

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**UÇAK BAKIM**

**OTOMATİK UÇUŞ**

**Ankara, 2012**

- 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 .....	iii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. TEMEL OTOMATİK UÇUŞ KONTROL SİSTEMLERİNİN ÇALIŞMASI VE DEVRE	3
TERMİNOLOJİSİ .....	3
1.1. Otomatik Uçuş Sistemleri .....	3
1.2. Otomatik Uçuş Sistemini Oluşturan Komponentler.....	4
1.2.1 Autopilot –(oto pilot).....	4
1.2.2. Flight Director .....	7
1.2.3. Altitude Alert.....	7
1.2.4. Speed Trim .....	7
1.2.5. Mach Trim .....	7
UYGULAMA FAALİYETİ .....	10
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	12
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	13
2. KONTROL SİNYALLERİNİN İŞLENMESİ .....	13
UYGULAMA FAALİYETİ .....	16
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	17
ÖĞRENME FAALİYETİ-3.....	18
3. ÇALIŞMA MODLARI .....	18
3.1. Roll Kanal .....	19
3.2. Pitch Kanal.....	22
3.3. Yaw Kanal.....	24
UYGULAMA FAALİYETİ .....	26
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	27
ÖĞRENME FAALİYETİ-4.....	28
4.YAW DAMPERLER .....	28
4.1. Yaw Damper Bağlantı Anahtarı ve Bağlantı Işığı .....	30
4.2. Yaw Damper Göstergesi .....	31
4.3. SMYD 1 .....	31
4.4. Selenoid Valf.....	32
UYGULAMA FAALİYETİ .....	34
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	36
ÖĞRENME FAALİYETİ-5.....	38
5. HELİKOPTERLERDE STABİLİTE ARTTIRICI SİSTEM .....	38
UYGULAMA FAALİYETİ .....	42
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	43
ÖĞRENME FAALİYETİ-6.....	44
6. OTOMATİK TRİM KONTROL.....	44
6.1. Speed Trim.....	44
6.2. Mach Trim.....	45
UYGULAMA FAALİYETİ .....	48
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	50
ÖĞRENME FAALİYETİ-7.....	51
7. OTO PİLOT NAVİGASYON YARDIMCI ARA BİRİMLERİ.....	51

7.1. Navigasyon Sistem Komponentleri.....	52
UYGULAMA FAALİYETİ .....	54
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	56
ÖĞRENME FAALİYETİ-8.....	57
8. OTOMATİK GAZ SİSTEMİ.....	57
UYGULAMA FAALİYETİ .....	63
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	64
ÖĞRENME FAALİYETİ-9 .....	65
9.OTOMATİK İNİŞ SİSTEMİ .....	65
9.1.Prensipleri ve Kategorileri .....	65
9.2.Çalışma Modları.....	67
9.3.Yaklaşma.....	68
9.4.Süzülme.....	68
9.5. İniş.....	69
9.6.Go-Around (GA).....	69
9.7.Sistemin Takibi .....	69
9.8.Arıza Koşulları.....	70
UYGULAMA FAALİYETİ .....	71
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	72
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	73
CEVAP ANAHTARLARI.....	74
KAYNAKÇA .....	77

# AÇIKLAMALAR

<b>ALAN</b>	<b>Uçak Bakım</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Uçak Elektronik Sistemleri</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Otomatik Uçuş</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Temel otomatik uçuş kontrol sistemleri, çalışma modları, yaw damperler, helikopterlerde stabilite artırıcı sistem, otomatik trim kontrol, otopilot navigasyon yardımcı ara birimleri, otomatik gaz sistemi, otomatik iniş sistemi ve cihazlarının, analizinin ve bakım becerisinin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32
<b>ÖN KOŞUL</b>	Uçuş Kumandaları dersinden başarılı olmak
<b>YETERLİK</b>	Bu modül ile ATA 22'ye uygun olarak otomatik uçuş sisteminin bakımını yapabilmek
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Bu modül ile ATA 22'ye uygun olarak otomatik uçuş sisteminin bakımını yapabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. ATA 22'ye uygun olarak otomatik uçuş kumandalarını test edebileceksiniz.</li><li>2. ATA 22'ye uygun olarak çalışma modlarını analiz edebileceksiniz.</li><li>3. ATA 22'ye uygun olarak yaw damperleri analiz edebileceksiniz.</li><li>4. ATA 22'ye uygun olarak helikopterde stabilite artırıcı sistemin bakımını yapabileceksiniz.</li><li>5. ATA 22'ye uygun olarak otomatik trim kontrol ayarını yapabileceksiniz.</li><li>6. ATA 22'ye uygun olarak oto pilot navigasyon sistemlerini çalıştırabileceksiniz.</li><li>7. ATA 22'ye uygun olarak otomatik gaz sisteminin bakımını yapabileceksiniz.</li><li>8. ATA 22'ye uygun olarak otomatik iniş sisteminin bakımını yapıp arızalarını giderebileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Uçak kokpiti ve benzeri uçak elektronik laboratuvarı ortamı <b>Donanım:</b> Televizyon, sınıf kitaplığı, VCD, DVD, tepegöz, projeksiyon, bilgisayar ve donanımları, İnternet bağlantısı, öğretim materyalleri vb.

**ÖLÇME VE  
DEĞERLENDİRME**

Modülün içinde yer alan, her faaliyetten sonra verilen ölçme araçları ile kazandığınız bilgileri ölçerek kendi kendinizi değerlendireceksiniz.  
Öğretmen, modülün sonunda, size ölçme aracı (test, çoktan seçmeli, doğru-yanlış, vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir.

# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

Bu modülün amacı, sizlere çağımızın en hızlı ulaşım sistemi olan uçakların kullandığı elektronik sistemlerden bazılarını tanıtmaktır.

Günümüz uçak teknolojisi sürekli kendisini yenilemektedir. Amacımız uçakla ilgili yeni elektronik sistemlerin çalışma şeklini öğrenmek ve bu sistemlerin bakım becerisini kazanabilmektir. Şüphesiz ki çok hızlı gelişen mesleğinizle alakalı bu gibi teknolojiler takip edilmelidir.

Teknolojiyi takip eden ve yaptığı işi becerikli ve istenilen standartlarda yapan teknisyenlere iş piyasasında daima ihtiyaç olacaktır. Bunun için kendinizi her alanda geliştirmelisiniz. Sizler de bilirsiniz ki bu meslek çok büyük bir dikkat ve özen gerektirir. Yapılabilecek ufak hatalar istenmeyen büyük olaylara neden olabilir.

Yukarıdaki bu özellikler sizde oluştuğu zaman, mesleğinizde aranan eleman olarak kazanç sağlamanız zor olmayacaktır. Tüm bu özelliklerinizi de iş ahlakı ile bütünleştirirseniz daha da güzel olacaktır.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

ATA 22'ye uygun olarak otomatik uçuş kumandalarını test edebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Uçuş kontrol sistemleri hakkında *İnternet*'te araştırma yapınız.
- Kütüphaneleri araştırarak yazılı doküman araştırması yapınız.
- Bulduğunuz doküman ve verileri özetleyerek bir rapor hâline getiriniz.
- Hazırladığınız raporu arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

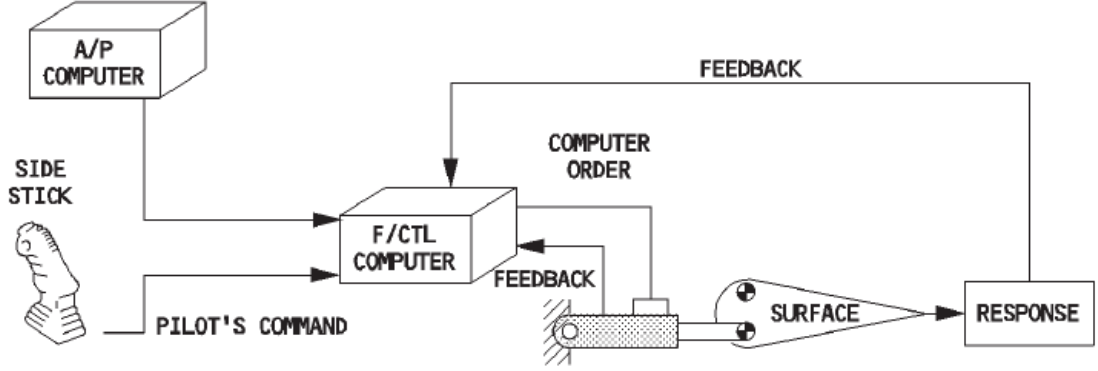
## 1. TEMEL OTOMATİK UÇUŞ KONTROL SİSTEMLERİNİN ÇALIŞMASI VE DEVRE TERMİNOLOJİSİ

Günümüz uçaklarında uçuş sistemleri veya oto pilot hemen hemen bütün uçaklarda mevcuttur. Otomatik uçuş sistemleri pilotun iş yükünü azaltarak uçuşun daha güvenli ve ekonomik olmasını sağlar.

### 1.1. Otomatik Uçuş Sistemleri

Günümüz uçaklarında kullanan otomatik uçuş sistemlerinden bahsedelim. Günümüz uçaklarında otomatik uçuş işlemi, genellikle dijital uçuş kontrol sistem (DFCS-digital flight control system) yada otomatik uçuş sistemi (AFS- The Automatic Flight System) olarak adlandırılan sistemler vasıtası ile gerçekleşir. Bu sistemin görevleri şunlardır:

- Autopilot (oto pilot)
- Flight director (uçuş yöneticiliği)
- Altitude alert (yükseklik uyarısı)
- Speed trim (hız ayarı)
- Mach trim (mach ayarı “mach= uçak hızının ses hızına oranı”)

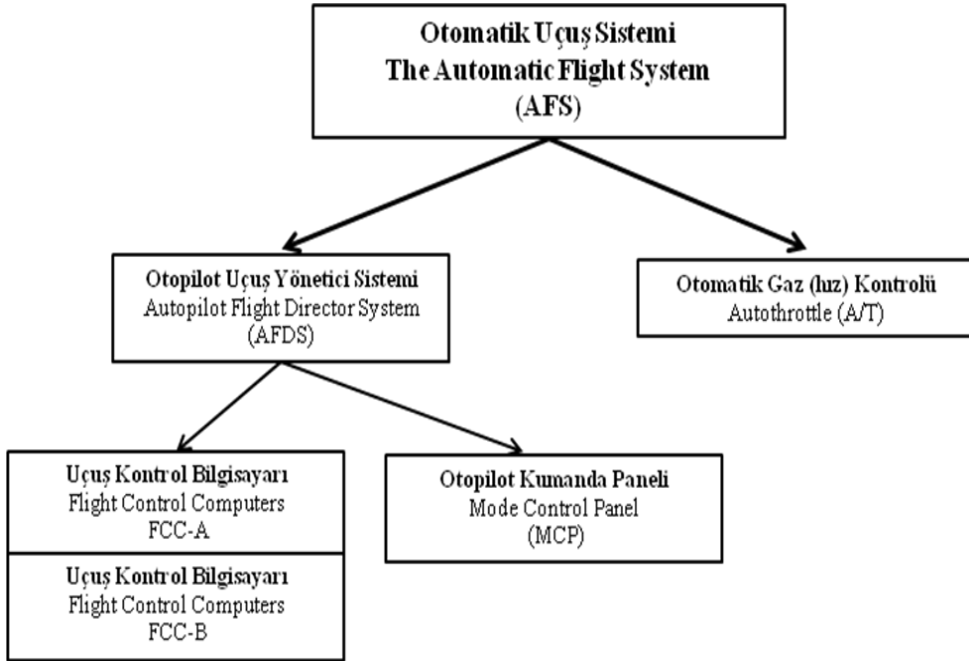


Şekil 1.1: Uçuş kontrol prensibi

## 1.2. Otomatik Uçuş Sistemini Oluşturan Komponentler

Otomatik uçuş sistemleri iki temel bölümden oluşur. Bunlar;

- Otopilot uçuş yönetici sistemi (Autopilot Flight Director System - AFDS)
- Otomatik gaz (hız) kontrol sistemi (Autothrottle - A/T)dir.



Şekil 1.2: Otomatik uçuş sistem elemanları blok diyagramı

### 1.2.1 Autopilot –(oto pilot)

Her uçuşun, uçuş öncesi yapılmış bir planı vardır. Bu planın aşamaları, mevcut veriler ( hız, irtifa vs.), rota, kalkış yerinden, gidilecek alana olan uzaklık gibi bilgiler pilotlar tarafından, çok amaçlı kontrol ve gösterge ünitesi (Multifunction Control and Display Units-MCDUs) üzerinden, (FCC) bilgisayarlara yüklenir. Kalkıştan sonra sistem devreye alındığında, bilgisayarlar uçak üzerindeki air data, pitot-statik sistem, radar altimetre, gibi

çeşitli elektrik-elektronik donanımların verdiği geri besleme sinyallerini kullanarak uçağın hızı, yüksekliği, pozisyonu, gittiği yön gibi mevcut durumları saptar. Bu bildirimler, uçuş planı ile karşılaştırılır ve buna göre gerekli hesaplar yapılır. Çıkan sonuca göre sistem bir pilot gibi davranarak gerekli müdahaleleri yaparak uçuşun planlandığı şekilde sürdürülmesini sağlar. Bu sistemin kontrolünde uçak tırmanabilir, düz uçabilir, iniş yapılan alanın teknik yeterliği olması halinde iniş de yapabilir. Pilot inişten hemen sonra kumandayı ele alır.

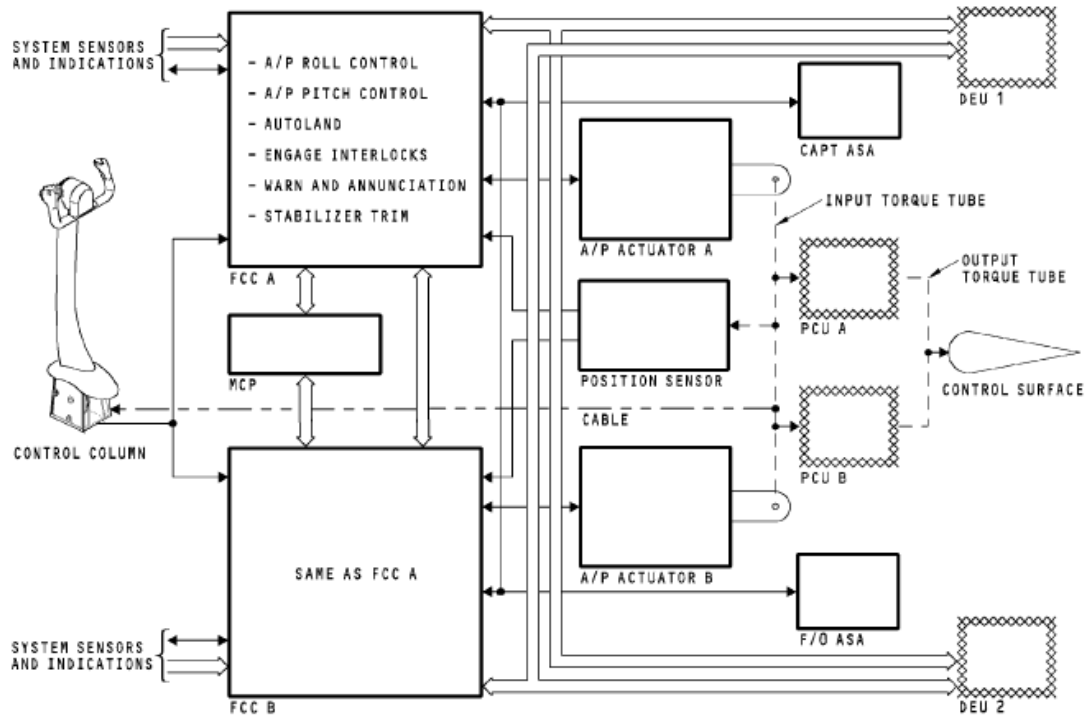
Oto pilotun aktif olduğu bu durumları aşağıdaki gibi belirtebiliriz:

- Climb (tırmanma, yükselme)
- Cruise (düz uçuş)
- Descent (alçalma)
- Approach ( inişe yaklaşma)
- Go-around (uçağın inişten vazgeçip pas geçmesi)
- Flare (iniş öncesi, tekerlekler yere değmeden az önceki pozisyon)

Şekil 1.3’de otomatik uçuş sisteminin işleyişi blok şema şeklinde verilmiştir. FCC A-FCC B sensör, actuator ve indikatörlerden gelen dataları kullanarak otomatik uçuş için gerekli görevleri yerine getirir.

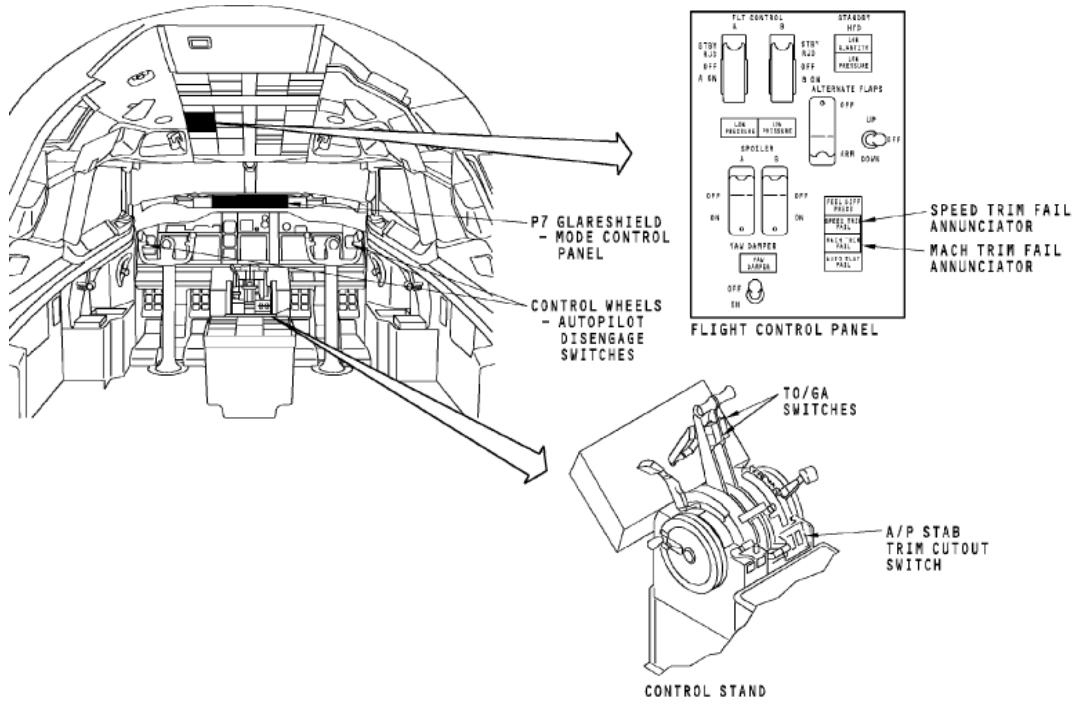


**Resim 1.1: FCC (flight control computer) görünümü**



DFCS - FUNCTIONAL DESCRIPTION - AUTOPILOT CONTROLS

Şekil 1.3: Otomatik uçuş sistemi blok şeması



DFCS - FLIGHT COMPARTMENT COMPONENT LOCATION

Şekil 1.4: Otomatik uçuş sistem komponentlerinin, uçuş kompartımanındaki yerleşimi

## 1.2.2. Flight Director

FCC'ye, birkaç sistemden bilgi gönderilir ( CDS'den kılavuz pilotlarla). Kılavuz pilotlar CDS (common "ortak" display system)'de MCP üzerinden uçuşu yönlendirebilir.

Uçuş planı doğrultusunda uçuş kontrolü yapılır.

