

Okan Üniversitesi MYO

MUTK225

UÇAK YAPI VE SİSTEMLERİNE GİRİŞ

Ders Yürütücüsü:

Öğr. Gör. Eren Kayaoğlu

eren.kayaoglu@okan.edu.tr

Ders **13**

Uçak Yapı ve Sistemlerine Giriş

Ders Sunumları (.pdf) + Kaynaklar

<http://okanuni.eren.xyz>

Web adresinden indirebilirsiniz.

# Ders Konu Başlıkları

- ATA 100 Numaralandırma Sistemi / Bölge ve İstasyon Tanımlama / Gövde İstasyonları (Ders01)
- Mukavemet / Uçak Yapı Detayları / Gerilme Türleri / Yorulma (Ders02)
- Gövde Yapıları (Monokok, Yarı monokok) / Uçak Gövdesi Yapısal Sınıflandırma (Primer Yapı, Sekonder Yapı) Gövde Yapısal Elemanları: Stringer, Longeron, Spar, Bulkhead (Basınç Duvarı), Frame (Çerçeve), Former (Çerçeve), Doubler (Takviye), Gövde Yüzeyi (Skin), Döşeme Yapıları (Floor Beam), Omurga (Keel Beam) / Yarı Monokok Gövde Yapıları: Burun Bölümü (Nose Section), Orta Bölüm (Center Section), Kuyruk Bölümü (Tail, Empennage Section) (ATA 53) (Ders03)
- Bağlama Elemanları: Perçin, Saplama, Somun, Cıvata, Vida / Emniyetli Bağlantı Uygulamaları: Emniyet Teli (Safety Wiring), Kopilya (Cotter Pin), Kilitli Pullar (Lock Washers), Tab Pulları, Yay (Spring), Özel Kendinden Kilitli Somunlar (Self-locking Nuts) / Birleştirme Teknikleri: Kaynak (Welding), Sert Lehim (Brazing), Yapıştırma (Adhesive Bonding) (Ders04)
- Uçak Kanat Yapıları / Ana ve Yardımcı Kumanda Yüzeyleri (ATA 57) (Ders05)
- Motor Yerleri ve Pilonlar / Motor (Genel) (ATA 54 / ATA 71) (Ders06)
- Bostikleme (Sealing) / Yüzey (Skin) Koruma Yöntemleri (ATA 51/52/53/56) (Ders07)
- Kapılar ve Acil Durum Çıkışları (Yolcu/ Ekip Kapıları, Acil Çıkış Kapıları, Kargo Kompartıman Kapıları, Erişim Kapıları, Servis Kapıları, Sabit İç Kapılar)/ Kapı Uyarı Sistemi (ATA 52) (Ders08)
- Pencere (Windows): Kokpit Pencere (Pilot Windows), Yolcu Kabini Pencere (Passenger Cabin Windows), Gözetleme ve Kontrol Camları, Acil Çıkış Pencere (Emergency Exit Windows), Kapı Pencere (Door Windows) (ATA 56) (Ders09)
- İniş Takımları (ATA 32) • Yapıları, şok emme (shock absorbing); • Açılma ve toplanma sistemleri: normal ve acil durumlar; • Endikasyon ve ikaz; • Tekerlekler, frenler, 'antiskid' ve oto-frenleme • Lastikler; • Yer direksiyon (steering) • Air-ground Sensing (Ders10)

# Ders Konu Başlıkları

---

- **Kabin Sistemleri (Kokpit ve Yolcu Kabini) / Kargo Bölümleri (Ön ve Arka Kargo, Bulk (Yığma) Kargo)/ Palet Yükleme Sistemi (ATA 25 / ATA 44 / ATA 50) (Ders11)**
  - **Su - Atık Su Sistemi (ATA 38) • Su sistem düzeni, besleme, dağıtım, ikmal ve boşaltma; • Tuvalet sistem düzeni, yıkama/boşaltma, ikmal • Korozyonla ilgili hususlar (Ders12)**
  - **Güç Sistemleri / Hidrolik Güç (ATA 29) • Sistem donanımı; • Hidrolik sıvılar; • Hidrolik rezervuarlar ve akümülatörler; • Basınç kumandası; • Güç dağıtımı; • Gösterge ve ikaz sistemleri; • Diğer sistemlerle ilişkiler. / Pnömatik-Vakum (ATA 36) • Sistem düzeni; • Kaynaklar: motor/APU, kompresörler, rezervuarlar, yer ikmal; • Basınç kontrol; • Dağıtım / Elektrik Sistemi (ATA 24) / APU (ATA 49) (Ders13)**
  - İklimlendirme (Air Conditioning) ve Kabin Basınçlandırma (ATA 21) Hava girişi • Hava giriş kaynakları, motordan hava temini, APU ve yer (ikmal) arabası; Air Conditioning • Air Conditioning sistemleri; • Hava çevirimi ve buhar çevirimi makinaları; • Dağıtım sistemleri; • Basınçlandırma sistemleri; • Kumanda (control) ve göstergeler; • Kabin basınç ayar kumandaları (Ders14)
  - Oksijen (ATA 35) • Sistem düzeni: kokpit, kabin; • Kaynaklar, depolama, yükleme ve dağıtım; • İkmal ayar; (Ders14)
  - Buz ve Yağıştan Korunma (ATA 30) • Buz oluşumu, sınıfları ve belirlenmeleri; • Buzlanmayı önleyen sistemler: elektrik, sıcak hava ve kimyasal; • Buz çözücü sistemler: elektrik, pnömatik ve kimyasal; • Yağmur silecek ve temizleme; • 'Probe'ların ve 'drain' yerlerinin ısıtılması (Ders15)
  - Yakıt Sistemleri (ATA 28) • Sistem donanımı; • Yakıt tankları; • Besleme sistemleri; • Boşaltma, havalandırma ve tahliye etme; • Çapraz besleme ve aktarma (transfer); • Göstergeler ve ikazlar (Ders16)
  - Yangın Koruma (ATA 26) • Yangın ve duman yakalama ve ikaz sistemleri; • Yangın söndürme sistemleri; • Taşınabilir yangın tüpleri (Ders17)
-

# MUTK225 – Uçak Yapı ve Sistemlerine Giriş

## GÜÇ SİSTEMLERİ

**Motorlar**

**Hidrolik Sistem**

**Pnömatik Sistem**

**Elektrik Gücü**

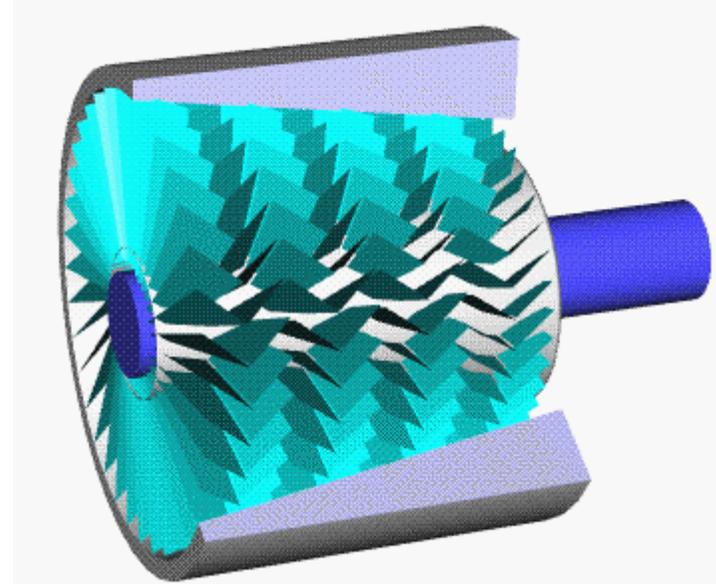
**APU**

# Güç Sistemleri

- Uçağın ihtiyacı olan kuvvet veya enerjiyi, yerde ve havada her an istenilen miktarda, istenilen süre kadar üreten sistemlere güç grubu denir.
- Uçaklarda kullanılan motorların iki ana görevi vardır. Bunlardan biri, kalkış yapan bir uçağın yer sürüklemesinin yenilerek uçağın ivmelendirilmesi, diğeri de uçağın öngörülen hızlarda uçuşu esnasında meydana gelen sürüklenme (*drag*) kuvvetine eşit bir itki (*thrust*) kuvveti sağlanmasıdır.
- Güç Gruplarının Görevleri:
  - Uçakla yer arasındaki sürtünme kuvvetinin yenilmesi
  - Sürüklenme kuvvetini karşılayacak kuvveti oluşturmak
  - Yerde ve havada istenilen hıza ulaşılması
  - *Elektrik enerjisi üretmek*
  - *Hidrolik ve pnömatik alıcılara güç sağlamak*

# Güç Sistemleri

- Ana Güç Sistemleri: **Motorlar**
  - Tepkili (jet) motorlar
  - Pistonlu motorlar
- Diğer Güç Sistemleri:
  - Yardımcı Güç Ünitesi – APU
  - Aküler ve piller
  - Ram Hava Türbini – RAT



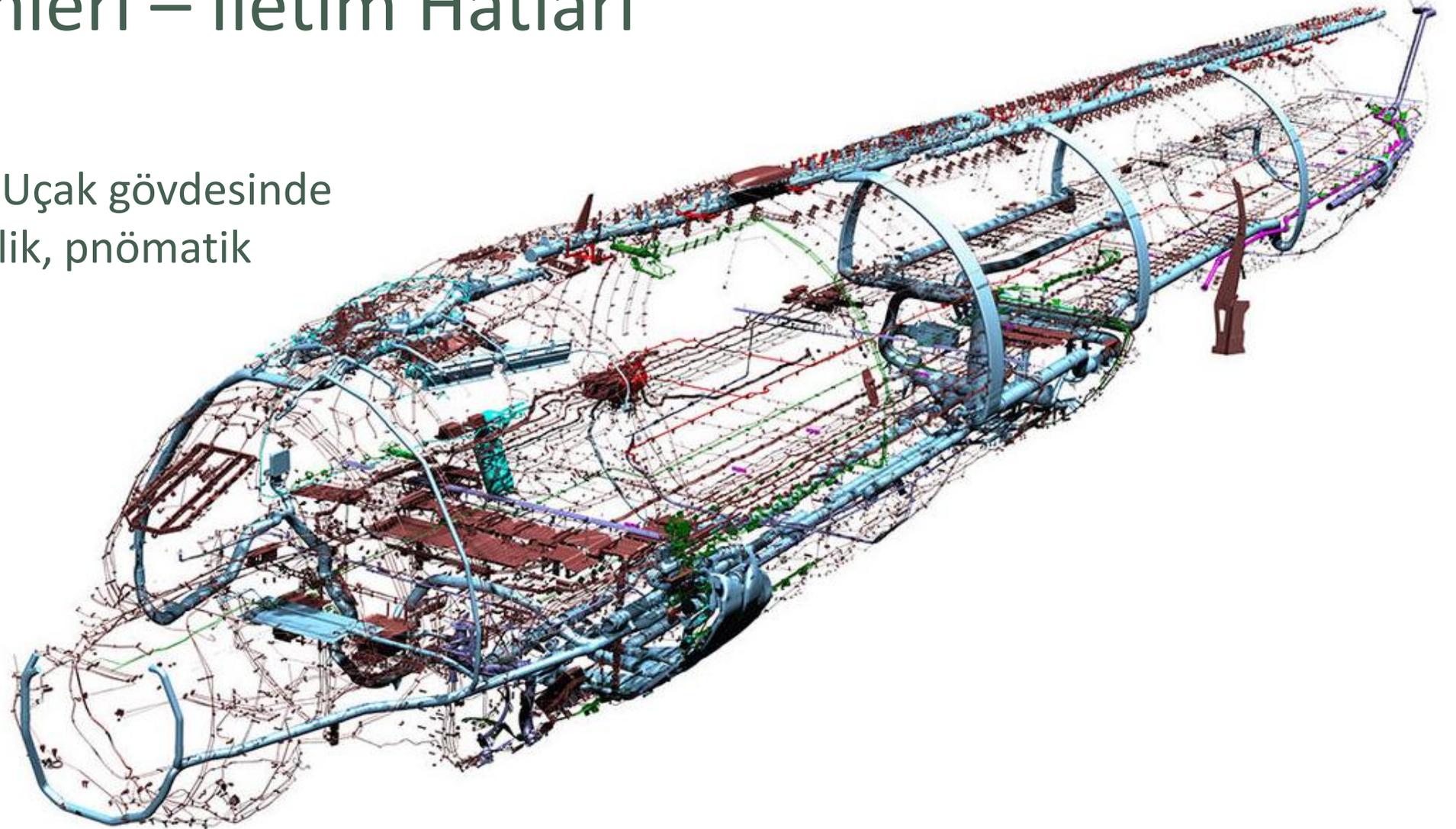
# Güç Sistemleri Tarafından Tahrik Edilen Gruplar

- Hidrolik Sistem
- Pnömatik Sistem
- Elektrik Sistemi



# Güç Sistemleri – İletim Hatları

- *Örnek GörSEL*: Uçak gövdesinde elektrik, hidrolik, pnömatik iletim hatları
  - Kablolar
  - Kanallar
  - Borular
  - Hortumlar



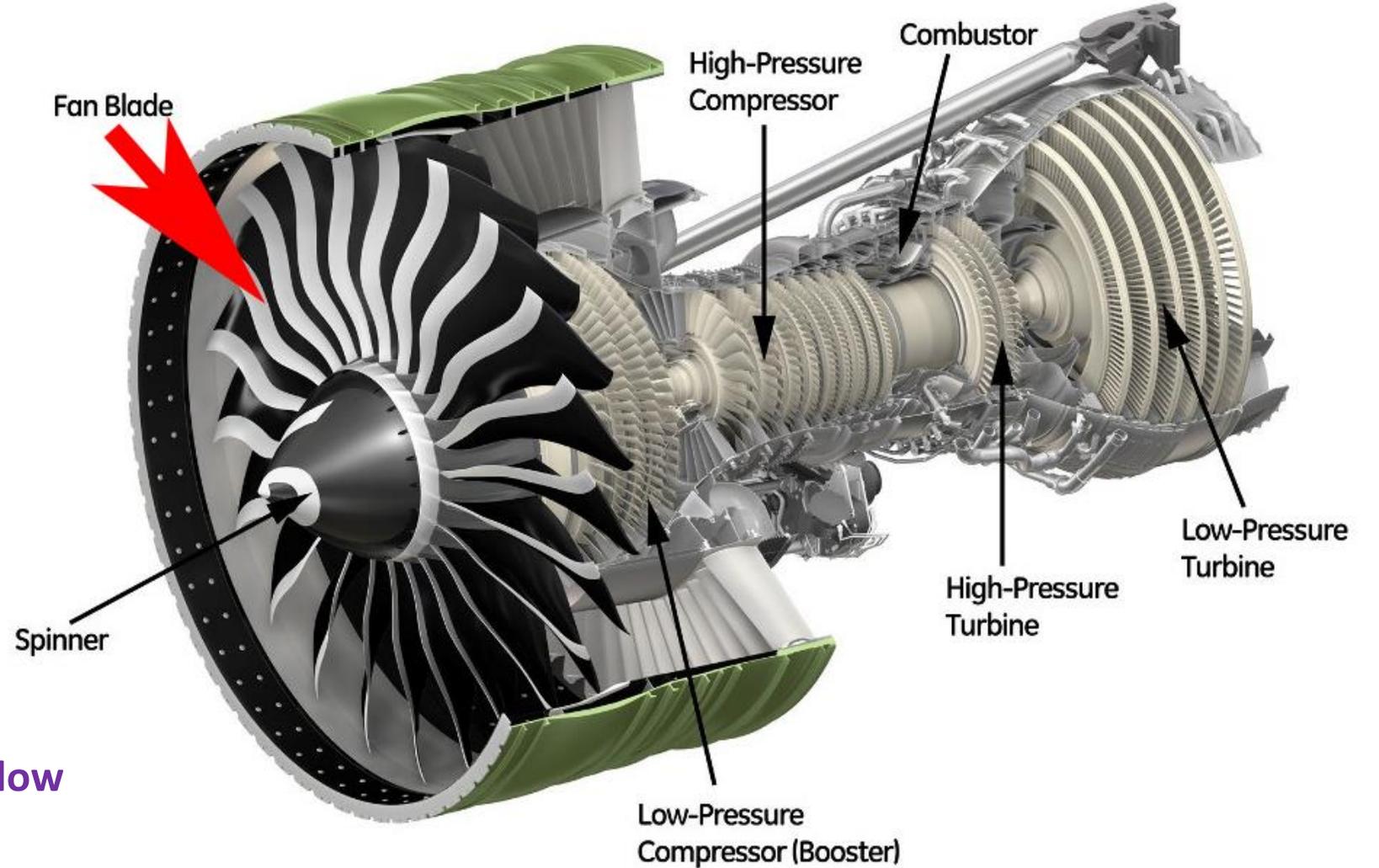
# Güç Sistemleri

- **MOTOR (*ENGINE*)**

*(ATA 72)*

# Güç Sistemleri

- *Örnek Görsel:*  
**Turbofan** motor kesit görünüşü



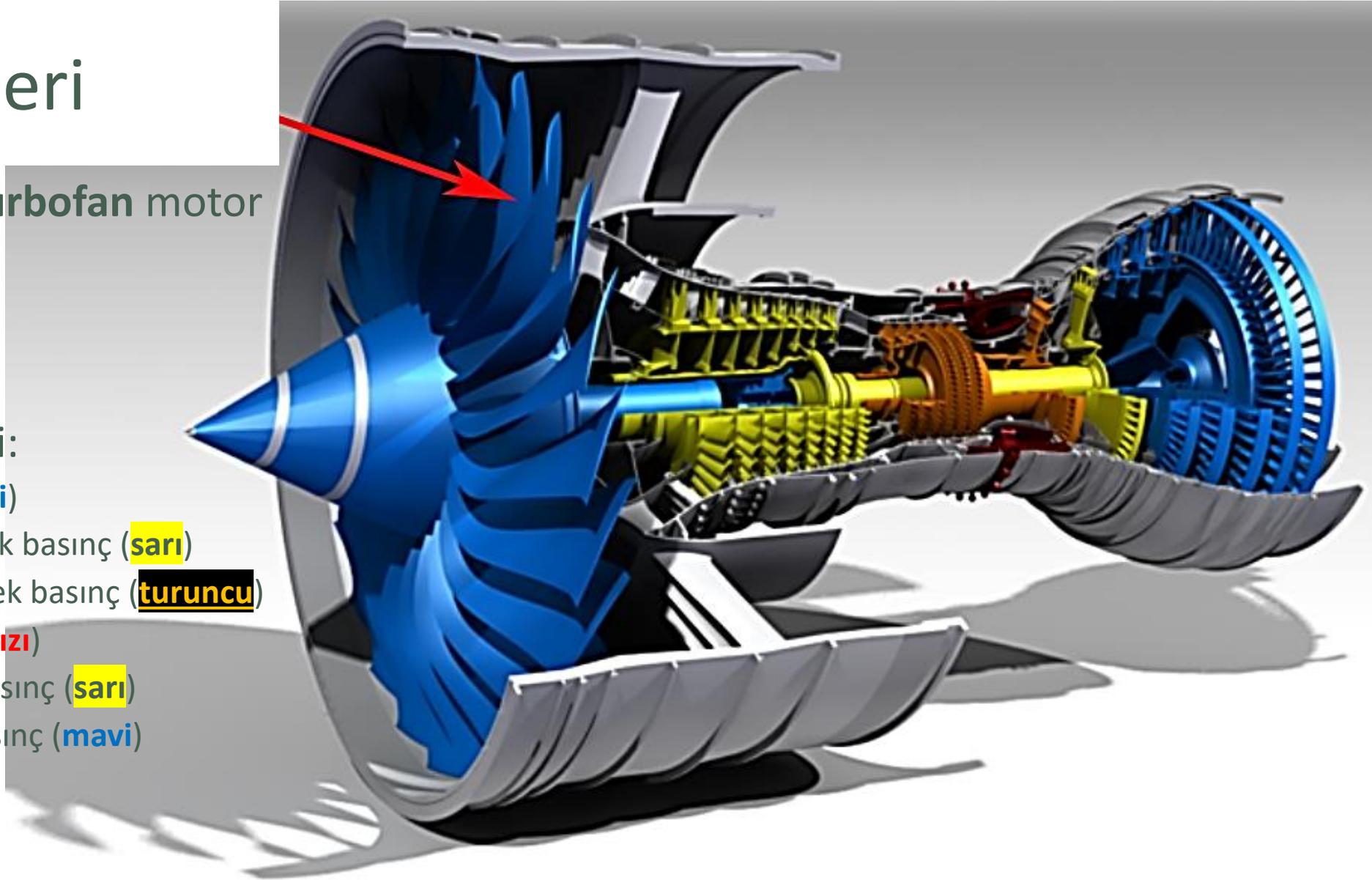
\* Suck > Squeeze > Bang > Blow

# Güç Sistemleri

- *Örnek Görsel:* Turbofan motor kesit görünüşü

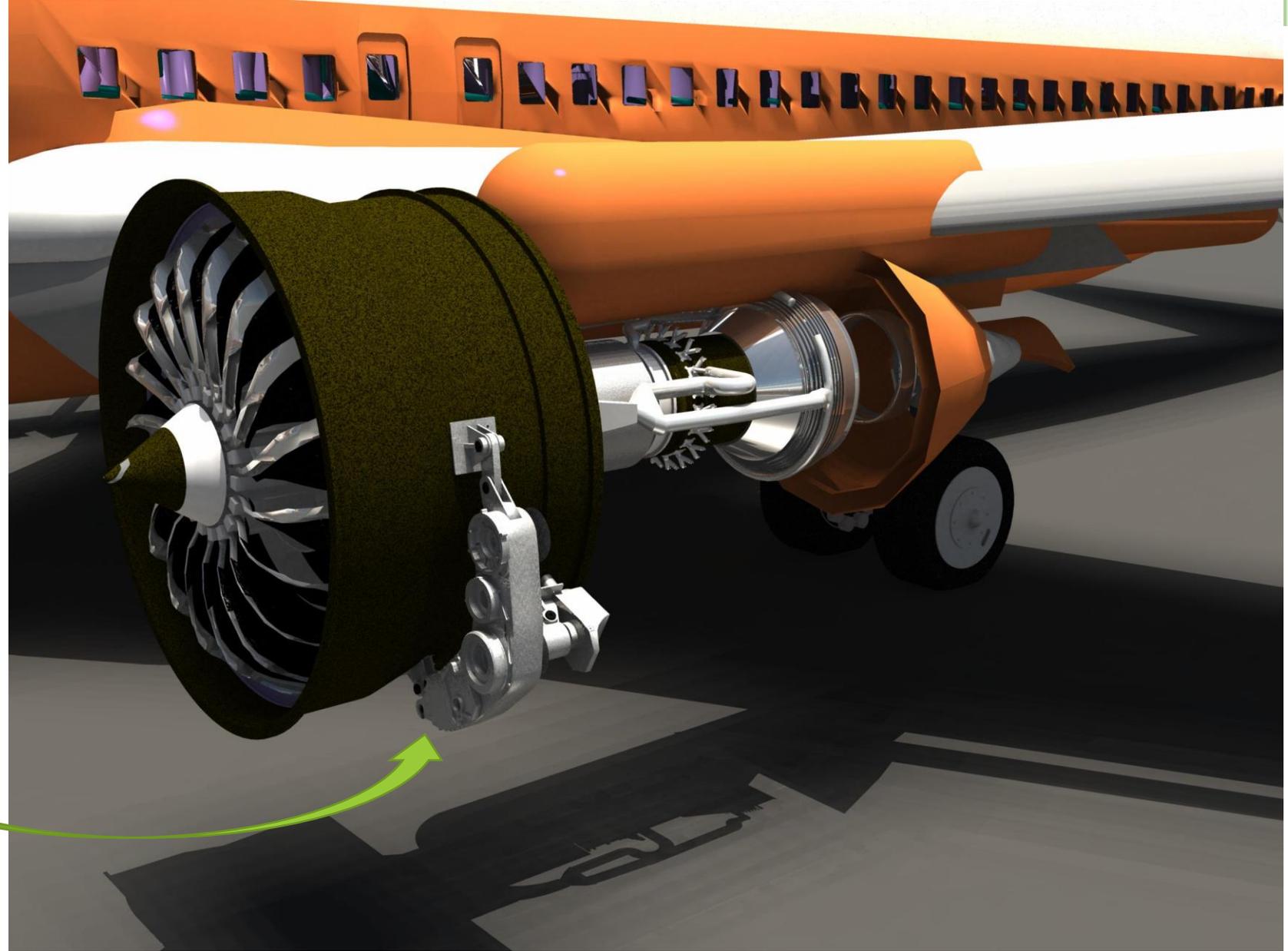
- Motor Bölümleri:

- Fan kanatları (**mavi**)
- Kompresör – Düşük basınç (**sarı**)
- Kompresör – Yüksek basınç (**turuncu**)
- Yanma odası (**kırmızı**)
- Türbin – yüksek basınç (**sarı**)
- Türbin – düşük basınç (**mavi**)



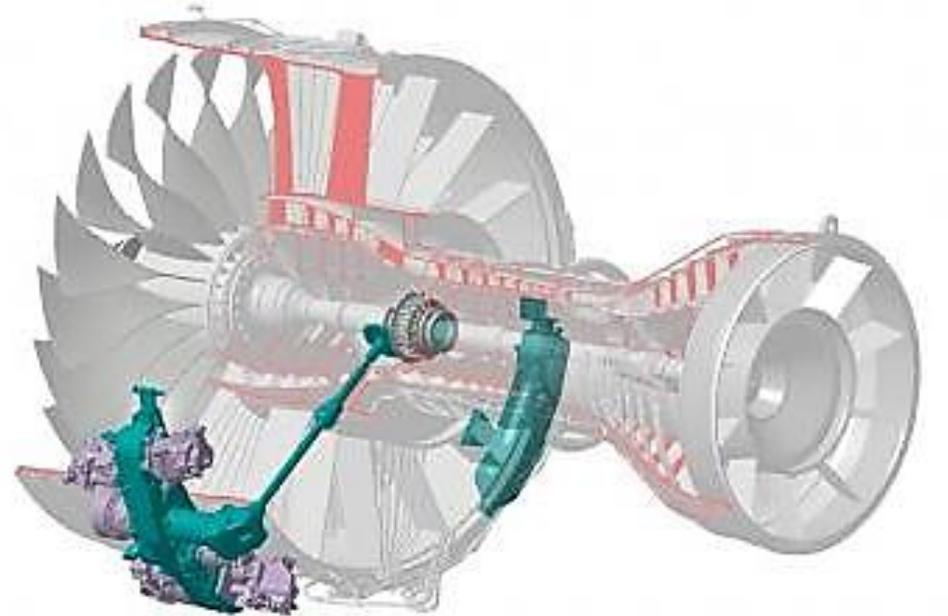
# Güç Sistemleri

- *Örnek Görsel:*  
Motor ve üzerinde aksesuar dişli kutusu  
(*Accessory Gearbox*)



# Güç Sistemleri

- *Örnek Görsel*: Alternatör, pompa ve benzeri alt sistemleri tahrik etmek (hareketlendirmek, beslemek) amacıyla turbofan motor ana şaftından *accessory drive* (*gearbox*) mekanik tahrik bağlantısı

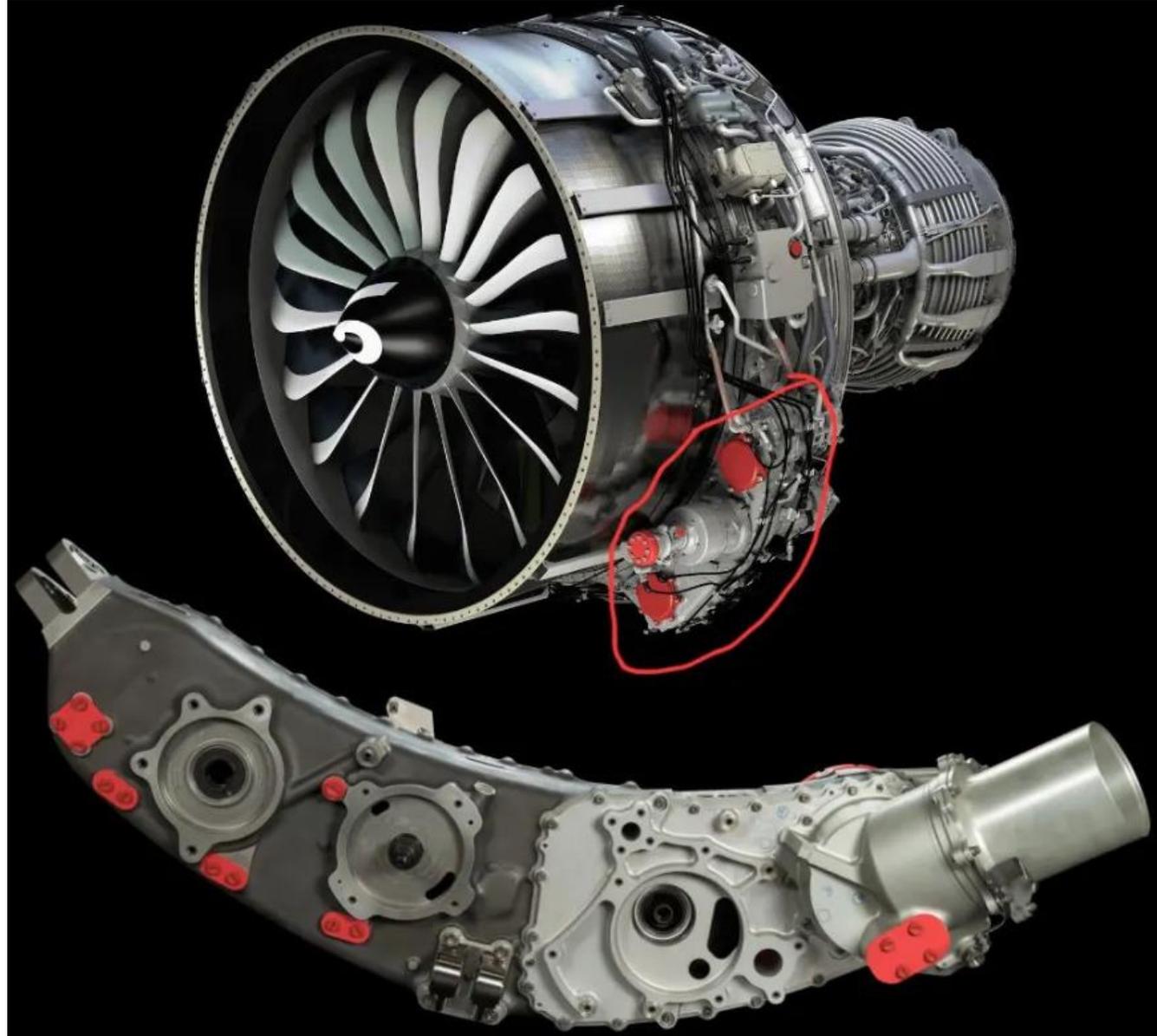


# Güç Sistemleri

## ACCESSORY DRIVE

Accessory Drive Module, Kısaca Dişli Kutusu (*Gearbox*) olarak da geçer. Uçağın elektrik ve hidrolik sistemlerine güç iletir. Motorun emniyetli ve verimli çalışmasını sağlayan pompaların ve kumanda sistemlerinin tahrik edilmeleri dişli kutusu üzerinden olur.

Birçok motorda, "Accessory Gear Box", *fan case* üzerinde alt kısımda veya yan tarafta bulunur. Fan kaportaları açılarak, dişli kutusu ve üzerindeki komponentlere kolaylıkla ulaşılır. Yere yakın olması çalışma kolaylığı sağlar. Tek dezavantaj motorun ön kesit alanının artmasıdır.

