

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**UÇAK BAKIM**

**UÇUŞ KUMANDALARI  
522EEO031**

**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 .....	iii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. UÇUŞ KUMANDALARI .....	3
1.1. Ana Uçuş Kumandaları .....	4
1.1.1. Roll Eksenini Kumandası "Aileron" .....	5
1.1.2. Pitch Eksenini Kumandası "Elevator-Hareketli Yatay Stabilizer-canard" .....	6
1.1.3. Yaw Eksenini Kumandası "Rudder, Rudder Limiter" .....	7
1.1.4. Ortak Kullanılanlar "Taileron, Elevon, Ruddervator" .....	8
1.2. Yardımcı Uçuş Kumandaları ve Diğer Elemanlar .....	10
1.2.1. Yüksek Kaldırma Düzenleri, "Slot", "Slat", "Flap", "Flaperon" lar .....	10
1.2.2. Sürüklenme sağlayan düzenler: Spoiler'ler (Kaldırma damperleri-Lift dumper), Hız Kesiciler (Speed Breakes) .....	14
1.2.3. Kanat "Fence" nin Etkileri, Testere Dişli Hücum Kenarları "Leading Edge" .....	15
1.2.4. Vortex Jeneratörleri, "Stall" aksamı "Wedge" veya "Leading Edge" Düzenleri ile Sınır Tabakaları "Boundary Layer" Kumandaları .....	17
1.2.5. "Trim Tab" ların, Denge ve Anti-Denge "Leading Tab" lar, "Servo Tab" lar, "Yaylı Tab" lar, Kütleli Balans, Kumanda Yüzey "Bias" I, Aerodinamik Balans Panelleri .....	19
1.3. Uçuş Kumanda Yüzeylerinin Balans Ayarı .....	22
1.3.1. Statik Balans Ayarı .....	23
1.3.2. Dinamik Balans Ayarı .....	24
UYGULAMA FAALİYETİ .....	25
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	27
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	28
2. Uçuş Kumandaları Çalışma Sistemleri .....	28
2.1. Manuel (Mekanik) .....	28
2.2. Hidrolik .....	30
2.3. Pnömatik .....	31
2.4. Elektrik .....	31
2.5. Joy-stik .....	31
UYGULAMA FAALİYETİ .....	33
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	35
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	36
3. Çevresel Etkilerin Düzeltilmesi .....	36
3.1. Suni Hissetme .....	36
3.2. Yaw Damper .....	36
3.3. Mach Trim .....	37
3.4. Dümen Limiter .....	37
3.5. Fırtına Kilitlemesi (Gust Lock) .....	38
3.6. Dengeleme ve "Rigging" .....	38
3.7. "Stall" Koruma Sistemleri .....	39
UYGULAMA FAALİYETİ .....	50
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	52
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	53

---

CEVAP ANAHTARLARI.....	54
KAYNAKÇA.....	55

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	522EEO031
<b>ALAN</b>	Uçak Bakım
<b>DAL/MESLEK</b>	Uçak Gövde Motor Teknisyenliği Uçak Elektronik Teknisyenliği
<b>MODÜLÜN ADI</b>	Uçuş Kumandaları
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Uçuş kumandaları bakım ve onarımını ile ilgili temel bilgi ve becerilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32
<b>ÖN KOŞUL</b>	Uçuş Teorisi modülünü başarmış olmak
<b>YETERLİK</b>	Uçuş kumanda yüzeylerini tanımak, gerekli bakım ve onarımı yapabilmek
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Gerekli ortam sağlandığında bakım dokümanlarında (AMM, SRM, IPC) belirtildiği şekilde uçuş kumandaları ve kontrol sistemlerinin kontrol ve bakımını yapabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Uçuş kumanda yüzeylerinin bakımını dokümanlarında (AMM, SRM) belirtildiği şekilde yapabileceksiniz.</li><li>2. Uçuş kumandaları kontrol sistemlerinin bakımını dokümanlarında (AMM, SRM) belirtildiği şekilde yapabileceksiniz.</li><li>3. Uçağa kumanda verildiğinde çevresel etkilerin kumanda yüzeylerine nasıl etkiğini tekniğine uygun olarak yorumlayabileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Sınıf ortamı ve uçak bakım atölyesi <b>Donanım:</b> Uçuş kumanda sistem parçaları, el aletleri
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	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,**

Uçaklar, yüksek teknolojinin birer ürünü olup, hem askeri hem sivil yaşamda çok önemli bir rol olmaktadır. Başlarda sadece askerî amaçla geliştirilen uçaklar artık sivil yolcu ve mal taşımacılığında da önemli bir yere sahiptir.

Çok karmaşık yapılardan oluşan uçakların bakım ve onarımları diğer ulaştırma araçlarına oranla çok daha fazla dikkat, ciddiyet ve kabiliyet gerektirmektedir. Havacılıkta her kural bir kaza ya da tehlikenin neticesinde konulmaktadır. Dolayısıyla hiçbir kural göz ardı edilemez.

Sizler, ülkemizin uçak bakım teknolojisi alanındaki teknik elemanları olacaksınız. Sorumluluğunuz öğrencilik yıllarınızdan başlayarak iş hayatınızda da artarak devam edecektir. Havacılık uluslararası bir sektördür. Sizler de dünya karşısında, ülkemizi temsil edeceksiniz.

Her derste, her uygulamada, daha kaliteli, bilgili ve tecrübeli teknisyenler olacaksınız. Ancak kendinizi ömür boyu geliştirmeli ve daima teknolojiyi takip etmelisiniz. Bu sayede hem kendiniz hem de ülkemiz için faydalı bir insan olabilirsiniz.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Uçuş kumanda yüzeylerinin bakımını dokümanlarında (AMM, SRM) belirtildiği şekilde yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Bir uçağın nasıl sağa, sola, yukarı, aşağı döndürülebildiğini araştırınız. Yaptığınız araştırmaları not alarak arkadaşlarınızla tartışınız.
- Çevrenizde havacılıkla ilgili kurum ve işletmelerde çalışan teknisyenlerden ana uçuş kumandaları hakkında ön bilgi alınız. Şehrinizde anıtlştırılmış bir uçak varsa kanatlarına ve kuyruk kısmına bakarak size ilginç gelen noktaları not alınız.

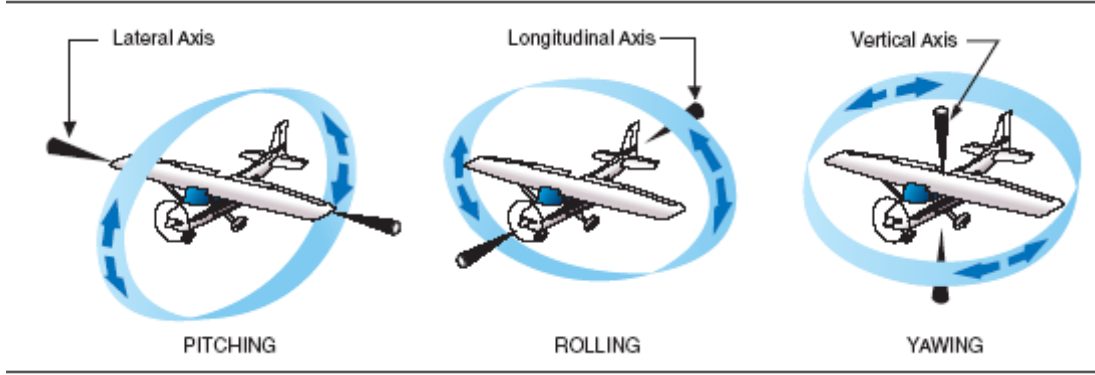
## 1. UÇUŞ KUMANDALARI

Bir uçakta 3 eksen üzerinde hareket edilir. Bu eksenler; Lateral (yanal), Longitudinal (uzunluk) ve Vertical (dikey) eksenlerdir. Yanal eksen üzerinde yunuslama (pitch), uzunluk ekseninde yatış (roll) ve dikey eksen üzerinde sapma (yaw) hareketi gerçekleştirilir.

Uçağın hareketlerini yapabilmesi için kumandalara ihtiyaç vardır. Bu kumandalar ana kumandalar ve yardımcı kumandalar olmak üzere ikiye ayrılır.

Kumanda yüzeyleri ve aksamlarının uluslararası standartlara uygun olarak zamanında ve uygun şekilde bakım onarımının yapılması gerekir. Bunun için uçak üreticisi firmalar, mekanizmaların bakımının yapılabilmesi ve parça değişimi için Aircraft Maintenance Manual-AMM (Uçak Bakım El Kitabı) adı verilen dosyalar yayınlamaktadır. Ayrıca tamir için Structural Repair Manual-SRM (Yapısal Tamir El kitabı) isimli dosyaları yayınlamaktadır. Yedek parçaların ve monte edilmiş parçaların belli bir mantığa göre numaralandırılmış listeleri vardır. Bunlara da Illustrated Parts Catalog-IPC (Tanımlanmış Parçalar Kataloğu) denir.

Kısacası uçak bakımı için üç temel dosya olan AMM, SRM ve IPC dokümanlarına uygun şekilde hareket edilmelidir.

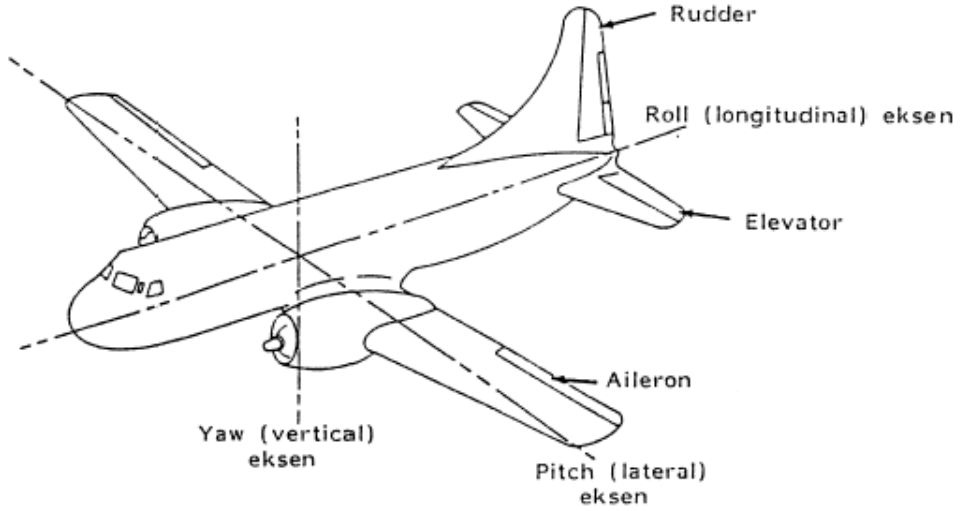


Şekil 1.1: Uçaklarda eksenler ve hareketler

## 1.1. Ana Uçuş Kumandaları

Ana uçuş kumandaları uçağa üç temel hareketi verebilmemizi sağlayan kumandalardır. Üç temel hareket yatış, sapma ve yunuslamadır. Bu kumandaları şöyle sıralayabiliriz:

- Aileron (Kanatçık)
- Elevator (İrtifa dümeni)
- Rudder (İstikamet dümeni)
- Birleştirilmiş kumandalar (taileron, elevon, ruddervator gibi)



Şekil 1.2: Bir uçağın yapısal parçaları

### 1.1.1. Roll Ekseni Kumandası “Aileron”

Aileronların (kanatçık) görevi uçağa yatış yaptırmaktır. Yatış, kanatların yere paralel olmaması durumudur. Bu durumda uçak hangi kanadı aşağıda ise o tarafa doğru dönmeye başlar.

Sağ ve sol kanat ucunda birer tane kanatçık vardır. Ancak büyük jet yolcu ve nakliyat uçaklarında her kanatta ikişer adettir. Bu uçaklar belli bir hızdan sonra kanat uçlarındaki kanatçıklar yerine gövdeye yakın olan kanatçıkları kullanır.

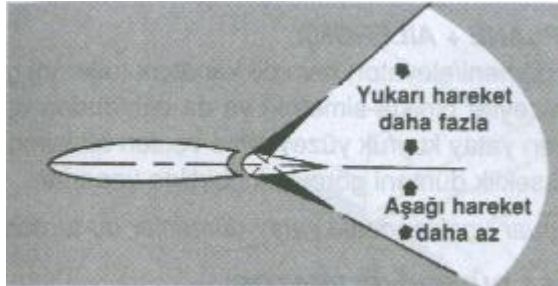
Kanatçıklar birbirlerine göre ters çalışır. Yani sağ kanatçık yukarı kalkarsa sol kanatçık aşağı iner.

Pilot uçağı bir tarafa döndürmek isterse levveyi o tarafa çekerek -levye yerine kumanda simidi var ise çevirerek- yatış verir.

Yatış sırasında yukarı kalkan kanatçık, bulunduğu kanadın hava akımını bozarak kaldırma kuvvetini azaltır. Diğer kanatta ise kanatçık aşağı iner ve kaldırma kuvveti artarak kanadı kaldırır.

Aşağı inen kanatçık, yukarı kalkan kanatçıktan daha fazla sürüklenme (Drag) etkisi yani ilerlemeye karşı daha fazla direnç gösterir. Bu durumda dönülmek istenen istikamet aksine bir etki gözlenir. Buna Adverse Yaw (Ters sapma) denir. Bunu önlemek için yaygın olarak üç metot kullanılır.

- **Diferansiyel kanatçık kullanmak:** Bu kanatçıklardan aşağı inen, yukarı kalkan kanatçıktan daha az açıyla aşağı iner.



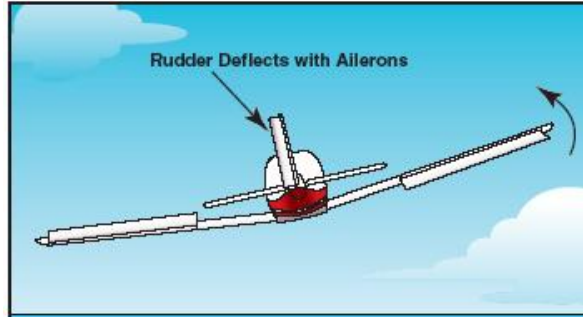
Şekil 1.3: Diferansiyel kanatçık yapısı

- **Frise tip aileron kullanmak:** Bu kanatçıkların menteşeye yakın kısmı aynı kanadın diğer tarafına uzantı oluşturur ve kanadın diğer yüzeyinde de direnç oluşturur. Bu çıkıntı önemlidir.



Şekil 1.4: Frise kanatçık yapısı

- **Aileron ve Rudder'ın ortak kullanımı:** Kanatçık kumandası verilirken aynı zamanda dönülmek istenen yöne göre gerektiği kadar rudder da döndürülür. Bazı sistemlerde bir mekanizma yardımıyla Rudder ile Aileron ilişkilendirilir. Yani beraber çalışır.



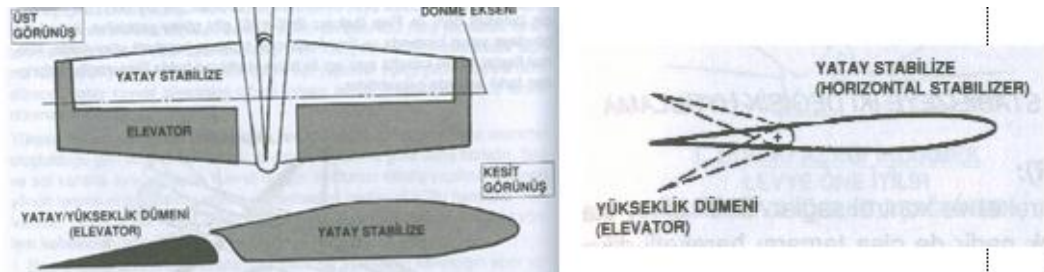
Şekil 1.5: Aileron ve rudderin koordineli kullanımı

### 1.1.2. Pitch Eksenini Kumandası "Elevator-Hareketli Yatay Stabilizer-canard"

Elevatorün (irtifa dümeni) görevi uçağa yunuslama (pitch) hareketi yaptırmaktır. Yunuslama, uçağın burnunu kuyruğa göre yukarıya ya da aşağıya getirmedir. Böylece uçak irtifa kazanıp kaybedebilir.

Burun aşağıda ise süzülme ya da alçalma, burun yukarıda ise tırmanış gerçekleşir. Bu kumanda üç şekilde sağlanır:

- Kuyruğun yatay kısmında, bir sabit kısım bir de hareketli kısım vardır. Sabit kısma yatay stabilize (stabilator) denir. Hareketli kısım yukarı çekilirse burun kalkar, uçak tırmanmaya başlar. Aşağı çekilirse burun aşağı iner, uçak irtifa kaybeder.