## 1.2.3. Altitude Alert

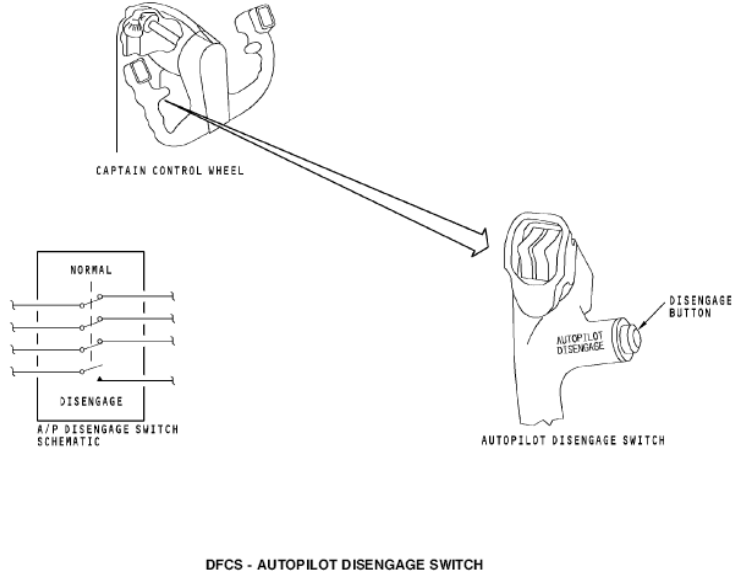
FCC uçuş planı çerçevesinde ayarlanan yüksekliğin altına inildiğinde pilotu sesli olarak ve görsel olarak uyarır.

## 1.2.4. Speed Trim

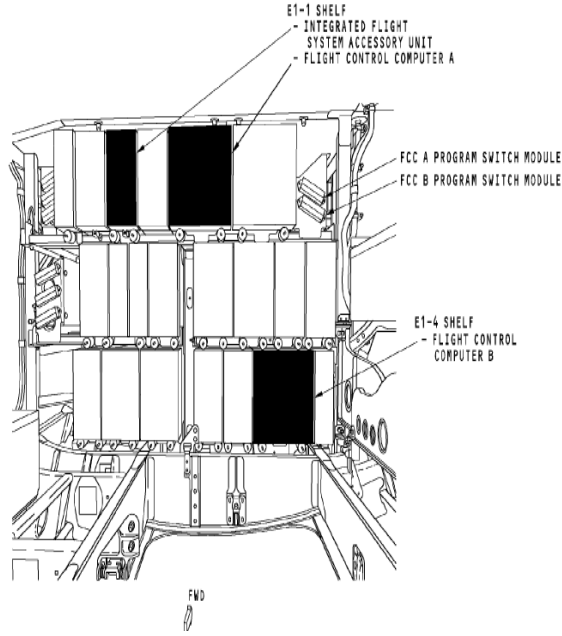
Uçağın hava hızı fazla ise ve ya da az ise motor gücünü kontrol ederek uygun hıza ayarlar. Pilotların girdiği uçuş planı doğrultusunda hız kontrolü yapar.

## 1.2.5. Mach Trim

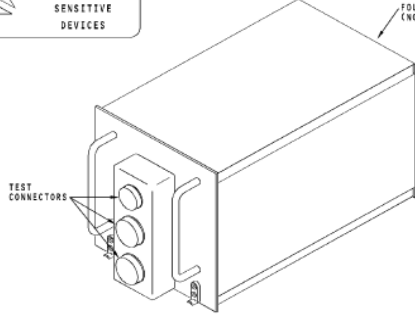
Oto pilot, mach süratini otomatik olarak ayarlar. Uygun mach oranı 0.615'tir. Bu oranın üstüne çıktığı zaman hızı azaltarak bu oranın altına iner.



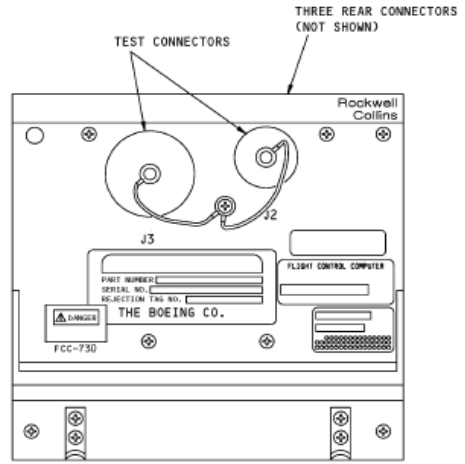
Şekil 1.5: Oto pilot ayrılma düğmesi ve anahtarı (kaptan kontrol direksiyonu)



Şekil 1.6: Otomatik uçuş sistem komponentlerinin (E/E) elektronik kompartmandaki yerleşimi

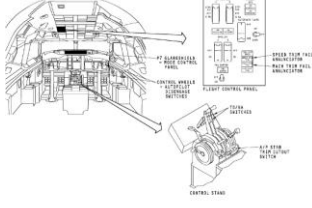
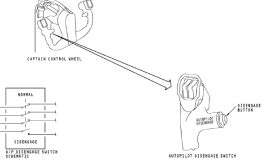
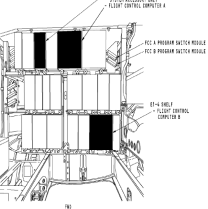
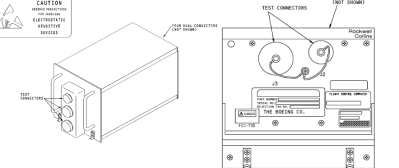


DFCS - FLIGHT CONTROL COMPUTER - PHYSICAL DESCRIPTION



Şekil 1.7: Uçuş kontrol bilgisayarının ön ve arka görünüşleri

## UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Uçuş kompartımanındaki FMCS cihazları ile ilgili panelleri bulunuz.</p>  <p>SPIC3 - 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>➤ Pilot kontrol direksiyonu üzerindeki Autopilot switch'ini ve anahtarını bulunuz.</p>  <p>SPIC3 - AUTOPILOT DEBRUNGE SWITCH</p>	<p>➤ İşlerinizi teknisyen gözetiminde gerçekleştiriniz.</p>
<p>➤ Elektronik kompartımanında FCC komponentini bulunuz.</p>  <p>SPIC3 - FCC COMPONENT LOCATION</p>	
<p>➤ FCC komponenti üzerindeki connector, switch ve yazılı etiketleri inceleyiniz.</p>  <p>SPIC3 - FCC COMPONENT PHYSICAL DESCRIPTION</p>	



## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Çalışma ortamınızı faaliyete hazır duruma getirdiniz mi?		
2. Kullanacağınız araç gereci uygun olarak seçtiniz mi?		
3. Uçuş kompartımanındaki FMCS cihazları ile ilgili panelleri buldunuz mu?		
4. Pilot kontrol direksiyonu üzerindeki Autopilot switchini ve anahtarını buldunuz mu?		
5. Elektronik kompartımanında FCC komponentini buldunuz mu?		
6.		
7. FCC komponenti üzerindeki connector, switch ve yazılı etiketleri incelediniz mi?		
8.		
9. Kullandığınız malzemeleri tam ve sağlam olarak teslim ettiniz mi?		
10. Çalışma ortamınızı temizleyip, düzenlediniz 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. Aşağıdakilerden hangisi (DFCS) sisteminin görevlerinden değildir?  
A) Autopilot (oto pilot)  
B) Flight director (uçuş yöneticiliği)  
C) Speed trim (hız ayarı)  
D) Altitude trim
2. SUBSONİK uçaklar için uygun MACH oranı aşağıdakilerden hangisidir?  
A) 0-0,75  
B) 0,75-1,2  
C) 1,2-5  
D) 5
3. HİPERSONİK uçaklar için uygun MACH oranı aşağıdakilerden hangisidir?  
A) 0-0,75  
B) 0,75-1,2  
C) 1,2-5  
D) 5
4. Thrust nedir?  
A) Uçağın ağırlığı  
B) Motor gücü  
C) Havanın direnci  
D) Kaldırma kuvveti
5. Atmosfer tabakalarının yere olan uzaklığına göre yakından uzağa doğru sıraladığımızda aşağıdakilerden hangisi doğrudur?  
A) Troposphere-Stratosphere-Mesosphere-Thermosphere-Exosphere  
B) Exosphere-Thermosphere-Mesosphere-Stratosphere-Troposphere  
C) Exosphere-Troposphere-Mesosphere-Thermosphere-Stratosphere  
D) Troposphere-Thermosphere-Mesosphere-Stratosphere-Exosphere

## 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

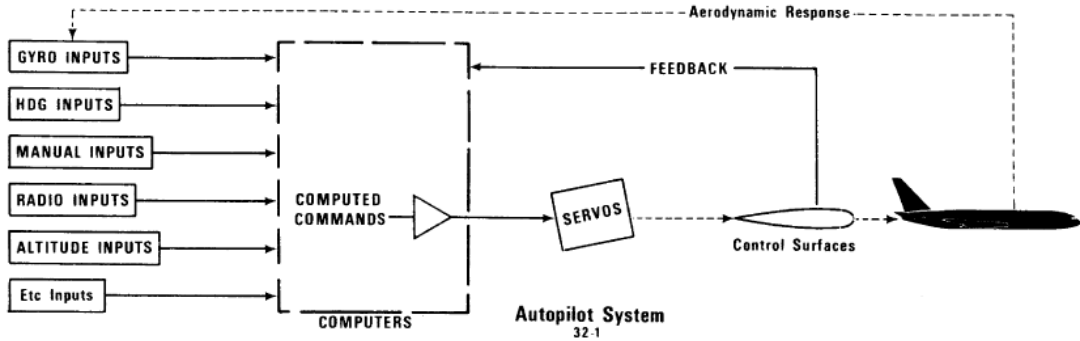
ATA 22'ye uygun olarak kontrol sinyallerini test edebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

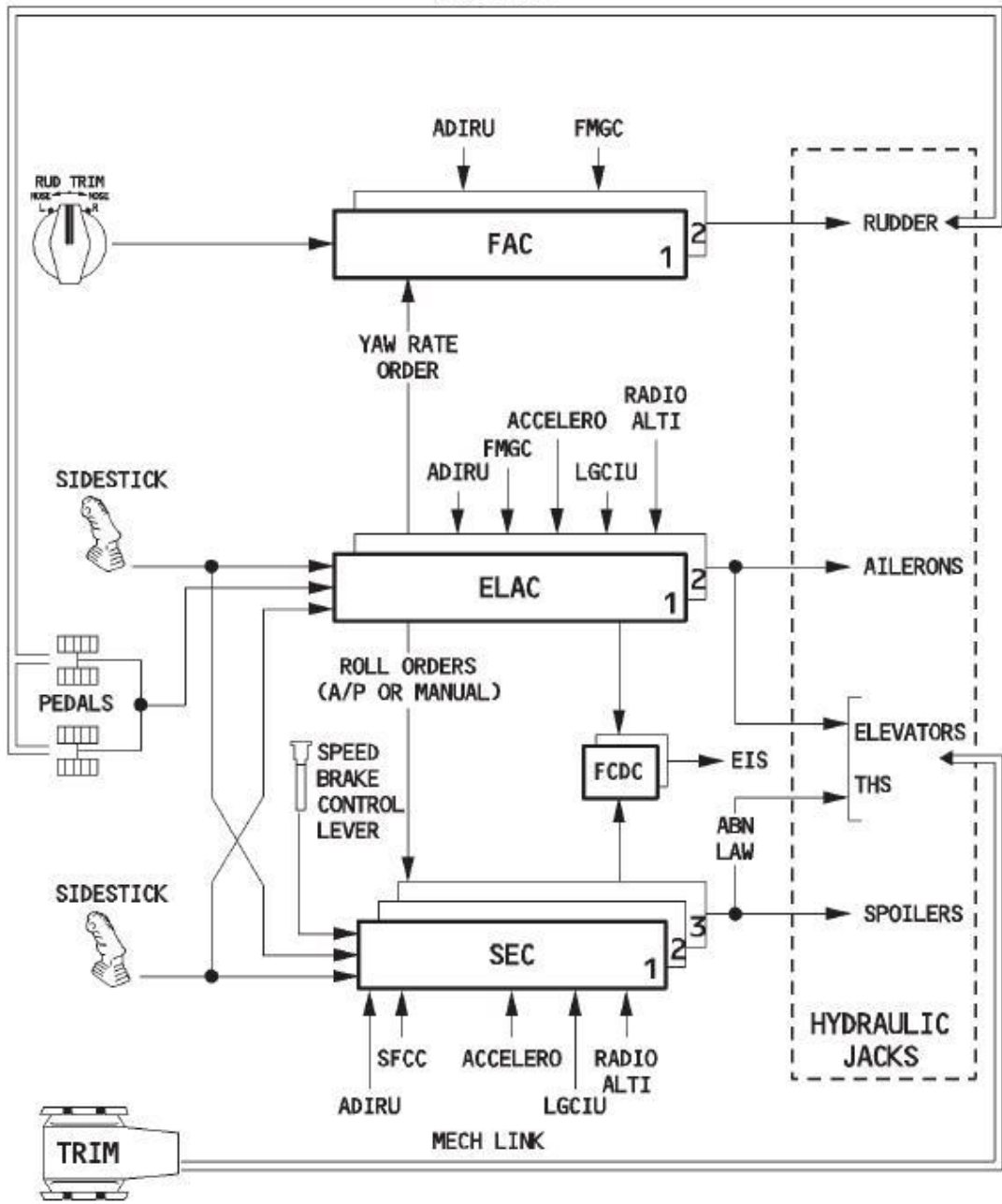
- Uçaklarda bulunan bilgisayarın kullanılma amacına göre çeşitlerini araştırınız.
- Araştırma sonuçlarınızı arkadaşlarınızla paylaşınız.

## 2. KONTROL SİNYALLERİNİN İŞLENMESİ

Otomatik uçuş sistemi içerisinde çeşitli kaynaklardan gelen kontrol sinyalleri, sistemin ilgili bilgisayarlarında işlenerek elde edilen elektrik sinyali, servo, actuator gibi elemanlar ile harekete dönüştürülerek uçuş kumanda yüzeylerinin kontrolü sağlanır.



Şekil 2.1: Kontrol sinyallerinin işlenerek kontrol yüzeylerine iletilmesi



**Şekil 2.2: Kontrol sinyalleri ve kumanda komutlarının işlenerek kontrol yüzeylerine uygulanması**

Uçakları pitch ekseninde, arka kuyruk kısmında bulunan elevatörler ve Trimmable Horizontal Stabilizer'ler (THS) kontrol eder. İrtifa-yükseklik dümeni olarak da isimlendirilen elevatörler, uçağa yunuslama hareketi yaptırarak uçağın yükselip alçalmasını sağlar. Trimmable Horizontal Stabilizer'ler (THS) ise genellikle, yük ve yolcu durumu nedeniyle değişen ağırlık merkezini sağlamak amacıyla kullanılır. Her iki elemanın, değişik

uçaklarda birbirinden farklı burun aşağı ve burun yukarı maksimum sapma açıları mevcuttur. Normal çalışmada komut ister sidestick'ten, ister A/P'den gelsin, elevatörler ve Trimmable Horizontal Stabilizer'leri harekete geçirecek hidrolik sistemleri (gren) ve elektrik motorlarını ELAC2 bilgisayarı belirlenen sıraya göre yönlendirir. ELAC1, ELAC2'de veya hidrolik sistemde herhangi bir problem olması durumunda onun yedeği olarak devreye girer. Mavi (gren) hidrolik sistem ve N2 motoru aracılığı ile elevatörler ve Trimmable Horizontal Stabilizer'leri harekete geçirerek kontrol eder. Hem ELAC1 hem de ELAC2 de sorun oluşması durumunda, sistem pitch kontrolünü SEC1 veya SEC2 üzerinden yapar. Uçakların roll eksenindeki yatış hareketini kanatçık olarak da isimlendirilen eleronlar (ailerons) sağlar. Her iki kanatta en az birer adet bulunan eleronlar, iki kanatta birbirine ters olarak çalışır. Yüksek hızlarda genellikle kanadın üst yüzeyinde bulunan spoilerler, hava akımını karıştırarak yatış hareketinde eleronlara yardımcı olmak amacıyla devreye girer.

Eleronların maksimum hareket açısı uçak modellerine göre değişebilir. ( $20^{\circ} - 25^{\circ}$  gibi) Spoilerlerin de maksimum hareket açısı uçak modellerine göre değişmekle ( $30^{\circ} - 35^{\circ}$  gibi) birlikte, bir uçağın kanatlarındaki spoilerlerin de esneme açıları birbirinden farklı olabilmektedir. Normal çalışmada komut ister sidestick'ten, ister A/P'den gelsin, eleronlar normal olarak ELAC1 üzerinden hareket ettirilir. ELAC2 diğerinin yedeğidir. Genellikle ikisi arasındaki transferi sistem otomatik olarak yapar. SEC1-2-3 bilgisayarları da spoilerleri kontrol eder. SEC'lerden herhangi birinde arıza olursa, o bilgisayarın kontrol ettiği spoiler otomatik olarak ilk konumuna geri döner. Pilotlar, pedallar vasıtası ile rudder'ı mekanik olarak da kontrol edebilir. Yaw damping ve dönüş koordinasyonunun fonksiyonları otomatiktir. ELAC bilgisayarları pilot ya da A/P'dan aldığı kontrol komutlarını dönüş koordinasyonu için değerlendirerek FAC bilgisayarlarına aktarır. Rudder'ı paralel çalışabilen 3 adet bağımsız hidrolik servojack harekete geçirir. Otomatik çalışmada (yaw damping turn coordination) yeşil (G-green) servo actuator, her üç servojack'i sürer. Yeşile senkronize olan sarı (Y-yellow) actuator, yeşilin yedeği konumundadır.

Uçağın algılanan pozisyonuna göre rudder'ı trim etme amacı ile elektrik motorları kullanılır. Normal koşullarda 1 nu.lı motor, FAC1 tarafından kontrol edilerek trim işlemi gerçekleştirilir. FAC2 ve 2 nu.lı motor da onların yedeğidir. Manual uçuşta pilot genellikle pedestal'de bulunan bir switch vasıtası ile rudder trim işlemi yapar. Yine bir buton aracılığı ile rudder trimi normal konumuna alarak sıfırlayabilir. Uçak oto pilot kontrolünde uçarken uçuş yönetici bilgisayarı rudder trim isteklerini kontrol ederek değerlendirir. Bu durumda rudder trim svici ve trim reset butonu devre dışıdır, komut almaz.

## UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Elektronik kompartımanındaki FAC bilgisayarlarını bulunuz. Bilgi sinyallerinin girişini, kontrol kumanda sinyallerinin çıkış bağlantılarını inceleyiniz.</li><li>➤ Elektronik kompartımanındaki ELAC bilgisayarlarını bulunuz. Bilgi sinyallerinin girişini, kontrol kumanda sinyallerinin çıkış bağlantılarını inceleyiniz.</li><li>➤ Elektronik kompartımanındaki SEC bilgisayarlarını bulunuz. Bilgi sinyallerinin girişini, kontrol kumanda sinyallerinin çıkış bağlantılarını inceleyiniz.</li><li>➤ Bilgisayarların üzerindeki connector, switch ve yazılı etiketleri inceleyerek not alınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Gerekli güvenlik önlemlerini mutlaka alınız.</li><li>➤ Yanınızda mutlaka deneyimli bir uçak teknisyeni bulunmalıdır.</li><li>➤ Teknisyeninin telkinlerine mutlaka uyunuz.</li><li>➤ İşlerinizi teknisyen gözetiminde gerçekleştiriniz.</li></ul>

### KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Çalışma ortamınızı faaliyete hazır duruma getirdiniz mi?		
2. Kullanacağınız araç gereci uygun olarak seçtiniz mi?		
3. Elektronik kompartımanındaki FAC bilgisayarlarını incelediniz mi?		
4. Elektronik kompartımanındaki ELAC bilgisayarlarını incelediniz mi?		
5. Elektronik kompartımanındaki SEC bilgisayarlarını incelediniz mi?		
6. Bilgisayarların üzerindeki connector, switch ve etiketleri incelediniz 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 cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

1. Uçaklar yunuslama hareketini ..... sayesinde yapar.
2. Normal çalışmada elevatörleri ..... bilgisayarı yönlendirir.
3. Normal çalışmada eleronları ..... bilgisayarı yönlendirir.
4. Spoilerler ..... bilgisayarları ile kontrol edilir.
5. Rudder dönmeye komutunu veren bilgisayar..... bilgisayarıdır.

