Okan Üniversitesi MYO

MMAK212
HİDROLİK ve PNÖMATİK SİSTEMLER

Ders Yürütücüsü:
Öğr. Gör. Eren Kayaoğlu

eren.kayaoglu@okan.edu.tr

DERS 1

MMAK212 – Hidrolik ve Pnömatik Sistemler

Ders Sunumları (.pdf) + Kaynaklar

http://**okanuni.eren.xyz**

Web adresinden de indirebilirsiniz.

Konu Başlıkları

Temel Kavramlar

- *Temel Hidrolik*
- *Temel Pnömatik*
- *Basınç*
- *Debi*
- *Süreklilik*
- *Viskozite*
- *Akış Çeşitleri*

Temel Kavramlar

- *Bernoulli*
- *Reynolds*
- *Hidrostatik*
- *Hidrodinamik*
- *Güç İletimi*
- *Devre Sembolleri*
- *Devre Çizimi*

Uygulama Örnekleri

- *Havacılık*
- *İş Makineleri*
- *Endüstri*

- *Hesaplama Esasları*

Konu Başlıkları

Devre Elemanları

- *Pompalar*
- *Kompresörler*
- *Kavitasyon*
- *Havanın Şartlandırılması*
- *Hidromotorlar*

Devre Elemanları

- *Silindirler / Aktüatörler*
- *Valfler*
- *Tanklar*
- *Filtreler*
- *Hidrolik Akümülatörler*
- *Borular ve Hortumlar*
- *Bağlantı Elemanları ve Sızdırmazlık*
- *Hidrolik Yağlar*

Uygulamalar

- *Devre şeması çizim yazılımları*
- *Hesaplama örnekleri*

- *İSG Emniyet ve İş Güvenliği*
- *Hareket İletimi / Mekanizma Tekniği*

Hidrolik ve Pnömatik

Hidrolik Sistemler

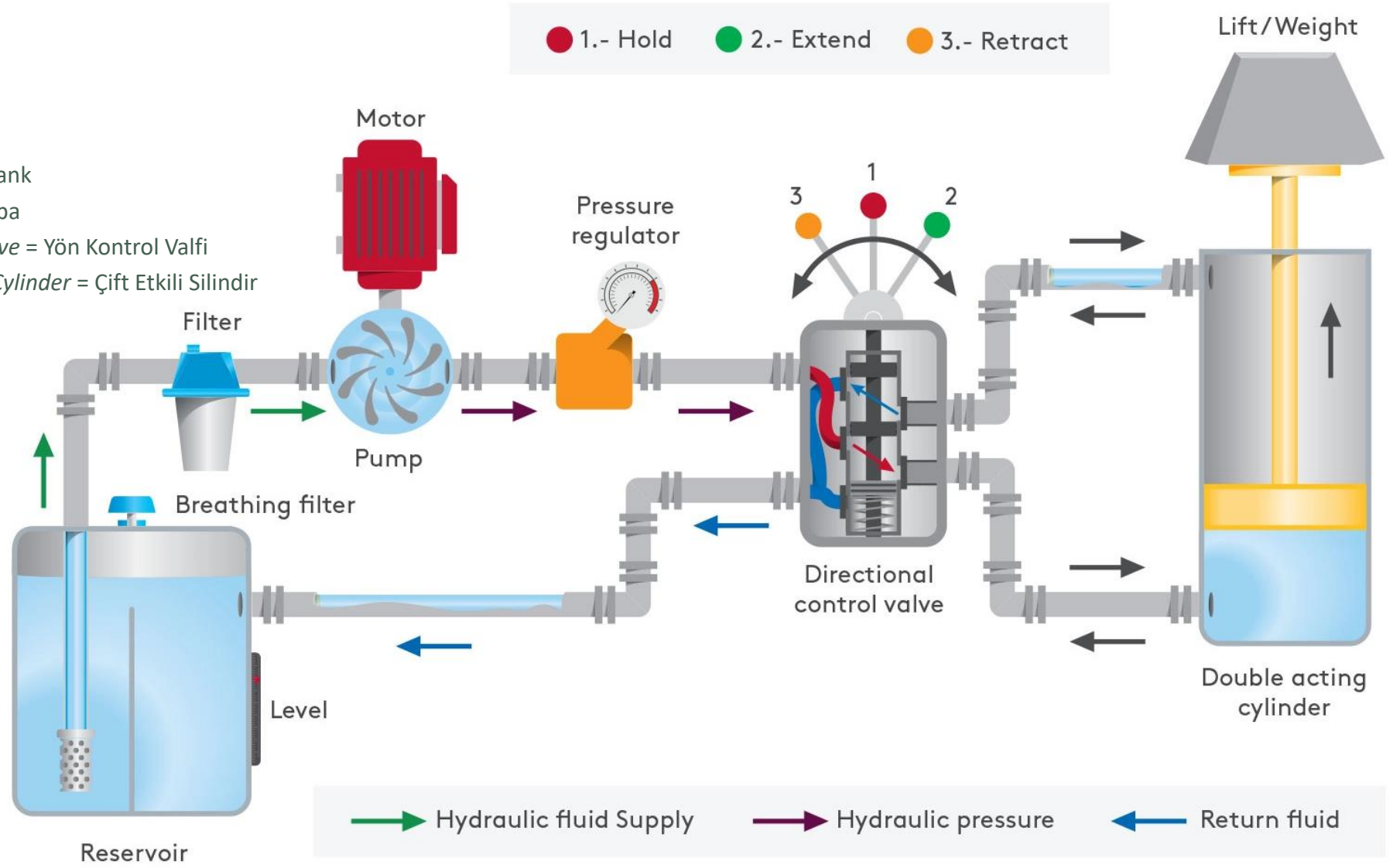
- İletim akışkanı olarak sıvı kullanan sistemlere hidrolik sistemler denir. Hidrolik kelimesi eski Yunanca'da su anlamına gelen "Hydro" ile boru anlamına gelen "aulis" kelimelerinden meydana gelmiştir.
- Temelde hidrolik kelimesi başlangıçta sadece su ve borular arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla kullanılırken günümüzde tüm sıvılar ile bu sıvıların çevresi arasındaki ilişkileri inceleyen bilim dalı olmuştur.

Hidrolik Sistem

- Hidrolik sistemler, (*hydraulic system*) sıvıların özelliklerinden faydalanılarak hareketlendiricilerin tahrik edilmesini sağlayan makine ya da ünitelerin bir araya getirilmesi ile oluşan sistemlerdir.
- Kullanılan sıvı, hidrolik yağıdır.

HİDROLİK SİSTEM

Reservoir = Tank
Pump = Pompa
Dir. Cont. Valve = Yön Kontrol Valfi
Double Act. Cylinder = Çift Etkili Silindir



Pnömatik Sistemler

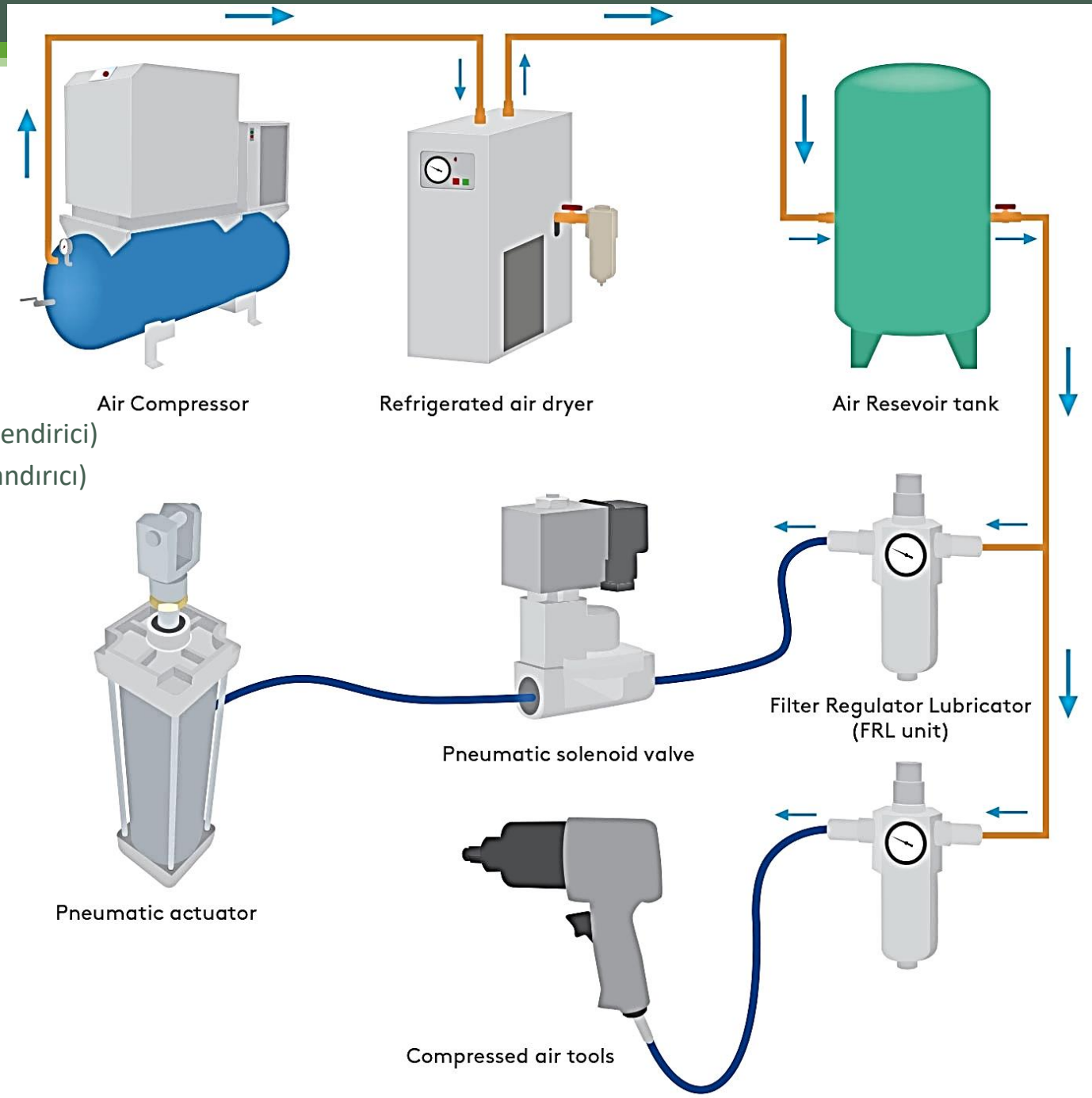
- Basınçlı ve kontrol edilebilen gaz ile çalışan sistemlere pnömatik sistemler denir. Bir başka ifadeyle atmosferden alınıp küçük bir hacme kuvvet uygulanarak sıkıştırılmış gaz ya da havayı kullanan sistemlere pnömatik sistemler denir. Pnöma, Yunancada hava ve rüzgar anlamına gelir.