Şekil 1.6: Sabit yatay stabilize ve elevatorun üstten ve yandan görünüşü

- Tamamı hareketli yatay stabilize kullanılabilir. Bu şekilde elevator aynı zamanda yatay stabilize görevi görür. Lockheed F-104 savaş uçağını örnek verebiliriz. Bu uçakla birçok ilde müze ya da parklarda karşılaşabilirsiniz. Dikkatle bakarsanız tamamı hareketli yatay stabilize kullanıldığını görebilirsiniz.



**Şekil 1.7: Hareketli yatay stabilize ve elevatorun üstten ve yandan görünüşü**

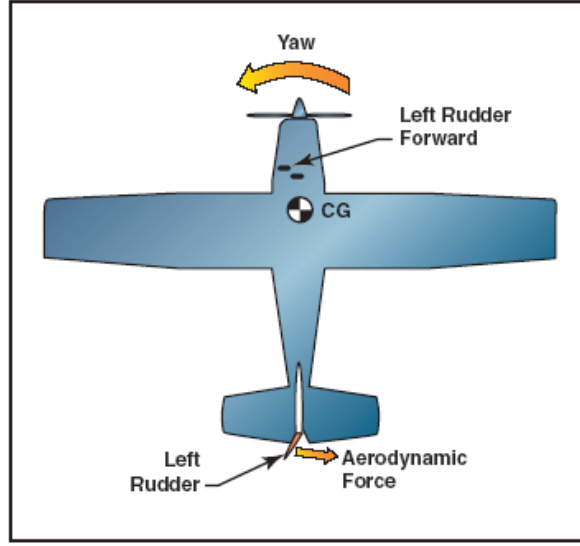
- Canard kullanılabilir. Canard özellikle delta kanat uçaklarda buruna yakın kısma eklenen küçük kanatlara denir. Bu kanatları irtifa dümeni ve yatay stabilize yerine düşünebilirsiniz. Yatay stabilize sabit, irtifa dümeni kısmı hareketli ya da tamamı hareketli olabilir. Canard'lı uçaklara örnek olarak Eurofighter Typhoon'u verebiliriz.



**Resim 1.1: Canard yapılı uçaklardan Eurofighter Typhoon**

### **1.1.3. Yaw Ekseni Kumandası “Rudder, Rudder Limiter”**

Uçağın dikey eksen üzerinde sağa ya da sola doğru döndürülmesini yani burnun sağa ya da sola döndürülmesine sapma (yaw) denir. Bunun için kuyruktaki hareketli dik kısım kullanılır. Buna istikamet dümeni (rudder) denir. Kokpitte pedallara basılarak hareket ettirilir. Aşağıdaki şekilde sol pedala basılmış ve rudder sola dönmüştür. Hava akımı sola doğru çıkan rudder üzerinde kuvvet oluşturur ve uçağın burnunun sola doğru dönmesini sağlar.



**Şekil 1.8: Sola dönen Rudder uçağın burnunu da sola döndürmektedir.**

Belli bir hızdan sonra rudder'ın sola sağa döndürülmesi ile hava akımının rudder üzerine oluşturacağı kuvvet rudder'a zarar verebilir. Bunu önlemek için "Rudder Limiter" adı verilen sınırlayıcı bir sistem kullanılır. Bu sistem, kuyruğa yakın bir kısımda hava hızını ölçerek sınır hıza ulaşılmca rudder'ın döndürülebileceği açığı sınırlar.

#### **1.1.4. Ortak Kullanılanlar "Taileron,Elevon,Ruddervator"**

Bu kumandalar birden fazla kumanda yüzeyinin etkisini tek başına gösterebilen kumandalardır.

##### **1.1.4.1. Taileron**

Hem irtifa dümeni hem kanatçık etkisi gösterir. Sağ ve sol kısım hem simetrik (aynı şekilde) hem asimetrik (ters şekilde) çalışabilir. Simetrik çalışarak elevator etkisi, asimetrik çalışarak aileron etkisi oluşturur. Zaten Taileron kelimesi de Tailplane (yatay kumanda yüzeyi) ve Aileron (kanatçık) kelimelerinin birleşmesi ile oluşmaktadır. Taileron'lu uçaklara F-16 ve Tornado'yu örnek gösterebiliriz. Aşağıda bir Tornado uçağının taileron kısmını aşağıda ve yukarıda pozisyonda görüyorsunuz.



**Resim 1.2: Tornado uçağında taileronlar**

#### **1.1.4.2. Elevon**

Delta kanatlı uçaklarda ana kanatlar ile yatay stabilize yerine büyük bir üçgen şeklinde tek kanat bulunur. Elevon, hem irtifa dümeni (elevator) hem de kanatçık (aileron) görevi görür. Örnek olarak Eurofighter Typhoon'u verebiliriz.

#### **1.1.4.3. Ruddervator**

Ruddervator yapılı uçaklarda dikey stabilize, yatay stabilize, irtifa dümeni ve istikamet dümeni yerine V şeklinde bir kuyruk kullanılır. Rudder ve Elevator kelimelerinin birleşiminin kısaltılması olarak Ruddervator denir. Aşağıda F-117 savaş uçağının Ruddervator kısmı açıkça görülmektedir.



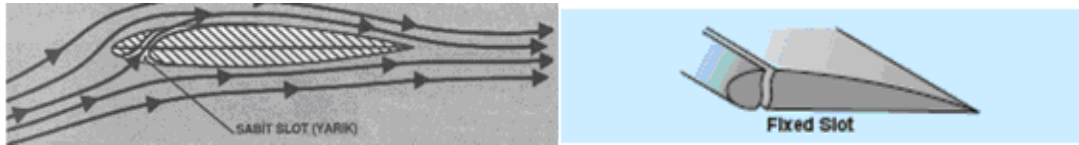
**Resim 1.3: F-117 uçağının V şeklinde kuyruk yapısı-Ruddervator**

## 1.2. Yardımcı Uçuş Kumandaları ve Diğer Elemanlar

### 1.2.1. Yüksek Kaldırma Düzenleri, “Slot”, “Slat”, “Flap”, “Flaperon” lar

#### 1.2.1.1. Slot

Düşük hızlarda kontrolü sağlamak için kanat ya da kuyruk yüzeylerinde, hücum kenarı tarafında yarıklar açılır. Bunlara sabit slot ya da fixed slot denir. Bu sayede yüksek hücum açılarında hava akımı yarıktan geçerek kanat üst kısmında da akışın sürmesini sağlar. Böylece uçak süratsız kalma yani stall (perdövites) durumuyla daha düşük bir hızda karşılaşır. Slotlu uçaklar genelde yavaş uçuş gerektiren görevler için kullanılır. Planör çekimi, pano çekimi ve gözlem amaçlı olabilir. Aşağıda PZL-104 Wilga uçağı görülüyor. Kanat hücum kenarına dikkatle bakınız. Gördüğünüz yarıklar slotlardır.



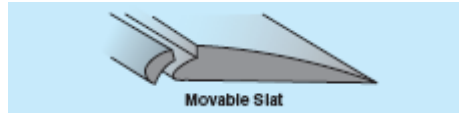
Şekil 1.9: Slot yapısı ve kesit görünüşü



Resim 1.4: Slotlu uçaklardan PZL-104 Wilga planör römork uçağı

#### 1.2.1.2. Slat

Kanat hücum kenarının ileriye doğru uzamasını sağlayan parçalara slat denir. Böylece kanat kamburluğu artarak kaldırma kuvveti de artar. Düşük hızlarda uçabilmeyi sağlar. Slotlar uçuş boyunca hep varken slatlar gerek duyulduğunda kullanılır. Yolcu uçaklarında slot yerine slat tercih edilir. Diğer adı hareketli slat (movable slat)tır.



Şekil 1.10: Hareketli slat kesiti



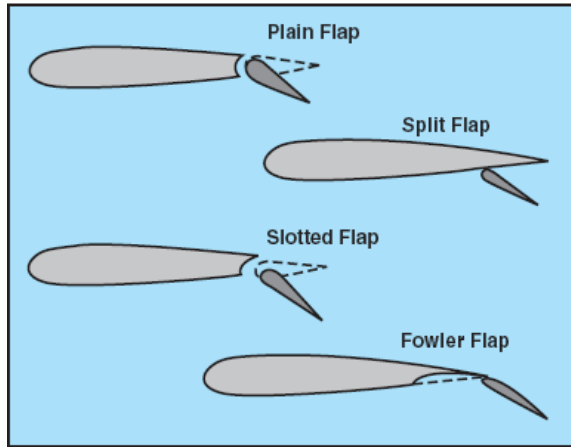


Resim 1.5: Bir yolcu uçağının açılmış haldeki slatlarının alttan görünüşü

### 1.2.1.3. Flap

Flap kanat alanını ve üst kısmın kavisini artıran böylece kaldırma kuvvetinin de artmasını sağlayan kısımlardır. Ayrıca süzülüşlerde geri sürüklenme kuvvetinin (Drag) artmasını sağlayarak uçağı yavaşlatır. Açılma miktarı açılarla ifade edilir. Örneğin “Flap 10° açık” denir. Yavaş uçuşlarda, kalkış ve inişlerde flap kullanılır. Hücüm kenarında veya firar kenarında olabilir.

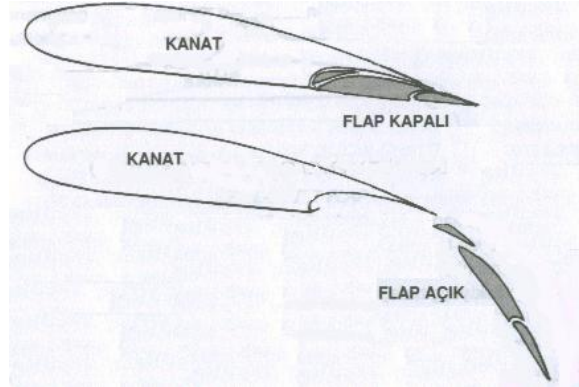
Temelde 4 tip flap vardır:



Şekil 1.11: Flap çeşitleri

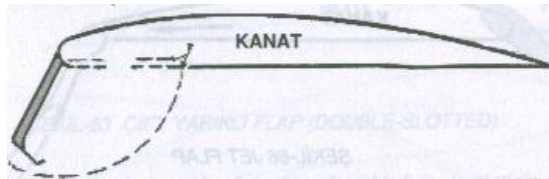
- **Plain flap (düz flap):** Bir menteşe ile kanadın firar kenarına bağlı olup şekilde gördüğümüz gibi sadece kanadın üst kavisini arttırır. Dışarı doğru uzama yapmaz.

- **Split flap (kaymalı flap):** Bu flaplarda kanat üst kısmında herhangi bir değişiklik olmaz. Alt kısımda ise hava akışını bozacak şekilde flap aşağı iner.
- **Slotted flap (yarıklı flap ):** Aynı slotlar gibi işlev görebilmesi için flap açılırken dışarıya doğru çıkar ve kanatla arasında bir yarık oluşturur. Yüksek hücum açısında hava akımı bu yarıktan geçer. Ayrıca Double-slotted flap (çift yarıklı flap) da bulunur. Bu çeşitte anlaşıldığı gibi iki yarık oluşur.
- **Fowler flap:** Slotted flap gibi flap kanattan dışarıya doğru uzar ancak şekilde de gördüğümüz gibi flap kanadın üst kısmıyla bütünleşir. Böylece kanadın hem alanı artarken hem de üst kavisi arttırılmış olur. Böylece daha büyük kaldırma kuvveti ve geri sürüklenme etkisi elde edilir. Bu flapların çok parçalı olanları da vardır.
- **Split-fowler flap(yarıklı kaymalı flap):** Hem split hem fowler flap özelliği taşır. Birden fazla parçalıdır. Dışarıya doğru kayarak uzanır ve parçalar arasında yarıklar oluşur. Günümüz yolcu uçaklarında yaygın olarak kullanılmakla beraber mekanizması çok parçalı ve karmaşıktır.



Şekil 1.12: Split fowler flap kapalı ve açık görünüşü

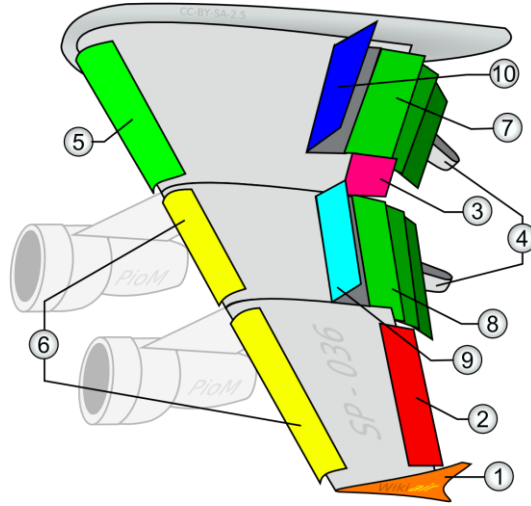
- **Kruger flap:** Kanat hücum kenarının alt kısmında bulunur. Bazı uçaklarda bulunur. Örneğin Boeing 727’de kullanılmaktadır.



Şekil 1.13: Kruger flap yandan görünüşü



Resim 1.6: Kruger flap açılmış halde yandan ve önden görünüşü



Şekil 1.14: Kanat parçaları hücum kenarı ve firar kenarı düzenleri

1. Winglet
2. Low Speed Aileron
3. High Speed Aileron
4. Flap track fairing
5. Krüger flaps
6. Slats
7. Three slotted inner flaps
8. Three slotted outer flaps
9. Spoilers
10. Spoilers-Air brakes



**Resim 1.7: Flaplar tamamen kapalı, sadece flaplar açık, flaplar ve spoilerler birlikte açık durumları görülüyor.**

#### **1.2.1.4. Flaperon**

Flaperon hem kanatçık hem flap görevi gören kumandadır. Flap ve Aileron kelimelerinin birleşiminden gelmektedir. Ancak kullanılabilmesi için elektronik uçuş kontrol sistemlerinin olması gerekir. F-16 savaş uçağını örnek verebiliriz.

#### **1.2.2. Sürüklenme sağlayan düzenler: Spoiler'ler (Kaldırma damperleri-Lift dumper), Hız Kesiciler (Speed Breakes)**

Uçaklarda geri sürüklenme kuvvetini arttırmak için kullanılan yardımcı kumanda elemanlarından biri spoiler (bozucu)dir. Uçakların çeşitlerine göre sayıları değişmektedir. Kanatların üzerinde bulunur ve kapalı konumdayken kanadın üst dış kabuğunun bir kısmını oluşturur. Açıldıklarında ise kanadın üst kısmındaki hava akımı akışını bozarak geri sürüklenme kuvvetini (drag) artırır. Spoilerlerin diğer adı da kaldırma damperi (lift dumper)dir. Kullanım alanlarına göre üçe ayrılır.

##### **1.2.2.1. Flight (Roll )Spoiler (Uçuş/yatış spoileri)**

Uçuş sırasında aileronlara bağlı olarak otomatik şekilde çalışır. Dönülmek istenen tarafa göre o taraftaki spoiler yatış açısıyla uyumlu şekilde açılır. Diğer kanattaki spoiler açılmaz.

##### **1.2.2.2. Speed Brake (Hız Freni/Hız Kesici)**

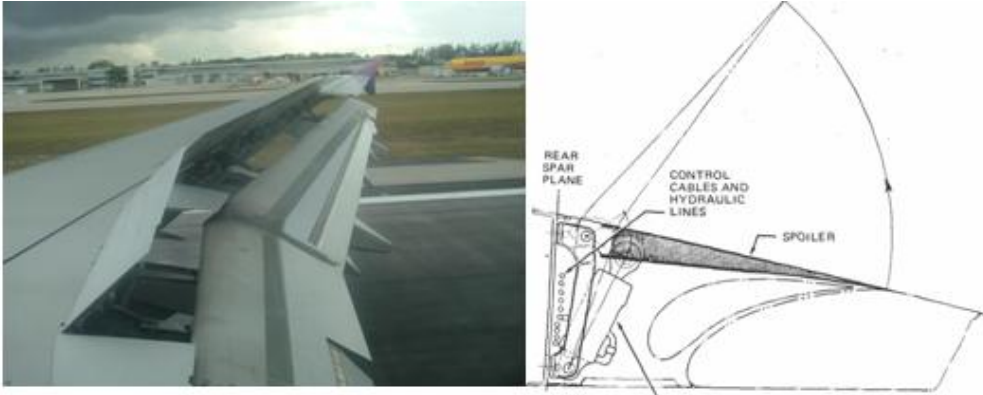
Uçuş sırasında yavaşlama isteniyorsa pilot tarafından her iki kanattaki spoilerler istenilen ölçüde açılır. Aynı zamanda yatış da yapılıyorsa spoilerler hem flight spoiler hem de speed spoiler mantığıyla çalışır. Ancak şekil olarak uçaktan uçağa farklılık gösterebilir. Örneğin F-16'da yatay stabilizenin gövdeye yakın kısımlarında, SU-27'de kanatlarda değil gövde üzerinde bulunur. Planörlerde ise her iki kanadın hem altından hem üstünden çıkan plakalar şeklindedir.