### 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

ATA 22'ye uygun olarak çalışma modlarını analiz edebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Uçuş kontrol sistemleri hakkında *İnternet*'te araştırma yapınız.
- Kütüphaneleri araştırarak yazılı doküman araştırması yapınız.
- Bulduğunuz doküman ve verileri özetleyerek bir rapor hâline getiriniz.
- Hazırladığınız raporu arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

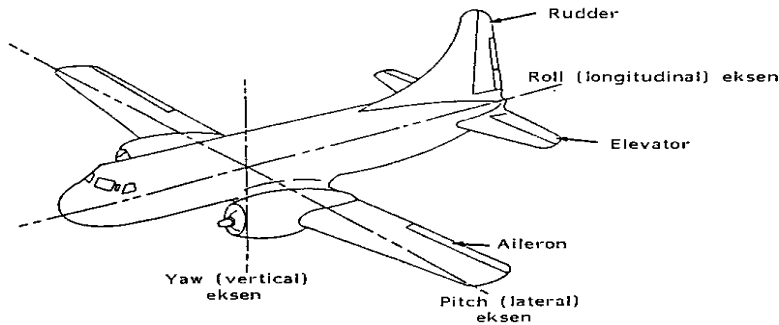
## 3. ÇALIŞMA MODLARI

Uçak eksenleri: Bir uçak, uçuş esnasında tüm hareketlerini üç ayrı eksen üzerinde yapar. Bu eksenler birbirlerine  $90^\circ$  açı yapar ve longitudinal eksen, lateral eksen, vertical eksen olarak isimlendirilir.

Longitudinal (roll hareketlerinin yapıldığı) eksen: Uçağın burnu ile kuyruk konisini birleştiren hayali hattır. Uçağın sağa ve sola yatış hareketleri bu eksen üzerinde olur.

Lateral (pitch hareketlerinin yapıldığı) eksen: Uçağın iki kanat ucunu birleştiren hayali hattır. Uçağın burun aşağı ve yukarı hareketleri bu eksen üzerinde olur.

Vertical (yaw hareketlerinin yapıldığı) eksen: Yukarıda bahsedilen bu iki eksene  $90^\circ$  dik, uçağı üstten alta doğru delen eksendir. Uçağın yönünün belirlenmesini sağlayan sağa ve sola dönüş hareketleri bu eksen üzerinde olur.



Şekil 3.1: Uçuş eksenleri



Uçağın uçuşu sırasında yönünün belirlenmesi, sağa veya sola yatışının ve burun aşağı veya yukarı hareketlerinin sağlanması; uçağın tipi ve büyüklüğüne göre uçak üzerine bağlanmış ana ve yardımcı uçuş kumandaları ile sağlanır. Uçağın hava içindeki hareketlerini üç ana grupta inceleyeceğiz. Bunlar;

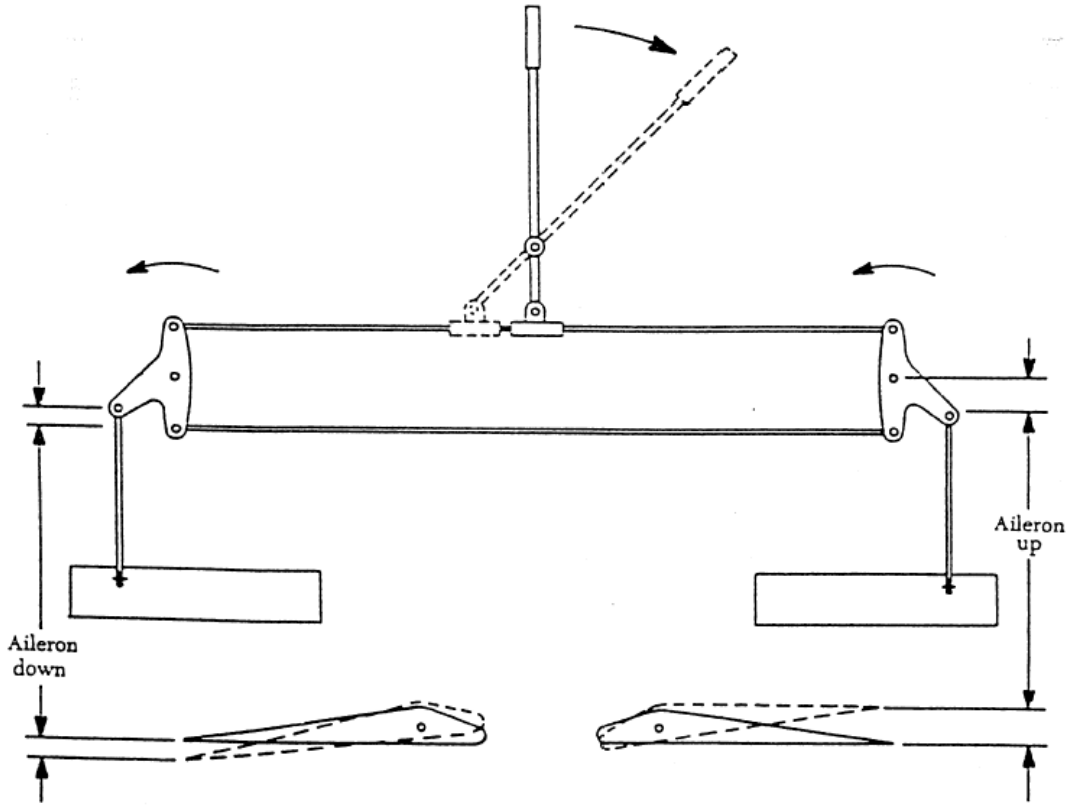
- Roll kanal
- Pitch kanal
- Yaw kanal

### 3.1. Roll Kanal

Uçağın roll kontrolü yani sağa ve sola yatışları her bir kanadın firar kenarında bulunan “aileronlar” ile sağlanır. Aileron'lara, pilot kabininde bulunan her iki pilot kumanda volanlarının sağa veya sola döndürülmesi ile kumanda edilir. Aileron kumanda volanının sağa döndürülmesinde, sağ aileron'un firar kenarı yukarı, sol “aileron”un firar kenarı ise aşağı doğru hareket eder. Sağ “aileron”un firar kenarının yukarı hareketi; kanat ile beraber alt tarafta bir kamburluk oluşturur. Diğer bir deyimle kanat airfoil şekli değiştirilmiş olur. Airfoil üzerinde kaldırma kuvvetinin elde edilmesinden hatırlayacağımız gibi kamburluk kanat altından akan hava filelerinin hızını arttıracak dolayısıyla basınç düşecektir.

Kanat üzerinde ise hava hızında bir değişme olmayacağından basınç yaklaşık ortam basıncına eşit olacaktır. İşte aileron ile kanadın beraberce oluşturacakları alanda meydana gelen bu basınç farkı ile oluşan kuvvet kanat üzerinde meydana gelen kaldırma kuvvetine karşı bir güç oluşturur. Bu nedenle kanat kaldırma kuvveti azalır. Azalan kanat kaldırma kuvveti nedeniyle kanadın roll eksenini etrafında hareket başlar ve sağ kanat aşağı doğru hareket eder.

Kısacası kumanda volanı ile verilen yatış kumandası, her iki kanattaki “aileron”ların birbirlerine ters olarak çalışmalarını sağlar. Bu çalışma da kanatların kaldırma kuvvetlerini etkileyerek uçağın roll eksenini etrafında sağa ve sola yatışlarını sağlar. Böylece roll kontrolü elde edilmiş olur.

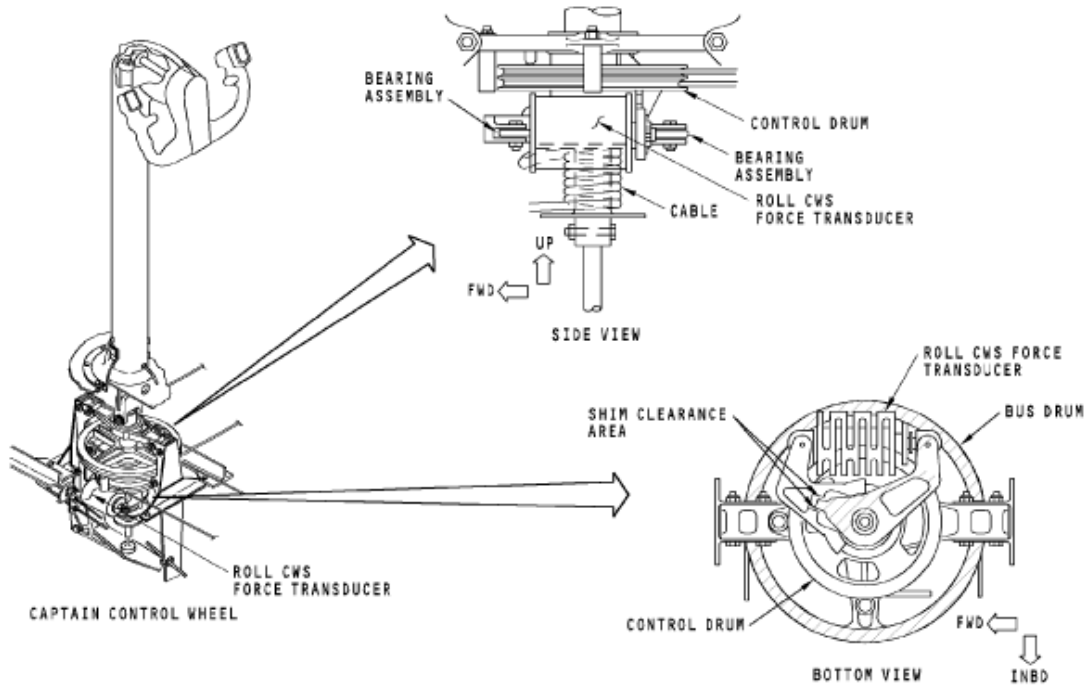


**Şekil 3.2: Roll kontrol**

Bazı uçaklarda iç ve dış olmak üzere her bir kanatta iki adet aileron bulunur. Uçağın düşük hızlarında her iki aileron birlikte kullanılarak uçağın roll kontrolü etkin olarak sağlanır. Uçağın yüksek hızlarında ise dış "aileron"lar kilitlenerek nötr pozisyonunda kalır. Bu durumda uçağın roll kontrolü sadece iç aileronlar ile sağlanır.

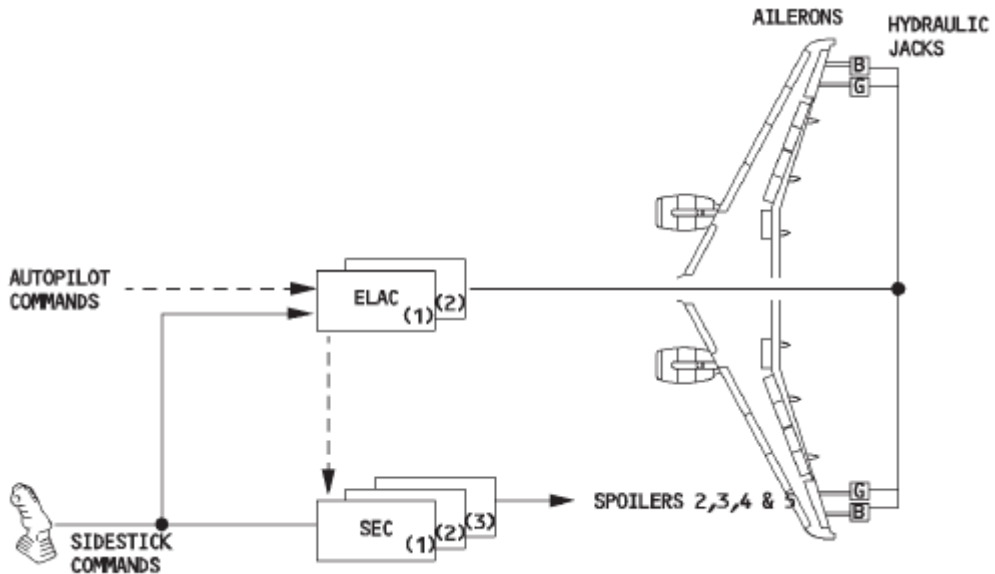
Uçakların roll kontrolü kanatların kaldırma kuvvetlerinin artırılması veya azaltılması ile sağlandığına göre yatış yapılacak taraftaki kanat kaldırma kuvveti ne kadar azaltılırsa yatış o kadar çabuk ve etkili olur. Uçakların kanatlarındaki kaldırma kuvvetlerini azaltmak için "spoiler"ler kullanılır. Normal durumlarda kanat üst yüzeyini oluşturan "spoiler"lerin açılmaları ile oluşturdukları açılmal pozisyon kanat üzerinden akan hava filelerinin akışını bozarlar ve kanat kaldırma kuvvetinin azalmasına neden olur.

"Aileron"larla uçağa yatış kumandası verildiği zaman yatış yapılan taraftaki kanat üzerinde bulunan spoiler'ler açılır, diğer kanattakiler kapalı kalır. "Spoiler"i açılan kanattaki bozulan kaldırma kuvveti uçağın yatışına yardımcı olur.



DFCS - ROLL CWS FORCE TRANSDUCER - LOCATION

Şekil 3.3: DFCS ROL CWS (Kontrol dümen tekerleği) transduseri



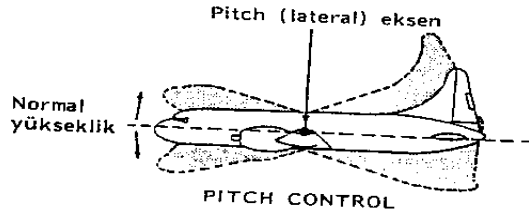
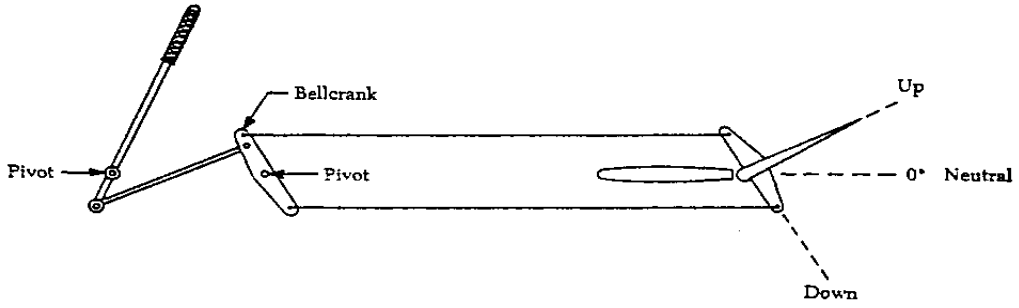
3.4: Yatış komutlarının kumanda yüzeylerine iletim kanalları

Şekil

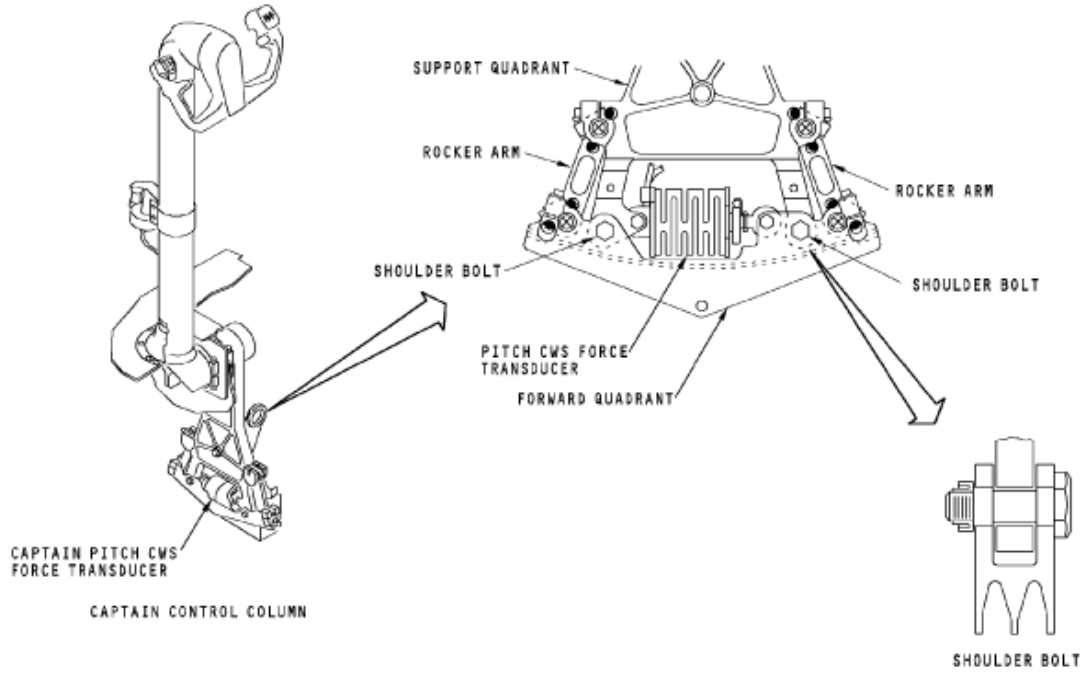
### 3.2. Pitch Kanal

Uçağın pitch eksenini etrafındaki burun aşağı ve yukarı hareketleri elevatorler ile sağlanır. Elevatorler, uçağın yatay stabilizasyonunun firar kenarındadır.

Pilot kabininde bulunan her bir levyenin ileri ve geri hareket ettirilmesi ile elevatorlerin firar kenarları aşağı ve yukarı hareket eder. Elevator'lerin yatay stabilizeyle açısı yapması altta ve üstte kamburluk oluşumuna neden olur. Daha önceden öğrendiğimiz gibi hava filelerinin hızı kamburluğun olduğu tarafta daha fazla, basıncı ise daha azdır. Bu basınç farklılığı ile yatay stabilizasyon üzerinde meydana gelen kuvvet uçağı burun aşağı ve yukarı hareket ettirir.