Pnömatik Sistem

- Pnömatik sistemler (*pneumatic systems*), sıkıştırılabilir akışkanları (genel adıyla gazları), havayı kullanan güç sistemleridir.
- Kullanılan akışkan, bulunulan ortamdan temin edilen hava (*air supply*) olduğundan, akışkanı bir tank veya rezervuarda depolamak, taşımak gerekmez.
- Üretilen basınçlı hava atmosferden alınır ve tüketim yerlerinde hava tekrar atmosfere geri salınır.

PNÖMATİK SİSTEM

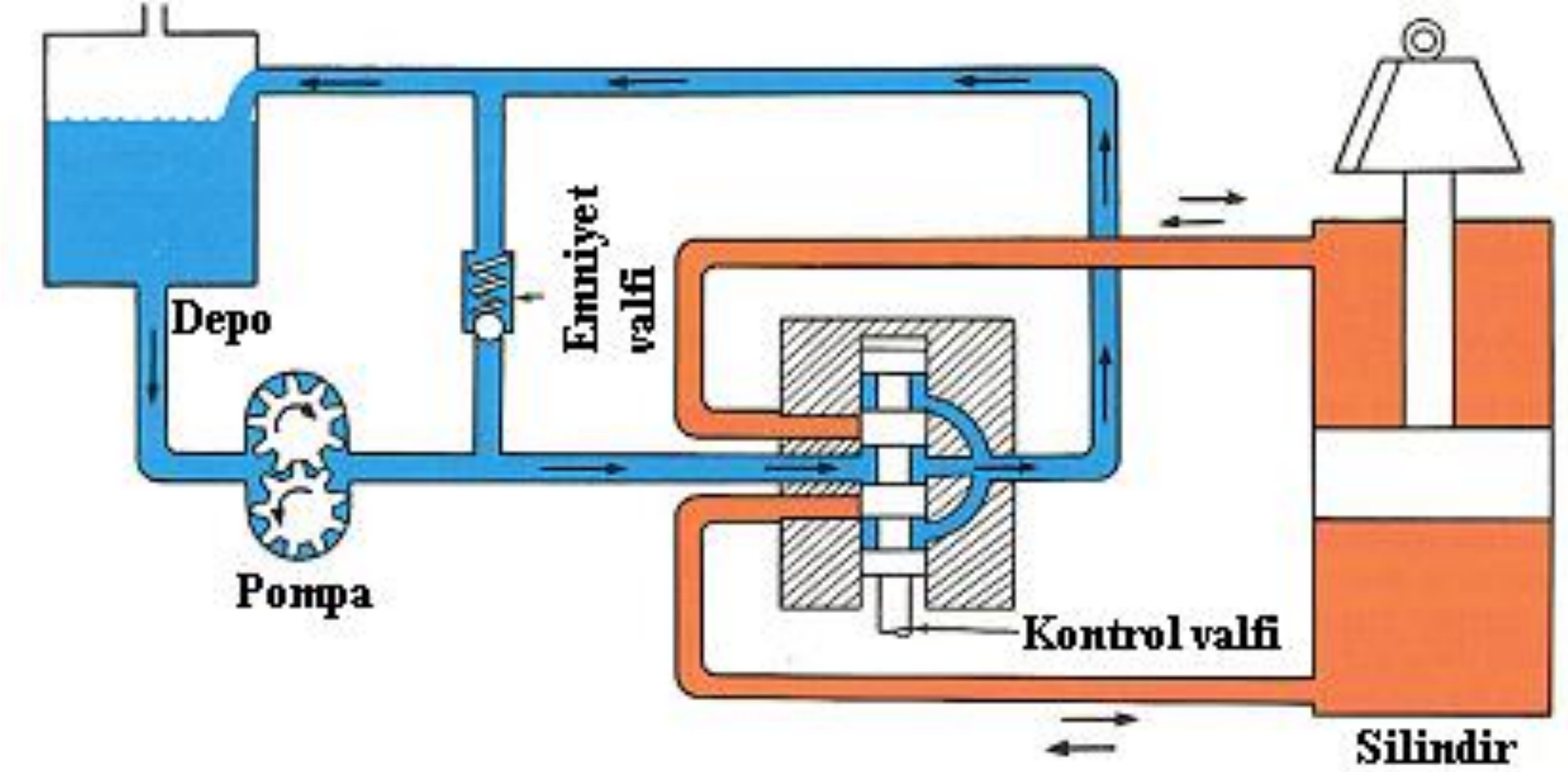
Air Compressor = Hava Kompresörü
Pneumatic Actuator = Pnömatik Silindir (Doğrusal Hareketlendirici)
Refrigerated Air Dryer = Hava Soğutucu ve Kurutucu (Şartlandırıcı)
Air Reservoir Tank = Basınçlı Tank



MMAK212 – Hidrolik ve Pnömatik Sistemler

TEMEL HİDROLİK SİSTEM

TEMEL HİDROLİK SİSTEM



Emniyet valfi, 4-yollu yön kontrol valfi ve çift etkili silindir içeren hidrolik sistem

TEMEL HİDROLİK SİSTEM

- Pompa, mekanik gücü hidrolik güce dönüştürürken, silindir hidrolik gücü mekanik güce dönüştürür. Hidrolik sistemin devamlılığının sağlanması için **pompa** ve **silindir**in yanında ayrıca şu elemanlara da gereksinim vardır.
  a)Basınç kontrol valfi (çek valf ve emniyet valfi gibi)
  b)Depo
  c)Yön kontrol valfi
  d)Hidrolik akışkan

- Çek valf akışkanı depoda tutar ve/veya sistemdeki akışkanın geri dönüşünü engelleyerek tek yönlü akışa izin verir.

TEMEL HİDROLİK SİSTEM

Sistemin Çalışması:

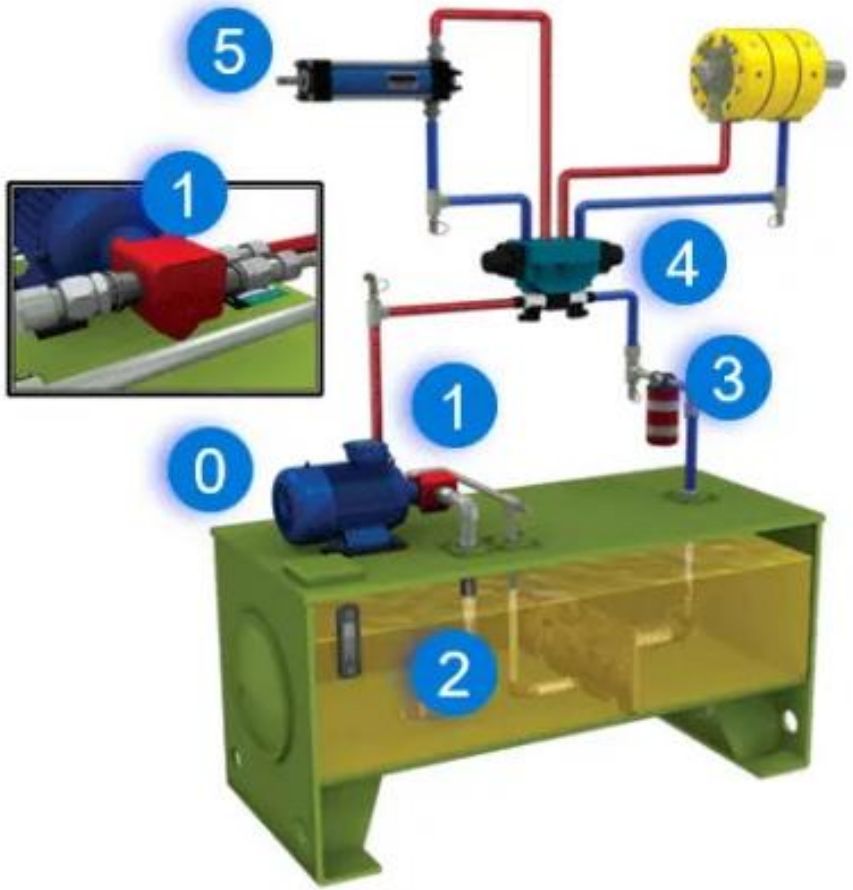
1) ***Dişli pompa***, motorun dönme kuvvetini hidrolik güce dönüştürmektedir. Yön kontrol valfi, akışa yön verir. Bu valf operatörün sabit miktardaki akışkanı silindire ya da başka bir alıcıya gönderme imkanı verir. Kontrol valfi nötr konumdayken, pompadan gelen akışkan depoya geri döner. Bu konumda silindirin sabit kalması sağlanır.
2) ***Yön kontrol valfi***, şekle göre aşağı hareket ettiğinde akışkan silindirin alt kısmına giderek yükü yukarı kaldırır. Aynı zamanda silindirin üst kısmı dönüş borusuna bağlanmış olup üst kısımdaki akışkan depoya geri döner.

TEMEL HİDROLİK SİSTEM

Sistemin Çalışması:

3) ***Kontrol valfi***nin sürgüsü yukarı hareket ettiğinde, akışkan silindirin üst kısmına yönlenir ve pistonu aşağı iterek yükü aşağı indirir. Silindirin alt kısmı ise bu arada dönüş hattına bağlanmıştır.
4) ***Emniyet valfi***, sistemi yüksek basınçtan korur. Yükü kaldırmak için gerekli olan basınçtan daha fazla basınç oluşursa emniyet valfi açılarak akışkanın bir kısmını ***depo***ya (tanka) yönlendirir. Emniyet valfi, piston sona dayandığında da devreye girerek sistemi aşırı basınçtan korur.

TEMEL HİDROLİK SİSTEM



BİR HİDROLİK SİSTEM ÖRNEĞİ

0	ELEKTRİK MOTORU
1	HİDROLİK POMPA
2	HİDROLİK AKIŞKAN
3	FİLTRELER
4	KONTROL ELEMANI (VALFLER)
5	İŞ ELEMANI (PİSTON, MOTOR

Bir hidrolik sistem örneği

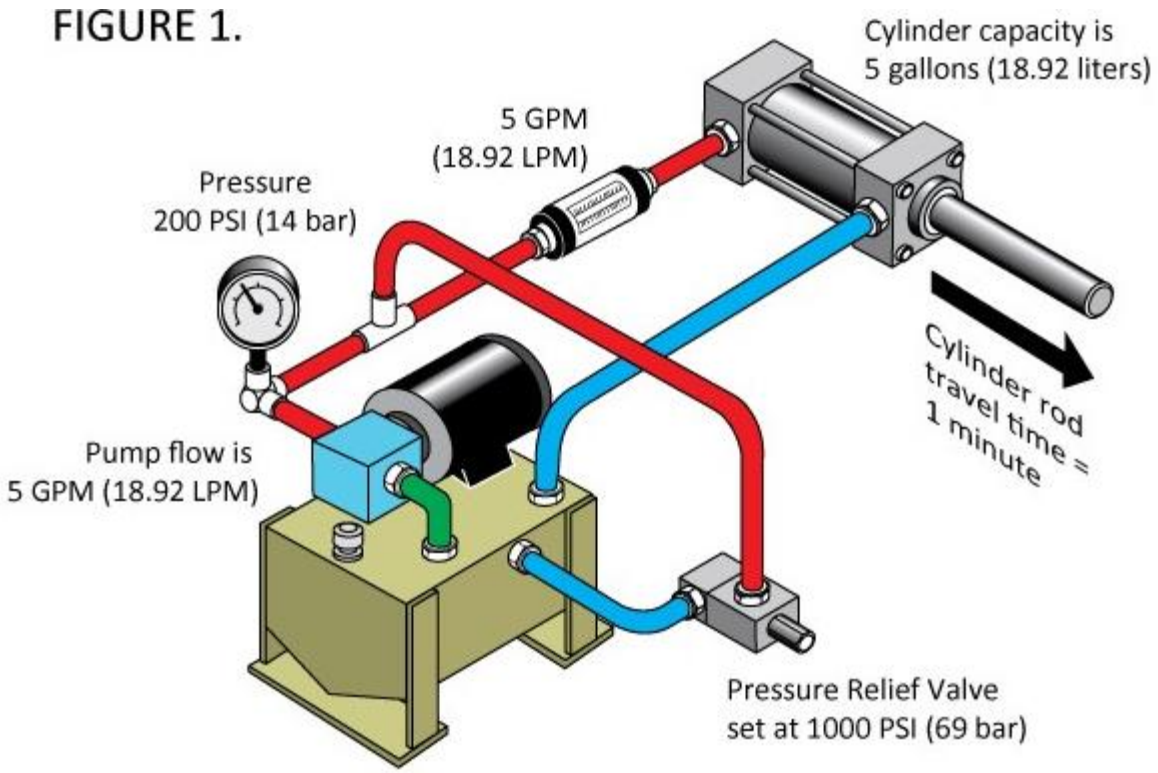
TEMEL HİDROLİK SİSTEM

- Hidrolik akışkan depoda birikir. Akışkanın pompaya, yerçekimi etkisi ve atmosfer basıncı yardımıyla iletilmesi için depoda bir hava açıklığının bulunması gerekir.

- Pompa, silindirden çok küçüktür. Bu nedenle pompanın her bir strokunda pistonun hareketi için çok az miktarda akışkan silindire gönderilecektir. Bununla birlikte silindir tarafından kaldırılan yük uygulanan kuvvetten çok daha fazla olacaktır. Eğer yük hızlı kaldırılmak isteniyorsa pompanın daha hızlı çalışması gerekir.

TEMEL HİDROLİK SİSTEM

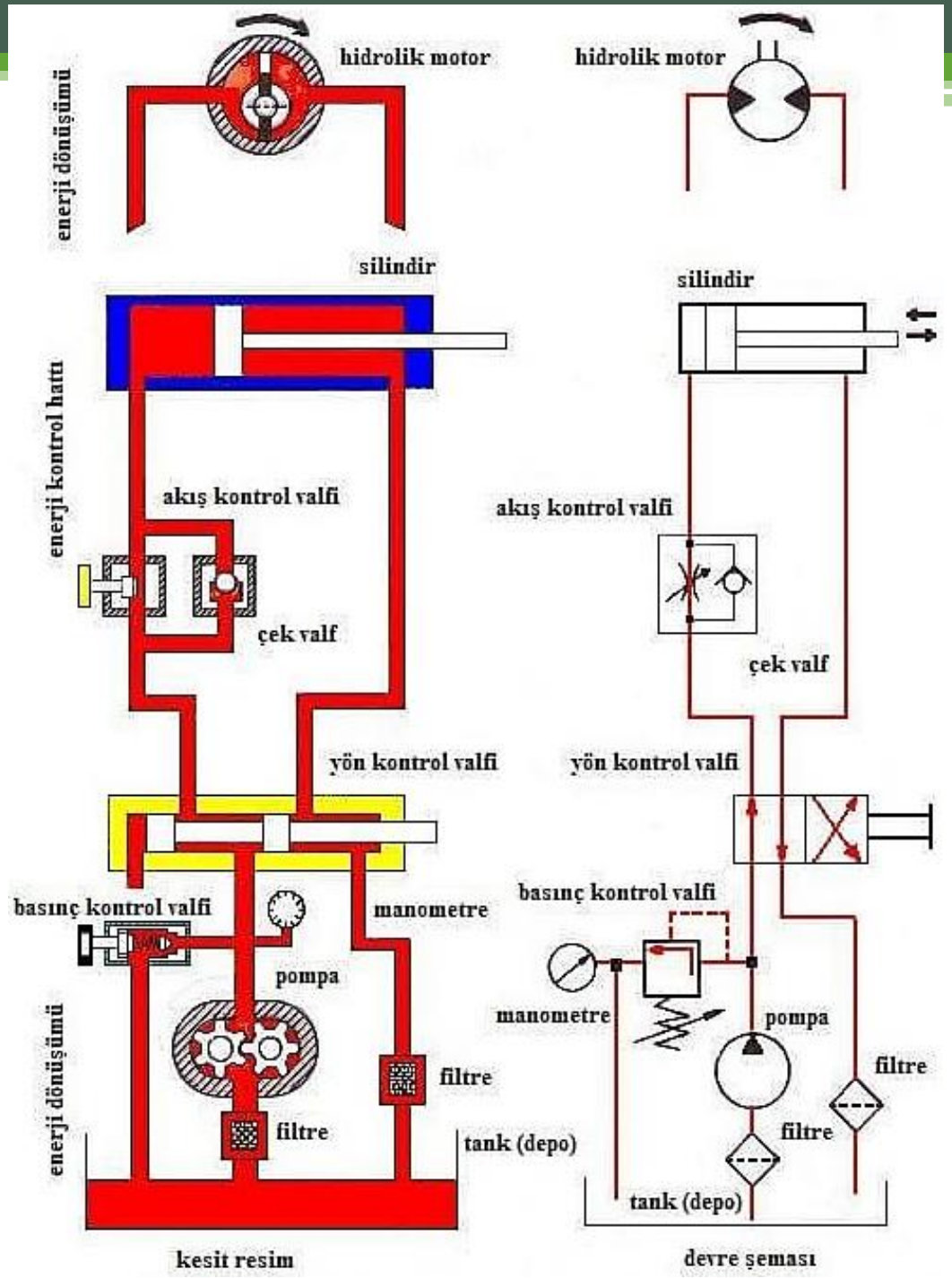
- Temel bir hidrolik sistem, başka elemanların eklenmesi ile daha karmaşık hale gelir. Eklenen diğer elemanlar sistemin daha geniş aralıkta iş yapmasını sağlar ve sistemin daha güvenilir çalışmasına izin verir.