**Resim 1.8: Hava frenlerini açmış bir F-16'nın arkadan görünüşü**

### 1.2.2.3. Ground Spoiler (Yer Spoileri)

Yer spoiler'leri sadece uçak yerde iken çalışır. Uçağın yere inmesi ile tüm spoiler tam olarak açılır. Böylece maksimum(en fazla) geri sürüklenme kuvveti elde edilerek duruş mesafesinin kısaltılması hedeflenir. Resim 1.9'da inişi takiben tüm spoilerlerin açılmış olduğunu görüyorsunuz.



**Resim 1.9: İnişi takiben açılan spoilerler**

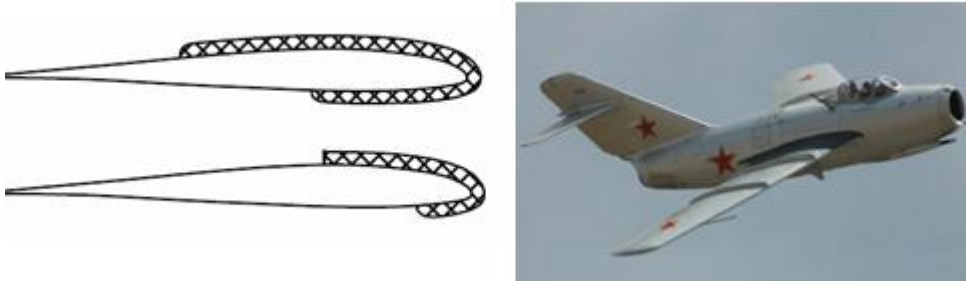
### 1.2.3. Kanat “Fence” nin Etkileri, Testere Dişli Hücum Kenarları “Leading Edge”

Bir uçağı aerodinamik açıdan daha kararlı hâle getirmek için kanat hücum kenarına ya da kanadın gövdeyle birleştiği kısma bazı ilaveler yapılır. Kanattan burna doğru bir uzantı eklenebilir, buna “strake” denir. Özellikle savaş uçaklarında kullanılır. Strake sayesinde oluşan girdap hava akımının kanattan kopmasını önler ve ek taşıma kuvveti kazandırır. Bu sayede uçak daha küçük tasarlanabilir. Daha küçük bir uçak aynı yetenekteki başka bir uçağa göre daha hafif olacak demektir. F-16 savaş uçağının her iki yanında strake kısmını görebilirsiniz(Resim 1.10).



**Resim 1.10: F-16’da kokpitin iki tarafında strake kısmının yandan ve alttan görüntüsü**

Fence (Perde) de aynı şekilde hava akımını özellikle kanatçıklar üzerine yoğunlaştırmak için kullanılan bir diğer yöntemdir. Perdeler kanat hücum kenarının yalnız üst tarafına ya da hem üst hem alt tarafına yerleştirilir.



**Resim 1.11: Kanat Fence profili ve bir Mig-15’in kanadındaki fence’ler**

Bazı uçaklarda ise aynı amaçla kanat hücum kenarına testere dişi (Sawtooth) şeklinde bir çıkıntı eklenir. Özellikle geriye ok açılı uçaklarda tercih edilmekle beraber günümüz uçaklarında strake’in tercih edildiğini görüyoruz. Sawtooth uygulanan uçaklara örnek olarak F-4 Phantom’u örnek verebiliriz.



**Resim 1.12: F-4 Phantom savaş uçağı ve testere dişi kanat hücum kenarı**



#### 1.2.4. Vortex Jeneratörleri, “Stall” aksamı “Wedge” veya “Leading Edge” Düzenleri ile Sınır Tabakaları “Boundary Layer” Kumandaları

Bir kanadın hücum kenarına (Leading Edge) çarpan hava molekülleri kanat üzerinden akarken kanadın yüzeyine paralel şekilde ilerler. Buna Laminar (yapraklı) Boundary Layer (sınır tabakası) denir. Boundary Layer, hava moleküllerinin yüzeye en yakın geçtiği sınırdır. Hücum açısının (AOA-Angle Of Attack ) artması ile hava molekülleri kanadın sonuna kadar gitmeden kanat üzerinden ayrılmaya ve türbülans oluşturmaya başlar. Bu kısım Turbulent Boundary Layer (türbülanslı sınır tabakası)dır. Türbülanslı hava akımı kanat üzerindeki alçak basıncı bozar, böylece kaldırma kuvveti kaybolur. Geri sürüklenme etkisi (Drag) artar. Kanatçık gibi kumanda yüzeyleri kanadın firar kenarında olduğu için ve hava akımı oraya ulaşmadan kanadı terk ettiği için artık uçak kumandalara cevap vermez. Bunu önlemek ya da kumandalar etkisiz hâle gelmeden fark etmek için bazı hücum kenarı düzenleri, vortex jeneratörleri ya da kanat yapısında değişiklikler tasarlanmıştır.

Yatay ya da dikey kumanda yüzeyleri geniş olan geniş kanatlı uçaklarda kumanda yüzeylerine, kanatlara, stabilizelere küçük parçalar yerleştirilir. Bu parçalar, monte edildikleri yere dik şekilde yerleştirilir. Görevleri, hava girdapları oluşturarak hava akımının kumanda yüzeyini kolaylıkla terk etmesini engellemektir.

Kanadın hücum kenarına yerleştirilen bu girdap jeneratörlerine (vortex generator) vortilon da denir.

Aşağıdaki vortex jeneratörü takılmadan önce ve takıldıktan sonra kanat üzerindeki hava akımının, hücum açısı arttıkça nasıl bir değişim geçirdiğini görüyorsunuz.

Vortex Jeneratörü Olmayan Kanat:



Düğü Hava Akışı



Hava Akışı Kanattan Kopmaya Başlıyor.



Stall Durumu

Vortex Jeneratörü Bulunan Kanat:



Girdaplı Hava Akışı

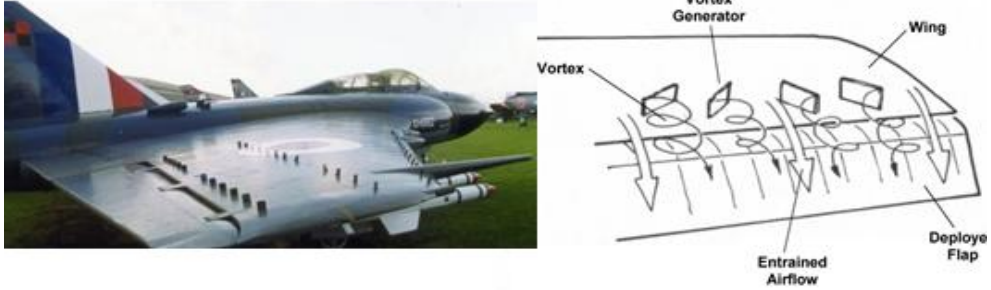


Girdaplı Hava Akımı Kanada Tutunuyor



Girdaplı Hava Akımı Kanat Üzerinde Kalıyor.

Şekil 1.15: Vortex jeneratörü bulunan ve bulunmayan kanat arasında hava akımı farkı



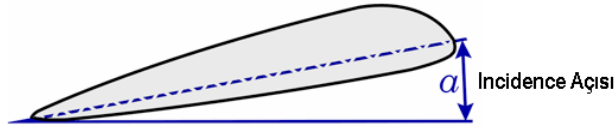
**Resim 1.13: Kanat üzerinde vortex jeneratörü**

Kontrol artışı sağlayan vortex jeneratörleri dışında stall strips (stol çubukları) denilen hücum kenarı eklentileri de vardır. Stall strip'leri sayesinde pilot, uçağa yüksek hücum açısında stall olmadan gerekli kumandayı verebilir ve uçağı stol olmadan düzeltebilir. Stall, hava akımının düzgün şekilde kanat üzerinden akmaması durumudur. Stall kanatçıkların bulunduğu kısma geldiğinde artık kumanda yüzeyleri gerekli havadan yoksun kalacağı için kumandalar etkisini kaybeder. Stall strip'ler kanadın gövdeye yakın kısmında hücum kenarına eklenen küçük bir parçadır ve hücum kenarını biraz daha keskinleştirir. Kanadın kök kısmının uç kısmından daha önce stol olması sağlanır. Böylece stall kanatçıklara ulaşmadan algılanır.



**Resim 1.14: Kanat hücum kenarında stall strip görüntüsü**

Stall durumunu kanatçıklara ulaşmadan algılamak için uygulanan bir diğer yol da kanat tasarımında değişiklik yapmaktır. Uçak düz bir yerde iken yandan bakıldığında kanadın yere göre açısına "incidence" açısı denir. Kanat tamamen kökten uca aynı incidence açısına sahip olursa kanadın her tarafı aynı anda stol olur. Bunun yerine kanat uçlarındaki incidence açısı kanat köküne göre daha küçük şekilde yapılır. Kanat sanki burkulmuş gibidir. Ancak bu sayede kanatçıklar stol olmadan önce kanadın kök kısmında stall algılanabilir. Bu şekilde bükülmüş kanatlara Washout ya da Twist denir.



**Şekil 1.16: Kanat hücum kenarının incidence açısı**



## 1.2.5. “Trim Tab’ların, Denge ve Anti-Denge “Leading Tab” lar,”Servo Tab” lar, “Yaylı Tab” lar, Kütleli Balans, Kumanda Yüzey “Bias”I, Aerodinamik Balans Panelleri

### 1.2.5.1. Tab’lar

Uçakların kumanda yüzelerine çarpan hava fileleri kumanda yüzeyi kumanda sistemine karşı kuvvet oluşturur. Eğer pilot doğrudan kol gücü ile kumanda veriyor ise bu karşı kuvveti yenmesi zor olacaktır.

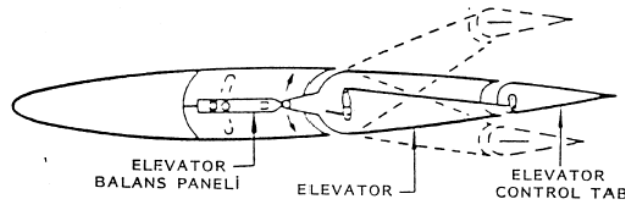
Ayrıca uçak havada yol aldıkça yakıt harcayacak ve hafifleyecektir. Ağırlık merkezi (center of gravity) de geriye doğru kayacaktır. Böylece uçağın burun kısmında yükselme olacaktır. Kısacası seyruşefir irtifasının değişeceğini görüyorsunuz. Oysa uçakların uçuş planlarında bir bölgeden başka bir bölgeye giderken aynı yolları kullanmaları, aynı yoldaki uçakların çarpışmaması için de farklı irtifalarda uçmaları gerekir.

Pilot, hafifleyen uçağın irtifa almasını engellemek için burnun yükselmesini engellemeli, bunun için levveyi gerektiği kadar ileri itmeli. Elevator’un üzerine çarpan hava fileleri kısa zamanda pilotun yorulmasına neden olur ve irtifayı sabitlemeyi güçleştirir. Bu amaçla aileron, elevator ve rudder üzerinde küçük kumanda yüzeyleri eklenir. Eğer yatay stabilize hareketli ise stabilize için bir sistem eklenir. Genelde yolcu uçaklarında hareketli yatay stabilize kullanılmaktadır.

Tab’lar kullanım alanlarına göre dörde ayrılır:

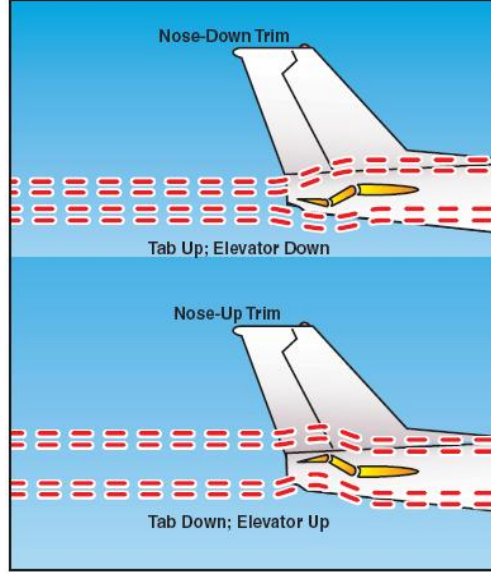
- Kontrol Tabı (Control Tab)
- Düzeltme Tabı (Trim Tab)
- Denge Tabı (Balance Tab)
- Anti-Denge Tabı (Anti-Balance Tab)
- Control Tab

Büyük uçaklarda uçuş kumandaları hidrolik olarak yapılmaktadır. Ancak yine de kumanda yüzeyleri üzerinden geçen hava filelerinin etkisinden yararlanmak faydalıdır. Aileron yukarı kaldırılırken control tab aşağı iner. Kontrol tab’a çarpan hava fileleri aileronun yukarıda kalmasına yardımcı olur. Böylece kumanda esnasında kolaylık sağlanır. Yapı itibari ile control tabı, kumanda yüzeyine göre ters yöne hareket eder.



Şekil 1.17: Elevator control tabı normal, en yukarıda ve en altta konumu

Eğer uçakta suni hissetme ve merkezleme mekanizması varsa kumanda bırakıldığı anda kumandalar otomatik olarak ortalanır ve konum nötr durumuna getirilir.



Şekil 1.18: Uçuş esnasında elevatör ve tab'ın hareketi

➤ **Trim Tab**

Uçuş sırasında düz uçuşu korumak ya da uçuş öncesi ağırlık merkezi değişimine göre kumanda yüzelerinin sıfır noktasının (normaldeki pozisyonunun) değiştirilmesi gerekebilir. Bu amaçla trim tab kullanılır.

Tamamı hareketli yatay stabilize ise stabilizenin uçağın uzunluk eksenine göre açısı değiştirilerek ayar yapılır.

➤ **Balance Tab**

Uçuş kumandalarına yardımcı olmak amacı ile kullanılır. Control tab gibidir. Ancak Boeing-727'de dış kanatçıklar üzerine yerleştirilmiştir.

➤ **Anti-Balance Tab**

Anti-balance tab'ları diğer tab'ların tersine kumanda yüzeyi ile aynı yönde hareket eder. Bu durumda kumanda hareketine devam ettikçe kumanda yüzeyi üzerinde oluşacak ters kuvvetin miktarı da artar. Böylece yüksek hızlarda hızlı ve aşırı kumanda verilmesi engellenir. Düşük hızlarda ise kumanda yüzey alanı artmış olacağından daha iyi bir kumanda sağlanır. Özellikle rudder üzerinde kullanılır.



**Resim 1.15: Çeşitli rudder'lar ve tab'lar**

Bu tab'ların dışında pilotun kumanda yüzeyini tab sayesinde kumanda ettiği yani kumandasını doğrudan tab'a verdiği durumlar vardır. Bu durumda ilk kumanda tab'a verilir. Hava etkisi ile kumanda yüzeyi harekete geçer. İkiye ayrılır:

➤ **Servo Tab**

Balans tab'a benzer. Tab'ın hareketi ile kumanda yüzeyi hareketi ters yönlüdür.

➤ **Anti-Servo Tab**

Anti-balans tab'a benzer. Tab'ın hareketi ile kumanda yüzeyi hareketi aynı yönlüdür. Kumandayı hissedilir şekilde zorlaştırır.

### 1.2.5.2. Kütle Balance (Mass Balance)

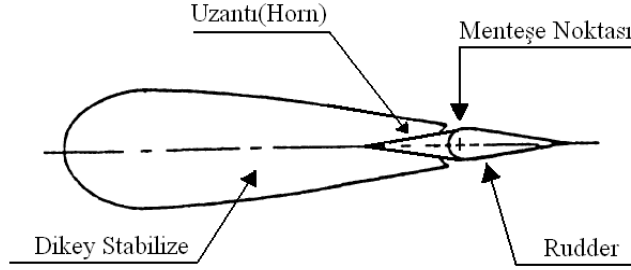
Kumanda yüzeylerinin özellikle rudder ve elevatorün stabilize den taşan dış kısmı menteşe hizasını geçecek şekilde uzatılabilir.

Eğer menteşe hizasında sonlandırılıp menteşenin diğer tarafında karşı ağırlık oluşturulmazsa kumanda yüzeyi şiddetli salınımlara maruz kalır. Bu salınımların şiddeti giderek artar ve kumanda yüzeyinin yerinden ayrılmasına neden olur. Küçük uçaklarda dıştan da görülebilecek şekilde "horn" adı verilen bir uzantı bırakılır.



