

Okan Üniversitesi MYO

MUTK116

HAVA ARACI ELEKTRONİK ALETLERİ VE DİJİTAL TEKNİKLER

Ders Yürütücüsü:

Öğr. Gör. Eren Kayaoğlu

eren.kayaoglu@okan.edu.tr

DERS 3

MUTK116

Hava Aracı Elektronik Aletleri ve Dijital Teknikler

- **Web Sayfası:** okanuni.eren.xyz
- **Ders Notları:** Sunum Dosyaları + Önerilen Kaynaklar
- **İletişim:** E-Posta >>> eren.kayaoglu@okan.edu.tr

MUTK116 - Elektronik Alet Sistemleri ve DT

Ders Sunumları (.pdf) + Kaynaklar

<http://okanuni.eren.xyz>

Web adresinden indirebilirsiniz.

MUTK116 – Hava Aracı Elektronik Aletleri ve DT

Aviyonik Sistemler

➤ UÇAKTA YER ALAN BİLGİSAYARLAR

Aviyonik Sistemler

Aviyonik sistemler, uçak üzerindeki tüm işlemlerin sorunsuz bir biçimde gerçekleştirilmesini sağlayan elektronik sistemlerdir.

Uçağın tipine göre değişmekle birlikte tüm aviyonik sistemlerin kendisine ait özel test cihazları ve performans sorunlarını gidermeyi sağlayan **BITE (Built In Test Equipment)** sistemleri mevcuttur.

Aviyonik Sistemler

Avionics = Aviation + Electronics
(Havacılık elektroniği)

Aviyonik test cihazları; ait olduğu sisteme ait '**electronic box**' sistemini, kokpit kontrol panelini, haberleşme yollarını ve diğer sistemlerle olan ara yüzlerini kontrol etmek amacıyla kullanılır.

Motor Uyarı Ekranı

Motor uyarı (engine warning) göstergesi sistem göstergesi (system display) ile birlikte ECAM (electronic centralized aircraft monitoring) sistemini oluşturur. Kokpitteki altı temel göstergeden biridir. Motorlar, slat/flap durumu, yakıt bilgisi, uyarı ve hatırlatma mesajları gibi bilgilerin kaptan ve yardımcı pilot tarafından görüntülenmesini sağlayan gösterge ekranıdır. Resim 4.7’de bir motor uyarı ekranının Airbus A320 uçağında genel bölümlenmesi görülmektedir. Buna göre motor uyarı ekranının sol üst kısmında birincil motor verileri görüntülenmektedir. Sağ üst kısımda ise kalan yakıt miktarı, flap ve slatların o andaki pozisyonu gibi bilgiler görüntülenir.

Motor Uyarı Ekranı

- Birincil Motor Verileri
- Yakıt Miktarı
- Flap ve Slatların Pozisyonu
...vb bilgiler gösterilir.



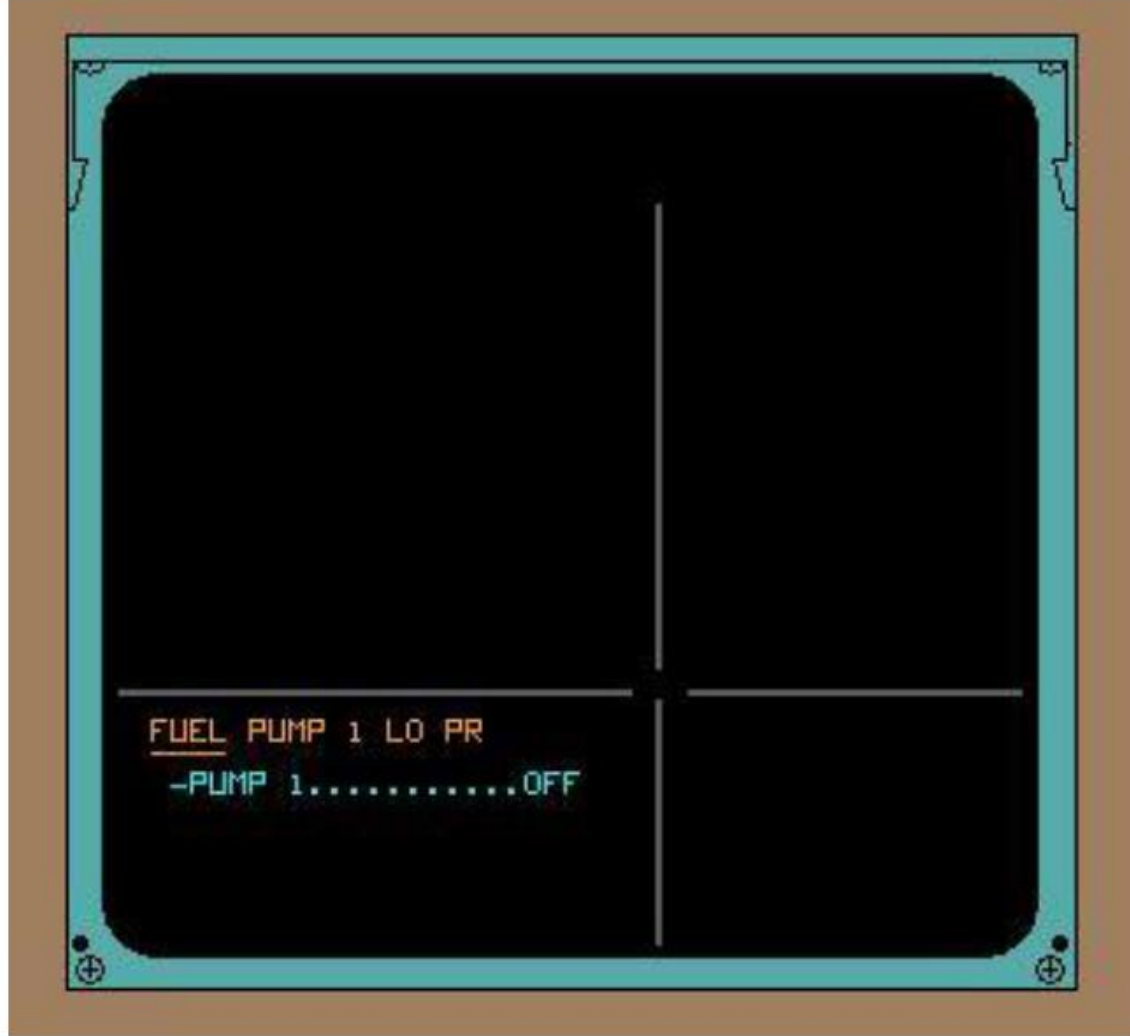
Resim 4.7: Airbus 320 CFM 56 engine warning (motor uyarı) ekranı

Üst gösterge alanındaki bilgiler kalıcı olarak görüntülenir. Bu bölümdeki semboller dijital ya da analog olabilir (Resim 4.8).



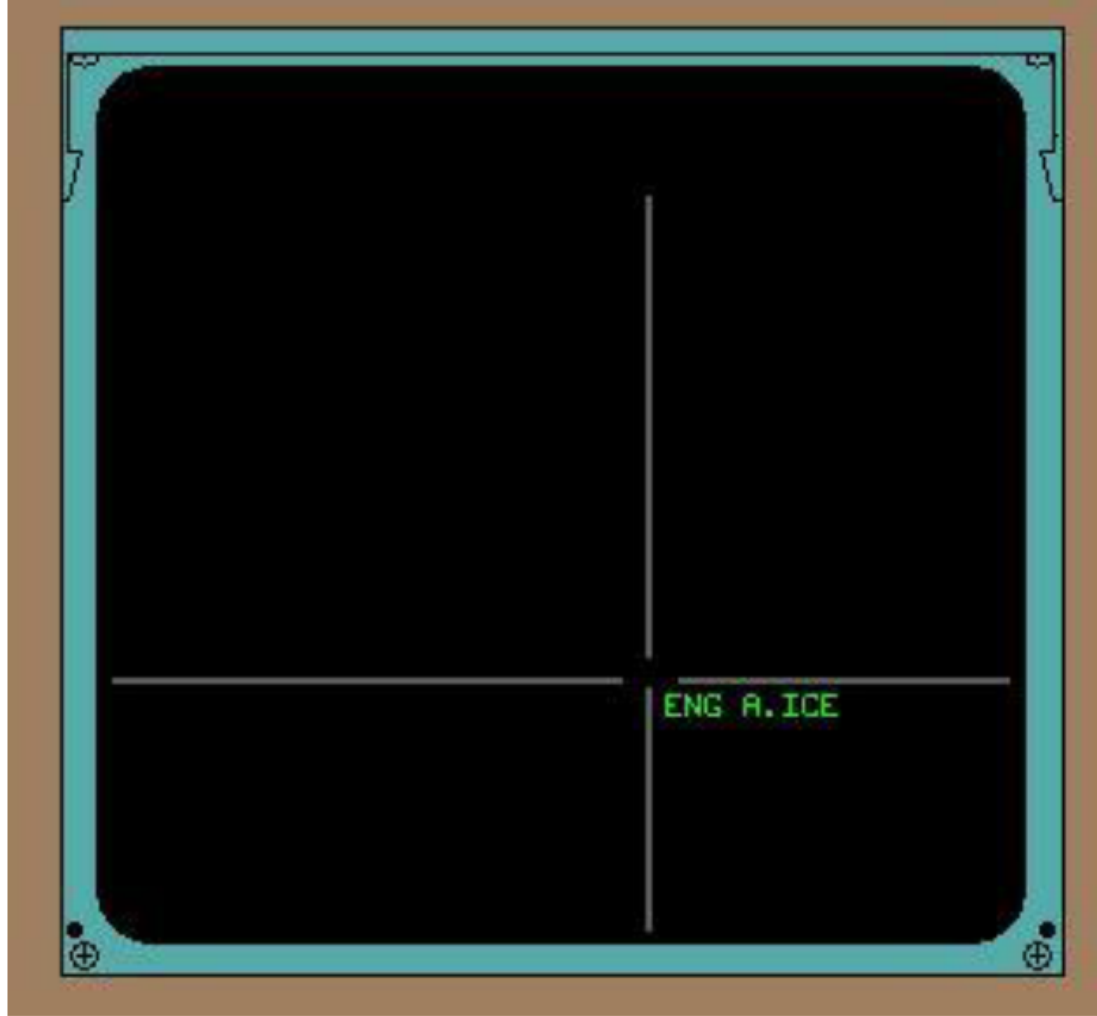
Resim 4.8: Motor uyarı göstergesi üst kısım verileri

Motor uyarı göstergesinin alt kısmının sol tarafında ise kalkış, iniş verileri, birincil arıza hatırlatmaları gibi bilgiler görüntülenir. Bir arıza durumu tespit edildiğinde hatırlatma bilgilerinin yerini uyarı mesajları alır (Resim 4.9).



Resim 4.9: Motor uyarı ekranı arıza mesajlarının görüntülenmesi

İkincil öneme sahip uyarı mesajları ise alt gösterge kısmının sağ tarafında görüntülenir (Resim 4.10).



Resim 4.10: Motor uyarı göstergesi

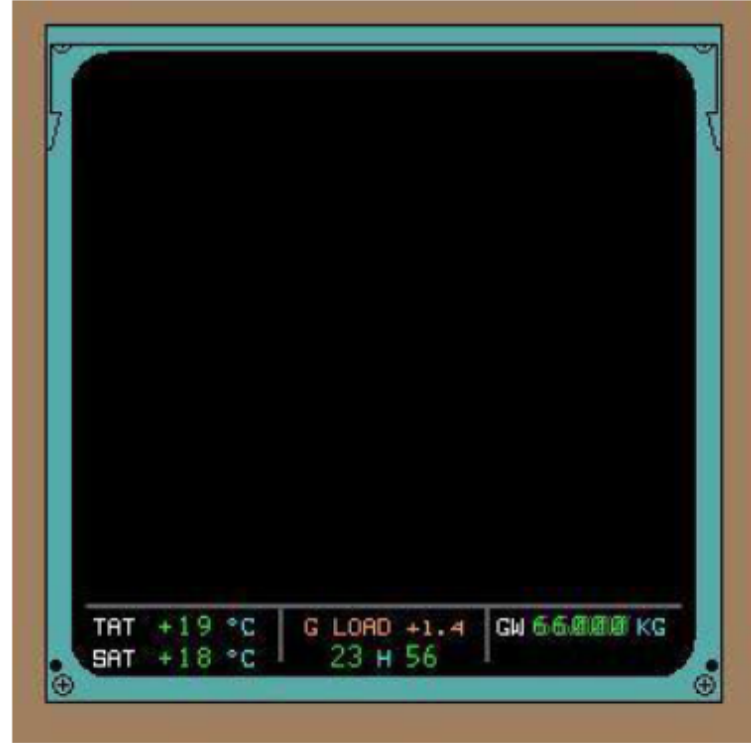
4.7. SD – Sistem Ekranı

Sistem ekranı (system display) normalde ECAM göstergelerinden alt bölümde yer alan göstergedir. Sistem göstergesi motor uyarı göstergesi ile birlikte ECAM'ı oluşturur (Resim 4.11).



Resim 4.11: Sistem göstergesi

Sistem göstergesi iki bölüme ayrılmıştır. Üst bölgede sistem bilgileri ya da durum bilgileri görüntülenirken alt bölgede, hangi sistem sayfası görüntüleniyor olursa olsun sıcaklık (TAT ve SAT), zaman (GMT) ve brüt ağırlık (gross weight) gibi bilgiler görüntülenir (Resim 4.12).



Resim 4.12: Sistem göstergesinde görüntülenen kalıcı veriler

Sistem göstergesinde görüntülenen sistem bilgileri için dört farklı lojik mevcuttur.

- **Manual mod:** Bu mod ECAM kontrol panelinden istenen sayfanın seçilmesi durumudur. Diğer bütün modlara göre üstünlüğü vardır.
- **Arıza modu (failure mode):** Bu mod bir arıza oluşması durumunda ilgili sistem sayfasının otomatik olarak görüntülenmesi durumudur.
- **Tavsiye (advisory) modu:** Bu mod değişken bir parametre oluşması durumunda otomatik olarak ilgili sistem sayfasının görüntülenmesi durumudur.
- **Uçuş fazı modu:** Bu mod uçağın durumuna göre otomatik bilgilerin görüntülenmesi durumudur.

ECAM sistem göstergesinde görüntülenecek sistem sayfasının seçilebilmesi için bir kontrol paneli mevcuttur. Panelin yerleşimi pedestal üzerindedir. Kontrol paneli üzerinde ilgili sistem sayfasının seçilmesini sağlayan kontrol tuşlarının yanında ekran parlaklığının uygun seviyeye getirilmesini sağlayan parlaklık kontrol potansiyometreleri bulunmaktadır. Kokpite gelen ışığın miktarına göre alt ve üst ECAM göstergelerinin parlaklıkları ayrı ayrı kontrol edilebilir (Şekil 4.13).



Resim 4.13: ECAM kontrol paneli

Kaynaklar: (*)

- Öğr. Gör. Halil İbrahim AÇAN ders notları
- Dr. Zeynep TAVUKOĞLU ŞAHİN ders notları

MUTK108 - Elektronik Alet Sistemleri ve DT

Aviyonikler

Hava Araçlarındaki Bilgisayarlar



Sivil Yolcu Uçaklarında Yer Alan Bazı Bilgisayarlar

ADC – Air Data Computer

FCC 1 ve 2 – Flight Control Computer

ELAC – Aleron Bilgisayarı

SEC – Elevatör Bilgisayarı

FAC – Dümen Bilgisayarı

FADEC – Motor Kontrol Bilgisayarı

EFIS, EIDS, CDU, FMS, ECAM, EICAS vb...

Hava Veri Bilgisayarı

Air Data Computer (ADC) System

Hava Veri Bilgisayarı

Hava veri bilgisayarı, (Genellikle havacılıkta kullanılan İngilizce tabiri ile: *Air Data Computer* ya da *ADC*) modern kokpitlerde (*glass cockpit*) bulunan temel bir aviyonik bileşendir.

Bu bilgisayar ile temel uçuş aletlerinin yanında, pitot-statik sistem, jiroskop, GPS ve ivmeölçer gibi sensörlerden aldığı bilgileri kullanarak uçağın düzeltilmiş hava sürati, Mach sürati, irtifası ve düşey hız trendi gibi bilgiler hesaplanır.

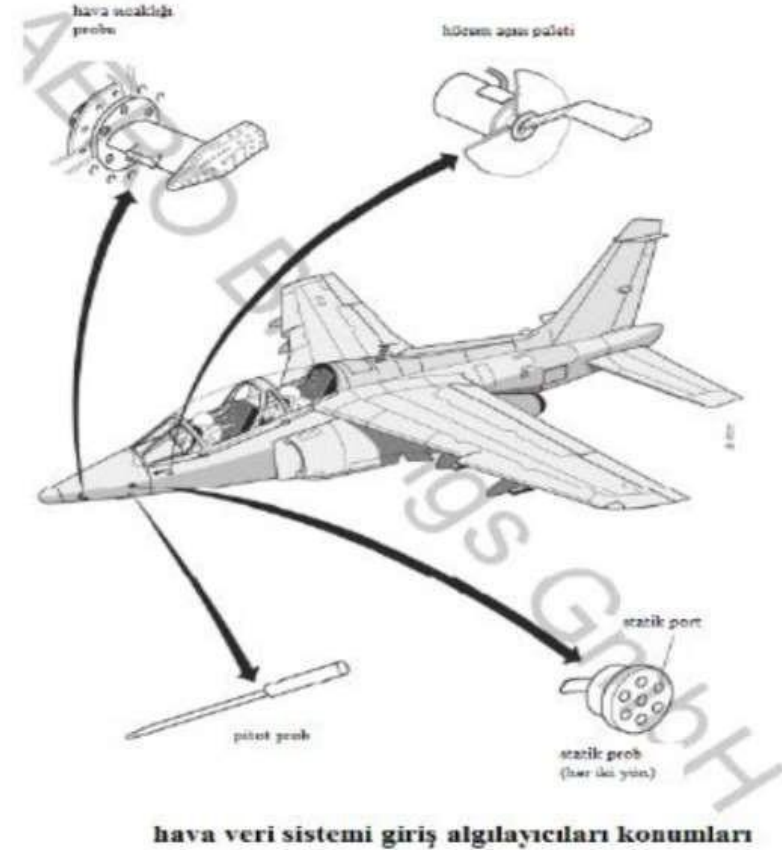
Hava veri bilgisayarlarının girdileri arasında genellikle total hava sıcaklığı da bulunur. Bu sayede uçağın statik hava sıcaklığı ve gerçer hava hızı (TAS, İng. True airspeed) hesaplanır.

Kaynak: https://en.wikipedia.org/wiki/Air_data_computer



Hava Veri Bilgisayarı (Air Data Computer-ADC)

- Pitot ve statik basınç sistemleri; hava hızı, yükseklik ve yükseklik değişim oranının tespiti için sürat saati, altimetre ve varyometrede kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmıştır.
- Analog sistemlerde gerekli tesisat ve göstergelerden ileri gelen sorunların en aza indirilmesi için, pitot-statik basınç bir hava veri bilgisayarı (ADC) ünitesine gönderilir.
- Bu ünite veriyi elektrik sinyallerine dönüştürür ve kablolar veya veri yolları vasıtasıyla sorumlu göstergelere ve sistemlere iletir.



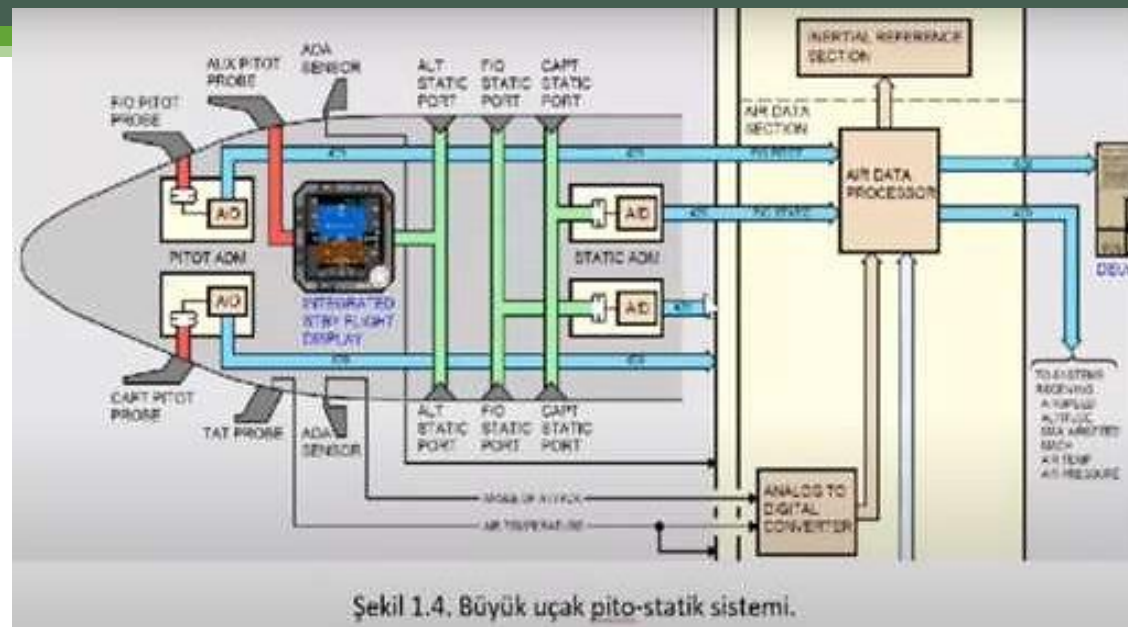
Hava Veri Bilgisayarı (Air Data Computer-ADC)

- Hava veri bilgisayarı (Air Data Computer-ADC) modern dijital-glass kokpitlerde bulunan temel bir aviyonik bileşendir.
- Bu bilgisayar ile temel uçuş aletlerinin yanında, pitot statik sistemi, cayroskopu, GPS'i ve ivme ölçeri gibi sensörlerinden aldığı bilgileri kullanarak uçağın düzeltilmiş hava sürati, MACH sürati, irtifa ve hava aracının dikey eksenindeki (varyo) hareket bilgilerini hesaplanır.