TEMEL HİDROLİK SİSTEM

- ***Örnek Görsel*:**

Hidrolik devre elemanlarının kesit görünüş (solda) ve standart sembollerle şematik (sağda) ifade edilme biçimleri



Hidrolik Uygulama Alanları

- Kaldırma makineleri, vinçler
- İş ve inşaat makineleri
- Motorlu araçlarda frenler ve şok emiciler
- Uçaklarda uçuş kumanda yüzeylerinin tahrik edilmesi
- İniş takımlarının açılıp toplanması
- Makine ve takım tezgahları
- İmalat makineleri
- … … …

MMAK212

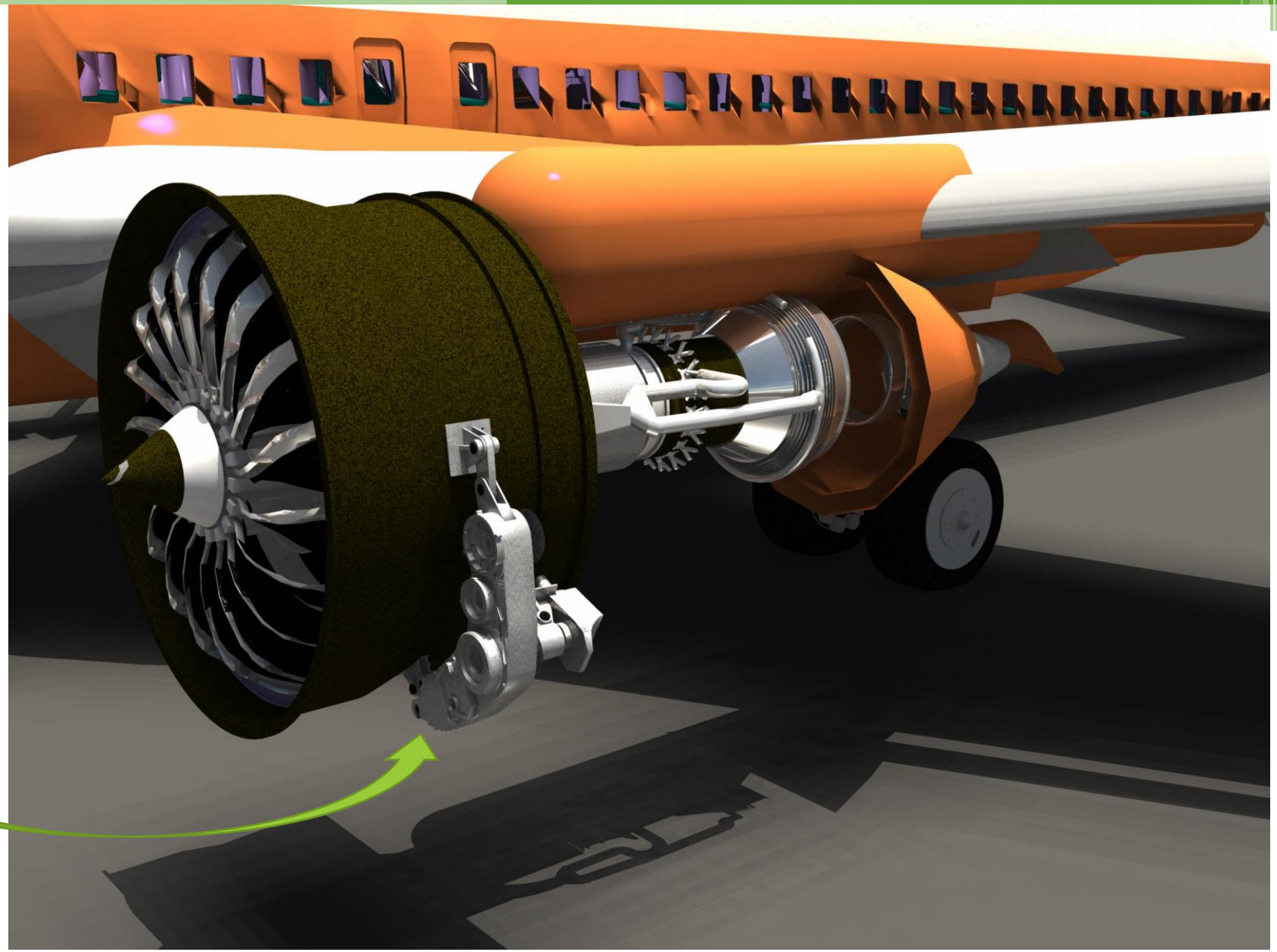
UÇAKLARDA GÜÇ SİSTEMLERİ

Hidrolik ve Pnömatik

Güç Sistemleri

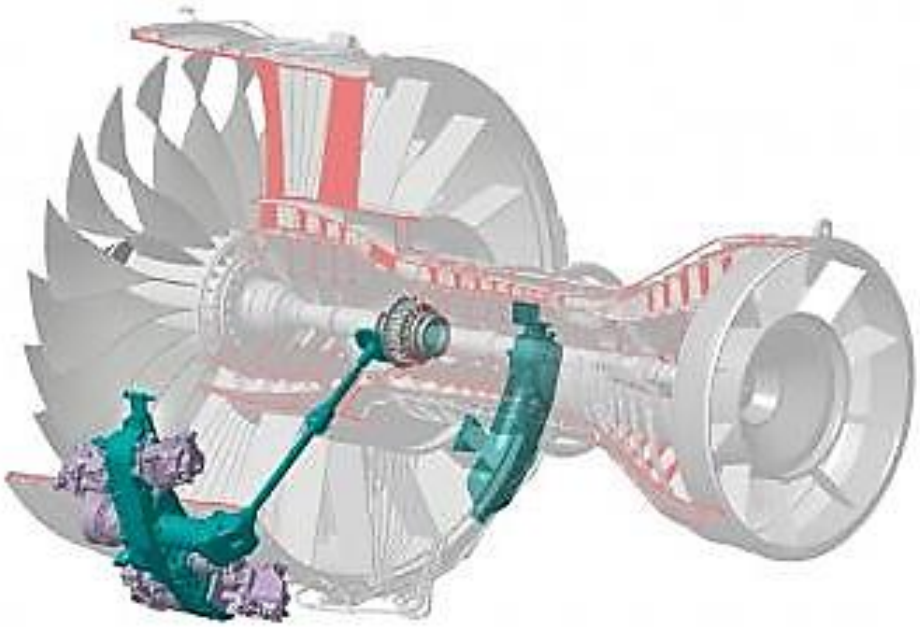
- *Örnek Görsel*:

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

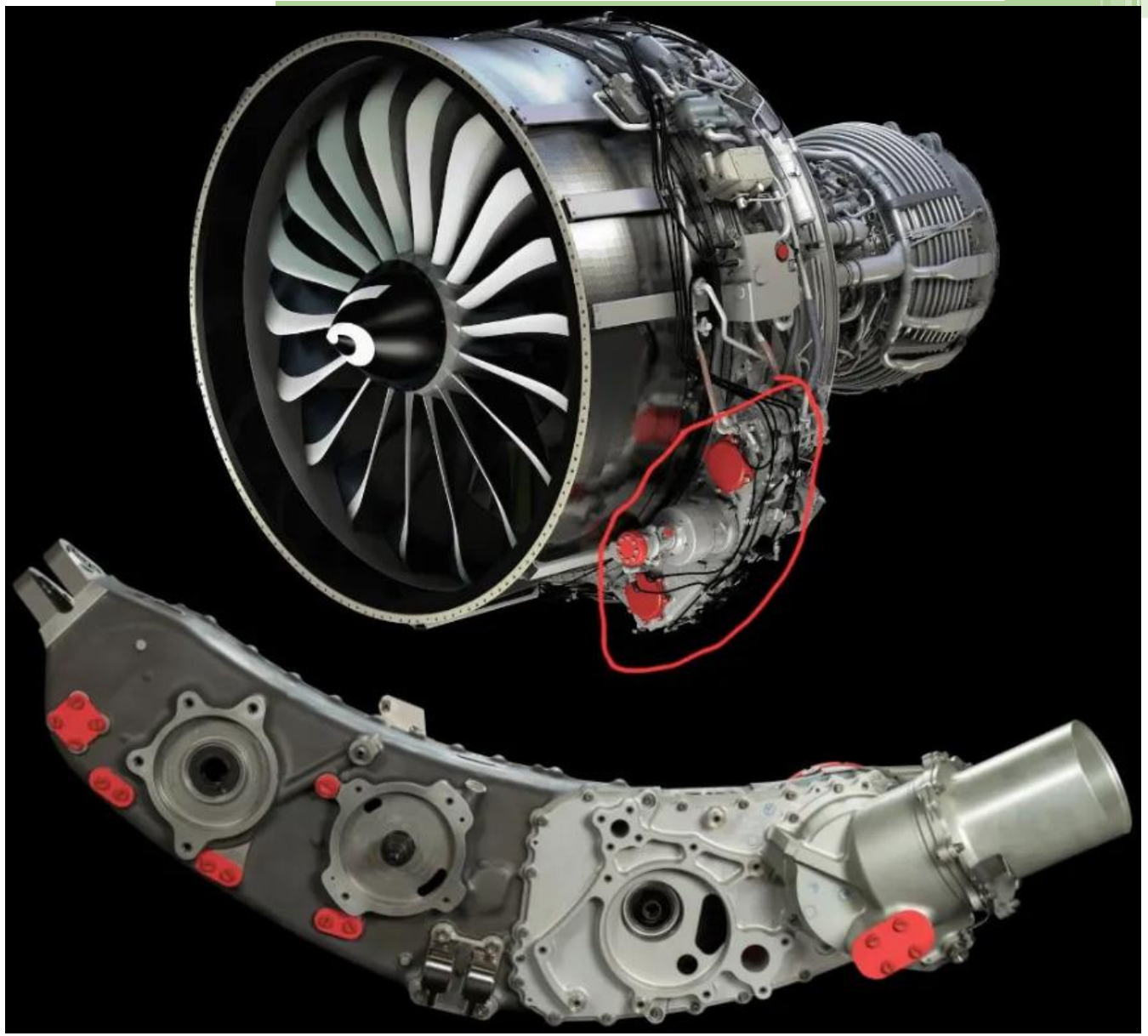


Güç Sistemleri

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.

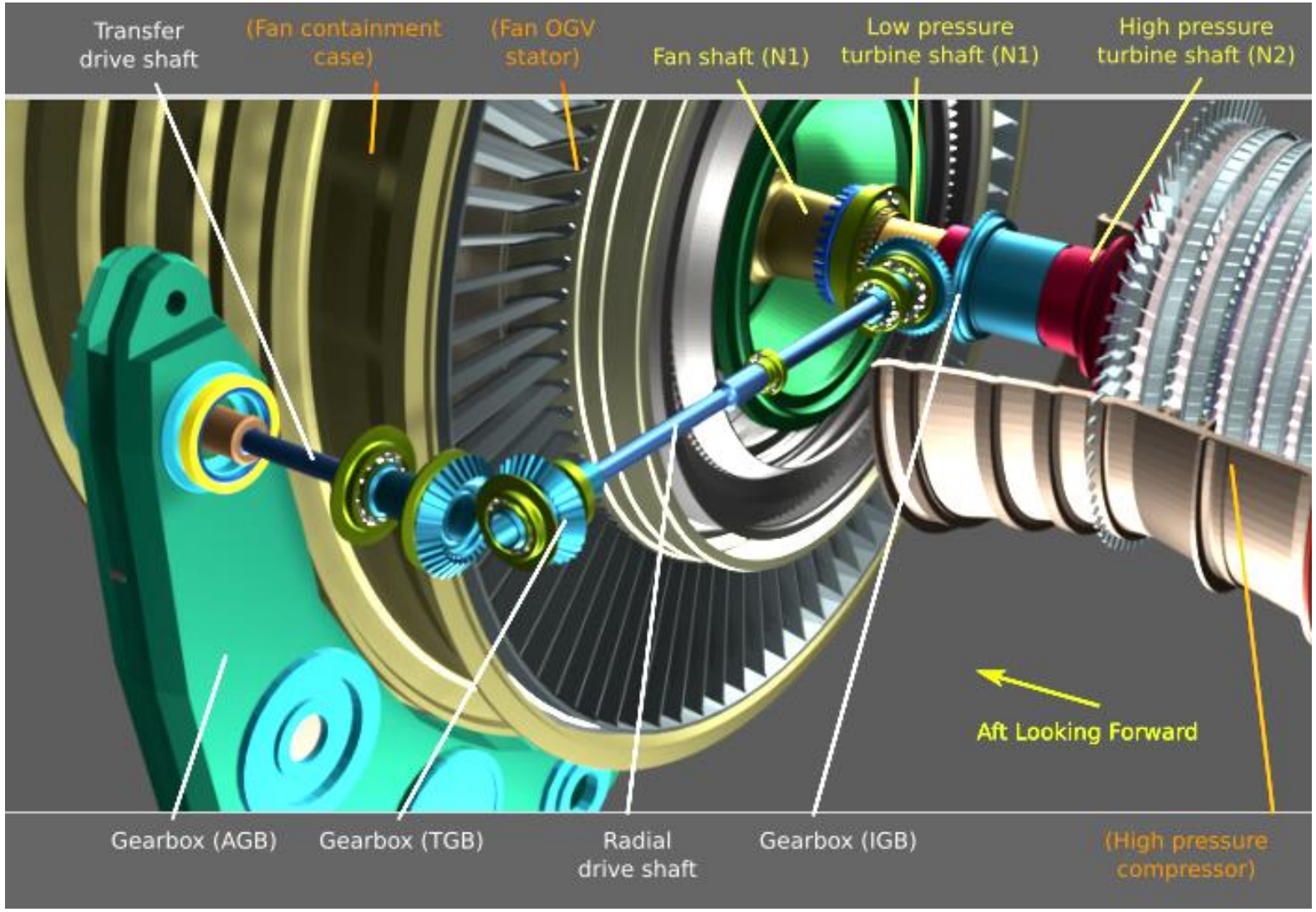


Güç Sistemleri

ACCESSORY DRIVE

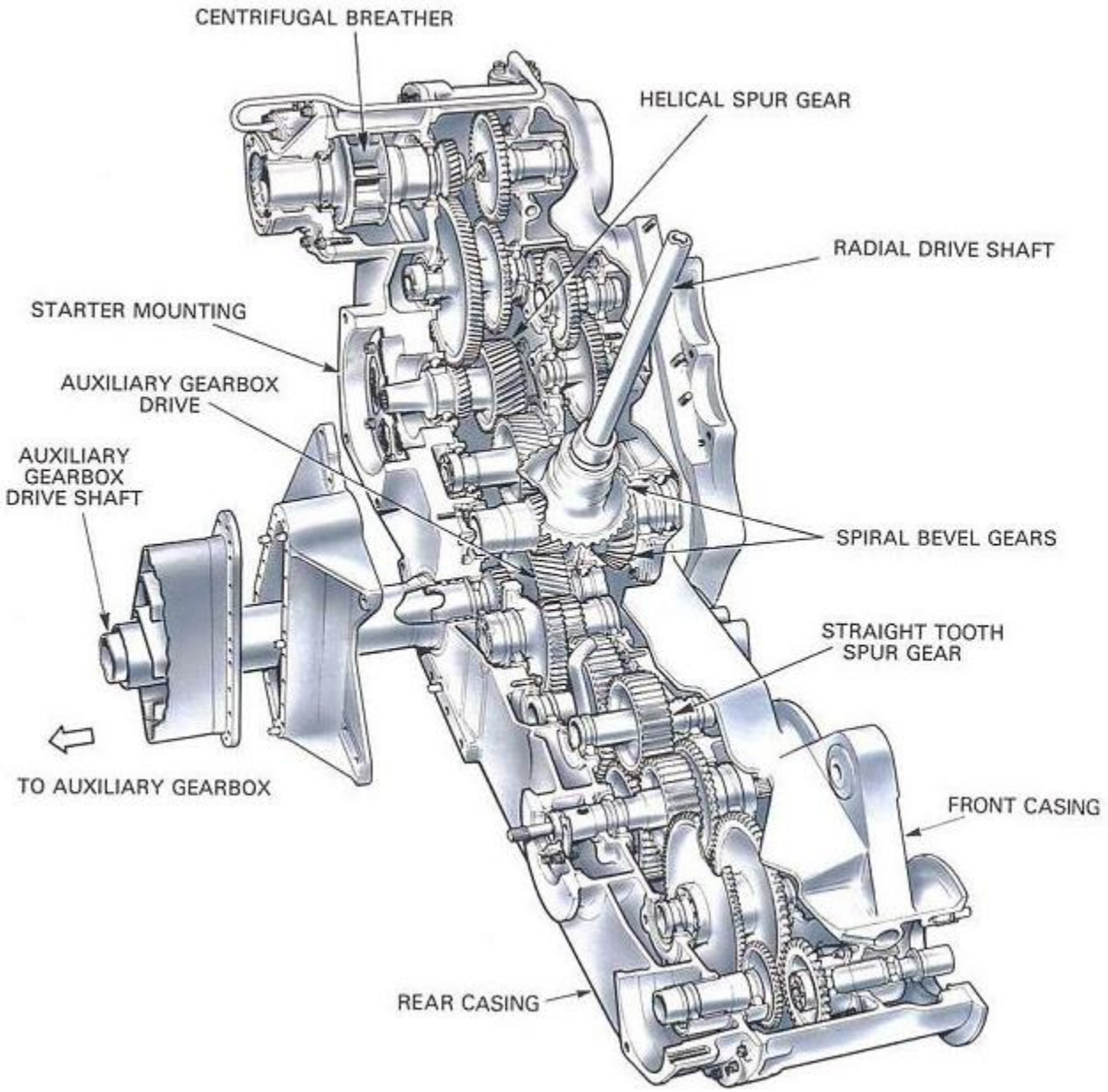
Motor rotorundan harici aksesuar ünitelerine, dönme (dönüş, devir) hareketinin iletilmesi aşağıdaki komponentler üzerinden olur:

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



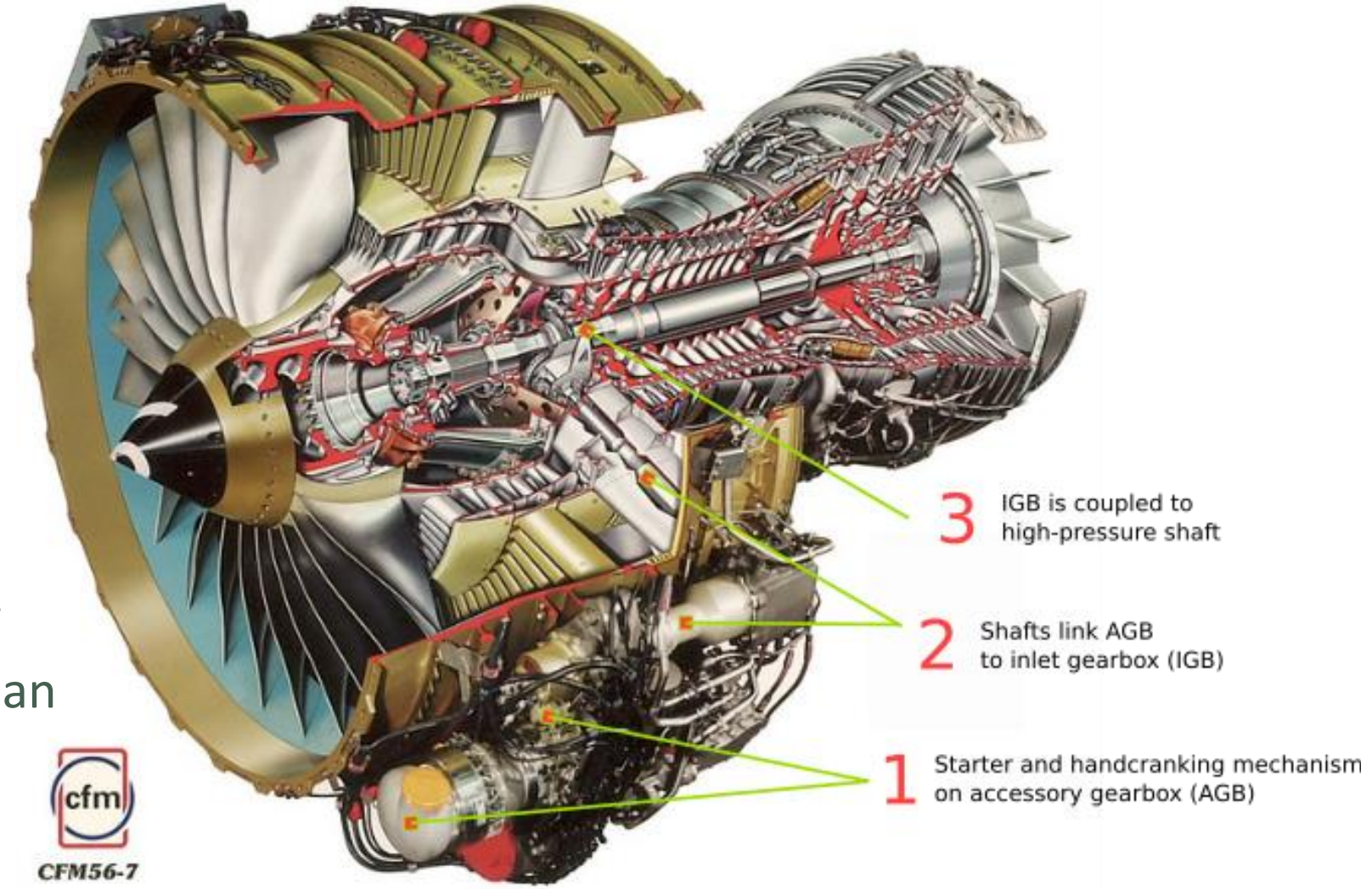
Güç Sistemleri

- *Örnek Görsel*: Accessory Gearbox



Güç Sistemleri

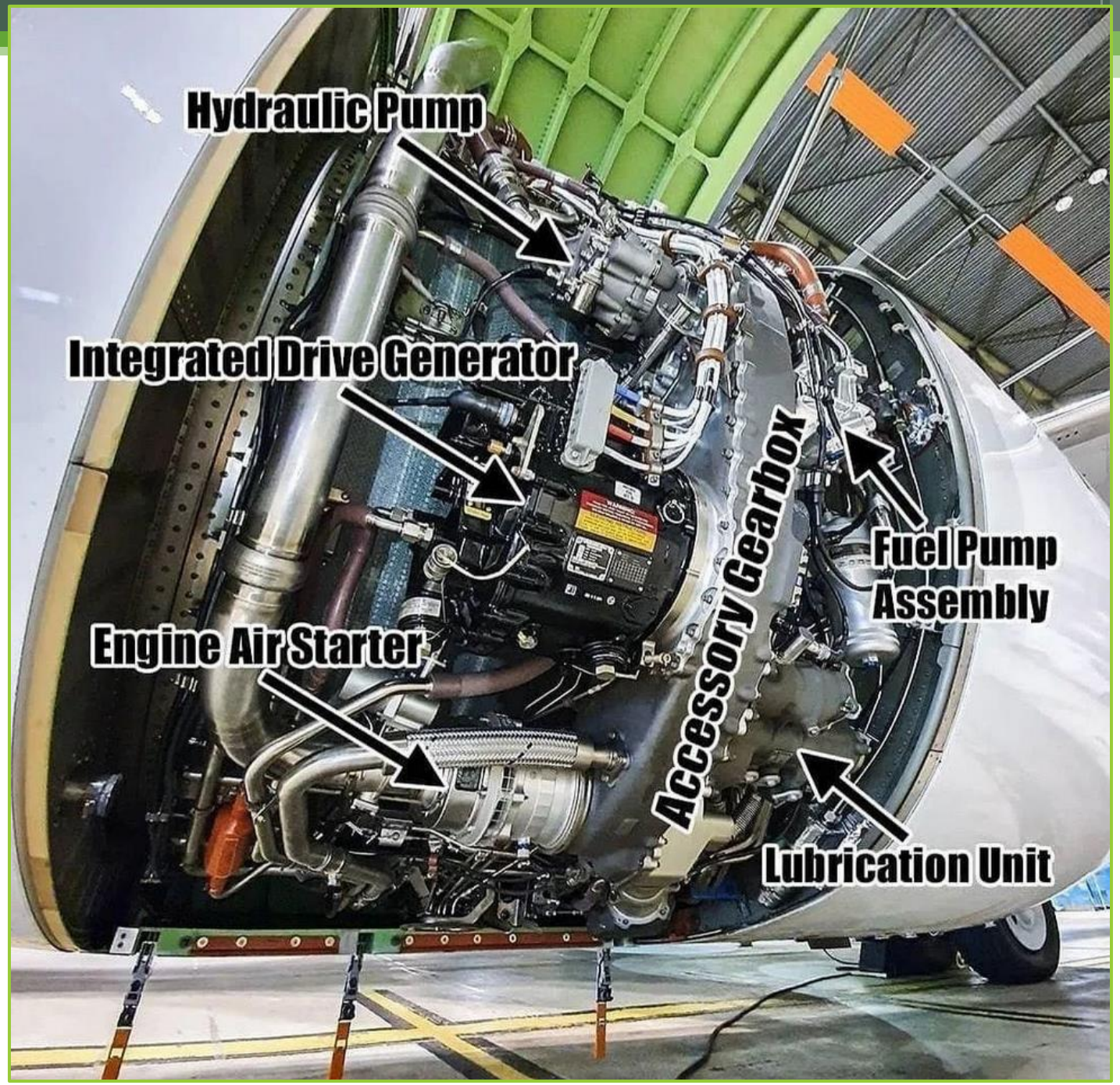
- *Örnek Görsel*: Turbo motorun çalıştırılması (*starting*) ve muayenesi (*inspection*) için kullanılan mekanizma



Güç Sistemleri

Accessory Gearbox

- Dişli Kutusu, motorun fan muhafazasının içinde yer alan bir bileşenidir, 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.