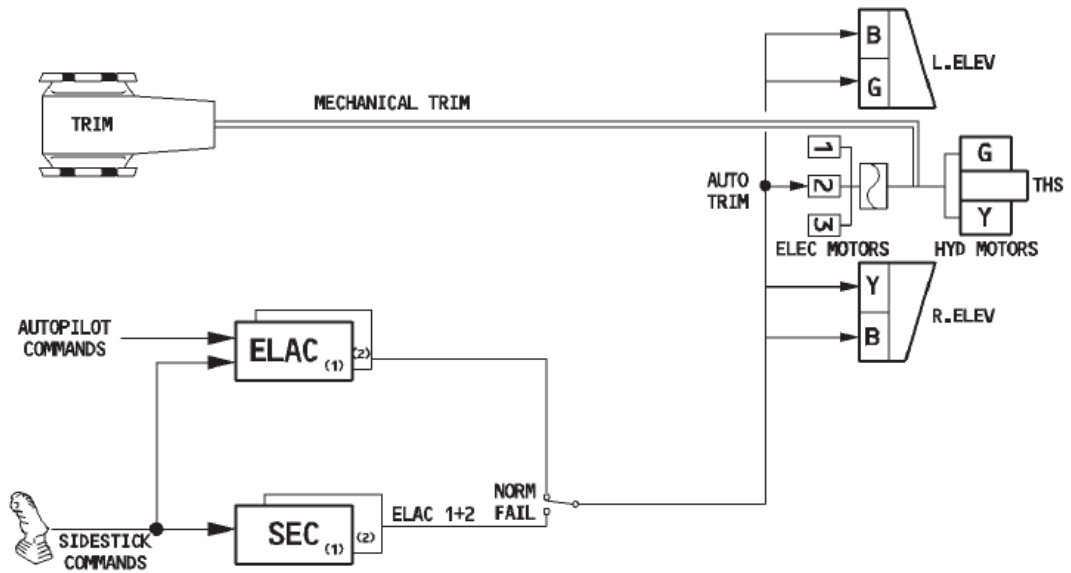


Şekil 3.5: Pitch kontrol



DFCS - PITCH CWS FORCE TRANSDUCER - LOCATIONS

Şekil 3.6: DFCS Pitch CWS güç transduseri

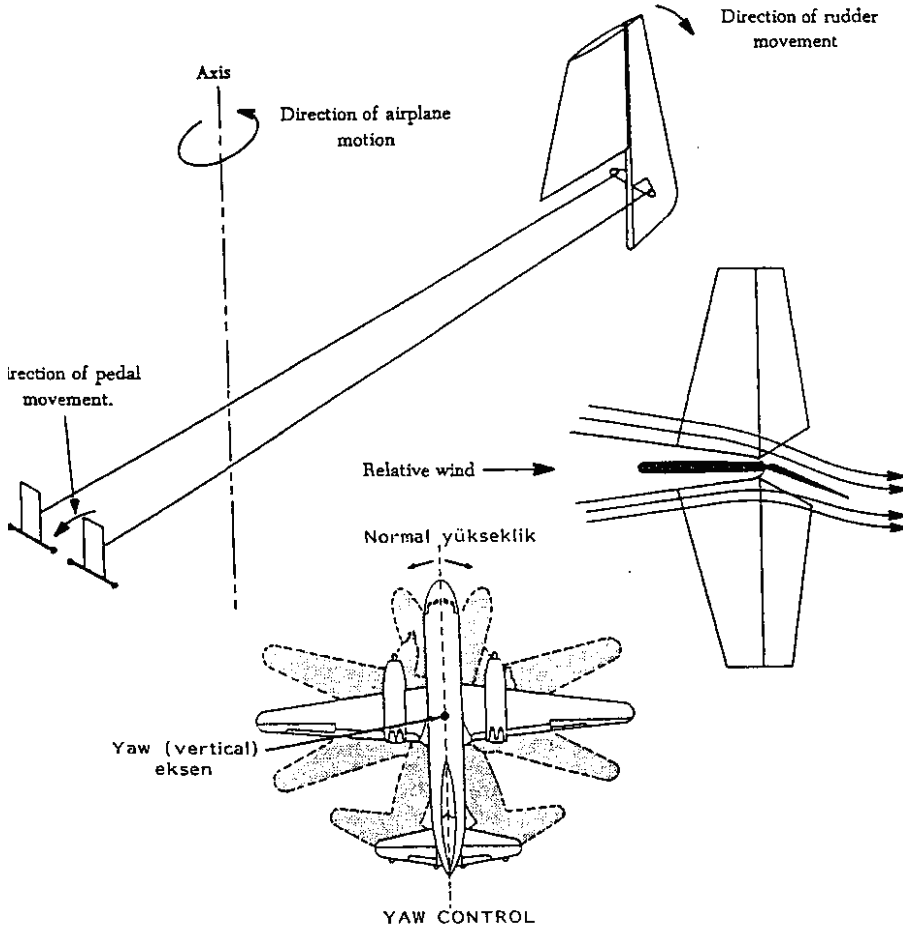


Şekil 3.7: Yunuslama komutlarının kumanda yüzeylerine iletim kanalları

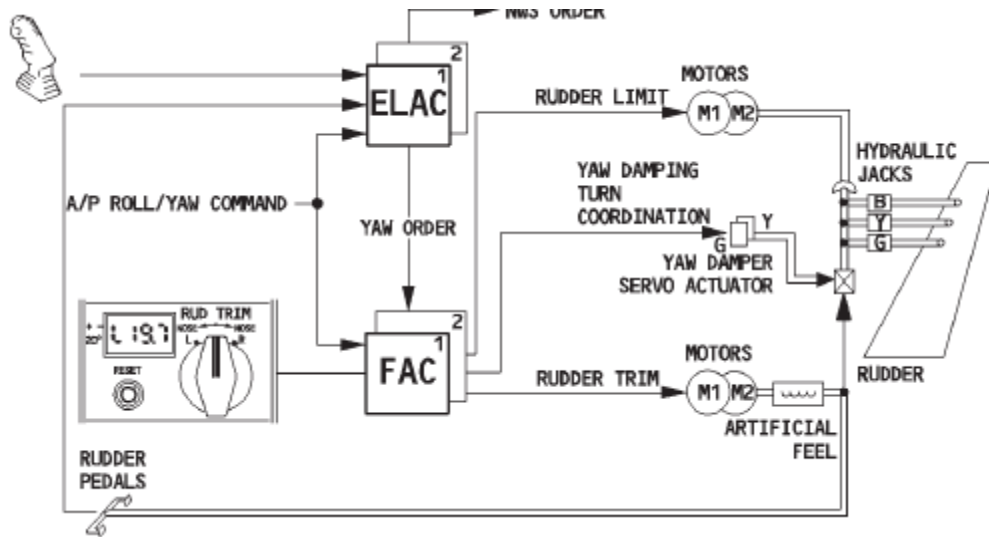
### 3.3. Yaw Kanal

Uçağın yaw eksenini etrafındaki sağa ve sola dönüş hareketleri dikey stabilizinin firar kenarında bulunan rudder ile sağlanır. "Rudder"ün sağa ve sola hareketleri pilot kabininde bulunan her bir pilota ait birer çift pedal ile sağlanır. İki pedal çiftinden birini kullanarak kumanda edildiğinde pedalin birinin ileri gittiği, diğerinin ise geri geldiği görülür.

"Rudder"ün dikey stabilizer ile yapmış olduğu kamburluk iki tarafta basınç farklılığı yaratır. Bu basınç farklılığı uçağın sağa veya sola dönmesini sağlar. Böylece uçağın yönü değişir.



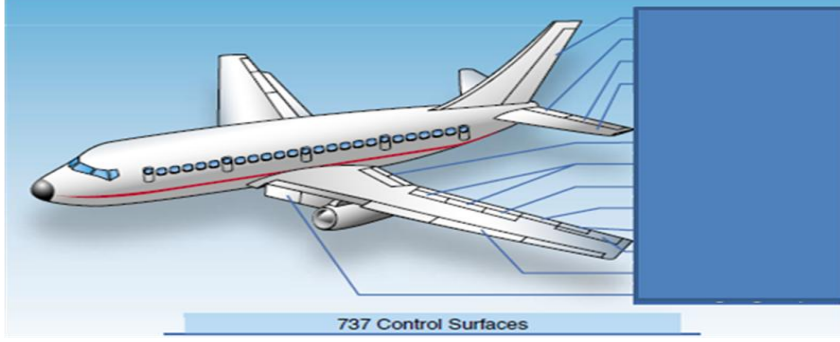
Şekil 3.8: Yaw kontrol



Şekil 3.9: Sapma komutlarının ruddera iletim kanalları

## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda verilen uçakta bulunan kumanda yüzeylerini, kutuda gösterilen yere yazınız.



İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Roll hareketini sağlayan aileronları bularak çalışmasını inceleyiniz.	➤ Gerekli güvenlik önlemlerini mutlaka alın.
➤ Pitch hareketini sağlayan elevatorleri bularak çalışmasını inceleyiniz.	➤ İşlerinizi yetkili teknisyen gözetiminde gerçekleştiriniz.
➤ Yaw hareketini sağlayan rudder komponentleri uçakta yerlerini bularak yakından inceleyiniz.	

### KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2. Roll hareketini sağlayan aileronları bularak çalışmasını incelediniz mi?		
3. Pitch hareketini sağlayan elevatorleri bularak çalışmasını incelediniz mi?		
4. Yaw hareketini sağlayan rudder komponentleri uçakta yerlerini bularak yakından incelediniz 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. Uçağa roll hareketini hangi komponent verir?  
A) Rudder  
B) Spoilers  
C) Aileron  
D) Elevator
2. Uçağa pitch hareketini hangi komponent verir?  
A) Rudder  
B) Spoilers  
C) Aileron  
D) Elevator
3. Uçağa yaw hareketini hangi komponent verir?  
A) Rudder  
B) Spoilers  
C) Aileron  
D) Elevator

**Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.**

4. Pilot kabininde bulunan her bir levyenin ileri ve geri hareket ettirilmesi ile ..... firar kenarlarının aşağı ve yukarı hareket eder.
5. Uçuş sırasında meydana gelen dış kuvvetlerle uçağın dengesinin bozulması hâlinde, uçağın kendi kendine dengesini sağlamasıdır. Buna ..... denir.
6. Uçağın ..... dengesi uzun gövde yapısı, dikey stabilizer ve "ok" açılı kanatlar ile sağlanır.

### 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

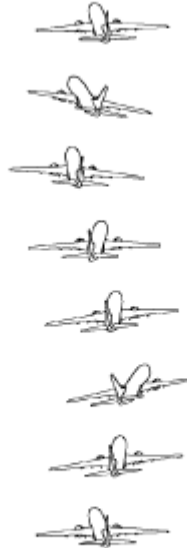
ATA 22'ye uygun olarak yaw damperleri analiz edebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Yaw damper hakkında *İnternet*'te araştırma yapınız.
- Kütüphaneleri araştırarak yazılı doküman araştırması yapınız.
- Bulduğunuz doküman ve verileri özetleyerek bir rapor hâline getiriniz.
- Hazırladığınız raporu arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

## 4.YAW DAMPERLER

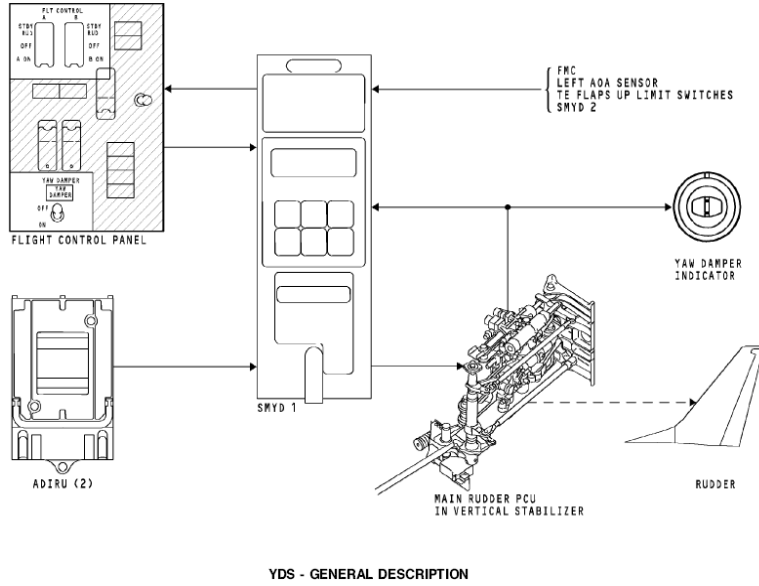
Yaw damper uçağın, uçuş planı sırasında uçağın yaw (dikey) ekseninde sapma olması durumunda devreye girerek rudder'leri kontrol ederek uçağın dengede kalmasını sağlayan oto uçuş sistemidir. Yaw damper dutch roll karakteristiğine sahip uçaklarda uçağın dutch rolla girmesini engelleyen bir sistemdir.



Şekil 4.1: İstenmeyen yaw hareketi (Dutch roll, Turbulence)

Dutch roll ise uçağın stabilitesi ile ilgilidir. Uçaklarda directional stability ve lateral stability karakteristikleri çok önemlidir. Eğer uçağınızın directional stabilitesi lateral

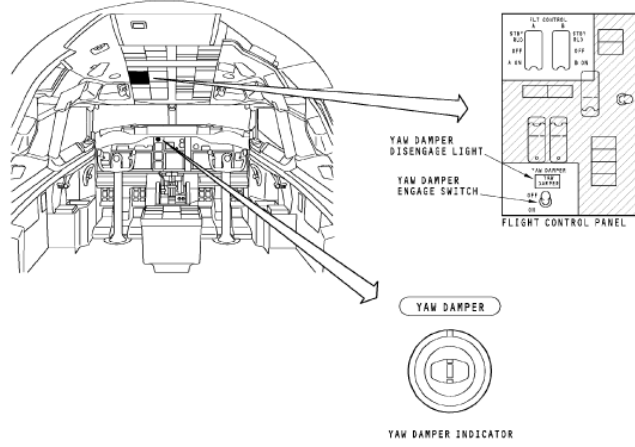
stabilitesine göre daha fazla ise uçağınızın spiral instabilite eğilimindedir. Eğer uçağınızın lateral stabilitesi directional stabilitesinden daha fazla ise uçağınız dutch roll karakteristiğine sahiptir. Yani, uçağınız irtifada uçarken herhangi bir şekilde (türbülans, wind shear...) headingi veya roll'u değişirse bu durumda uçağınızın kuvvetli lateral stabilitesinden dolayı aşağıya düşen kanat tekrar yukarı kalkacak ve kanatlar level olduktan sonra öbür kanat aşağı düşecek, bu sefer bu kanat yukarı kalkacak, bu bir salınım hareketi şeklinde devam eder. Bu salınımı pilotun levye direksiyon ile engellemesi de oldukça zordur. Modern airliner uçakları desiglnarı dolayısıyla hafif dutch roll eğilimlidir. Bundan dolayı yaw damper sistemleri ile donatılır. Uçaklarla yapılan deneyler neticesinde dutch roll un hangi frekans aralıklarındaki roll hareketlerinden kaynaklandığı tespit edilir ve uçağın roll hareketleri bir filtreden geçirilerek dutch roll karakteristiği içindeki hareketleri yaw damper sistemi aksi rudder kumandası vererek çok hassas bir şekilde sönümler.



Şekil 4.2: Yaw damperin genel prensibi

Yaw damper sistemine ait komponentler şunlardır:

- Yaw damper bağlantı anahtarı
- Yaw damper bağlantı ışığı
- Stall İdare Yaw damper (SMYD) (Stall uçağın havada tutunabilme yeteneğini kaybetmesi)
- Selenoid valf (Main rudder PCU)
- Elektrohidrolik servo valfi (Main rudder PCU)
- LVDT (Main rudder PCU)



YDS - FLIGHT COMPARTMENT COMPONENT LOCATION

Şekil 4.3: Yaw damper komponentlerinin uçuş kompartımanındaki yerleşimi



Resim 4.1: Yaw damper anahtarı ve ışığı

#### 4.1. Yaw Damper Bağlantı Anahtarı ve Bağlantı Işığı

Uçuş kontrol panelindeki yaw damper sistemi ile bağlantı kurulmasını sağlar. P5 panelinde bulunur. (Resim 4.3) Yaw damper sistemi ile bağlantı kurulmak istendiğinde B tipi hidrolik sistemi ON konumunda olmalıdır. Yaw damper sistemiyle bağlantıyı kesmek için anahtar OFF konumuna alınır. Bağlantı lamba ışığı anahtarın üzerinde yer alır. Bağlantı yoksa ışık yanar. Bu lambanın fonksiyonu uçak çalıştığında yaw damperin çalışıp çalışmadığını göstermektedir.



Resim 4.2: Yaw damper göstergesi

## 4.2. Yaw Damper Göstergesi

Uçuş kompartımanında P2 paneli üzerinde bulunan (Resim 4.2) yaw damper göstergesi, yaw damperin çalışmasına göre selenoid valfin durumunu gösterir. Bu hareket yaw damper hareketini gösterir. Yaw damper her iki yönde flapları  $2^\circ$  yukarı veya  $3^\circ$  aşağı olmak üzere hareket ettirir. Böylece dutch roll'u azaltmış olur. Bu gösterge bu sırada rudder'in hareketini gösterir fakat rudder pedallarını hareket ettirmez. Eğer rudder pedallarla hareket ettirilirse göstergede herhangi bir değişime olmaz.

## 4.3. SMYD 1

SMYD, ADIRU'dan gelen hareket bilgilerini kullanarak Dutch Roll'u sezer. SMYD yaw damper fonksiyonunu ve stall idaresini gerçekleştirir.

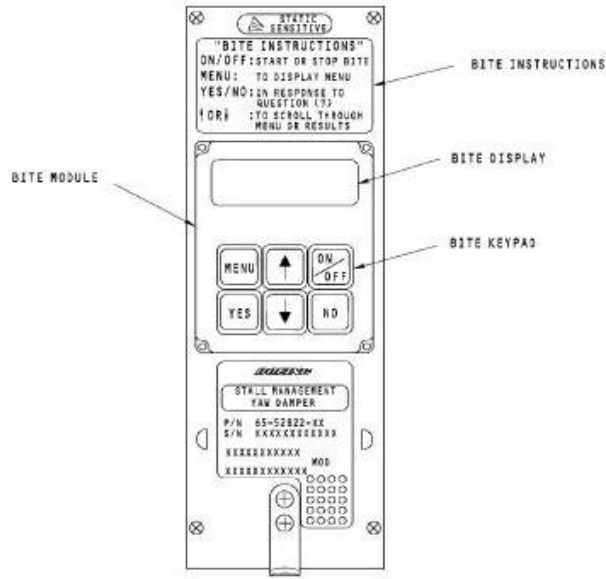
**Fiziksel özellikleri :** SMYD yaklaşık olarak 10 lbs ağırlığındadır. 10W'lık bir güç tüketir. Ön panelde, etiket üzerindeki test komutları, ekran ve keyped bulunur.

Display: Amber renginde sekiz karakter uzunluğunda iki karakter genişliğinde alfanümerik bir ekrandır.

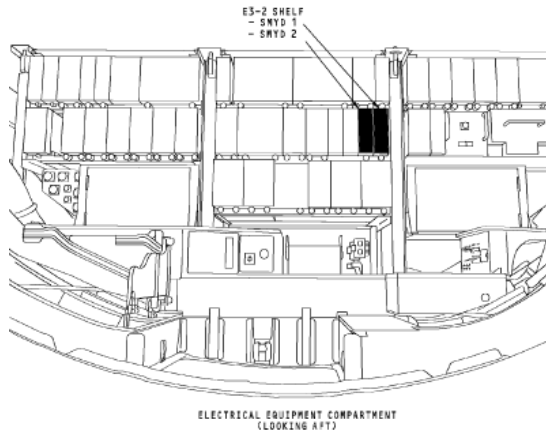
Keypad: Test komutlarının girilmesi için kullanılan tuş takımıdır.

SMYD 1 28 V DC gerilimi 1 numaralı elektrik hattından ve 28 v AC gerilimi 1 numaralı transfer hattından alır.

SMYD 1 dijital bilgileri ADIRU'dan alır (Bu bilgiler: Airspeed, basınç etkisi, yanal hızlanma, roll açısı, roll oranı, yaw oranıdır.).



Şekil 4.4: SMYD görünüş



YDS - ELECTRONIC EQUIPMENT COMPARTMENT COMPONENT LOCATION

Şekil 4.5: SMYD 1 ve SMYD2 elektronik kompartımanı yerleşimi

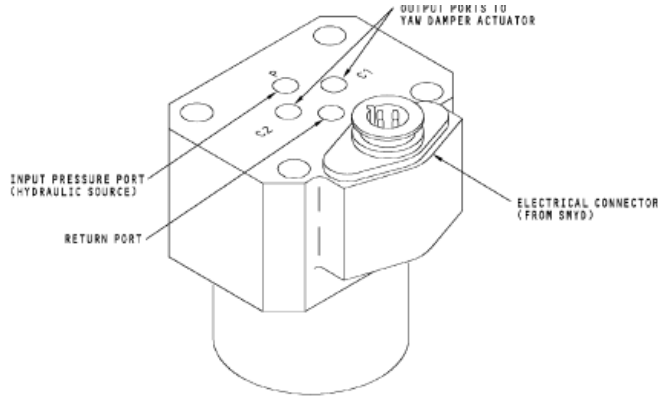
#### 4.4. Selenoid Valf

Yaw damper sistemi, yatay sabitleyici sistem içinde iki adet LRU (line replaceable unit-hat değiştirilebilir ünite)'ya sahiptir.

EHSV (elektrohidrolik servo valf) selenoid valf güç kontrol ünitesine monte edilmiştir. LRU'larla birlikte LVDT (linear variable differential transducer) sistemi de

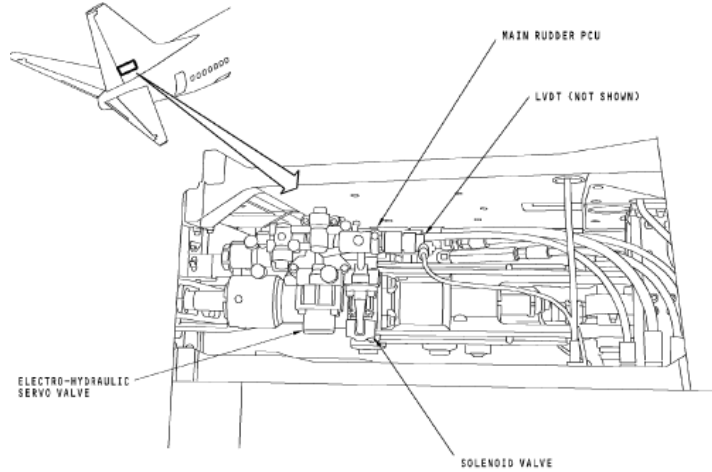
burada yer almaktadır. LVDT ana güç ünitesine monte edilmiştir. LVDT bir LRU sistemi değildir.

Yukarıda sayılan komponentler dikey sabitleyici bölümünün sağındaki kısımdan ulaşılabilir.