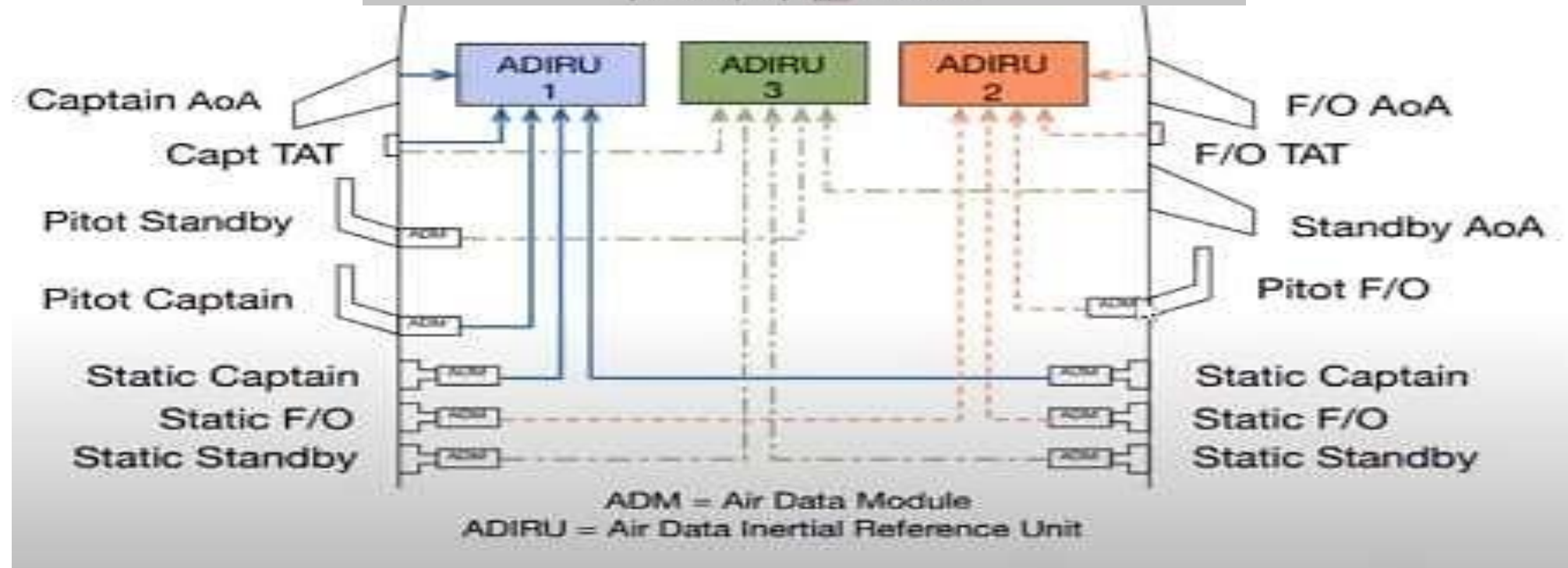


Hava Veri Bilgisayarı (Air Data Computer-ADC)

- Basınç haricinde sisteme TAT (total air tempruture) girişı de bulunur. Bu sayede uçağın statik hava sıcaklığı ve hakikî hava sürati (TAS (True Air Speed) de hesaplanır.
- Dış hava sıcaklığı(OAT) birçok yönden uçak performansını etkiler. Kalkış sırasında, motorlardan elde edilen itki miktarını ve yoğunluktan dolayı taşımayı etkiler. Düz uçuşta yakıt tüketimini etkiler. Bu yüzden OAT gerçek hava hızını (TAS-True Air Speed) hesaplamada gereklidir.
- Aşağıdaki bilgiler genel olarak hava veri sistemleri tarafından sağlanır:
 - * barometrik yükseklik (BA)
 - * statik hava sıcaklığı (SAT)
 - * toplam hava sıcaklığı (TAT)
 - * gösterge hava hızı (IAS)
 - * gerçek hava hızı (TAS)
 - * mach gösterimi.



Şekil 1.4. Büyük uçak pito-statik sistemi.



Hava Veri Bilgisayarı Sistemi

■ Hesaplanan Veriler:

■ İrtifa

- ✓ **Barometrik İrtifa:** Deniz seviyesi standart basıncı baz alınarak hesaplanır.
- ✓ **Barometrik Düzeltilmiş İrtifa:** O günkü hava basıncı baz alınarak hesaplanır.

■ Hava Hızı

- ✓ **Gösterilen Hava Hızı:** Toplam hava basıncı ile statik hava basıncının farkından elde edilen ham bilgidir.
- ✓ **Düzeltilmiş Hava Hızı:** Pito ve statik portların geometrisinden ve yerleşiminden kaynaklanan hataların düzeltildiği hava hızıdır.
- ✓ **Eş Hava Hızı:** Havanın bazı özellikleri dikkate alınarak yapılan düzeltmeler sonrası elde edilen bilgidir. Teorik bir bilgidir. Yüksek irtifa uçaklarında direk kullanılabilir. Teorik bir bilgidir.
- ✓ **Doğru Hava Hızı:** Sıcaklık etkisinin de eklenmesiyle elde edilen hız bilgisidir.
- ✓ **Mach Sayısı:** Uçağın doğru hava hızının bulunduğu ortamdaki ses hızına oranıdır.

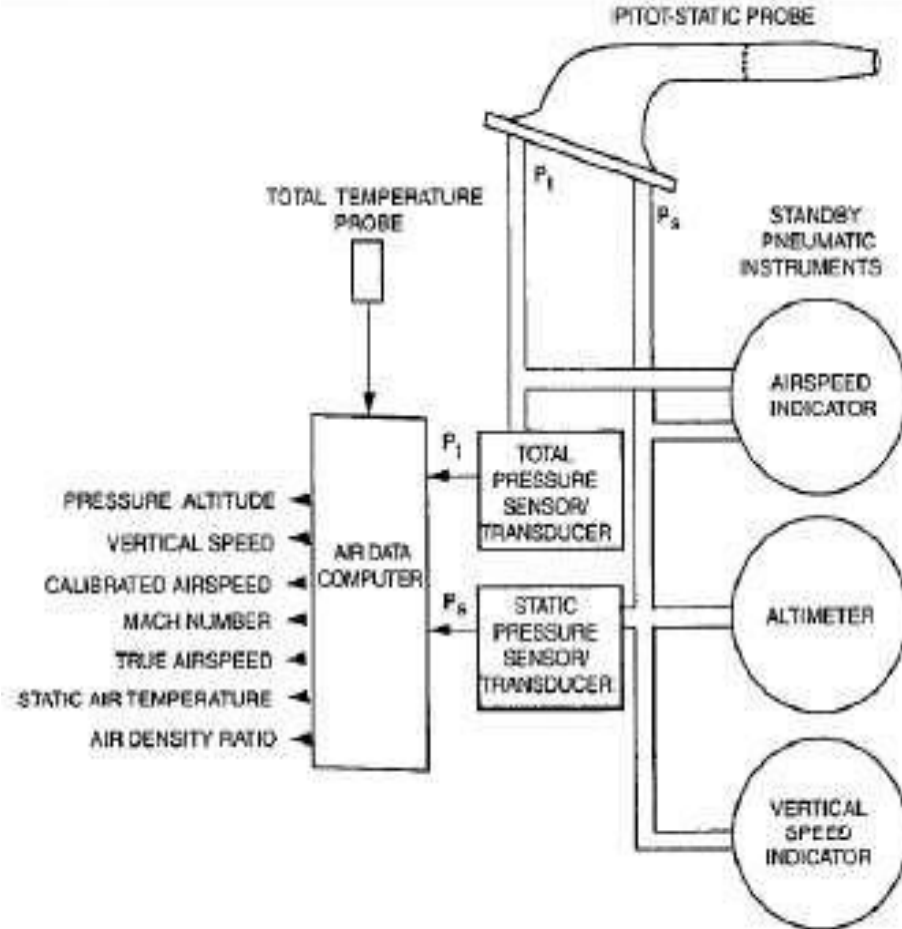


Fig 9.4 Air Data Computer (ADC) system

NOT: Ses hızı sıcaklık ve hava yoğunluğunun bir fonksiyonudur.

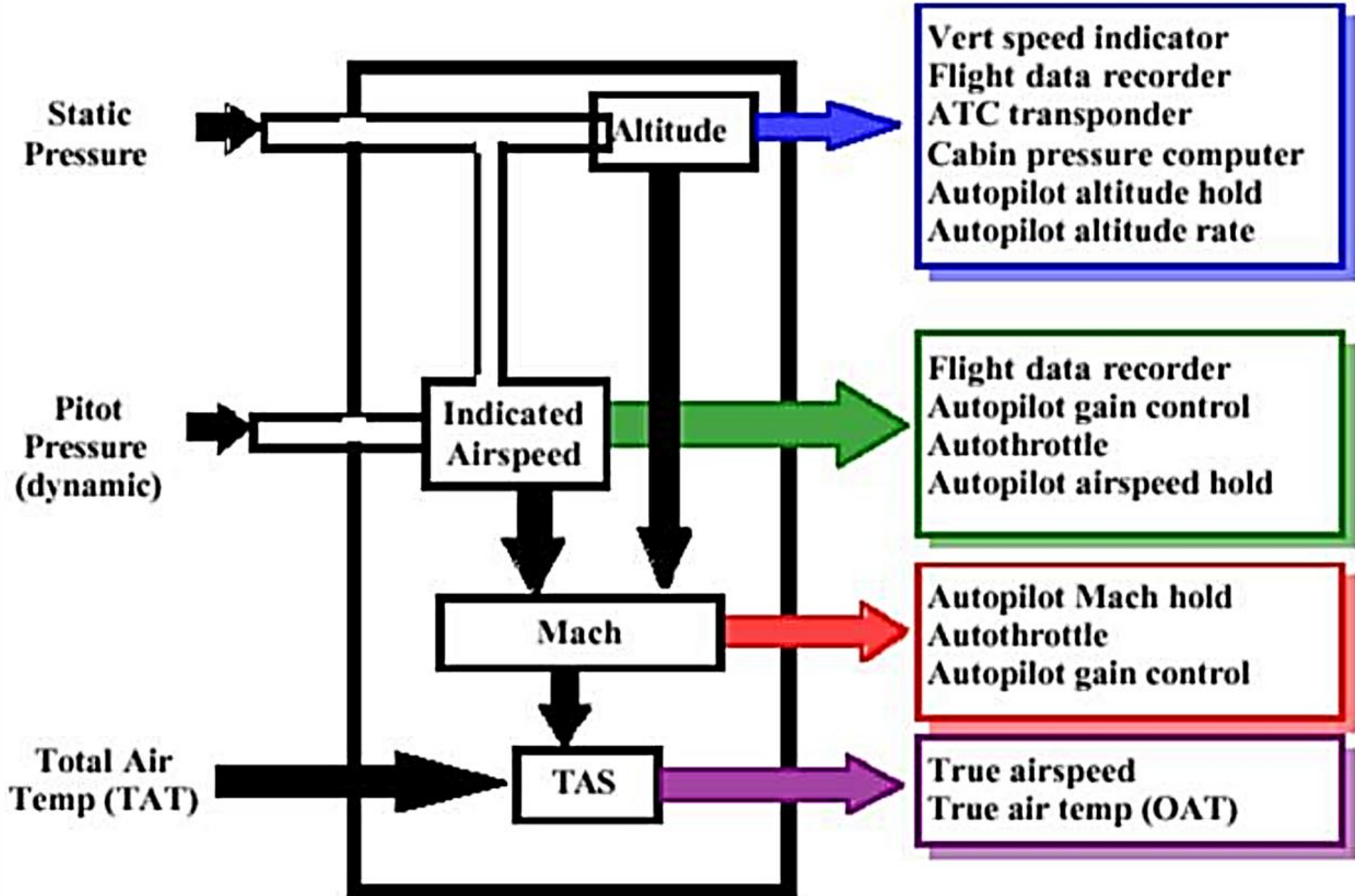
Veri Paylaşımı

Hava veri bilgisayarı tarafından hesaplanan bilgiler hava aracındaki diğer aviyonik sistemlerle de paylaşılmaktadır. (TCAS, FADEC, Oto-pilot ...)

Hesaplanan Veri	Paylaşılan Aviyonikler
Barometrik İrtifa	Transponder, TCAS, Altimetre, Oto-pilot, FADEC
Barometrik Düzeltilmiş İrtifa	Elektronik göstergeler, Altimetre, Oto-pilot, FADEC
Doğru Hava Hızı	Hava hızı göstergesi, Oto-pilot, FADEC
Mach Sayısı	Mach Metre, Oto-pilot, FADEC
Düşey Hız	Düşey hız göstergesi, Anlık düşey hız göstergesi, TCAS, Oto-pilot, FADEC

INPUTS

OUTPUTS



BITE (Built in Test Equipment) Sistemi

(Uçak Üzerine Takılı Test ve Devamlı Kontrol Sistemi)

BITE (Built in Test Equipment) Sistemi (Uçak Üzerine Takılı Test ve Devamlı Kontrol Sistemi)

- Bu sistem ilk modern jet yolcu uçaklarıyla birlikte 1970'lerden sonra kullanılmaya başlanmıştır. Önceleri yalnızca fazla karmaşık olmayan sistemlerin içine cihazı uçaktan sökmeden önce kendi kendine test edebilmek için yapılmıştır. Bugün ise gerek yerde gerekse havada uçaktaki birçok sistemin testi, yazılımlar sayesinde yapılabilmektedir. Bu testler, sistemleri devamlı kontrol ve izleme imkanı sağlar. Bu devamlı izleme sonucu ortaya çıkan sonuçlar pilot mahalline uyarı olarak gönderilir. Uçağın üzerindeki kontrol bilgisayarları bu bilgileri toplar ve uçak daha havada iken gerekli analizler başlatılır.

BITE (Built in Test Equipment) Sistemi (Uçak Üzerine Takılı Test ve Devamlı Kontrol Sistemi)

- BITE'in kullanımı maliyeti azaltan faktörlerden birisidir. Amaç sistemleri devamlı izleyerek arıza oluşmadan gerekli işlemleri yapabilmektir. Erken teşhis hem uçağı dolayısıyla belki de hayati bir olay gerçekleşmeden hayatları kurtarır.
- Uçak elektronik araçları ve bilgisayarları en son tipleri ana birimlerin bir parçası olarak *test equipment*'in özel çeşitlerine sahiptir.
- BITE sistemi üç farklı çeşitte test olanağı sağlar.
 - Tanımlama ve hataları düzeltme için kullanılır.
 - Çalışma sırasında devam eden hatayı bulma.
 - Hatayı giderme ve giderilen hatanın doğrulanması

Sistemin doğru çalıştığından emin olmak için, problem olan parçanın değiştirilmesinden sonra test uygulanabilir. Bunun için sadece uygun tuşa basmak yeterlidir.

Elektronik Alet Sistemleri ve Dijital Teknikler

EIDS - EFIS - PFD - ASI - ND - CDU



Elektronik Alet Gösterge Sistemleri

(EIDS)

Elektronik Alet Gösterge Sistemleri (EIDS)

- EIDS (Electronic Instrument Display System) olarak adlandırılan “Elektronik Uçuş Gösterge Sistemi” modern hava araçlarında kullanılmaktadır. EIDS gösterge sistemi kokpitte hava aracının büyüklüğüne göre 6 (altı) dijital ekrana kadar dizayn edilmekte ve veriler uçuş personeline en ergonomik şekilde sunulmaktadır.
- EIDS;
 - **EFIS (Electronic Flight Instrument System (Boing+Airbus))**
(Elektronik Uçuş Gösterge Sistemi)
 - PFD (Primary Flight Display) (**Left&Right**) (Temel Uçuş Gösterge Sistemi)
 - ND Navigation Display) (**Left&Right**) (Alet Uçuş Sistemi)
 - **ECAM (Electronic Centralized Aircraft Monitoring) (Airbus)**
(Elektronik Merkezi Uçak İzleme)
 - Engine Warning Display (Motor Uyarı Ekranı)
 - System Display (Sistem Ekranı)
 - **EICAS (Engine Indicating and Crew Alert System) (Boing)**
(Motor Gösterge Mürettebat Uyarı Sistemi)
 - Engine Warning Display (Motor Uyarı Ekranı)
 - System Display (Sistem Ekranı)



CESSNA DIJITAL KOKPIT



CESSNA DIJITAL KOKPIT



BOEING DIJITAL KOKPIT



AIRBUS DIJITAL KOKPIT

ELEKTRONİK UÇUŞ GÖSTERGE SİSTEMLERİ

(EFIS)



EFIS uçak seyrüsefer sistemlerinin çoğunu göstermeyi amaçlar. Bu sistemdeki PFD (Primary Flight Display) ve ND (Navigation Display)'ler hava aracının 3 eksenindeki uçuş pozisyon durumlarını, seyrüsefer haritaları ve uçuş yolu bilgilerini, hava hızı, ADF/VOR bilgilerini, ILS ve stall warning bilgilerini renkli olarak her iki pilota gösterir. 4 tane display ve 2 tane kontrol panelinden oluşur.



Monitörlerin parlaklığı EFIS kontrol paneli üzerindeki potansiyometreler aracılığıyla ekran parlaklığı manuel olarak ayarlanabilir. Ayrıca uçağın dışında yer alan ışık sensörleri ile dış ortama göre, ekran ön yüzeyinde bulunan ışık sensörleri sayesinde kokpit içindeki ortam ışığının değişimine bağlı olarak otomatik olarak da ışık şiddetini ayarlayabilmektedir.

Primary Flight Display / PFD

PFD – Primary Flight Display

PFD (primary flight display, birincil uçuş göstergesi), dijital kokpitlerde kaptan ve yardımcı pilotun temel uçuş bilgilerini gözlemlediği ve analog uçaklardaki temel T dizilimini daima koruyan bir göstergedir.



Resim 4.2: PFD görüntüsü

Normal bir EFIS (Electronic Flight Instrument System) PFD göstergesi renkli CRT ya da LCD olabilir. Bu gösterge üzerinde analog kokpitteki temel T dizilimini oluşturan hız (airspeed), konum (attitude), yükseklik (altitude) ve yön (direction) bilgilerinin yanı sıra VOR, localizor, TACAN, RNAV gibi uçuş kontrol sistemlerine ait bilgi ve komutlar da görüntülenir.

Suni Ufuk Ekranı (Attitude Position)

Suni ufuk; uçağın dalış ve tırmanışlarda kanat ekseninde yapmış olduğu yunuslama (pitch) hareketini ve dönüşlerde gövde ekseninde yapmış olduğu yuvarlanma (roll) pozisyonunu belirtir.



Hava aracının burun kaldırma veya indirme açısını verir.



Hava aracının sağa ve sola yatış açısını gösterir.



Climbing left bank



Straight climb



Climbing right bank



Level left bank



Level right bank



Descending left bank



Straight descent



Descending right bank

Airspeed Indication

İbrenin gittiği rakam o anki hızı gösterir. Hız Knot şeklinde ifade edilir. Resimde 318 kts olarak görülüyor.



Airspeed indication ekranı



Airspeed trend ekranı

Airspeed Trend Indication

Hızın azalıp arttığını gösteriyor. Resim de 10 sn içinde 310 kts'a ineceğini gösteriyor.

Airspeed Limits

Aşırı hız ve stall hızını gösterir.



Airspeed limits ekranı



Mach ekranı

Mach Number

TAS'ın ses hızına oranını gösterir. Şekilde Mach hızı %67'dir.

Altimetre (Altitude Indication)



Altitude indication ekranı

Altimetre: Anlık basınca bağı olarak uçağın deniz seviyesinden yüksekliğini feet cinsinden gösterir. Şekilde hava aracının yüksekliği 21300 Feet olarak görülmektedir.

Vertical Speed

İşaret değneğiyle ve sayısal değerle gösterilir. İrtifa oranı Feet/min ile değişir. Resim de 700 fpm ile alçalma olduğunu gösteriyor.



Vertical speed ekranı



Indicated altitude ekranı

QNH (Qualified Natural Horizon) basınç yani anlık barometrik hava basınç değeri girilerek altimetre kalibre edilir.

Heading

yönünü gösterir. Dereceyle gösterir. Resimde 32,5° yi gösterir. Bu bilgi ND ünitesinde gösterildiği halde T format olsun ve aynı anda istikameti ayarlamak için konulmuştur.



Heading ekranı



Other information ekranı

Other Information

Aviyonik elemanlar hakkında ek bilgi verir.

'Analog to Digital'

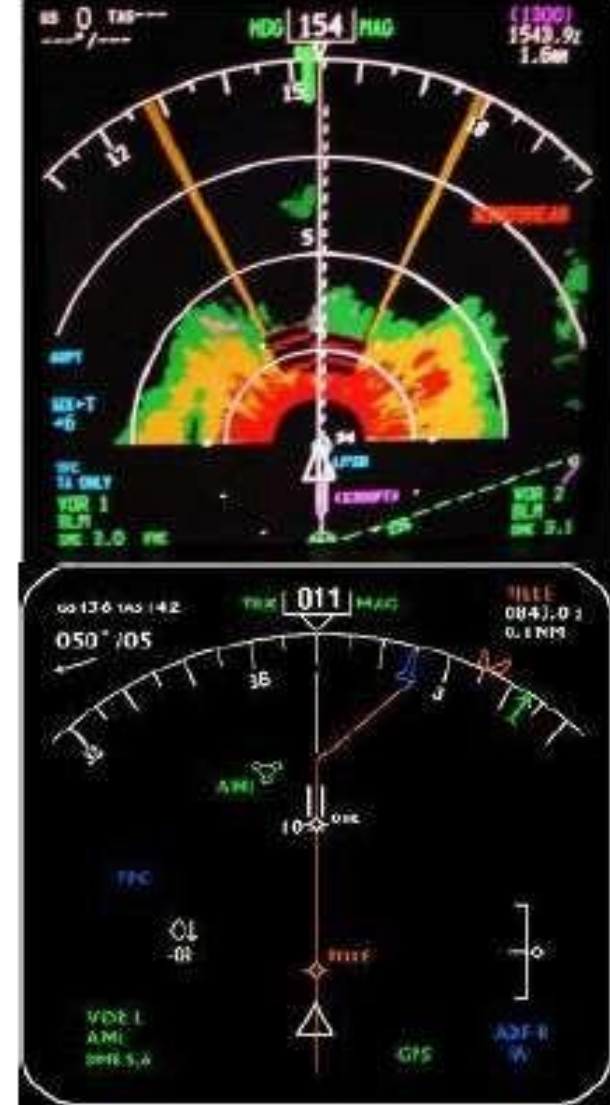


ND – Navigasyon Ekranı

ND (navigation display, seyrüsefer göstergesi) kaptan ve yardımcı pilotun uçuş esnasında navigasyon ile ilgili bilgileri görüntülemesini sağlayan EFIS (Electronic flight instrument system) göstergeleridir.

Navigation Display (ND)

Modern ND, geleneksel mekanik HSI'lara (Horizontal situation indicator) göre çok yönlüdür ve oldukça geniş bir bilgi seçme imkânı oluşturur. Aynı zamanda birçok farklı sensörden gelen bilgileri, harita benzeri bir sunum üzerinde birleştirerek uçağın yatay navigasyon durumunu gösterir. Aynı zamanda uçağın esas yönünü birçok yatay ve dikey sensöre bağlı olarak gösterme işlemini gerçekleştirir. ND uçuşun farklı safhalarındaki ekip gereksinimlerini karşılamak için birçok farklı formatta görüntü verebilir.



Resim 4.3: Farklı ND görüntüleri



Kontrol ve Gösterge Ünitesi

Control and Display Unit

(CDU)



CDU

CDU



MCDUs
Multipurpose Control
and Display Units

are the MMI of

FMGS
Flight Management and
Guidance System

- ❑ Veri yolları aracılığı ile uyumlu sistemlerin kontrolünü ve bu sistemlerden veri ve durum bilgisi alıp görüntüleyebilen sistemdir.
 - Kontrolü sağlanabilen sistemler:
 - ✓ FMS (Flight Management Systems)
 - ✓ RMS (Radio Management Systems)
 - ✓ CMS (Cabin Management Systems)
 - ✓ CMU (Communication Management Unit /ACARS)
 - ✓ Satellite Communication System

- ❑ Bir klavye ve çok fonksiyonlu ekrandan oluşur.
Ekran gece görüşü uyumlu olabilir.

- ❑ İşlemcisi sayesinde mesaj ve grafik oluşturma yeteneklerine sahiptir.



CDU Panel Özellikleri

- ❑ Kullanıcı girişi ve ekran kullanılabilirliğinin ayarlanması amacıyla kontrol tuşları bulundurur.
- ❑ Klavye ile sayısal ve yazınsal veri girişini sağlar.
- ❑ Gösterilecek verinin kaynağını seçmek için hat seçim tuşları bulunur.
- ❑ Özel yetenekler atanmış bazı tuşlar bulunabilir.
- ❑ Klavye ve ekran aydınlatması ayrı olarak yapılır.



Elektronik Alet Sistemleri ve Dijital Teknikler

ECAM - EICAS



ECAM (Electronic Centralized Aircraft Monitoring)
(Airbus)
(Elektronik Merkezi Uçak İzleme)

EICAS (Engine Indicating and Crew Alert System)
(Boeing)
(Motor Gösterge Mürettebat Uyarı Sistemi)



ECAM & EICAS FARKI:

Herhangi bir sistem arızası durumunda **ECAM**, gösterge ünitesinde izlenecek düzeltici kontrol listesinde şematik olarak sunulur ve **arıza için yapılacak düzeltici eylemi göstermiş olur**. Ayrıca yapılan hatalar pilota sunulur ve hatalar çözüldükten sonra bu ikazda kaybolur. Böylece pilotun reaksiyon süresini en aza indirilmiş olur. **EICAS**'ta ise arıza göstergede pilota sunulur, pilotun ne anlama geldiğini yorumlaması ve **yapması gereken prosedürler için kendi checkliste başvurması beklenir**. ECAM, EICAS'tan daha teknolojik ve verimli bir sisteme sahiptir.