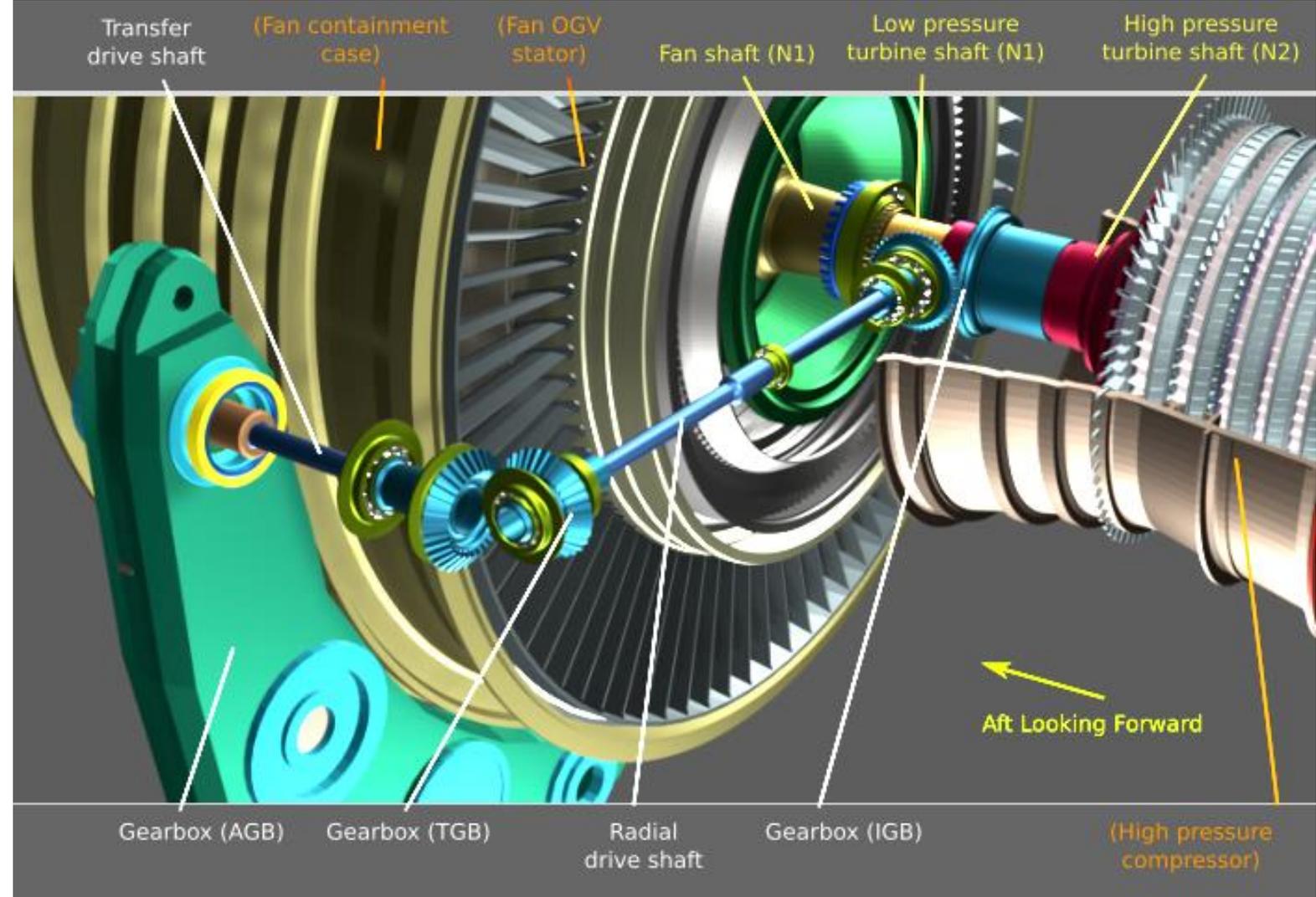


# Güç Sistemleri

## ACCESSORY DRIVE

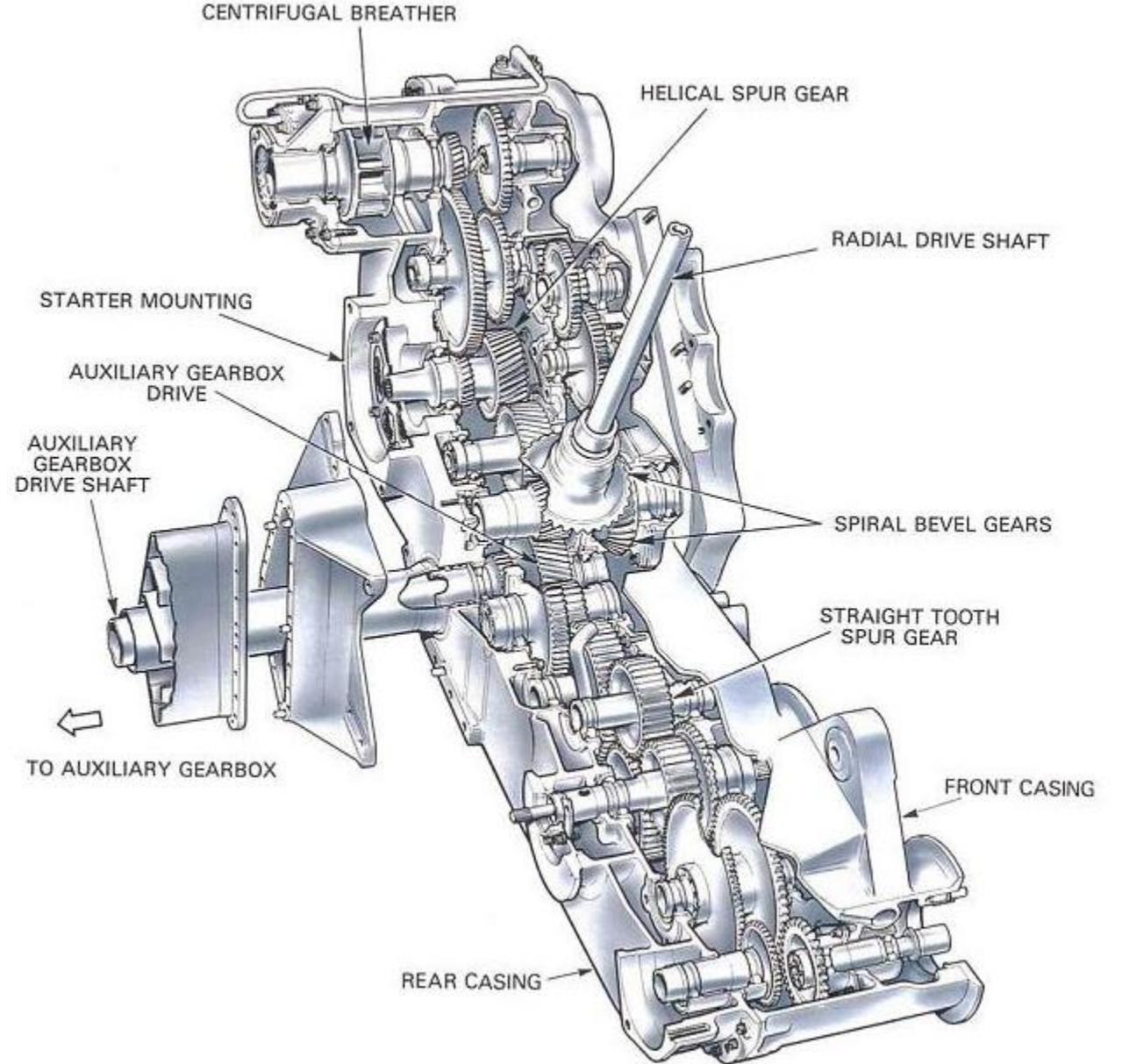
Motor rotorundan harici aksesuar ünitelerine, dönme (dönüş, devir) hareketinin iletilmesi aşağıdaki komponentler üzerinden olur:

- IGB: Inlet Gear Box
- RDS: Radial Drive Shaft
- TGB: Transfer Gear Box (Angle Gear Box)
- HDS: Horizontal Drive Shaft
- AGB: Accessory Gear Box



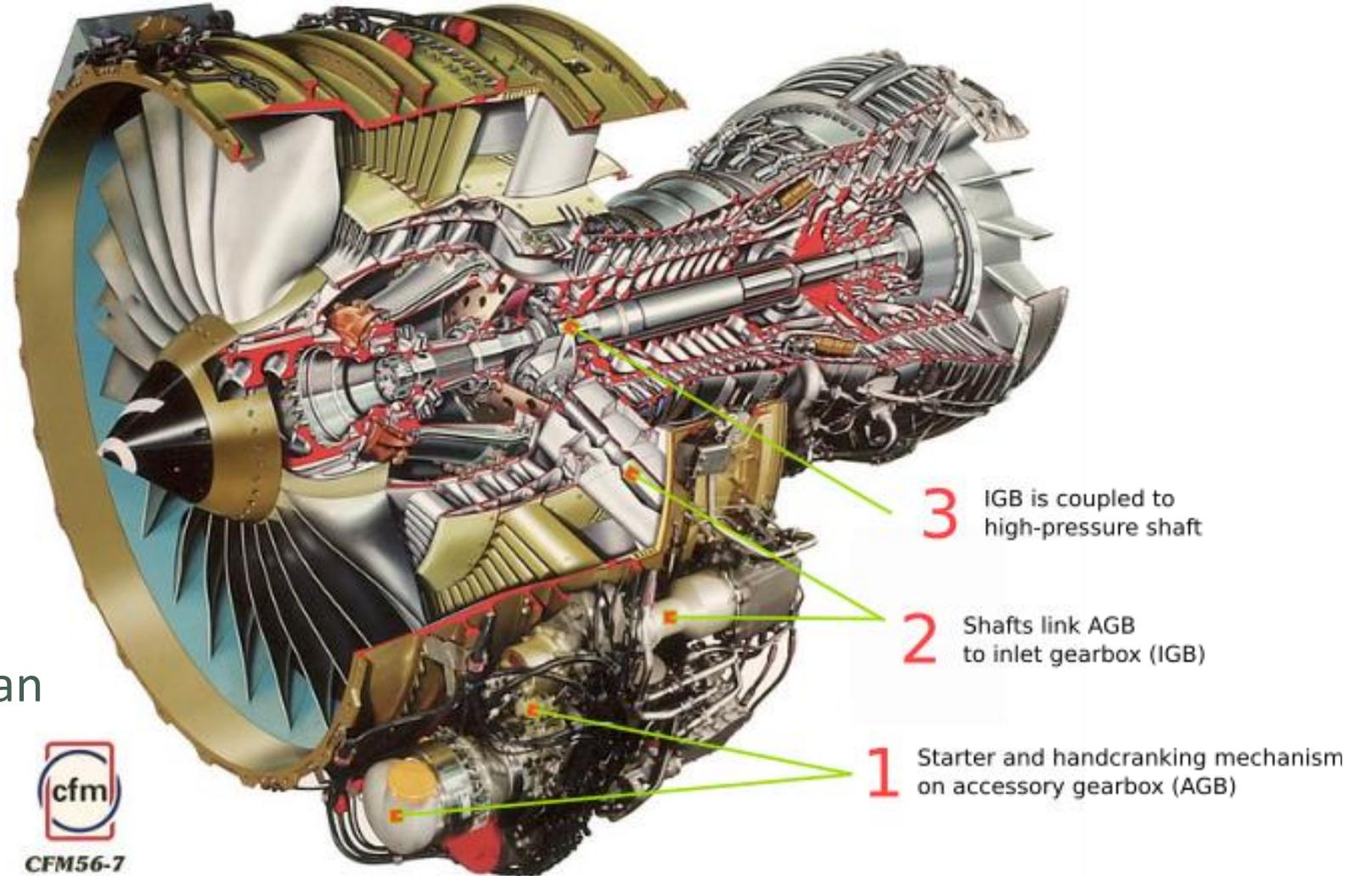
# Güç Sistemleri

- *Örnek Görsel:* Accessory Gearbox



# Güç Sistemleri

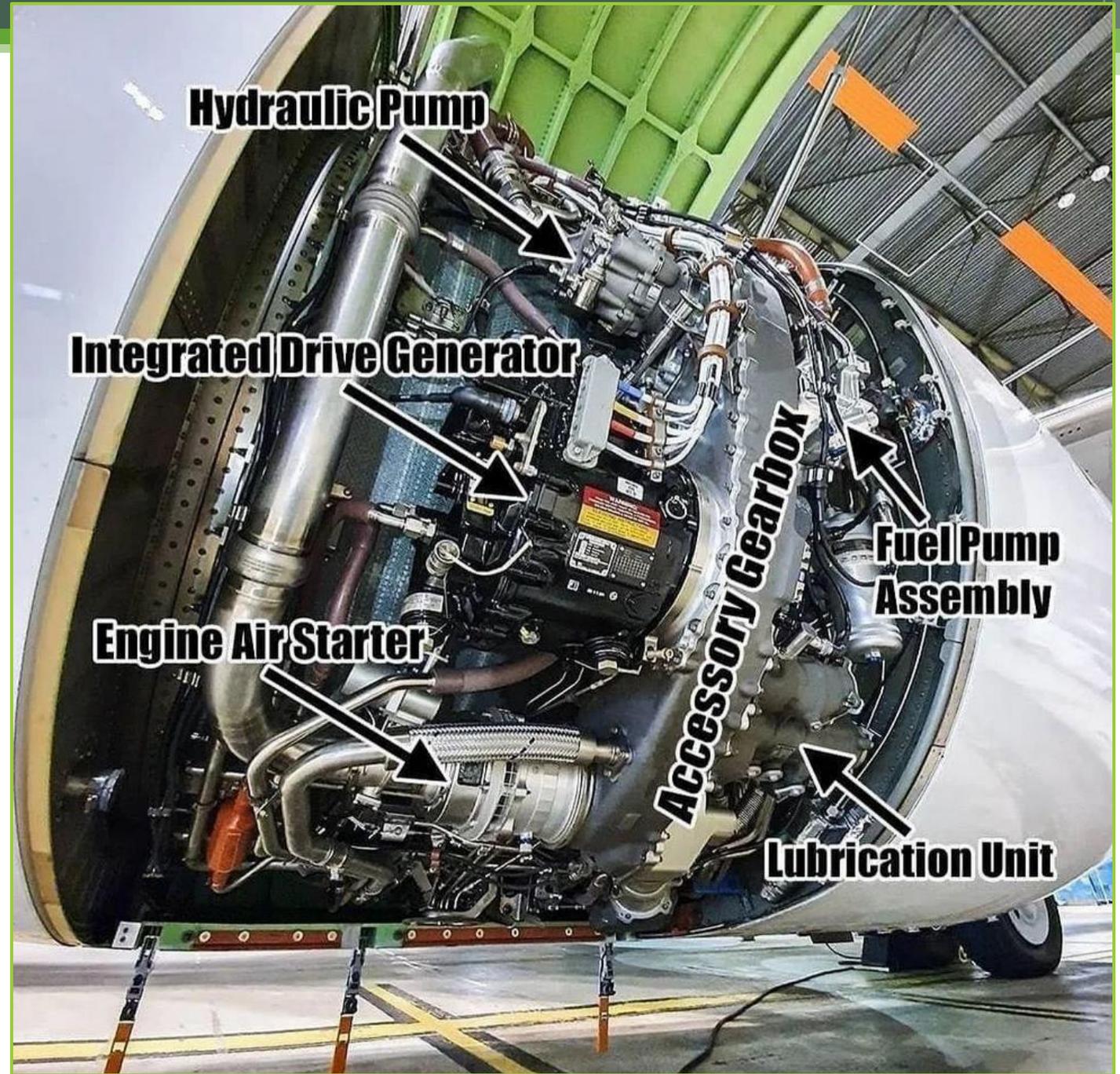
- **Örnek Görsel:** Turbo motorun çalıştırılması (*starting*) ve muayenesi (*inspection*) için kullanılan mekanizma



# Güç Sistemleri

## Accessory Gearbox

- Dişli Kutusu, motorun fan muhafazasının içinde yer alan bir bileşendir, motor tipine bağlı olarak bazıları altta ve bazıları sol tarafta yer alır.
- Accessory Gearbox, dönen bir motordan gelen gücü başka bir motora iletmek ve uçaktaki bileşenleri döndürmek için kullanılır. Aynı zamanda güç aktarım sistemleri olarak da adlandırılır.



# Güç Sistemleri

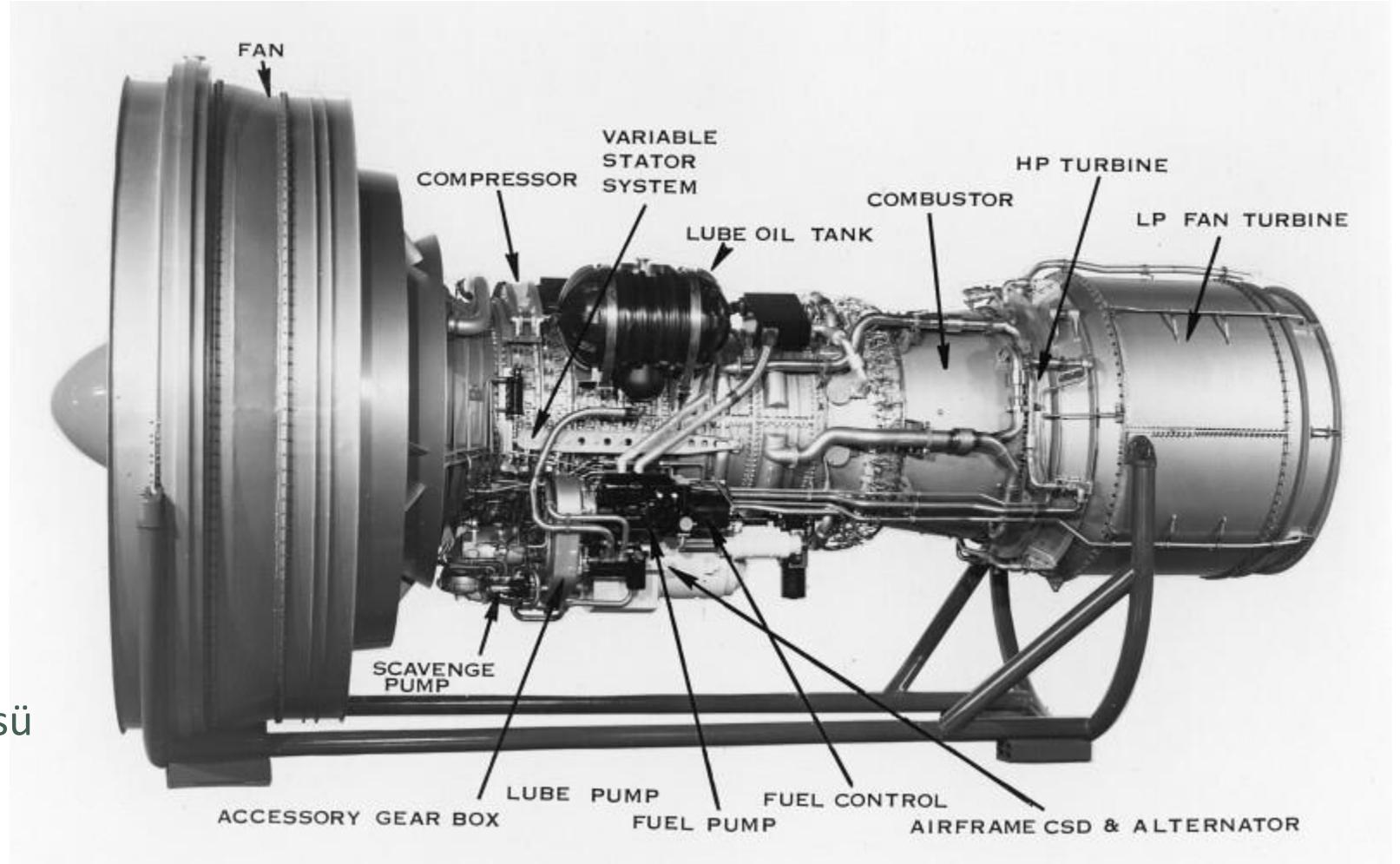
## Accessory Gearbox

- Motor çalıştığında, pnömatik marş motoru yardımcı dişli kutusunu döndürecek ve ardından motor tipine bağlı olarak N2 / N3'ü döndürecektir. Ancak motor çalışmaya başladıktan sonra, aksesuar dişli kutusu N2 / N3 tarafından döndürülecektir, o sırada marş motoru tekrar dönmemesi için kapatılır.
- Diğer bileşenleri döndürmek için dişli kutusunun döndürülmesi gerekir:
  - Hava Basıncı Başlatıcı (*Engine Air Starter*)
  - Hidrolik pompa (*Hydraulic Pump*)
  - IDG (Entegre Tahrik Jeneratörü) (*Integrated Drive Generator*)
  - Yağ pompası (*Oil Pump / Lubrication Unit*)
  - EDP (Motor Tahrikli Pompa) (*Engine Driven Pump*)
  - Yakıt Pompası (*Fuel Pump*)

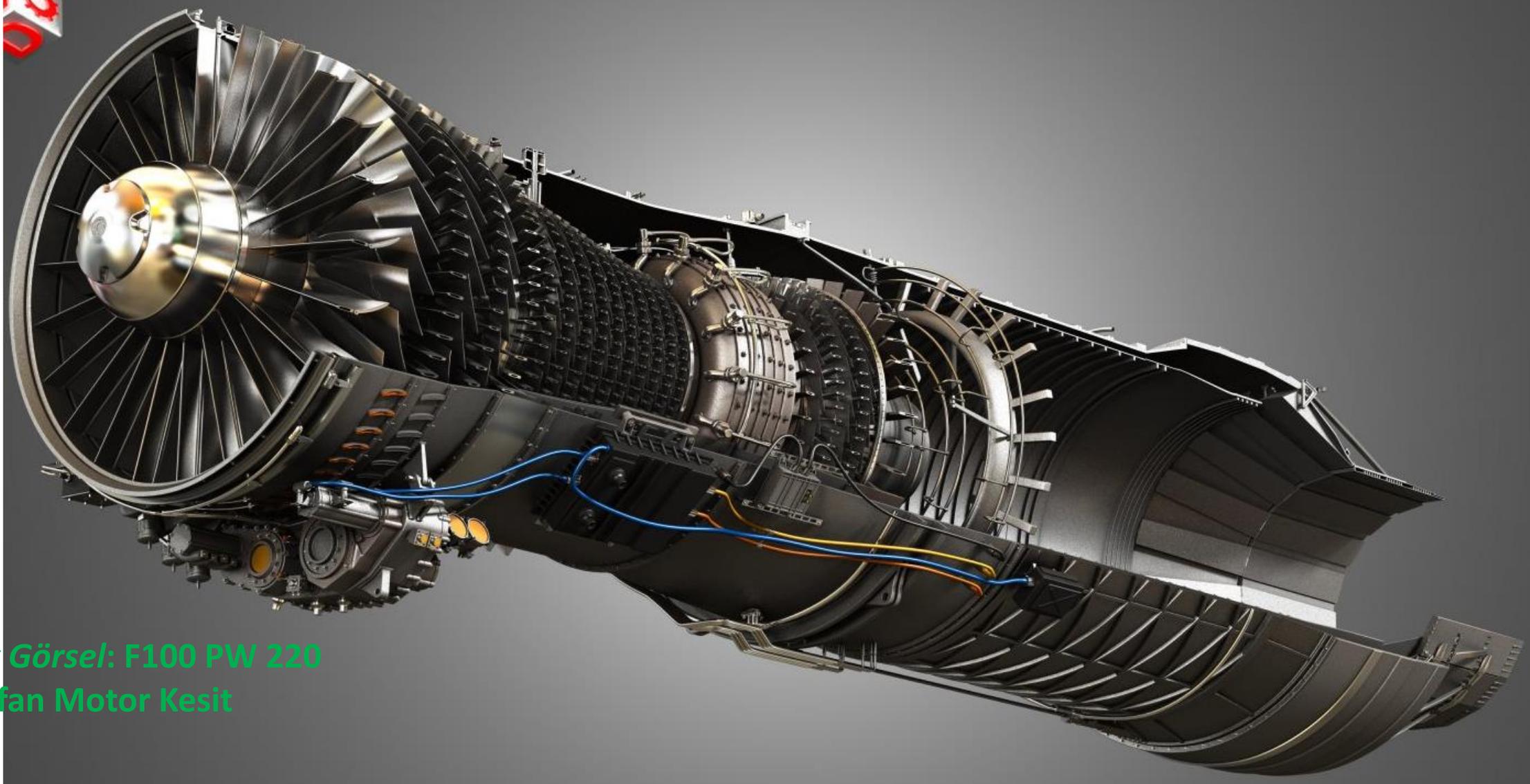
# Güç Sistemleri

- *Örnek Görsel:*

- Turbofan motor alt sistemleri ve yardımcı sistemleri:
  - Dişli kutusu
  - Pompalar
  - Yağlama sistemi
  - CSD: sabit hız sürücüsü
  - Alternatör vb...

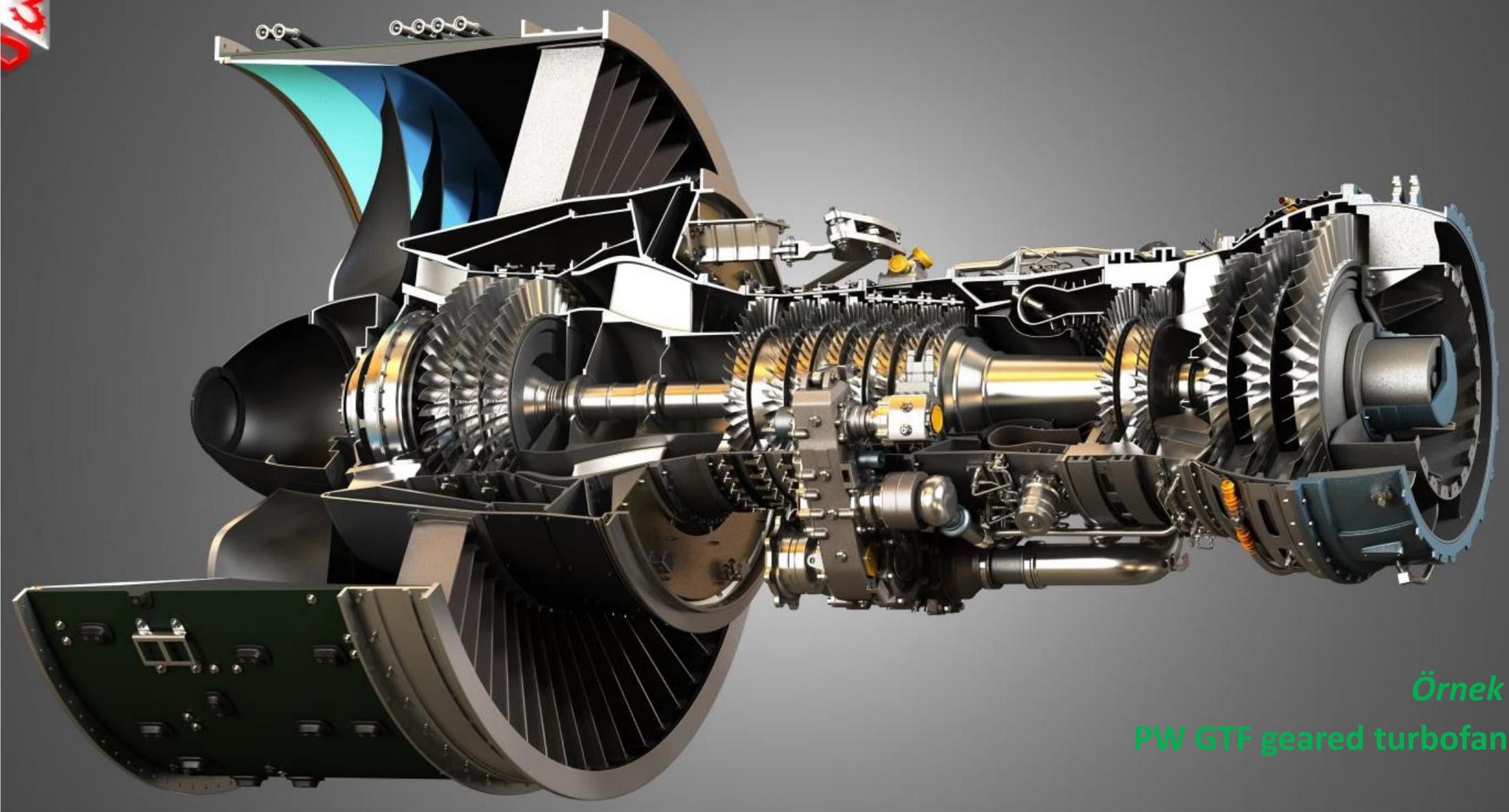


# Güç Sistemleri



**Örnek Görsel: F100 PW 220  
Turbofan Motor Kesit**

# Güç Sistemleri



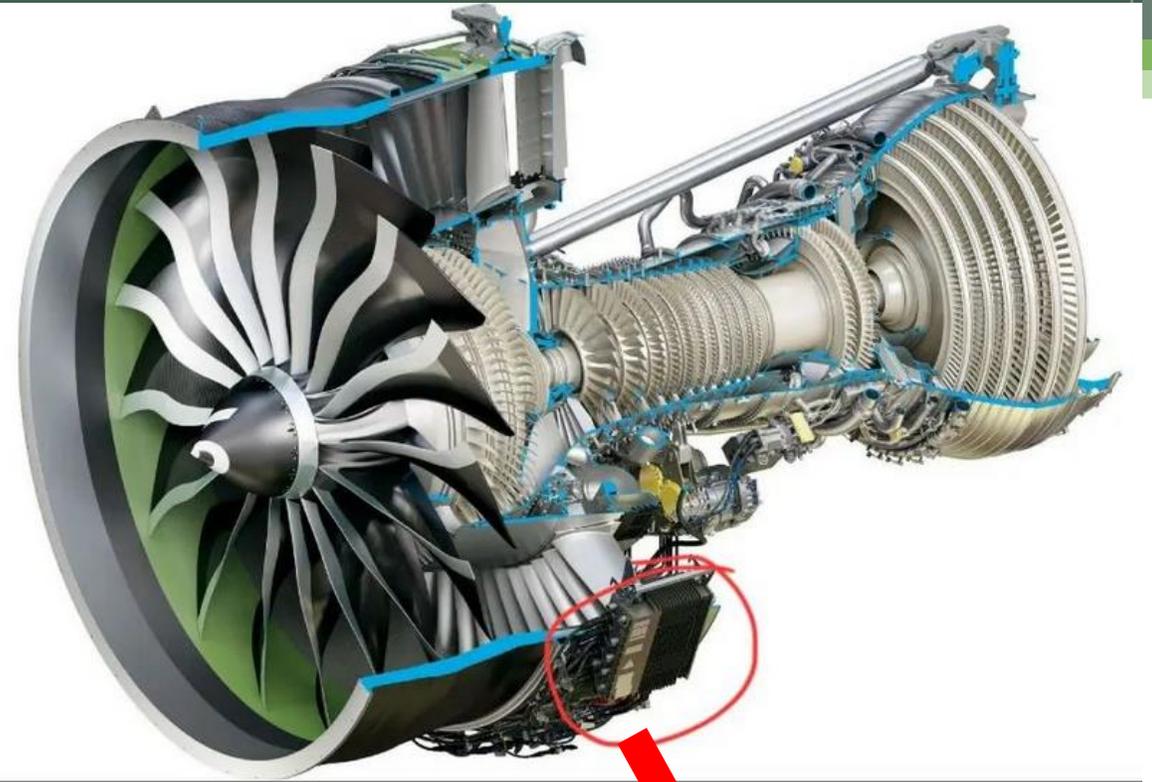
*Örnek GörSEL:*  
PW GTF geared turbofan engine

# Güç Sistemleri

## 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.



# Güç Sistemleri

## 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.

MUTK225 – Uçak Yapı ve Sistemlerine Giriş

## GÜÇ SİSTEMLERİ

**Hidrolik Güç**

# Hidrolik Güç Sistemi (ATA 29)

Hemen hemen tüm uçaklar, hidrolik olarak çalıştırılan bazı bileşenlerden yararlanır. Hafif genel havacılık uçaklarında bu kullanım, tekerlek frenlerini etkinleştirmek için basınç sağlamakla sınırlı olabilir. Daha büyük ve daha karmaşık uçaklarda, hidrolik olarak çalıştırılan bileşenlerin kullanımı çok daha yaygındır. İlgili uçağa bağlı olarak, aşağıdaki bileşenlerin herhangi birine veya tümüne güç sağlamak için tek bir hidrolik sistem veya birlikte çalışan iki veya daha fazla hidrolik sistem kullanılabilir:

---

✓ <b>tekerlek frenleri</b>	➤ <i>wheel brakes</i>
✓ <b>burun iniş takımı yönlendirme</b>	➤ <i>nose wheel steering</i>
✓ <b>iniş takımı geri çekme/açma</b>	➤ <i>landing gear retraction/extension</i>
✓ <b>flaplar ve slatlar</b>	➤ <i>flaps and slats</i>
✓ <b>ters itki sistemleri</b>	➤ <i>thrust reversers</i>
✓ <b>spoiler/hız frenleri</b>	➤ <i>spoilers/speed brakes</i>
✓ <b>uçuş kontrol yüzeyleri</b>	➤ <i>flight control surfaces</i>
✓ <b>kargo kapıları/yükleme rampaları</b>	➤ <i>cargo doors/loading ramps</i>
✓ <b>cam silecekleri</b>	➤ <i>windshield wipers</i>
✓ <b>pervane hatve kontrolü</b>	➤ <i>propeller pitch control</i>

---

# Hidrolik Güç Sistemi

Bir hidrolik sistem, hidrolik sıvı artı üç ana mekanik bileşenden oluşur. Bu bileşenler, "basınç üretici" veya hidrolik pompa, ilgili bileşene güç sağlayan hidrolik olarak çalıştırılan "motor" ve sıvıyı içeren ve gerektiğinde uçak boyunca yönlendiren sistem "tesisattır".