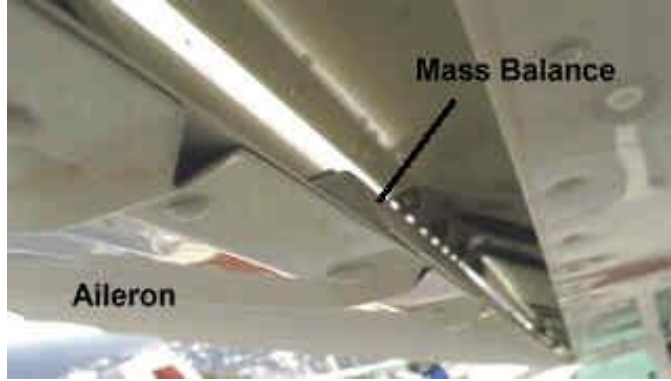
**Resim 1.16: Rudder ve elevator'de kütle balans uygulamaları**

Yolcu uçaklarında ise menteşeden stabilize içerisine doğru bir uzantı eklenir ancak bu dışarıdan görülmez.



**Şekil 1.18: Büyük uçaklarda rudder'da kütle balans uygulamaları**

Kanatçıklarda ise kanatçık hücum kenarına bir plaka eklenir.

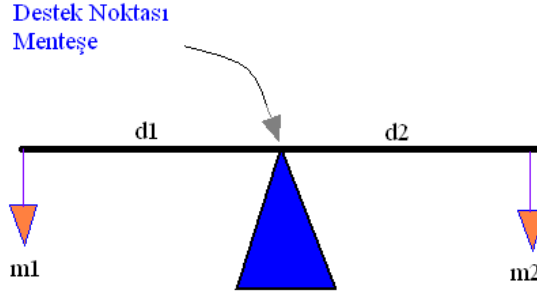


**Resim 1.17: Küçük bir uçakta aileronda kütle balans uygulaması**

### 1.3. Uçuş Kumanda Yüzeylerinin Balans Ayarı

Kumanda yüzeylerinin uçuş esnasında darbeli çalışmaması, titreşim oluşturmaması ve verilen komutun gereğini doğru şekilde ve zamanında yerine getirmesi gerekir. Üretim aşamasında ya da tamir/bakım sonrasında kumanda yüzeylerinin balans ayarının yapılması gerekir.

Kumanda yüzeyleri, bağlanacakları yüzeylere menteşe yardımıyla monte edilir. Eğer menteşe noktasını bir terazinin destek noktası olarak düşünür, kumanda yüzeyinin hücum kenarı tarafı ağırlığı, terazinin bir kefesindeki bir ağırlık; firar kenarı tarafın ağırlığını ise terazinin diğer kefesindeki ağırlık olarak kabul edersek ortaya basit fizik olayı çıkacaktır. Hangi taraf daha büyük momentum oluştursa terazinin o kefesini ağır basar.



$$\text{Moment 1} = m1 \times d1$$

$$\text{Moment 2} = m2 \times d2$$

Moment 1 = Moment 2 ise terazi dengededir.

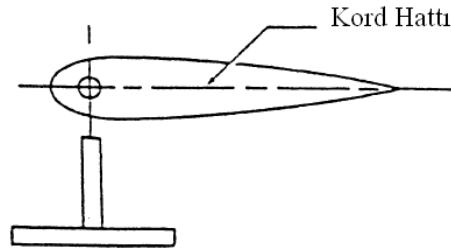
**Şekil 1.19: Momentum ve denge**

Şekilden de anlayacağınız gibi teraziye dengede tutabilmek için düşük momentumlu tarafta ya menteşeye uzaklık (d) mesafesini arttıracamız ya da ağırlığı (m) arttıracamız. D mesafesini arttırmak mevcut bir uçakta kolay kolay yapılamaz ancak Ağırlık eklenebilir. Bunun için kurşun kullanılır. Ağırlık azaltılmak isteniyorsa üretim aşamasında eklenen kurşun plaka üzerindeki belirli noktalardan matkapla delik açılarak hafifletme yapılır. Kurşun ekleme ise Maintenance Manuel dediğimiz bakım dosyalarında belirtildiği şekilde deliklere kurşun dökülerek yapılır.

Balans ayarı iki şekilde gerçekleştirilir:

### 1.3.1. Statik Balans Ayarı

Kumanda yüzeyi durgun ortamda, ağırlık merkezinden askıya alındığında yapılan balanslama “statik balanslama”dır. Normalde kanat kord hattının (hücum kenarıyla firar kenarını birleştiren doğru), yer düzlemi ile yaptığı açının  $0^\circ$  olması beklenir.

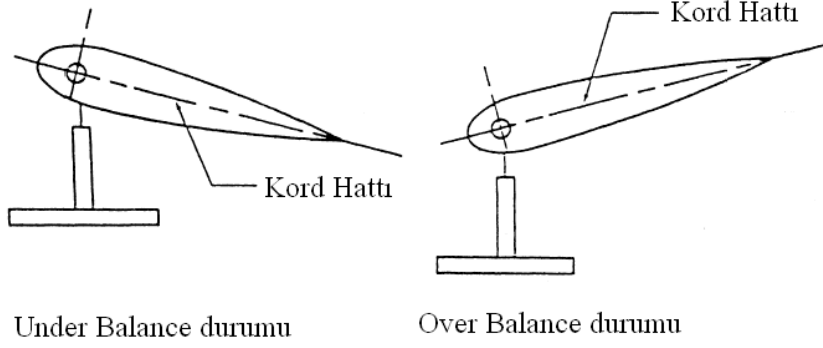


**Şekil 1.20: Kanatçık kord hattı dengede ise yere paraleldir.**

Ancak bazı uçaklarda bu açının  $0^\circ$  den farklı olması istenir.

Kumanda yüzeyinin firar kenarının, menteşe hizasından daha yukarıda olması “over balance” olarak isimlendirilir ve kaynaklarda açı değeri (-) ile ifade edilir.

Kumanda yüzeyinin firar kenarının, menteşe hizasından daha aşağıda olması “under balance” olarak isimlendirilir ve kaynaklarda açı değeri (+) ile ifade edilir. Örneğin Boeing 737’de kanatçıklar  $0,5^\circ$  over balance durumuna ayarlanır.



Şekil 1.2: Under ve over balans durumunda kanatçık pozisyonları

### 1.3.2. Dinamik Balans Ayarı

Kumanda yüzeyinin, hareket esnasında ortaya çıkan kuvvetlere rağmen titreşim yapmaması ve kendi kendini balanslayabilmesine “dinamik balans” denir. Ancak unutulmamalıdır ki dinamik balansın gerçekleşebilmesi için öncelikle statik balanslamanın iyi yapılmış olması gerekir.

## UYGULAMA FAALİYETİ

**Ana ve yardımcı uçuş kumandalarının AMM dosyalarında tekniğine uygun olarak bakım ve onarımını yapınız.**

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Uygulama yapacağınız uçağın AMM dosyasında ana ve yardımcı uçuş kumandalarından bakım onarımını yapacağınız kumanda yüzeyi ile ilgili sayfaları bulunuz.</li><li>➤ Ana ve yardımcı uçuş kumandalarının başkaları tarafından bilginiz dışında hareket ettirilememesi için gerekli tedbirleri alınız.</li><li>➤ Bakımını ya da onarımını yapacağınız kumanda yüzeyinin AMM dokümanında belirtildiği gibi sabitleme ya da açma işlemini gerçekleştiriniz.</li><li>➤ Kontrol yüzeyinin ortalanması, parça değişimi belli bir konuma getirilmesi veya sökülmesini, AMM dosyasının ilgili kısmında belirtildiği gibi ekipman yardımıyla gerçekleştiriniz.</li><li>➤ İşlemi tamamladıktan sonra talimatlara uygun şekilde kumanda yüzeyinin doğru çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Çalışma bölgenizde gerekli güvenlik tedbirlerini alınız.</li><li>➤ Öncelikle çalışma bölgenizden kullanmayacağınız teçhizat ve ekipmanları kaldırınız, görevli olmayan kişileri güvenli bir alana gönderiniz.</li><li>➤ Kumanda yüzeyleri, iniş takımları gibi hareketli kısımların yakınında kimsenin olmamasına dikkat ediniz.</li><li>➤ Hidrolik sisteme enerji verdiğinizde bazı kısımlar hareket ederek çevredekilerin zarar görmesine neden olabilir.</li><li>➤ İşleme başlamadan yüzey üzerine yeteri kadar koruyucu örtü ile kapatınız. Böylece zarar vermezsiniz.</li><li>➤ Hidrolik sisteme kumanda ederken gerekli referansa uygun hareket ediniz.</li><li>➤ Ağırlık ayarlarını yaparken hassas davranınız ve acele etmeyiniz.</li></ul>

## 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. İşe başlamadan önce gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2. İş için gerekli ekipmanı hazırladınız mı?		
3. AMM dosyasının ilgili kısmını buldunuz mu?		
4. Diğer gerekli referansları buldunuz mu?		
5. İşleme başlamadan koruyucu örtü ile yüzeyi kapattınız mı?		
6. AMM dosyasında belirtilen talimatların hepsine uydunuz mu?		
7. Kumanda yüzeyinin bakım onarımını tamamladınız mı?		
8. Yaptığınız bütün işlemlerde iş güvenliği kurallarına uydunuz mu?		
9. Verilen sürede işi bitirdiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

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



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdaki verilen eksenlerden hangisi uçaklar için kullanılmaz?  
A) Uzunluk (Longitudinal)                      B) Yanal (Lateral)  
C) Dikey (Vertical)                                D) Çapraz (Cross)
2. Aşağıdakilerden hangisi bir ana kumandadır?  
A) Flap    B) Spoiler                      C) Aileron                      D) Tab
3. Diferansiyel Kanatçık, hangi etkiyi önlemek için kullanılır?  
A) Tırmanış                                      B) Stall                      C) Süzülüş                      D) Adverse Yaw
4. Elevator hangi hareketi yapmak için kullanılır?  
A) Yaw (Sapma)                      B) Pitch (Yunuslama)                      C) Roll (Yatış)                      D) Tekerlek Açma
5. Taileron, hangi kumandaların birleşimi olarak kabul edilebilir?  
A) Elevator + Aileron                      B) Elevator + Rudder  
C) Rudder + Aileron                      D) Aileron + Flap
6. Kanat hücum kenarında sabit olarak bulunan yarıklara ne ad verilir?  
A) Flap    B) Slat                      C) Slot                      D) Tab
7. Açılırken dışarıya doğru çıkarak, kanatla arasında yarık oluşturan flap tipinin adı nedir?  
A) Plain Flap                                      B) Split Flap                      C) Slotted Flap                      D) Fowler Flap
8. Uçağın yere teker koymasıyla birlikte kanat üst kısmından dışarı doğru açılarak hava akışını bozan plakalara ne ad verilir?  
A) Ground Spoiler                                      B) Tab                      C) Flap                      D) Fence
9. Kanat kökünden burun ucuna doğru ilerleyen çıkıntı hattına ne denir?  
A) Fence    B) Strake                      C) Vortex jeneratör                      D) Stall Strip

## 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

Uçuş kumandaları kontrol sistemlerinin bakımını dokümanlarında (AMM, SRM) belirtildiği şekilde yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Evinizdeki elektrikli aydınlatma sistemlerine bakınız. Bir anahtar ile kumanda ediliyor. Uçaklarda da aynı şekilde olabilir mi?
- Bir arabada bulunan sistemleri araştırınız. Uçaklarda da benzer sistemler olabilir mi?
- Bilgisayarda uçak simülasyonu oyunlarında kullandığımız joystickler gerçekte de kullanılmaz mı?

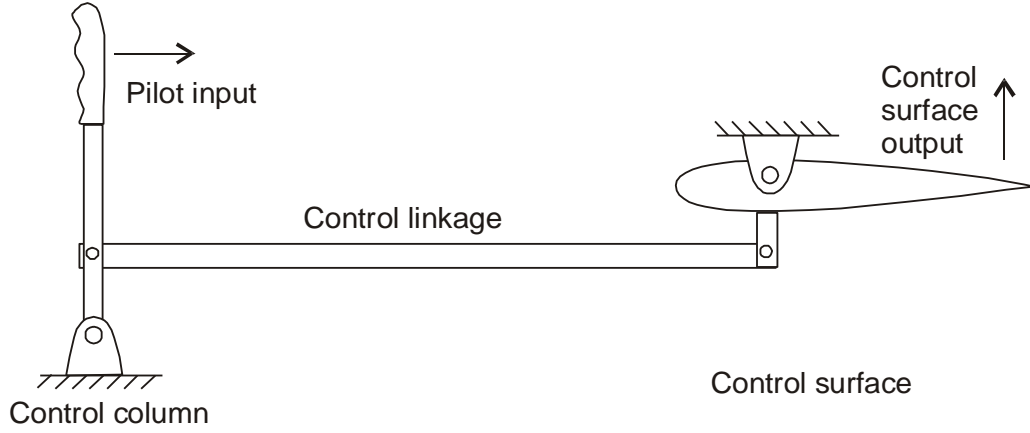
## 2. UÇUŞ KUMANDALARI ÇALIŞMA SİSTEMLERİ

Uçuş ana ve yardımcı kumanda yüzeylerinin pilot tarafından kokpitten kontrol edilebilmesi gerekir. Uçağın kumanda yüzeyinin büyüklüğüne, sistemin karmaşıklığına, uçağın kullanım amacı ve ekonomik tercihlere göre çeşitli sistemler vardır. Bunlar:

- Manuel/Mekanik
- Hidrolik
- Pnömatik
- Elektrik
- Joy-stik

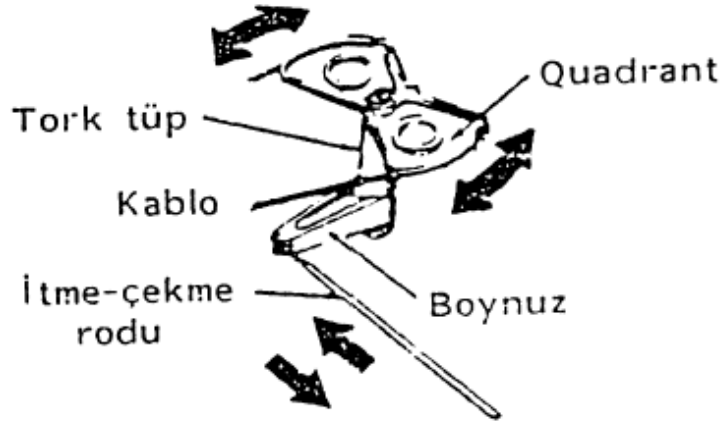
### 2.1. Manuel (Mekanik)

Küçük uçaklarda uçağın düşük hızla uçuşması kumanda yüzeyine çarpan hava filelerinin pilotun kol gücü ile yenebileceği bir kuvvet oluşturur. Bu nedenle ilave bir güçlendirme sistemine ihtiyaç duyulmadan levye doğrudan metal boru ya da çelik kablolar ile kumanda yüzeyine bağlanabilir.



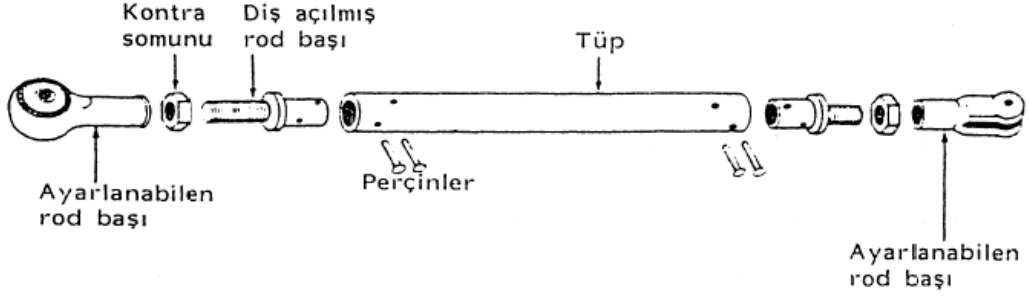
**Şekil 2.1: Manuel kumanda sistemi prensip şeması**

Kablonun dönüş yaptığı yerlerde makaralar üzerinden geçiş sağlanır. Bunun dışında “Bell-Crank” denilen kuvvetin yönünü değiştiren parçalar da kullanılır. “tork tüpleri” ise hareketi kendi merkezi etrafında dönerek iletir.



