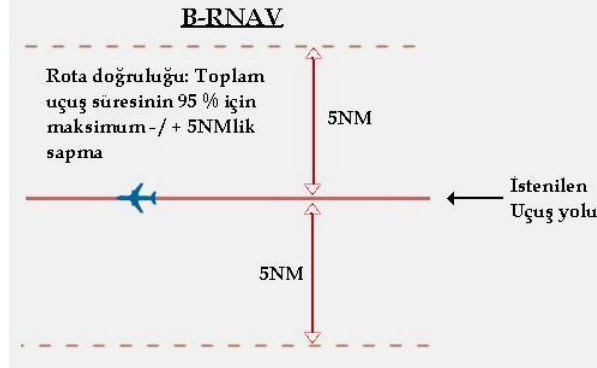
Bölgesel navigasyon sistemlerini (RNAV) ATA 34'e göre analiz edebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bölgesel navigasyon (RNAV) sistemlerini araştırınız. Bulduğunuz dökümanları rapor hâlinde hazırlayarak sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

9. BÖLGESEL NAVİGASYON (RNAV) SİSTEMLERİ

Basic Area Navigation System (B-RNAV); bir uçağın VOR, DME istasyonlarına doğru uçmadan ancak yakınındaki birkaç VOR/DME istasyondan aldığı bilgiyi kullanıp, geometrik hesaplama ile bulunduğu pozisyonu tespit edebildiği uçuşun % 95'inde rotadan en fazla 5 NM saparak seyrini tamamlayacak şekilde donanıma sahip olmasıdır.



Şekil 9.1: B-RNAV için rota doğruluğu

Uzun veya orta menzilli yer istasyonlarından (VOR, DME, OMEGA gibi) INS sisteminden veya GPS' ten aldığı girdileri değerlendirerek pilota seyrüsefer ile ilgili tüm bilgileri sağlayan bir bilgisayar sistemidir.

9.1. Avantajları

Seyrüsefer yolu üzerindeki "way-point"lerin yer istasyonlarına göre belirlenme sınırlaması ortadan kalkmış olur. Bu sayede daha uygun referans noktaları tanımlanarak ulaşılacak yere daha kısa sürede ulaşılması sağlanır, hava sahası en iyi şekilde kullanılabilir.

Sistemin hata toleransı oldukça küçüktür. Farklı kaynaklardan bilgi girişi söz konusu olduğu için gelen bilginin doğruluğunu kontrol etmek mümkündür. Bu sayede de sistemin güvenilirliği oldukça artar. Radyo seyrüsefer sistemlerinde dikey ekseninde meydana gelen belirsizlik konisi içerisinde sinyalin kesilmesi problemi ortadan kalkmış olur. Otomatik pilot sistemi ile direkt bağlantılı olduğundan verdiği bilgiler otomatik pilot tarafından kullanılabilir.

9.2. RNAV Yaklaşımları

ILS kullanılamaz hâldeyse ve her iki otomatik pilot da arızalanmamışsa tüm RNAV yaklaşımları otomatik pilot ve uçuş yöneticisi tarafından izlenmelidir. Böylece el ile FD RNAV'ye izin verilebilir.

RNAV yaklaşımları sadece bir otopilotu kullanır. İkinci otopilot devreye sokulmamalıdır. RNAV yaklaşımlarında veri tabanında bulunan yaklaşımlar kullanılmalı ve manuel yaklaşma oluşturulmamalıdır. LNAV-VNAV olarak listelenen RNAV yaklaşımları dikey kılavuzluk ve DAH'dan (Digital Approach High) yarar sağlamak için tasarlanmıştır. RNAV yaklaşımı için FCU (Flight Control Unit) üzerindeki APPR pb'ye basılır. LS pb kesinlikli seçilmemelidir. LS pb'nin seçilmesi RNAV indikasyonlarını devre dışı bırakır ve PFD (Primary Flight Display) üzerindeki V/DEV amber olarak yanıp söner.

İstenilen doğruluk seviyesi için FMGC'in (Flight Management Guidance Computer) PROG sayfasında 0,3 değeri girilir. Değer girildikten sonra her iki tarafta da görülmelidir. Bu işlem FMGC toleransını yol alma değerinden yaklaşma değerine düşürür. İstenenden daha düşük bir doğruluk oranı MCDU (Management Control Display Unit) NAV ACCURACY DOWNGRADE mesajının görüntülenmesine sebep olur. Aynı zamanda MMR'den (Multi Mode Receiver) alınan GPS sinyalinin kaybolduğunu gösteren bir GPS PRIMARY LOST mesajı görüntülenebilir.