ECAM VS EICAS

ECAM is designed by Airbus



EICAS is designed by Boeing



Differences

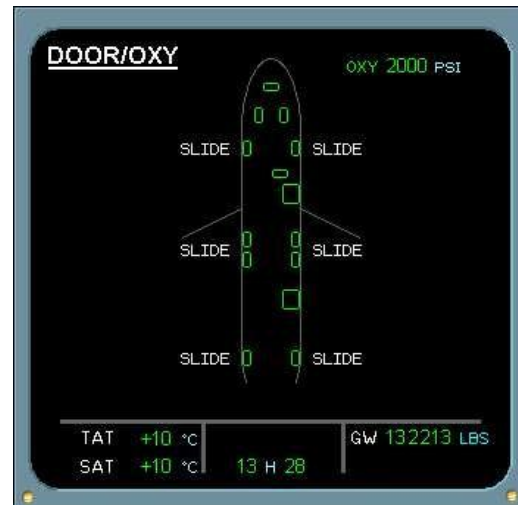
ECAM	EICAS
Electronic Centralised Aircraft Monitoring	Engine Indicating and Crew Alerting System
Designed by Airbus	Designed by Boeing
Data always displayed in checklist and schematic format	Data not necessarily always shown
Displays corrective action to be taken during failures	No similar function
Errors are presented to the pilot which then disappear once it is resolved	Instrument readings are presented to the pilot, who then has to interpret what it means

Electronic Centralized Aircraft Monitor (ECAM) (Airbus)

Engine Indicating and Crew Alert System) EICAS (Boeing)



Bu sistemde dijital kokpit kullanımı pek çok farklı bilgiyi tek ekranda kullanım imkanı sunarak daha fazla esnekliğe olanak sağlar. Bu sayede her monitördeki bilgi miktarı uçuşta değiştirilebilir. Ayrıca kompleks analog aletlerin yerini aldığından dolayı daha ergonomiktir.



ECAM iki göstergeden oluşur.

Engine Warning Display (Motor Uyarı Ekranı)
System Display (Sistem Ekranı)

System Display (Lower Display)

Uçağın havadaki ve yerdeki önemli sistemlerin durum bilgilerini manuel ve otomatik olarak gösterir. Alt kısımdaki kontrol panelinden görmek istediğimiz sistemi seçebiliriz. **Uçak yerdeyken otomatik olarak kapı sayfası açıktır** ayrıca kontrol panelinden göstergenin parlaklarını ayarlayabiliriz. System display ile 11 sistem sayfası ve bir tane status (durum) sayfasını görebiliriz. Bu işlem paneldeki STS tuşu ile gerçekleştirilir. Emergency tuşu ise bütün sesli uyarıları iptal etmek için kullanılır. T/O config tuşu ise uçak kalkış durumuna uygun olup olmadığını test eder.



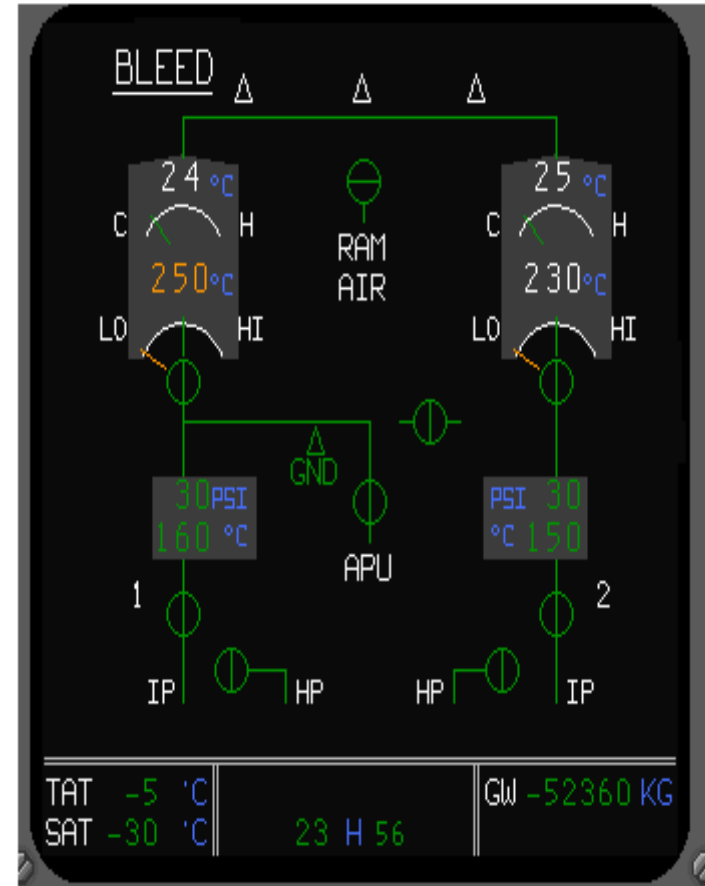
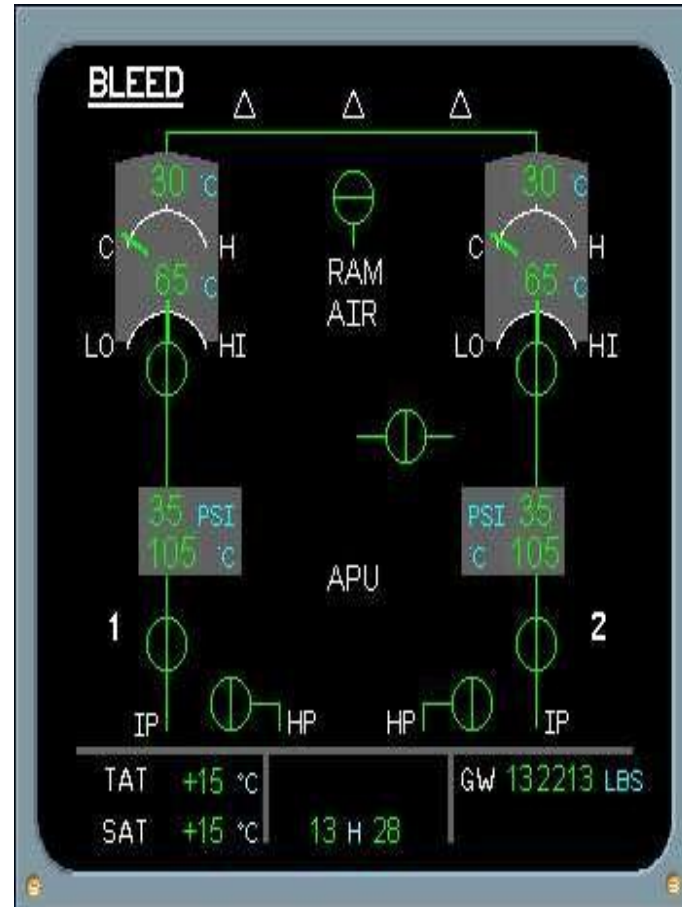
Eng Tuşu

Eng tuşuna basıldığında bu sayfa açılır. Şekilde de görüldüğü gibi N1 ve N2'daki vibrasyon miktarı, motorların kullandığı yakıt miktarı, motor yağ basıncı, sıcaklığı ve yağ miktarı görüntülenir.



Bleed tuşuna basıldığı takdirde **motordan, apudan ve ram air turbinden** alınan havanın sıcaklığı ve basıncı bu sayfada gösterilir. Ayrıca bleed valve'lerin on/off durumunu da kontrol edebiliriz.

Bleed Tuşu



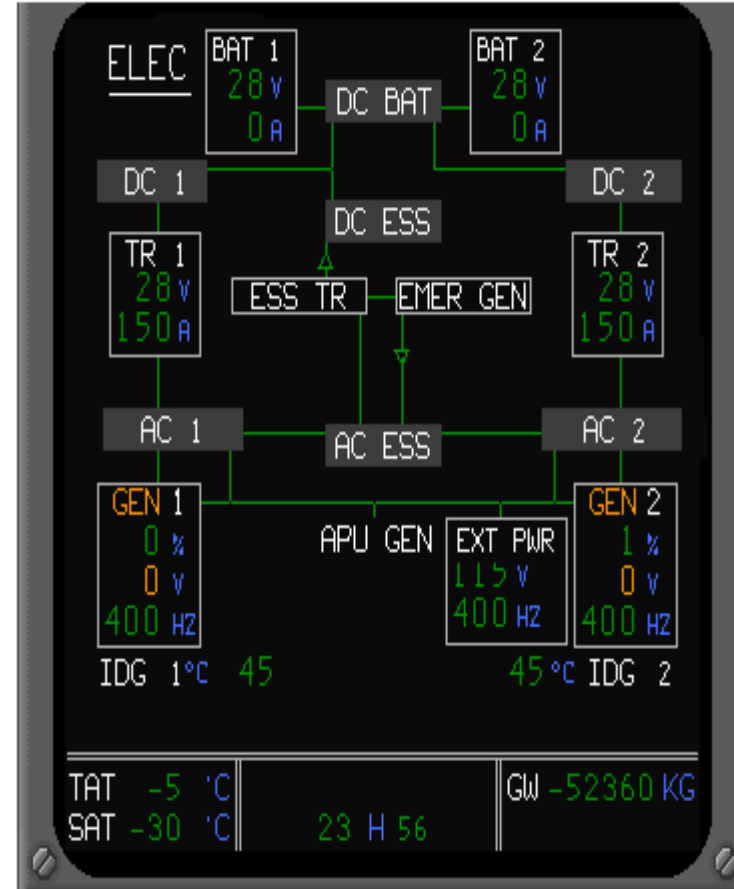
Press Tuşu

Press tuşuna basıldığında o andaki yüksekliğe bağlı olarak kabin basıncını ve basınç artış ivmesini ayrıca kabin basınçlarını ayarlayan valvelerin on/off durumunu gösterir.



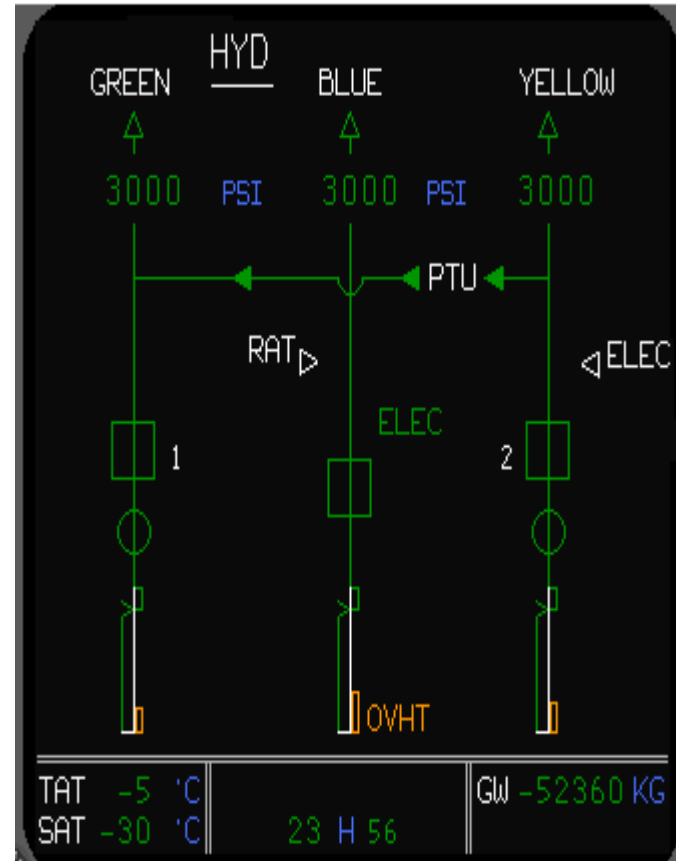
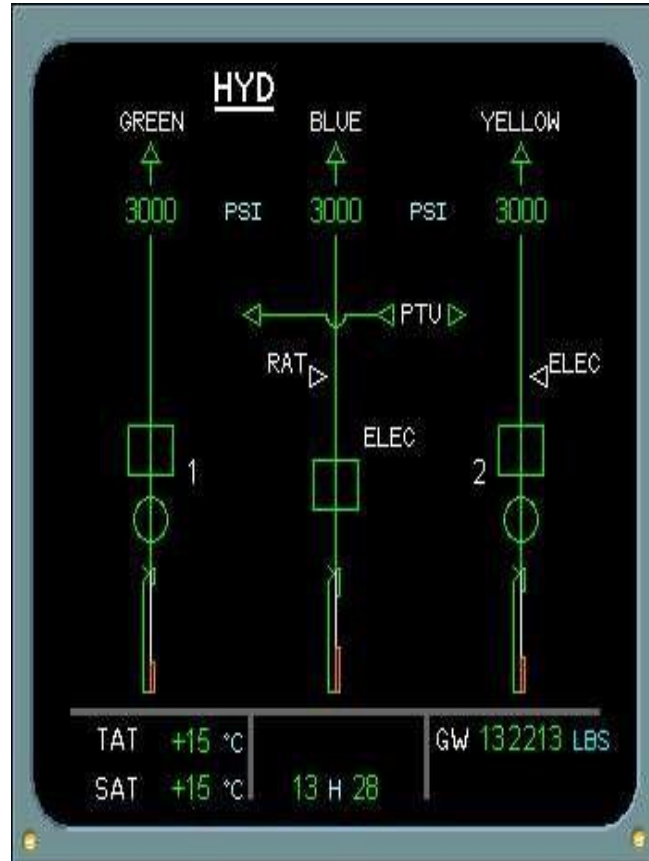
Elec Tuşu

Elec tuşuna basıldığı zaman uçağın bütün elektrik kaynaklarının o andaki voltaj ve frekansını göstermektedir. Herhangi bir arıza durumunda amber rengi arızalı bölgede yanar.



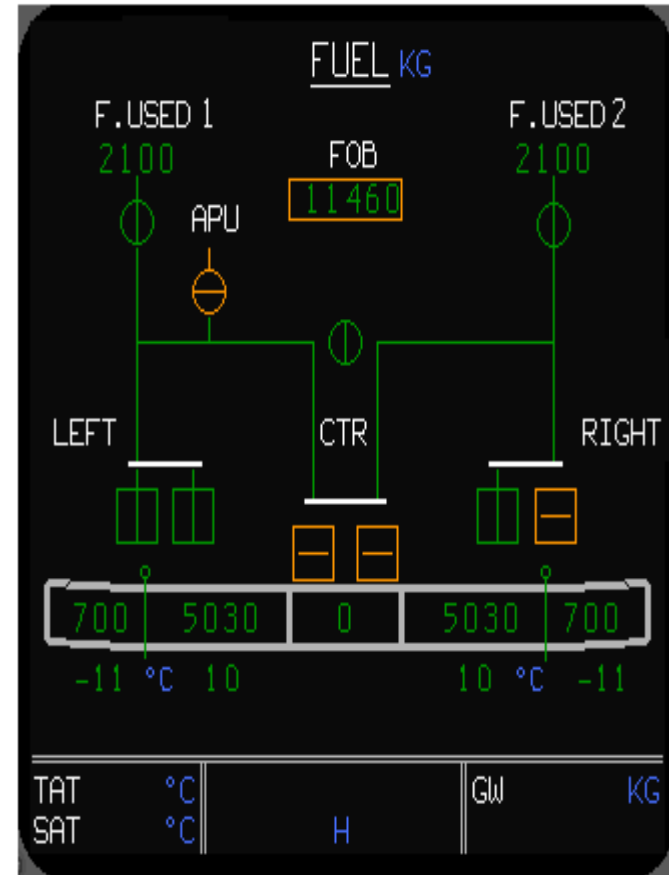
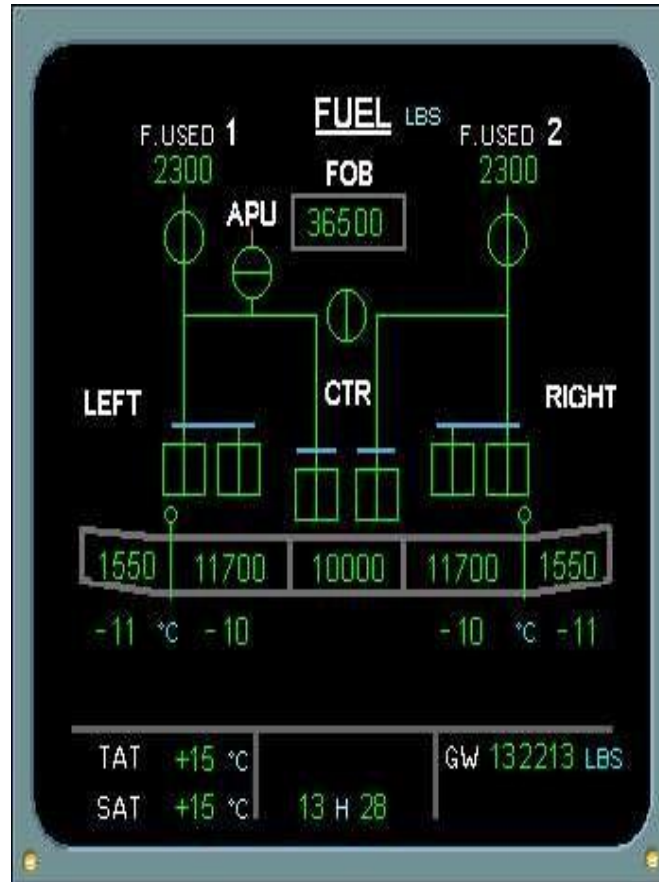
Hyd Tuşu

Hyd tuşu uçaktaki ana ve stand by hidroliklerin basınçlarını ve sıcaklıklarını göstermeye yarayan sayfayı açar.



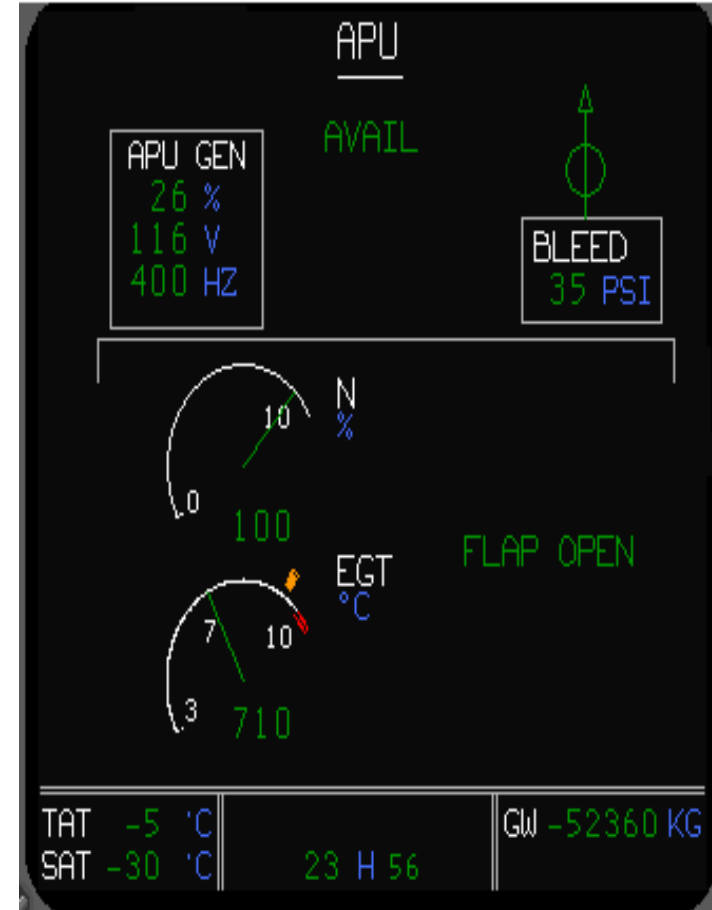
Fuel Tuşu

Fuel tuşu yakıt tanklarındaki toplam ve kullanılan yakıt miktarını ve yakıtın sıcaklığını gösterir.



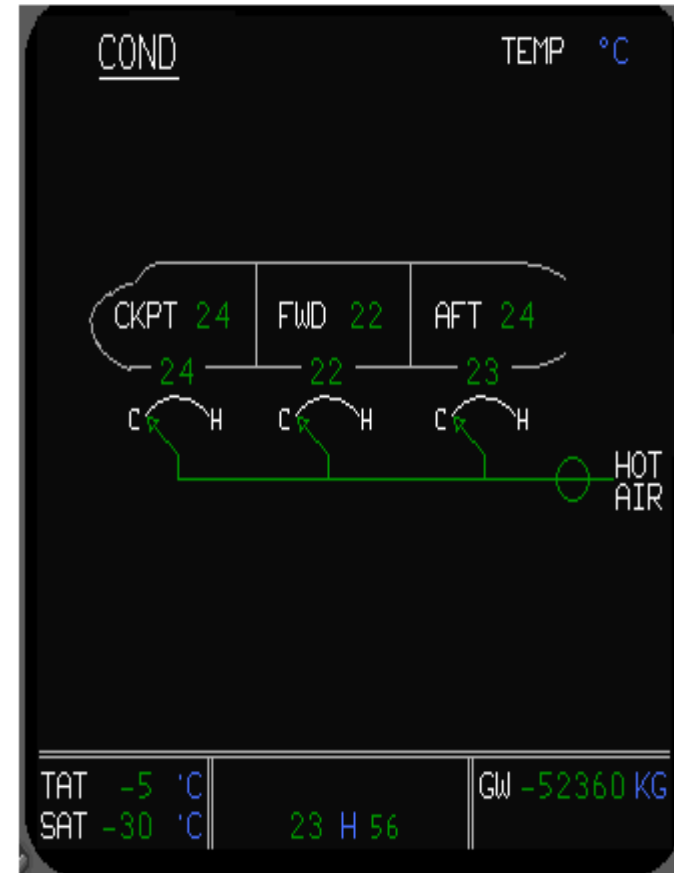
Apu Tuşu

Apu tuşu ise, apudaki üretilen AC elektriğin voltaj ve frekansını, apuya giren havanın basıncını, apu flapın on/off durumunu, apu egt sıcaklığını ve verimini gösterir.