YDS - MAIN RUDDER PCU - ELECTROHYDRAULIC SERVO VALVE

Şekil 4.6: EHSV görünümü



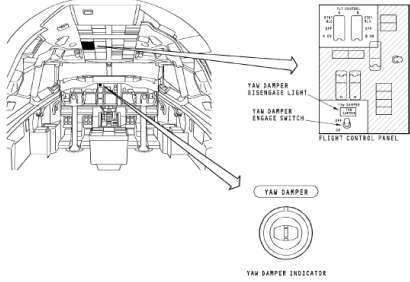

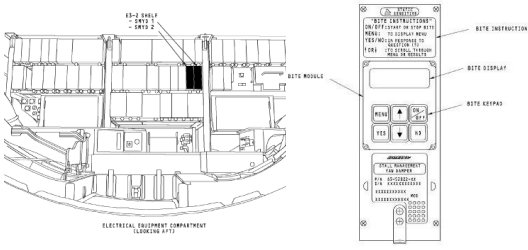
YDS - VERTICAL STABILIZER COMPONENT LOCATION

Şekil 4.7: YDS (dikey dengeleme sistemi) yeri ve komponent yerleşimi

SMYD 1 yaw damper komutlarını selenoid valf güç kontrol ünitelerine gönderir. Selenoid valf güç kontrol ünitesinde üzerinde bulunan LVDT yaw damping hareketlerine göre "rudder"e pozisyonu bilgilerini yaw damper göstergesine gönderir. AOA (angle of attack -hücum açısı ) sensorları açısız bilgileri SMYD 1'e gönderir. Yaw damper bağlantı anahtarı kapatıldığında, bu bilgi SMYD 1 üzerinden selenoid main rudder'e gönderilir.

# UYGULAMA FAALİYETİ

## Uçakta bulunan yaw damper sisteminin incelenmesi

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Uçak uçuş kompartımanında bulunan yaw damper sistemine ait komponentleri bulunuz ve inceleyiniz.</p>  <p>YDS - 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>➤ Yaw damper sistemine ait gösterge ve ikaz lambalarını inceleyiniz.</p> 	
<p>➤ SMYD komponentini inceleyiniz.</p>  <p>YDS - ELECTRONIC EQUIPMENT COMPARTMENT COMPONENT LOCATION</p>	



## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

<b>Değerlendirme Ölçütleri</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
1. Gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2. Uçak uçuş kompartımanında bulunan yaw damper sistemine ait komponentleri buldunuz ve bu kompenentleri incelediniz mi?		
3. Yaw damper sistemine ait gösterge ve ikaz lambalarını yerlerini bularak incelediniz mi?		
4. SMYD komponentini incelediniz 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. Yaw damper uçağın , uçuş planı sırasında uçağın yaw (dikey) ekseninde sapma olması durumunda devreye girerek hangi komponenti kontrol eder?
  - A) Rudder
  - B) Spoilers
  - C) Flaps
  - D) Elevator
2. Dutch roll hareketini hangi sistem önler?
  - A) A/T
  - B) FMCS
  - C) Yaw damper
  - D) ADIRU
3. Uçağımızın kuvvetli lateral stabilitesinden dolayı aşağıya düşen kanat tekrar yukarı kalkacak ve kanatlar level olduktan sonra obur kanat aşağı düşecek bu sefer bu kanat yukarı kalkacak derken bu bir salınım hareketi şeklinde devam eder. Bu roll hareketi aşağıdakilerden hangisidir?
  - A) Pitch
  - B) Lateral
  - C) Yaw
  - D) Dutch
4. Yaw damper komutlarını selenoid valf güç kontrol ünitelerine hangi komponent gönderir?
  - A) MMR
  - B) FCC
  - C) SMYD
  - D) RA
5. Güç kontrol ünitesinde üzerinde bulunan LDTV yaw damping hareketlerine göre "rudder" e pozisyonu bilgilerini yaw damper göstergesine hangi komponent gönderir?
  - A) Selenoid valf
  - B) TCAS
  - C) SMYD
  - D) Elektrohidrolik servo valfi

6. SMYD 1 hangi dijital bilgileri ADIRU'dan almaz?
- A) Air speed
  - B) Yanal hızlanma
  - C) Roll açısı ve roll oranı
  - D) Matematiksel konum
7. Yaw damper her iki yönde flapları kaç derece değiştirerek dutch roll'u azaltır?
- A) 5° yukarı veya 5° aşağı
  - B) 3° yukarı veya 3° aşağı
  - C) 3° yukarı veya 2° aşağı
  - D) 2° yukarı veya 3° aşağı

**Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.**

8. .... dutch roll karakteristiğine sahip uçaklarda uçağın dutch rolla girmesini engelleyen bir sistemdir.
9. ...., yaw damperin çalışmasına göre selenoid valfin durumunu gösterir. Bu hareket yaw damper hareketini gösterir.

### **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

Stabilite arttırıcı sistemlerin kontrol ve bakımını yönetmeliğine uygun olarak yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

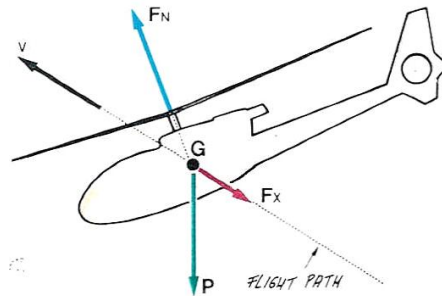
- Newton Kanunlarını araştırarak kazanımlarınızı arkadaşlarınızla paylaşınız.

## 5. HELİKOPTERLERDE STABİLİTE ARTTIRICI SİSTEM

Temel olarak hava araçlarında pilotlara yardımcı olmak üzere kullanılan uçuş sistemleri, pozisyon ve uçuş güzergahını stabilize etmeyi hedefler. Bunu yapabilmesi için her türlü değişikliği pilottan önce algılayarak sisteme gerekli müdahaleyi yapabilmelidir. Bu amaçla otomatik uçuş kontrol sistemi içerisinde yer alan bilgisayarlar sensörlerden alınan bilgileri kullanarak hava aracı kumanda yüzeylerini hareket ettirmekle görevli elektrikli/hidrolik kontrol birimlerine (servo, akçuatör) uygun düzeltme sinyallerini göndererek aracın 3 ekseninde de arzu edilen stabilizasyonda kalmasını sağlar.

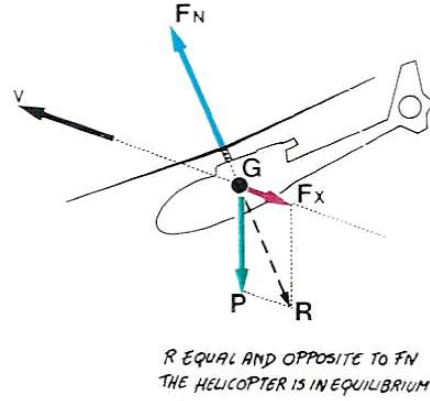
Stabilite olarak da isimlendirilen kararlılık, helikopterlerde birincil sorunlardandır. Helikopterler yolcuya hareketliliği ile rahatsızlık vermemeli, istikrarlı olmalıdır. Bunu sağlarken de pilota aşırı yük çıkarmamalıdır. Kararlılık helikopterlerde bir dinamik sorundur. Bu nedenle öncelikle helikopter dinamiklerinin hatırlanması gerekir.

- **Helikoptere etki eden kuvvetler:** Öne doğru uçuşta helikoptere 3 kuvvet etki eder: P ağırlığı ,ağırlık merkezinden uygulanır. Aracın toplam geri sürüklemesi  $F_x$ , öne uçuşta aracın yapısına ters direnç gösteren kuvvettir.  $F_x$  aracın aerodinamik merkezinden uygulanır.  $F_x$ 'in yönü, "v" öne hızın tersidir.  $F_N$  kaldırma kuvveti rotor merkezinden uygulanır ve dönüş düzlemine diktir.



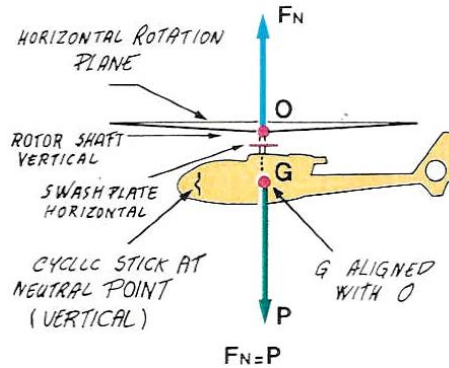
Şekil 5.1: Helikoptere etki eden kuvvetler

- **Uçuşta helikopterin dengesi:** Helikopterin dengede olması için ağırlık  $P$  ve sürüklenme  $F_x$  in bileşkisi  $R$ , kaldırma kuvvetine zıt ve eşit olmalıdır. Kuvvet uygulamalarının bütün sonuçları sıfır olmalıdır. Denge sağlandığında uçuş düzgündür. Eğer helikopter askıda ise böyle kalır. Helikopterin öne uçuşu onun sabit hızına ve düz olarak uçmasına bağlıdır.



Şekil 5.2: Helikoptere etki eden kuvvetlerin dengelenmesi

- **Askıda kalmanın stabilitesi:** Rüzgarsız ortamda helikoptere sadece kaldırma kuvveti  $F_N$  ve ağırlık  $P$  etki eder.
- $G$  ağırlık merkezi,  $O$  dönüş merkezi,  $F_N$  ve  $P$  kuvvetleri aynı eksendedir ve rotor şaftı dikeydir.
- Pilot kolektif pitch bölümünü çalıştırır, kolektif açısı  $Q$  değerinde denge sağlanır.  $F_N = P$
- Cyclic pitch kolu dikey, tabla asemblisi yatay pozisyonundadır ve dönüş düzlemi de yataydır.

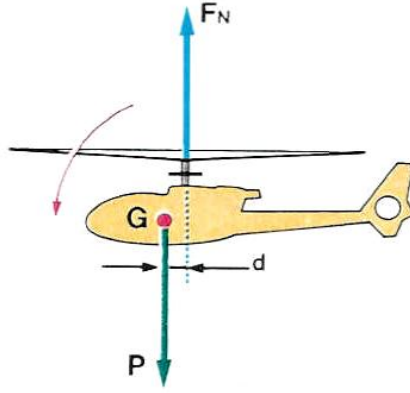


Şekil 5.3: Helikopterin askıda kalması

Ağırlık merkezi, rotor dönüş merkezi ile tamamen aynı eksende değildir. “O” rotor dönüş merkezi, yük ve yakıt durumuna göre öne veya arkaya kayabilir.

Örnek olarak ağırlık merkezi teorik pozisyonundan önde ise,  $F_N$  ve  $P$  “d” kuvvet kolu ile hareket oluşturur ve helikopter öne doğru eğimlenir. Eğer ağırlık merkezi arkada ise araç arkaya doğru eğimlenir (burun yukarda). Eğer cyclic kol teorik askıda kalma pozisyonunda

korunursa, tabla asemblisi, helikopter, rotor dönme düzlemi ve kaldırma kuvveti  $F_N$  birlikte eğimlenir.

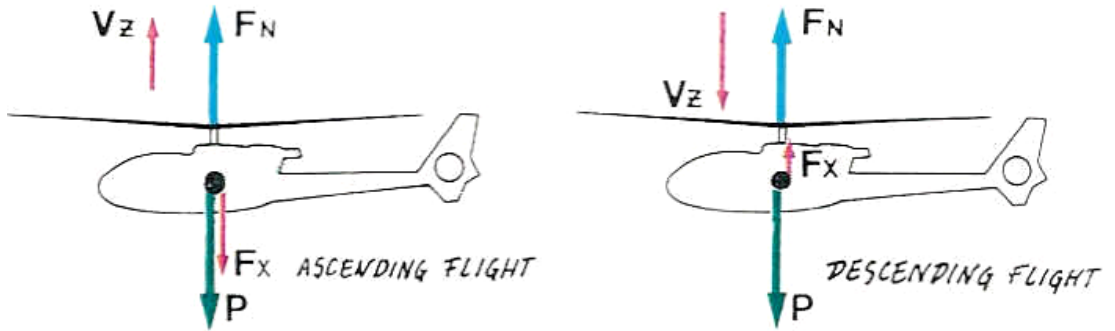


Şekil 5.4: Helikopterde ağırlık merkezinin kayması

Helikopterin askıda, dengeli, kararlı kalması için şunlar gerekir:

- a-  $F_N = P$  eşitliği olmalıdır, bu olay pitch koluyla sağlanır.
- b- Parazit kuvvetlerin telafisi cyclic kol ile olur. Pilot bu parazit kuvvetleri önceden tahmin edip cyclic kolu ona göre hareket ettirmelidir.

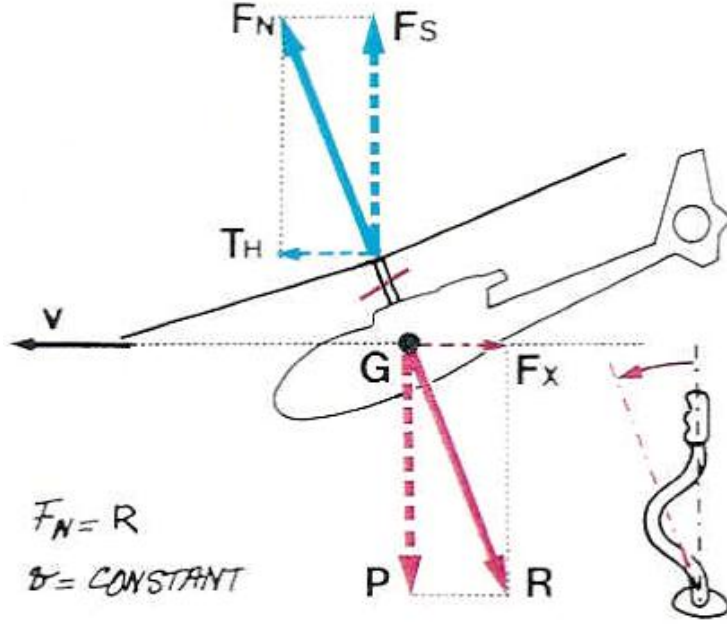
- **Uçuşta alçalma ve yükselme:** Helikopter askıda iken dikey uçuş kollektif pitch kolunun hareketi ile sağlanır.
- Pitch artınca;  $F_N$  ve helikopterin tırmanması artar ( $F_N > P$ ).
- Pitchin azalması ile;  $F_N$  ve helikopterin tırmanışı azalır ( $F_N < P$ ).
- $F_x$  sürüklenme kuvveti dikey hız  $V_z$  ile artar, aşağıdaki durumlarda denge pozisyonundadır:
- $F_N = P + F_x$  (irtifa kazanırken)
- $P = F_N + F_x$  (irtifa kaybederken)



Şekil 5.5: Helikopterin uçuşta alçalma ve yükselmesi

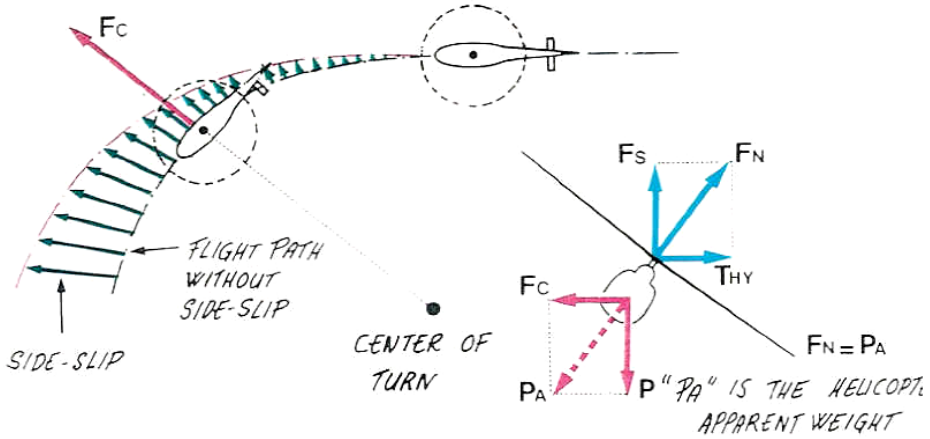
- **Öne uçuşta denge:** Cyclic kolun öne doğru hareketi, uzunlamasına cyclic pitch değişimine sebep olur. Bu da rotor diskini öne doğru eğimlendirir.  $F_N$  kaldırma kuvveti iki kuvvetin bileşkesidir:
- $F_s$ , kaldırma ve  $P$  ağırlığının dengelenmesini sağlar.
- $T_H$  öne uçuşu ve  $F_x$  geri sürüklemenin dengesini sağlar.

- Helikopter de rotor ile birlikte eğimlenir. Bu personel ve yolcular için komforsuz bir durumdur. Özellikle rotor diskinin eğimlenmesi ve daha büyük  $T_H$  'a sahip olması ile yüksek hız sağlanır.



Şekil 5.6: Öne uçuşta denge

**Dönüşlerde denge:** Dönüşlerde yeni bir kuvvet olan merkezkaç kuvveti  $F_c$  oluşur. O eğer dengelenmezse yan yatışa sebep olur.  $F_c$  dengesinde rotor tekrar eğimlenir. Bunun için dönülen virajın içine doğru yan olarak rotor eğimlenir.  $T_H$  parçası, merkezkaç kuvvetini dengelemek için yapılan eğimin sonucudur. Ön hızın çok fazla olduğu ve yarıçapı  $R$  olan sert dönüşlerde pilot rotor diskini meyillendirir.



Şekil 5.7: Dönüş dengesi

## UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Rotor palelerinin göz kontrolünü yapınız.	➤ Gerekli güvenlik önlemlerini mutlaka alınız. ➤ Yanınızda mutlaka deneyimli bir uçak teknisyeni bulunmalıdır. ➤ Teknisyeninin telkinlerine mutlaka uyunuz. ➤ İşlerinizi teknisyen gözetiminde gerçekleştiriniz.
➤ Swashplate'in gözle kontrolünü yapınız.	
➤ Rotor palelerinin ve swashplate'in kumanda sistemlerini test ediniz.	

### KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2. Helikopterlerde bulunan rotor pallerini görerek sistemlerini incelediniz mi?		
3. Helikopterlerde bulunan swashplate'i görerek sistemlerini incelediniz 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 cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

1. Helikopterlerde stabilite;..... ya da ..... olarak da isimlendirilir.
2. Kararlılık helikopterlerde bir ..... sorunudur.
3. Öne doğru uçuşta helikoptere ..... kuvvet etki eder.
4. Dönüşlerde helikoptere etki ederek stabilizeyi bozacak yeni bir kuvvet oluşur. Bu kuvvete..... kuvveti adı verilir.
5. Ağırlık merkezi kaydığında helikopterin stabil kalabilmesi için parazit kuvvetlerin telafi edilmesi gerekir. Bunun için pilot ..... kullanır.

### 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

ATA 22'ye uygun olarak yaw damperlerini analiz edebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Yaw damper hakkında *İnternet*'te araştırma yapınız.
- Kütüphaneleri araştırarak yazılı doküman araştırması yapınız.
- Bulduğunuz doküman ve verileri özetleyerek bir rapor haline getiriniz.
- Hazırladığınız raporu arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

## 6. OTOMATİK TRİM KONTROL

Uçakta otomatik trim kontrolleri iki şekilde yapılır. Speed (hız) kontrol ve stabilizer (denge) kontroldür.

Daha önce de bahsettiğimiz gibi uçakta Autopilot tarafından yapılan iki hız ayarı vardır:

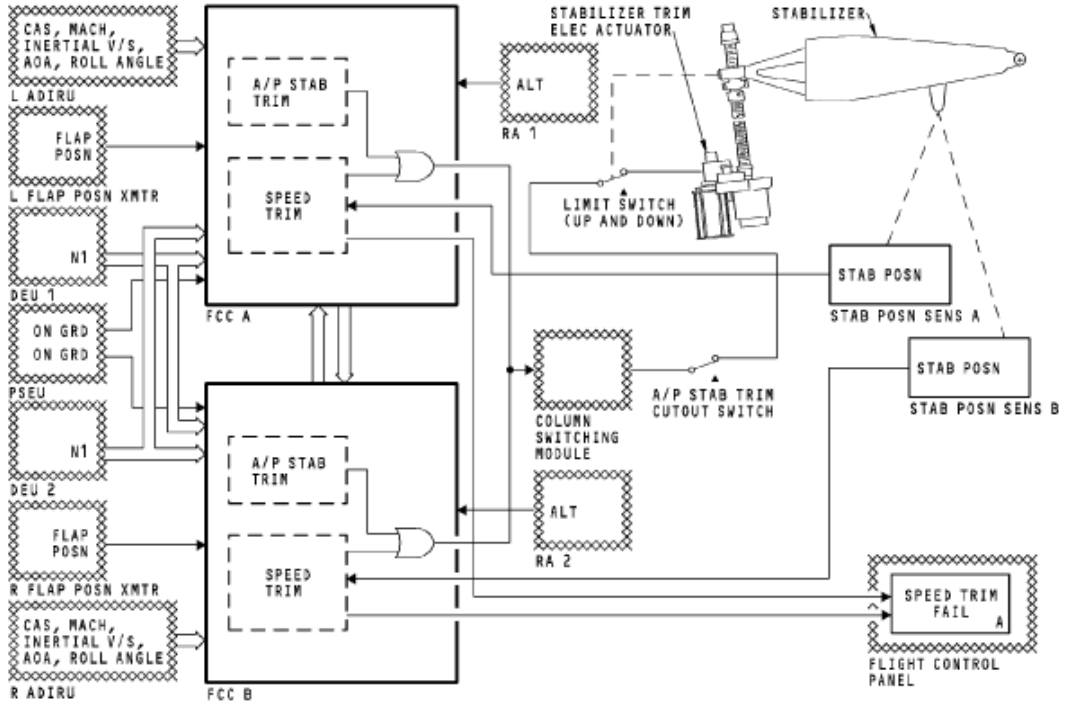
Mach trim ve speed trim

### 6.1. Speed Trim

Speed trim sistemi otomatik olarak uçak dengesi bozulduğunda, uçağı tekrar dengeye sokacak olumlu değişikliğı yapar, hızı düşürür veya arttırır. Oto pilotun devrede olup olmaması speed trim'in çalışmasını etkilemez.