**Şekil 2.2: Tork tüpü**

“Rod”lar ise verilen kumandanın doğrusal olarak aktarılmasını sağlar. Bir tüp ve iki ucuna eklenen bağlantı noktalarından oluşur. Bir tarafındaki rod başına diş açılmıştır. Bu sayede rod’un boyu ayarlanabilir. Çok yüksek bir güce maruz kalma durumunda sistemi korumak için tüp üzerine çakılan perçinler kırılır. Bu perçinler özel olarak üretilmiş olup kırılma kuvvetleri bellidir.

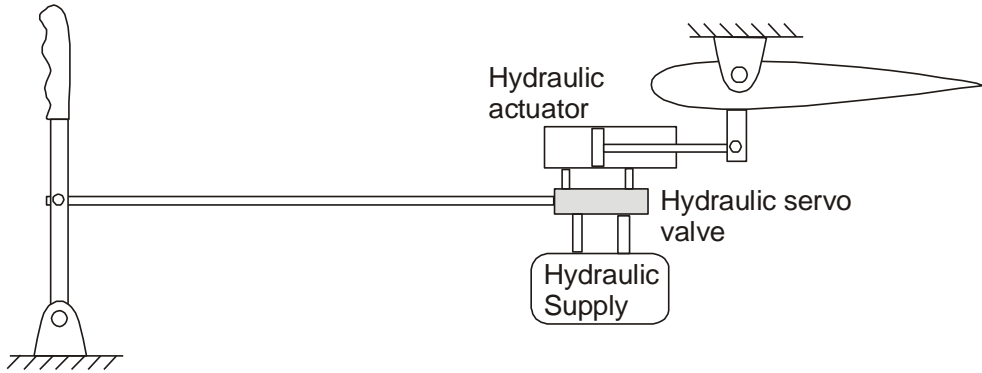


Şekil 2.3: Rod başları ve bağlantılar

## 2.2. Hidrolik

Sıvılar, özellikleri gereği sıkıştırılmaz. Bir giriş kapağı bir de çıkış kapağı olan bir kapta bulunan sıvı yağ sıkıştırılmak istenirse yağ çıkış kapağını iter. Bu kapak yerine piston (kol) bağlanabilir. Üstelik giriş kapağının yüzeyinde her santimetrekareye uygulanan kuvvet, pistonun bağlı olduğu yüzeyde de aynıdır. Pistonun bağlı olduğu yüzey büyütüldükçe toplam kuvvet de artar. Ancak bunun karşılığı olarak giriş kısmındaki itme mesafesi pistonun çıkma miktarından çok daha fazla olur. Kısacası yoldan kaybeder, kuvvetten kazanırız. Yollardaki iş makineleri de bu prensibe göre çalışır.

Basınçlı sıvı prensibine göre çalışan sistemlere hidrolik denir. Hidrolik etkiyi harekete dönüştüren sistemlere hidrolik hareketlendirici (hydraulic actuator) denir. Bazı yerlerde silindir de denilmektedir. hidrolik sistemlerde sıvıyı basınçlı hâle getirmek için ayrıca basınçlandırma ünitesi yani hidrolik besleme (hydraulic supply) gerekir. Her sistemde olduğu gibi bir kaynak, bir son eleman ve bunların yanında bir de kumanda elemanı gerekir. Bu elemana valf (valve) denir. Görevi; açma, kapama, kısma gibi işlemleri yapmaktır. Çeşitli tipleri vardır. Elektrikle kumanda edilebilen valflere “elektro-hidrolik valf” denir.



Şekil 2.4: Hidrolik sistem prensip şeması

Uçaklarda pilotun kol gücü ile başaramayacağı kumanda işlemleri için hidrolik sistemler kullanır. Pilot hidrolik valfi kablo, çelik tel ya da elektrikle kumanda eder. Valf de pistonun hareketini kumanda eder.

### **2.3. Pnömatik**

Pnömatik, basınçlı hava ile çalışan sistemlere denir. Aynı hidrolik sistemler gibi basınçlı hava kaynağı, valf ve hareket sağlayıcılardan oluşur. Hava sıkıştırılabildiği için hidrolik sistemler kadar büyük güçler üretemez. Ancak hidrolik sistemler kapalı devre mantığı ile çalışır. Silindire doğru bir sıvı akışı varken aynı zamanda bir de silindirden dönüş akışı vardır. Dönüş tesisatı kurmak gerekir. Oysa pnömatik sistemlerde, kullanılan hava ortama bırakılır. Kaynağa geri getirilmesine gerek yoktur. Bu ağırlıktan ve yerden tasarruf sağlamaya imkan tanır.

### **2.4. Elektrik**

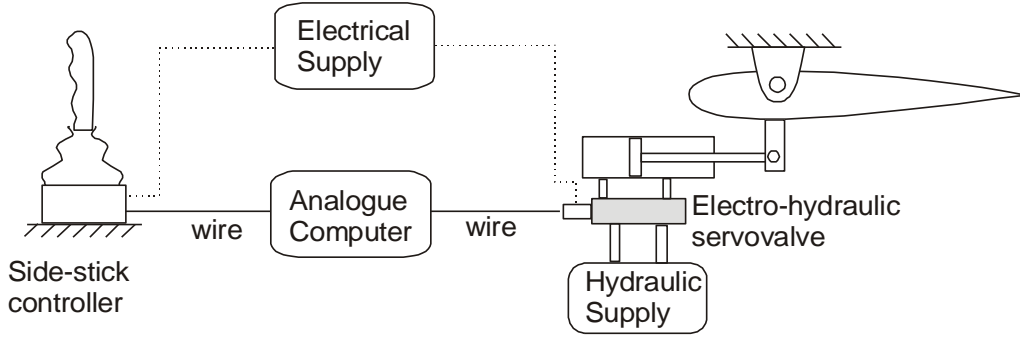
Kumanda yüzeyini hareket için servo veya diğer tipte motorlar kullanılır. Pilot, elektrik anahtarları (switch) ya da butonlar sayesinde motora kumanda eder. Motorun bağlı olduğu mekanizma da kumanda yüzeyini hareket ettirir. Genelde birçok uçağın flap açma-toplama mekanizması elektrikle çalışır.

### **2.5. Joy-stik**

Gelişen teknoloji ile birlikte uçaklarda uçuş bilgisayarları kullanılmaya başlanmıştır. Uçuş bilgisayarları, bir joy-stik vasıtasıyla pilotun levye kumandasını, pedallara basış şiddetini, uçağın tüm sistemlerini, hız ağırlık ve yakıt gibi verilerini işleyen, bu veriler ışığında uçağa güvenli ve doğru şekilde kumanda edilmesini sağlayan sistemlerdir.

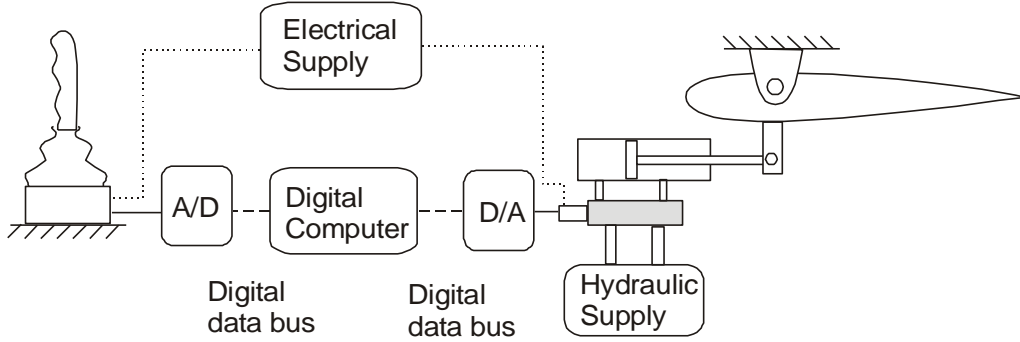
Uçuş kontrol bilgisayarı (FCC-Flight Control Computer) pilotun komutunu düzeltebilir, uygulamayabilir uygunsuz kumanda yüzeylerine gerekli sinyalleri gönderir. Örneğin, Airbus A-340'da pilot joy-stik'i geriye çekip çekili vaziyette tutmaya devam etse bile uçuş kontrol bilgisayarı, burnun belli bir açıdan daha fazla yukarı kalkmasını engeller. Böylece uçak stol durumuna girmekten kurtulur.

Bilgisayar analog veya dijital olabilir. Analog ise verileri analog olarak algılar. Aslında bu elektronik bir devredir. Sonuçları elektriksel sinyallerle elektro-valflere ya da elektrik motorlarına aktarır.



**Şekil 2.5: Analog bilgisayarlı uçuş kontrol sistemi**

Dijital bilgisayarda veriler önce ADC (Analog Digital Converter) analog-dijital dönüştürücü tarafından sayısal (dijital) hâle getirilir. Evimizdeki bilgisayarlar gibi veriler işlenir. Sonuçlar ise DAC (Digital Analog Converter) dijital-analog dönüştürücü devre aracılığıyla kumanda kısmına aktarılır.



**Şekil 2.6: Dijital bilgisayarlı uçuş kontrol sistemi**

Sinyallerin elektriksel olarak taşındığı, bunun için de elektrik kablolarının kullanıldığı kumanda sistemlerine “fly by wire” (kabloyla uçuş) denir. Ancak elektrik kabloları kendi taşıdıkları sinyaller dışında ortamdan kaynaklanan elektromanyetik sinyallerden etkilenmektedir. Bu da uçuş güvenliği açısından büyük felakete neden olabilir.

Bunun önüne geçmek için “fly by light” (ışıkla uçuş) sistemi geliştirilmiştir. Bu sistemde veriler elektriksel sinyal olarak taşınmamakta, analogdan dijitale dönüştürüldükten sonra lojik “1” ve “0” bilgileri ışık yoluyla aktarılmaktadır. Işığı iletmek için cam benzeri yumuşak malzemedan yapıli fiber-optik kablolar kullanılır. Üstelik fiber-optik kablolar üzerinden aynı anda birden fazla bilgi aktarımı mümkündür. Bu, ışığın vericisinde farklı açılar kullanarak ışığın harekete başlatılmasıyla sağlanır.

## UYGULAMA FAALİYETİ

**Uçuş kumandaları kontrol sistemlerinin AMM VE SRM dosyalarında tekniğine uygun olarak bakım ve onarımını yapınız.**

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Uygulama yapacağınız uçağın AMM SRM dosyasında bakım onarımını yapacağınız uçuş kumandaları kontrol sisteminin bakım onarımı ile ilgili sayfaları bulunuz.</li><li>➤ Uçuş kumandaları kontrol sisteminin başkaları tarafından bilginiz dışında hareket ettirilememesi için gerekli tedbirleri alınız.</li><li>➤ Bakımını ya da onarımını yapacağınız Uçuş kumandaları kontrol sisteminin AMM dokümanında belirtildiği gibi sabitleme ya da açma işlemini gerçekleştiriniz.</li><li>➤ Uçuş kumandaları kontrol sisteminin, parça değişimi, belli bir konuma getirilmesi veya sökülmesini, AMM veya SRM dosyasının ilgili kısmında belirtildiği gibi ekipman yardımıyla gerçekleştiriniz.</li><li>➤ İşlemi tamamladıktan sonra talimatlara uygun şekilde uçuş kumandaları kontrol sisteminin doğru çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Çalışma bölgenizde gerekli güvenlik tedbirlerini alınız.</li><li>➤ Öncelikle çalışma bölgenizden kullanmayacağınız teçhizat ve ekipmanları kaldırınız, görevli olmayan kişileri güvenli bir alana gönderiniz.</li><li>➤ Kumanda yüzeyleri, iniş takımları gibi hareketli kısımların yakınında kimsenin olmamasına dikkat ediniz.</li><li>➤ Hidrolik sisteme enerji verdiğinizde bazı kısımlar hareket ederek çevredekilerin zarar görmesine neden olabilir.</li><li>➤ İşleme başlamadan yüzey üzerine yeteri kadar koruyucu örtü ile kapatınız. Böylece zarar vermezsiniz.</li><li>➤ Hidrolik sisteme kumanda ederken gerekli referansa uygun hareket ediniz.</li><li>➤ Ağırlık ayarlarını yaparken hassas davranınız ve acele etmeyiniz.</li></ul>

## 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. İşe başlamadan önce gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2. İş için gerekli ekipmanı hazırladınız mı?		
3. AMM dosyasının ilgili kısmını buldunuz mu?		
4. Diğer gerekli referansları buldunuz mu?		
5. İşleme başlamadan koruyucu örtü ile yüzeyi kapattınız mı?		
6. AMM dosyasında belirtilen talimatların hepsine uydunuz mu?		
7. Kumanda kontrol sisteminin bakım onarımını tamamladınız mı?		
8. Yaptığınız bütün işlemlerde iş güvenliği kurallarına uydunuz mu?		
9. Verilen sürede işi bitirdiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

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



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdaki verilenlerden hangisi uçuş kumandaları çalışma sistemlerinden değildir?  
A) Manuel/Mekanik  
B) Pnömatik  
C) Hidrolik  
D) Statik
2. Hareketi kendi merkezi etrafında dönerek ileten mekanik parça nedir?  
A) Perçin  
B) Tork Tüpü  
C) Çubuk  
D) Rod
3. Basıncılı sıvı ile kumanda sağlayan sistem nedir?  
A) Pnömatik  
B) Elektrik  
C) Hidrolik  
D) Manuel
4. Uçuş kontrol bilgisayarı bulunan uçakların kumanda sistemine ne ad verilir?  
A) Joy-stick  
B) Hidrolik  
C) Elektrik  
D) Manuel
5. Uçuş kontrol bilgisayarı aracılığıyla yapılan uçuşa ne ad verilir?  
A) Fly by fly  
B) Fly by computer  
C) Fly by wire  
D) Fly by pilot

## 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

Uçağa kumanda verildiğinde çevresel etkilerin kumanda yüzeylerine nasıl etki ettiğini tekniğine uygun olarak yorumlayabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Bir uçak üzerindeki çevresel etkiler neler olabilir? Bir kağıt uçak yapalım. Uçağımızı yandan rüzgâr alacak şekilde uçuralım. Ne oldu? Uçak istediğiniz yöne gitmedi mi?
- Büyük uçaklar çevresel etkiler neler olabilir? Araştırarak rapor hâline getiriniz. Bu raporu sınıfa getirerek arkadaşlarınızla tartışınız.

## 3. ÇEVRESEL ETKİLERİN DÜZELTİLMESİ

### 3.1. Suni Hissetme

Uçakların uçuşları esnasında pilotun ani kumanda vermelerini engellemek için suni hissettirme ve merkezleme mekanizması (Feel and Centering Mechanism) kullanılır. Suni hissettirme mekanizması, kumanda esnasında pilota karşı kuvvet göstererek kumandanın etkilerini algılamasını sağlar. Ayrıca kumandaların bırakılması durumunda tüm kumandaları normal (nötr) konumuna getirir. Böylece kumandalar kendiliğinden merkezlenir. Temel olarak üç görevi vardır.

- Pilotun kumandasına karşılık ters yönlü bir kuvvet hissetmesini sağlar.
- Pilot kumandaları bıraktığında kumandaları merkezler.
- Trim tab'ı olmayan uçaklarda bu görevi de üstlenir.

### 3.2. Yaw Damper

Uçuş esnasında yan rüzgârlar nedeniyle uçağın istikametinden sapmalar yaşanması durumunda bu yolcular için rahatsızlık verici bir hâl alır. Bunu engellemek için “yaw damper” sistemi var. Uçağın tipine göre değişmekle beraber 2–3°lik sapmaları otomatik olarak düzeltir. Bunun için rudder'a kumanda eder. Ancak bu düzeltme hareketleri direksiyon pedallarına aktarılmaz. Pilot bu düzeltmeleri hissetmeyebilir. İlk başlarda tek yaw

damper sistemi olan uçaklarda artık iki adet tercih edilmektedir. Birisinin bozulması durumunda diğeri devreye girer.



Şekil 3.1: Kokpitteki yaw göstergesi

### 3.3. Mach Trim

Uçaklar hızlandıkça kaldırma kuvvetinin uygulandığı basınç merkezi (center of pressure) uçağın kuyruk kısmına doğru ilerler. Bu durumda uçağın burun kısmı düz uçuş pozisyonundan daha aşağıya doğru yönelir. Bu uçağın irtifa kaybetmesine ve giderek hızlanmasına neden olur.

Yolcu uçaklarında belli bir hızdan sonra devreye girerek elevatörleri kontrol eden bir sistem vardır. Bu sisteme “mach trim” denir. Mach, ses hızına verilen isimdir. Klasik bir Boeing-727’de 0,615 Mach hızına ulaşılmasıyla birlikte mach trim otomatik olarak devreye girer ve uçağın düz uçuşunu korumasını sağlar.