- 1) Pompa (basınç üretici)
- 2) Hidromotor veya silindir (hareketlendiriciler)
- 3) İletim hatları (tesisat)

# Hidrolik Güç Sistemi

## Hidrolik Sistem Yedekliliği (*Hydraulic System Redundancy*)

Hidrolik sistem yedekliliği, iki ana yolla elde edilir - **aynı sistem içinde çoklu sistemler** ve **çoklu basınç kaynakları**.

**Çoklu Basınç Kaynakları:** Hidrolik sistemlerde genellikle sisteme basınç uygulamak için birden fazla pompa bulunur. Bir sistemde bir veya daha fazla motor tahrikli pompa artı bir veya daha fazla elektrikli pompa olması oldukça yaygındır. Bazı durumlarda, bir manuel pompa da dahil edilmiştir. Bazı sistemler, motorlar çalışmıyorken yerdeyken yalnızca elektrikli veya manuel pompaları kullanır. Diğerleri, elektrikli pompayı/pompaları, iniş takımlarının geri çekilmesi gibi yüksek talep durumlarında ek bir basınç kaynağı sağlamak için veya motor tahrikli pompanın/pompaların kaybı durumunda birincil basınç kaynağı olarak kullanır. Birincil basınç kaynağı olarak bir elektrikli pompa kullanıldığında, yedek bir hidrolik basınç kaynağı olarak sisteme ikinci bir elektrikli pompa veya bir Ram Hava Türbini dahil edilebilir. Birden fazla basınç kaynağının sağlanması, tek bir bileşen arızası durumunda tüm hidrolik sistemin kaybedilmesini engeller.

**Çoklu Hidrolik Sistemler:** Birçok uçakta, uçuş kontrol yüzeyleri hidrolik olarak çalıştırılır. Bu durumlarda, bir hidrolik sistemdeki arızanın kontrol kaybına yol açmamasını sağlamak için her yüzeyde birden fazla hidrolik sistemden güç alan birden fazla aktüatör gereklidir. Modern ticari uçaklarda, uçuş kontrol yüzeylerine **üç bağımsız hidrolik sistem**den güç sağlamak yaygındır. Kontrol yüzeyi mimarisi, kontrolden ödün vermeden bu sistemlerden ikisinin arızalanmasına izin verir.

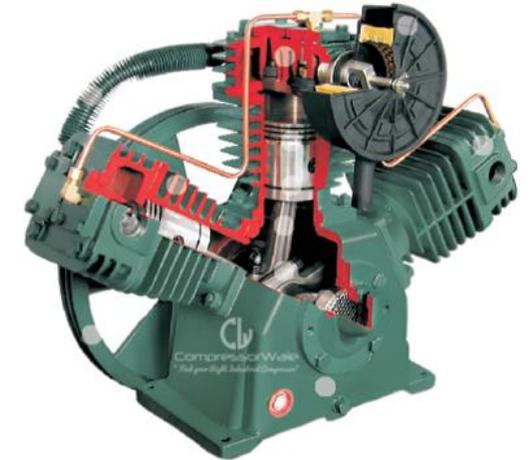
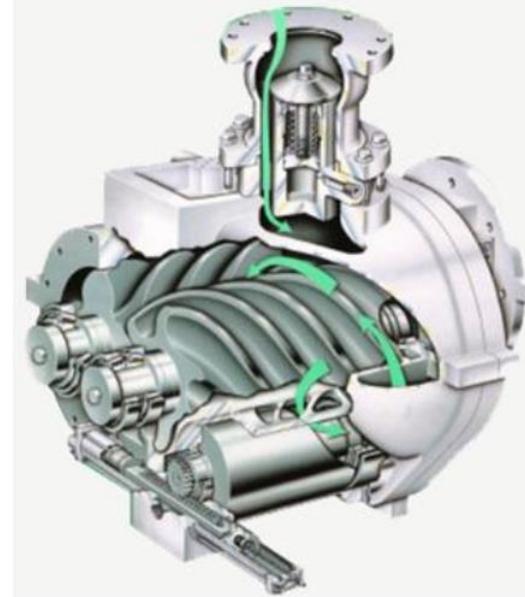
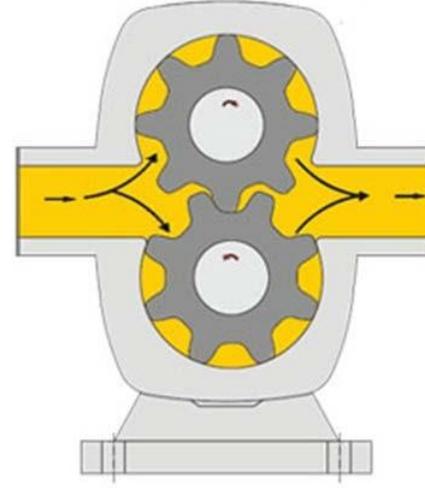
# Hidrolik Güç Sistemi

- *Hydraulic Power*

*(ATA 29)* Modül 11.11

# Hidrolik ve Pnömatik Akışkanlar

- **Sıvılar** (*sıkıştırılamaz*)
  - Örn: Su, jet yakıtı, benzin, hidrolik yağlar...
- **Gazlar** (*sıkıştırılabilir*)
  - Örn: Hava, oksijen, nitrojen, helyum...



# Hidrolik ve Pnömatik

## Akışkanların Taşınması, Akışkan İletici Makineler

Akışkanlar pompalar, fanlar ve kompresörlerle hareket ettirilirler. Bunlar akışkanın mekanik enerjisini artırır; enerjideki artış hızın, basıncın veya akışkanın yüksekliğini artırmada kullanılır. Enerji eklenmesinde en yaygın iki yöntem, dış kuvvetlerle pozitif yer değiştirme ve santrifüj etkidir. Bu yöntemlerle iki sınıf akışkan itici cihaz dizayn edilmiştir; bunlar akışkana,

- Doğrudan basınç uygulayan (pozitif yerdeğiştirme) cihazlar,
- Tork uygulayarak dönme sağlayan (santrifüj pompalar, blowerler ve kompresörler) cihazlardır.

Pozitif-yerdeğiştirmeli cihazlarda kuvvet, bir silindir içindeki pistonla (pistonlu pompalar), veya dönen basınç elemanlarıyla (döner pozitif yerdeğiştirmeli pompalar) sağlanır.

# Hidrolik ve Pnömatik Akışkanların Taşınması, Akışkan İletici Makineler

Pompalar ve fanlarda akışkanın yoğunluğu önemli derecede değişmez ve sıkıştırılmayan-akışkan teorisi geçerlidir. Blowerler ve kompresörlerde yoğunluk artışı çok büyüktür; bunlar sıkıştırılabilen-akışkan teorisine uyar.

Bu cihazların hepsinde akış kapasitesi (belirli bir yoğunlukta birim zamandaki volumetrik akım), güç ve mekanik verim önemlidir. Kullanım amacına uygunluk ve bakım kolaylığı da önemli özelliklerdir.

## Pompa (*Pump*)

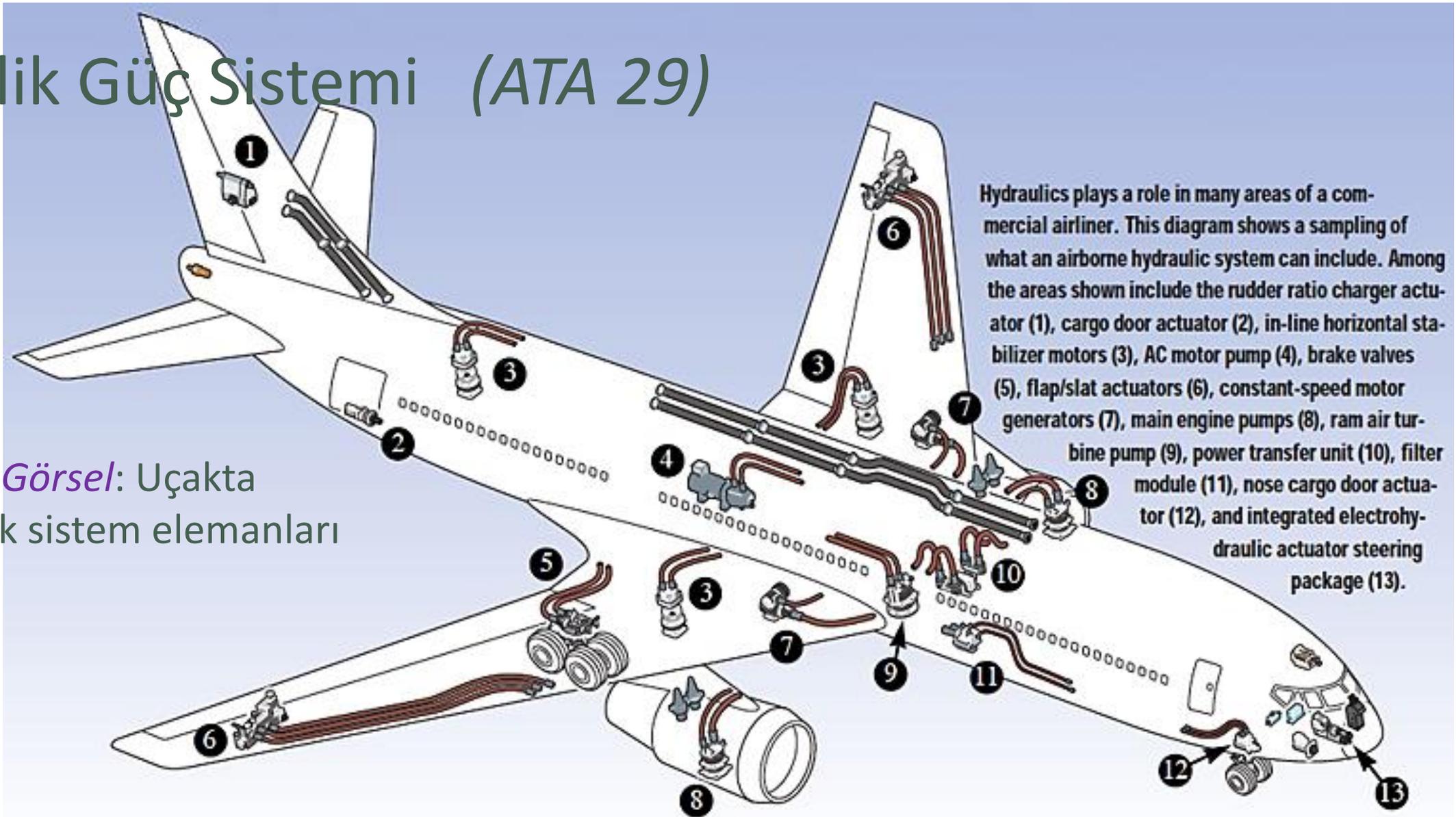
- **Sıvıları (sıkıştırılmaz akışkanları)** bir yerden başka bir yere aktarmaya, öteleme veya dönme hareketi ile basınçlandırmaya yarayan makineler/mekanizmalar

## Kompresör (*Compressor*)

- **Havayı veya diğer gazları (sıkıştırılabilir akışkanları)** ortam basıncından daha yüksek basınçlara, öteleme veya dönme hareketi ile sıkıştırmak için kullanılan makineler/mekanizmalar

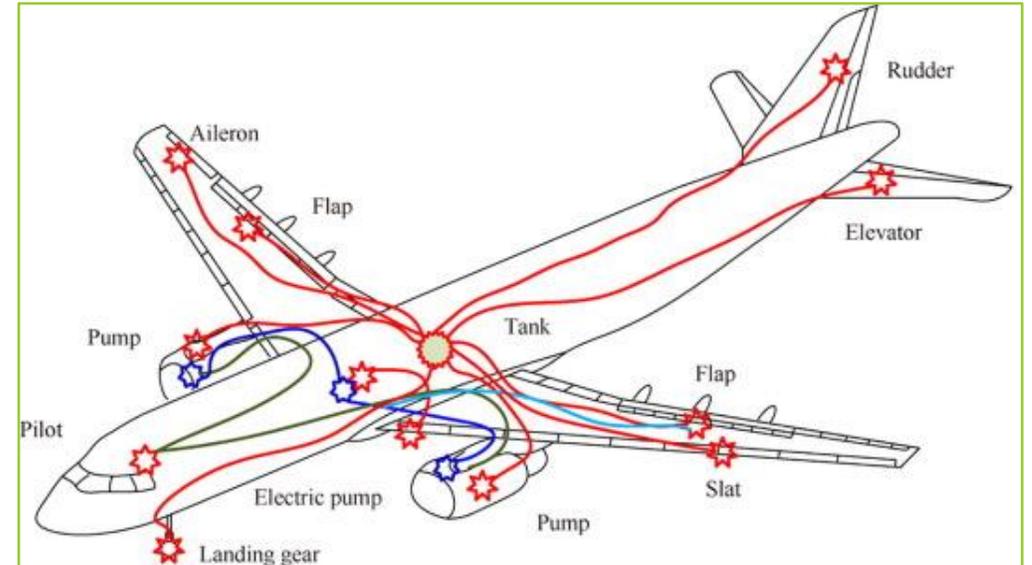
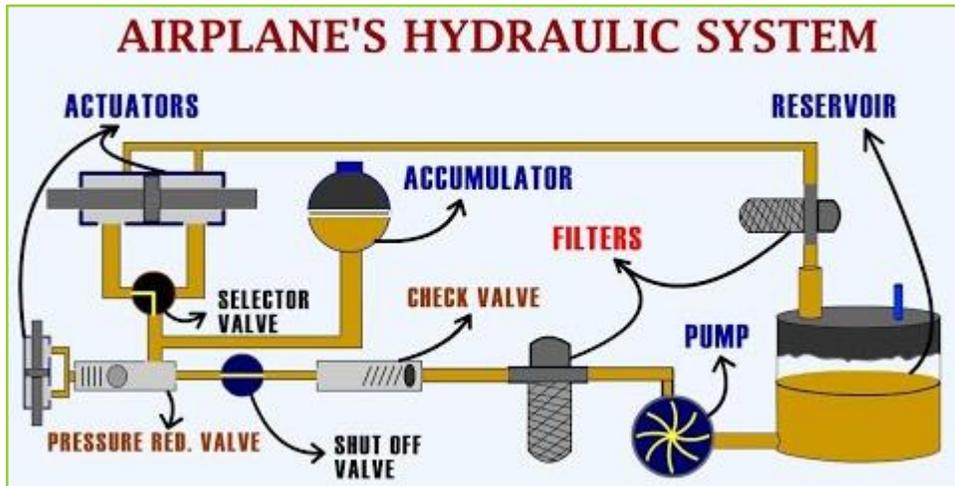
# Hidrolik Güç Sistemi (ATA 29)

- *Örnek Görsel:* Uçakta hidrolik sistem elemanları



# Hidrolik Sistem (ATA 29) Module 11.11

- Hidrolik sistem (*hydraulic system*): Sıvıların özelliklerinden faydalanılarak hareketlendiricilerin tahrik edilmesini sağlayan makine ya da ünitelerin bir araya getirilmesi ile oluşan sistemler.
- Kullanılan sıvılar: Hidrolik yağlarıdır.



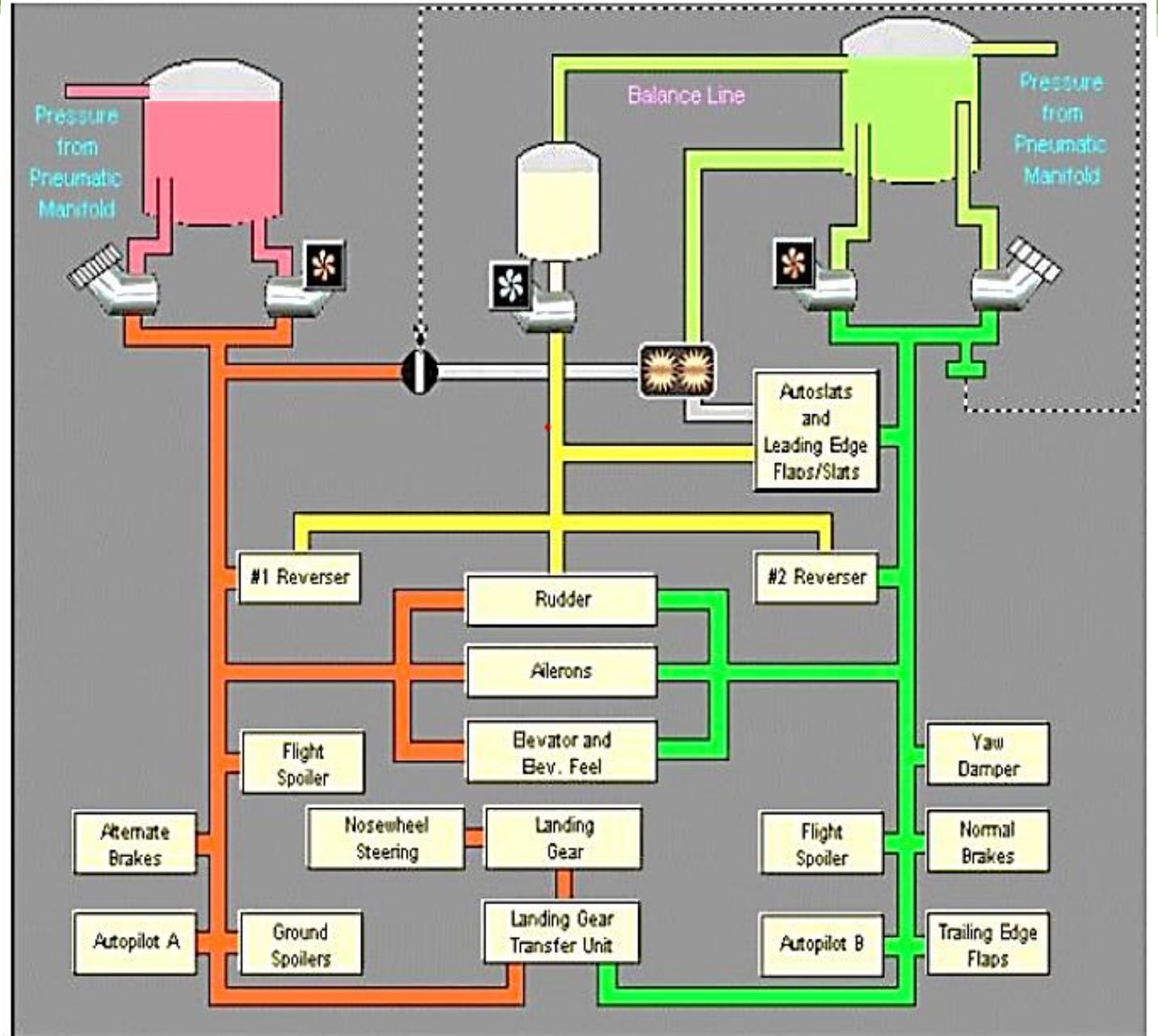
# Hidrolik Sistem *(ATA 29) Module 11.11*

- Uçaklarda kullanılan hidrolik sistemler genellikle şu **ana elemanlar**dan oluşur:

- Reservoir (depo, tank)
- Manifold (dağıtım bağlantısı)
- Tubing and hose (boru ve hortum)
- Fitting (bağlantı)
- Pump (pompa)
- Filter (filtre)
- Valve (valf)
- Accumulator (akümülatör, hidrolik akü)
- Regulator (regülatör)
- Fuse (sigorta)
- Actuating unit (çalıştırma ünitesi, hareketlendirici)
- Seal (kaçak önleyici, conta)
- Indicator / Panel (gösterge elemanları)

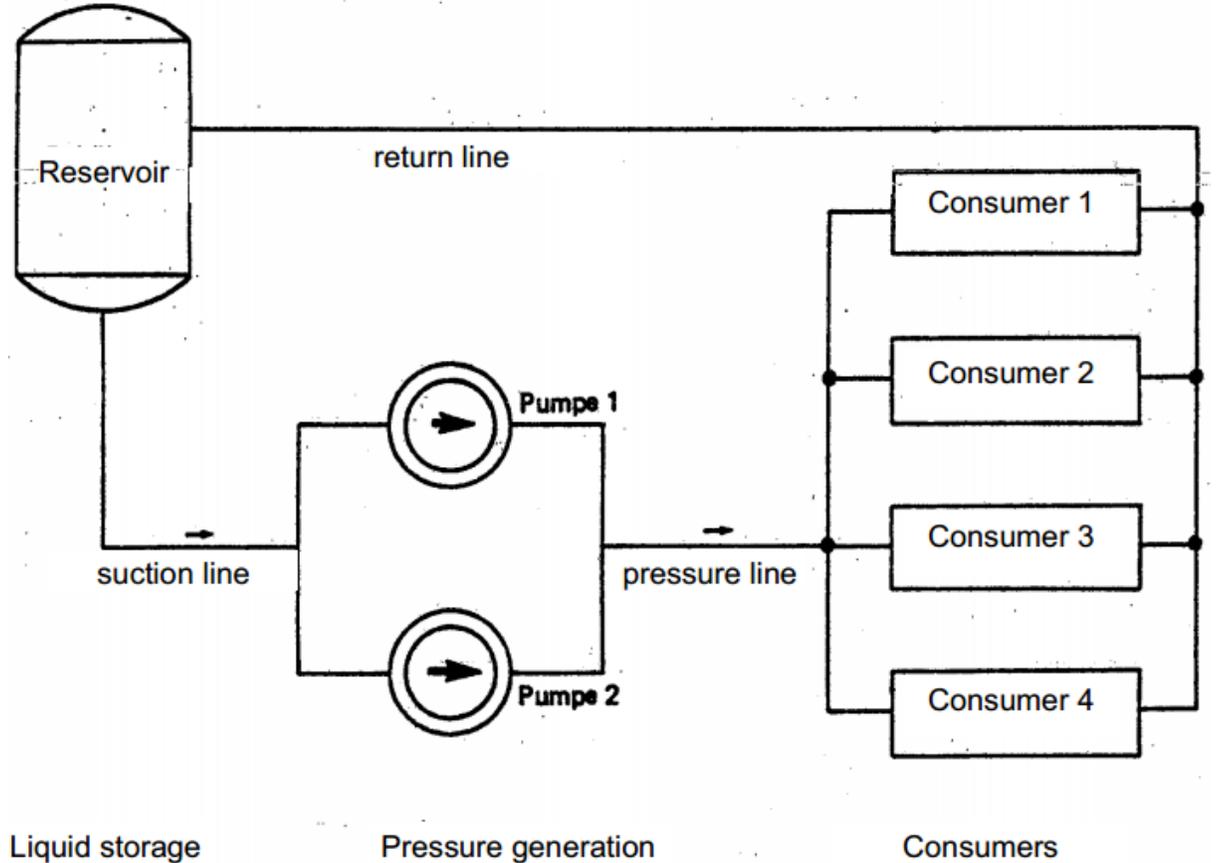
# Hidrolik Sistem

- *Örnek Görsel:* Airbus A320 tipi uçağın hidrolik güç dağıtım hattı şeması



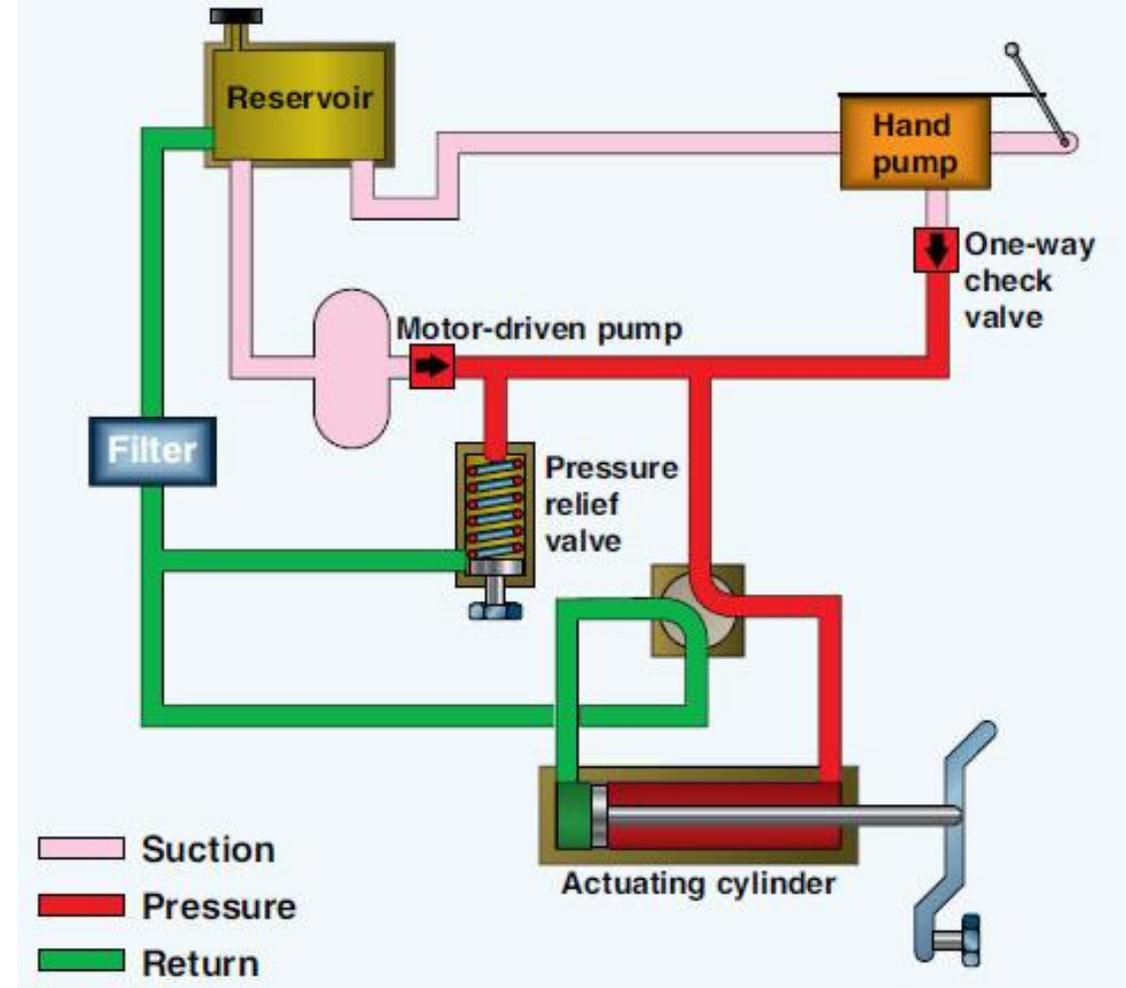
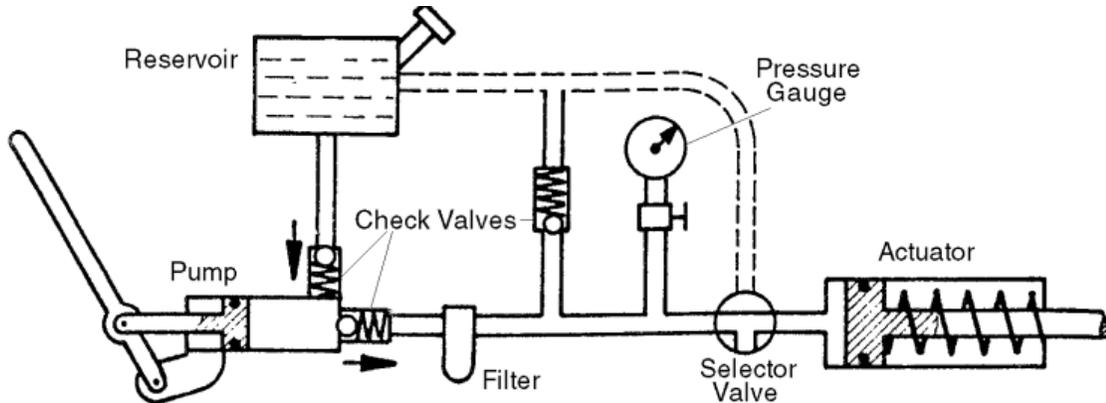
# Hidrolik Güç Sistemi (ATA 29)

- Hidrolik Sistem Bileşenleri
    - Tank, rezervuar, hazne, depo
    - Basınç üretici, pompa (*pump*)
    - İletim boruları, hortumlar (*line*)
    - Filtreler
    - Kontrol valfleri (yön, basınç vb.)
    - Akümülatör
    - Güç Tüketim Noktaları (*consumer #*)
- Örneğin:
- Uçuş kontrol yüzeyleri
  - İniş takımları (frenler, açma-kapama vb.)



# Hidrolik Güç Sistemi (ATA 29)

- *Örnek Görsel*: Basit yapılı, temel bir hidrolik sistemin şematik gösterimi  
(motorlu döner bir pompa yerine **el pompası** yer almaktadır)

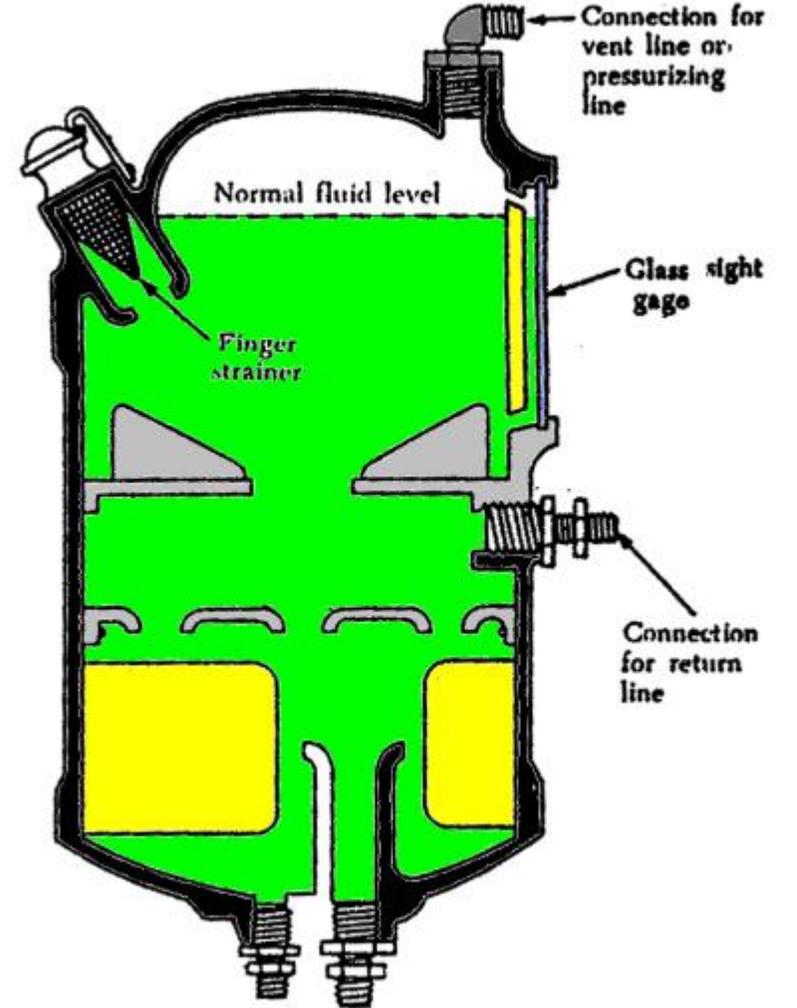


# Hidrolik Sistem

Depo, tank:

- Sistemin çalışması için gerekli olan sıvıyı muhafaza eder. Sistemde meydana gelebilecek kaçağın karşılanabilmesi için bir miktar fazla sıvıyı alabilecek hacimde imal edilir.
- Modern yolcu uçaklarındaki hidrolik sistemlerde genelde yüksek ısıya dayanıklı, korozyonu önleyen yağlar kullanılır, yine iniş takımlarında mineral esaslı MIL-H-5606 tipi yağ kullanılabilir.