Kaynak: https://www.instagram.com/p/Cet1hizhFxZ/
https://www.instagram.com/wing.vortex/

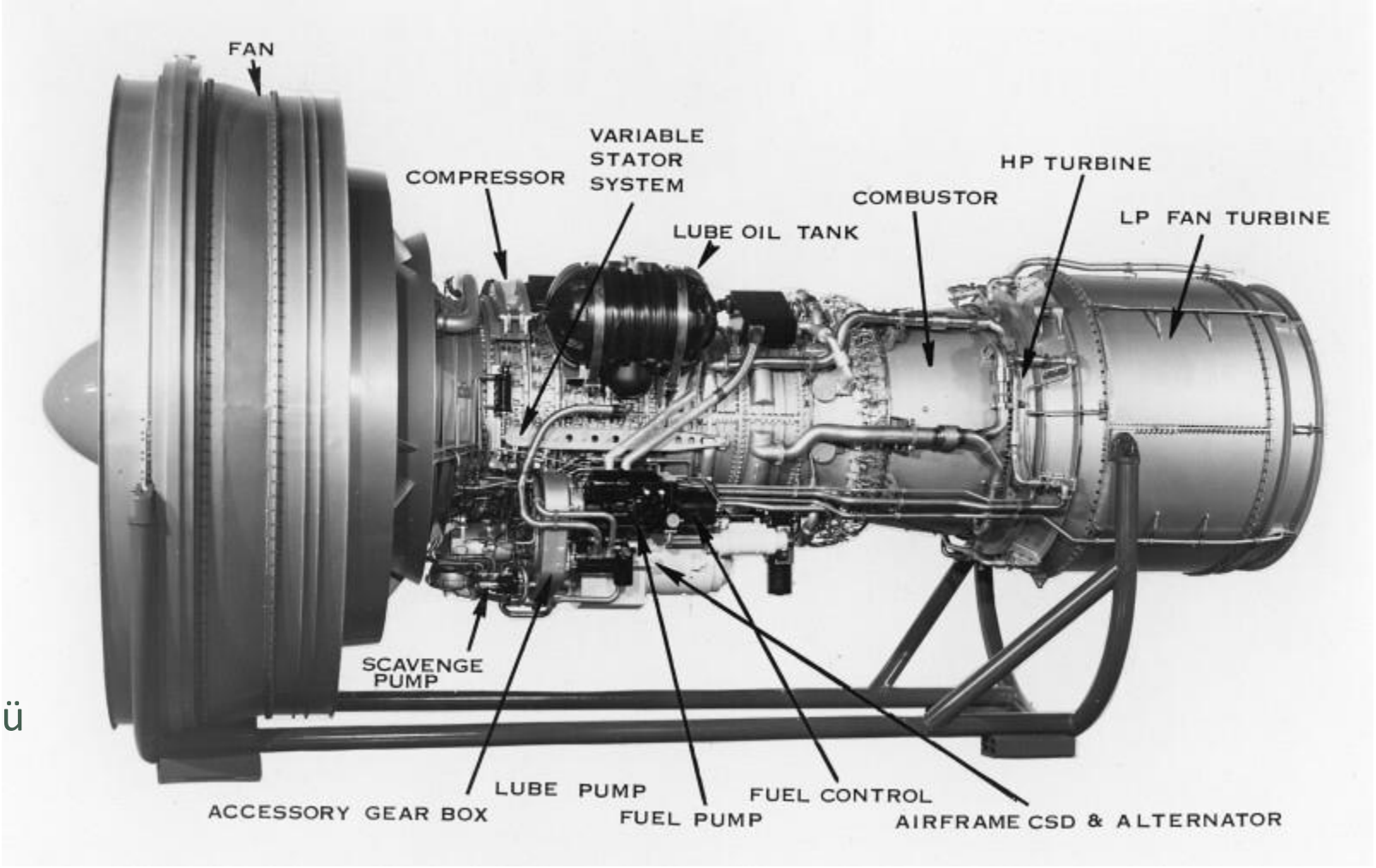
Güç Sistemleri

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 Basınçlı Başlatıcı (*Engine Air Starter*)
  - Hidrolik pompa (*Hydraulic Pump*)
  - IDG (Entegre Tahrik Jeneratörü) (*Intergrated Drive Generator*)
  - Yağ pompası (Oil Pump / Lubrication Unit)
  - EDP (Motor Tahrikli Pompa) (*Engine Driven Pump*)
  - Yakıt Pompası (*Fuel Pump*)

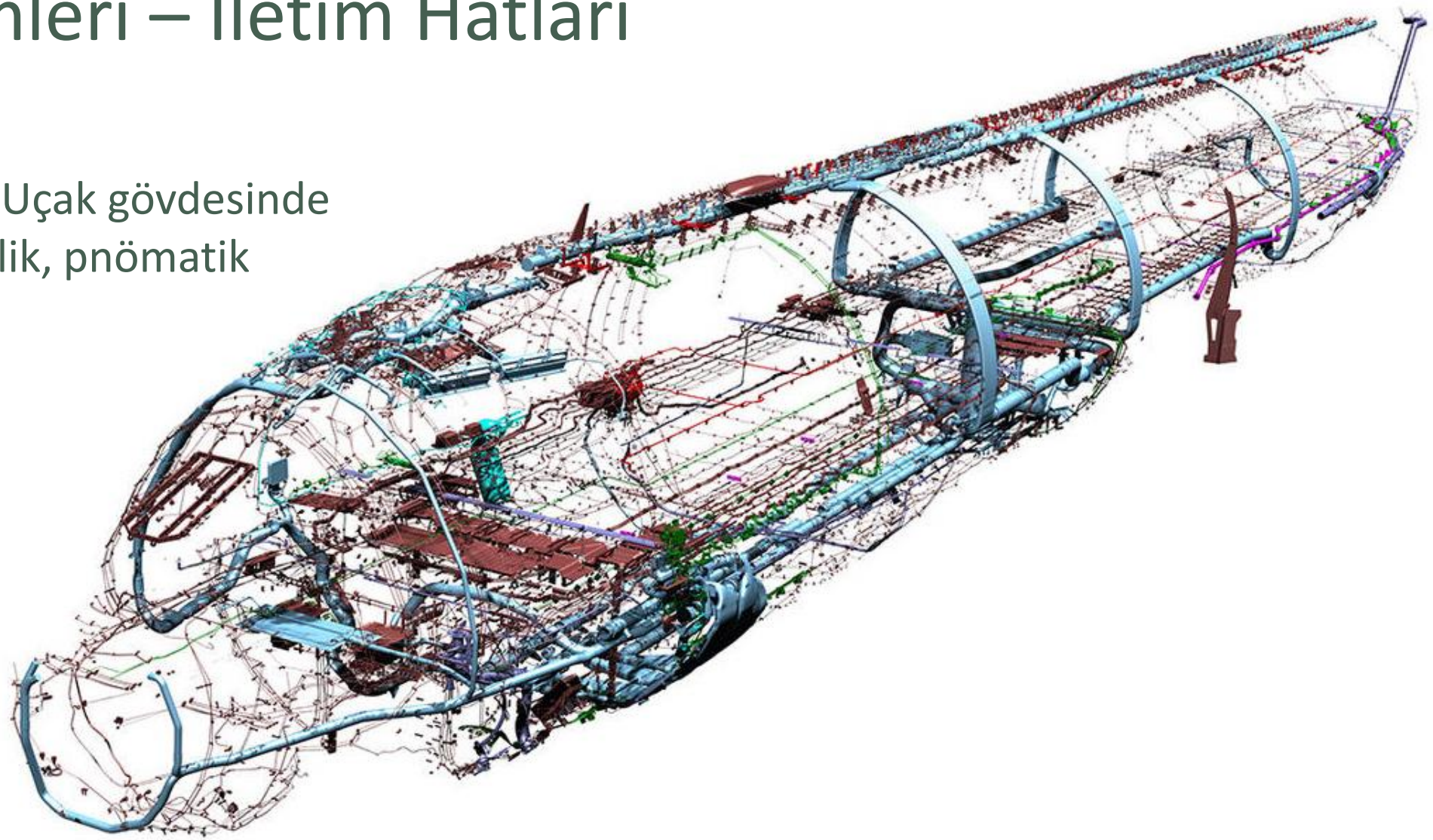
Güç Sistemleri

- *Örnek Görsel*:
  - Turbofan motor alt sistemleri ve yardımcı sistemleri:
    - Dişli kutusu
    - Pompalar
    - Yağlama sistemi
    - CSD: sabit hız sürücüsü
    - Alternatör vb…