ADIRU aşağıdaki bilgileri FCC'e gönderir, FCC hız ayarını hesaplar. Gönderilen bilgiler:

- Computed Airspeed (CAS) (hesaplanan hava hızı)
- Mach (uçağın ses hızına oranı)
- Inertial Vertical speed (dikey atalet hızı)
- Roll angle (roll açısı)
- Angle of attack (hücum açısı)



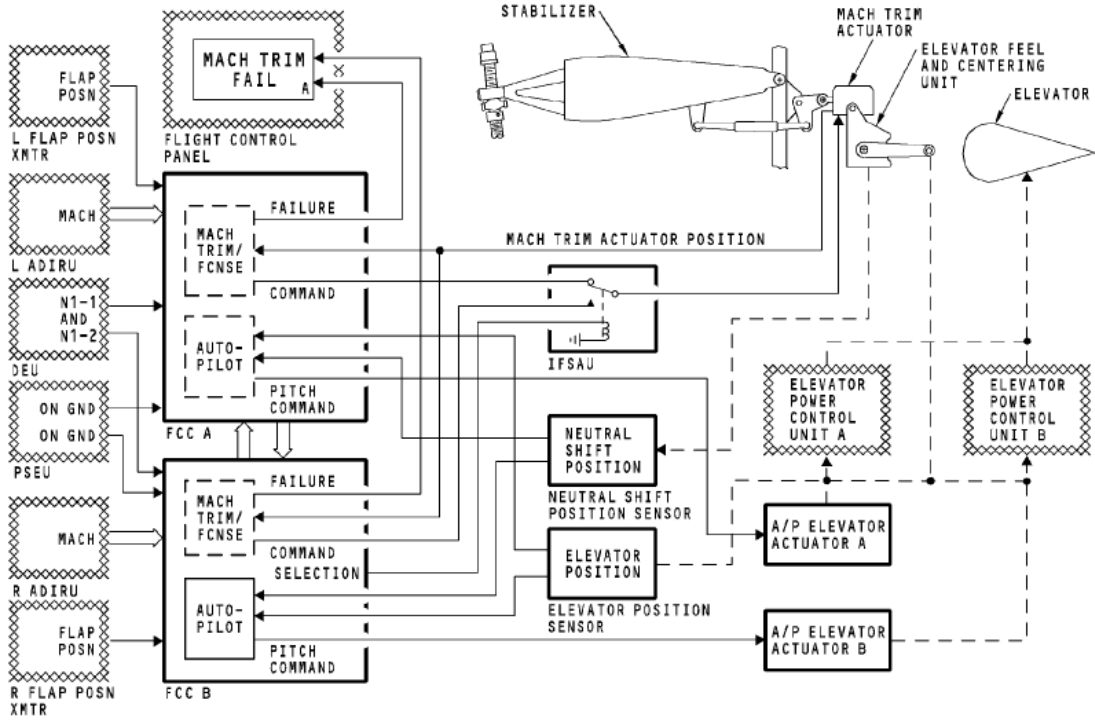
DFCS - FUNCTIONAL DESCRIPTION - SPEED/AUTOPILOT TRIM BLOCK DIAGRAM

Şekil 6.1: DFCS hız kontrol blok diyagramı

Yukarıda (Şekil 6.1) verilen blok diyagramda görüldüğü gibi FCC çeşitli komponentlerden gelen verileri göz önünde bulundurarak ve ayrıca uçuş kontrol panelinden ayarlanan hıza bağlı olarak “stabilizer”e bağlı olan limit Switchi ve dolaylı olarak “stabilizer”i kontrol ederek hız kontrol fonksiyonunu gerçekleştirir. FCC ayrıca stabilizerde bulunan pozisyon sensöründeki bilgileri de alarak “stabilizer”i kontrol altında tutar.

## 6.2. Mach Trim

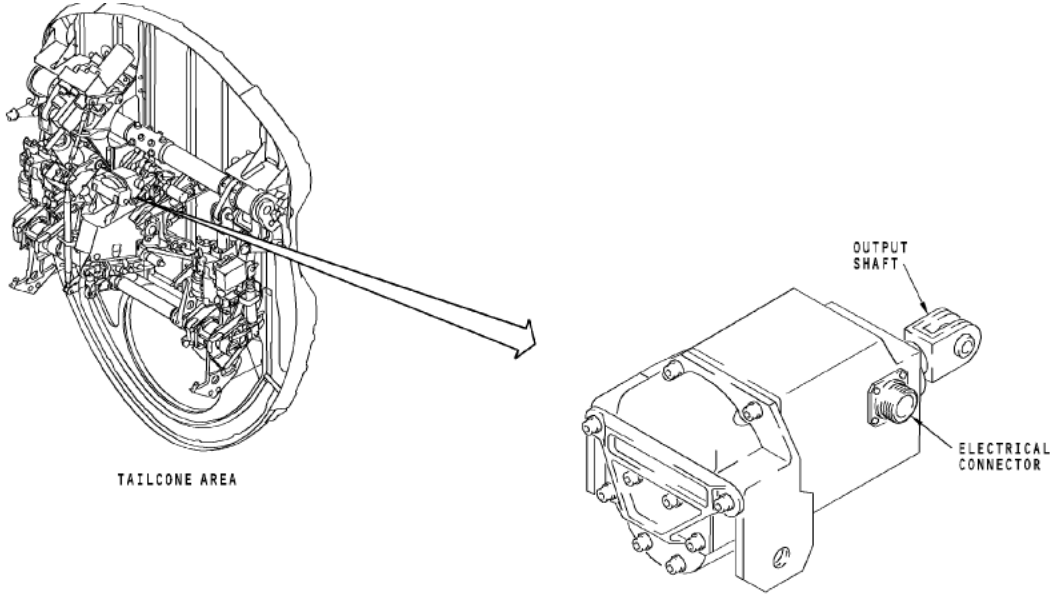
Mach trim sistemi mach değeri arttıkça uçağın burun aşağıya yaptığı hareketi engellemek için pitch kumandası ile uçağı burun yukarı hareket ettirir. Mach 0,615 ve mach 0,84 arasında durumunda mach trim işlemi gerçekleşir.



DFCS - FUNCTIONAL DESCRIPTION - MACH TRIM BLOCK DIAGRAM

Şekil 6.2: DFCS, mach trim fonksiyonu blok diyagramı

Blok diyagramı (Şekil 6.2) inceleyecek olursa FCC, Flap, ADIRU, DEU, PSEU ve EPCU'lardan aldığı bilgiler doğrultusunda uygun mach hızını hesaplayarak Mach trim Actuator (Şekil 6.3) üzerinden "stabilizer"ı kontrol eder.

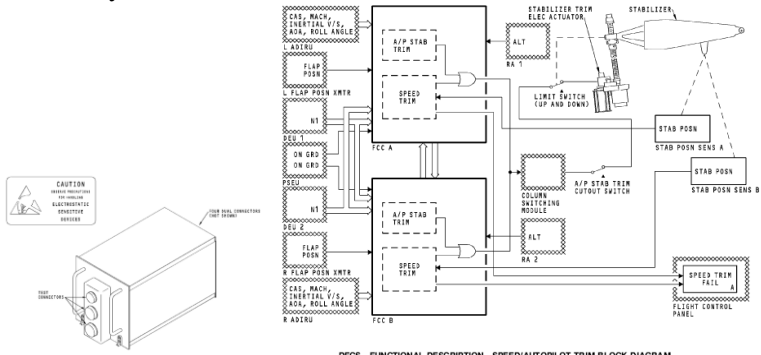
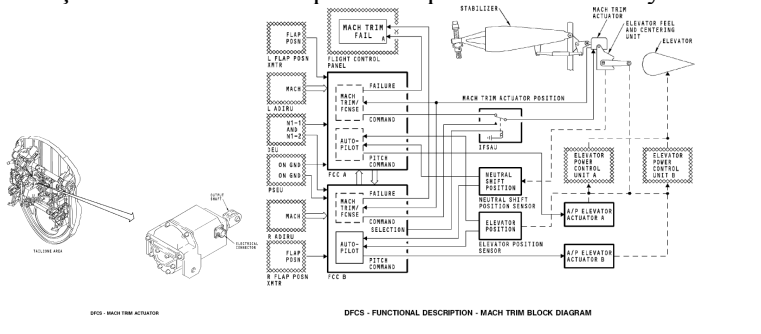


**DFCS - MACH TRIM ACTUATOR**

**Şekil 6.3: DFCS mach trim actuator (mach ayarı kontrol eden komponent)'u**

# UYGULAMA FAALİYETİ

## Otomatik trim komponentlerinin incelenmesi

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Uçakta bulunan speed trim komponentlerini (FCC) inceleyiniz.</p>  <p>DFCS - FUNCTIONAL DESCRIPTION - SPEED/AUTOPILOT TRIM BLOCK DIAGRAM</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>➤ Uçakta bulunan mach speed komponentlerini inceleyiniz.</p>  <p>DFCS - FUNCTIONAL DESCRIPTION - MACH TRIM BLOCK DIAGRAM</p>	

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

<b>Değerlendirme Ölçütleri</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
1. Gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2. Uçakta bulunan speed trim komponentlerini (FCC) incelediniz mi?		
3. Uçakta bulunan mach speed komponentlerini incelediniz 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 okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Trim kontrolü aşağıdaki niceliklerden hangisini kontrol etmez?  
A)Speed  
B)Mach  
C)Stabilizer  
D)Yakıt yükü
2. Otomatik olarak uçak dengesi bozulduğunda, uçağı tekrar dengeye sokacak olumlu değişikliği yapan, hızı düşüren veya arttıran sistem aşağıdakilerden hangisidir?  
A)FMCS  
B)SPEED TRIM  
C)TCAS  
D)GPS
3. ADIRU aşağıdaki bilgilerinden hangisini FCC'e göndermez?  
A) Computed Airspeed  
B) Mach  
C) Pitch angle  
D) Angle of attack
4. Mach trim işlemi hangi mach değerleri arasında gerçekleştirilir?  
A) 0,615 -0,84  
B) 0,65 -0,84  
C) 0, 15 -0,84  
D) 0,625 -0,94

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

5. ....; Flap, ADIRU, DEU, PSEU ve EPCU'lardan aldığı bilgiler doğrultusunda uygun mach hızını hesaplar.
6. .... sistemi burun aşağı hareketi engellemek için burun yukarı hareket verir.

## 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

ATA 22'ye uygun olarak oto pilot navigasyon sistemlerini çalıştırabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Oto pilot navigasyon sistemleri hakkında *İnternet*'te araştırma yapınız.
- Kütüphaneleri araştırarak yazılı doküman araştırması yapınız.
- Bulduğunuz doküman ve verileri özetleyerek bir rapor haline getiriniz.
- Hazırladığınız raporu arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

## 7. OTO PİLOT NAVİGASYON YARDIMCI ARA BİRİMLERİ



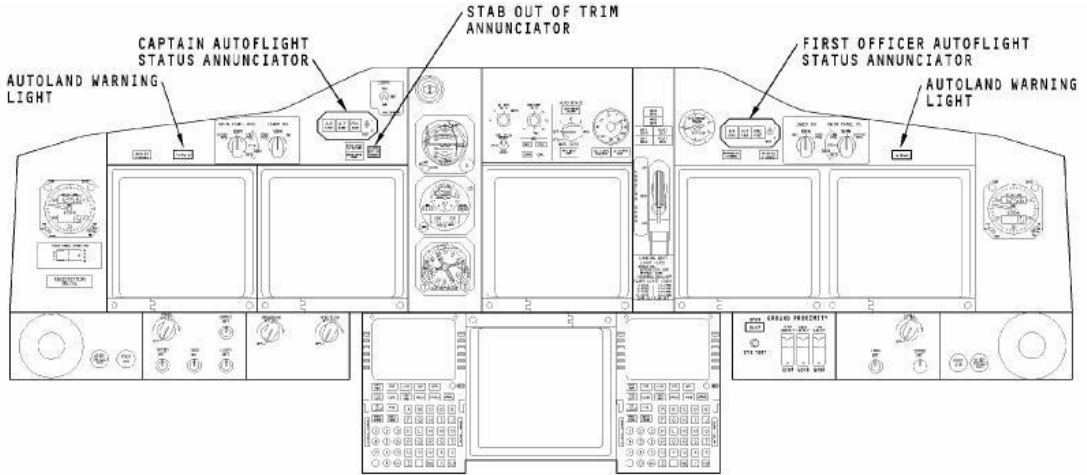
Resim 7.1: DFCS ile alakalı komponentlerin görünüşü (kokpit)

Otomatik uçuş sistemi içerisinde uçak oto pilot kontrolünde uçarken bu çalışmaya katılan ve sistemle birlikte çalışan bir çok yardımcı komponent bulunur. Bunlardan en önemlisi mod kontrol panelidir.

## 7.1. Navigasyon Sistem Komponentleri

Mod kontrol panel, üzerinde pilot tarafından uçak ile alakalı olarak birçok ayarın yapılabileceği sviç ve seçici anahtarlardan oluşur. Bunun yanında mevcut durumları pilota ve yardımcı pilota bildiren birçok uyarı ışığı ve gösterge mevcuttur. Mod kontrol panelinde bulunan, oto pilot kontrolün kullanımında yardımcı olan switch gösterge, seçici anahtar gibi komponentler şunlardır:

- Course Display, Selector: Yol veya güzergah ekranı, Seçici
- Autothrottle Arm Switch, Light: Autothrottle kolu anahtarı ve ışığı
- IAS/ Mach Display, Selector: Hava hızı/Mach hızı ekranı, seçicisi
- Heading Display, Selector: Uçağın esas yönü ekranı, seçicisi
- Altitude Display, Selector: Yükseklik ekranı , seçici
- Vertical Speed Display, Thumbwheel: Dikey hız ekranı , Ayarlama tekerleği
- Master Light: Ana İkaz Lambası
- Flight director switch: Uçuş kontrol etme anahtarı
- Autopilot Disengage Bar: Otopilot bağlantı kesme kolu
- Autopilot Engage Switches: Otopilot çalıştırma anahtarı
- Bank Angle Selector: Uçağın yatış (Bir kanadın diğer kadar göre daha yüksek olduğu ) pozisyonu açısı seçicisi
- Mode Selector Switch : Mod seçici anahtarı

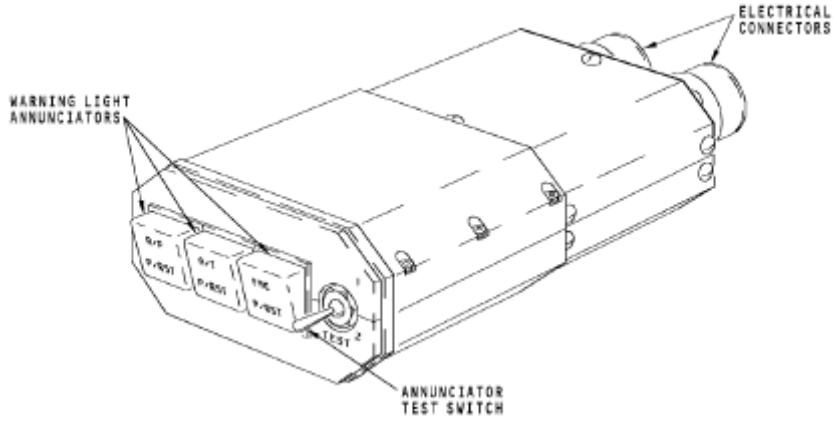


DFCS - INSTRUMENT PANEL COMPONENT LOCATIONS

Şekil 7.1: Gösterge panelinde komponentlerin yerleşimi

Yukarıda MCP dışında oto pilotla ilgili olan diğer uyarı ışıklar ise:

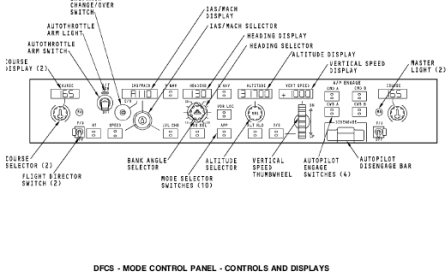
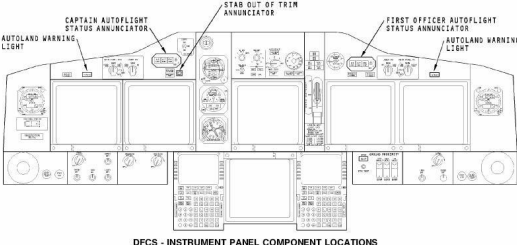
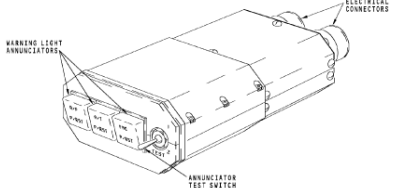
- Autoland Warning Light: Otomatik iniş uyarı lambası
- Captain Autoflight Status Annunciator: Kaptan otouçuş durum uyarı ikaz
- Stab out of Trim Annunciator: Deneneme dışı ayarlama uyarı ikaz



Şekil 7.2: Otomatik uçuş durum uyarı komponenti

## UYGULAMA FAALİYETİ

Oto pilot navigasyon sisteminin incelenmesi

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Uçuş kompartımanında yer alan MCP panelini bularak üzerinde bulunan switchleri ve göstergeleri soldan sağa doğru inceleyiniz.</p>  <p>DFCS - MODE CONTROL PANEL - CONTROLS AND DISPLAYS</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>➤ Instrument panel üzerinde bulunan uyarı ikaz lambalarını inceleyiniz.</p>  <p>DFCS - INSTRUMENT PANEL COMPONENT LOCATIONS</p>	
<p>➤ Oto uçuş uyarı panelini inceleyiniz. Üzerinde bulunan uyarı ışıkları ve elektriksel bağlantılarını inceleyiniz.</p>  <p>Warning Light Annunciator</p>	

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
➤ Güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
➤ Uçuş kompartımanında yer alan MCP panelini bularak üzerinde bulunan switchleri ve göstergeleri soldan sağa doğru incelediniz 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 cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) DFCS oto pilot navigasyon ara birimlerinden biridir.
2. ( ) “Autopilot Engage Switches”, “oto pilot durdurma anahtarı” anlamına gelmektedir.
3. ( ) “Autoland Warning Light”, “otomatik iniş uyarı lambası” anlamındadır.
4. ( ) DFCS üzerinde mevcut durumları pilota ve yardımcı pilota bildiren birçok uyarı ışığı ve gösterge mevcuttur.
5. ( ) “Course Display” in anlamı “kontrol ekranı”dır.