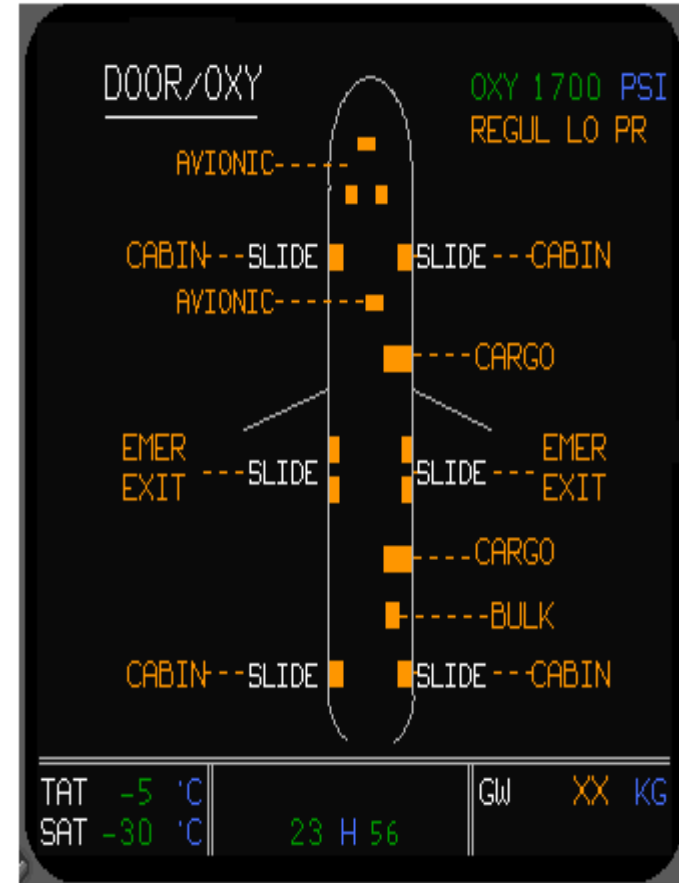
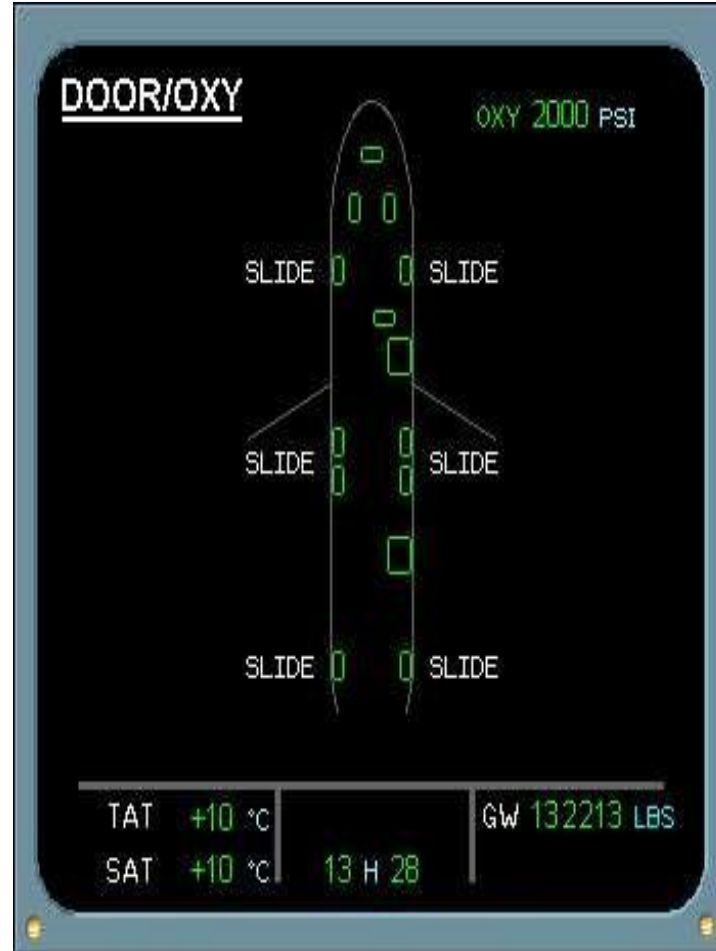
Cond Tuşu

Cond tuşu kokpit, ön ve arka kabin klima sisteminin verdiği havanın sıcaklığını belirtir ve bu sayede sıcaklık kontrolü yapılabilir.



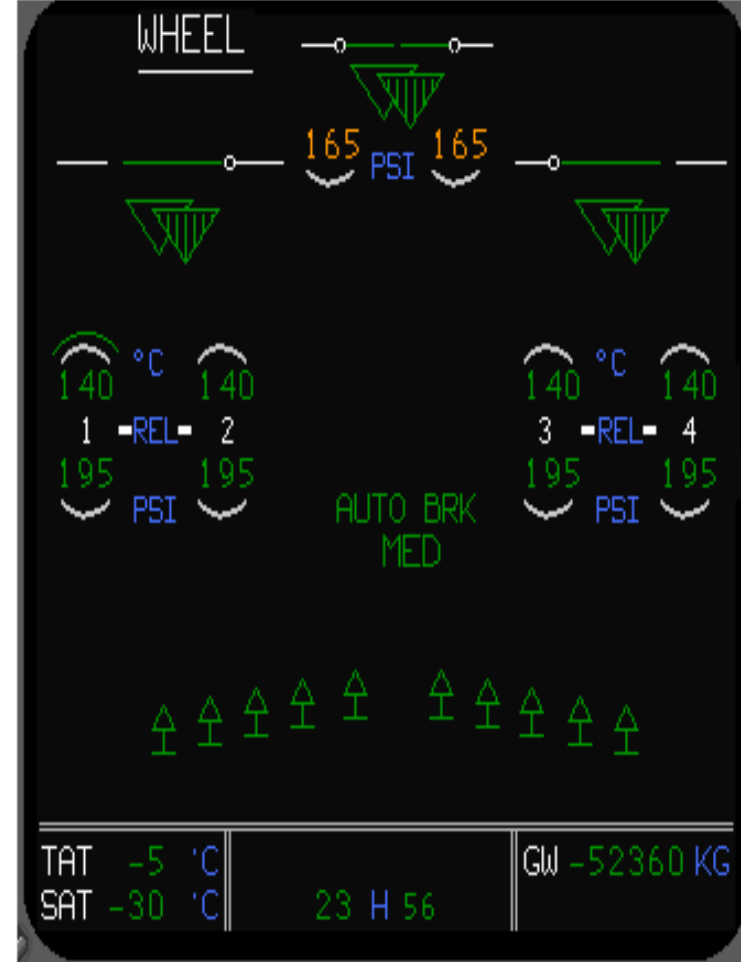
Door Tuşu

Door tuşu uçakta bulunan bütün kapıların on/off durumunu ve slide'ların kilitli olup olmadığını belirtir. Yerde iken sistem sayfasına otomatik olarak bu sayfa gelir.



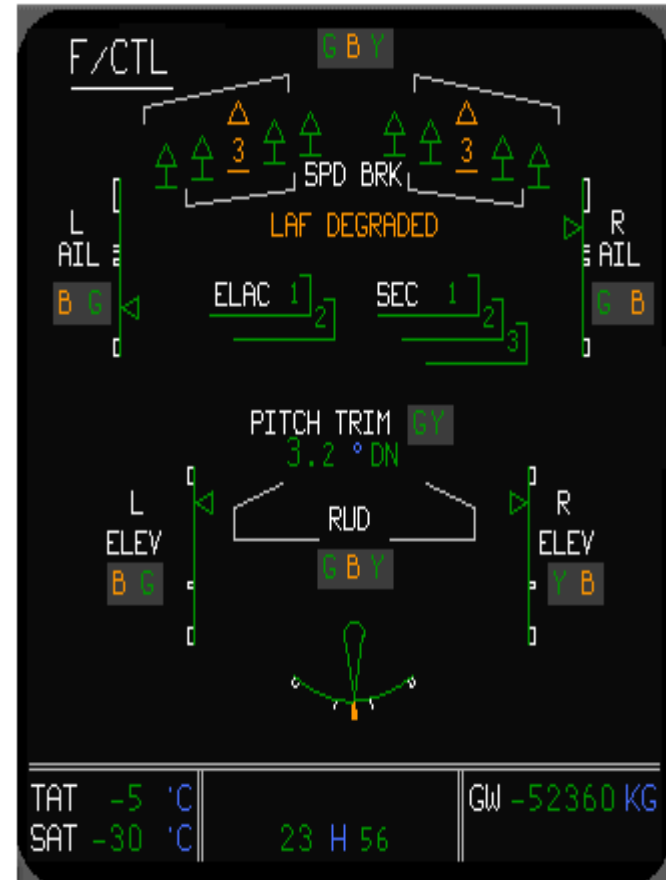
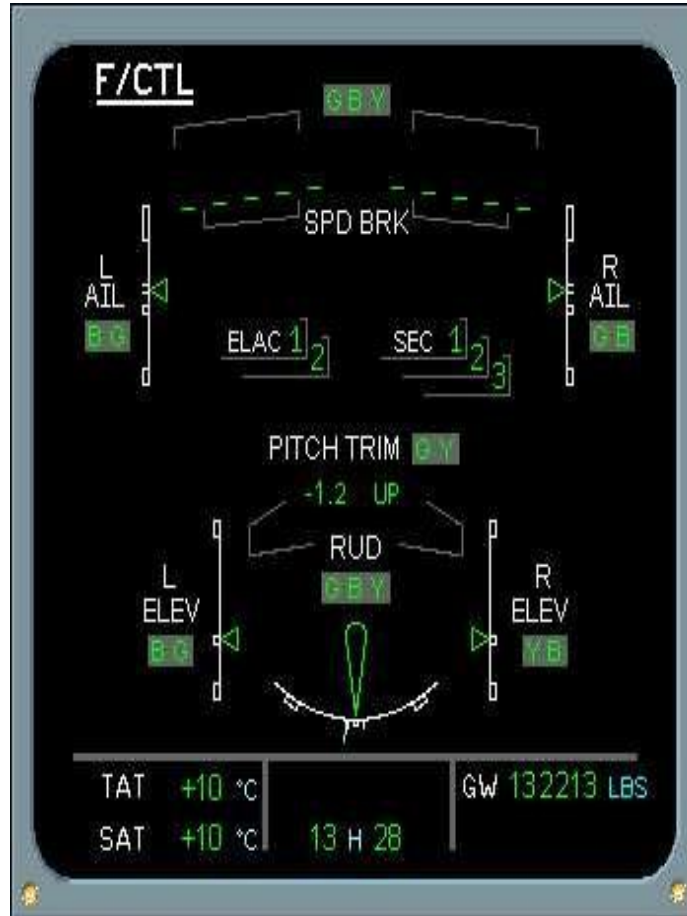
Wheel tuşu lastikler içerisindeki hava basıncını ve sıcaklığını gösterir.

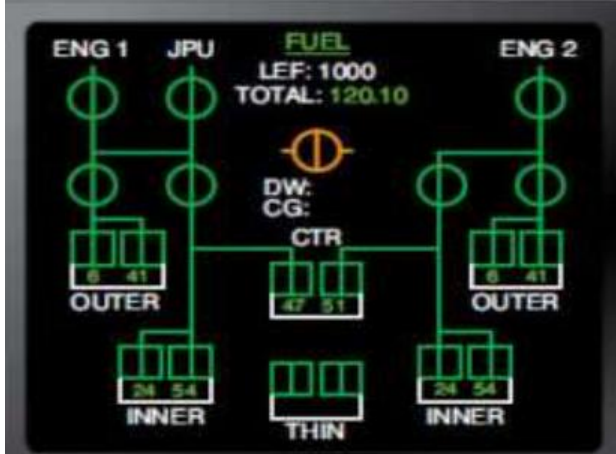
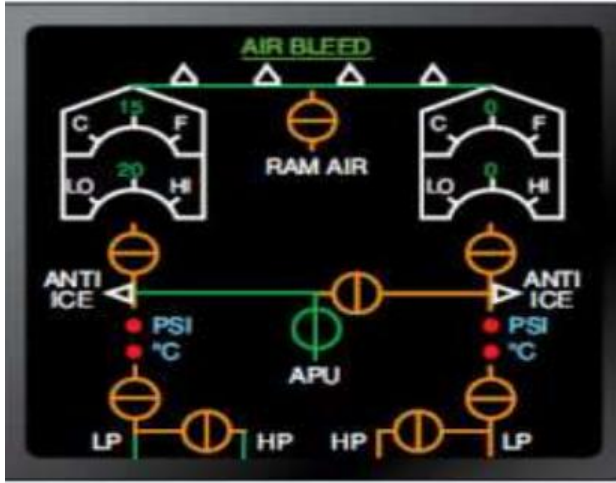
Wheel Tuşu



F/CTL tuşu uçuş kumanda yüzeylerinin konumunu ve trim açılarını gösterir.

F/CTL Tuşu





Hava Araçlarındaki Teknolojik Kazanımlar

FBW - Fly by Wire

Autopilot - Oto-Pilot Sistemi

FMS - Uçuş Yönetim Sistemi

Uçuş Kontrol Sistemleri

Uçuş kontrol sistemleri kullanılan teknolojiye göre genel olarak;

- Mekanik,
- Hidromekanik,
- Elektronik (Fly By Wire-FBW) ayrılır.

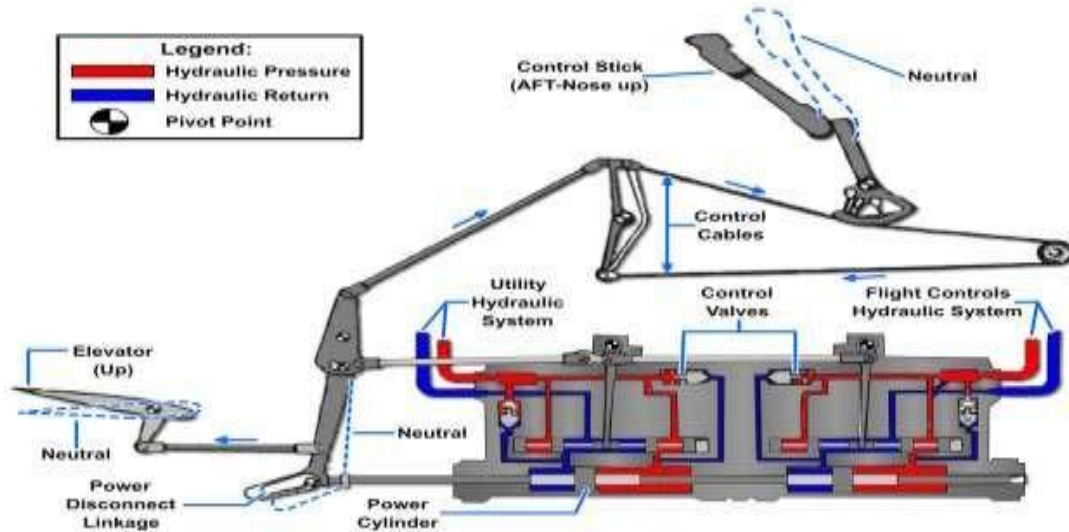
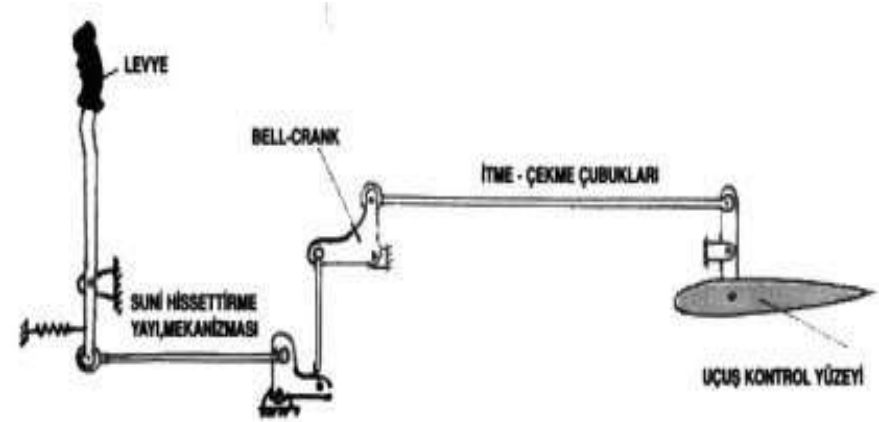
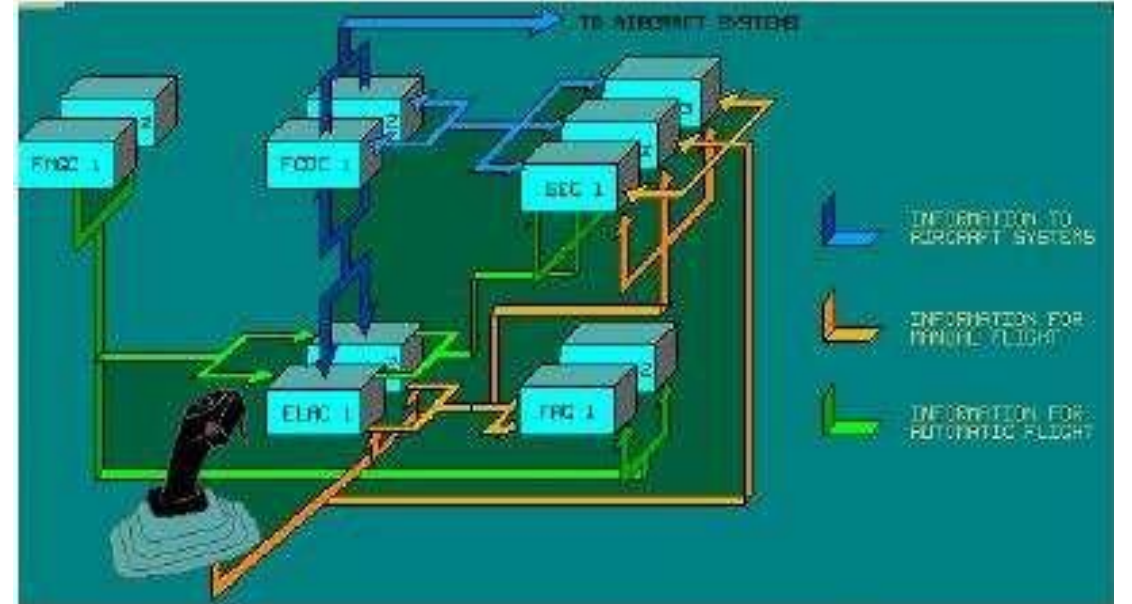


Figure 16-2 — Hydraulically-powered elevator control system.



FBW- Fly by Wire

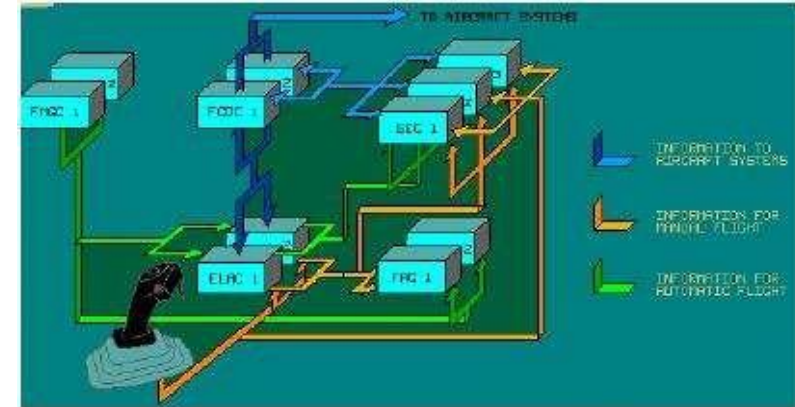
Fly by wire teknolojisi bir uçuş kontrol sistemidir. Uçuş kontrol sistemi; uçuş kontrol yüzeylerini, kokpit kontrollerini, bağlantı hatlarını ve uçuş sırasında uçağı kontrol etmek için gerekli mekanizmaları içermektedir.

Genel olarak kokpitten kontrol edilen yüzeyler üç bölüme ayrılır:

1. Aileron kontrolü-lövyeye (sağ-sol)
2. Elevatör kontrolü- lövyeye (ileri-geri)
3. Rudder kontrolü- pedallar

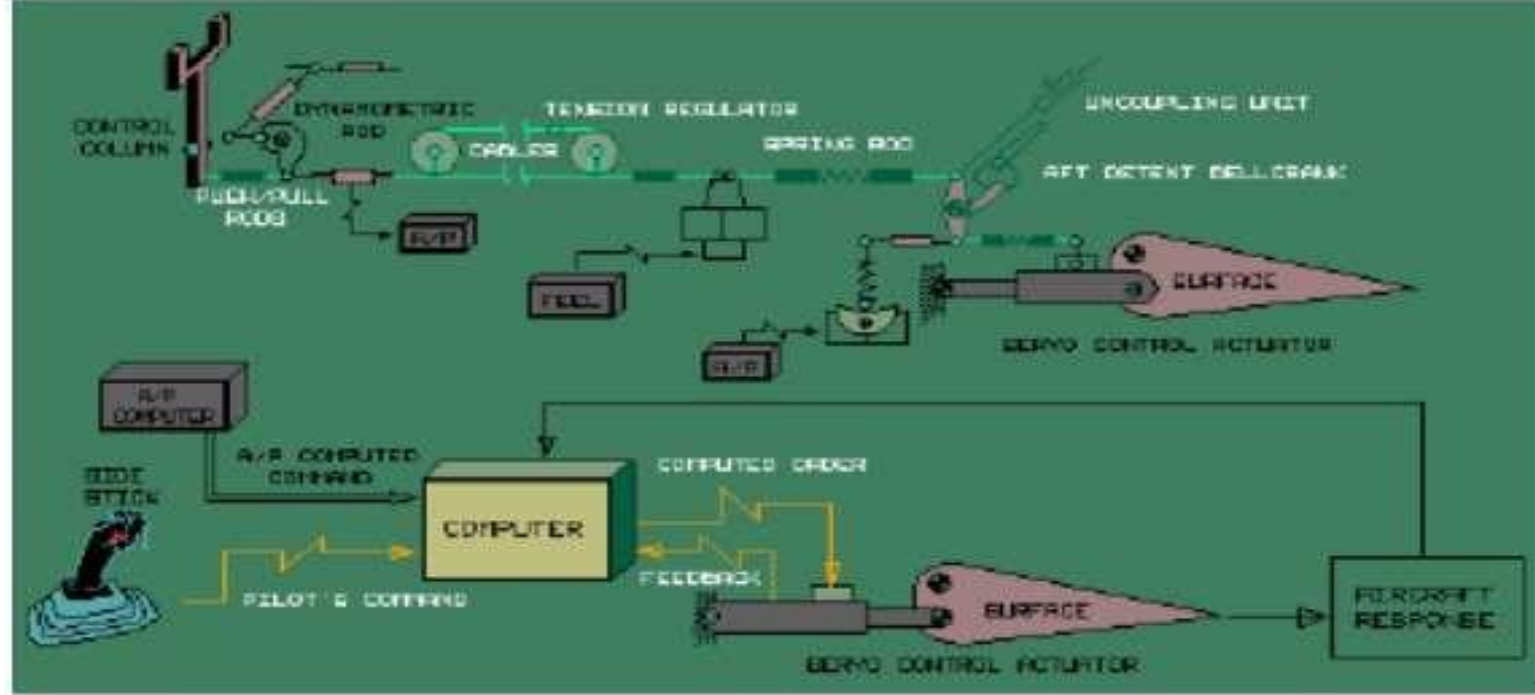
Bu yüzeylerin bilgisayar kontrolleri ise aşağıdaki sistemlerce yapılır:

- 2 adet Aileron bilgisayar (ELAC)
- 3 adet Elevatör bilgisayar (SEC)
- 2 Adet Rudder bilgisayar (FAC) kontrol eder.



Sekil 4.8: Kontrol yüzeylerinin bilgisayar bağlantıları

FBW- Fly by Wire



Fly by wire sistemi ve mekanik sistemin karşılaştırılması

Mekanik bağlantıların yerine ise bilgisayarlar ve elektriksel bağlantılar kullanılmaktadır. Bu bilgisayarlar servo actuatorleri kontrol etmektedir. Bilgisayarlar uçuş zarfını koruyarak uçuş kontrol kurallarının hazırlanmasını sağlarlar. Otopilot komutları direk olarak bilgisayara iletilir.