*Örnek Görsel:* Hidrolik sistem deposu/tankı ==>>



# Hidrolik Sistem

Depo, tank:

- Her depo üzerinde bir seviye göstergesi (*sight gage*) bulunur. Depo ikmal ve diğer bakım işlemleri sırasında bu gösterge kullanılır.
- Sürekli değişen uçak irtifalarında normal atmosfer basıncının azalması ile beraber pompa veriminin düşmesi, sıvıda köpüklenme meydana gelmesi gibi sorunları ortadan kaldırmak için **hidrolik depolar uçak pnömatik sisteminden sağlanan hava basıncı ile basınçlandırılır**. Bu yöntemle depolar basınçlandırılırken bir hava basınç regülatöründen yararlanır.

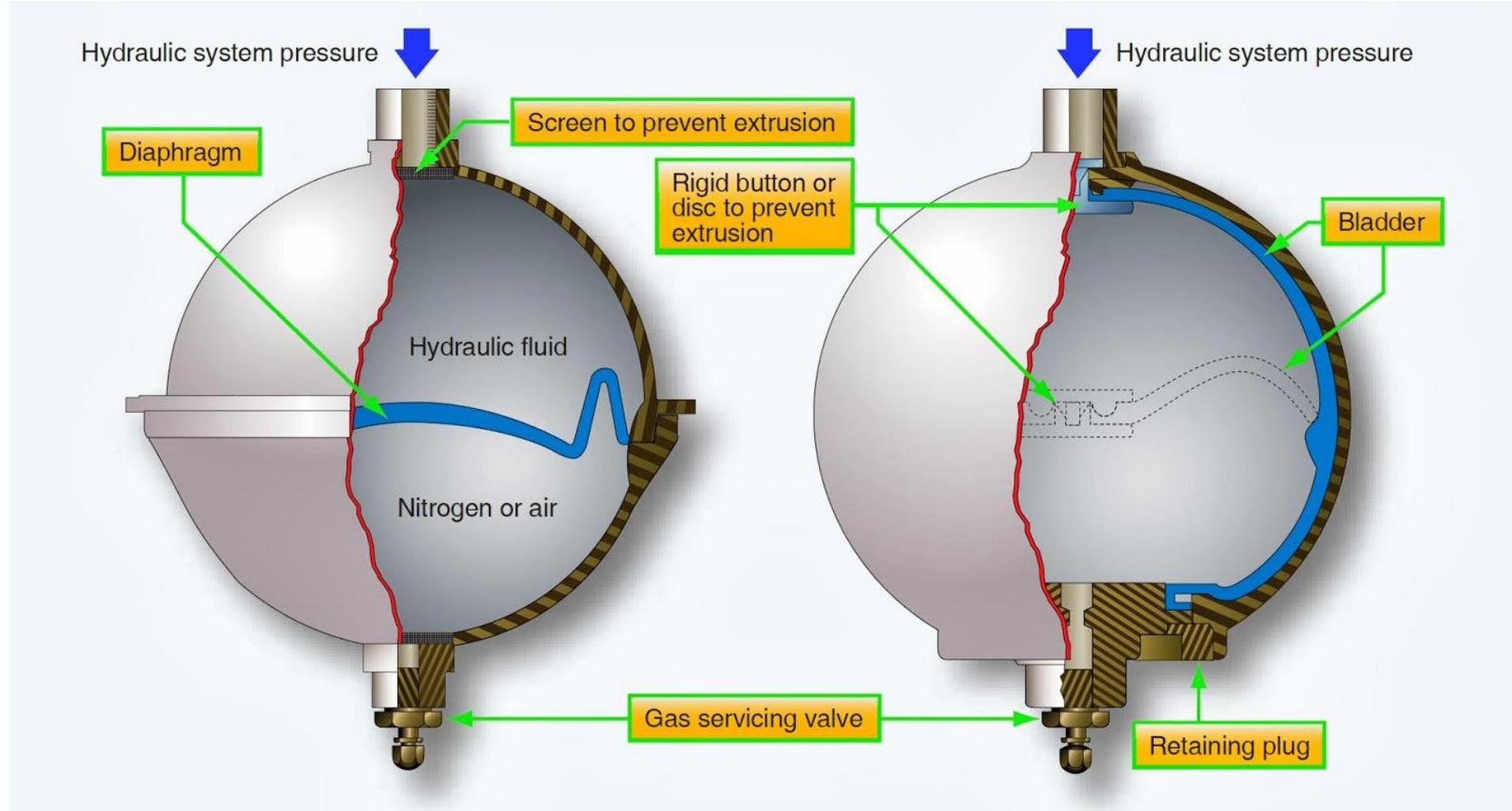
# Hidrolik Sistem

Hidrolik aküler, akümülatörler:

- Hidrolik sistem aküleri, sistemde oluşan pasif bazı etkileri ortadan kaldırmak için kullanılır. Basınç altında hidrolik sıvısı depolar.
- Aküler, hidrolik pompasının darbelerini sönmümler, sistemdeki kaçaıklardan dolayı ani basınç düşümlerini önler, sistemde birkaç alıcı (tüketici) birden çalıştığıında pompaya yardımcı olur ve ana pompaların elden çıkması durumunda acil (yedek) basınç kaynağı sağlar.
- Uçaklarda kullanılan hidrolik aküler genellikle küre şeklindedir.
- Her akü, bir sıvı ve gaz hücresi içerir. Bu hücreler birbirinden bir diyafram ile ya da bir piston ile ayrılmışlardır.
- Kullanımda sıvı depo eden hücre, istenilen değerde hava basıncı ile doldurulabilen ikinci hücre tarafından kumanda edilmektedir.
- Akülere gaz ikmali yapılırken sistem basıncı sıfırlanmalı ve ikmal boyunca gaz basıncı kontrol edilmelidir.

# Hidrolik Sistem

- *Örnek Görsel:*  
Küre şeklinde hidrolik aküler
  - Soldaki:  
Diyafram tipi
  - Sağdaki:  
Balon/Hava kesesi tipi



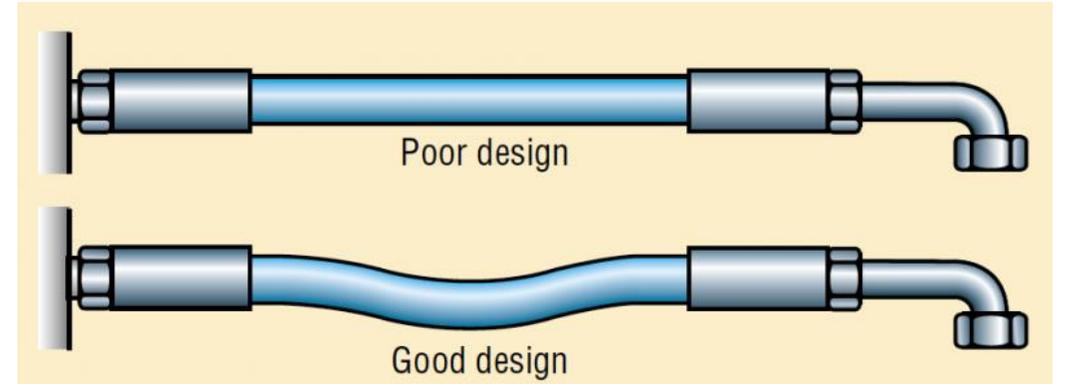
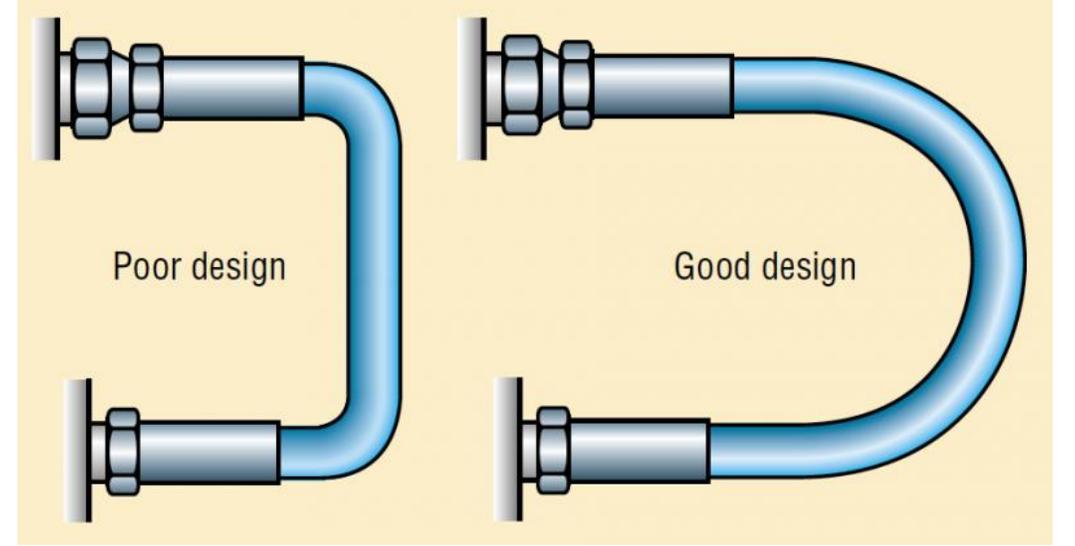
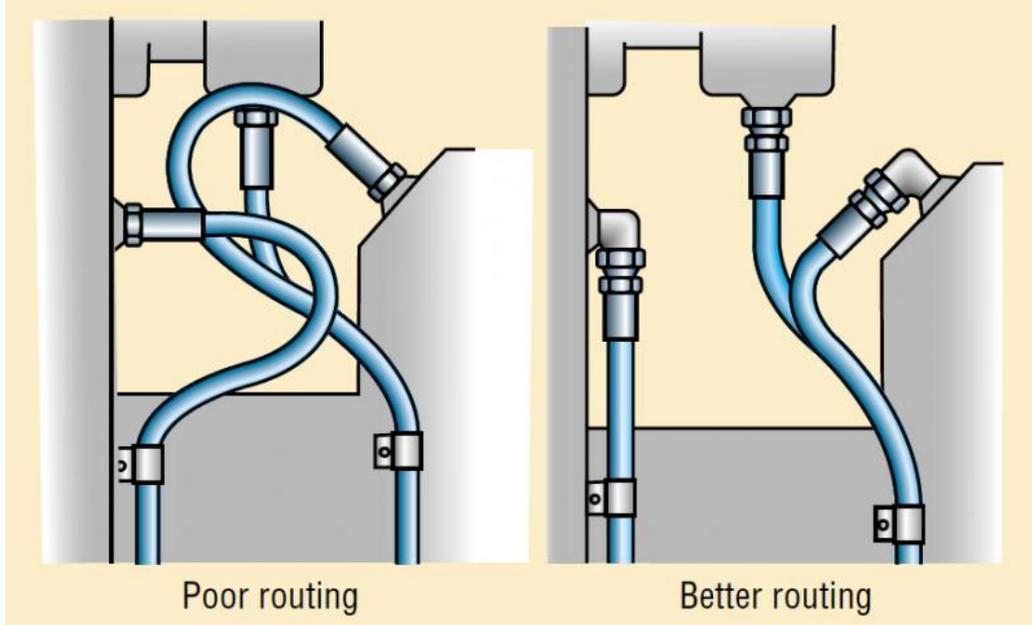
# Hidrolik Sistem

Borular, hortumlar (*pipes, hoses*):

- Uçak hidrolik sistemlerindeki sıvıyı, kontrollü olarak istenen şekilde gitmesi gereken ünite veya elemanlara gönderebilmek için hareketli ya da titreşimli yerlerde 'flexible' [esnek] veya halka borular kullanılır.
- Alüminyum borular, hafiflikleri ve işlenme kolaylıkları nedeniyle uçak sistemlerinde genellikle 1500 PSI (103,4 Bar) basınç altında çalıştırılır.
- Alaşımli özel borular ise 3000 PSI (206,8 Bar) basınç altında çalışabilir.
- Boru üzerinde hangi sisteme ait olduğuna dair bir tanııtım bandı bulunur.

# Hidrolik Sistem

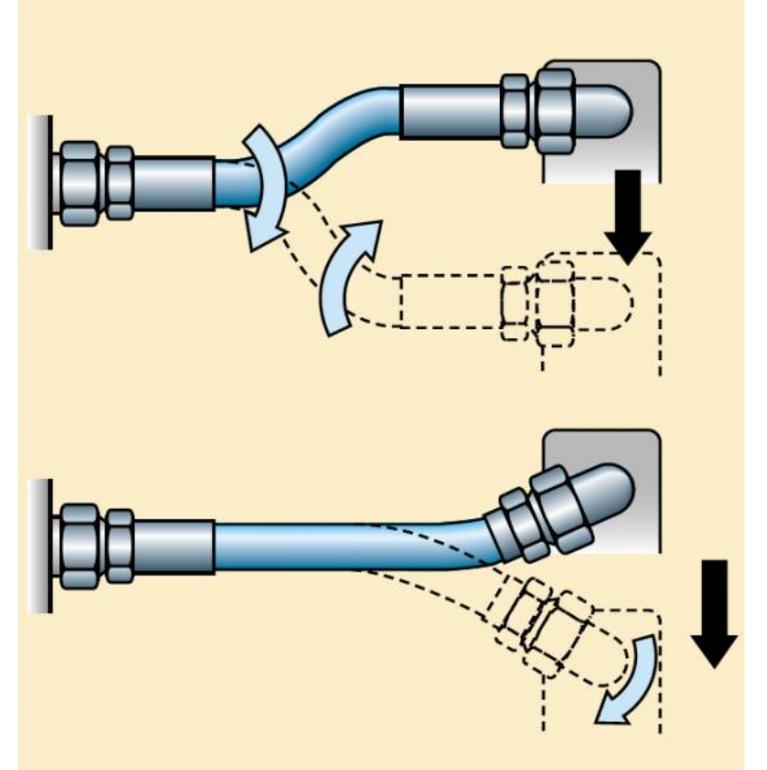
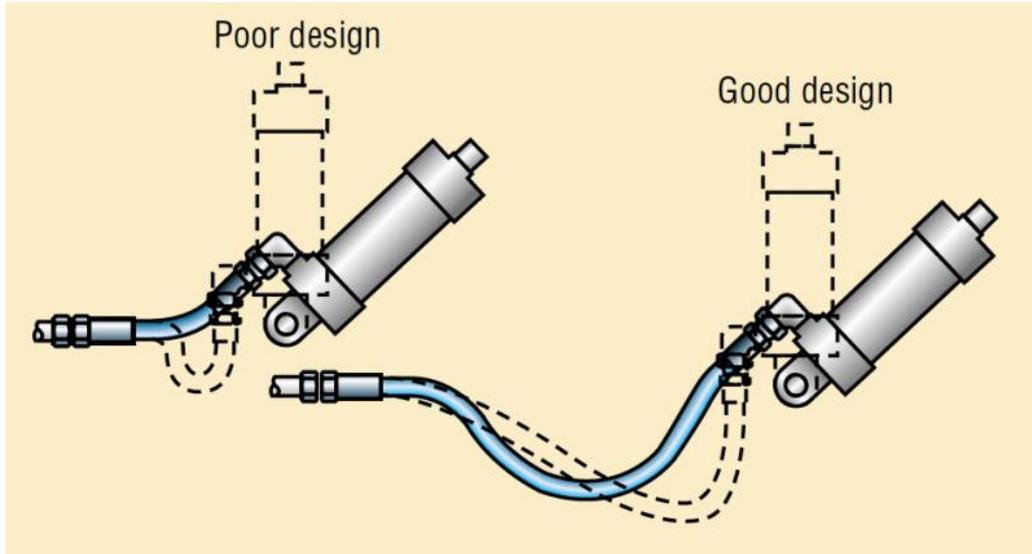
Boru ve hortum montajında dikkat edilecek hususlar:



# Hidrolik Sistem

Boru ve hortum montajında dikkat edilecek hususlar:

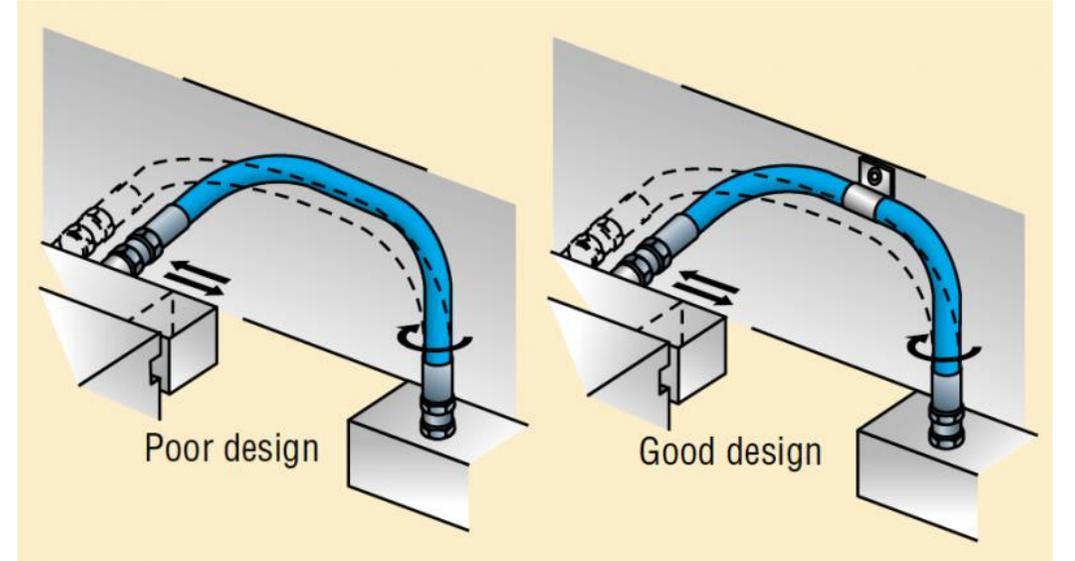
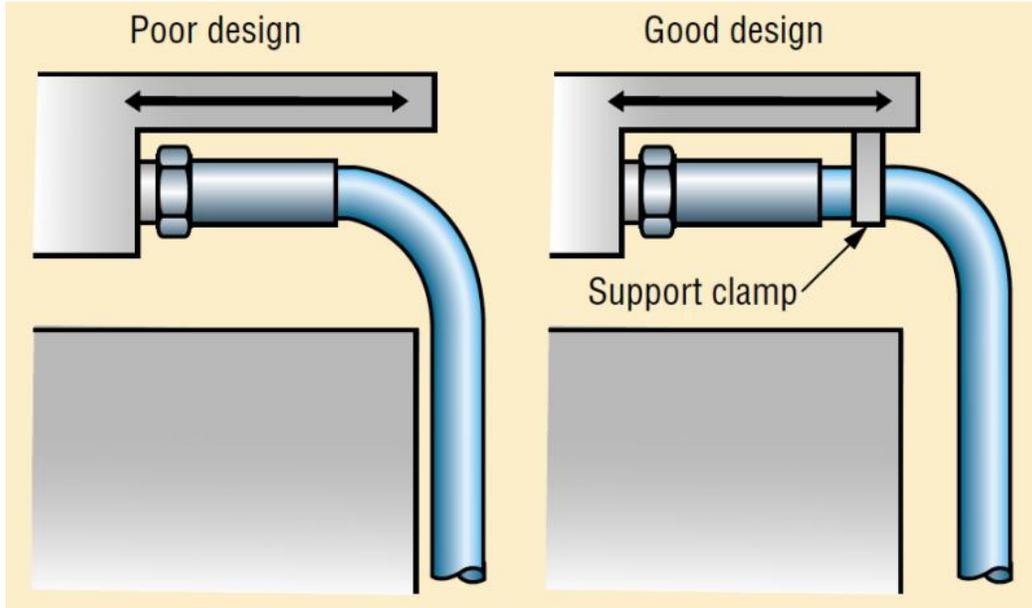
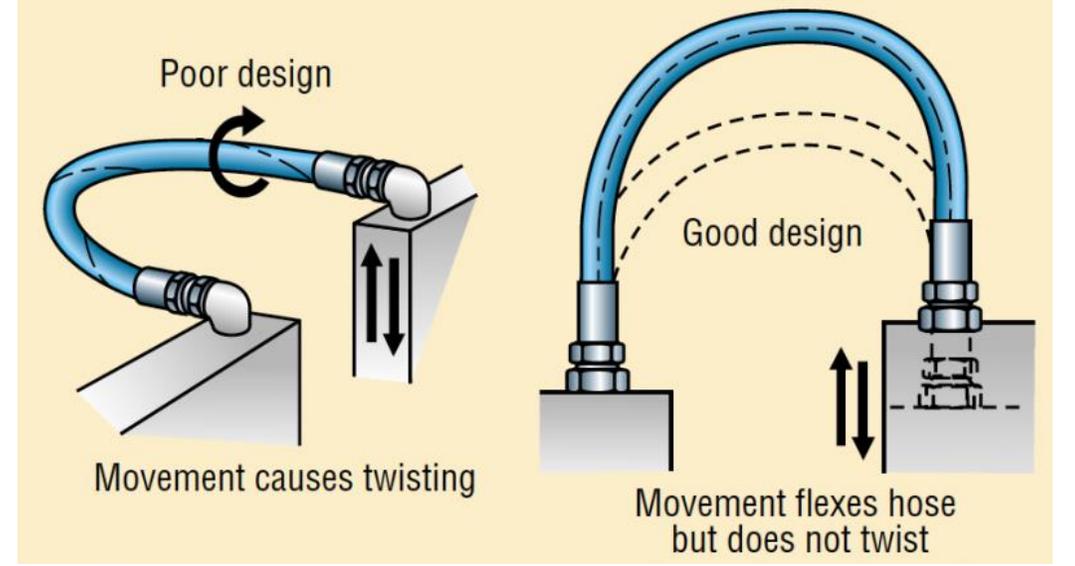
- Sistemde hareket varsa, hortum boyu harekete izin verecek şekilde pay bırakılarak belirlenmeli



# Hidrolik Sistem

Boru ve hortum montajında dikkat edilecek hususlar:

- Keskin köşeler, titreşim ve görece hareket yönleri dikkate alınarak montaj yapılmalı



# Hidrolik Sistem

## Filtreler:

- Sisteme giren yabancı maddelerin temizliğini filtreler yapar.
- Sıvıda filtreleme sayesinde sistem elemanlarının arızalanması önlenmiş olur.
- Filtre üzerinde filtre elemanının kirlendiğini gösteren göstergeler bulunur.
- Süzme elemanları tel veya kâğıt malzemedendir.
  - Tel olanlarda mesh (örgü) sayısı; kâğıt olanlarda micron [mikron –  $10^{-6}$  metre] sayısı sisteme uygun olmalıdır.
  - Mesh sayısı bir inch karedeki örgü sayısı olarak mikron sayısı ise 1/25400 inch olarak tanımlanır.
  - Tel filtreler paslanmaz çelikten, kâğıt filtreler de özel kâğıtlardan yapılır.
  - Tıkanmış olan tel filtreler temizlenip tekrar kullanılır. Kâğıt filtreler tıkanıklarında tekrar kullanılamaz.

# Hidrolik Sistem

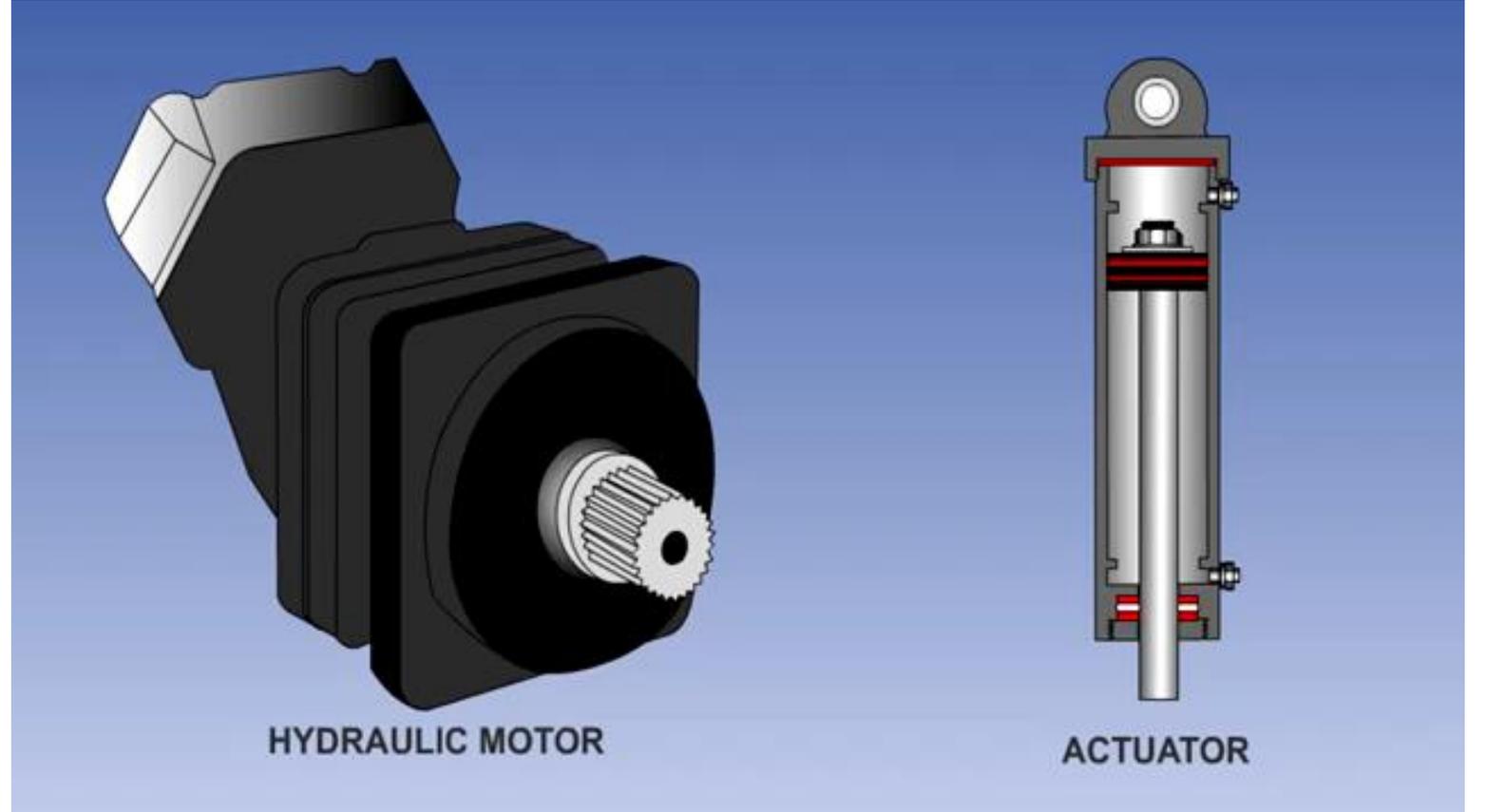
Hareketlendiriciler, çalıştırma üniteleri (*actuators*):

- Hidrolik basıncı mekanik enerjiye çevirerek doğrusal veya dönel hareket elde edilir
- Hidrolik silindir, hidromotor vb.
- Kullanım amacına ve fiziki görünümüne göre farklı birçok çeşitleri vardır
- Aktüatörler yapısal olarak gövde, piston ve piston kolundan oluşur
- Bazılarının gövdeleri sabit, pistonu hareketli; bazılarının pistonları sabit, gövdeleri hareketlidir

# Hidrolik Sistem

*Örnek Animasyon:* Hidrolik hareketlendiriciler (*hydraulic actuators*)

- Hidromotor (dönel)
- Hidrolik Silindir (doğrusal)



# Hidrolik Güç Sistemi / Pompalar (*Basınç Üreteci*)

- Basınç Üreteci; Pompa çeşitleri
  - Dişli pompalar (*gear pumps*)
  - Pistonlu pompalar (*piston pump*)
  - Gerotor pompalar (*gerotor pump*)
  - Kanatlı (paletli) pompalar (*vane pump*)
  - Loblu pompalar (*lobe pump*)

# Hidrolik Güç Sistemi / Pompalar (*Basınç Üreteci*)

- Bir hidrolik sistemde sıvı basıncının oluşması için pompalar kullanılır. Pompalar hidrolik sisteminin güç kaynağıdır. Pompanın çalışabilmesi için mutlaka bir dönü hareketinin ya da doğrusal hareketin olması gerekir.
- Hidrolik pompalar, amaçlarına göre değişik tiplerde imal edilir. Günümüzde havacılıkta dişli tip, gerotor tip (trokoid), kanatlı tip, pistonlu tip, açılı tip ve kamlı tip pompalar kullanılmaktadır.
- Uçaklarda daima iki çeşit pompa kullanılır. Bunlarda biri; sistemin ana güç kaynağı olarak kullanılan, güçlerini uçak ana motorlarından alan pompalardır. Diğer pompa çeşidi ise motorların yerde çalışmadığı yahut bir sebepten havada ana motorun elden çıktığı durumlarda kullanılmak üzere uçağa yerleştirilmiş elektrikle çalışan pompalardır. Her pompanın kokpitte bir kumanda şalteri bulunur. Ana pompaların kumanda şalterleri daima ON pozisyonundadır. Diğer elektrikli pompalar, isteğe göre çalıştırılır.

# Hidrolik Güç Sistemi

## Pompa Tipleri: \*Hacimsel Pompalar

Yer değiştiren (ötelenen) hacim prensibi ile çalışan pompalara **hacimsel pompalar** denir. Hacimsel pompalar, belli bir hacimdeki sıvıyı önce silindir veya gövde içine alır ve daha sonra hareketli bir parça bu hacmi işgal ederek sıvıyı pompalar. Hareketli parça ileri geri hareket yapan ya da dönme hareketi yapan bir aksam olabilir.

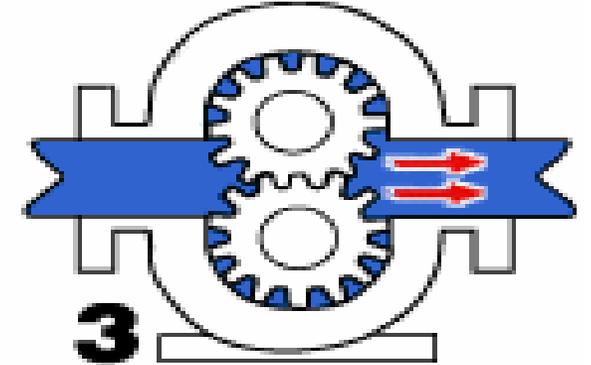
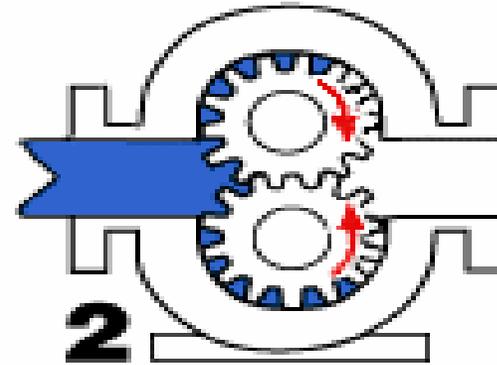
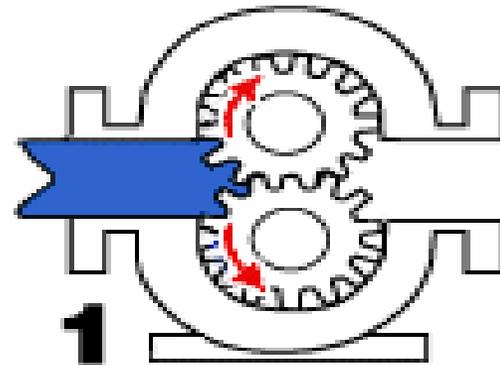
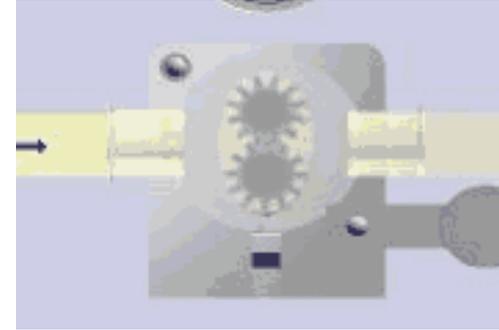
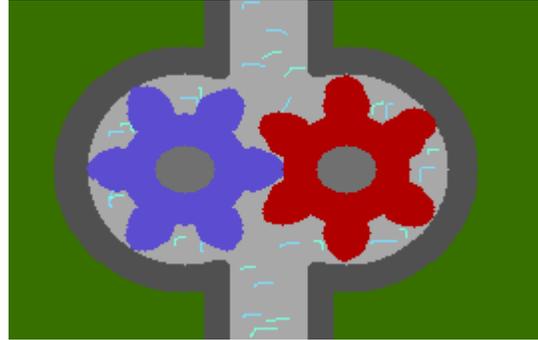
Volümetrik pompalarda bir devirde yer deęiřtiren hacim dönen veya ötelenen elemanla gövde arasında kalan hacimdir.