Eğer bu mesajlardan biri alınırsa çalışan FMGC tarafındaki otopilot seçilmelidir. Bu işlem RNAV yaklaşıma devam edebilmeyi sağlar. Eğer tüm FMGC'ler hata mesajı gösterirse ya da FM/GPS POS DISAGREE ECAM alınırsa pilot tarafından inişten vazgeçilmelidir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Bölgesel navigasyon (RNAV) sistemlerini analiz ediniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Uçuş kompartımanındaki RNAV cihazları ile ilgili panelleri bulunuz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Gerekli güvenlik önlemlerini mutlaka alınız.➤ Yanınızda mutlaka deneyimli bir uçak teknisyeni bulunmalıdır.
<ul style="list-style-type: none">➤ Test butonlarını kullanarak teknisyen ile birlikte komponent testini gerçekleştiriniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ 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. Uçuş kompartımanındaki RNAV cihazları ile ilgili panelleri buldunuz mu?		
2. Test butonlarını 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. RNAV sistemi aşağıdaki sistemlerden hangisinden bilgi almaz?
A) VOR
B) OMEGA
C) GPS
D) ADF
2. Aşağıdakilerden hangisi RNAV sisteminin avantajlarından değildir?
A) Seyrüsefer yolu üzerindeki "way-point"lerin yer istasyonlarına göre belirlenme sınırlaması vardır.
B) Farklı kaynaklardan bilgi girişi söz konusu olduğu için gelen bilginin doğruluğunu kontrol etmek mümkündür.
C) Radyo seyrüsefer sistemlerinde dikey ekseninde meydana gelen belirsizlik konisi içerisinde sinyalin kesilmesi problemi ortadan kalkmış olur.
D) Otomatik pilot sistemi ile direkt bağlantılı olduğundan verdiği bilgiler otomatik pilot tarafından kullanılabilir.

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 soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. VOR sisteminin erişim menzili aşağıdakilerden hangisidir?
A) 250 km B) 500 km C) 300 km D) 400 km
2. VOR sisteminin çalıştığı frekans aralığı aşağıdakilerden hangisidir?
A) 88-108 MHz
B) 108-118 MHz
C) 128-150 MHz
D) 108-110 MHz
3. ADF sistemin kullandığı sinyal ve gönderildiği nokta aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?
A) Genlik modülasyonlu- yer istasyonu
B) Frekans modülasyonlu-yer istasyonu
C) Frekans modülasyonlu-uydu istasyonu
D) Genlik modülasyonlu – uydu istasyonu
4. Aşağıdakilerden hangisi ILS sisteminin kullandığı bir istasyon değildir?
A) Localizer B) NDB C) Glide slope D) Marker beacon
5. MLS sistemine neden ihtiyaç duyulmuştur?
A) ILS sisteminin yetersiz kalması yüzünden
B) Her hava alanında çalıştığı için
C) Uçak performansını arttırdığı için
D) Yakıttan tasarruf edilmesine yardımcı olduğu için
6. Aşağıdakilerden hangisi FDR'ın kaydettiği verilerden değildir?
A) EGT B) Kokpit sesleri C) Uçağın hızı D) Uçağın irtifası
7. Pilot uçuş sırasında DME cihazı yardımıyla hesaplanan mesafeyi hangi birim cinsinden görür?
A) km B) Açı C) metre D) NM (Nautical Mile)
8. VLF bandında yayın yapan OMEGA sisteminin dünyanın çeşitli yerlerinde ve birbirinden uzaktaki yer istasyonu sayısı aşağıdakilerden hangisidir?
A) 5 B) 6 C) 7 D) 8
9. VOR ve DVOR sistemi arasındaki farklar için aşağıdakilerden hangisi söylenemez?
A) Ormanlık ve dağlık bölgelerde kullanılır.
B) Özel bir anten besleme sistemi vardır.
C) Çoklu antenli sistem kullanılır
D) Tek antenli sistem kullanılır.

10. RNAV sistemi aşağıdaki sistemlerden hangisinden bilgi almaz?
A)VOR B)OMEGA C)GPS D)ADF

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	B
3	A
4	D
5	D
6	Faz farkı
7	Kısa, orta
8	Açı
9	On-airodrome
10	Dikey stabilizer

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Navigasyon
2	Yön bulmasını
3	NDB, locater
4	Orta dalga
5	25, 150
6	Anten tuner
7	A
8	B

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Yatay, düşey
2	Yatay
3	108-112 MHz
4	200-360 m
5	Pist başına
6	400 Hz
7	A
8	B

ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	C
3	D
4	A

ÖĞRENME FAALİYETİ-5'İN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	A
3	C
4	200
5	5 dakika

ÖĞRENME FAALİYETİ-6'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Uzaklık ölçüm
2	Alıcı, verici
3	Sorgulayıcı
4	960-1215 MHz
5	VOR, ILS

ÖĞRENME FAALİYETİ-7'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	B
3	C

ÖĞRENME FAALİYETİ-8'İN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	A
3	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-9'UN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	A

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

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

KAYNAKÇA

- **Boeing 737-600/700/800/900 Aircraft Maintenance Manuel Chapter 34**, Boeing CA, USA, 2000.
- GAYGISIZ Osman, **AVIONICS Kursu Ders Notları**, THY Yayınları, İstanbul, 2005.
- LİK Hasan, **Uçak Teknik Temel Aviyonik**, THY Teknik Eğitim Merkezi Müdürlüğü, İstanbul, 2000.
- YAMAN Ayşegül, **ILS Cihazı Olsaydı Uçak Düşmezdi**, PİVOLKA Dergisi 2(5), İstanbul, 2003.
- www.ans.dhmi.gov.tr (20.04.2011/ 13.00)
- www.meteor.gov.tr (14.05.2011/ 16.00)
- www.dogus.edu.tr (16.05.2011/ 11.00)