Oto Pilot Sistemi

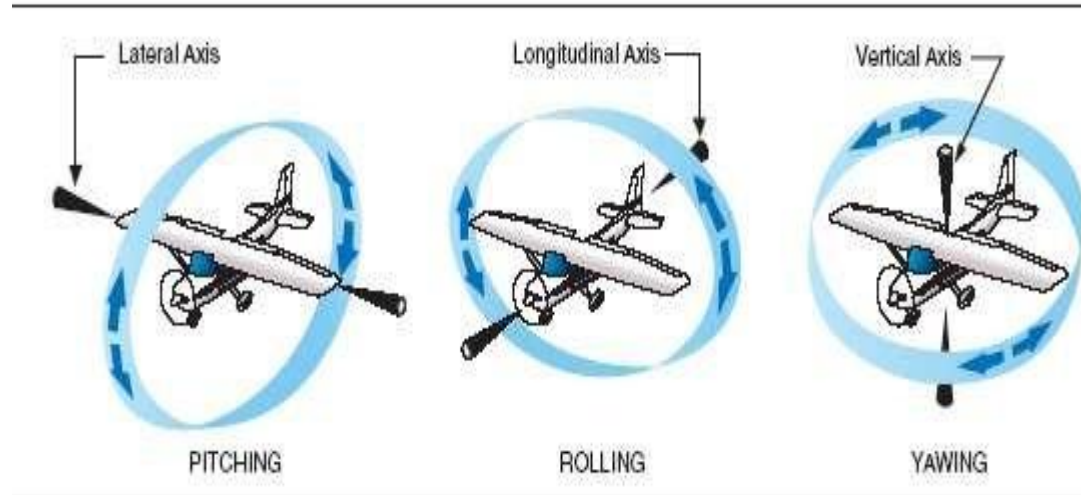
- Bir uçağı, verilen bir doğrultuda, sürekli olarak yatay uçuşta tutmak ve yönetmek için geliştirilmiş seri kontrol mekanizmaları "Otomatik Pilot" ya da "Otopilot" olarak adlandırılır. Otopilot sistemi uçağın insan (pilot) tarafından sürekli olarak elle kullanılmaya ihtiyaç olmadan belirlenen bir rotada uçmasını sağlar.
- Uzun süreli, düzgün, dikkatli bir uçuş pilotları oldukça fazla yormaktadır. Uçağı havada yüksek hızlarda üç boyutta kontrol etmek çok karmaşıktır. Havadaki küçük sapmalar çok çabuk bir şekilde büyük hatalara sebep olabilir. Pilot; sürekli uçuşta, uçağı kontrol ederken, uçağın seçilen sürekli durumdan ayrıldığını gözleriyle görerek anlamak, uçağı ilk duruma geri getirmek için uygulanacak manevraya karar vermek ve bunun sonucu olarak kas gücüyle, ilgili kumanda yüzeyinin levyesine uygun yönde ve miktarda kuvvet uygulamak zorundadır.
- Uçaklar uzun mesafe uçabilecek kapasiteye gelene kadar uçağın otomatik kontrolü göz önüne alınmamıştı. 1920'lerde radyo navigasyonu ile birlikte hava yolu ile seyahat pratik hale gelerek, otopilot sistemlerinin gelişmesine yol açmıştır.

Oto Pilot Sistemi

- Bu sistem sayesinde, uzun süreli uçuşların yorucu yükü pilot üzerinden alınarak, gerekli seyrüsefer işlemlerini yapabilmesi için yeterli olarak tanınır.
- Bir otomatik pilot sistemi, bir insan tarafından yerine getirilen anlama, komuta etme ve uygulama görevlerini aynen kopya etmelidir.
- Otopilot sistemi pilotta fiziksel ve zihinsel yorgunluk yaratan basit seviyedeki uçuş parametrelerine dikkatini vermekten kurtarıp rotayı izleme, hava durumu gibi daha üst seviyedeki uçuş kontrollerine yoğunlaşmasını sağlar.

Oto Pilot Sistemi

- Otopilot sistemi uçuş kontrol yüzeylerini mekanik, elektriksel ve hidrolik olarak kumanda ederek uçağın belirlenen rotada uçuşu sağlar. Modern sistemlerde, klasik uçuş kontrollerinin yanı sıra otopilotlar motorların auto-thrust sistemleri ile kombine edilmiştir. Bu sayede uçağın eksenleri boyunca hareketinin yanı sıra süratini de otomatik pilot sistemi kontrol edebilmektedir.

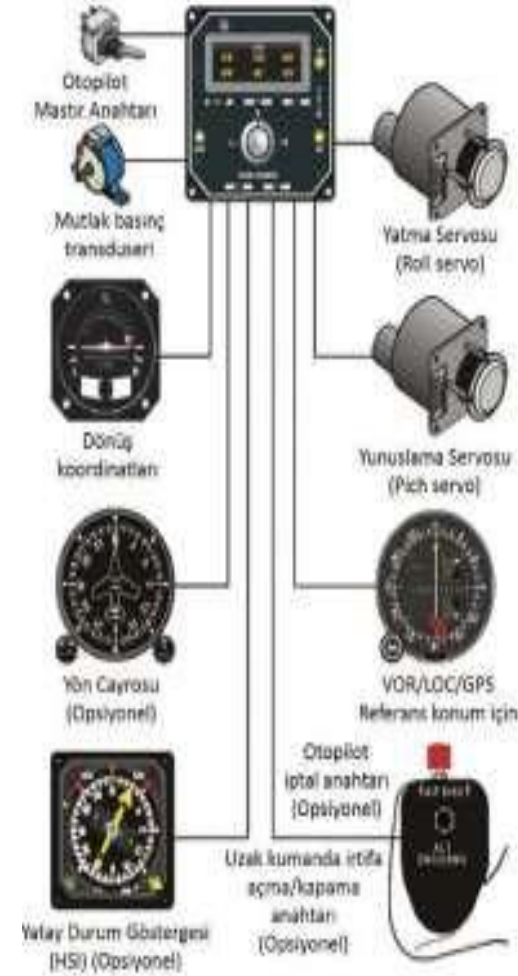


Oto Pilot Sistemi

- İlk otopilot sistemleri gyro esasına dayanmıştır. Radyo navigasyonu ve onunla ilgili elektronik endüstri gelişince otopilotlar çok yüksek seviyede bir gelişim göstermiştir. Otopilotlar uçağı sabit bir yükseklikte kanatlarını düz seviye de tutacak yetenektedirler. Bugünün teknolojisinde programlanabilir bir otopilot mikro işlemciler için çok ideal bir uygulama alanıdır.
- Modern uçaklarda otomatik pilotlar “Uçuş Yönetim Bilgisayarları (FMS)”nın ayrılmaz bir parçası olarak beraber çalışırlar. Pilotlar, kalkıştan önce FMS sistemine uçuş rotası, hızı, seviyesi gibi bilgileri girerler.
- Günümüzde artık 20 koltuktan fazla olan uçaklarda otopilot sistemi zorunlu tutulmaktadır.

Oto Pilot Sistemi

Modern kompleks uçaklardaki otopilotlar genel olarak üç-eksenlidir ve uçuşu taksi, kalkış, tırmanış, seviye uçuş, alçalış, yaklaşma ve iniş safhalarına ayırır. Otopilotlar taksi ve bazı uçaklarda kalkış hariç, diğer safhalarda uçağa kumanda edebilir. Ancak, görüşün çok düşük olduğu durumlarda, inilecek meydana ILS (instrument landing system - aletle iniş sistemi) sistemi mevcut ise, Autoland (otopilotla iniş) uygulanır.



Uçaklar için üç tip otopilot sistemi vardır. Tek eksenli otopilot uçağı sadece yatma (roll) ekseninde kontrol eder. İki eksenli otopilot ise yatma ekseninin yanı sıra yunuslama (pitch) ekseninde de kontrol eder (Şekil-2). Üç eksenli otopilot sisteminde sapma (yaw) ekseninde kontrol edilir.

İki eksenli otopilot sistemi

Oto Pilot Sistemi

- Otomatikleşmenin amaçları şunlardır.
- İlk başta, uçak bordasındaki bazı görevlerin otomatik oluşu, hizmetin kalitesini, emniyetini, düzgünlüğünü ve rahatlığını iyileştirme olanağı sağlar. Meteorolojik şartlar nedeniyle bir uçuşun gerçekleştirilememesi riskini azaltır. Mürettebat, sıkça tekrarlanan ve yorucu olan mekanik işlerden kurtulur ve bir insanın yapmasının zorunlu olduğu işlere daha fazla zaman ayırabilir. İş yükünün hafiflemesi sayesinde, bütün uçuş süresince gerçekleşen olaylar daha iyi gözlemlenebilir ve böylece emniyetin artması sağlanır. Buna ek olarak, yeni uçakların fazla karışık olmalarına rağmen, mürettebat sayısını azaltmak mümkün görülmektedir

Oto Pilot Sistemi

- Günümüzde, askeri ve sivil bütün uçaklarda standart bir donanım olarak bulunan otomatik pilotun görevleri şunlardır:
- Pilotun işini hafifletme: Devamlı doğrusal ve yatay uçuşun tutulması, daha ayrıntılı olarak, yüksekliğin, hava hızının veya mach sayısının ve rotanın daima sabit tutulması sık sık tekrarlanan usandırıcı ve yorucu bir iştir.
- Hassas manevraların yapılması: Bazı manevralar, pilottan büyük bir beceri ve devamlı dikkat gerektirir. Bunların dikkatsizce yapılması uçuş emniyetini tehlikeye sokabilir. Bunun tipik bir örneği, kapalı havalarda ve çok zayıf görüş şartları altında bir iniş pistine yaklaşma manevrasıdır.
- Uçuş özelliklerinin geliştirilmesi: Yeni uçaklarda, performanslar ve uçuş özellikleri (kumanda ve kararlılık) arasındaki en iyi uzlaşmanın saptanması zordur. Uçuşun bazı evrelerinde, pilotun yerine, tamamen otomatik pilot konamaz. Otomatik pilot, uçağa daha iyi bir kararlılık sağlamak için, pilota yardımcı olmak üzere kullanılır,

Flight Management System-FMS

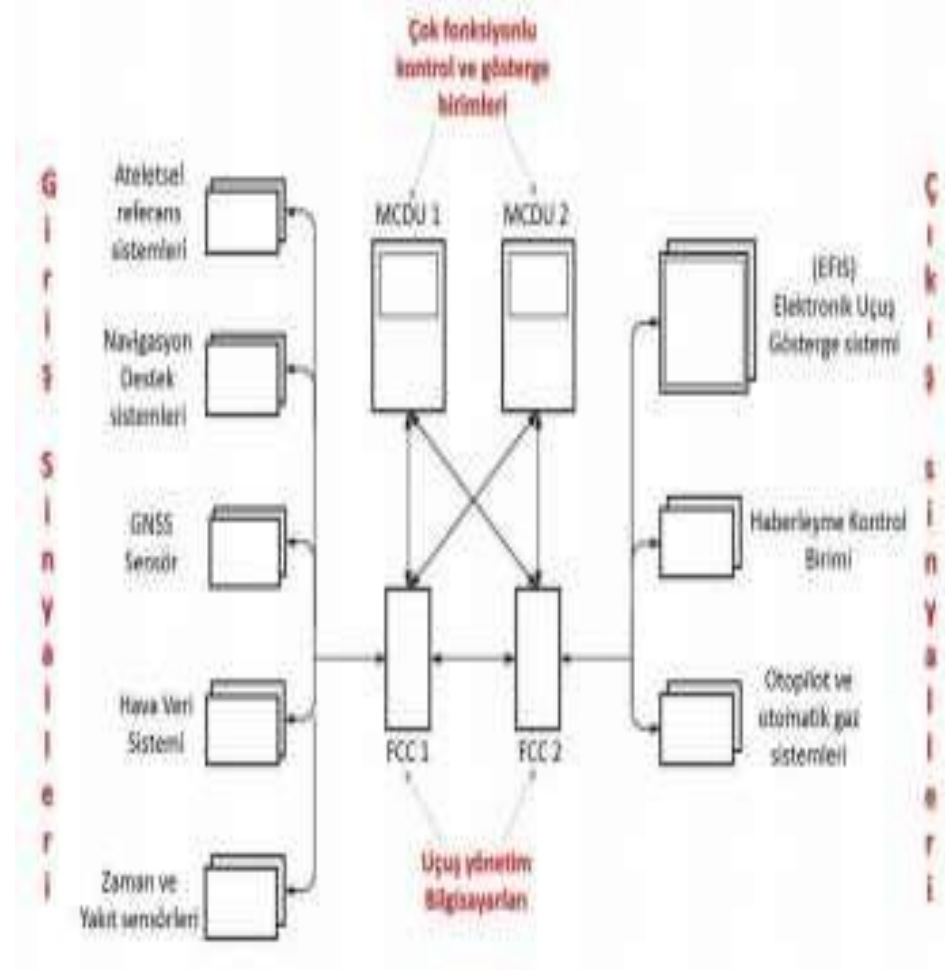
Uçuş Yönetimi Sistemi

- FMS (Uçuş Yönetim Sistemi)
 - FMS pilotların yapması gerekli tüm karışık navigasyon hesaplamaları dâhil; kalkış, düz uçuş ve iniş kadar olan tüm uçuşu kontrol edebilmektedir. Kokpit ekibi seyahat esnasında, FMS sayesinde yakıt tüketimini, rüzgârı ve tahmini uçuş süresini düzenleyebilmekte, en ekonomik uçuş profilini ve gidiş meydanına en hızlı rotayı seçebilmektedir. FMS kullanılarak uçuşun güvenirliliği ve verimi arttırılarak pilotların iş yükü de önemli ölçüde azaltılmıştır. Tipik bir FMS sistemi bir çift bilgisayar (FCC) ve çok fonksiyonlu kontrol ve gösterge biriminden oluşur (MCDU).
 - Uçuş Yönetim Sistemi (FMS) navigasyon, atmosferik ve yakıt akış bilgilerini kullanan bir sistemdir. Modern yolcu uçaklarında uçuş ekibi uçuş planını ve gerekli değişiklikleri bir veya daha fazla uçuş yönetim bilgisayarı (FMC) ve görüntü üniteleri ile yapar.

Flight Management System-FMS

Uçuş Yönetimi Sistemi

Uçuş kontrol sistemine sensor girişleri güvenilirlik açısından yedekli olarak bağlanır. Söz konusu giriş verileri FMS tarafından kullanılarak gerekli navigasyon hesapları yapılır ve uçuş personeline gerekli bilgiler gösterge birimleri üzerinden iletilir. Bu sinyaller FCC 1 ve FCC 2 bilgisayarları bütün hesapları yapar ve uygun navigasyon parametrelerini uygun göstergelerde gösterir.

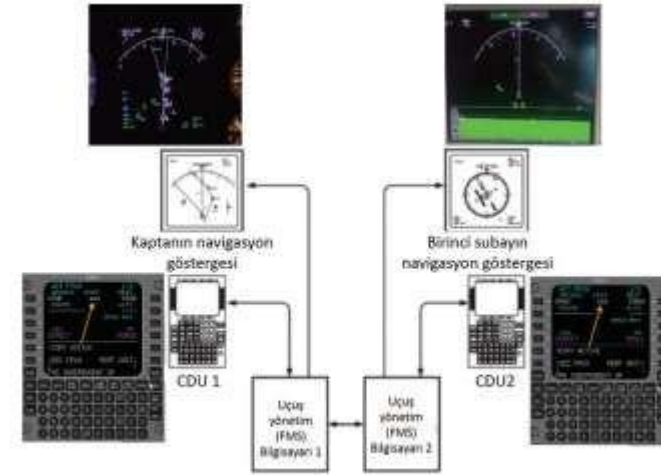


Uçuş Yönetim Sistemi blok diyagramı

Flight Management System-FMS

Uçuş Yönetimi Sistemi

Navigasyon göstergeleri (ND) EFIS sisteminin bir parçasıdır. Bu göstergede bilgiler değişik formatlarda izlenebilir. Otomatik Gaz Sistemi (A/T) mod isteklerine cevap olarak motor çekiş gücünü (thrust) kontrol eder. CDU 1 ve CDU 2 her ikisi de bilgileri gösterirler ve uçuş personelinin elle uçuş bilgilerini girmesi buradan sağlanır.



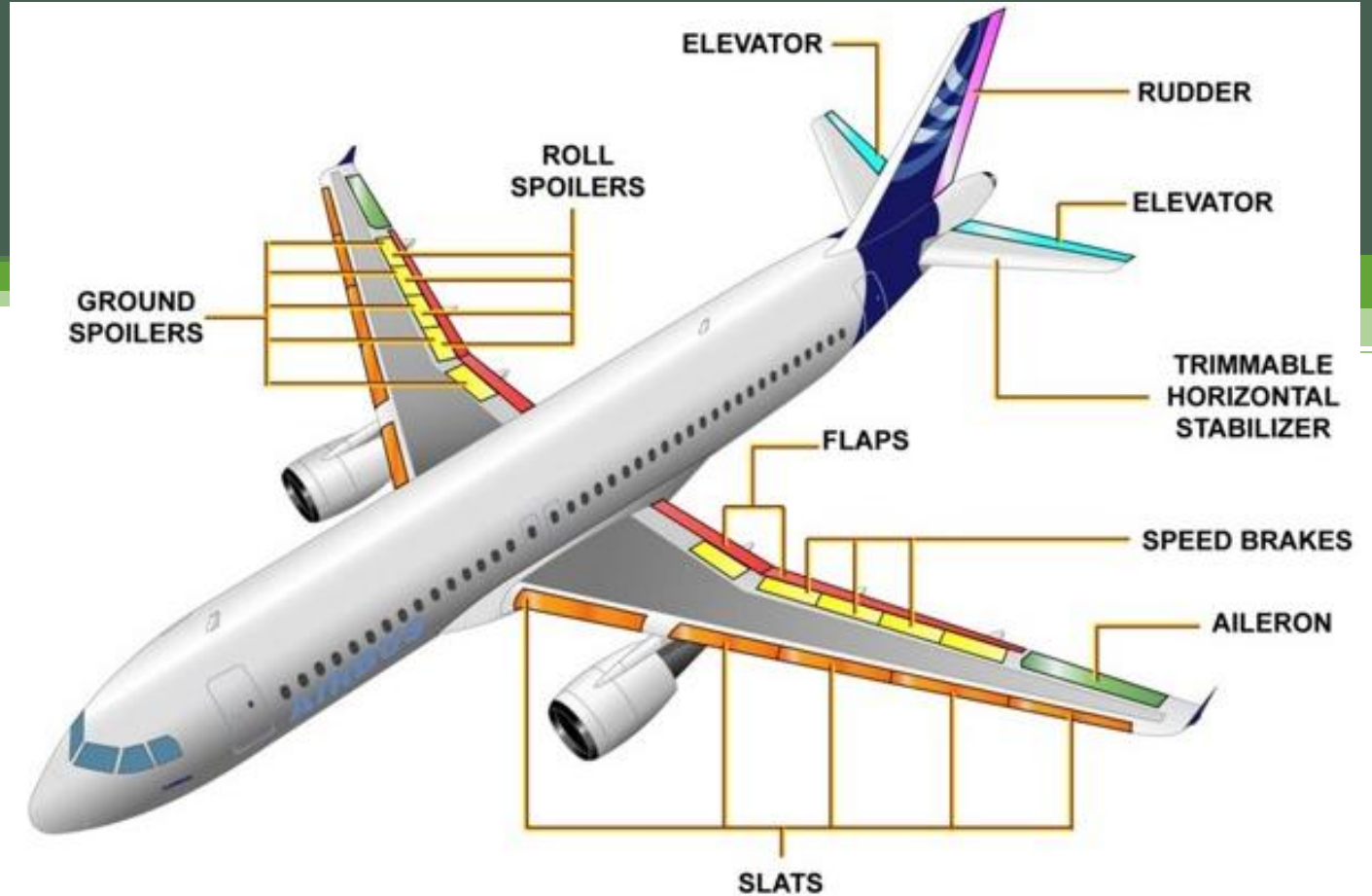
Uçuş Yönetim Sistemi Kontrol ve Gösterge ara yüzü

<https://www.youtube.com/watch?v=hzknF9qIUm4> FMS

MUTK108 - Elektronik Alet Sistemleri ve DT

Kumanda Teknikleri

Uçuş Kumanda Bilgisayarları



Kumanda Teknikleri

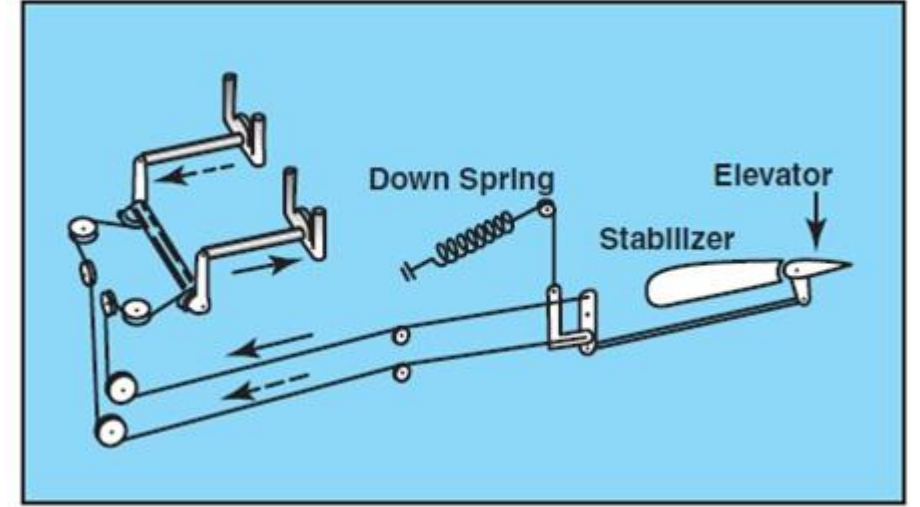
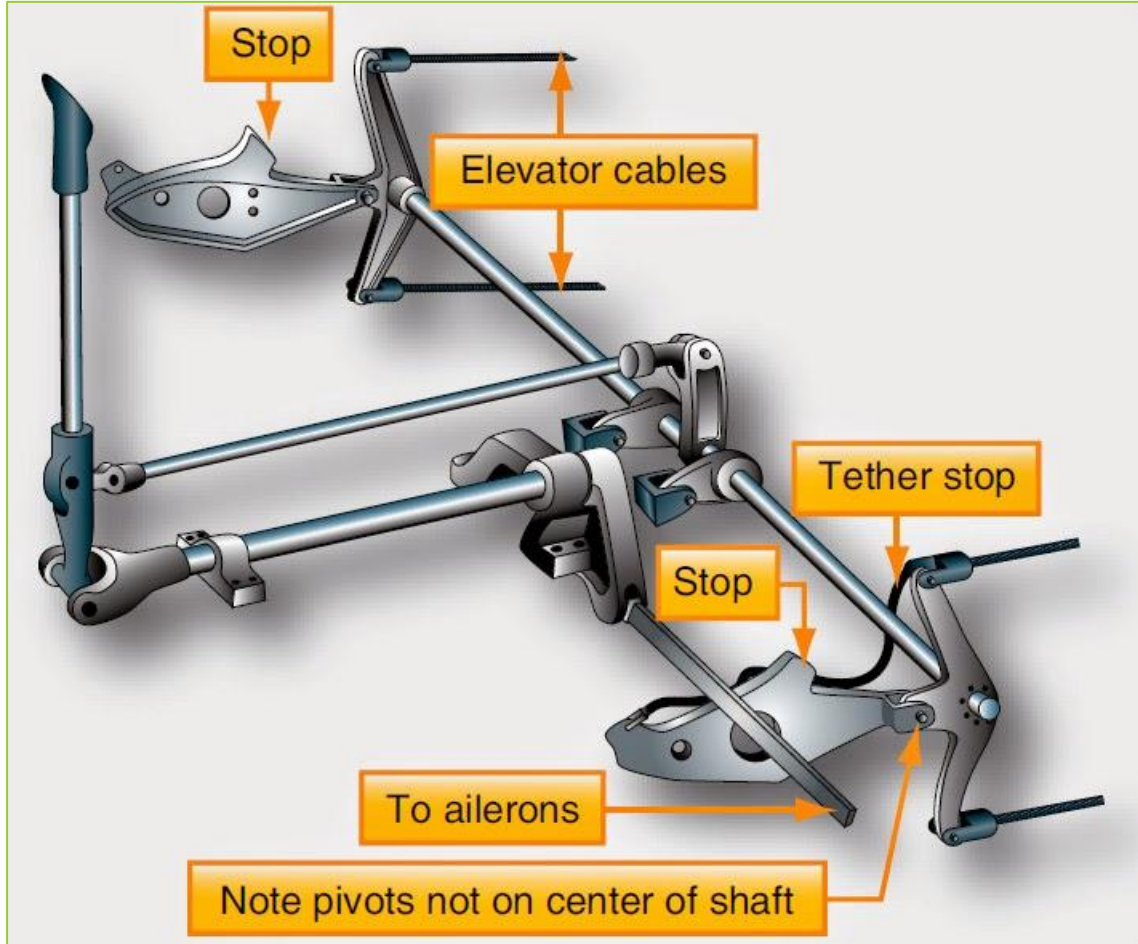
Uçuş Kontrol Yüzeyleri,

- Mekanik (kablo-makara düzenekleri, vidalı miller, itme-çekme çubukları, uzuvlar vb.)
- Hidrolik (hidrolik silindirler, hidrolik motorlar vb.)
- Elektrikli (elektrik motorları, servolar vb.) olarak tahrik edilebilir.