### 3.4. Dümen Limiter

Düz uçmakta olan bir uçakta rudder büyük bir açıyla kumanda edilir ve o açıda tutulursa uçak çok hızlı bir şekilde önce sapma yapacak ardından baş aşağı şekilde vıda gibi dönerek irtifa kaybedecektir. Bu duruma spin denir. Spin işlemi uçağın gövdesinin aşırı yüklenmesine ve parçalanmasına neden olabilir. Ayrıca yüksek hızlarda rudder’ın gereğinden fazla çevrilmesi rudder’ın kopmasına hatta dikey stabilizenin bile zarar görmesine neden olabilir. Uçağın spine girmesini önlemek ve rudder’ın zarar görmemesi için “rudder limiter” sistemi geliştirilmiştir. Rudder limiter, pilot rudder’ı tamamen çevirmek istese bile buna engel olur. Ancak bunu hıza bağlı olarak belirler.

Örneğin, Airbus A300–600 serisi uçaklarda 165 Knot (1 Knot yaklaşık 1,8 km/s’dir.) ve daha düşük hızlarda rudder +/- 30 derece hareket ettirilebilir. 250 Knot da ise bu açı rudder limiter tarafından +/- 9.3 derece ile sınırlandırılır. Uçak yerde iken rudder tamamen hareket ettirilebilir.



Şekil 3.2: Kokpitteki yaw damper-mach trim gösterge paneli

### 3.5. Fırtına Kilitlemesi(Gust Lock)

Uçaklar yerde bağlı iken olası fırtına ve sert rüzgarlar kumanda yüzeylerinin kontrolsüz şekilde savrulması zarar görmesine neden olabilir. Bunun için levye ve direksiyonları kilitlemek amacıyla metal çubuk parçalar kullanılarak kumandalar sabitlenir.

### 3.6. Dengeleme ve “Rigging”

Kumanda yüzeylerinin dengeli durması, uçuşun kararlılığı açısından önemlidir. Eğer aileronlardan biri diğerine göre daha yukarıda olursa uçak pilot yatış kumandası vermese bile yatış yapar. Kumanda yüzeylerinin nötr pozisyonlarının ayarlanmasına “Rigging” denir. Dengeleme için daha önce belirttiğimiz gibi ağırlık ekleme ya da çıkarma metodu kullanılır.

Kablolarla kumanda sağlanan uçaklarda kablo yapısını oluşturan metal malzeme sıcaklığa bağlı olarak uzama ya da kısalma yapabilir. Bu da montaj esnasında nötr durumda olan bir kumanda yüzeyinin başka bir sıcaklık altında nötr dışında bir hâl alacağını gösterir. Bunun önüne geçmek için bakım dosyalarında ortam sıcaklığı hakkında talimatlar bulunur. Ayrıca montaj esnasında sabitleme yapılmadan belirtilen süre kadar beklenmesi de istenir. Çünkü parçanın ve montaj yüzeylerinin ortam sıcaklığı ile eşit sıcaklığa ulaşması zaman alır.

### 3.7. “Stall” Koruma Sistemleri

Stall (Perdövites), uçağın havada tutunabilmesi için gerekli minimum hızın altına düşmesi ya da kanat hücum açısının (Angle of Attack-AOA) uçağın limitlerinin üzerine çıkması durumunda gerçekleşir. Kaldırma kuvvetinin kaybolması ile uçak baş aşağı yönelerek irtifa kaybeder. Bu istenmeyen bir durumdur.

Stall durumunu, statik port ve pitot tüpü aracılığıyla algılanan hız bilgisiyle ve özellikle stall'e en önce girmesi beklenen bölgeye yerleştirilen aksamlarla anlamak mümkündür.

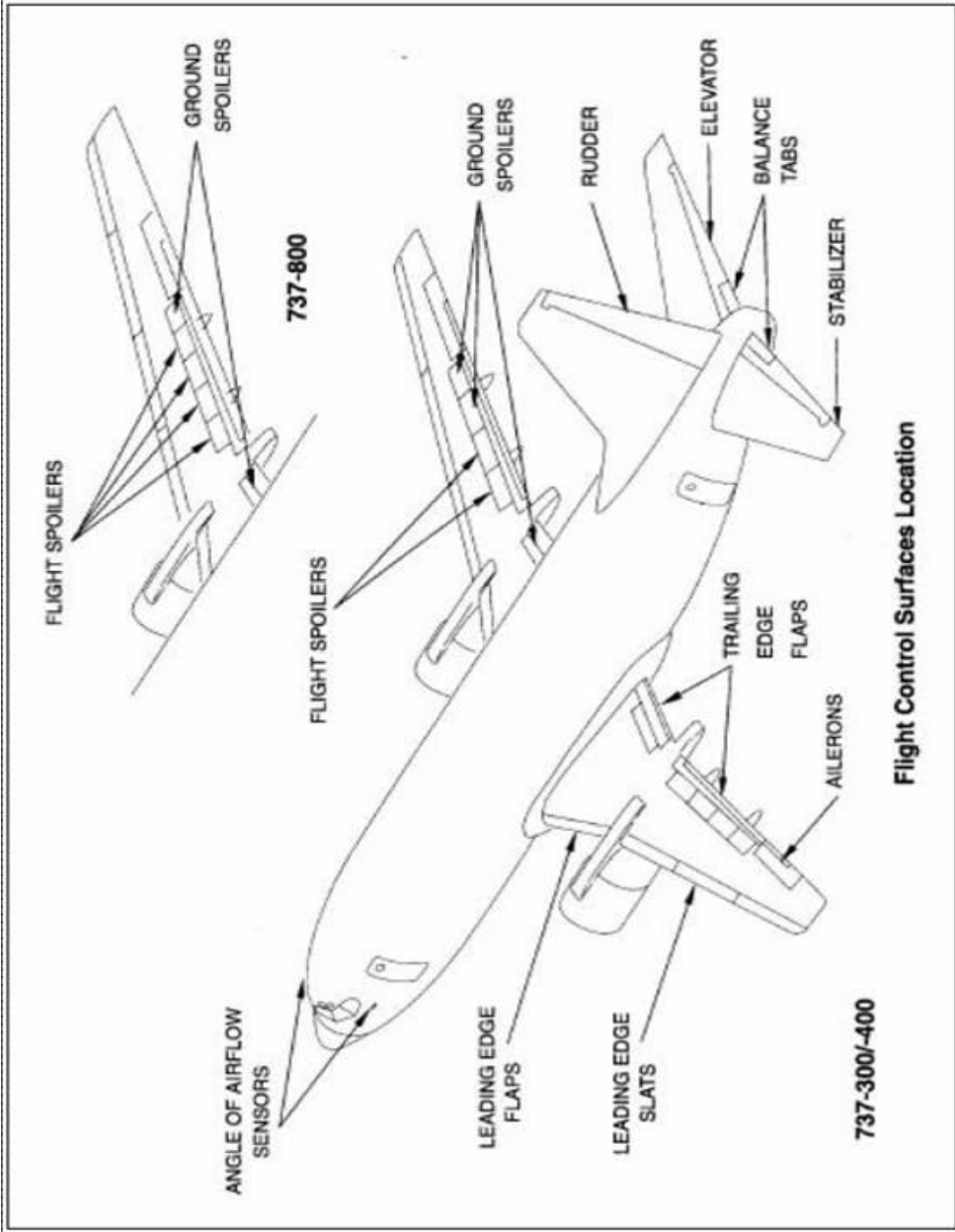
Geliştirilen önlemleri yapısal önlemler ve uyarı ikaz içerikli önlemler olarak ikiye ayırabiliriz.

#### ➤ Yapısal önlemler

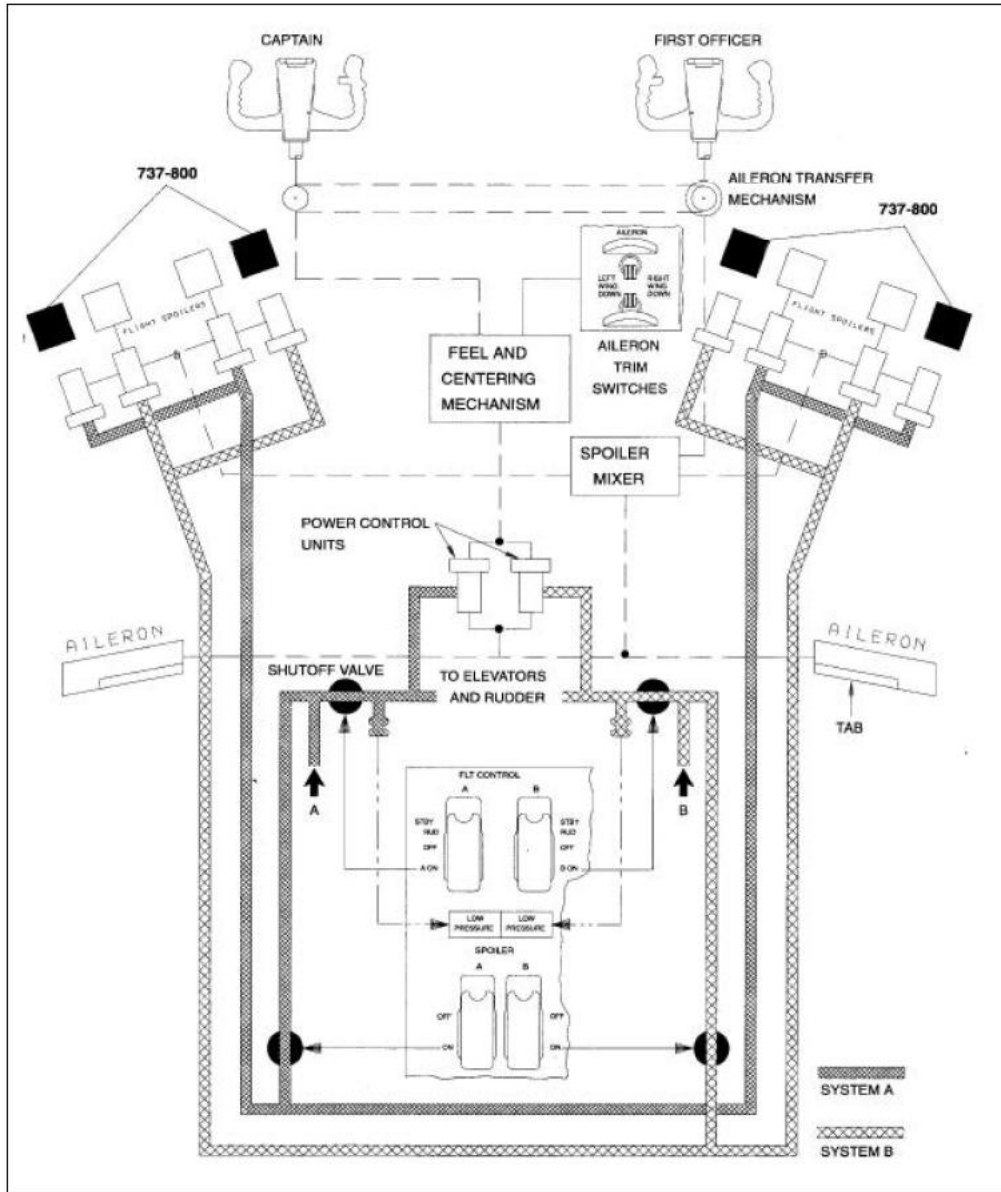
- Kanat hücum kenarının gövdeye yakın kısmına Stall Strip (Stall çubuğu) denilen üçgen formda bir metal parça takılabilir. Bu parça kanadın aerodinamik yapısını kanat ucundan daha önce stall olacak şekilde getirir. Bundan sonra ikaz sistemi devreye girer. Kumandalar hâlâ aktif olduğu için de uçak stall'e girmeden kurtarılabilir.
- Kanatın “incidence” açısı kanat ucunda (wingtip) kanat köküne (wingroot) göre daha düşük tasarlanabilir. Gövdeye yakın kısmı daha önce stall'e girer. Bu kanat yapısına burkulmuş “Twisted” kanat denir.
- Kanat ucunda kesit olarak düşük hıza uygun form, kanat kökünde yüksek hıza uygun form kullanılabilir.

#### ➤ Uyarı-ikaz içerikli önlemler

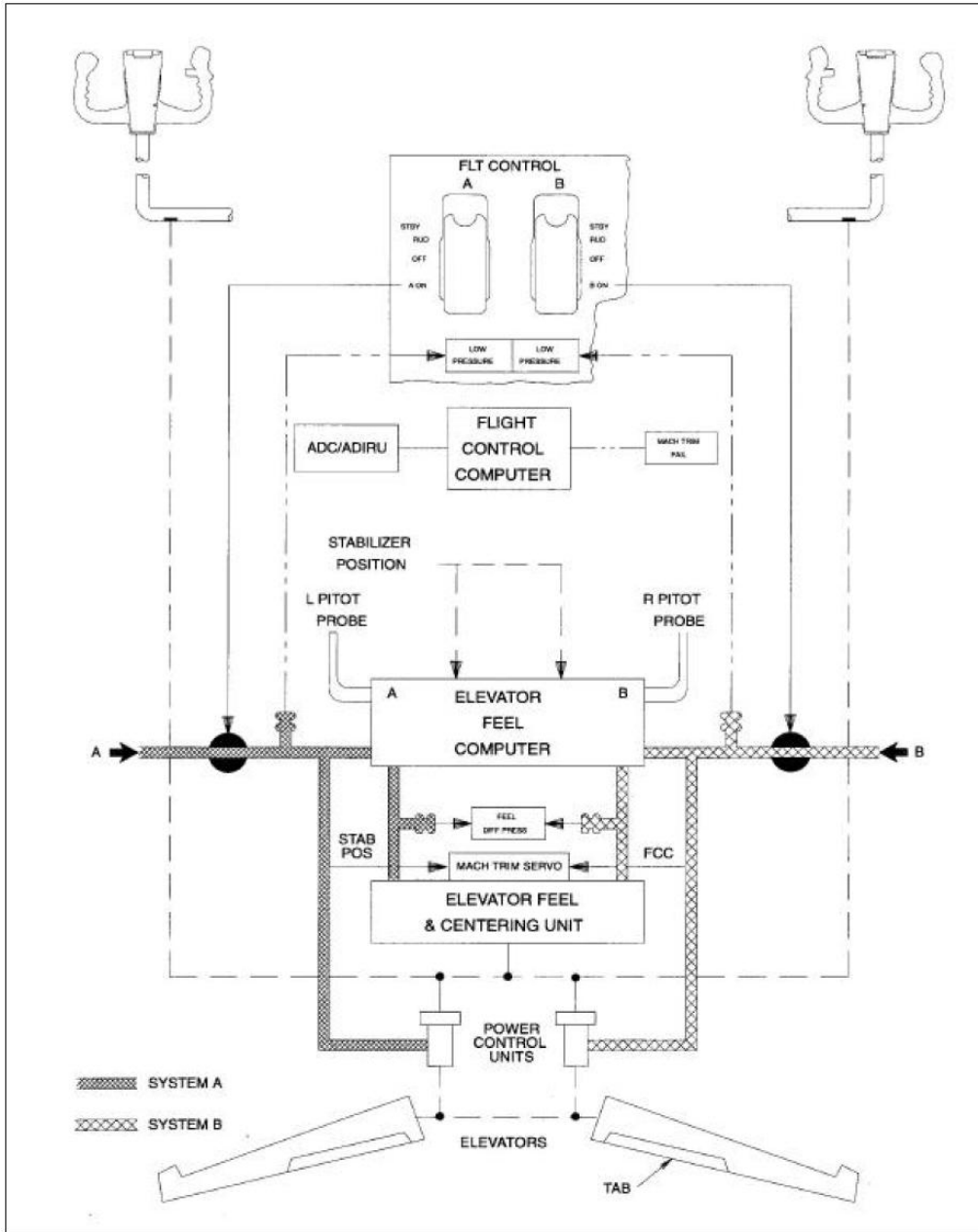
- Stall başlangıcında pilotu durumdan haberdar etmek için levveyi suni olarak sarsan, titreten sistemler kullanılabilir. Bu sisteme levye sarsıcı (stick shaker) denir.
- Pilota uyarı verilmesine rağmen pilotun düzeltme komutu vermemesi durumunda devreye girerek otomatik olarak levveyi ileri iten sistemler kullanılabilir. Levye itici “stick pusher” olarak da isimlendirilir.
- Ses ya da ışıkla pilotun uyarılmasını sağlayan sistemdir.
- Uçuş kontrol bilgisayarları, stall durumunda tüm kumandalara hükmederek uçağı stall'den kurtaracak kumandayı verir. “Fly by wire” sistemli uçaklarda kullanılabilir.