\*Hacimsel, volümetrik, pozitif deplasmanlı/iletimli gibi isimler ile anılabilir.

# Hidrolik Güç Sistemi / Pompalar (*Pumps*)

## Dişli Pompa

- *Örnek Görseller:*  
Dişli Pompalar



# Hidrolik Güç Sistemi / Pompalar (*Pumps*)

## Dişli Pompa

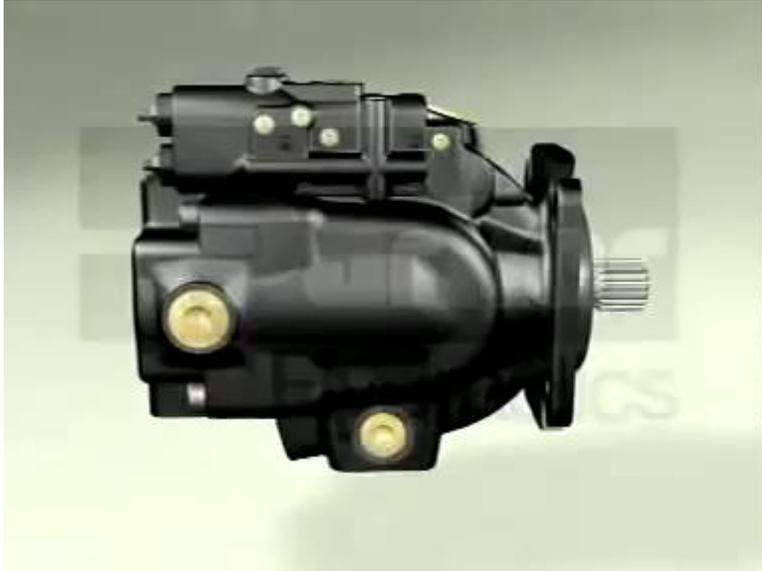
- *Örnek Animasyon:*  
Dişli Pompalar



# Hidrolik Güç Sistemi / Pompalar (*Pumps*)

## Değişken Deplasmanlı Pistonlu Tip Hidrolik Pompa

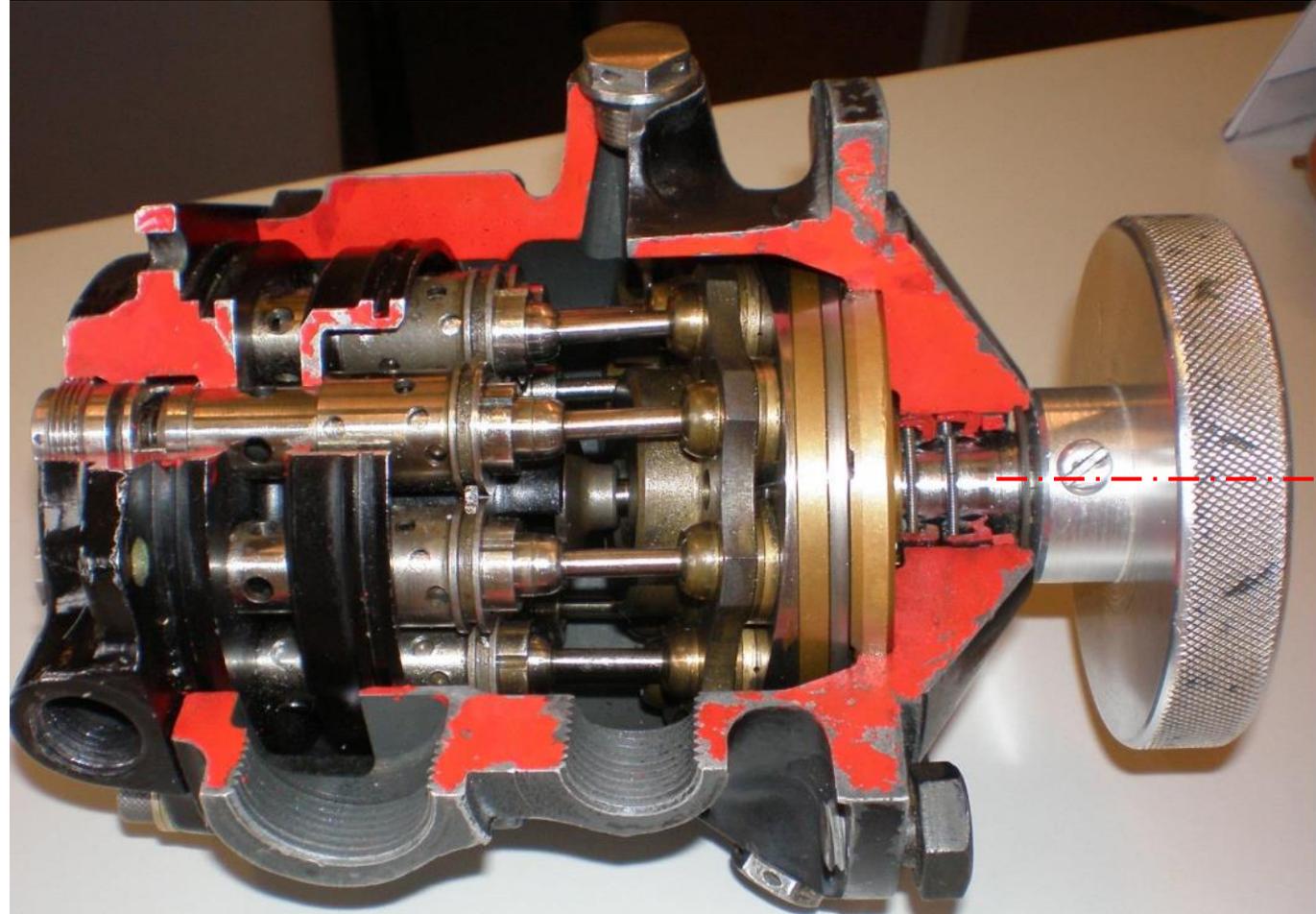
- *Örnek Animasyon*: Pistonlu Tip Hidrolik Pompa (*variable displacement piston pump*)



# Hidrolik Güç Sistemi / Pompalar (*Pumps*)

## Değişken Deplasmanlı Pistonlu Tip Hidrolik Pompa

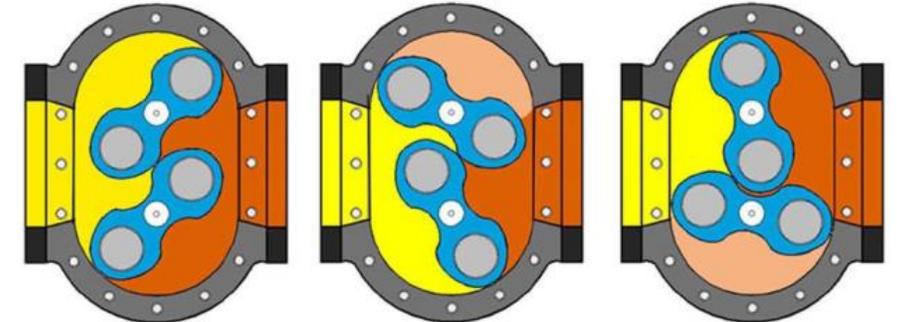
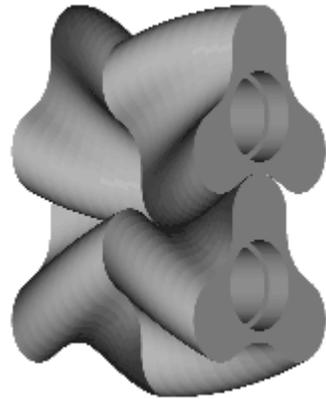
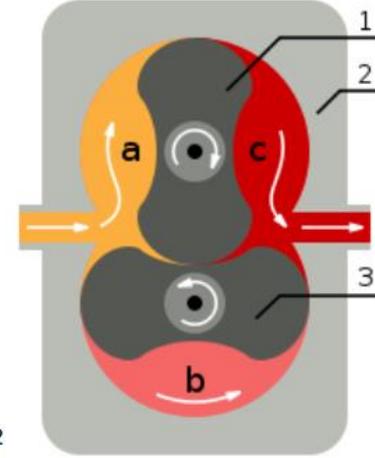
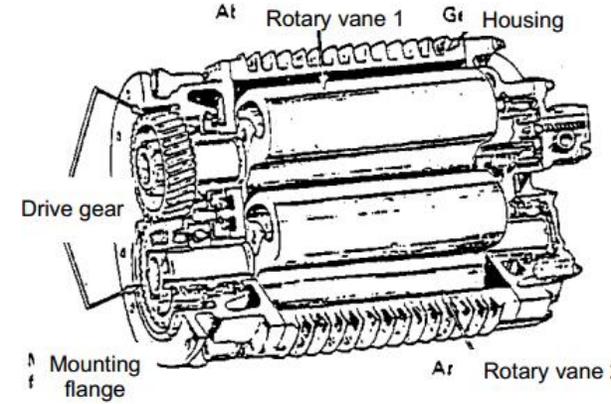
- *Örnek GörSEL*: Pistonlu Tip Hidrolik Pompa (*variable displacement piston pump / cam-type design*)



# Hidrolik Güç Sistemi / Pompalar (*Pumps*)

## Loblu Pompa

- *Örnek Görseller:*  
Loblu Pompalar



# Hidrolik Güç Sistemi / Pompalar (*Pumps*)

## Gerotor Pompa

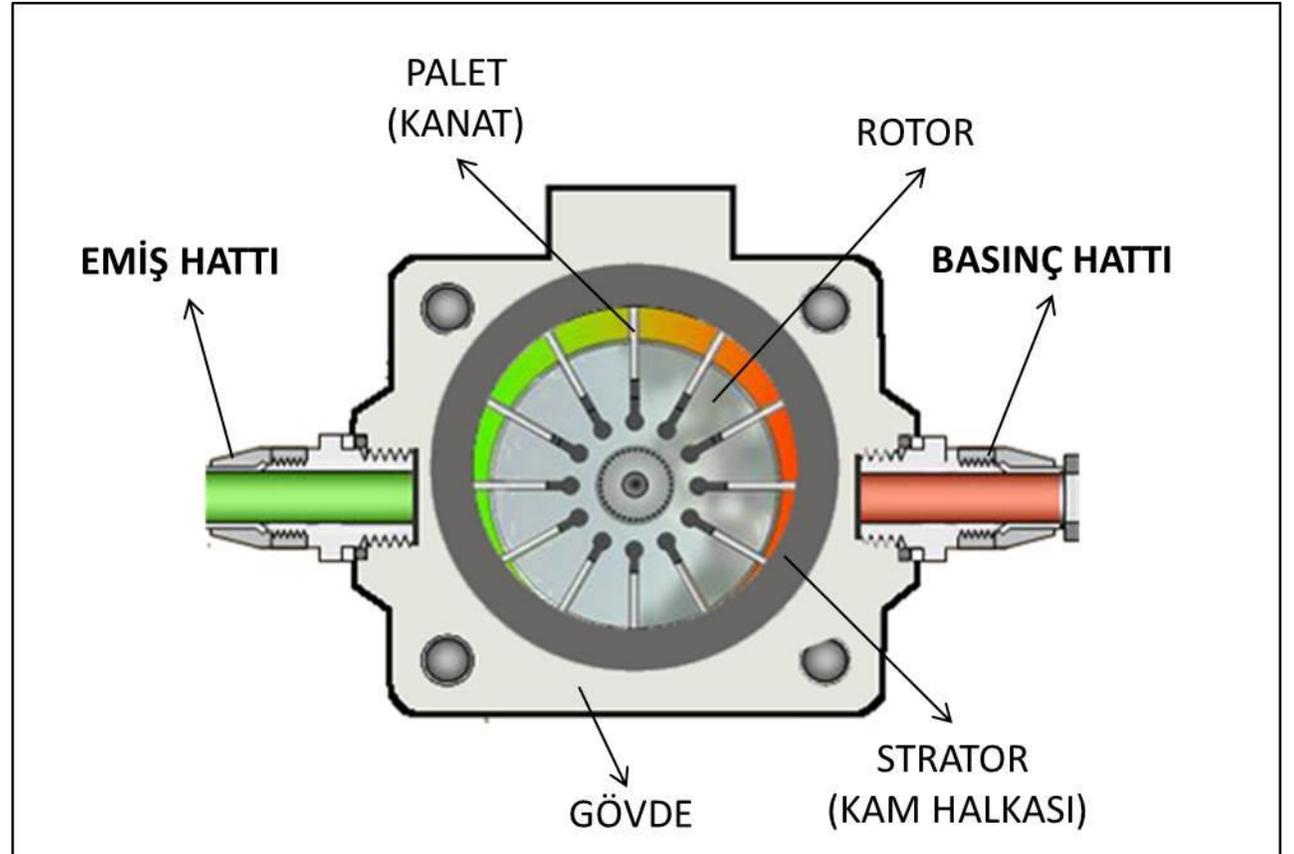
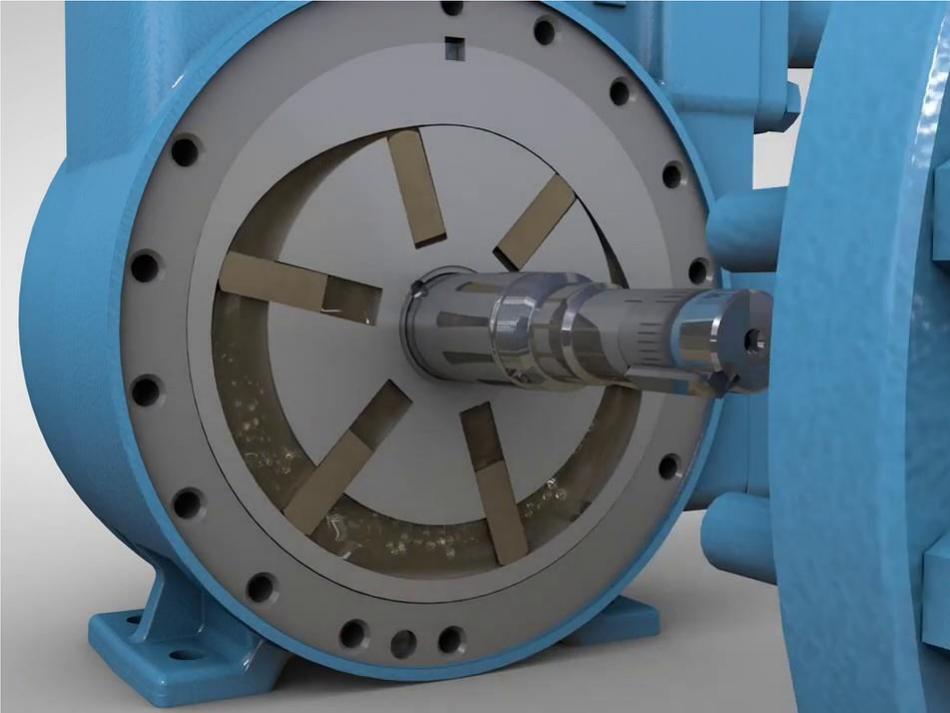
- *Örnek Görseller:*  
Gerotor Pompalar



# Hidrolik Güç Sistemi / Pompalar (*Pumps*)

## Paletli Pompa

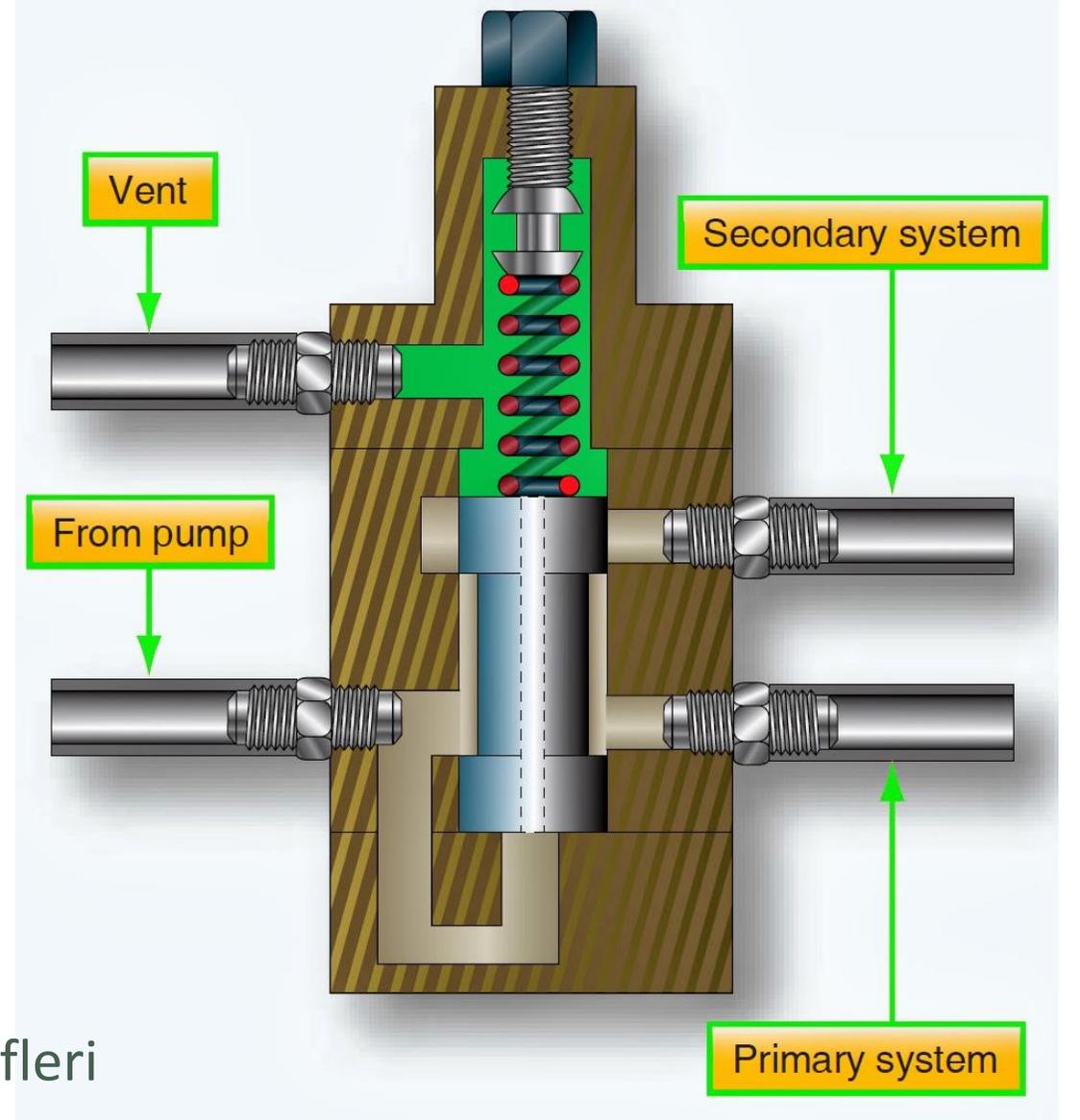
- *Örnek Görseller:*  
Paletli Pompalar



# Hidrolik Sistem

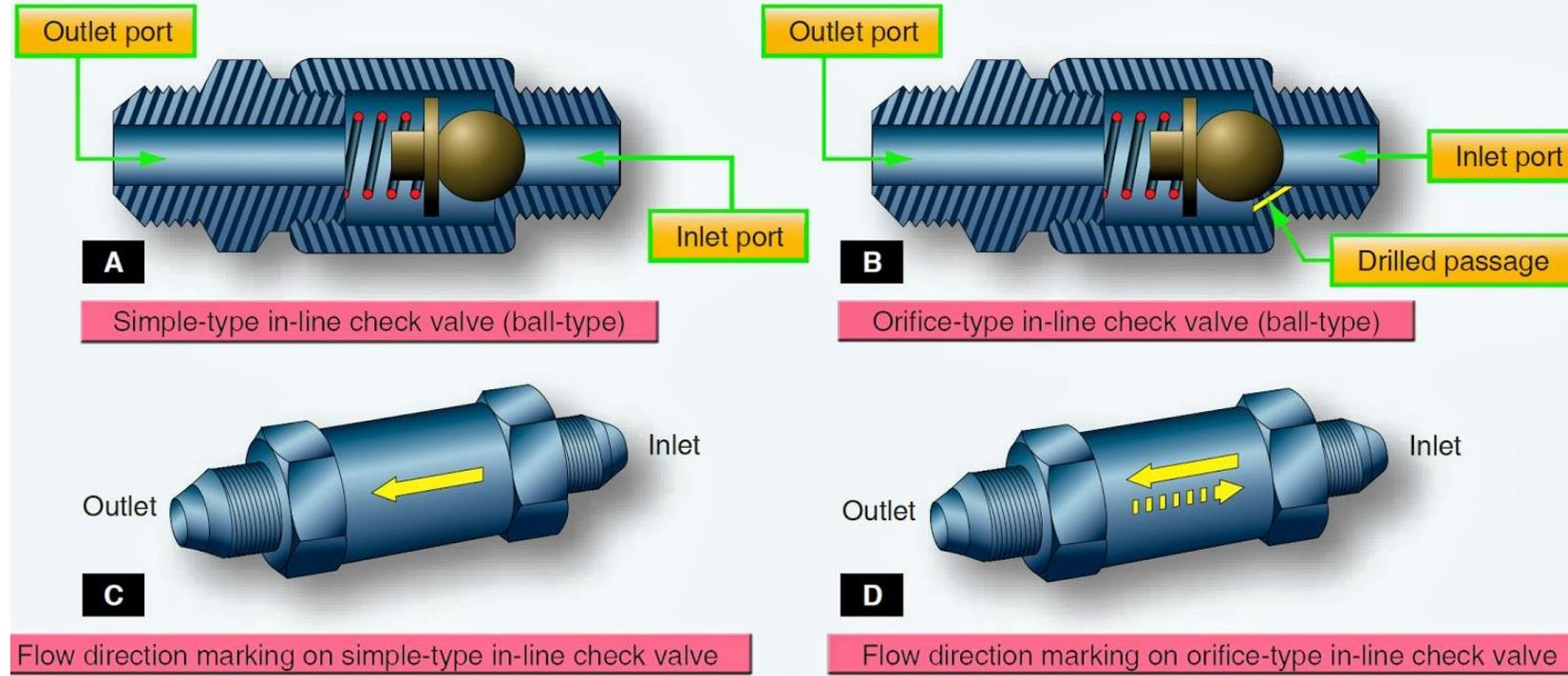
## Valfler:

- Yangın kesme valfleri
- Çek valfler
- Kısıtlayıcılar
- Basınç düşürme valfleri
- Emniyet valfleri
- Öncelik valfleri
- Kumanda valfleri
- Numune alma, kaçak kontrol, boşaltma valfleri



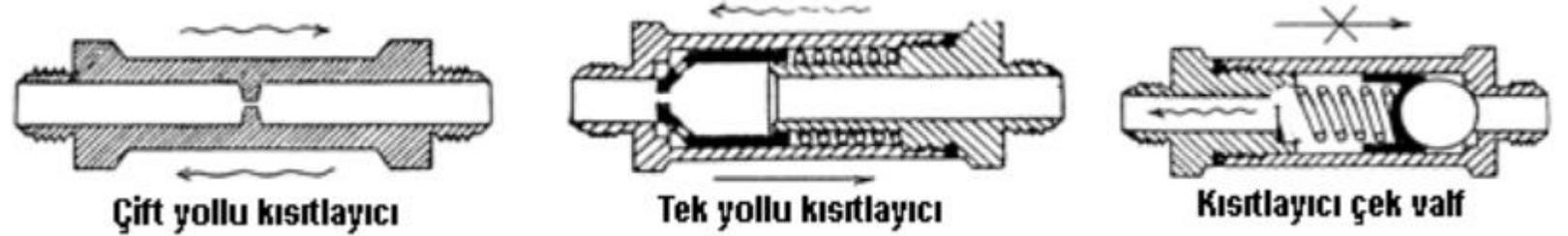
# Hidrolik Sistem

## Çek Valfler:



- Hidrolik sistemin bazı kısımlarında, hidrolik sıvısını basınç altında tutmak için kullanılır. Bu valfin en fonksiyonel özelliği tek bir tarafa akışa izin vermesidir. Valf üzerindeki bir ok, valf sisteme takılırken akışın ne tarafa doğru olduğunu gösterir. Yapısal olarak cone (konik popet) veya ball (bilye) tip şekillerinde imal edilir.

# Hidrolik Sistem / Valfler



## Yangın Kesme Valfleri

Hidrolik sistemde depo ile pompalar arasına yerleştirilen yangın kesme valflerinin kullanım amacı, uçak motorlarında yangın çıkması durumunda pompalara giden hidrolik sıvısının yolunu kesmektir. Bu valfler, kokpitteki bir kol [*fire handle* (yangın kolu)] aracılığı ile mekanik olarak ya da elektrik gücüyle çalıştırılır. Valf, normalde açık pozisyonundadır.

## Kısıtlayıcılar

Sistemdeki bazı kullanıcıların çalışma hızını yavaşlatmak için sisteme dâhil edilen, sıvı akışını kısıtlayan dar kanallardır. Bu valflerin üç çeşidi bulunmaktadır. Bunlar; çift yöllü kısıtlayıcılar, tek yöllü kısıtlayıcılar ve kısıtlayıcı çek valflerdir. Çift yöllü kısıtlayıcılar, sıvı akışını her iki yönde de yavaşlatır. Restriktör (*restrictor*) veya orifis (*orifice*) adı da verilir.

# Hidrolik Sistem / Valfler

## **Basınç Düşürme Valfleri**

Normal sistem basıncından daha düşük bir basınç değerinde çalışması gereken alıcılar için kullanılır. Bu valfler ters akışa izin vermemektedir. Valf çıkış basıncı istenilen değere ayarlanabilir.

## **Emniyet Valfleri**

Bu valfin çalışmasında, istenilen limit basınç değerine göre ayarlanmış bir yayın bilye ya da popete kumanda etmesi söz konusudur. Sistemde aşırı basınç meydana geldiğinde popet veya bilye yay yükünü yener ve basınç hattı, sistem dönüş hattına bağlanmış olur.

## **Boşaltma Valfi**

Boşaltma valfi, gerektiğinde hidrolik sistem elemanlarından hava veya sıvı çıkarmak için ilgili elemanların üzerine takılır.

## **Numune Alma Valfleri**

Hidrolik sıvısının kontrollerinde örnek almayı kolaylaştıran musluklardır. Basınç hatları üzerinde kullanılır.

# Hidrolik Sistem / Valfler

## **Öncelik Valfleri**

Öncelik valfleri, uçuş esnasında hidrolik sistemde meydana gelebilecek bir arızadan dolayı uçuşun düşük basınçlı bir hidrolik sistem ile bitirilebilmesi için birinci dereceden önemli alıcılarda basıncın kesilmesini engeller. Otomatik çalışan bu valfler; acil durumlarda ikinci dereceden önemli hidrolik sistem alıcılarındaki basıncı keserek basıncı öncelikli kullanıcılar için muhafaza eder. Bu valf, daima hat üzerine kumanda valflerinden önce yerleştirilir.

## **Kaçak Kontrol Valfleri**

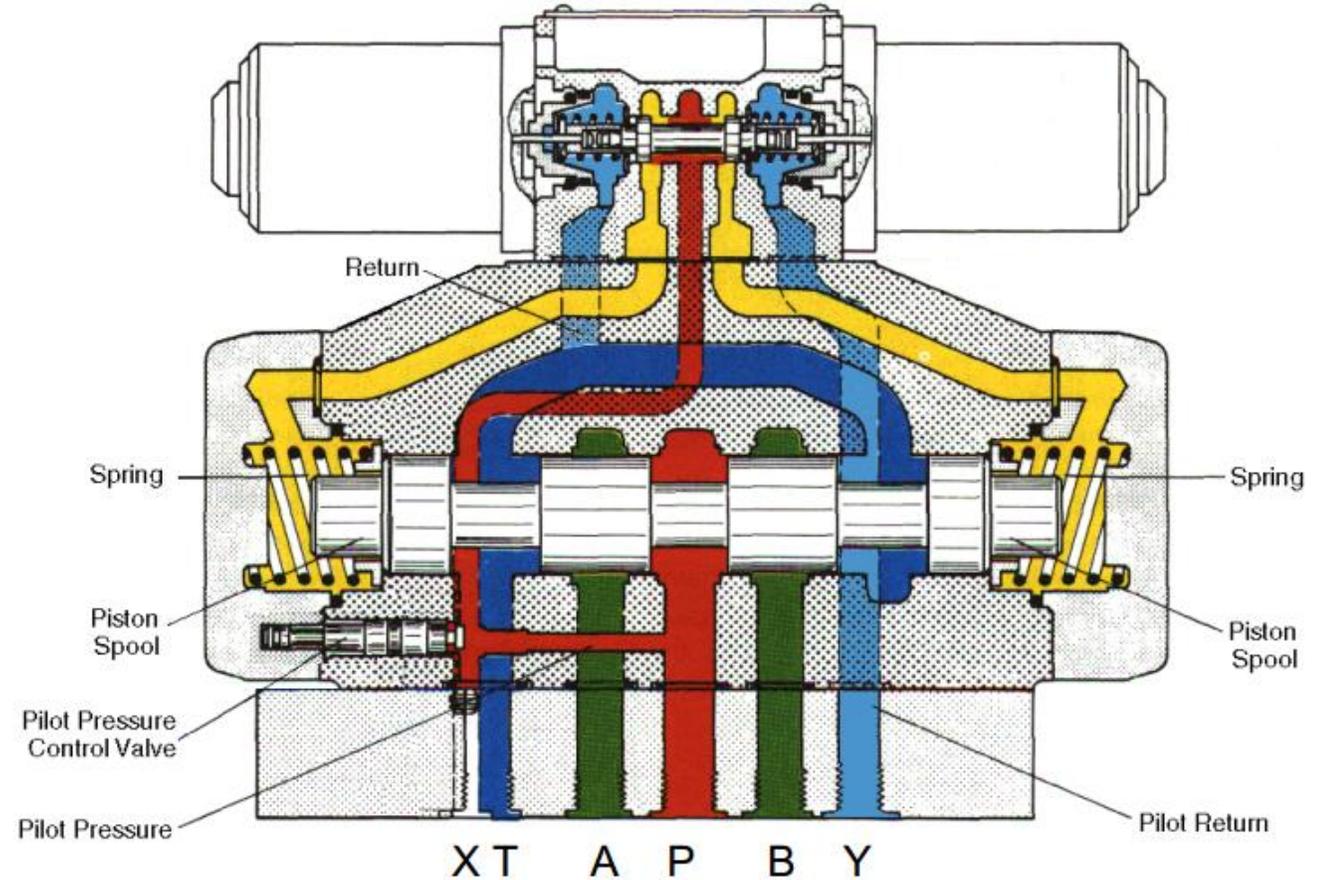
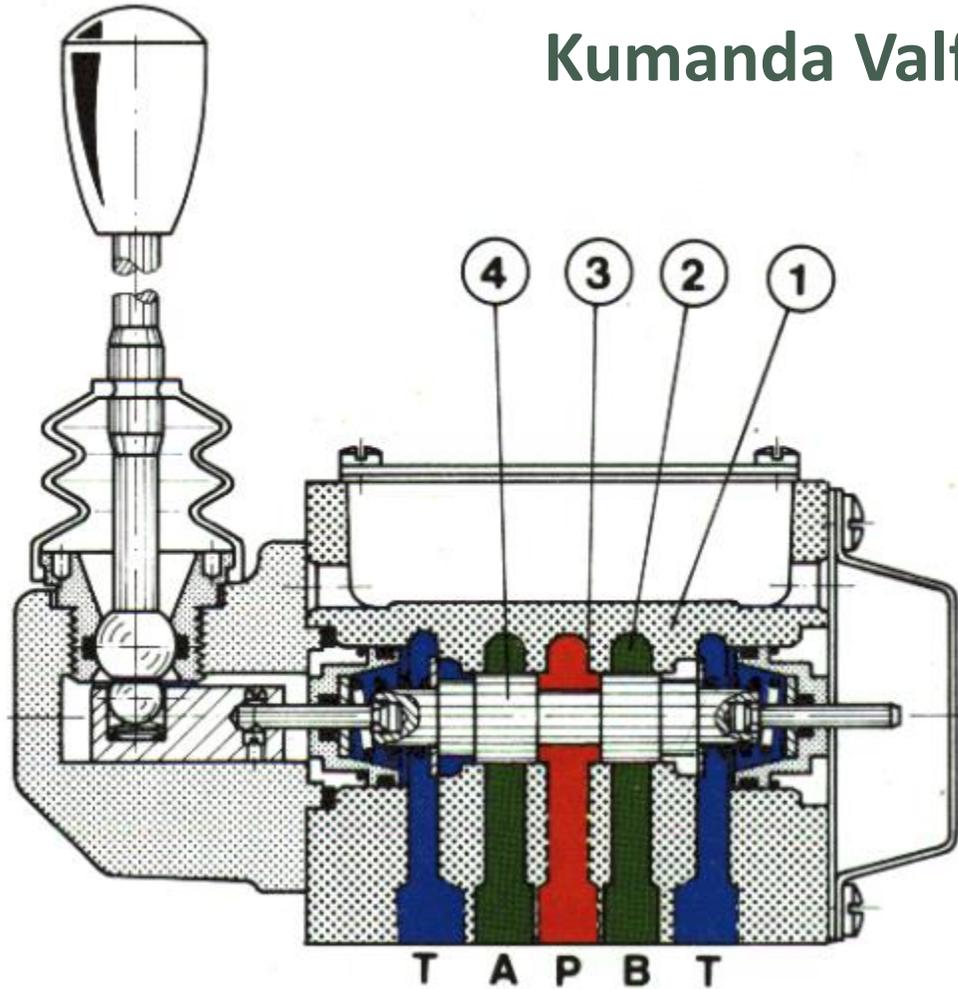
Hidrolik sistemle beslenen kullanıcılarda hidrolik kaçağı olup olmadığının kontrol edilmesini sağlar. Bu valfler genellikle eleman üzerine yerleştirilmişlerdir.