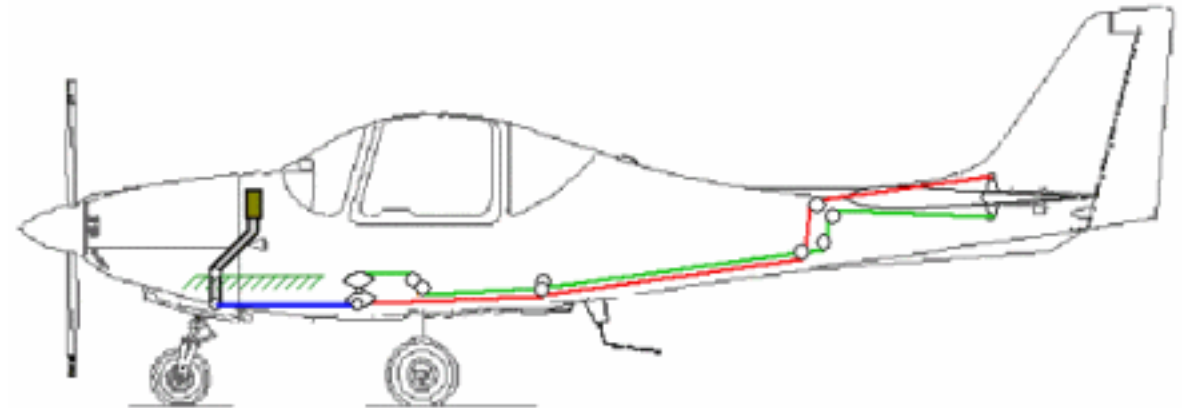
Kontrol girdileri,

- Mekanik (tel-kablo-makara sistemleri, hidrolik pistonlar vb.)
- Elektronik (uçuş bilgisayarı, kontrol kartları vb.) olarak yapılabilir.

Kumanda Teknikleri

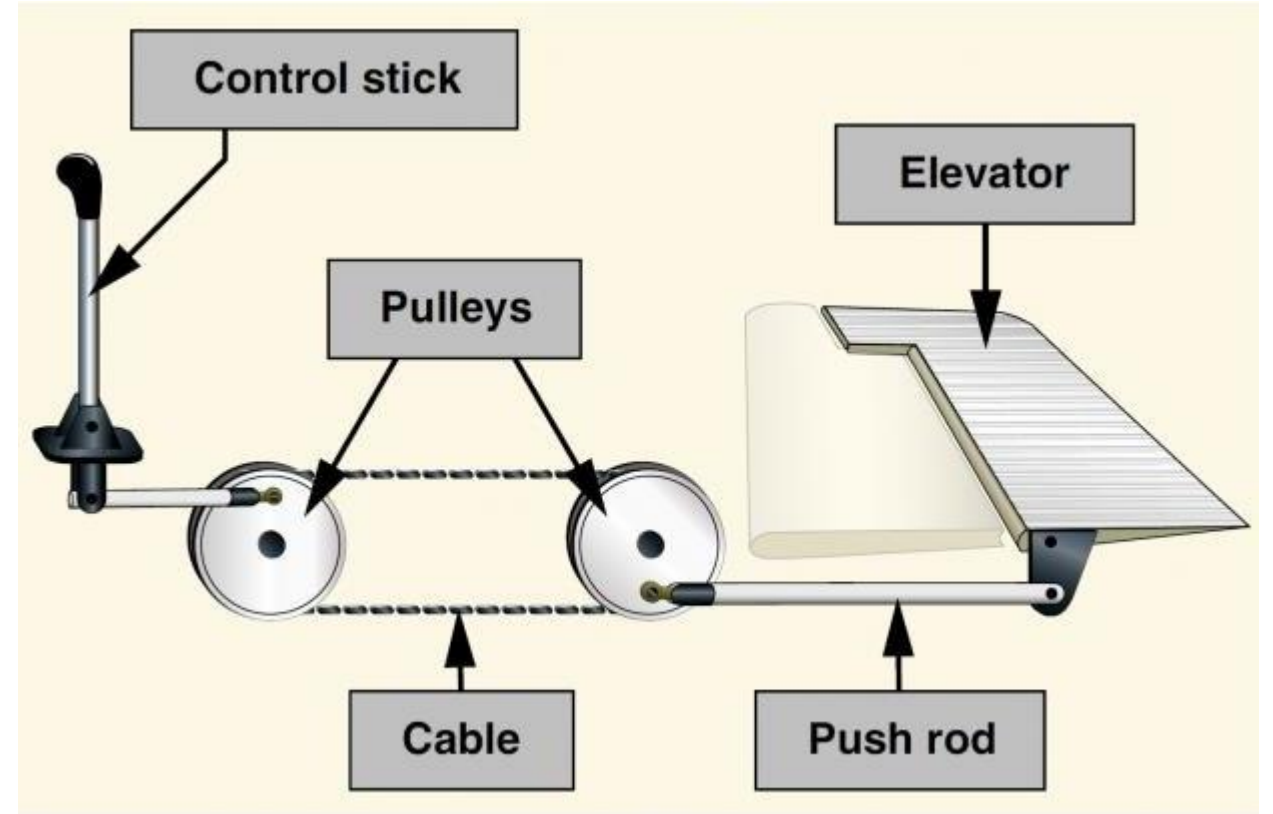
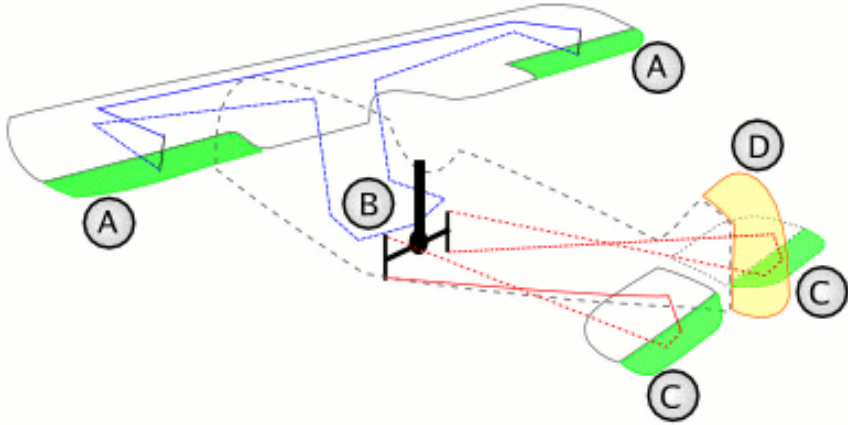


- Kablo-makara sistemleri



Kumanda Teknikleri

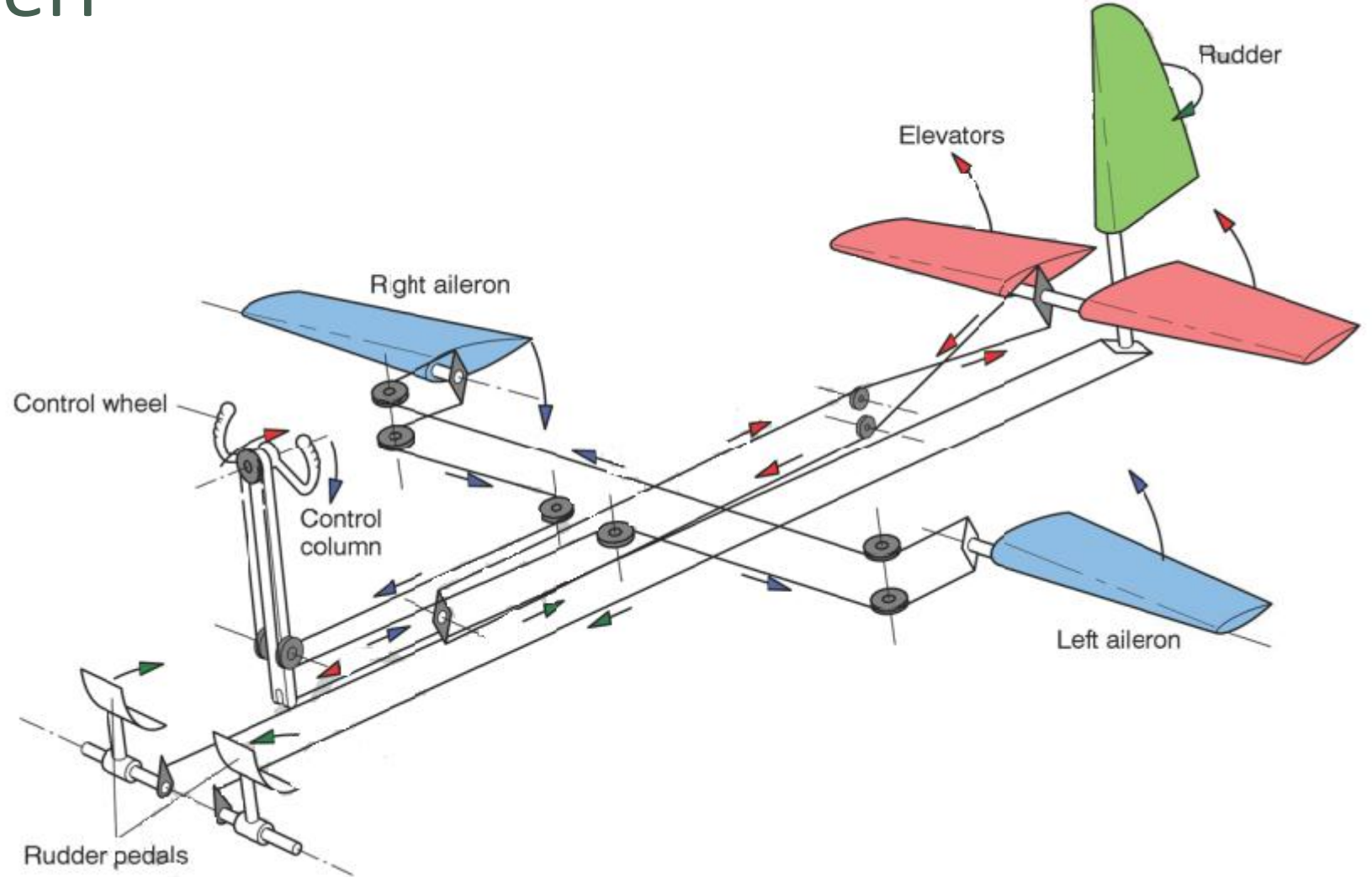
- Kablo-makara sistemleri



Kumanda Teknikleri

- *Örnek Görsel:*

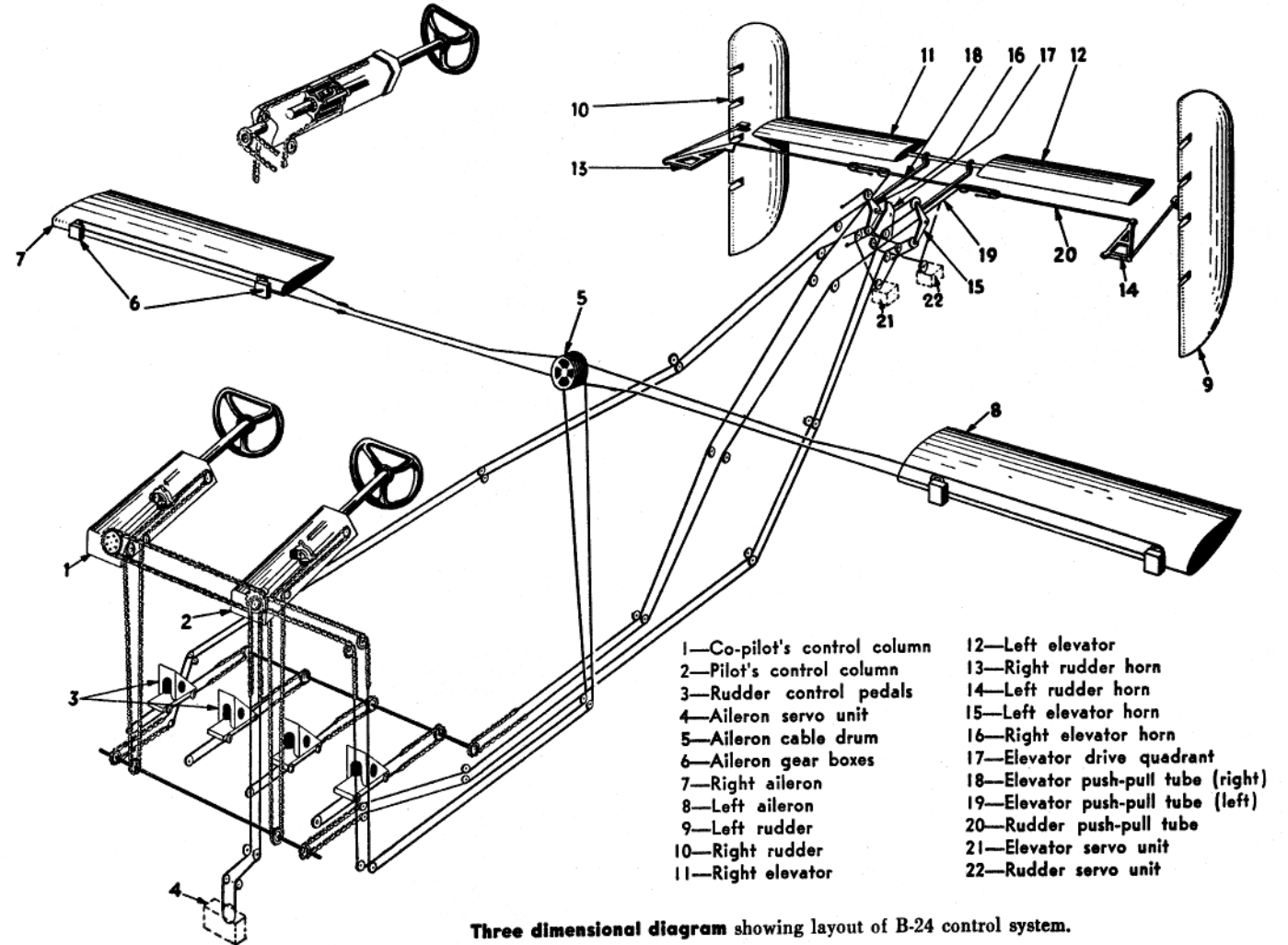
Kablo-makara sistemleri ile ana kumanda yüzeylerinin hareket ettirilmesi



Kumanda Teknikleri

- *Örnek Görsel:*

B-24 uçağının kontrol ve kumanda sistemi (tamamen mekanik ve manuel) USAF Consolidated B-24D Liberator



Three dimensional diagram showing layout of B-24 control system.

Kumanda Teknikleri

- *Örnek Görsel:*

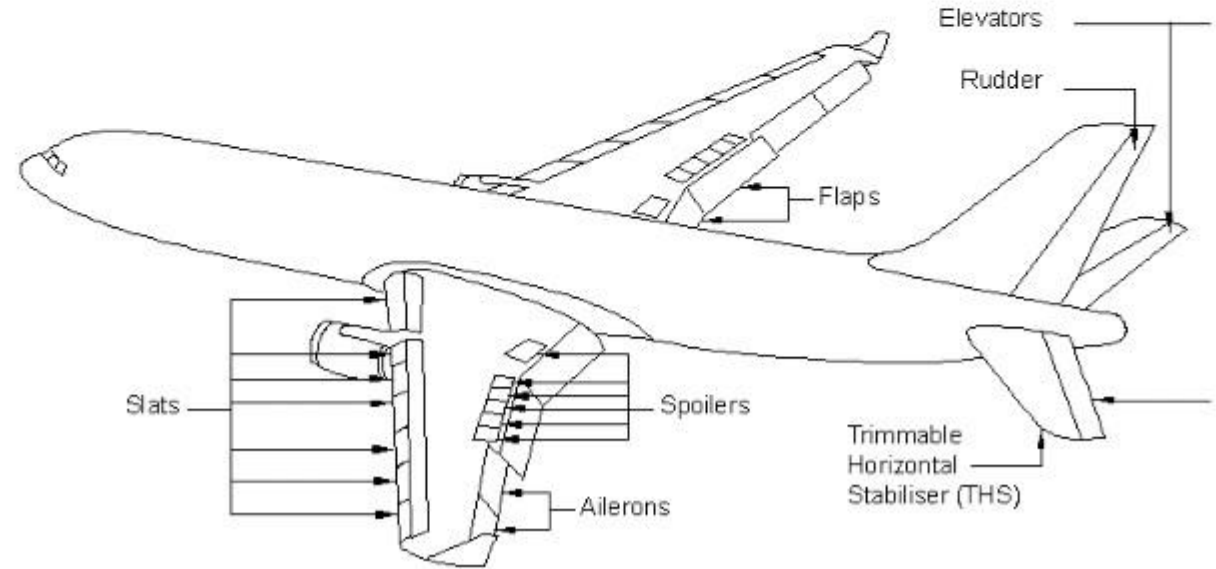
A330 tamamen elektronik uçuş kontrol sistemi (hidrolik tahrik, elektronik kontrol)

🌀 A330 flight controls - EFCS

Electronic Flight Control System (EFCS)

Surfaces :

- all hydraulically activated
- all electrically controlled
- mechanical back-up control :
 - rudder
 - Trimmable Horizontal Stabilizer



Kumanda Teknikleri

The flight controls are electrically or mechanically controlled as follows:

Pitch axis

Elevator control = Electrical

Stabilizer control = Electrical for normal or alternate control. Mechanical for manual trim control

Roll axis

Aileron control = Electrical

Spoiler control = Electrical

Yaw axis

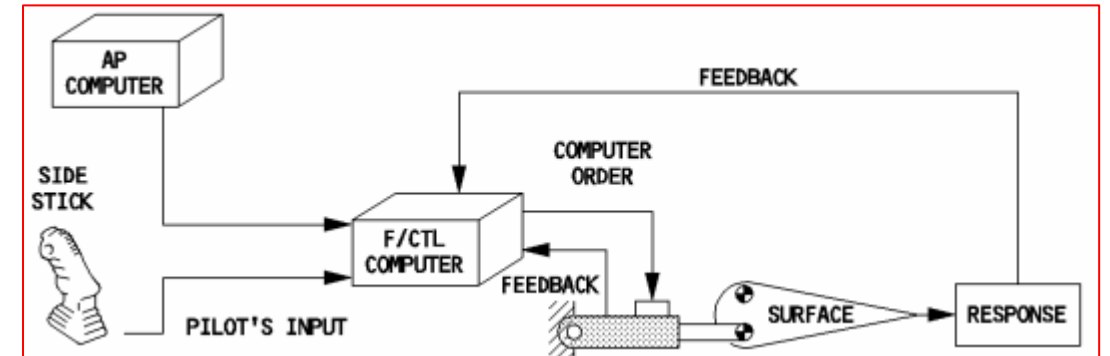
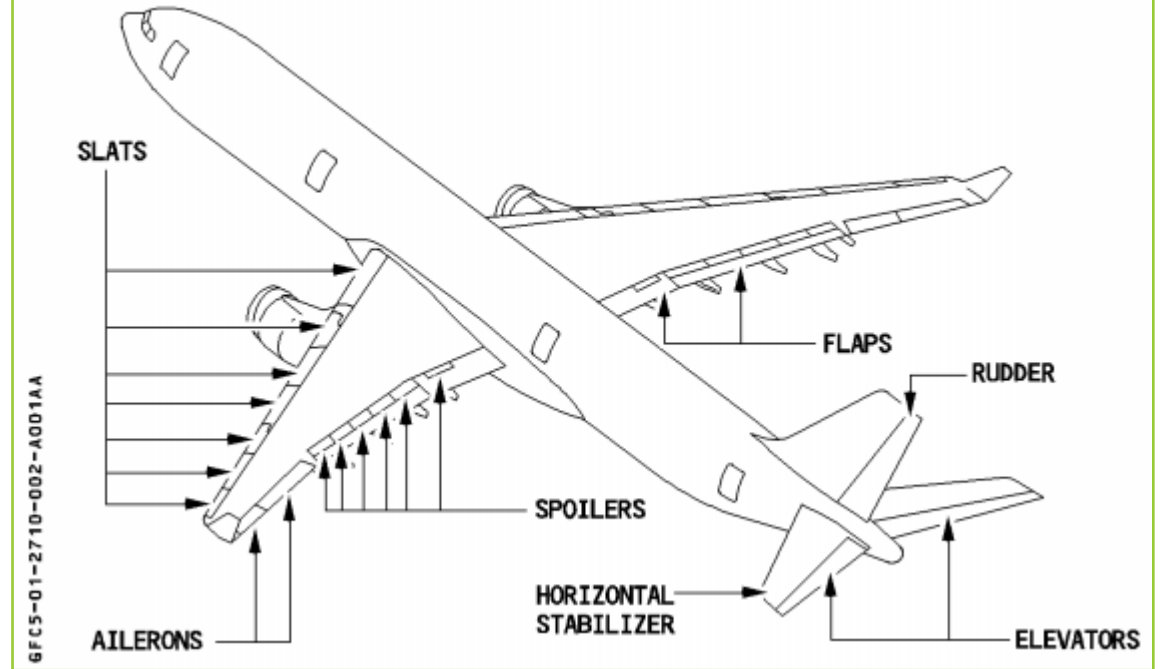
Rudder control = Mechanical, however control for yaw damping, turn coordination and trim is electrical.

Other controls

Speed brakes = Electrical

Note : All surfaces are hydraulically actuated.