Şekil 3.3: Uçuş kumanda yüzeylerinin yerleşimi

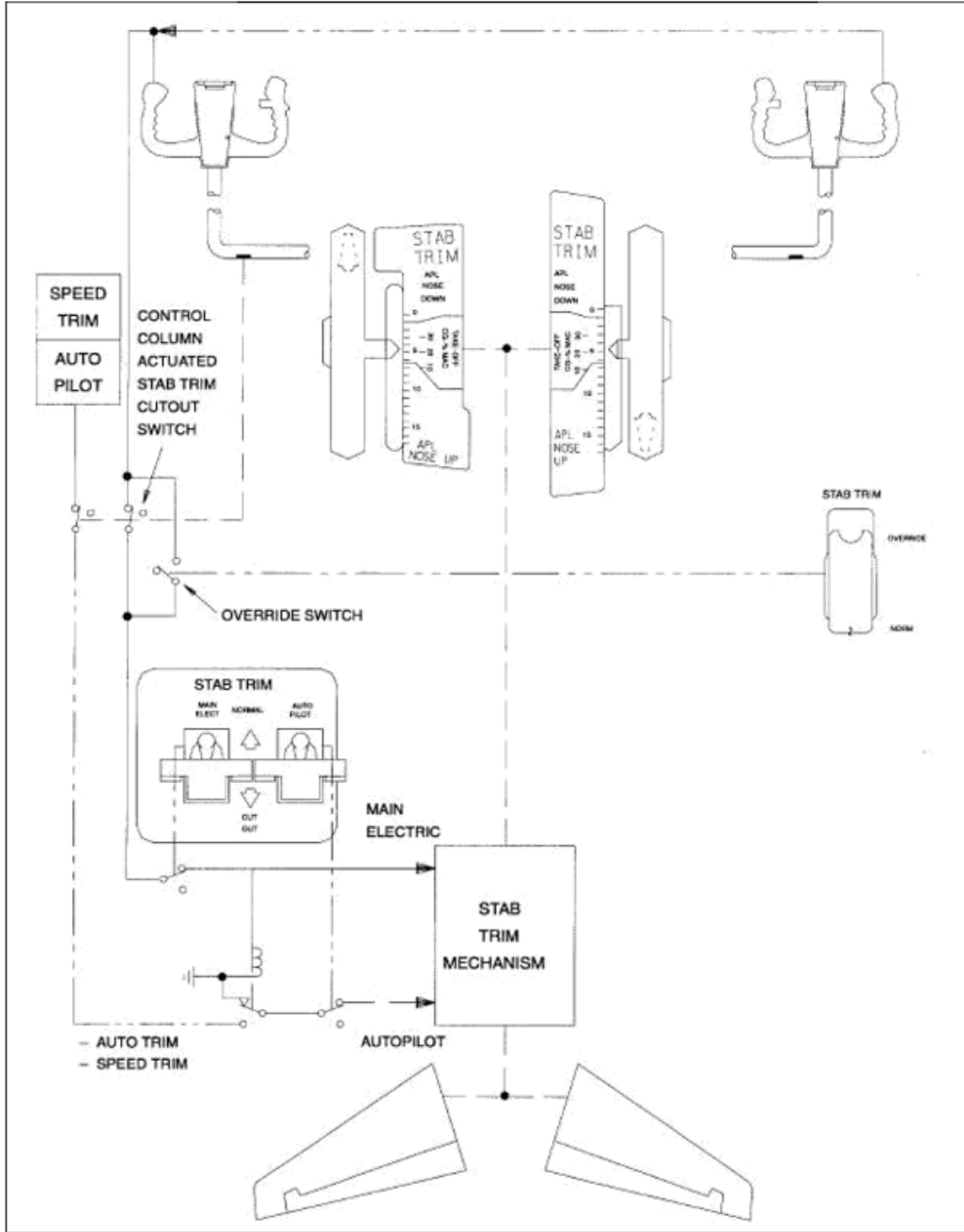


Şekil 3.4: Yatış kontrol sistemi şeması

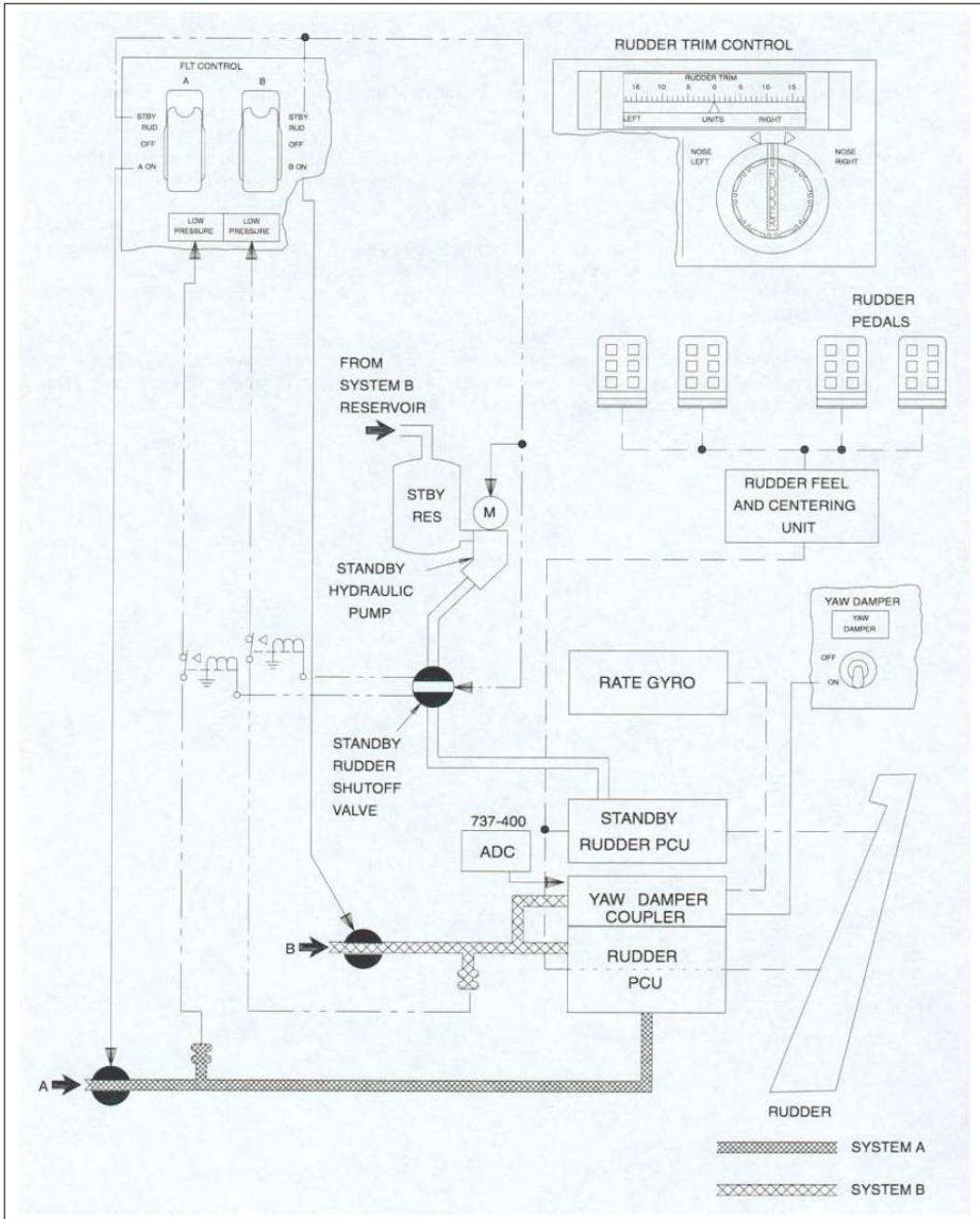


Şekil 3.5: Elevator kontrol sistemi şeması

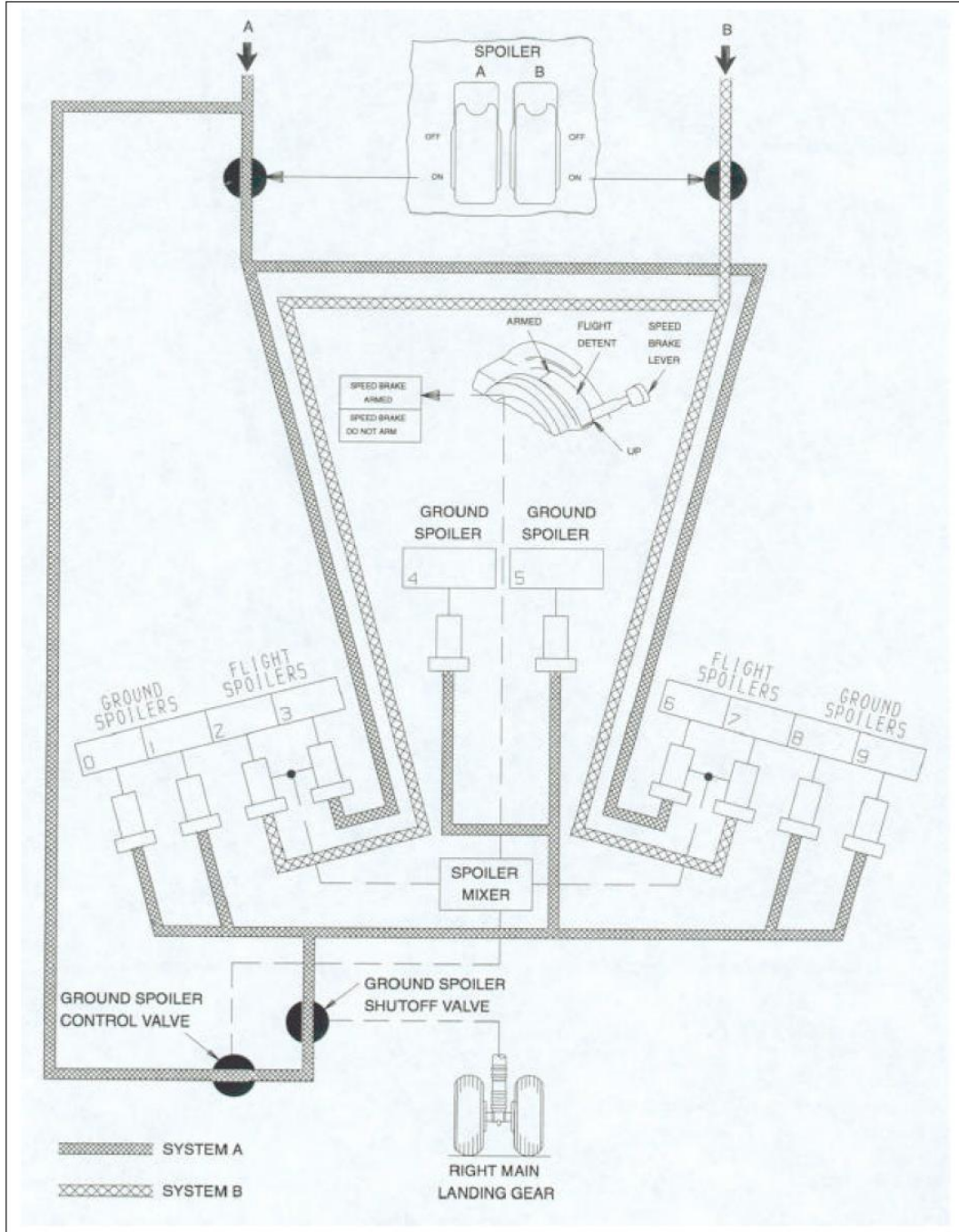




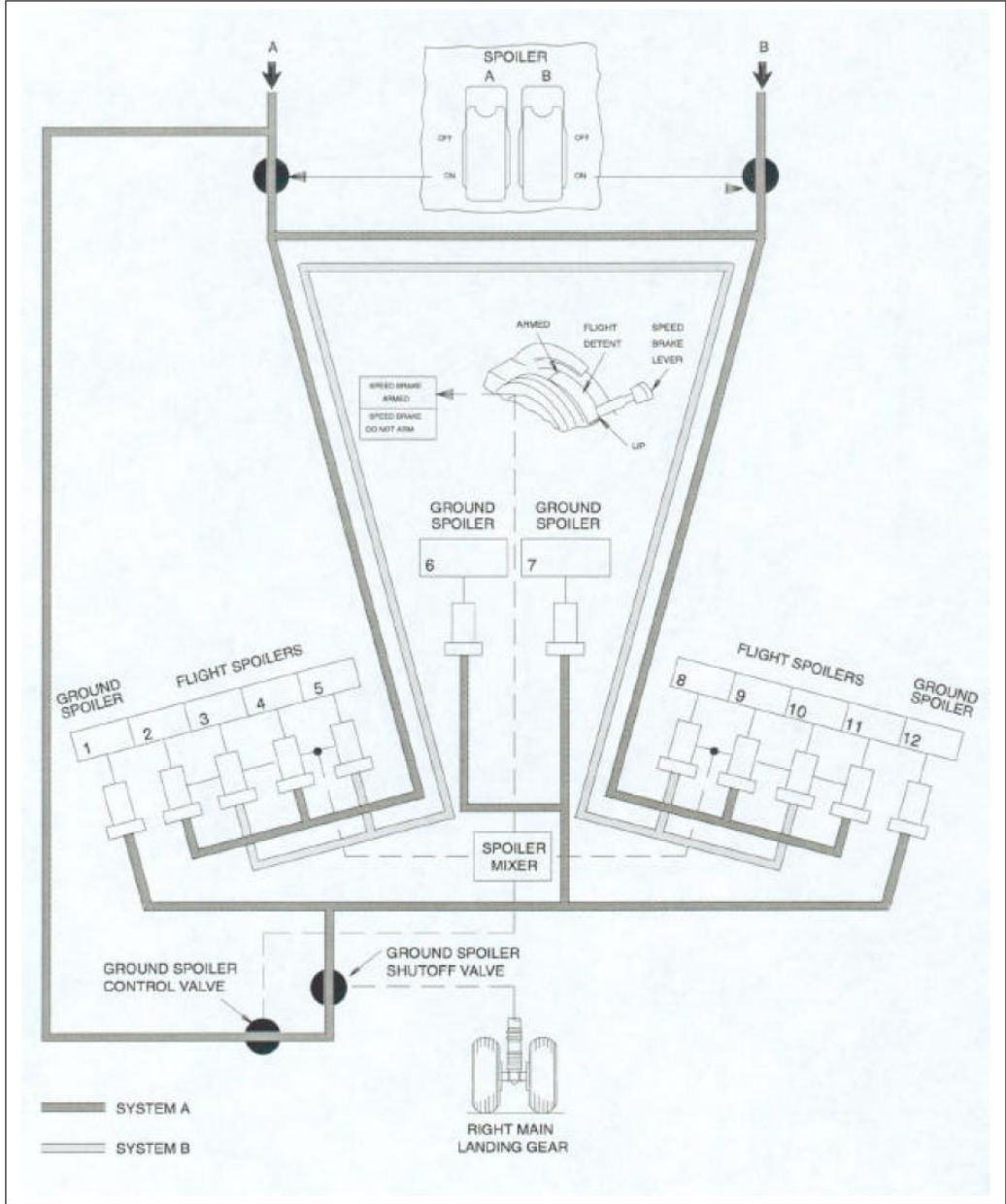
Şekil 3.6: Stabilizer kontrol sistemi şeması