## **Kumanda Valfleri**

Uçuş kompartımanından (kokpit) verilen kumandanın yerine getirilebilmesi için uçak hidrolik sistemlerdeki basınç ve dönüş hatlarını çalıştırma ünitesi portlarına bağlar ya da ayırır. Bu valfler, kullanma amacına göre farklılık gösterir.

# Hidrolik Sistem / Valfler

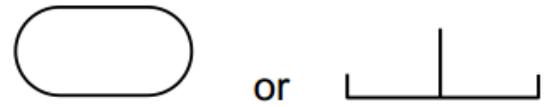
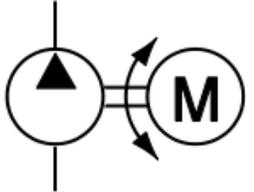
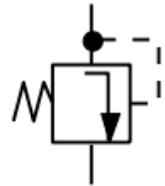
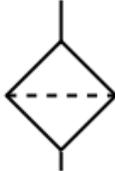
## Kumanda Valfleri



# Hidrolik Güç Sistemi

## Hidrolik Devre Sembolleri

- Boru bağlantı, kesişim noktaları
- Tank / rezervuar
- Çek Valf
- Hidrolik Pompa
- Basınç Emniyet Valfi (Subabı)
- Filtre

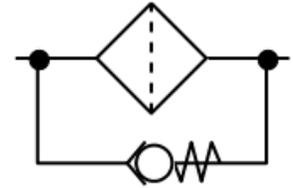
	
Pipes connected by unions	
Reservoir (Hydraulic tank)	
Non-return valve	
Hydraulic pump	
Pressure relief valve	
Filter	

# Hidrolik Güç Sistemi

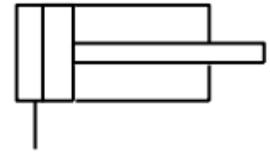
## Hidrolik Devre Sembolleri

- Filtre (By-pass valfli)
- Tek etkili doğrusal hareketlendirici (hidrolik silindir)
- Tek etkili yaylı hidrolik silindir
- Çift etkili hidrolik silindir
- Çift etkili çift pistonlu hidrolik silindir

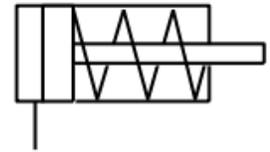
Filter with by-pass valve



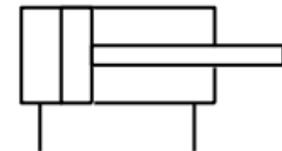
Single acting actuator with external return force



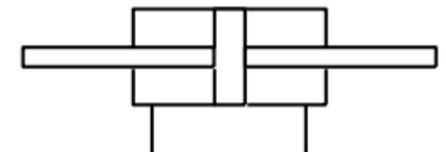
Single acting actuator with integral return spring



Double acting actuator with single ended piston rod



Double acting actuator with double ended piston rod

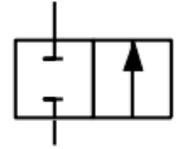


# Hidrolik Güç Sistemi

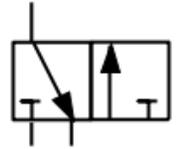
## Hidrolik Devre Sembolleri

- Yön Kontrol Valfleri
  - 2/2 (2 kontrol pozisyonu, 2 bağlantı)
  - 3/2 (2 kontrol pozisyonu, 3 bağlantı)
- Basınç Ayar Valfi
- Akümülatör

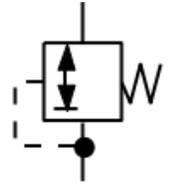
2/2 Way control valve



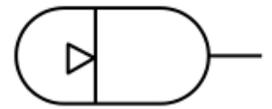
3/2 Way control valve



Pressure regulating valve



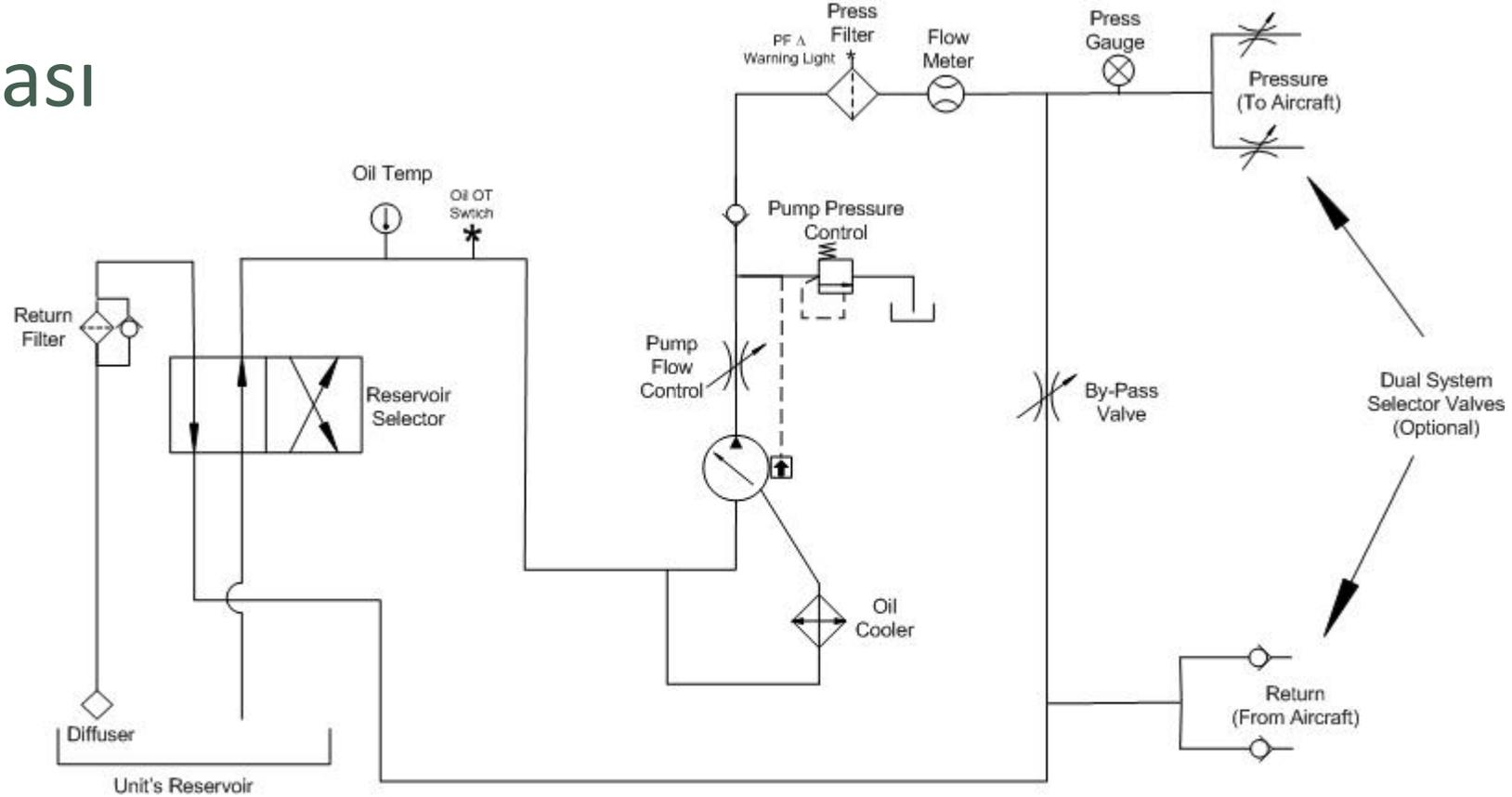
Accumulator



# Hidrolik Güç Sistemi

## Hidrolik Devre Şeması

- *Örnek GörSEL*: Uçakta hidrolik güç ünitesi devre şeması

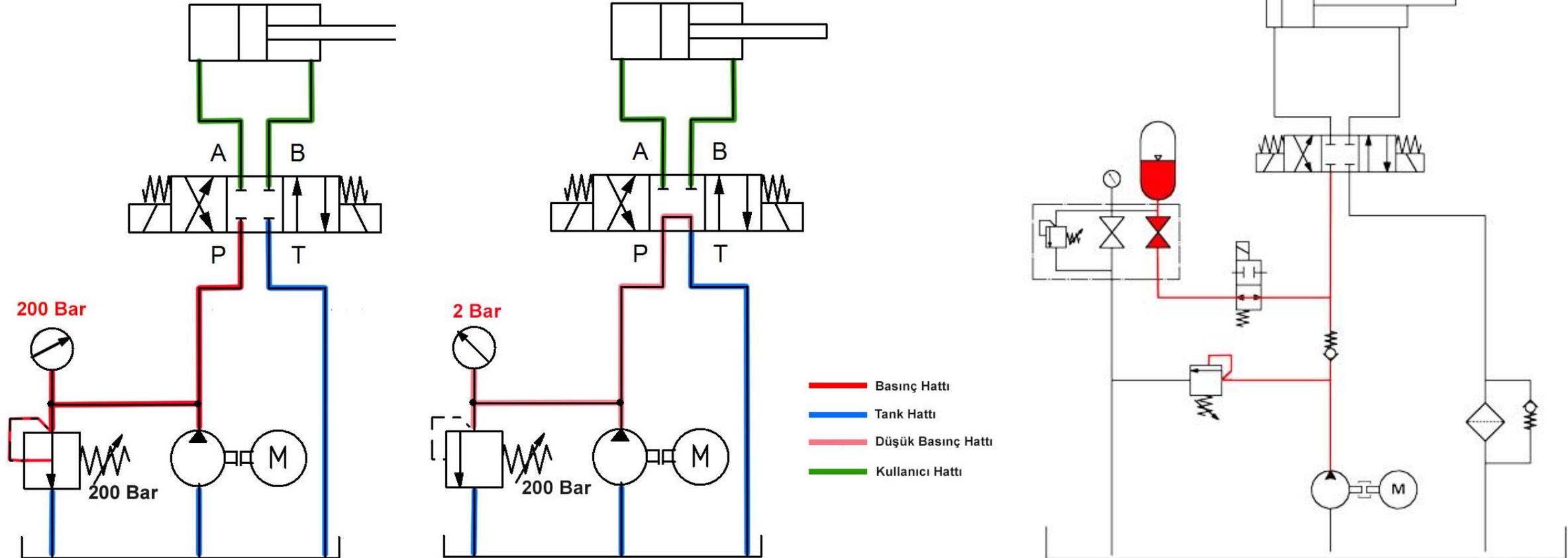


Series 720 Hydraulic Power Unit Schematic

# Hidrolik Güç Sistemi

## Hidrolik Devre Şeması

- *Örnek Görseller:* Hidrolik güç devre şemaları



MUTK225 – Uçak Yapı ve Sistemlerine Giriş

## GÜÇ SİSTEMLERİ

**Pnömatik Sistem**

# Pnömatik / Vakum Sistemi

- **Pneumatic / Vacuum**

*(ATA 36)* Modül 11.16

# Pnömatik / Vakum Sistemi (ATA 36)

- Pnömatik sistemler (*pneumatic systems*)
  - Sıkıştırılabilir akışkan, havayı kullanan güç sistemleridir
- Kullanılan akışkan hava (*air supply*) olduğundan, akışkanı bir tank veya rezervuarda depolamak, taşımak gerekmez
- Bazı uçaklardaki iniş takımları, kabin kapıları, pervane frenleri vb. pnömatik sistem tarafından hareketlendirilir
- Genel kullanım yerleri:
  - *Anti-ice/de-icing system* (buzlanma önleyici sistem)
  - *Thrust reversers* (ters itki sistemi)
  - *Engine starting* (motor çalıştırma sistemi)

# Pnömatik / Vakum Sistemi (ATA 36)

- Pnömatikle ilgili ve bağlantılı sistemler
  - *ECS Environmental Control System* – İklimlendirme (kabin ve kokpit ısıtma /soğutma) ATA 21
  - *CPCS Cabin Pressurization Control System* – Kabin basınçlandırma ve kontrol sistemi ATA 21
  - *Anti-ice and De-ice systems* – Buzlanma önleyici sistem (motor hava girişi, kanat kenarları) ATA 30
  - *Water/Waste System* – Su ve atık su sistemi (vakum) ATA 38
  - *Engine Systems* – Motor alt sistemleri (motor start, ters itki mekanizması) ATA 80

# Pnömatik Sistemi (ATA 36) *Module 11.16*

- Basıncılı kabin olan uçaklarda **kullanım yerleri** çoğunlukla:
  - Air conditioning (iklimlendirme sistemi)
  - Pressurization (basınçlandırma)
  - Isıtma, soğutma
  - Fanların ve vakum pompalarının tahrik edilmesi
- **Hava kaynakları** (air supplies)
  - Ram air (intake) supply (dinamik etkiyle hava girişi)
  - Engine bleed air (motordan hava tedariği)
  - Kompresör tarafından üretilen sıkıştırılmış hava
  - Uçak yerdeyken APU veya yer bağlantısından tedarik edilebilir

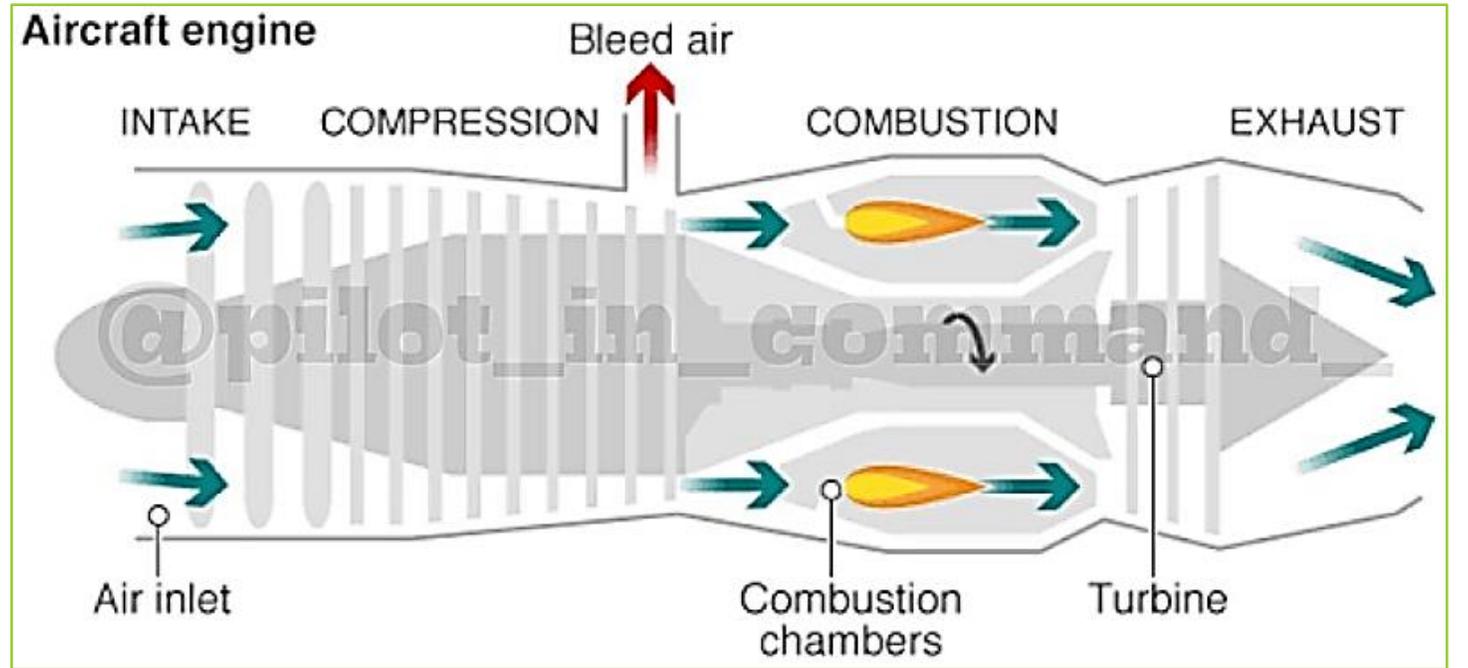
# Pnömatik

- Pnömatik sistemler
  - Çoğunlukla motordaki kompresör (*stage*) kademelerinden basınçlı hava tedariki yaparak tahrik alan sistemlerdir.



# Pnömatik

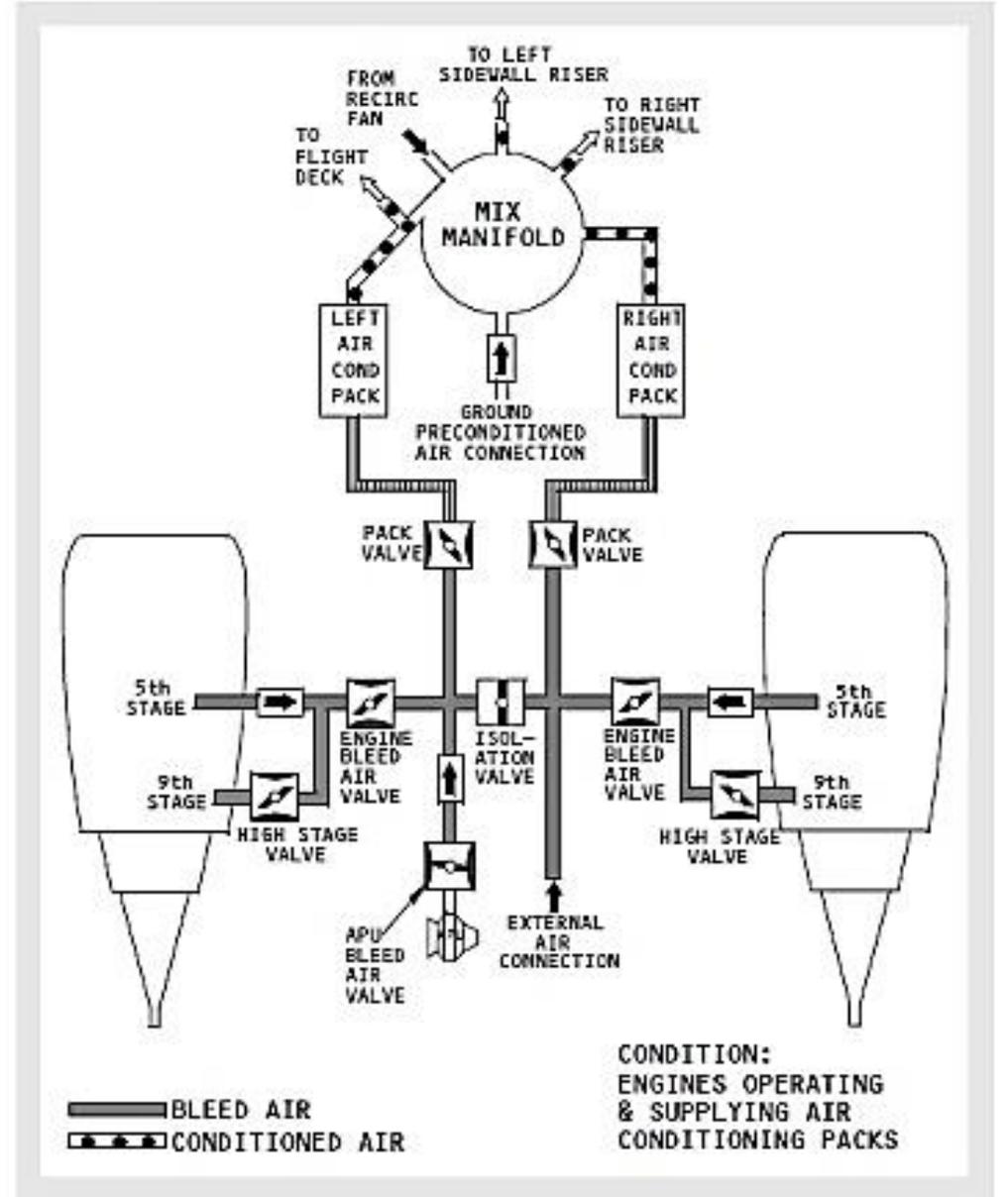
- Boşaltma havası (*bleed air*), bir gaz türbininin kompresör aşamasından yanma odasından önce alınan basınçlı havadır. Otomatik hava besleme ve kabin basıncı kontrol valfleri, yüksek veya düşük motor kompresör kademelerinden havayı tahliye (temin) eder.



# Pnömatik Sistem

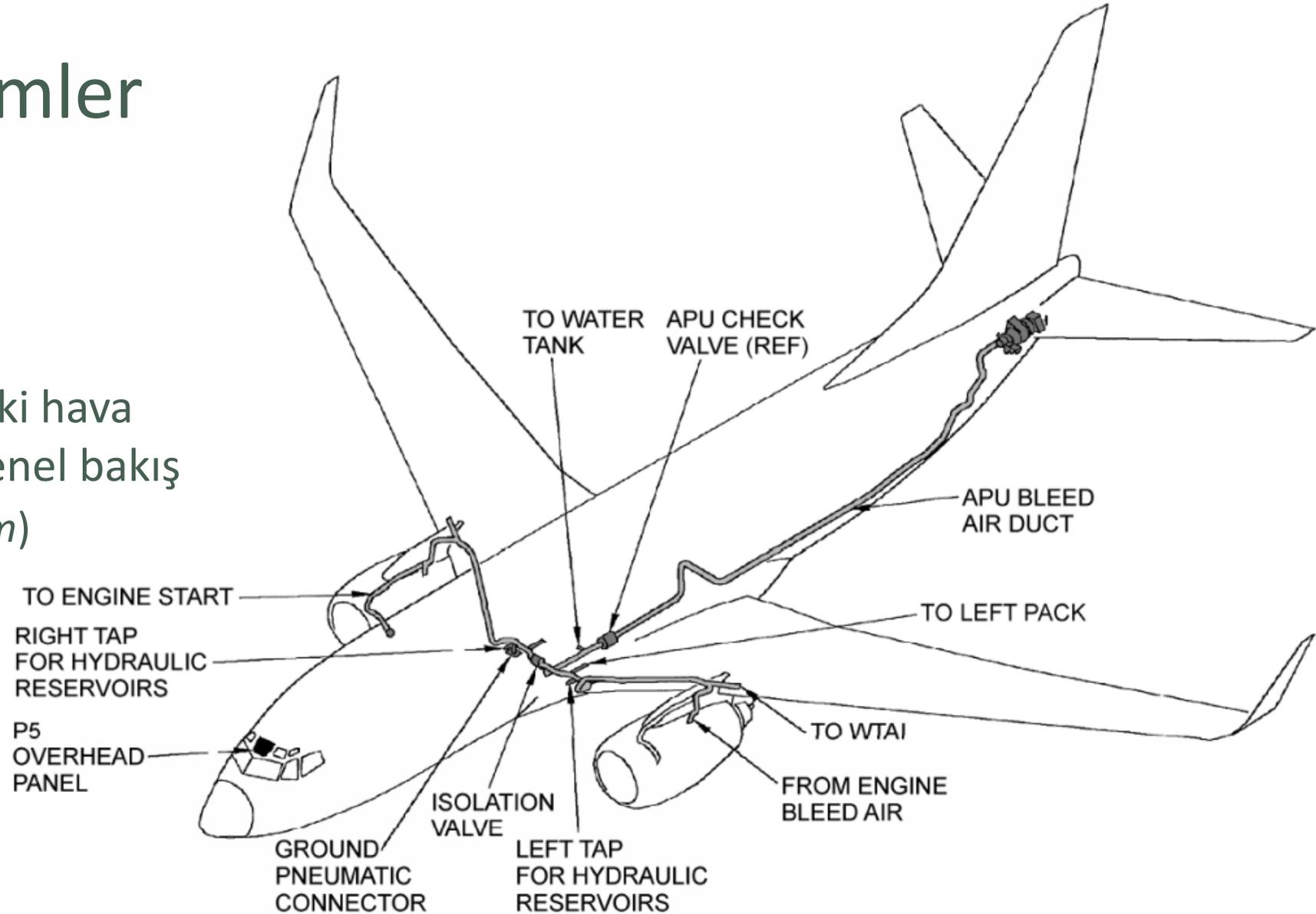
- Pnömatik hava temin ve dağıtım sistemi şematik görünümü
  - *Mix manifold* (hava dağıtım manifoldu)
  - **Bleed air** (motor hava kaynağı)
  - *Conditioned air* (havalandırma sistemi)

## Air Systems Schematic



# Pnömatik Sistemler

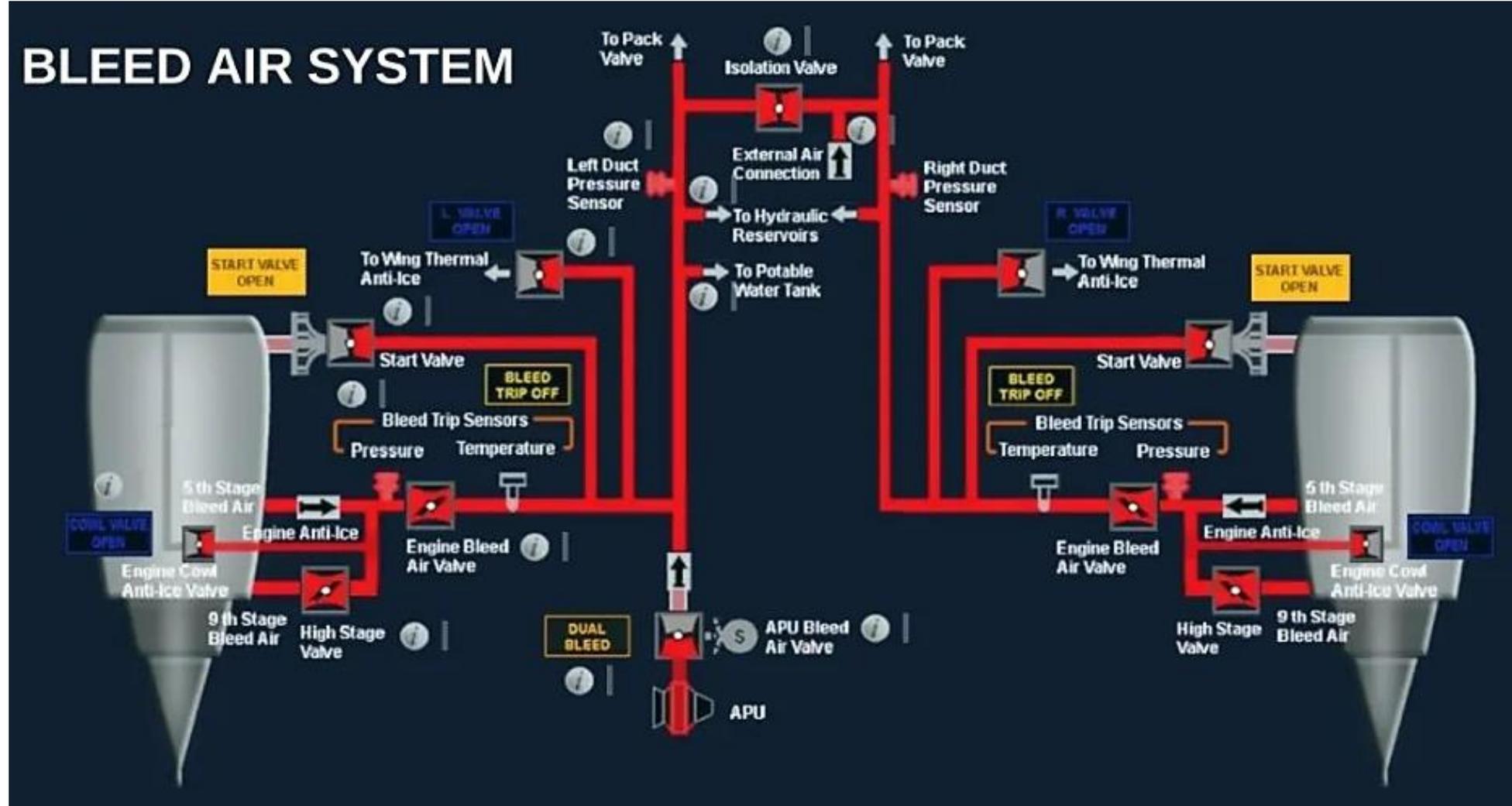
- *Örnek Görsel*: Uçaktaki hava (tahliye) çıkışlarına genel bakış  
 □ (*aircraft bleed system*)



# Pnömatik Sistem

Örnek Görsel:

Bleed Air System



# Pnömatik Sistem

## **BLEED AIR SYSTEM:**

Birçok turbojet, turbofan ve turboprop motorlu uçağın tasarımında Bleed Air Sistemi bulunur. Bleed Air sistemi, orta ila yüksek basınçlı havayı, motorun (veya motorların) kompresör bölümünden ve APU'dan "bleed (sızan/tahliye edilen)" havayı, araç içindeki çeşitli konumlara iletmek için kanal (*ducts*), valf (*valves*) ve regülatör (*regulators*) ağı kullanır. Aşağıdakiler dahil olmak üzere çeşitli işlevler için kullanılır:

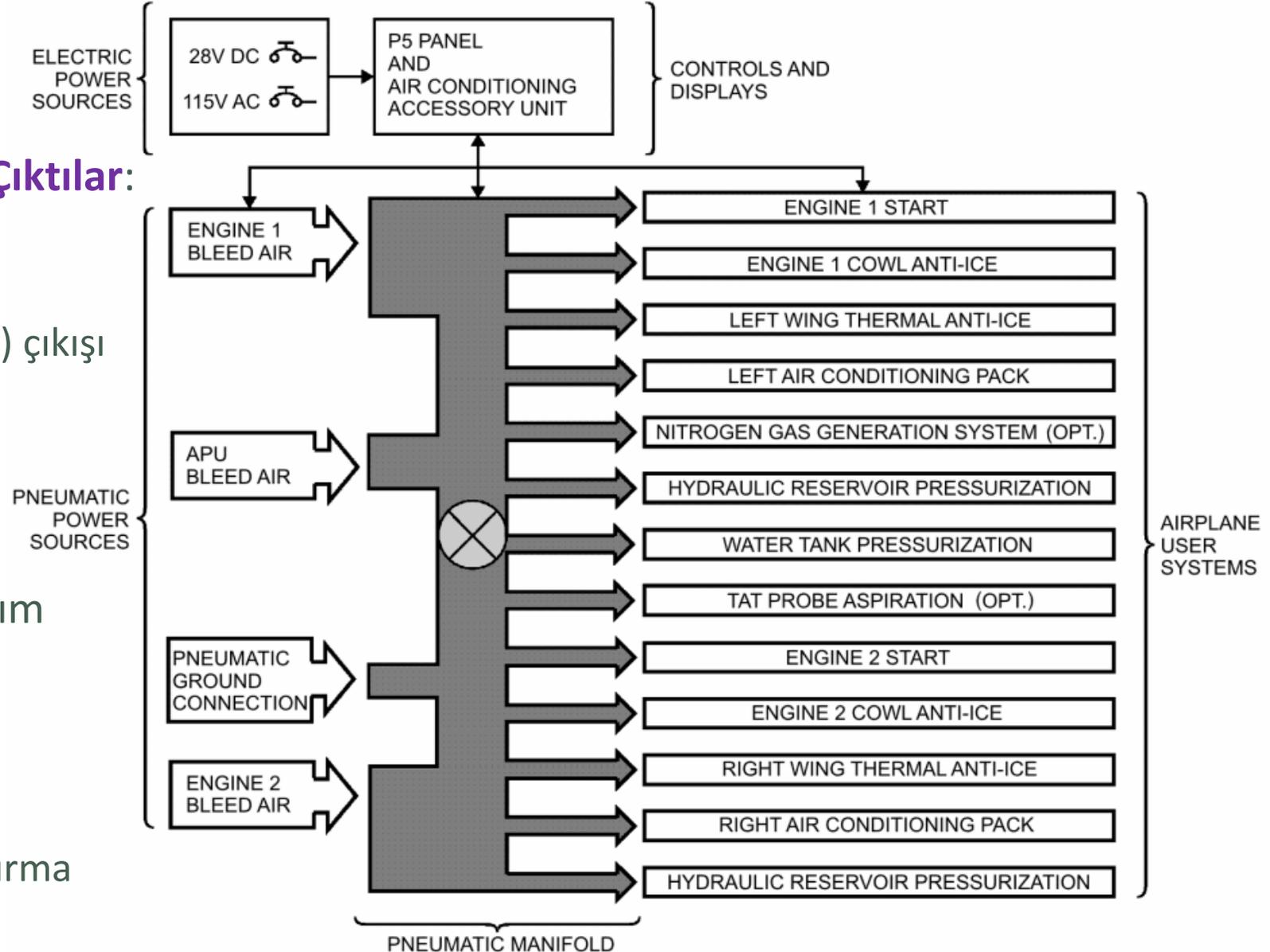
- a. *pressurisation* (basınçlandırma)
- b. *air conditioning* (iklimlendirme)
- c. *engine start* (motor çalıştırma)
- d. *wing and engine anti-ice systems* (kanat ve motor buz önleme sistemleri)
- e. *water system pressurisation* (su sistemi basınçlandırması)
- f. *hydraulic system reservoir pressurisation* (hidrolik sistem deposu basınçlandırması)
- g. *boundary layer control* (sınır tabaka kontrol)