CONTROL SURFACES

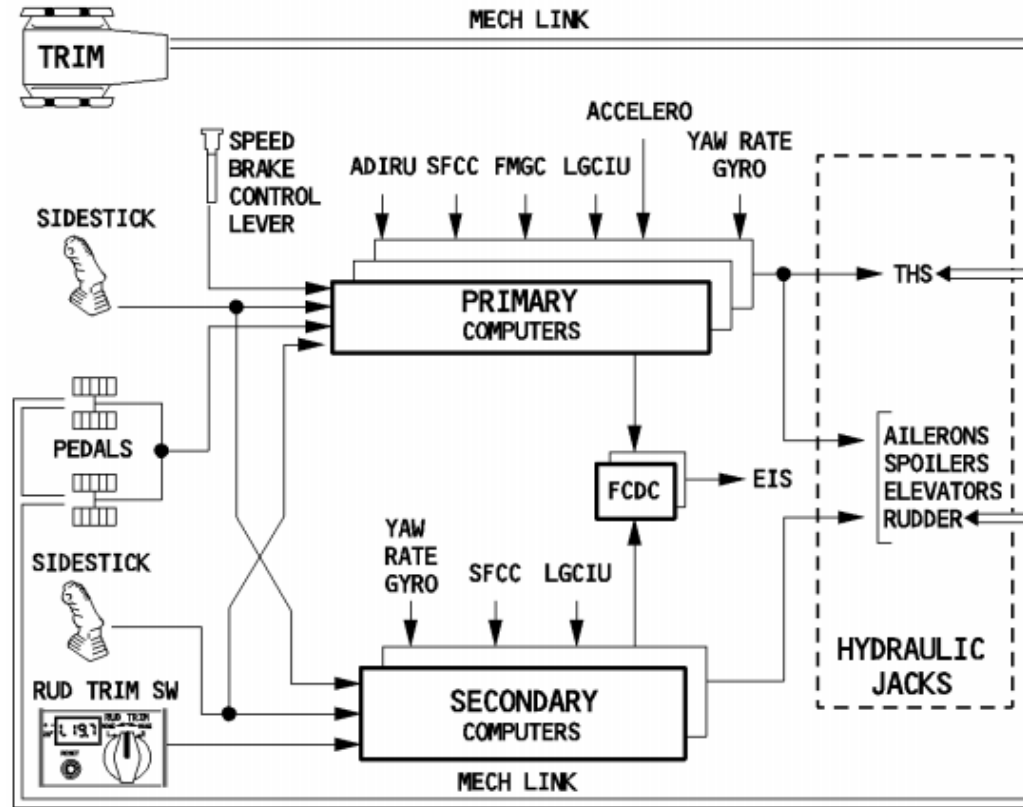


- *Örnek Görsel:*

A330 elektronik uçuş kumanda sistemi (tüm yüzeyler hidrolik tahrikli, istikamet dümeni opsiyonel mekanik)

Kaynak: https://www.smartcockpit.com/docs/A330-Flight_Controls.pdf

Kumanda Teknikleri



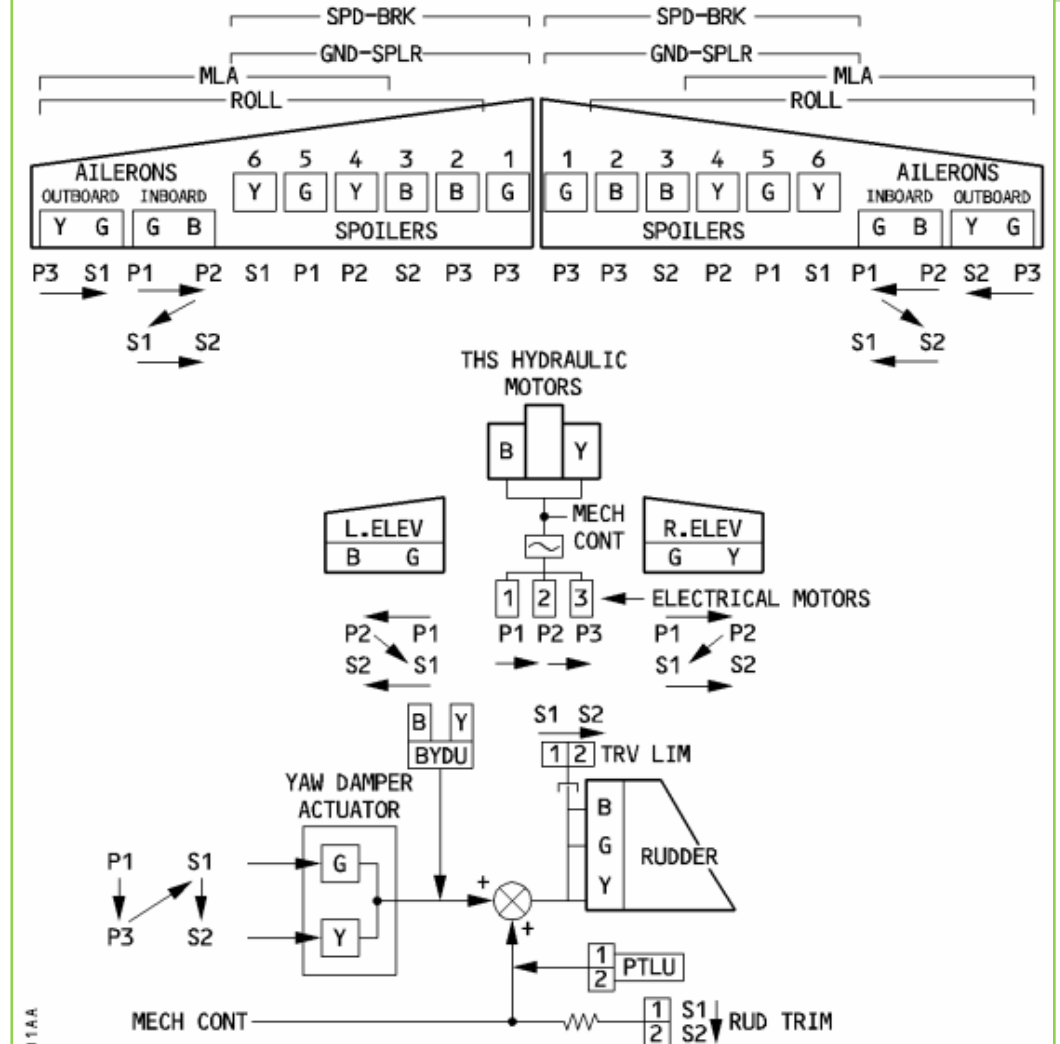
- Örnek Görsel:

A330 uçuş kumanda sistemi genel mimarisi

Kaynak: https://www.smartcockpit.com/docs/A330-Flight_Controls.pdf

GENERAL ARCHITECTURE

FOR INFO



P = PRIM computers S = SEC computers
 → Arrows indicate the control reconfiguration priorities
 [G] [B] [Y] indicates the hydraulic power source for each servo control
 MLA = Maneuver load alleviation
 BYDU = Backup Yaw Damper Unit
 PTLU = Pedal Travel Limit Unit

GFC5-01-2710-005-A001AA

Kumanda Teknikleri

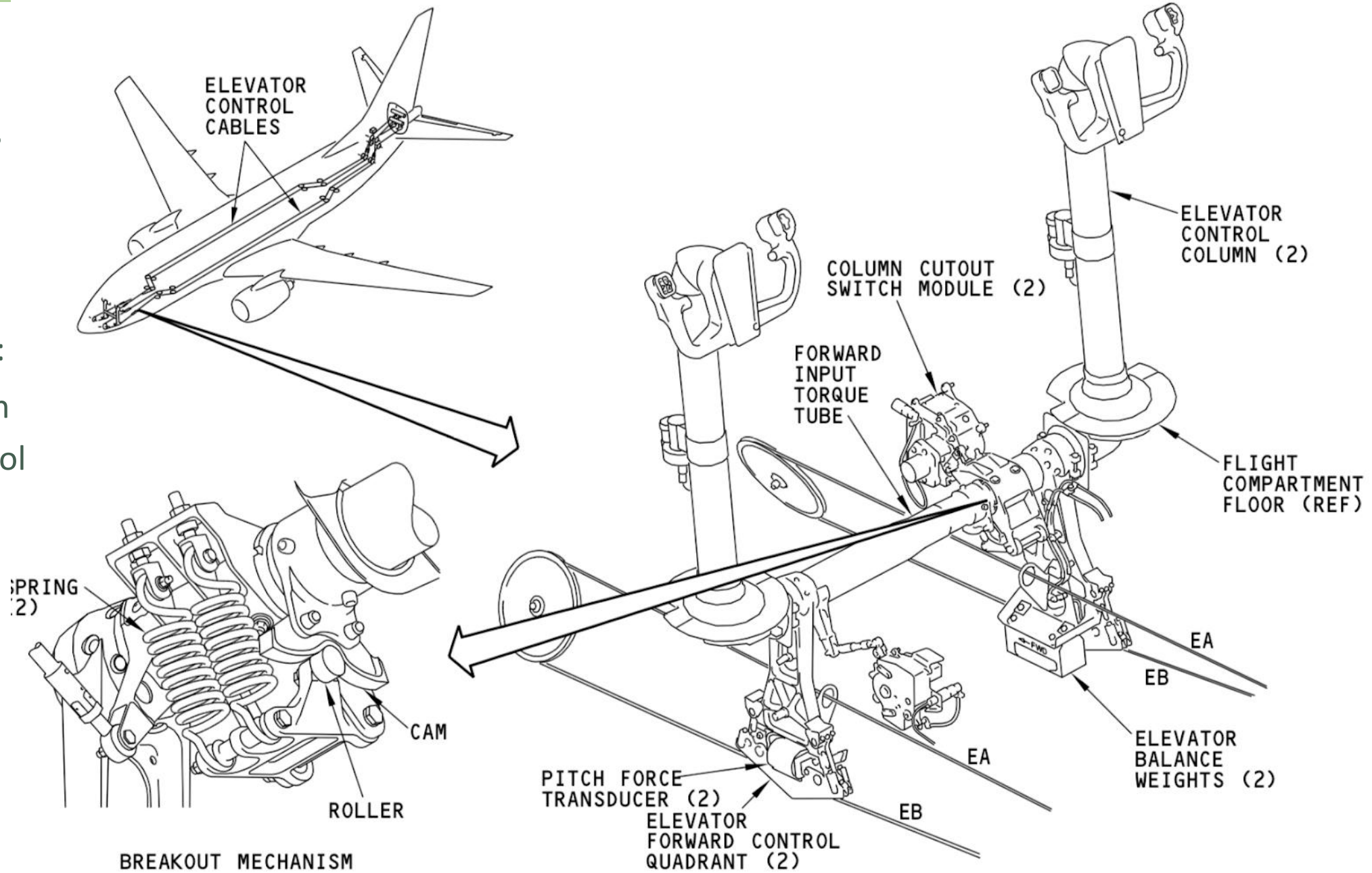
Airbus fly-by-wire uçaklarındaki uçuş kumandalarının tamamı elektronik olarak kontrol edilir ve hidrolik olarak tahrik edilir. Dümen (rudder) ve yatay dengeleyici (*horizontal stabilizer*) gibi bazı yüzeyler mekanik olarak da kontrol edilebilir. Normal uçuşta bilgisayarlar, yunuslama (pitch) ve yatış (roll) eksenlerinde aşırı kuvvetleri önleyecek şekilde davranır. Buradaki bilgiler **A330**'a dayanmakla birlikte, çoğu diğer Airbus türleri için de geçerlidir.

Pilot yan çubukları (*sidesticks*) ve dümen pedalları, Hava Veri Atalet Referans Birimleri (ADIRUs - Air Data Inertial Reference Units), İniş Takımı Kontrol Arayüzü Birimleri (LGCIU - Landing Gear Control Interface Units), Slat Flap Kontrol Bilgisayarları (SFCC - Slat Flap Control Computers), Uçuş Yönetim Kılavuz Bilgisayarları (FMGC - Flight Management Guidance Computers) ve ivmeölçer beş uçuş kontrol bilgisayarına gönderilir. Burada, aktif kontrol yasasına, uçağın hızına, irtifasına, konfigürasyonuna, durumuna, uçuş fazına ve diğer birçok parametreye bağlı olarak, yan çubuk ve dümen pedalı veya otopilot komutları yorumlanır ve uygun kontrol sapma sinyalleri kontrol aktüatörlerine gönderilir. İki Uçuş Kontrol Veri Yoğunlaştırıcısı (FCDC – Flight Control Data Concentrators) ayrıca Birincil ve İkincil Uçuş Kontrol Bilgisayarlarından (PRIM – SEC) veri alır ve pilot ekranlarını beslemek için Elektronik Alet Sistemine (EIS – Elektronik Instrument System) ve Merkezi Bakım Bilgisayarına (CMC – Central Maintenance Computer) gönderir.

Kaynak: <https://www.skybrary.aero/articles/flight-control-laws> (Alt Başlık: Airbus Flight Control Systems)

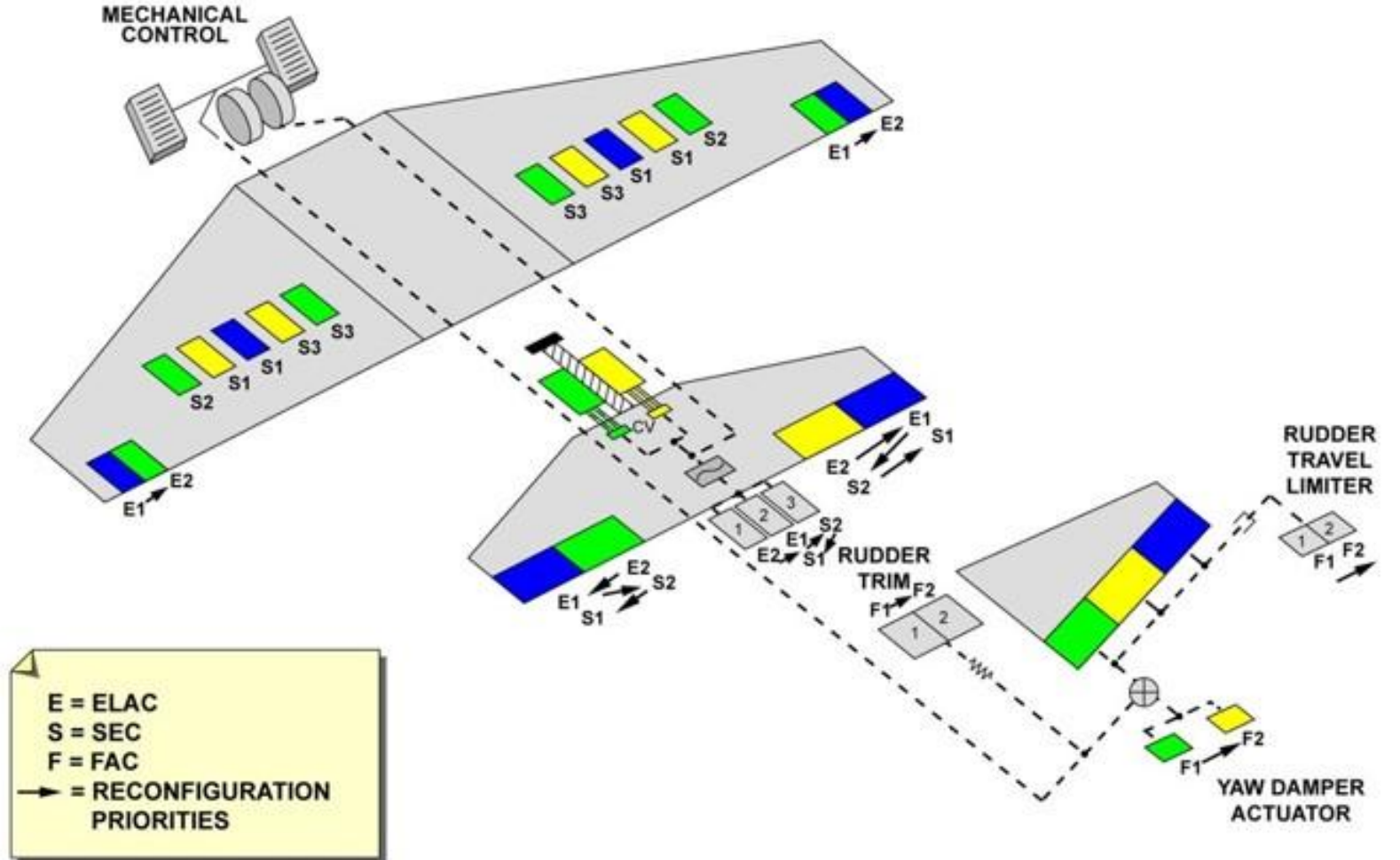
Kumanda Teknikleri

- *Örnek Görsel:*
B737 elevatörün kokpitteki kontrol bağlantısı



Kumanda Teknikleri

- *Örnek Görsel:*
Elektronik uçuş kontrol sistem şeması



Uçuş Kontrol / Hareket Yöntemleri

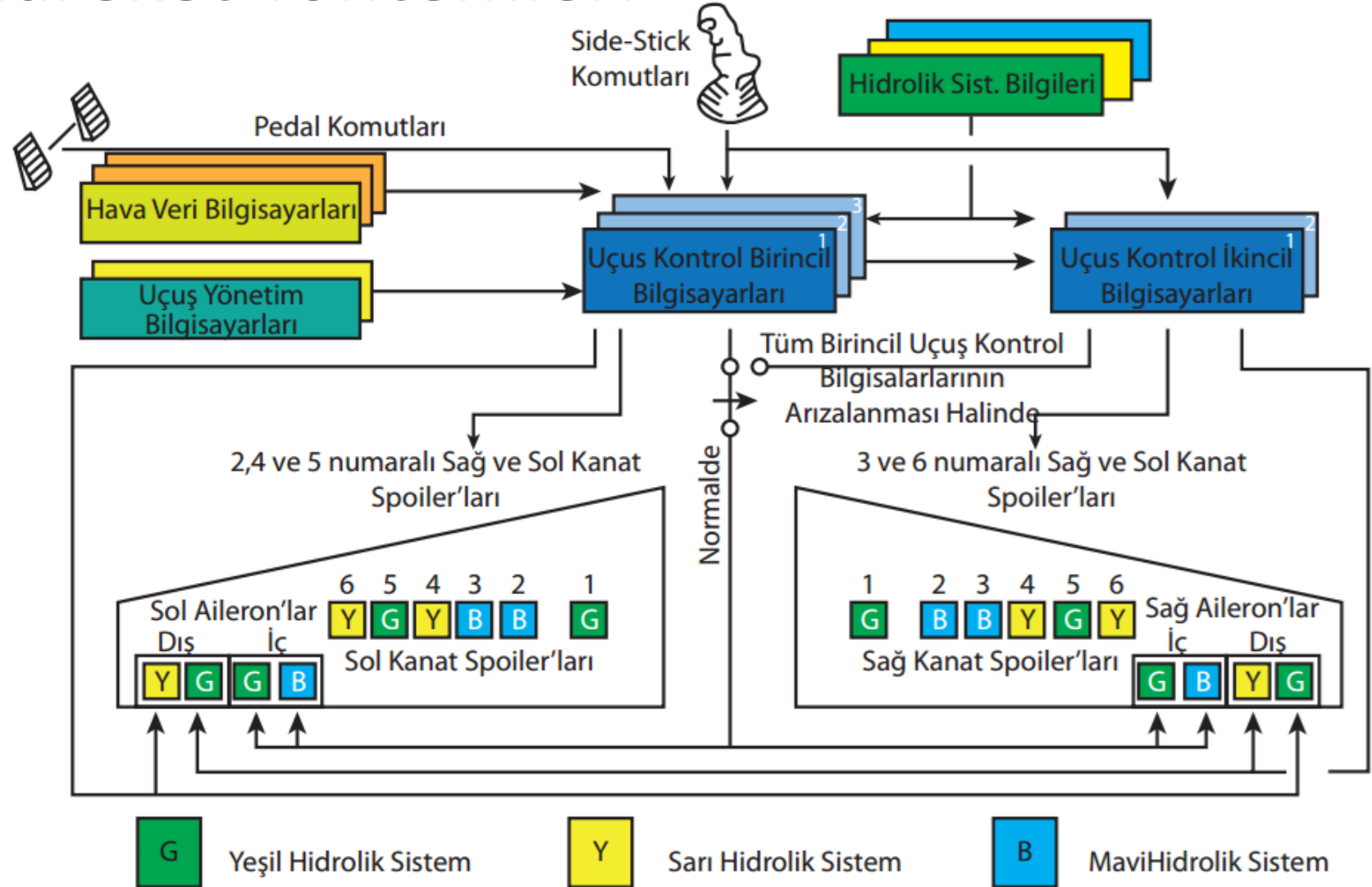
Tümüyle Yapay Güç Hareketli Sistemler

- Sistemde aynı yüzeyleri kontrol eden her bir *bilgisayarın en az bir yedeği* (1, 2, 3 numaralı bilgisayarlar şeklinde) ve bazı bilgisayarların alternatifleri (birincil ve ikincil bilgisayarlar şeklinde) bulunur.
- Ayrıca her bir kanat üzerinde, iç ve dış olmak üzere, iki aileron bulunmakta ve her bir aileron farklı hidrolik güç kaynağından (yeşil, sarı ve mavi) beslenmek üzere iki aktüatör ile hareket ettirilmektedir.
- Her bir spoiler bir tek aktüatör ile hareket ettirilmesine rağmen, her bir kanat üzerindeki çok sayıda ve farklı hidrolik kaynaklardan beslenen spoiler'lardan biri diğerini yedeklemekte veya alternatif olmaktadır.

Uçuş Kontrol / Hareket Yöntemleri

Tümüyle Yapay Güç Hareketli Sistemler

- *Örnek Görsel:*
Hidrolik hareketli ve bilgisayar kontrollü bir uçuş kontrol sisteminde çeşitli sistem ve elemanların yedekleri ve alternatifleri



Uçuş Kontrol / Kontrol Yöntemleri

Bu bölümde söz konusu kontrol yöntemleri, uçuş kontrol yüzeylerinin pozisyon veya hareketlerinin belirlenmesi ve/veya yönlendirilmesi ile ilgilidir.

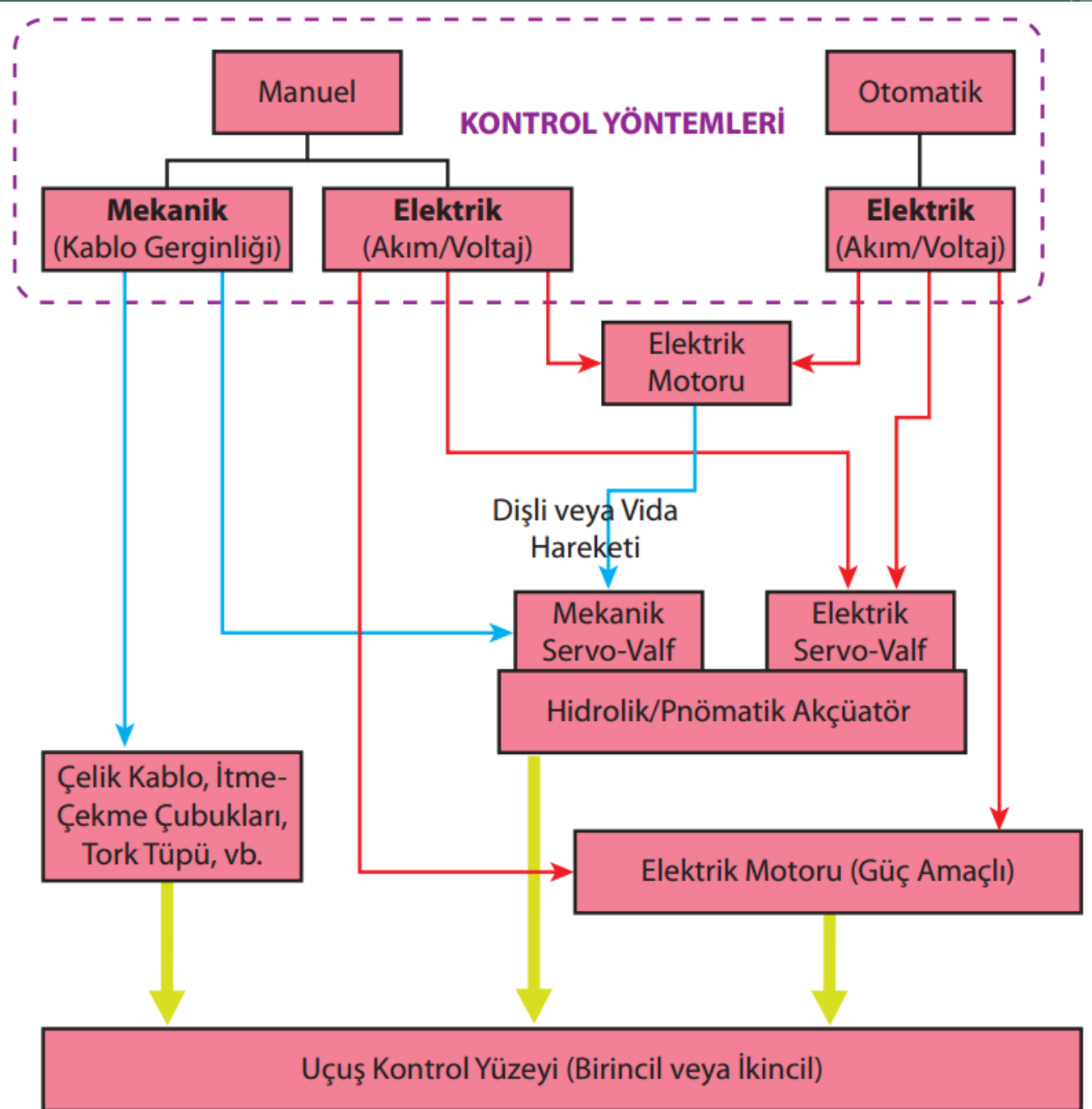
- Uçuş kontrol yöntemleri, pilotun kontrol sürecine dâhil olup-olmayışına göre **manuel** veya **otomatik** ; kontrol işaretlerinin (sinyallerinin) fiziksel özelliğine göre mekanik veya elektrikli şekilde sınıflandırılmaktadır.