### 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

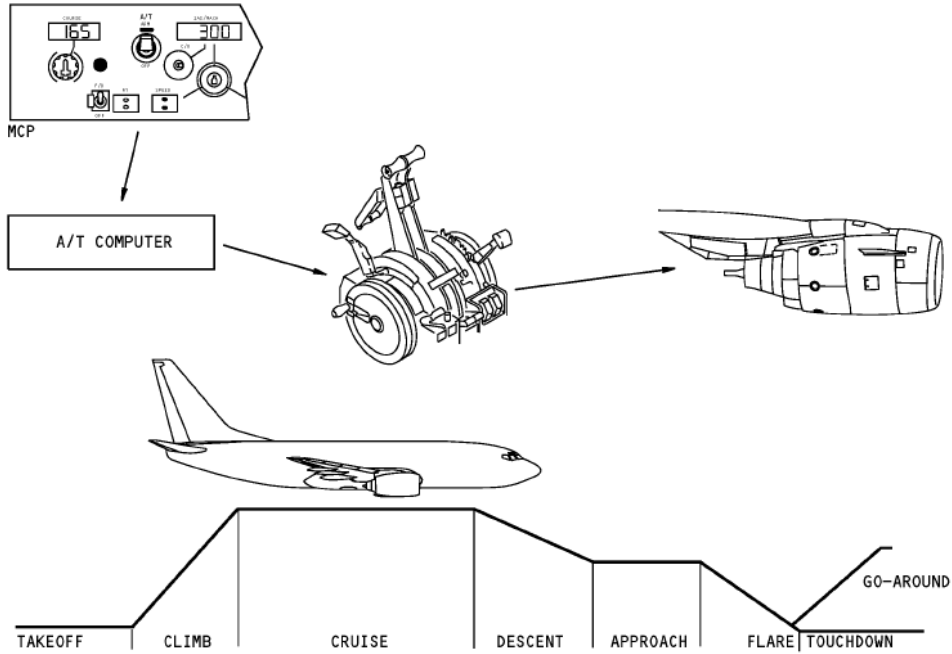
ATA 22'ye uygun olarak otomatik gaz sisteminin bakımını yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Otomatik gaz sistemi hakkında *İnternet*'te araştırma yapınız.
- Kütüphaneleri araştırarak yazılı doküman araştırması yapınız.
- Bulduğunuz doküman ve verileri özetleyerek bir rapor haline getiriniz.
- Hazırladığınız raporu arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle paylaşınız.

## 8. OTOMATİK GAZ SİSTEMİ

Autothrottle (Throttle- motora sağlanacak yakıt-hava karışımının miktarını belirleyen valf) ya da A/T bilgisayar, uçak sistemlerinden, sensörlerden ve kokpitteki anahtarlardan gelen bilgileri değerlendirerek motor gücünü kontrol eder .



AUTOTHROTTLE SYSTEM - INTRODUCTION

Şekil 8.1: A/T sistemi

## 8.1. A/T Sistem Komponentleri

A/T sistem komponentleri aşağıdaki gibidir:

- A/T servo motorları (ASMs)
- Thrust resolver (TR) packs(itici sonuç paketleri)
- Gearbox with friction brake and clutches ( Dişli ark ile fren ve kavramalar)
- Mechanical linkages to connect T/Ls to ASMs (T/Ls ile ASM yi bağlayan mekaniki sistem)
- A/T Arm switch and mode select switches on MCP(A/T kol anahtarı ve MCP'de bulunan mode seme anahtarı)
- Thrust lever takeoff/go-around (TO/GA) switches ( İtici manivela havalanma – İnişi pas geme anahtarı)
- Thrust lever A/T disconnect switches ( İtici Manivela A/T Bağlantı kesme anahtarı)

A/T arabirimleri alıcıları dijital data şeklinde komponentlerden, hesaplanan servo motor oranı, kumandaları ile kontrol edilen cihazlar:

- Mode control panel (MCP)
- Flight control computers (FCCs)
- Electronic engine controller (EEC)
- Flight management computer (FMC)
- Radio altimeter (RA)
- Stall management yaw damper (SMYD)
- Air data inertial reference system (ADIRS)
- Autothrottle servo motors (ASM).

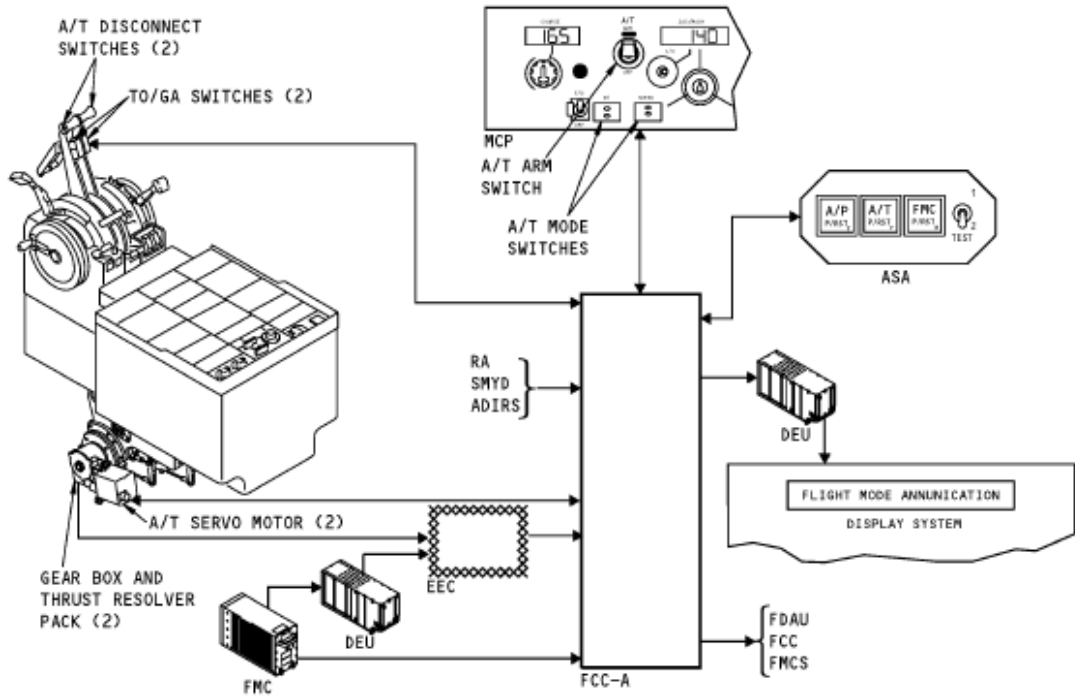
A/T alıcıları ayrı ayrı analog komponentlerden girişleri :

- Mode control panel (MCP)
- Thrust lever TO/GA switches
- Thrust lever A/T disconnect switches
- Autoflight status annunciators (ASAs).

A/T kontrol sinyallerini aşağıdaki komponentlere yollar:

- ASAs \* ( autoflight status annunciator)
- ASMs ( autothrottle servo motor)
- FDAU ( flight data acquisition unit (DFDAU))
- FCCs (flight control computer)
- FMCS (flight management computer system)
- DEUs. (display electronics unit)

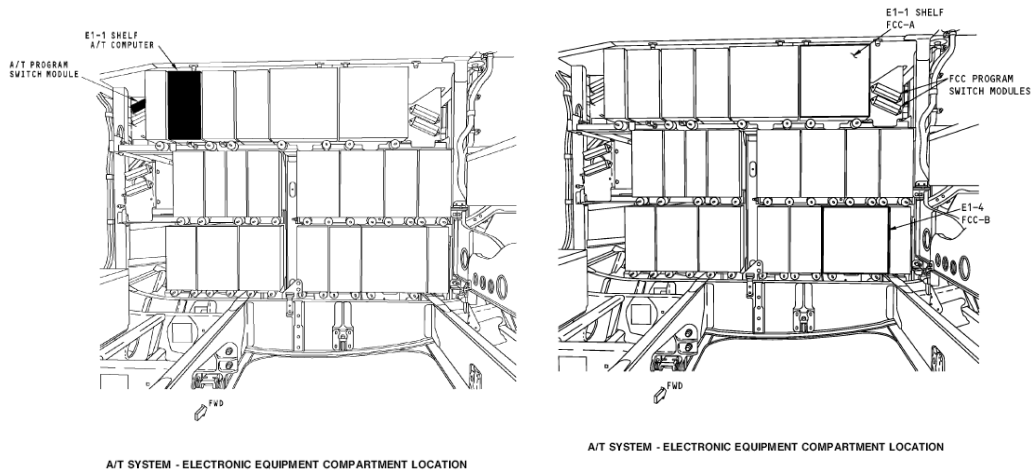




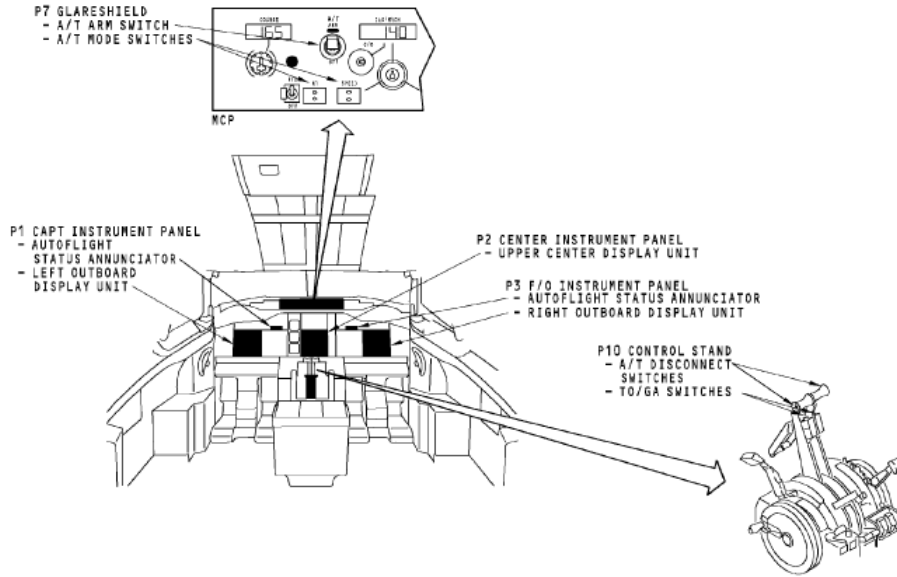
**A/T SYSTEM - GENERAL DESCRIPTION**

**Şekil 8.2: A/T sistemi genel şeması**

A/T sisteminde FCC FMC, DEU, MCP , RA SMYD, ADIRS, ASA, Servo motor ve TO/GA anahtarları A/T bağlantı kesme anahtarından aldığı dataları işleyerek A/T sistemini kontrol eder.



**Şekil 8.3: Elektronik kompartımanında A/T sistemine ait komponentler**



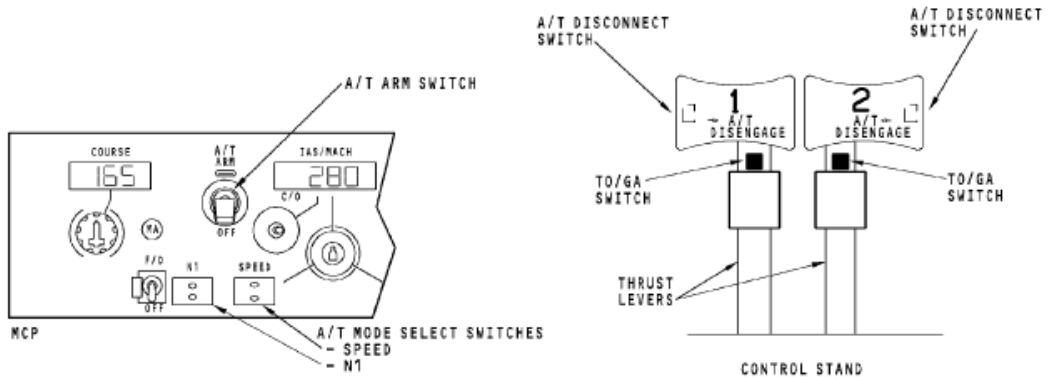
A/T SYSTEM - FLIGHT COMPARTMENT COMPONENT LOCATION

Şekil 8.4: A/T sistemi, uçuş kompartımanı komponentlerinin yerleşimi

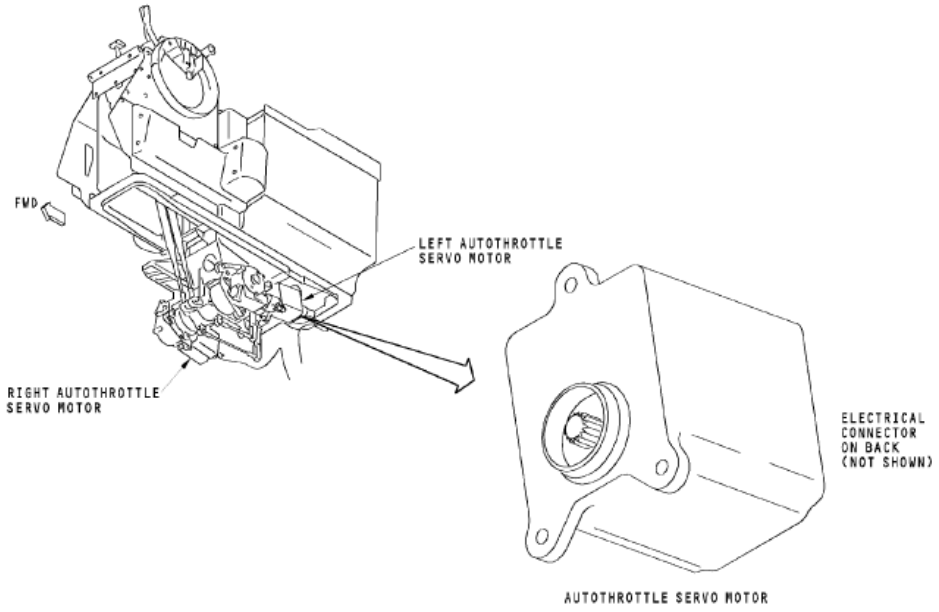
DFCS Mode Control Panel (MCP)

DFCS MCP de A//T ile alakalı komponentler:

- A/T ARM switch
- N1 mode Selector
- Speed mode Selector
- A/T ARM anahtarı

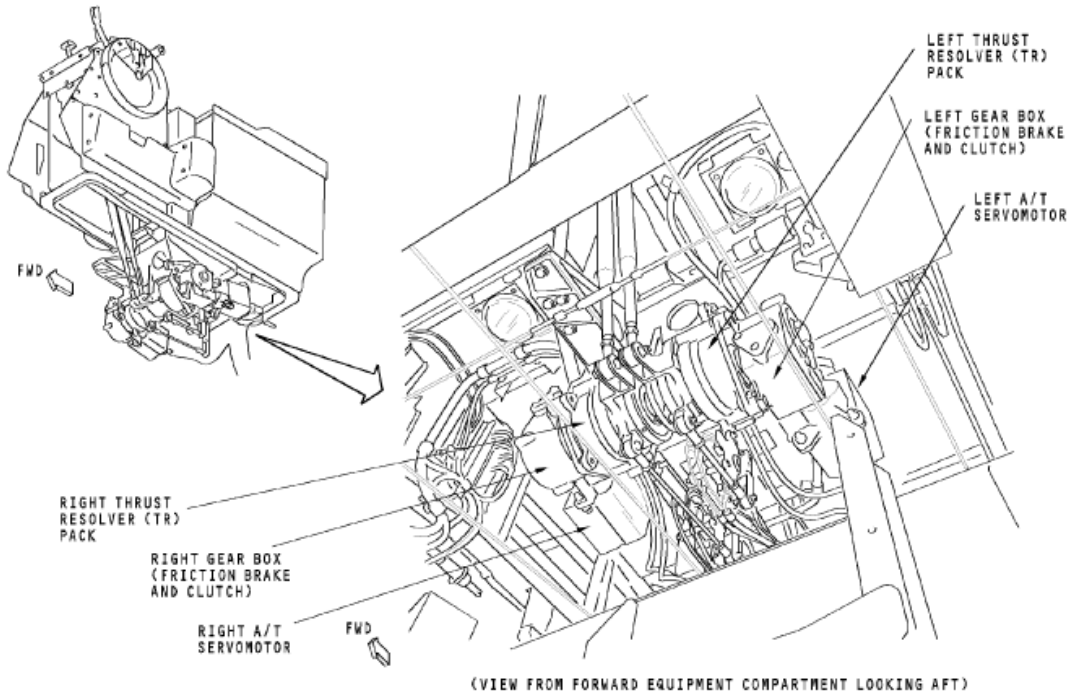


Şekil 8.5: A/T sistemi - kolu, mode seçici ve itici manivela kolu anahtarı

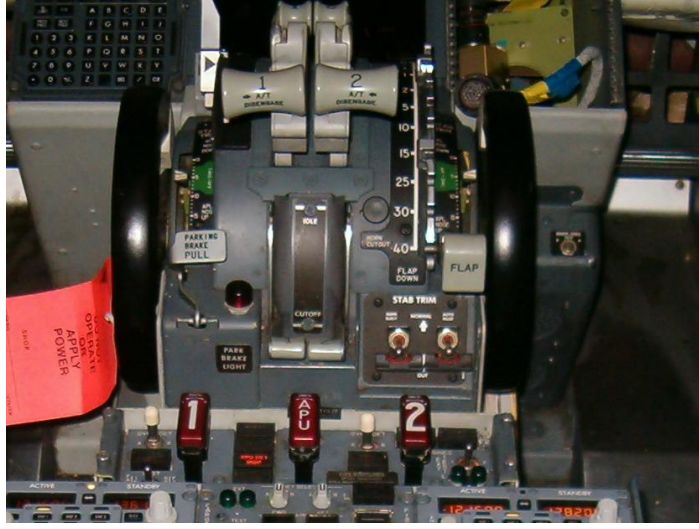


A/T SYSTEM - A/T SERVO MOTOR

Şekil 8.6: A/T sistemi servo motoru



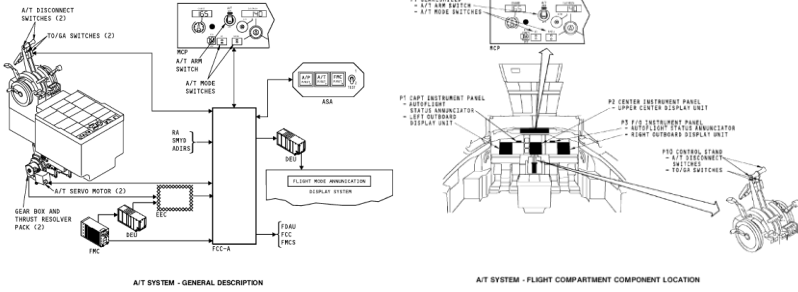
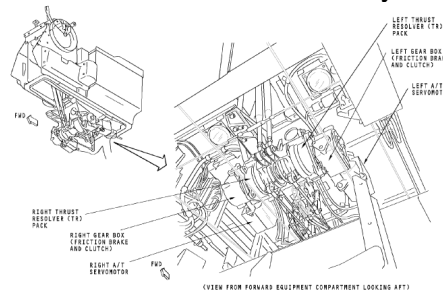
Şekil 8.7: Servo motor- ekipman kompartmanı alt görünüşü



**Resim 8.1: Gaz kolları**

## UYGULAMA FAALİYETİ

A/T sistemi komponentlerinin incelenmesi

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ A/T sistemine ait uçuk kompartımanında bulunan komponentleri inceleyiniz.</p>  <p>The diagram consists of two parts. The left part, titled 'A/T SYSTEM - GENERAL DESCRIPTION', shows a schematic of the A/T system components including A/T disconnect switches, A/T arm switch, A/T mode switches, gear box and thrust resolver pack, A/T servo motor, gear, PMS, and TEC-A. The right part, titled 'A/T SYSTEM - FLIGHT COMPARTMENT COMPONENT LOCATION', shows a perspective view of the flight compartment with various panels and switches labeled, such as P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20, P21, P22, P23, P24, P25, P26, P27, P28, P29, P30, P31, P32, P33, P34, P35, P36, P37, P38, P39, P40, P41, P42, P43, P44, P45, P46, P47, P48, P49, P50, P51, P52, P53, P54, P55, P56, P57, P58, P59, P60, P61, P62, P63, P64, P65, P66, P67, P68, P69, P70, P71, P72, P73, P74, P75, P76, P77, P78, P79, P80, P81, P82, P83, P84, P85, P86, P87, P88, P89, P90, P91, P92, P93, P94, P95, P96, P97, P98, P99, P100.</p>	<p>➤ Gerekli güvenlik önlemlerini mutlaka alınız.</p> <p>➤ Yanınızda mutlaka deneyimli bir uçak teknisyeni bulunmalıdır.</p> <p>➤ Teknisyeninin telkinlerine mutlaka uyunuz.</p>
<p>➤ A/T sistemine ait servo mekanizması inceleyiniz.</p>  <p>The diagram shows a detailed view of the A/T servo mechanism. It includes labels for the right thrust resolver pack, right gear box (reduction brake and clutch), right A/T servomotor, left thrust resolver pack, left gear box (reduction brake and clutch), and left A/T servomotor. The diagram is viewed from the forward equipment compartment locking (A/T).</p>	<p>➤ İşlerinizi teknisyen gözetiminde gerçekleştiriniz.</p>

### KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2. A/T sistemine ait uçuk kompartımanında bulunan komponentleri incelediniz mi?		
3. A/T sistemine ait servo mekanizması incelediniz 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 cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

1. .... bilgisayar, uçak sistemlerinden gelen bilgileri değerlendirerek motor gücünü kontrol eder.
2. A/T sistemini yönlendiren en önemli birim ..... bilgisayardır.
3. A/T komponentleri .....bulunur.