Kaynak: [https://www.instagram.com/p/Clsh\\_I9qSrv](https://www.instagram.com/p/Clsh_I9qSrv)

# Pnömatik

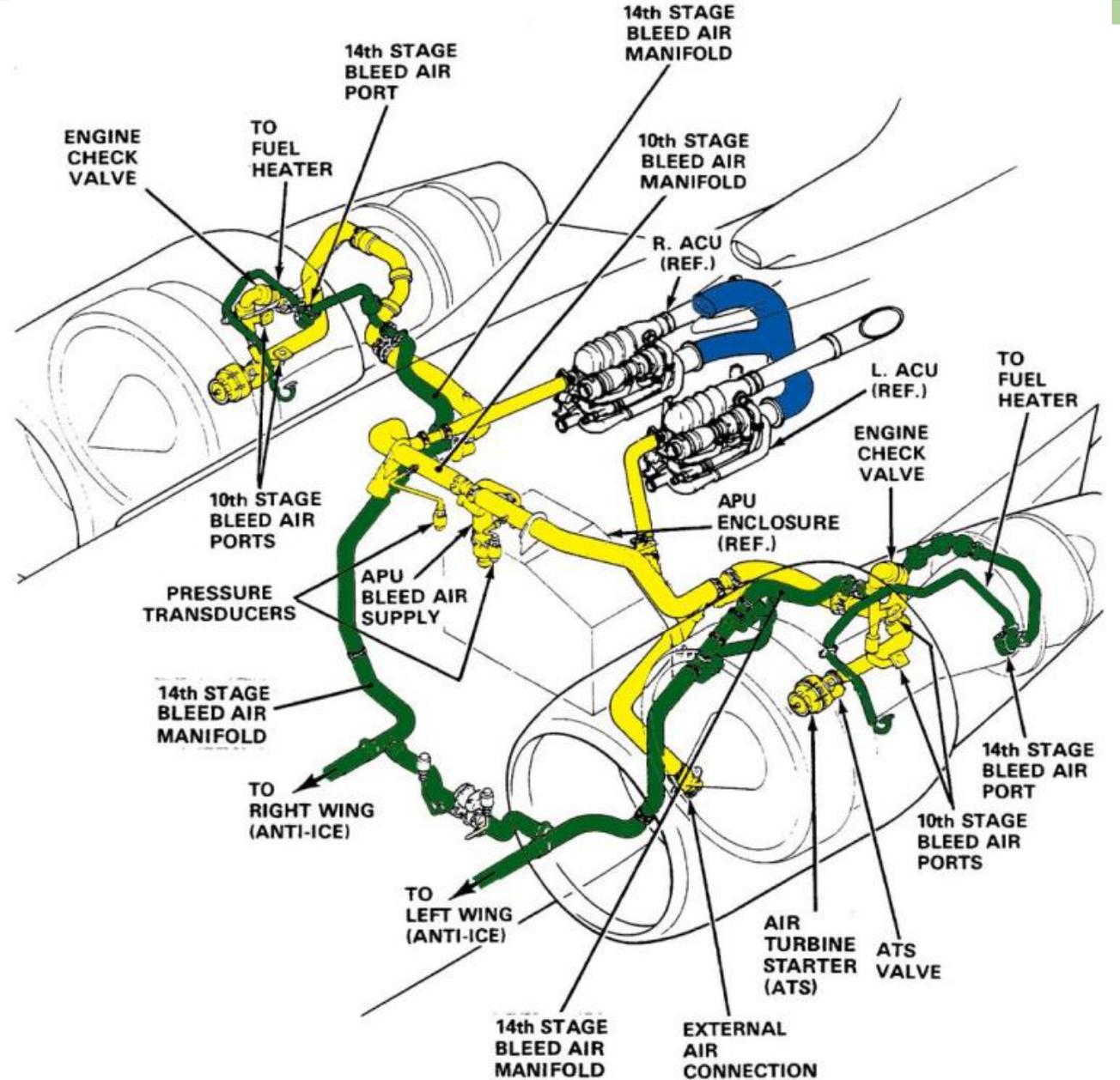
## Uçaktaki Pnömatik Girdiler ve Çıktılar:

- Pnömatik güç kaynakları
  - Motor 1 hava (tahliye/tedarik) çıkışı
  - APU hava çıkışı
  - Yer pnömatik bağlantısı
  - Motor 2 hava çıkışı
- Uçaktaki pnömatik güç kullanım (tüketim) noktaları
  - Motor start
  - İklimlendirme
  - Buzlanma önleyiciler
  - Hidrolik rezervuar basınçlandırma
  - Su tankı basınçlandırma vb...



# Pnömatik Sistemler

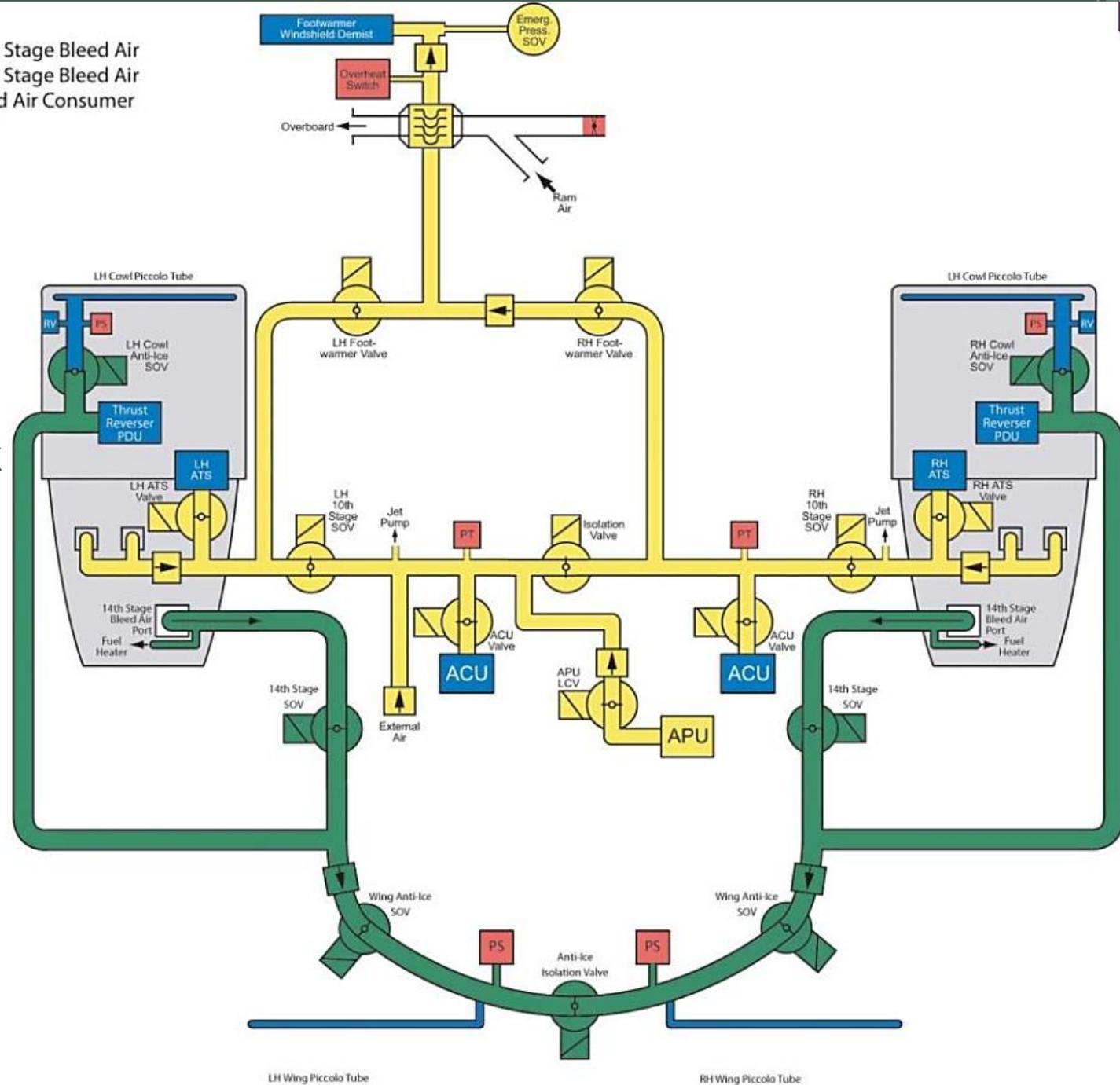
- *Örnek Görsel:* Özel jet, pnömatik hava sistemi
  - Business jet, bleed system



- 10th Stage Bleed Air
- 14th Stage Bleed Air
- Bleed Air Consumer

# Pnömatik Sistemler

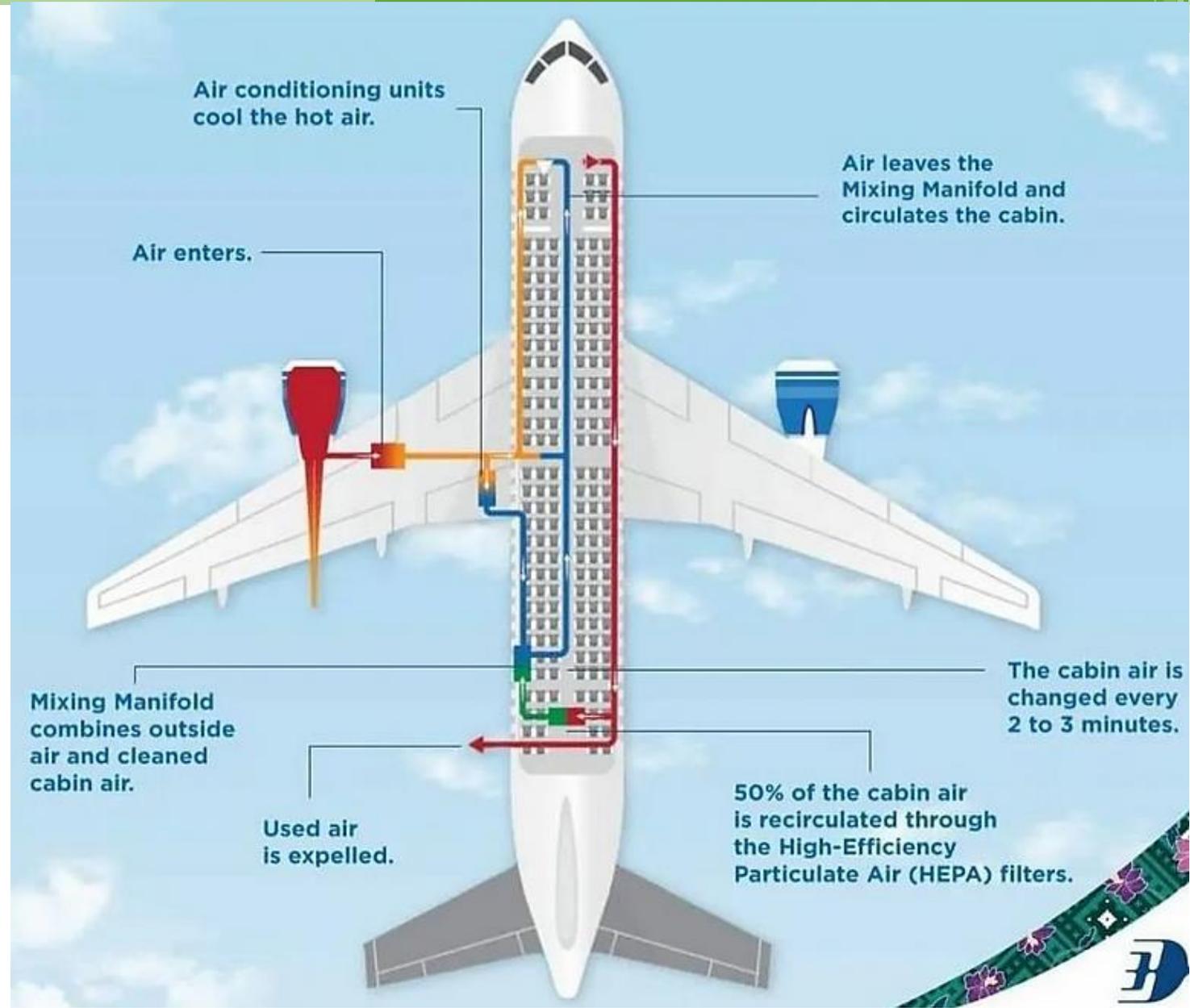
- *Örnek Görsel:* Özel jet, pnömatik hava sistemi şematik görünüm
  - Sarı hat: Motor kompresör bölümü **10. kademe**den alınan hava
  - Yeşil hat: Motor kompresör bölümü **14. kademe**den alınan hava
  - Mavi noktalar: tüketim yerleri





# Pnömatik Sistemler

- **Örnek Görsel:** Uçak kabini içerisindeki hava döngüsü (*air circulation on a plane*)
- Pnömatik sistem iklimlendirme sistemini besler.



MUTK225 – Uçak Yapı ve Sistemlerine Giriş

## GÜÇ SİSTEMLERİ

**Elektrik Gücü**

# Elektrik Sistemi

- ***Electrical Power***

*(ATA 24)* Modül 11.6

# Elektrik Sistemi (ATA 24)

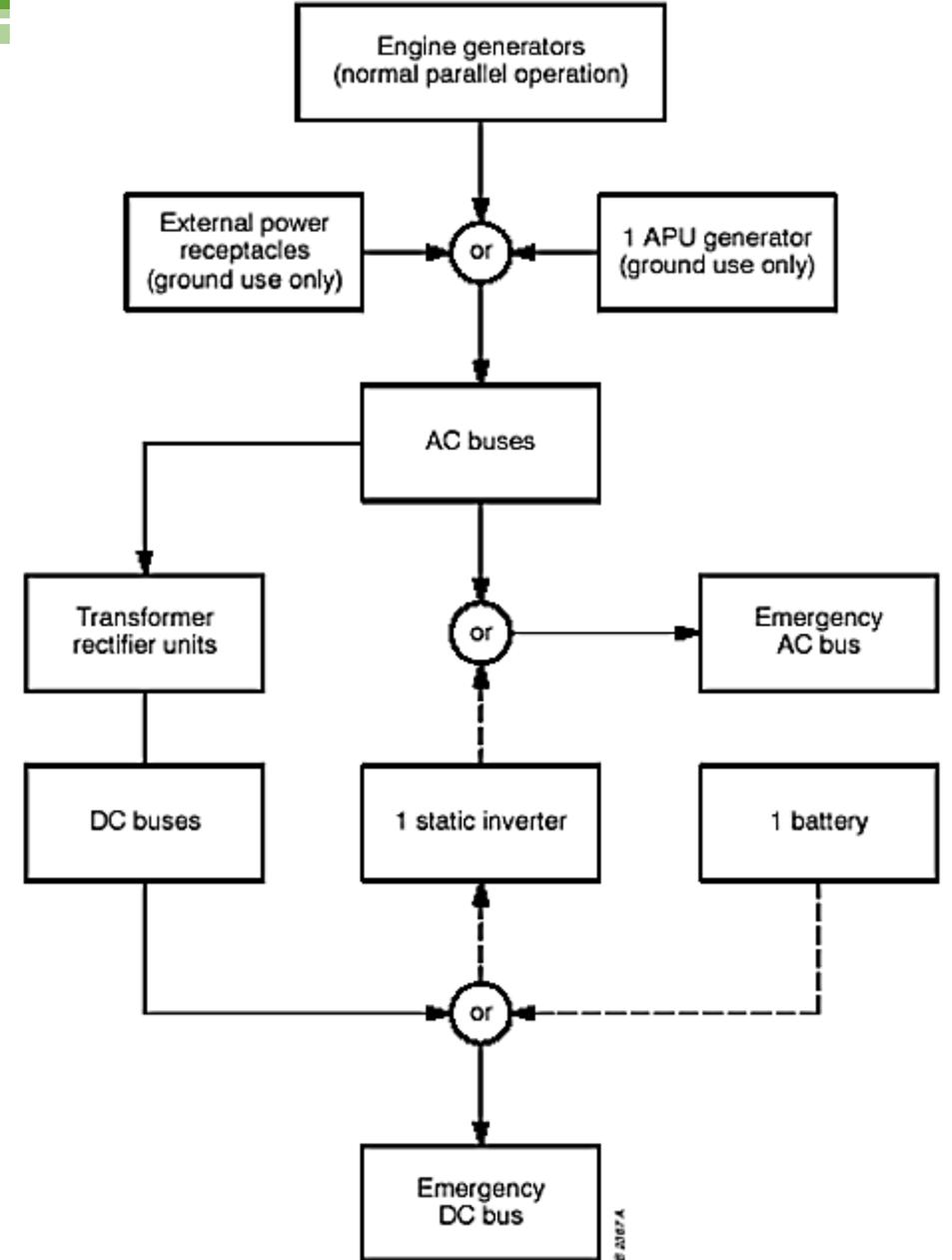
## Elektrik Gücü Kaynakları

- **Aküler:** Motorun veya yardımcı güç kaynağının (APU) ilk çalışması için gerekli elektriği sağlar. Acil durumlarda da yedek enerji kaynağı olarak bulunur.
- **Jeneratörler:** Motordan veya APU'dan aldıkları dönme hareketini doğru akım elektriğe çevirirler ve uçağın sistemlerini besler.
- **Alternatörler:** Uçağın motor ve varsa APU'dan aldıkları dönme hareketini alternatif akım elektriğe çevirirler. Alternatörler, motorların değişik devrelerinde sabit, güvenilir enerji sağlar. Günümüzün modern uçaklarında alternatörler ana üreticilerdir.

# Elektrik Sistemi (ATA 24)

- Uçaktaki birçok sisteme, uçakta bulunan elektrik güç kaynakları tarafından güç sağlanır.
- Modern bir uçağın temel elektrik sistem gereksinimleri:
  - Yeterli elektrik güç kaynağı/kaynakları
  - Sistem tarafından üretilen gücün dağıtımı ve kontrolü
  - Elektrik tüketici ekipmanın korunması

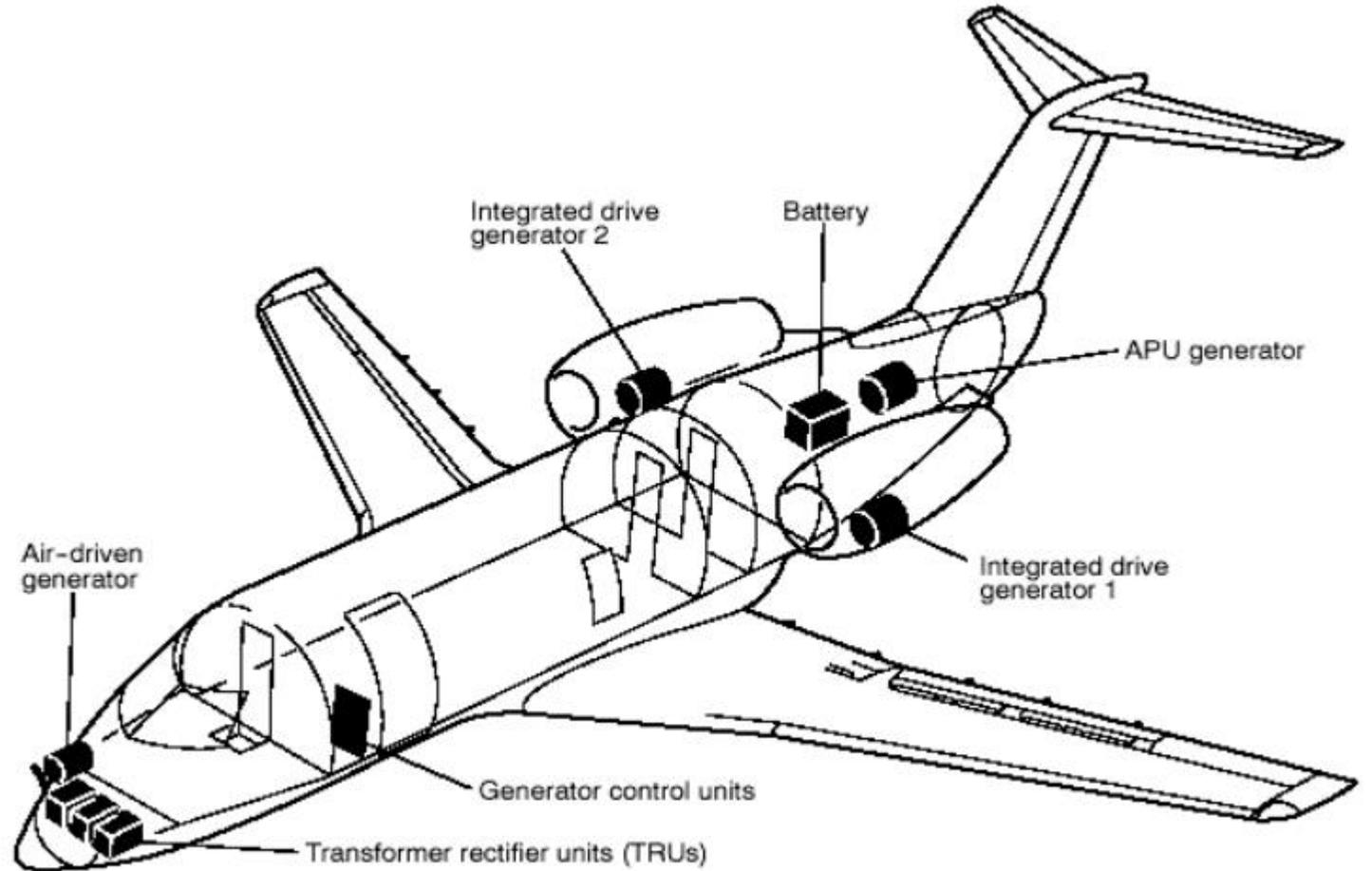
Elektrik sistem ana hatları >>>



# Elektrik Sistemi (ATA 24)

Uçakta elektrik gücü üretilen bölümler:

- i. Jeneratörler (Motorlar)
- ii. APU
- iii. Batarya / pil
- iv. Hava türbini (*air driven generator / ram air turbine RAT*)



# Elektrik Sistemi (ATA 24)

*Uçakta elektrik gücü üretilen bölümler:*

**Batarya / pil / akü**

- Sivil yolcu jetlerinde *Lead-Acid* (kurşun-asit), *NiCd* (nikel-kadmiyum), *Li-ion* (lityum-iyon) türü batarya ve aküler (doğru akım kaynağı DC) kullanılmaktadır.



Kaynak: <https://www.aircraftsystemstech.com/2017/06/aircraft-battery-maintenance-inspection.html>

# Elektrik Sistemi (ATA 24)

*Uçakta elektrik gücü üretilen bölümler:*  
Hava türbini (*air driven generator, ram air turbine - RAT*):

- Ram Hava Türbini (RAT), bir uçağın acil durum güç sisteminin merkezinde yer alır.
- Uçakların güç kaybettiği son derece nadir durumlarda, ram hava türbini uçağın kanadından veya gövdesinden açılır ve uçağı kontrol edip indirmek için hava akımından yeterli gücü temin eder.

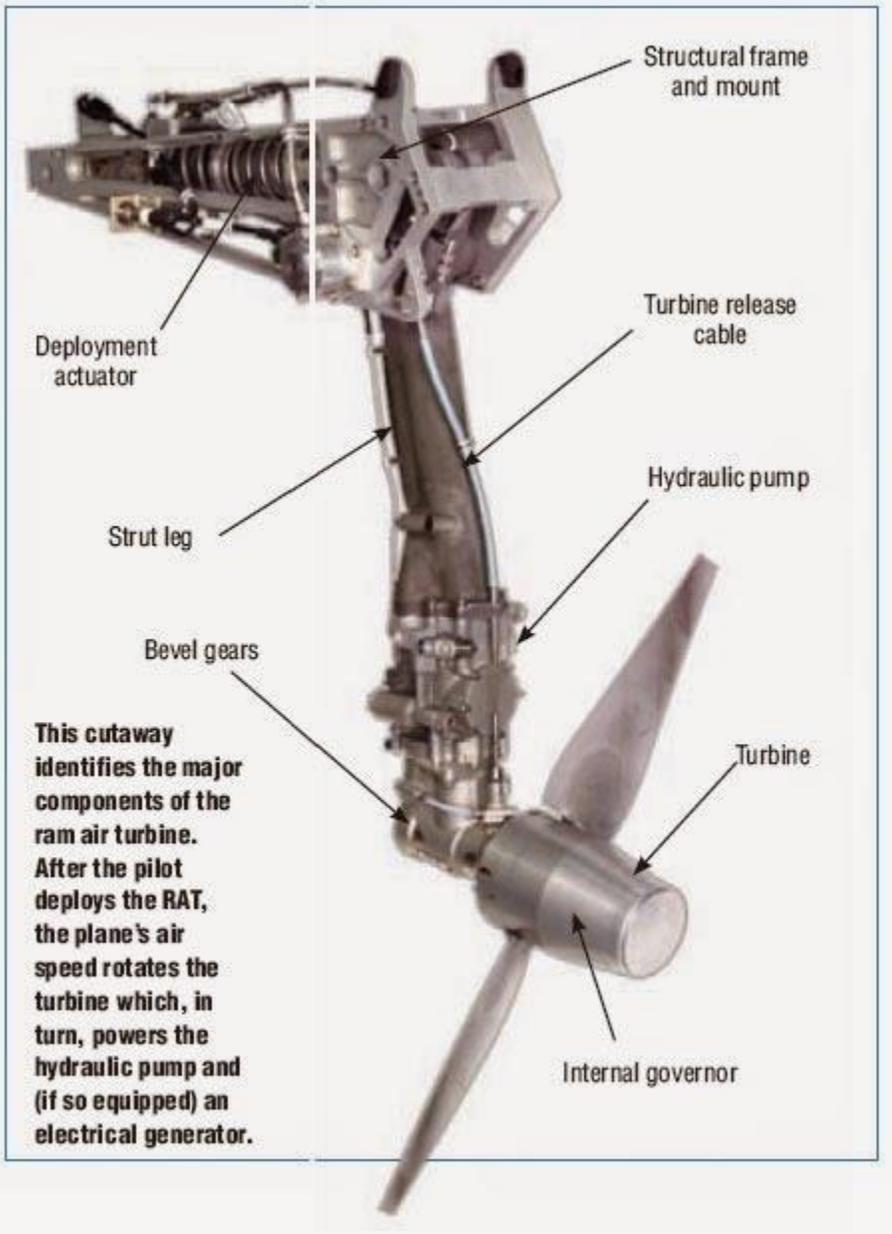


# Elektrik Sistemi (ATA 24)

*Uçakta elektrik gücü üretilen bölümler:*

Hava türbini (*air driven generator, ram air turbine - RAT*):

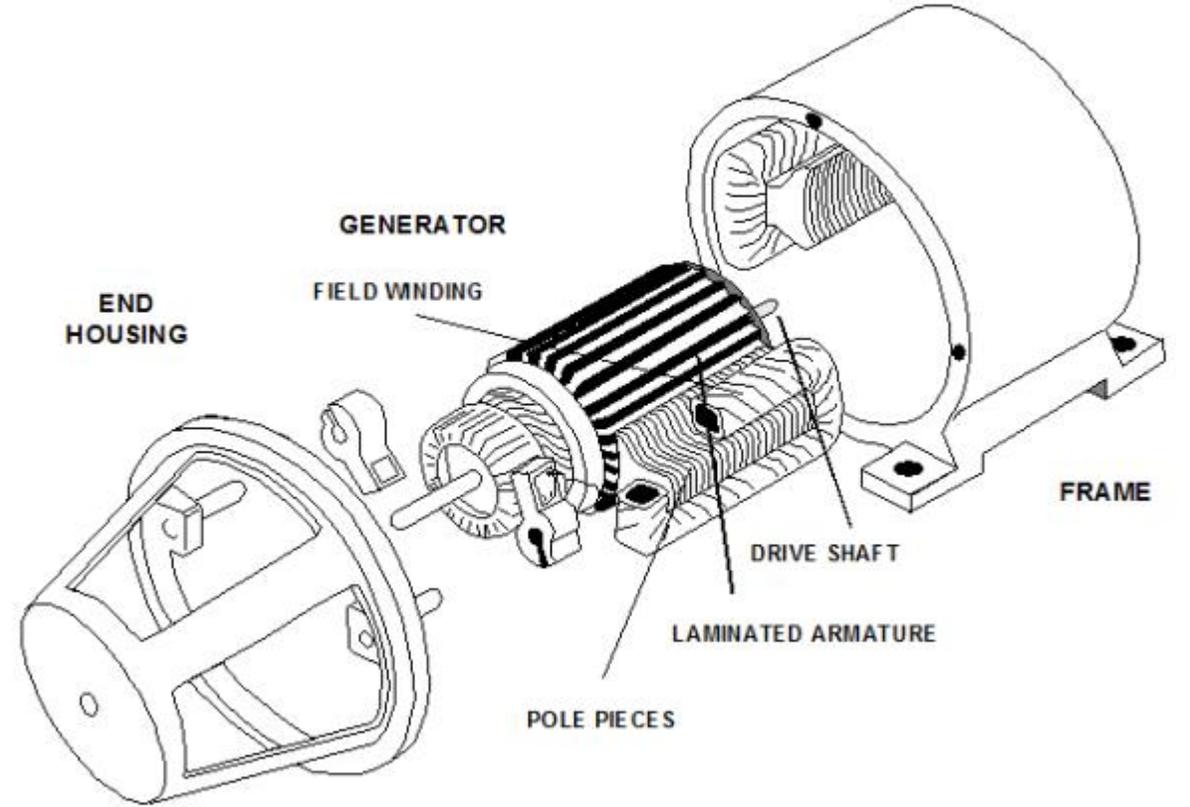
- Acil ihtiyaç durumlarında, pilot tarafından açılan RAT üzerindeki pervane uçağın hava hızından kaynaklı hava akımı ile döndürülür.
- Dönen pervane bir hidrolik pompayı ve/veya elektrik jeneratörünü tahrik eder.



# Elektrik Sistemi (ATA 24)

## DC Starter/Generator

- Çoğu küçük türbin motoru, ayrı marş motoru (*starter*) ve jeneratör (*generator*) yerine marş motoru/jeneratörle donatılmıştır. Bu, hem marş motorları hem de jeneratörler oldukça ağır olduğu için kayda değer bir ağırlık tasarrufu sağlar. Ek olarak, asla aynı anda kullanılmazlar. Marş motoru/jeneratörün armatürü, motordaki bir tahrik kaplinine uyacak şekilde yivli/kamalıdır.