Uçuş Kontrol / Kontrol Yöntemleri

- Uçuş kontrol yüzeylerinin **pilot kas gücü**yle hareket ettirildiği sistemler, bariz **manuel kontrol** örneğidir. Pilot, uçağın denge durumu dışında, istediği uçuş pozisyonu veya manevraları gerçekleştirmek için kumanda araçları vasıtasıyla verdiği komutları sürekli olarak yinelemek zorundadır.
- Aksi halde, pilot kumanda araçları üzerine kuvvet uygulamadığı anda uçuş kumanda yüzeyleri, yerçekimi ve aerodinamik kuvvetlerin etkisiyle rastgele hareket eder.
- Pilotun, trim volanları veya düğmeleri gibi araçlarla uçuş kumanda yüzeylerini belli bir pozisyona getirmek için yaptığı kontrol şekli de, arada kendiliğinden yapılan farklı bir işlem yoksa, manuel kontrol olarak nitelendirilir.
- **Otomatik uçuş kontrolü**, elektrik-elektronik devreler veya **bilgisayarlar** tarafından gerçekleştirilmektedir.

Uçuş Kontrol Kontrol Yöntemleri

Uçuş kontrol yüzeylerinin kontrol yöntemleri →



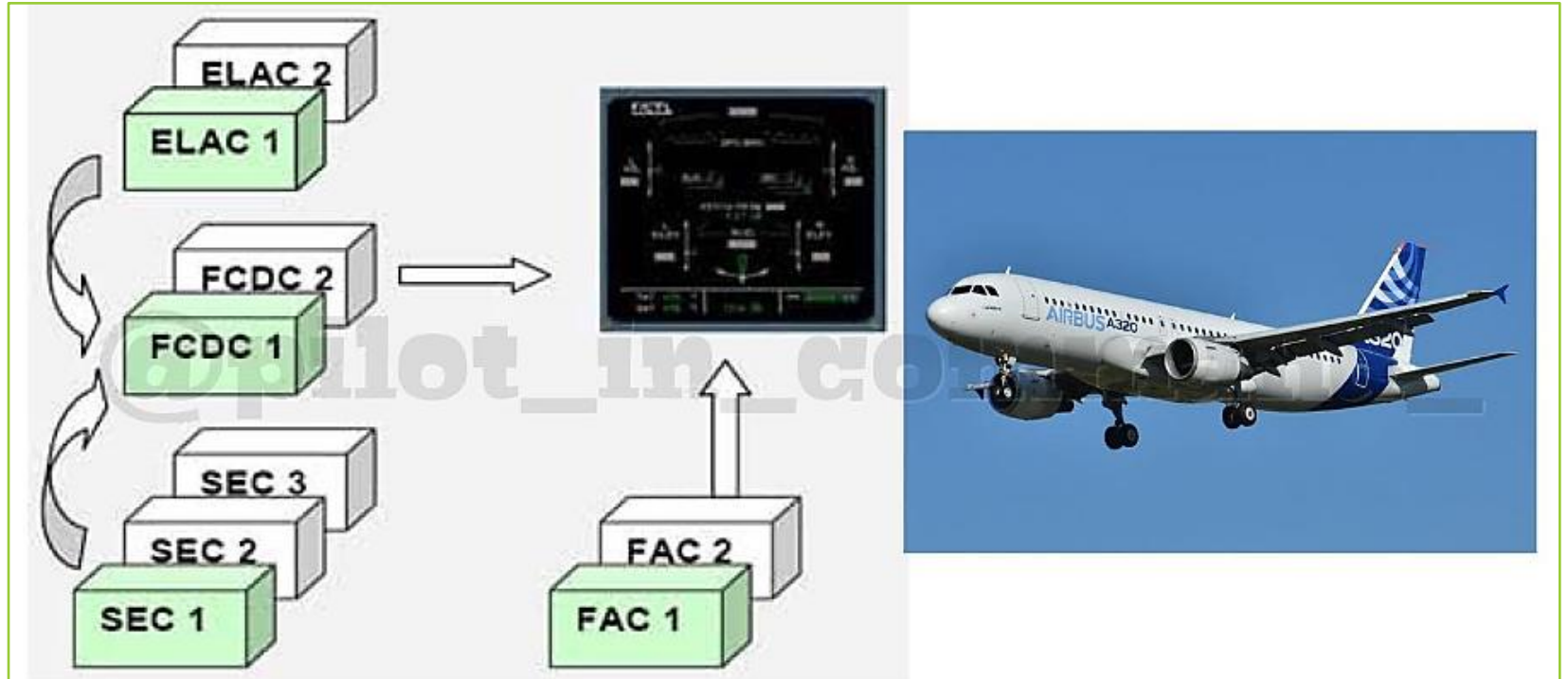
Uçuş Kontrol / Kontrol Yöntemleri * (Örnek)

- **Uçuş Kontrol Bilgisayarları**

(Flight Control Computers)

Otomatik – elektronik veya bilgisayarlı kontrol

Örnek Görsel: Airbus A320 Uçuş Kontrol Bilgisayarları



Elevator and Aileron Computers (ELAC)
Spoiler and Elevator Computers (SEC)
Flight Augmentation Computer (FAC)

Uçuş Kontrol / Kontrol Yöntemleri **

Uçuş Kontrol Bilgisayarları

- Yedi adet uçuş kontrol bilgisayarı (Airbus uçuş kontrol sistemi örneğinde), manevra kolundan (*joystick/sidestick*) girdi alır, komutun emniyetli olup olmadığını analiz eder ve ardından kontrol yüzeyi servolarını yönetmek için kullanır. Bu uçuş kontrol bilgisayarları:
 - İki adet elevatör ve aleron bilgisayarı (**ELAC**) - *Elevator and Aileron Computers*
 - Üç adet spoyler ve elevatör bilgisayarı (**SEC**) - *Spoiler and Elevator Computers*
 - İki adet uçuş takviye bilgisayarı (**FAC**) - *Flight Augmentation Computer*

Uçuş Kontrol / Kontrol Yöntemleri ***

Uçuş Kontrol Bilgisayarları

- İki Uçuş Kontrol Veri Yoğunlaştırıcı bilgisayarı (**FCDC** - *Flight Control Data Concentrator*), EIS (Elektronik Aygıt/Gösterge Sistemi - *Electronic Instruments System*) tarafından kullanılmak üzere ELAC'lerden ve SEC'lerden gelen verileri işler. FAC'ler verilerini doğrudan gönderir.
- FCDC'ler yedekli (*redundant*) yani birden fazladır. Her iki FCDC'nin de bozulması, uçuş kontrol verilerinin EIS tarafından kullanılamamasına yol açacaktır.
- Uçuş kontrol bilgisayarlarını kontrol etmek için tepe panelinin her iki tarafında birer adet olmak üzere toplam iki adet FLT CTL (*flat / control*) paneli kullanılır.

Uçuş Kontrol / Kontrol Yöntemleri ****

Uçuş Kontrol Bilgisayarları

- Her uçuş kontrol bilgisayarı çifti yedeklidir (*redundant*). SEC3 yalnızca *spoiler* kontrolü için kullanılır ve uçuş kontrol sisteminin yeniden yapılandırılmasına dahil edilmez.
- Aleronlar, elevatör ve *pitch* trimi, her biri ayrı bir hidrolik kaynaktan güç alan iki bağımsız aktüatör tarafından çalıştırılır. Dümen (*rudder*), üç bağımsız aktüatör tarafından desteklenmektedir. Her aktüatör farklı bir bilgisayar tarafından kontrol edilir. Herhangi bir zamanda, bir aktüatör aktif modda olacak ve diğeri sönmleme modunda olacaktır. Uçuş kontrol bilgisayarının arızalanması durumunda, o bilgisayar tarafından kontrol edilen aktüatörler otomatik olarak sönmleme moduna geçecek ve diğeri bilgisayar tarafından kontrol edilenler aktif hale gelecektir.

Uçuş Kontrol / Kontrol Yöntemleri *****

Uçuş Kontrol Bilgisayarları

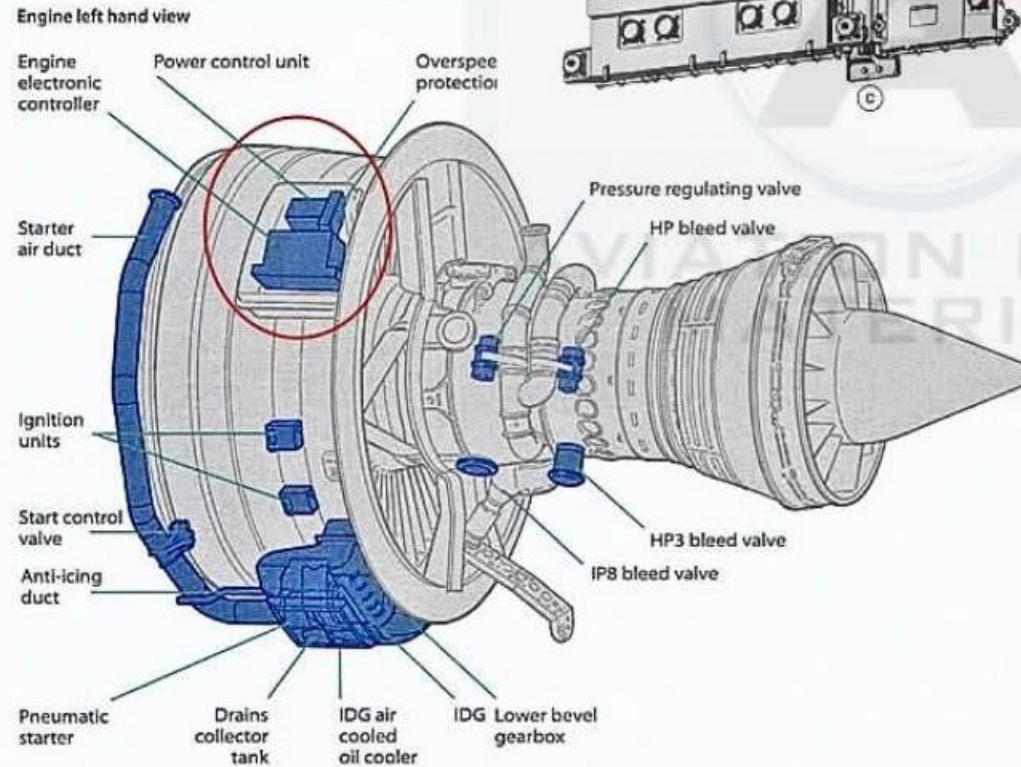
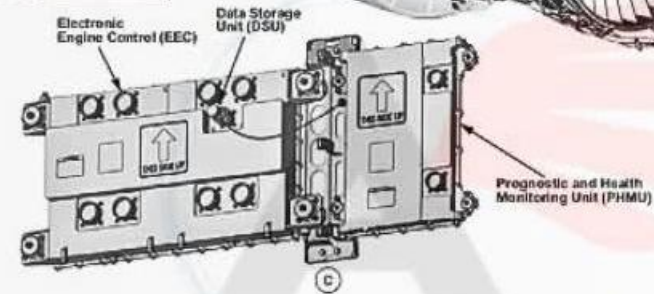
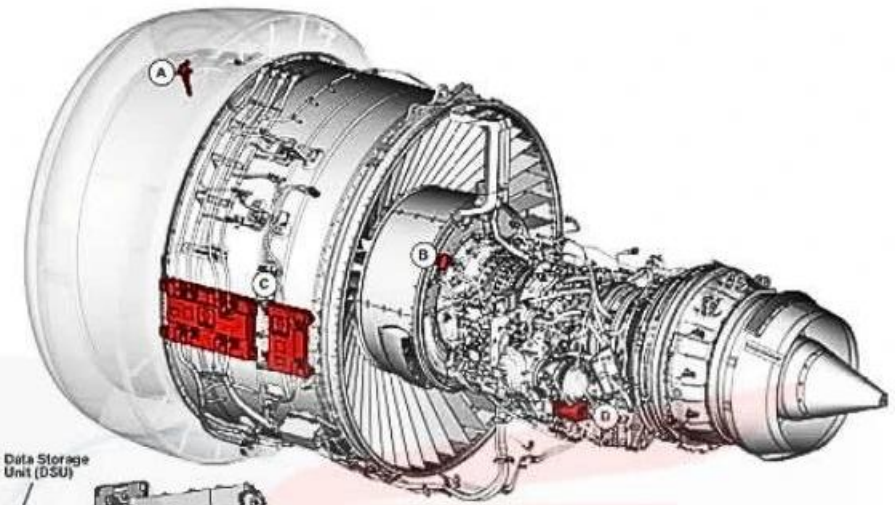
- Her iki ELAC de başarısız olursa kanatçıkların (aleronlar) aktif kontrolü kaybolur ve kanatçıklar sönümlleme moduna geri döner. SEC2, elevatör ve stabilizenin kontrolünü devralır. Yatış (*roll*) işlevi *spoiler* tarafından sağlanmaktadır. SEC2 de arızalanırsa, yerine SEC1 kullanılacaktır.
- Taşıma arttırıcı donanımlar:
 - Her hücum kenarında beş adet slat
 - Her firar kenarında iki adet flap
- Taşıma arttırıcı donanımlar hidrolik olarak hareketlendirilir. İki adet SFCC (Slat Flap Kontrol Bilgisayarı – *Slat Flap Control Computers*) tarafından elektriksel olarak kontrol edilir. Her SFCC'nin iki kanalı vardır, biri Slatlar ve diğeri Flaplar içindir. SFCC'ler yedeklidir, ancak arızalı bir kanalla ilişkilenen sistem yarı hızda hareket eder.

Motor Kontrol

- *Örnek Görsel:*
EEC ve FADEC
Motor Kontrol



FADEC



EEC

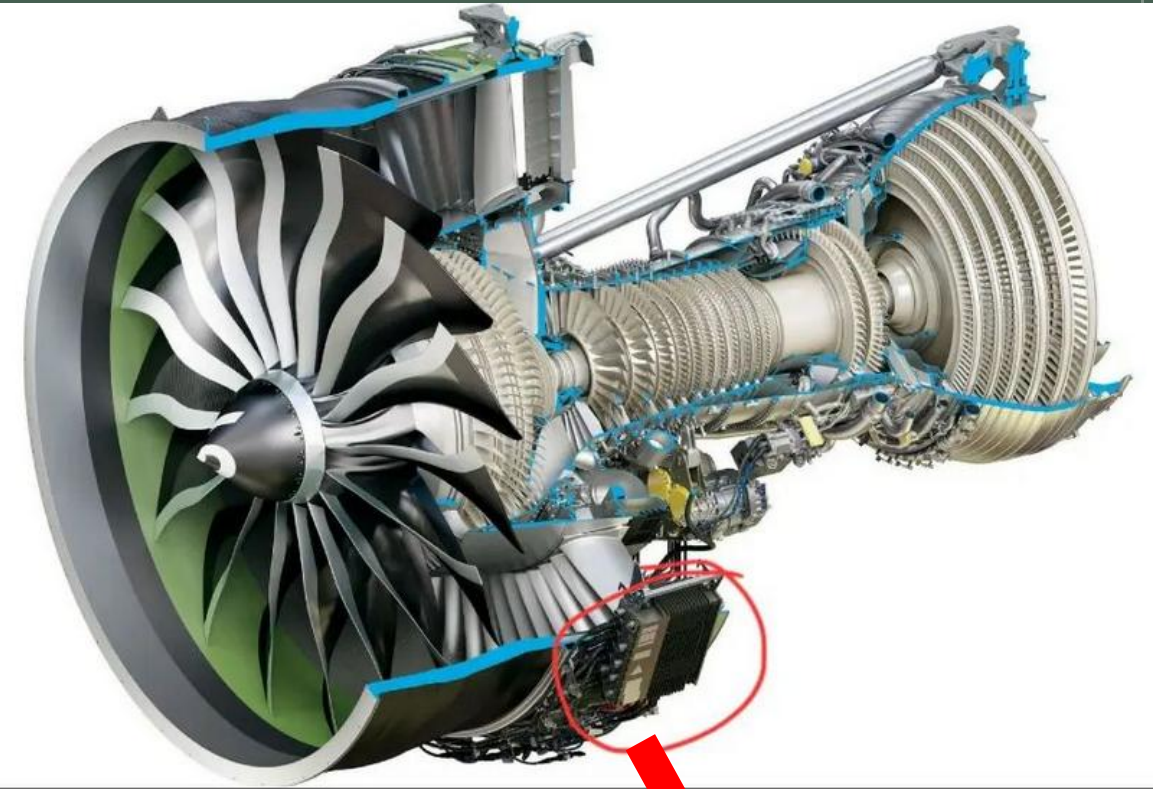


FADEC

MOTOR KONTROL SİSTEMİ

Full Authority Digital Engine Control (FADEC), uçak motorunu yöneten sistemin adıdır.

- FADEC'in Türkçe açılımı **tam yetkili dijital motor kontrol sistemidir**. İlk çalıştırma anından (*start*) kapatmaya (*shutdown*) kadar motorun tamamını bağımsız olarak yönetir. Sistemin kumandası haricinde motora kumanda verilemez (*manual override is not available*). Kokpit ile motor arasında herhangi bir mekanik uzuv (*rod*) veya çelik kablo (*steel cable*) bağlantısına ihtiyaç duymaz.
- Sistemin beyni, EEC veya ECU olarak isimlendirilen elektronik kontrol ünitesidir. Pek çok teknolojik gelişmede olduğu gibi **FADEC** sistemi de önce askeri havacılıkta kullanılmış sonra sivil havacılıkta kullanılmaya başlamıştır.



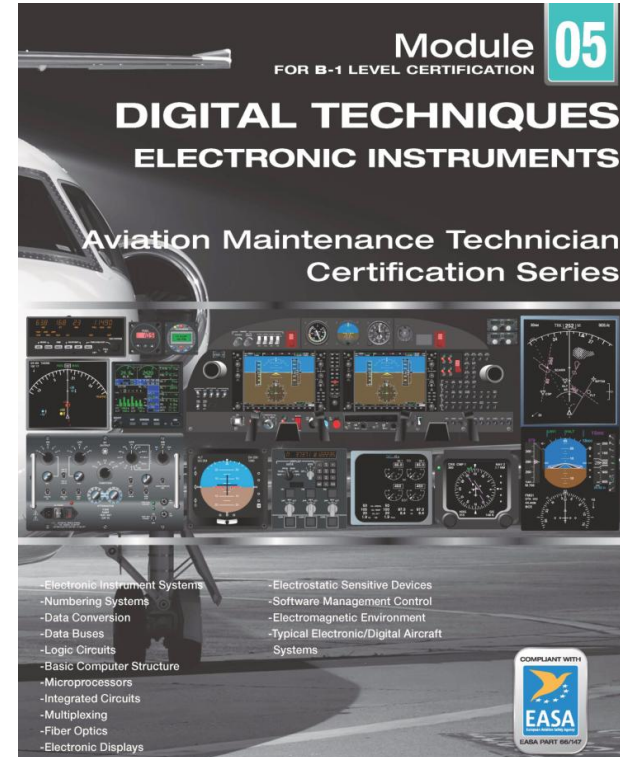
FADEC

MOTOR KONTROL SİSTEMİ

- FADEC, hava yoğunluğu, gaz kolu açısı, motordan ölçülen sıcaklık ve basınç değerleri ve diğer pek çok parametreyi (değişkeni) olarak çalışır. Girişler (*inputs*), EEC tarafından alınır ve saniyede 70 kere (70 Hz) analiz edilir. Yakıt akışı, hava yoğunluğu, stator kanadı konumu (*stator vane position*), hava tahliye valfi (*air bleed valve*) konumu ve diğerleri gibi motor çalışma parametreleri bu verilerden hesaplanır ve uygun şekilde kullanılır.
- FADEC ayrıca motorun çalıştırılmasını ve yeniden başlatılmasını (*restarting*) kontrol eder. FADEC'in temel amacı, belirli bir uçuş koşulunda (*given flight condition*) optimum motor verimliliği (*engine efficiency*) sağlamaktır.
- FADEC, sadece verimli bir motor çalışması sağlamakla kalmaz, aynı zamanda üreticinin motor sınırlamalarını programlamasına ve motorun sağlık (*engine health monitoring*) ve bakım raporlarını (*maintenance reports*) almasına izin verir. Örneğin, belirli bir motor sıcaklığının aşılmasını önlemek için, FADEC pilot müdahalesi olmaksızın gerekli tedbirleri otomatik olarak alacak şekilde programlanabilir.
- Dijital elektronik kontrol, klasik hidromekanik kontrole göre; çok daha hassas kontrole imkân sağlar. Olası bir arıza veya performans düşümünü tahmin veya tespit ederek gerekli önlemi alma kabiliyeti vardır.

Kaynak Kitap:

- EASA Module 05 Digital Techniques Electronic Instruments / 2016
 - Yazar: James W. Wasson, PhD.
 - Yayıncı: Aircraft Technical Book Company
 - <https://www.actechbooks.com/>



Download:

<https://www.iaapune.org/myimg/EASA%20Module%2005%20Digital%20Techniques%20Electronic%20Instruments.pdf>

Kaynaklar: (web)

- EASA Part 66 B1 Guide / Module 05.Digital Techniques / Exam Questions
- <http://part66eu.blogspot.com/p/electronic-instrument-systems.html>
- KLMUK EASA B1 Module 5 Demo (KLM UK Training / Module 5 Study Notes)
- https://klmuktraining.com/online/pluginfile.php/4169/mod_resource/content/5/KLMUK%20EASA%20B1%20Module%205%20Demo.pdf

Kaynaklar: (MEGEP)

- **Alet Sistemleri 1 / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Alet%20Sistemleri%201.pdf
- **Alet Sistemleri 2 / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Alet%20Sistemleri%202.pdf
- **Aletli Gösterge Ve Aviyonik Sistemler / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Aletli%20G%C3%B6sterge%20Ve%20Aviyonik%20Sistemler.pdf
- **Komünikasyon-Navigasyon 1 / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Kom%C3%BCnikasyon-navigasyon%201.pdf
- **Komünikasyon-Navigasyon 2 / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Kom%C3%BCnikasyon-navigasyon%202.pdf
- **Komünikasyon-Navigasyon 3 / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Kom%C3%BCnikasyon-navigasyon%203.pdf
- **Otomatik Uçuş / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Otomatik%20U%C3%A7u%C5%9F.pdf
- **Dijital Uçak Sistemleri / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Dijital%20U%C3%A7ak%20Sistemleri.pdf
- **Displayler ve Kokpit Aletleri / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Displayler%20ve%20Kokpit%20Aletleri.pdf
- **Elektrostatik Deşarj Ve Elektromanyetik Çevre / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Elektrostatik%20De%C5%9Farj%20Ve%20Elektromanyetik%20%C3%87evre.pdf
- **Fiber Optik / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Fiber%20Optik.pdf
- **Kabin Bakım / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Kabin%20Bak%C4%B1m.pdf
- **Sayı Sistemleri Ve Data Çeviriciler / MEGEP (.pdf)***
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Say%C4%B1%20Sistemleri%20Ve%20Data%20%C3%87eviriciler.pdf

*(MEB Yayınları)