### 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

ATA 22'ye uygun olarak otomatik iniş sistemini test edebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Mod kontrol panelini inceleyerek resmini ölçekli çiziniz.
- Panel üzerindeki otomatik iniş sistemi ile ilgili birimleri işaretleyiniz.

## 9.OTOMATİK İNiŞ SİSTEMİ

Bu faaliyette otomatik uçuş sisteminin bir parçası olan otomatik iniş sistemini inceleyeceğiz.

### 9.1.Prensipleri ve Kategorileri

Bilindiği gibi uçuşların en kritik evrelerinden birisi yaklaşma ve iniştir. Karşılaşılabilecek insan hatalarını minimize edebilmek için havacılık endüstrisi her geçen gün yeni teknolojileri uygulamaya koymaktadır. Otomatik iniş sistemleri de bu doğrultuda kötü hava ve görüş koşullarında da olsa uçağı güvenle indirmeyi sağlar. Bunun için kullanılan bilgisayarlara pistin doğrultusu, süzülme açısı, piste olan mesafe gibi bilgilerin bildirilmesi gerekir. Dolayısı ile iniş yapılacak alanda bu bilgileri bilgisayarlara iletecek aletli iniş sistemi (Instrument Landing System-ILS) ya da mikrodalga iniş sistemi (Microwave Landing System-MLS) olarak adlandırılan yardımcı sistemlerin bulunması gerekir.

ILS 3 ana parçadan oluşur. Bunlardan birincisi olan localiser, uçağın pisti ortalamasını sağlar.



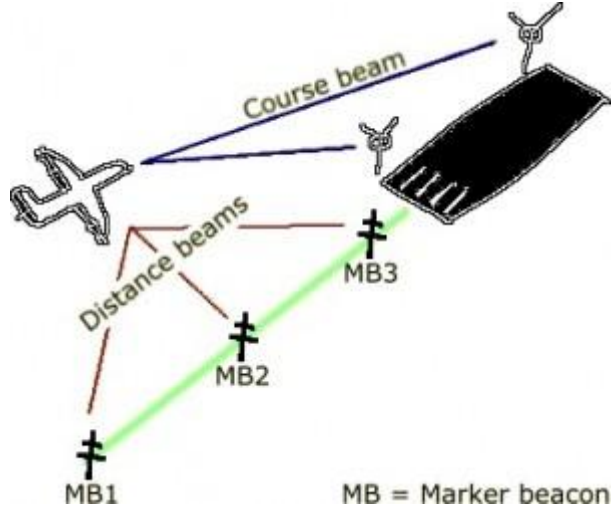
Resim 9.1: Localiser



**Resim 9.2: GlideSlope**

GlideSlope adı verilen ikinci bölümün görevi ise uçağa uygun süzülüş açısı sinyali göndererek yaklaşmanın güvenli ve inişin yumuşak olmasını sağlamaktır.

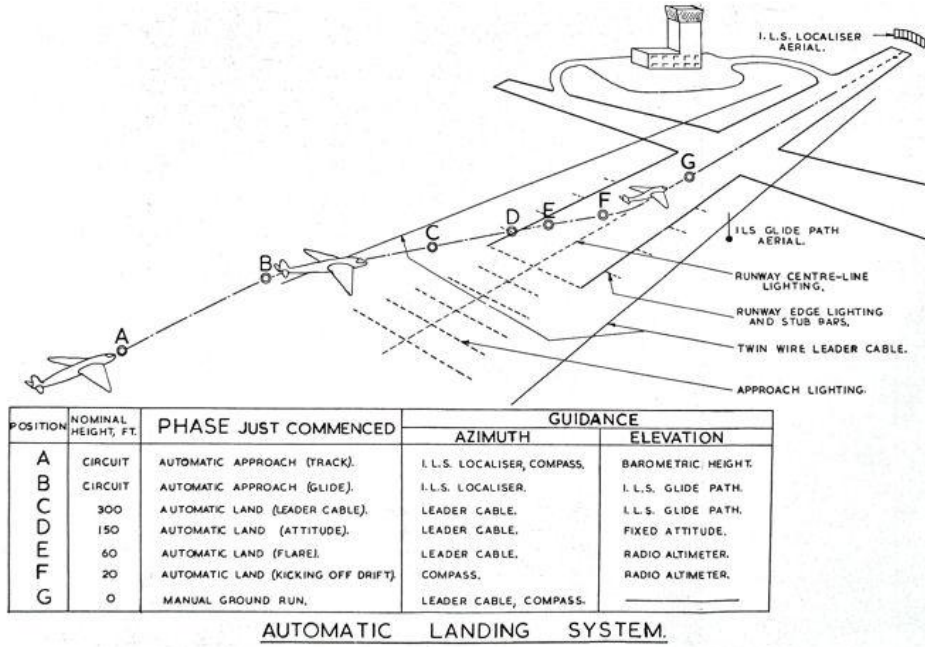
BeaconMarkers olarak adlandırılan üçüncü bölümün görevi de uçağın pist başına olan uzaklığını belirten sinyali göndermektir.



**Resim 9.3: BeaconMarkers**

Uçak bilgisayarları gelen bu bilgi sinyallerini kolayca çözerek belirtilen doğrultu ve yükseklikten alçalmayı sağlayıp inişi gerçekleştirir. Tekerlerin piste konmasından hemen sonra da pilot yönetimi ele alır.





Şekil 9.1: Otomatik iniş sistem prensibi

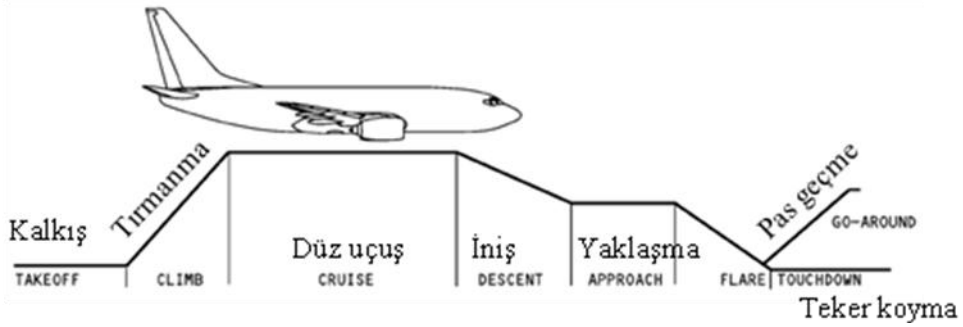
## 9.2.Çalışma Modları

Otomatik uçuş sistemi içerisinde yer alan çalışma modları, uygulanmak istenen performansı yerine getiren paketler olarak tanımlayabiliriz. Oto pilot çalışma modunu seçmek ya da seçili moddan çıkmak için mod control paneli (MCP) üzerinde bulunan seçici buton, switch veya anahtarlar kullanılır. Bunların çoğu, üzerine yapılan tek baskı ile aktif hale gelirken bazıları ise bu işlemi 2 baskı ile yerine getirir.

Otomatik uçuş modlarını; yanal modlar ve dikey modlar olarak ikiye ayırmak mümkündür. Bu modlar; uçakların marka, model, jenerasyon gibi birçok faktöre göre çeşitli farklılıklar gösterebilir, farklı isimlendirilebilir.

Yanal modlar uçağı kalkış noktasından, varış noktasına taşıyan (öne-ileri) modlardır. Runway, runway track mode, nav mode, heading, approach nav mode, loc capture, loc track mode, roll out mode, go around, land mode, final approach mode belli başlı yanal modlardır. Bu modlar, uçuş ekibi tarafından seçilen rota ve hedef doğrultusunda, uçağı yanlamasına eylemlerde rehberlik eder. Uçuş kontrol ünitesinin HDG/TRK penceresi bu rota veya hedefi gösterir.

Dikey modlar uçağı dikeyde, yani yüksekliği ile ilgili eylemlerde rehberlik eder. Bir yükseklikten, başka bir yüksekliğe geçişte kullanılır. Başlıca dikey modlar: Climb mode, Descent mode, Expedite mode in climb, Expedite mode in descent, Vertical Speed mode, Altitude hold mode, Altitude constraint mode, Glide slope mode, Final mode, Flare (Autoland) mode



Şekil 9.2: Normal bir uçuşun evreleri

### 9.3. Yaklaşma

Yaklaşma modu (Approach Mode) otomatik uçuş yönetim sistemini inişe hazırlayarak pistten gelen ideal iniş açısını bize bildiren sinyale (glide slope - G/S) ve localizer'a kilitler. Pistte çift oto pilotlu yaklaşma (Approach Mode Dual A/Ps – APP) ve tek oto pilotlu yaklaşma (Approch – APP) seçenekleri mevcuttur. Dual modda bütün oto pilotlar eş zamanlı çalışır.

APP mode seçme sivici basıldıktan sonra 2. oto pilot devreye alınmamış, tek oto pilot ile ILS yaklaşma uygulanmış olur. Tek oto pilot ILS yaklaşma, bazı detay istisnaların dışında çift oto pilotlu yaklaşma ile aynıdır.

### 9.4. Süzülme

Otomatik uçuş sistemi içerisinde yükseklik ve yükseklik değiştirme ile ilgili yer alan ve mode control panelinden (MCP) uygulanan birkaç farklı mod mevcuttur. Bunlar;

- **Sabit oranlı dalış tırmanış modu (Vertical speed - V/S):** Butona basılırsa sabit oranla dalış tırmanış modu hazır (arm) ya da devre dışı “on” konumuna getirilir. Burun açısına kumanda ederek varyometre değerini sabit tutmaya çalışır. Otomatik Hız Kontrol Sistemini “hız sabitleme” modunda devreye sokar.
- **Yükseklik değiştirme (Flight level change –FLCH) modu:** Basıldığında butonun lambası yanar, hedef hız seçilir. Tırmanma ya da alçalma durumuna göre sistem uygun moda geçer. Tırmanma yapılırken hız kontrol sistemi, limit süratleri korur. Yani uçağı ne aşırı hız konuma sokar ne de hızın çok azalarak uçağın düşmesine sebep olur. Oto pilot sistemi hedef olarak kendisine gösterilen, yani bizim girdiğimiz hedef değeri korur. Dalış da ise hız kontrol sistemi motoru rölantri değerlerine ayarlar ve rölantide tutar. Oto pilot sistemi ise, sürati sabitlemeye çalışır. Dalışı burun açısını ayarlayarak gerçekleştirir.
- **Yükseklik sabitleme modu (Altitude hold – ALT HLD):** Butona basılırsa yükseklik sabitleme modu devreye girer. Yükseklik değerinde uçağın kalmasını sağlamak amacı ile burun açısını kontrol eder.

- **Dikey seyrüsefer (Vertical Navigation - VNAV) modu:** Tasarruf yapılarak yükseklik değiştirme modudur. Zamanı ve/veya yakıtı dikkate alarak yükseklik değiştirilir.

## 9.5. İniş

Yine otomatik uçuş sistemi içerisinde yer alan otomatik iniş modu (Flare -Autoland mode) yaklaşma sistemleri ile birlikte hareket ederek uçağın en uygun şekilde piste taker koyarak (touchdown) iniş yapmasını sağlar. Ana iniş takımları piste değdikten sonra fren sistemi tekerlek frenlerine kumanda eder. İniş gerçekleştikten sonra motor rolantiye alınır ve uçuş sonlandırılır. Otomatik inişin her aşamasında pilot sisteme müdahale edebilir.

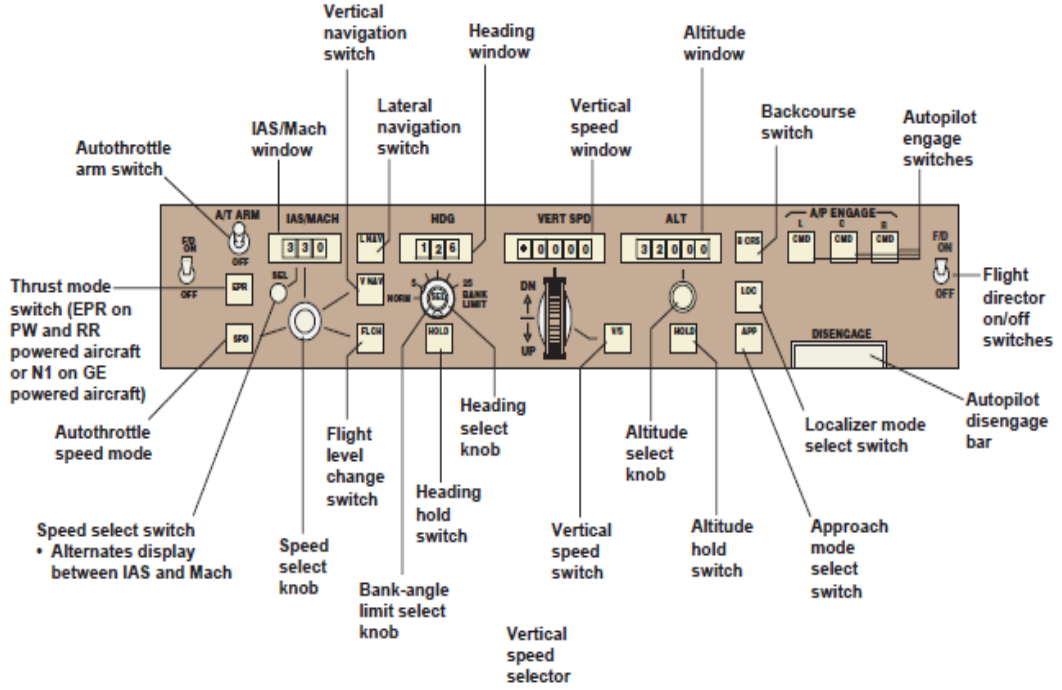
Buraya kadar yapılan açıklamalardan otomatik iniş yapılacak pistlerin buna uygun donanımına sahip olması gerektiği anlaşılmaktadır. Buna göre alanlar CAT adı altında donanımlarına göre sınıflandırılır. Otomatik iniş günümüz itibarıyla CAT3 olarak sınıflandırılan alanlara yapılabilmektedir.

## 9.6.Go-Around (GA)

Kaçış için sıcaklık, yük gibi değerler dikkate alınarak hesaplanmış motor güç değerlerinin uygulanmasını sağlayan moddur. Bu modun aktif olması için flapların açık olması ya da oto pilotun glideslope'a kilitlenmiş olması gerekir. Bu durumda başka herhangi bir uçuş modu aktif olmamalıdır. Mod kontrol panelde bulunan GA sivicine basılarak sistemin aktive edilmesi ile motor güç değerleri istenen limit değerlere ulaşır.

## 9.7.Sistemin Takibi

Uçuşun her evresinde otomatik uçuş ve iniş ile ilgili bilgiler mod kontrol panel üzerinde bulunan gşterge pencerelerinden takip edilerek kontrol edilir.



Resim 9.4: Mod kontrol paneli (MCP)

## 9.8.Arıza Koşulları

Otomatik iniş sisteminde oluşacak arıza koşullarının en önemlisi, gösterge ve diğer elektronik sistemlerde oluşacak arızalara bağlı bilgi girişi yanlışlarıdır. Bunlardan en az etkilenmek için ekip tarafından çapraz sorgulamaların ve kontrollerin yapılması önem taşır.

## UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kaş hizası panelde bulunan mod kontrol panelini inceleyiniz.</li><li>➤ Faaliyet kapsamında geçen konular ile ilgili buton, siviç ve gösterge pencerelerini belirleyiniz. Çalışmaları test ediniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Gerekli güvenlik önlemlerini mutlaka alınız.</li><li>➤ Yanınızda mutlaka deneyimli bir uçak teknisyeni bulunmalıdır.</li><li>➤ Teknisyeninin telkinlerine mutlaka uyunuz.</li><li>➤ İşlerinizi teknisyen gözetiminde gerçekleştiriniz.</li></ul>

### KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2. Uçuş kompartmanında bulunan mode kontrol panelini bulup paneli incelediniz mi?		
3. Yaklaşma ve iniş ile ilgili modları test ettiniz 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 cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

1. Mod kontrol paneli genellikle ..... panelinde bulunur.
2. ILS, 1-..... , 2-..... ,3- .....olmak üzere 3 ana bölümden oluşur.
3. Uçağa uygun süzülüş açısı sinyalini ..... gönderir.
4. Otomatik uçuş yönetim sistemini inişe ..... mod hazırlar.
5. Otomatik iniş yapılabilecek pistler, ..... seviyesinde olmalıdır.

### 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 cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

1. İniş öncesi, tekerlekler yere değmeden az önceki pozisyona ..... adı verilir.
2. Otomatik iniş yapılabilmesi için, iniş yapılacak alanda ..... veya..... gibi sistemlere ihtiyaç vardır.
3. Elevatörler ve Trimmable Horizontal Stabilizer'leri harekete geçirecek hidrolik sistemleri ve elektrik motorlarını ..... bilgisayarı yönlendirir.
4. Otomatik uçuş modları temel olarak ..... ve ..... modlar olmak üzere ikiye ayrılır.
5. Uçağın yaw eksenini etrafındaki sağa ve sola dönüş hareketleri dikey stabilizenin firar kenarında bulunan ..... ile sağlanır.
6. Uçağın, uçuş planından çıkarak dikey ekseninde sapma yapması durumunda..... sistemi devreye girerek rudderı kontrol ederek uçağın dengede kalmasını sağlar.
7. Otomatik uçuş yönetim sistemini inişe ..... mod hazırlar.

## 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	D
2	A
3	D
4	B
5	A

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	ELEVATÖRLER
2	ELAC2
3	ELAC1
4	SEC123
5	FAC2

## ÖĞRENME FAALİYETİ 3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	D
3	A
4	ELEVATOR
5	POZİTİF DENGE
6	YAW

## ÖĞRENME FAALİYETİ 4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	C
3	D
4	C
5	A
6	D
7	D
8	YAW DAMPER
9	YAW DAMPER SKALASI



### ÖĞRENME FAALİYETİ 5'İN CEVAP ANAHTARI

1	DENGE- KARARLILIK
2	DİNAMİK
3	ÜÇ
4	MERKEZKAÇ
5	CYCLIC KOL

### ÖĞRENME FAALİYETİ 6'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	B
3	C
4	A
5	FCC
6	MACH TRİM

### ÖĞRENME FAALİYETİ-7'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru
4	Doğru
5	Yanlış

### ÖĞRENME FAALİYETİ-8'İN CEVAP ANAHTARI

1	A/T
2	UÇUŞ KONTROL
3	ELEKTRONİK KOMPARTMAN

### ÖĞRENME FAALİYETİ-9'UN CEVAP ANAHTARI

1	KAŞ HİZASI
2	LOCALISER- GLIDESLOPE- BEACONMARKERS
3	GLIDESLOPE
4	APPROACH
5	CAT3

### MODÜL DEĞERLENDİRME'NİN CEVAP ANAHTARI

1	FLARE
2	ILS - MLS
3	ELAC2
4	DİKEY-YANAL
5	RUDDER
6	YAW DAMPER
7	APPROACH

## KAYNAKÇA

- THY Teknik Eğitim Merkezi, **TEK101(2)** Eğitim Dokümanı, İstanbul, 2006.
- **Boeing 737-600/700/800/900 AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL**, 2004.
- DHMİ Seyrüsefer Dairesi Başkanlığı Hava Trafik Müdürlüğü , **Hava Trafik Kontrolörleri için Radarlı Çalışma Talimatı**, Mart, 2001.
- DEDE İlhan, **Uçak Teknisyenliği Eğitimi Ders Notları**, İstanbul, 2004.
- M.YILDIRIM Yusuf, ÖZDEMİR Hasan, **Dijital Tek. ve Elk. Ölç. Sis. Ders Notları**, İstanbul, 2002.
- [http://www.ans.dhmi.gov.tr\(5-2012\)](http://www.ans.dhmi.gov.tr(5-2012))
- [http://www.mmo.org.tr\(5-2012\)](http://www.mmo.org.tr(5-2012))