# Elektrik Sistemi (ATA 24)

## Construction of a DC Startergenerator

### DC Starter/Generator

- Doğru akım marş motoru/jeneratör genel yapısı

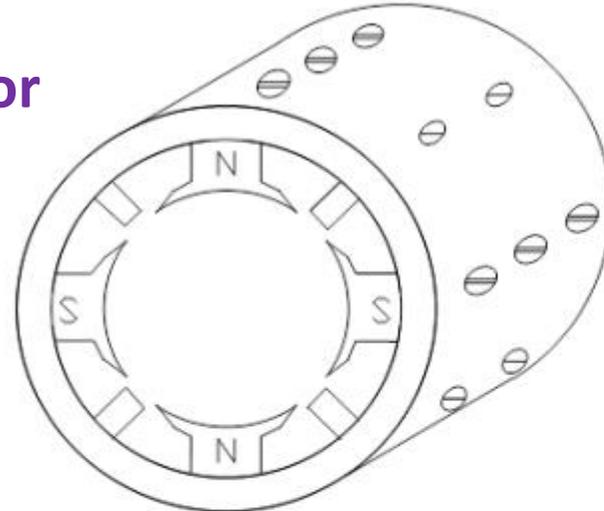
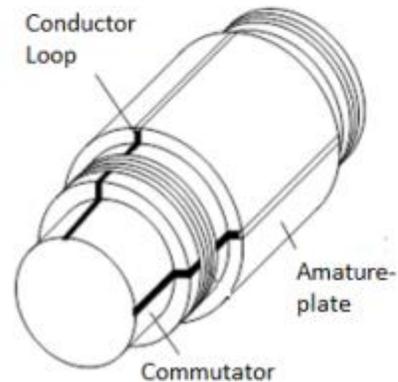


Figure 11 Stator DC Generator



- 1 Rotoraxis
- 2 Commutator
- 3 Winding Connection
- 4 Winding Head
- 5 Iron Core

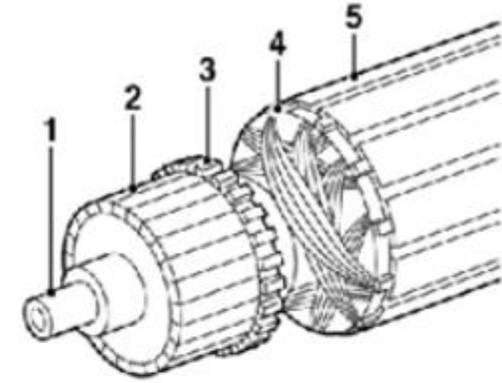


Figure 13 Construction Rotor

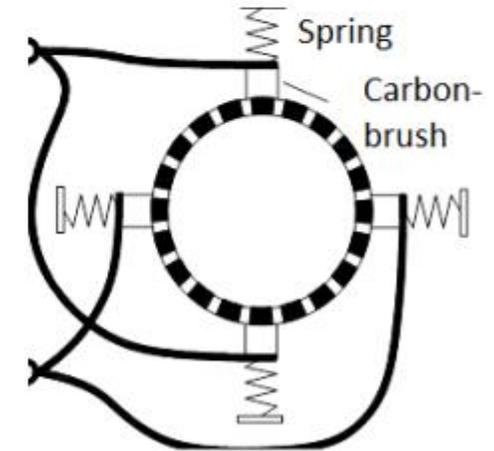


Figure 14 Commutator DC-Generator

# Elektrik Sistemi (ATA 24)

## DC Alternators

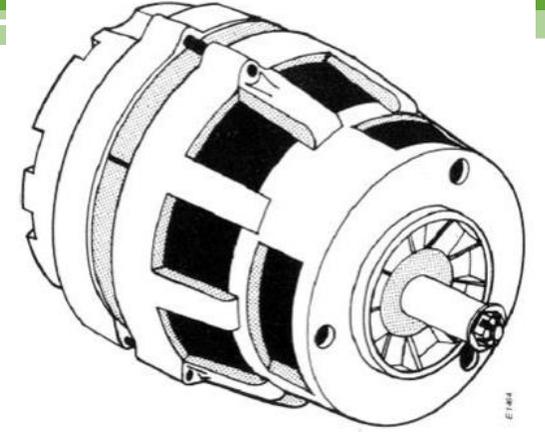
Uçaklara DC jeneratörleri kurulacağı zaman, dikkate alınması gereken 2 sınırlama vardır:

- Kullanılabilecek sınırlı sayıda kutup çifti
- Yük akımı dönen bileşende üretilir ve fırçalar vasıtasıyla jeneratörden dışarı çıkarılmalıdır.

DC alternatörler bu 2 sorunu çözer. 3 fazlı AC ürettikleri ve yerleşik katı hal redresörleri ile DC'ye dönüştürdükleri için, düşük motor devrindeki çıkışları, uçağın yerde çalışması gerektiğinde bile aküyü şarjlı tutmalarını sağlar. Bu durumda, motor genellikle 'Rölantide' çalışır (çoğu zaman kalkış veya taksi için izin beklerken olduğu gibi).

**DC alternatörler, DC jeneratörlerle tamamen aynı şeyi yapar. AC üretirler ve akım cihazdan çıkmadan önce DC'ye dönüştürürler.** Aradaki fark, bir alternatörde, alan akımının rotora düzgün kayma halkaları üzerinde hareket eden fırçalar aracılığıyla alınmasıdır. AC yük akımı, statorun sabit sargılarında üretilir. 6 adet solid-state diyot ile doğrultulduktan sonra alternatörden sabit bağlantılar ile dışarı çıkarılır.

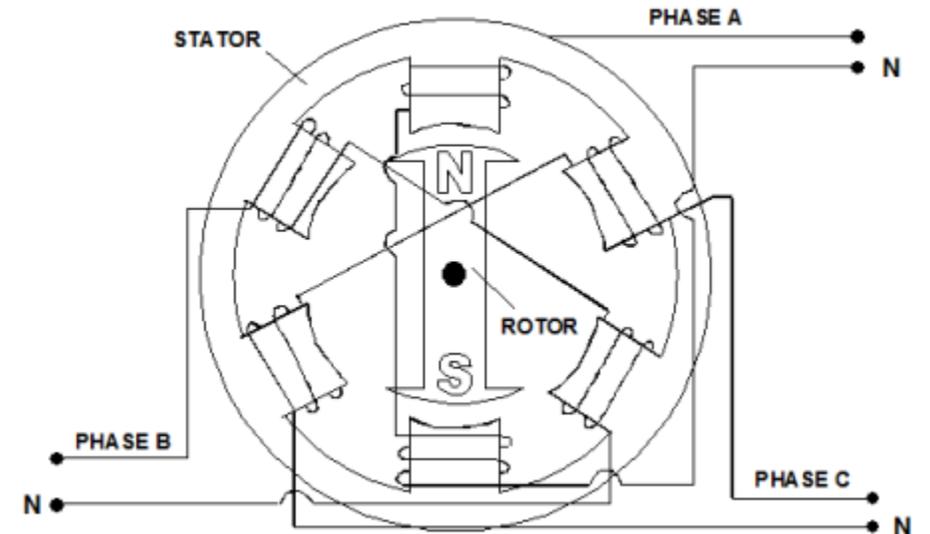
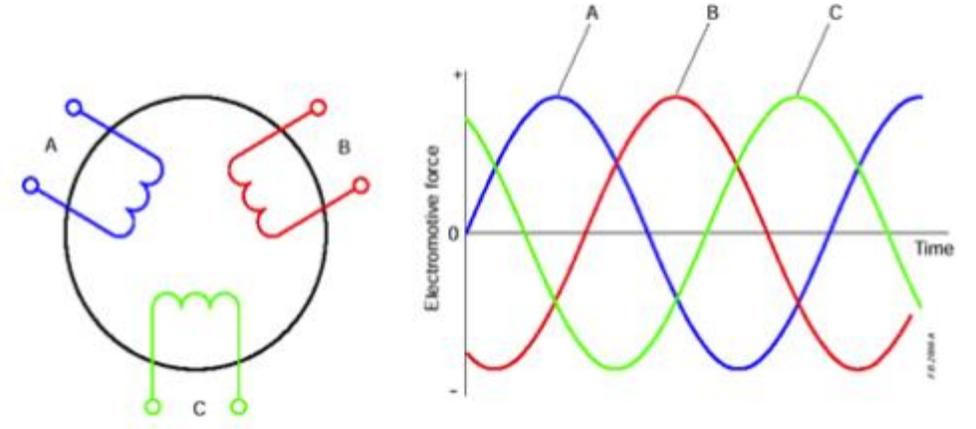
DC Alternatörünün dezavantajı, diyotların maksimum akımı tarafından sınırlanan düşük güç çıkışıdır. Maksimum Güç çıkışı 1-2 KW'tır.



# Elektrik Sistemi (ATA 24)

## AC Power Generation

- AC jeneratörler, hemen hemen tüm taşıma ve nakliye kategorisi uçaklarında birincil elektrik gücü kaynağı olarak kullanılmaktadır. AC sistemi, uçak için gerekli olan elektrik gücünün çoğunu sağlar.
- Üç fazlı bir jeneratörün çıkış terminalleri, faz sırasını gösterecek şekilde işaretlenmiştir ve bu terminaller, yine uygun şekilde tanımlanan baralara (*busbar*) bağlanmıştır. Şekil, temel bir üç fazlı AC jeneratörünü göstermektedir.



# Elektrik Sistemi (ATA 24)

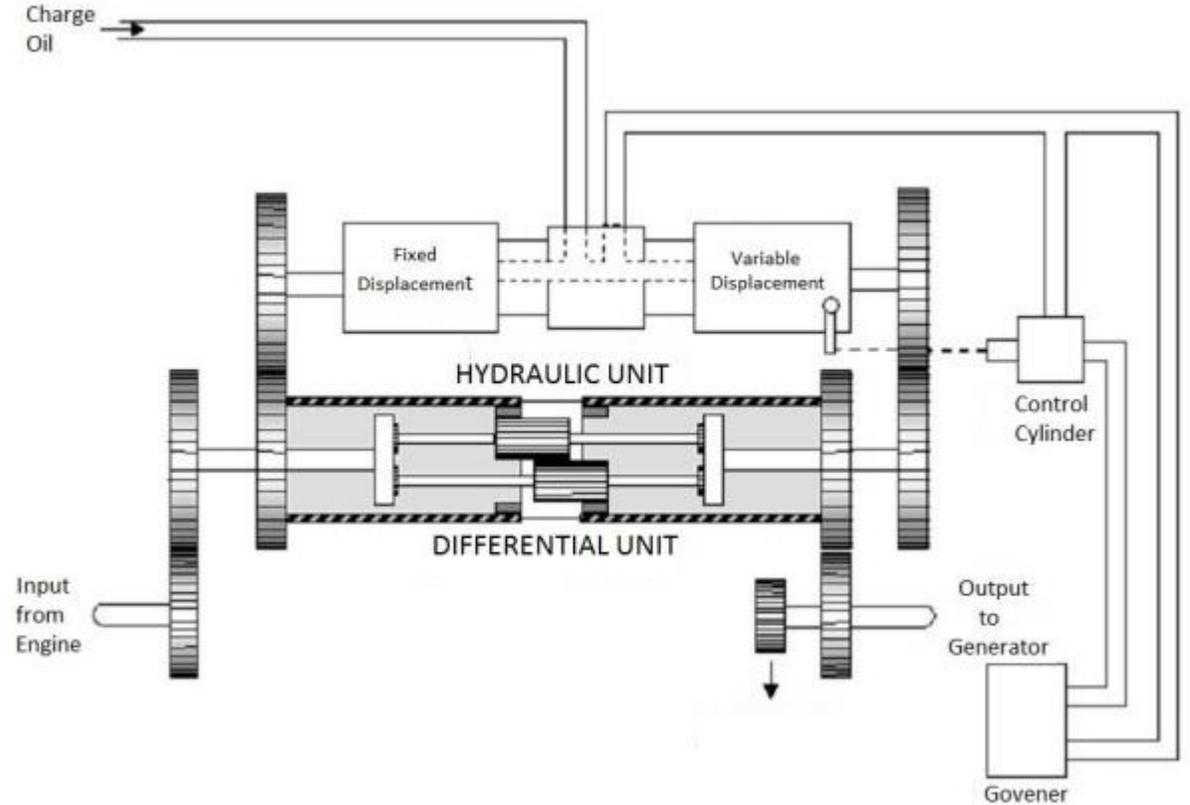
## CSD / Constant Speed Drive

- Birincil güç kaynağı olarak bir AC jeneratör sistemi kullanıldığında, çok sayıda tüketici bir “Sabit Frekansa” bağımlıdır.
- Bir AC sisteminde sabit bir frekans, yalnızca jeneratör sabit bir hızda çalıştırıldığında mümkündür. Uçağın motorlarının bunu doğrudan gerçekleştirmesi olanaksızdır.
- Jeneratörün doğrudan bir motorun yardımcı tahrikine bağlanması durumunda, çıkış frekansı motor hızına göre değişecektir. Bu nedenle, bir tür dönüştürme ekipmanı gereklidir ve en yaygın olarak kullanılan tip, motor ile jeneratör arasına yerleştirilmiş ve değişken oranlı tahrik mekanizması içeren bir transmisyon aracıdır. Böyle bir mekanizmaya "Sabit Hız Sürücüsü" (CSD) birimi denir.

# Elektrik Sistemi (ATA 24)

## CSD / Constant Speed Drive

- Şekil, bir CSD ünitesinin temel düzenini göstermektedir. Jeneratörü çalıştırmak için kullanılan güç, ünitelerin birleşik etkileri aracılığıyla kontrol edilir ve iletilir. Sistemin çalışması için yağ, ünite içindeki şarj pompaları ve bir regülatör vasıtasıyla bir rezervuardan sağlanır.

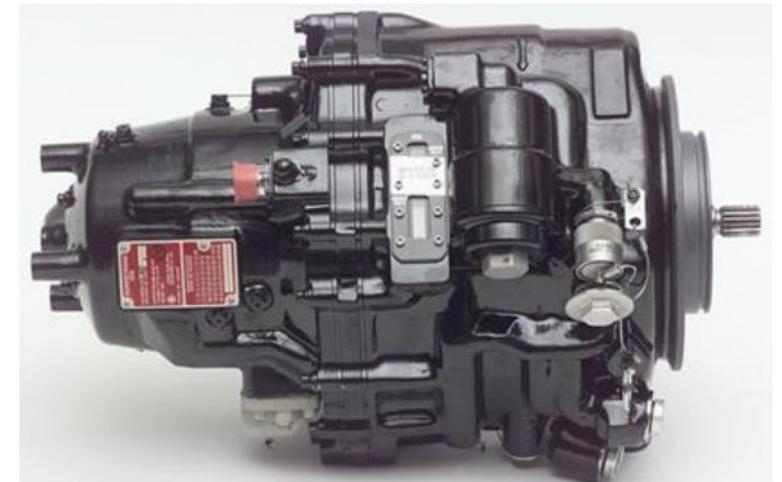
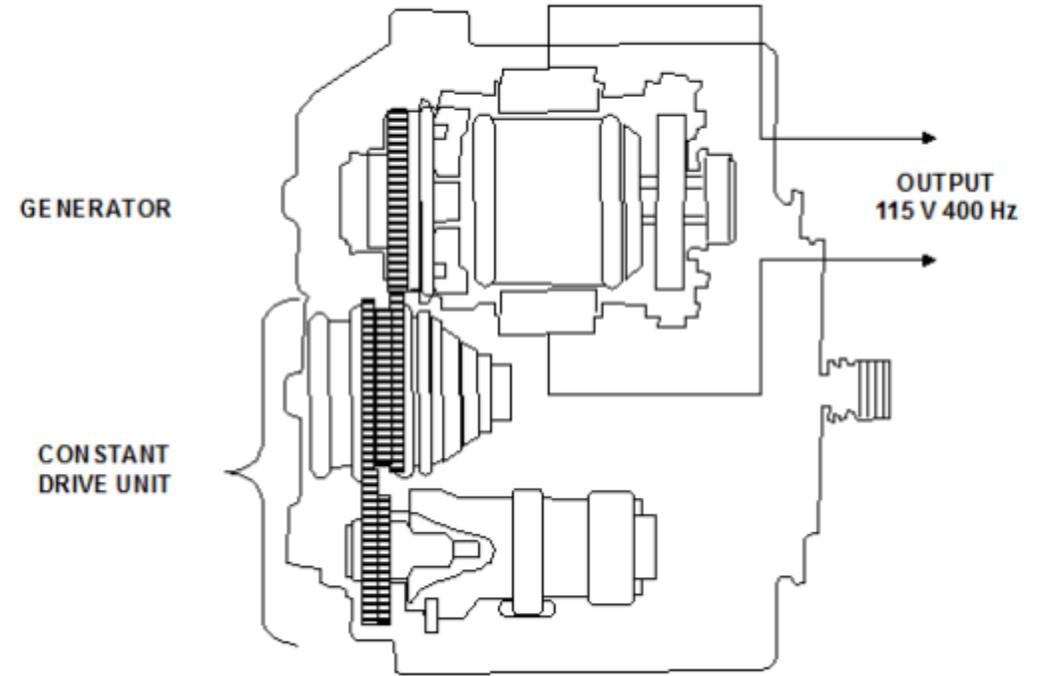


# Elektrik Sistemi (ATA 24)

## IDG / Integrated Drive Generator

- IDG, AC elektrik gücü üretmenin farklı bir yoludur.
- Hem jeneratörü hem de CSD ünitesini tek bir ünite içinde içerir. Bu konsept, geleneksel iki üniteli sistemin hem ağırlığını hem de boyutunu azaltmaya yardımcı olur. CSD, bir hidrolik trim ünitesi ve değişken motor devrini sabit bir jeneratör giriş hızına dönüştüren bir diferansiyel tertibatı içerir.

*Örnek Görsel:* Boeing 757 uçaklarında kullanılan tipik bir IDG



MUTK225 – Uçak Yapı ve Sistemlerine Giriş

## GÜÇ SİSTEMLERİ

**Yardımcı Güç Ünitesi (APU)**

# Yardımcı Güç Ünitesi

- *Auxiliary Power Unit (APU)*

*(ATA 49)*

## APU (ATA 49)

- APU'lar (Yardımcı Güç Ünitesi - *Auxiliary Power Unit*) ana motor gibi mekanik özelliklere sahip otomatik çalışan gaz türbinli motordur. Ana motorlardan elde edilen güçle (jet tepkisi) uçağın hareketi ve uçuşu için gerekli güç elde edilmesi gerekirken, ana motorlara benzeyen APU'larda ise APU'nun içerisinde **elde edilen güç şaft gücüne çevrildiğinden** APU'larda jet tepkisi yok denecek kadar azdır.



# APU (ATA 49)

- Jet tepkisi çok az olan APU'lar uçak sistemlerine elektrik ve hava temin etme görevlerini yerine getirirler.
- Uçaklarda kullanılan APU'lar genel olarak motor çalıştırma, hava iklimlendirmesi (*air conditioning*) için gerekli havayı ve uçak elektrik sistemi için gerekli elektriği temin eden gaz türbinli motorlardır.

Kaynak: <https://www.instagram.com/ucakteknikbilgi/>



# APU (ATA 49)

- Yardımcı Güç Ünitesi (Auxiliary Power Unit) veya APU, bir uçağın *ground power unit*'e (GPU), *air-conditioning* (hava iklimlendirme ünitesi) unit'e veya *high pressure air start cart* (yüksek basınçlı hava ile çalıştırma arabası) gibi *ground support* (yer destek) ekipmanlarına ihtiyaç duymadan, bağımsız olarak çalışmasına olanak tanır.
- APU, genellikle uçağın kuyruk konisinde (*tail cone*) bulunan, ancak bazen bir motor kaportasında (*engine nacelle*) veya tekerlek yuvasında da (*wheel well*) bulunabilen küçük bir türbin motorudur (*turbine engine*). Ancak ana motorlardan farklı olarak APU thrust (itki) sağlamaz (dolayısıyla jet motoru demek yanlış olur).
- APU yalnızca uçak bataryalarını (bataryasını) kullanarak başlatılabilir ve bir kez çalıştıktan sonra uçak sistemleri için elektrik gücü ve ana motorları çalıştırmak için gerek duyulan basınçlı havayı sağlar.
- APU uçuş sırasında da kullanılabilir, ancak genellikle uçuş süresi boyunca etkin değildir. Motor arızası durumunda, motorları yeniden çalıştırmak için kullanılabilir (yanma koşulunun iyi olduğu irtifalarda).
- Olası bir yangın durumunda yangının tespit edilebilmesi ve söndürülmesi için yangın dedektörleri ve söndürücüler bulunur.

# APU (ATA 49)

*Örnek Görsel:* Honeywell 131-9A auxiliary power unit, Airbus A319, A320 ve A321 modelleri dahil olmak üzere 131-9A APU kullanan tüm uçaklar için tasarlanmıştır.



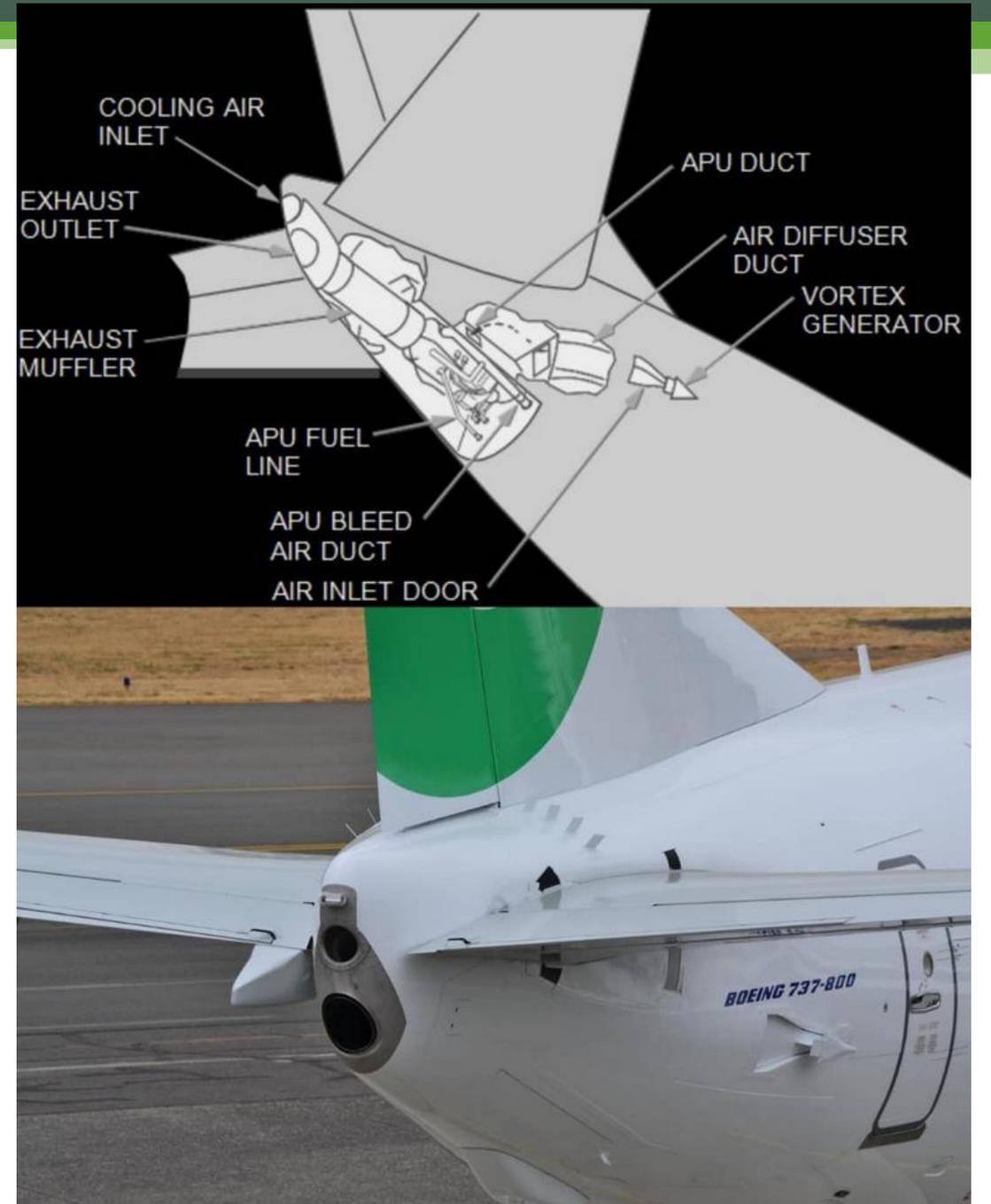
# APU (ATA 49)

- **Yardımcı güç ünitesi** (APU), bir araç üzerinde, tahrik dışındaki işlevler için enerji sağlayan bir donanımdır. Genellikle büyük uçaklarda, gemilerde ve bazı büyük kara araçlarında bulunurlar.
- Uçak APU'ları, uçağın elektrik sistemlerini çalıştırmak için genellikle 400 Hz'de (şebeke beslemesinde 50/60 Hz yerine) 115 V AC voltaj üretir; diğerleri 28 V DC voltaj üretebilir. APU'lar, tek veya üç fazlı sistemler aracılığıyla güç sağlayabilir.
- APU, uçak için bir **basıncı hava ve AC elektrik kaynağı**dır.
- Havaalanındaki beklemelerde bağımsızlık sağlar, motor arızası durumunda elektrik yedeklemesi sağlar.
- Kalkış sırasında klima (iklimlendirme) ve basınçlandırma sağlar.
- Uçak tiplerinin büyük çoğunluğunda bir çeşit **gaz türbini** olarak yer alır.

# APU (ATA 49)

*Örnek Görsel:* B737 tipi uçakta APU bölümleri

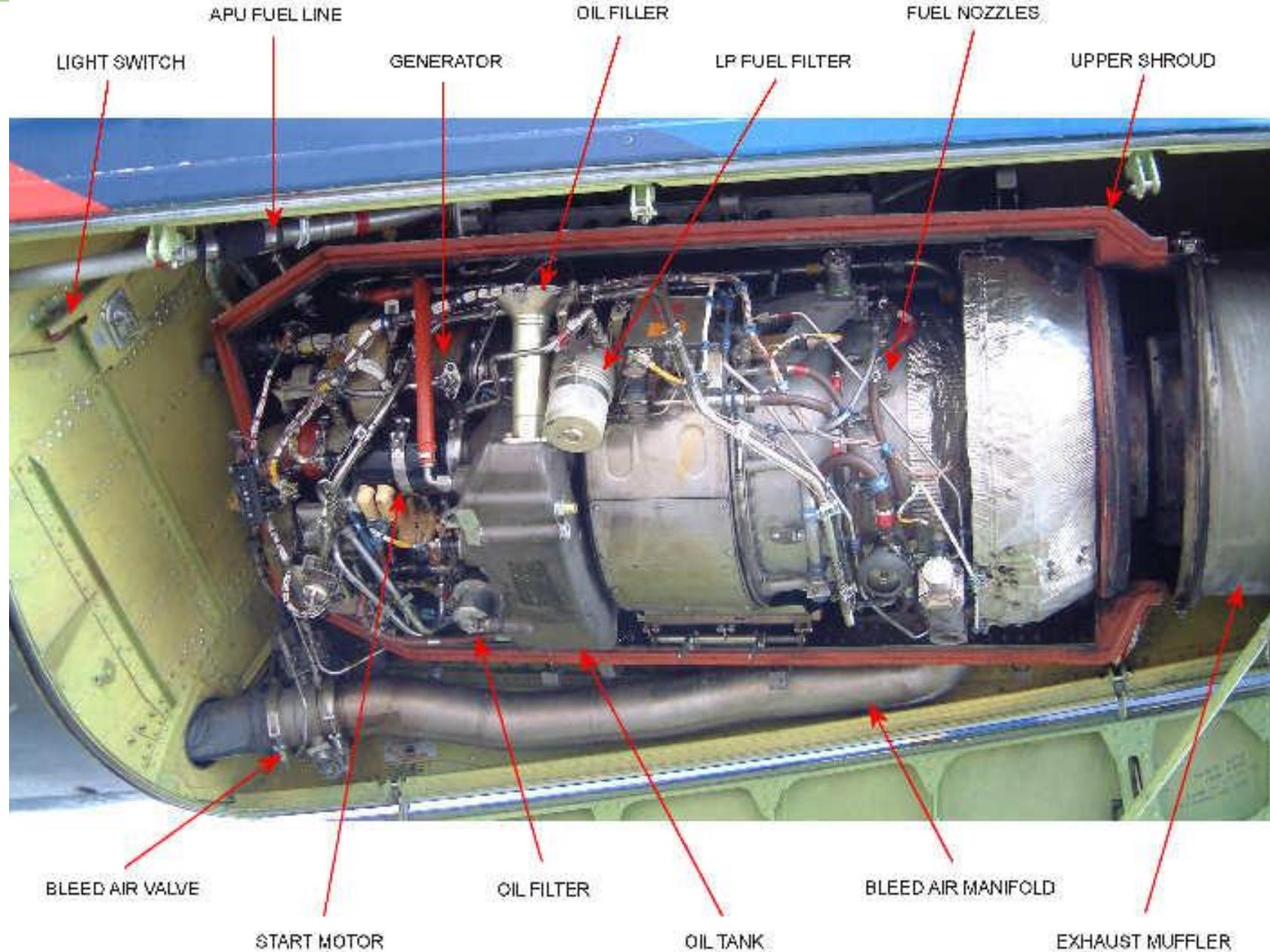
- APU duct
- Air diffuser duct
- Vortex generator
- Air inlet door
- APU bleed air duct
- APU fuel line
- Exhaust muffler
- Exhaust outlet
- Cooling air inlet



# APU (ATA 49)

Örnek Görsel:  
APU'nun bölümleri

- Hava manifoldu
- Yağ filtresi
- Jeneratör
- Yakıt hattı
- Yağ tankı
- Egzoz susturucusu



# APU (ATA 49)



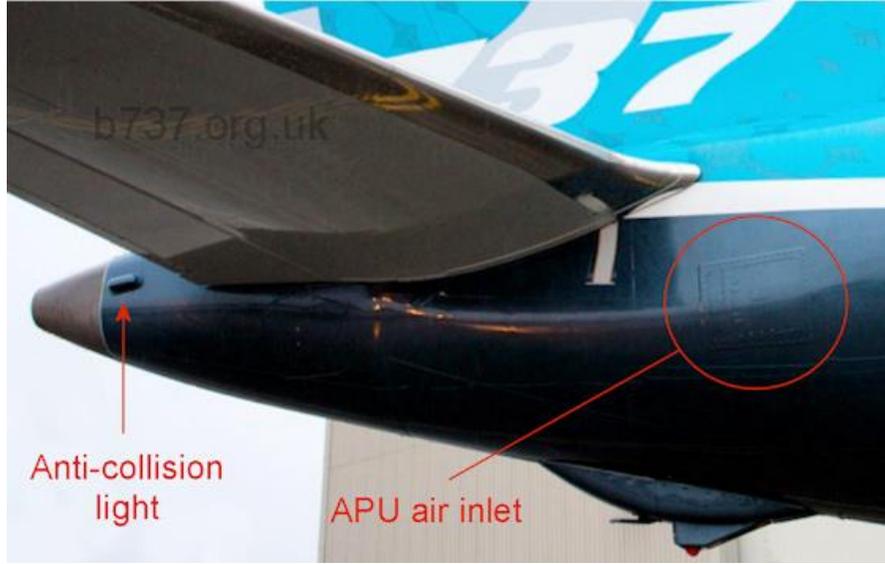
## Örnek Görseller:

\* APU havalandırma açıklığı (*air vent*)

\* APU erişim kapağı

(B737)

## APU (ATA 49)



### Örnek Görseller:

- APU hava alığı (*air inlet*) kapalı durumda
- APU hava alığı çalışma sırasında açık durumda

## APU (ATA 49)



### Örnek Görseller:

- APU egzoz çıkışları (kuyruk bölümü) Solda: A380 – Sağda: B747

# Kaynakça:

- [https://en.wikipedia.org/wiki/Auxiliary\\_power\\_unit](https://en.wikipedia.org/wiki/Auxiliary_power_unit)
- <http://www.b737.org.uk/apu.htm>
- <https://www.aircraftsystemstech.com/p/withnitrogen-or-air.html>
- [https://www.aircraftsystemstech.com/p/turbine-engine-powerplant-removal-and\\_14.html](https://www.aircraftsystemstech.com/p/turbine-engine-powerplant-removal-and_14.html)
- AERO – Bildung / Aviation Training Center / Training Manual Electrical Power Cat B1 Module 11.6
- <https://aviation.stackexchange.com/questions/43458/where-is-the-generator-in-a-large-turbofan-of-a-commercial-airliner>
- <https://aviation.stackexchange.com/questions/38771/how-is-a-turbine-engine-rotated-for-starting-and-inspections>