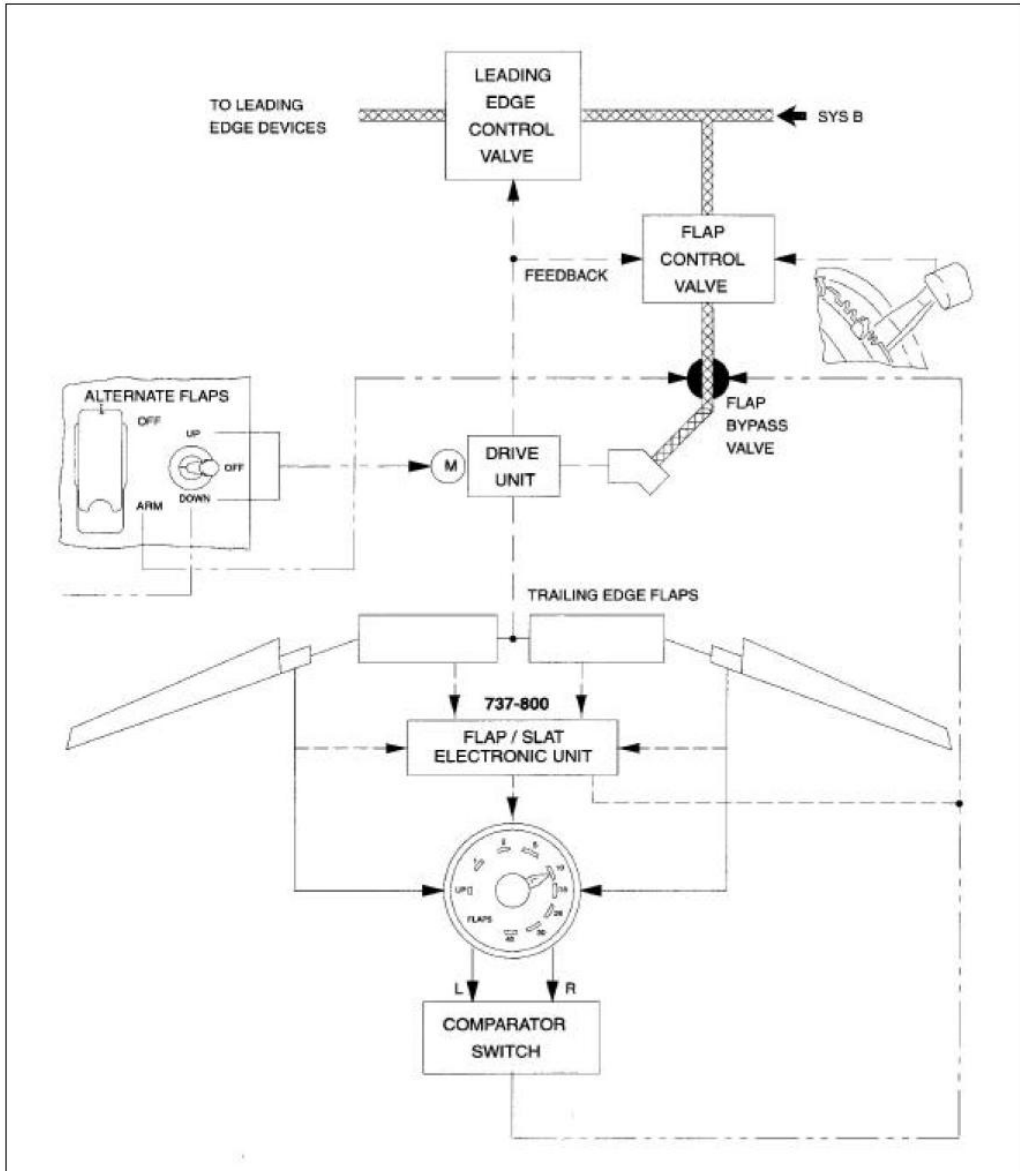
Şekil 3.7: Sapma kontrol sistemi şeması (B737 klasik)



Şekil 3.8: Hız frenleri kontrol sistemi şeması (B737 klasik)

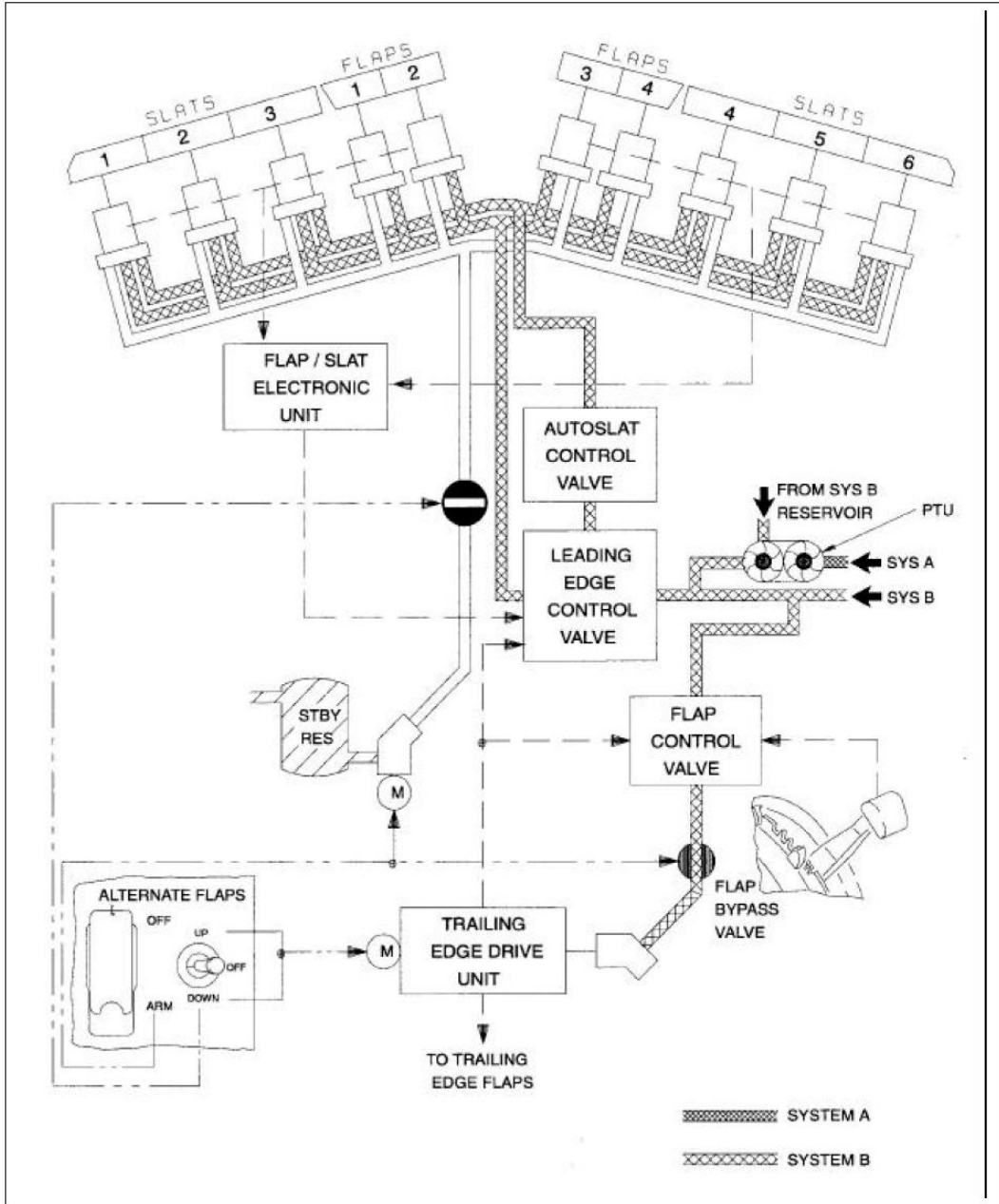


Şekil 3.9: Hız frenleri kontrol sistemi şeması (B737 NG)

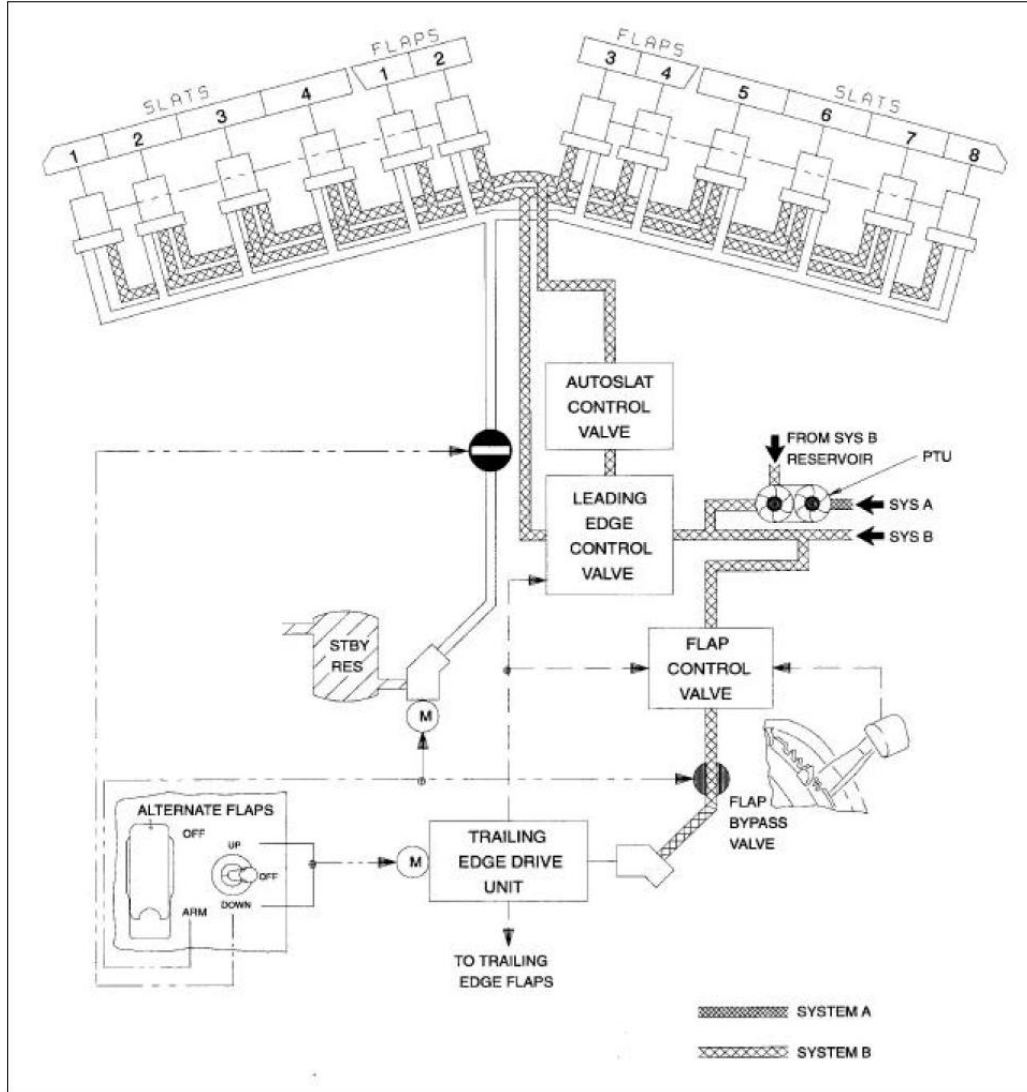


Şekil 3.10: Fırar kenarı elemanları kontrol sistemi şeması





Şekil 3.11: Hücüm kenarı elemanları kontrol sistemi şeması (B737 klasik)



Şekil 3.12: Hücüm kenarı elemanları kontrol sistemi şeması (B737 NG)

## UYGULAMA FAALİYETİ

Uçağa kumanda verildiğinde çevresel etkilerin kumanda yüzeylerine etkisini bertaraf eden sistemlerin AMM VE SRM dosyalarında tekniğine uygun olarak bakım ve onarımı yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Uygulama yapacağınız uçağın AMM SRM dosyasında bakım onarımını yapacağınız çevresel etki kontrol sisteminin bakım onarımı ile ilgili sayfaları bulunuz.</li><li>➤ Çevresel etki kontrol sisteminin başkaları tarafından bilginiz dışında hareket ettirilememesi için gerekli tedbirleri alınız.</li><li>➤ Bakımını ya da onarımını yapacağınız çevresel etki kontrol sisteminin AMM dokümanında belirtildiği gibi sabitleme ya da açma işlemini gerçekleştiriniz.</li><li>➤ Çevresel etki kontrol sisteminin parça değişimi, belli bir konuma getirilmesi veya sökülmesini, AMM veya SRM dosyasının ilgili kısmında belirtildiği gibi ekipman yardımıyla gerçekleştiriniz.</li><li>➤ İşlemi tamamladıktan sonra talimatlara uygun şekilde çevresel etki kontrol sisteminin doğru çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Çalışma bölgenizde gerekli güvenlik tedbirlerini alınız.</li><li>➤ Öncelikle çalışma bölgenizden kullanmayacağınız teçhizat ve ekipmanları kaldırınız, görevli olmayan kişileri güvenli bir alana gönderiniz.</li><li>➤ Kumanda yüzeyleri, iniş takımları gibi hareketli kısımların yakınında kimsenin olmamasına dikkat ediniz.</li><li>➤ Hidrolik sisteme enerji verdiğinizde bazı kısımlar hareket ederek çevredekilerin zarar görmesine neden olabilir.</li><li>➤ İşleme başlamadan yüzey üzerine yeteri kadar koruyucu örtü ile kapatınız. Böylece zarar vermezsiniz.</li><li>➤ Hidrolik sisteme kumanda ederken gerekli referansa uygun hareket ediniz.</li><li>➤ Ağırlık ayarlarını yaparken hassas davranınız ve acele etmeyiniz.</li></ul>



## 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. İşe başlamadan önce gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2. İş için gerekli ekipmanı hazırladınız mı?		
3. AMM dosyasının ilgili kısmını buldunuz mu?		
4. Diğer gerekli referansları buldunuz mu?		
5. İşleme başlamadan koruyucu örtü ile yüzeyi kapattınız mı?		
6. AMM dosyasında belirtilen talimatların hepsine uydunuz mu?		
7. Çevresel etki kontrol sisteminin bakım onarımını tamamladınız mı?		
8. Yaptığınız bütün işlemlerde iş güvenliği kurallarına uydunuz mu?		
9. Verilen sürede işi bitirdiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

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

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi uçuş esnasında oluşan küçük sapmaları otomatik olarak düzeltir?  
A) Mach Trim  
B) Rudder Limiter  
C) Yaw Damper  
D) Gust Lock
2. Belli bir hızdan sonra devreye girerek uçağın burnun aşağıya yönelmesini engelleyen sistem nedir?  
A) Mach Trim  
B) Rudder Limiter  
C) Gust Lock  
D) Yaw Damper
3. Rudder Limiter'in görevi aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak belirtilmiştir?  
A) Uçağın yatış yaparken sarsılmasını engeller.  
B) Hıza bağlı olarak pilotun rudder kumandasını sınırlar.  
C) Hız düşerse sesli ve ışıklı alarm verir.  
D) Tekerlekler yere değince otomatik olarak spoilerleri açar.
4. Kanat incidence açısı neden kanat ucunda, kanat kökündekine göre daha az verilir?  
A) Uçak daha kolay tırmansın diye  
B) Kanatlar daha geç buzlansın diye  
C) Kanat daha hafif olsun diye  
D) Stall durumuna girilirken kanatçıklar stall olmadan algılsın diye
5. Stick shaker'ın görevi nedir?  
A) Pilotun uçağı uçururken yorulmasını engeller.  
B) Motorlara verilen gücü ayarlar.  
C) Stall durumunda levveyi titreştirir.  
D) Kabin basıncını ayarlar.

## 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. Aşağıdaki verilen eksenlerden hangisi uçaklar için kullanılmaz?  
A) Uzunluk (Longitudinal) B) Yanal (Lateral)  
C) Dikey (Vertical) D) Çapraz (Cross)
2. Aşağıdakilerden hangisi bir ana kumandadır?  
A) Flap B) Spoiler  
C) Aileron D) Tab
3. Diferansiyel Kanatçık, hangi etkiyi önlemek için kullanılır?  
A) Tırmanış B) Stall  
C) Süzülüş D) Adverse Yaw
4. Elevator hangi hareketi yapmak için kullanılır?  
A) Yaw(Sapma) B) Pitch(Yunuslama)  
C) Roll(Yatış) D) Tekerlek Açma
5. Taileron, hangi kumandaların birleşimi olarak kabul edilebilir?  
A) Elevator + Aileron B) Elevator + Rudder  
C) Rudder + Aileron D) Aileron + Flap
6. Aşağıdaki verilenlerden hangisi uçuş kumandaları çalışma sistemlerinden değildir?  
A) Manuel/Mekanik B) Pnömatik  
C) Hidrolik D) Statik
7. Hareketi kendi merkezi etrafında dönerek ileten mekanik parça nedir?  
A) Perçin B) Tork Tüpü  
C) Çubuk D) Rod
8. Basınçlı sıvı ile kumanda sağlayan sistem nedir?  
A) Pnömatik B) Elektrik  
C) Hidrolik D) Manuel
9. Uçuş kontrol bilgisayarı bulunan uçakların kumanda sistemine ne ad verilir?  
A) Joy-stick B) Hidrolik  
C) Elektrik D) Manuel
10. Uçuş kontrol bilgisayarı aracılığıyla yapılan uçuşa ne ad verilir?  
A) Fly by fly B) Fly by computer  
C) Fly by wire D) Fly by pilot

## 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	C
3	D
4	B
5	A
6	C
7	C
8	A
9	B

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	B
3	C
4	A
5	C

## ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	A
3	B
4	D
5	C

## MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

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

## KAYNAKÇA

- ŞAHİN Kaya, **Uçaklar ve Helikopterler**, İnkılâp Kitabevi, İstanbul,1999.
- U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration,Flight Standards Service, **Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge**, 2003.
- Türk Hava Yolları, **Uçak Teknik Temel Kurs Notları**
- Boeing 737 Aircraft Maintenance Manual
- Diamond DA-42 TwinStar Aircraft Maintenance Manual