Güç Sistemleri – İletim Hatları

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



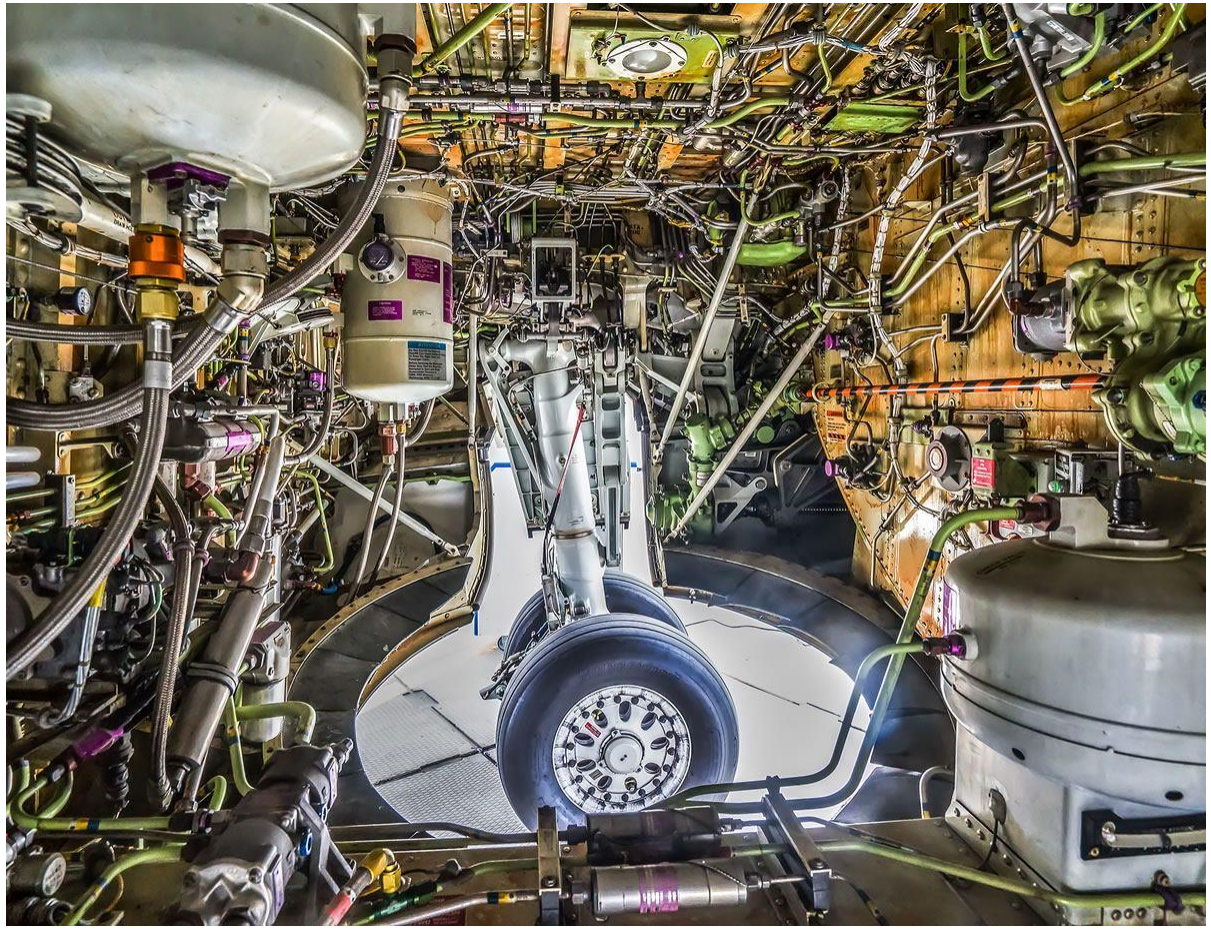
MMAK212

UÇAKLARDA GÜÇ SİSTEMLERİ

Hidrolik Güç

Uçak Motorları Tarafından Tahrik Edilen Gruplar

- **Hidrolik Sistem**
- **Pnömatik Sistem**
- Elektrik Sistemi



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:

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

Hidrolik Güç Sistemi

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

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

Kaynak: https://www.skybrary.aero/articles/hydraulic-systems

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.

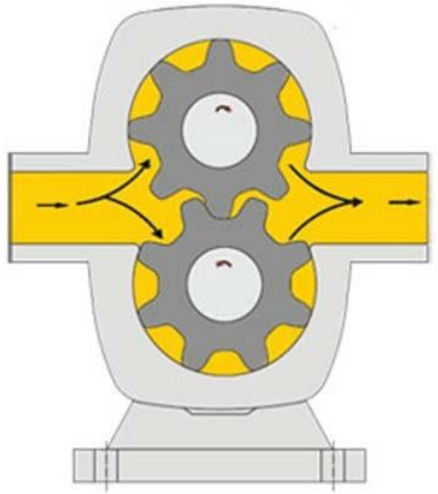
Hidrolik Güç Sistemi

- ***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 sıkıştırılamayan-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*)

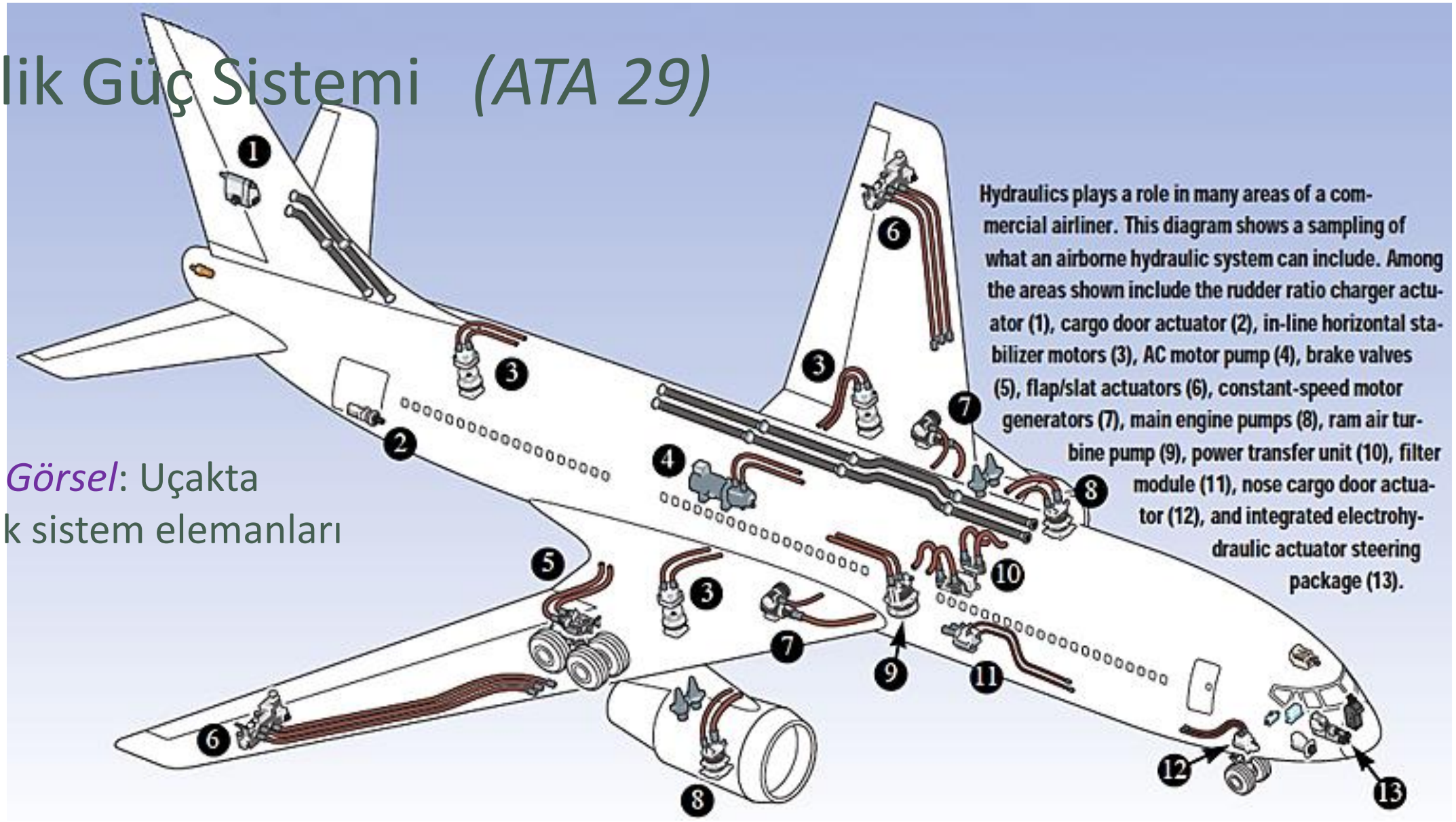
- **Sıvıları** (**sıkıştırılamaz** akışkanları) bir yerden başka bir yere aktarmaya, öteleme veya dönme hareketi ile basınçlandırmaya yarayan makineler/mekanizmalar

Kompresör (*Compressor*)

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

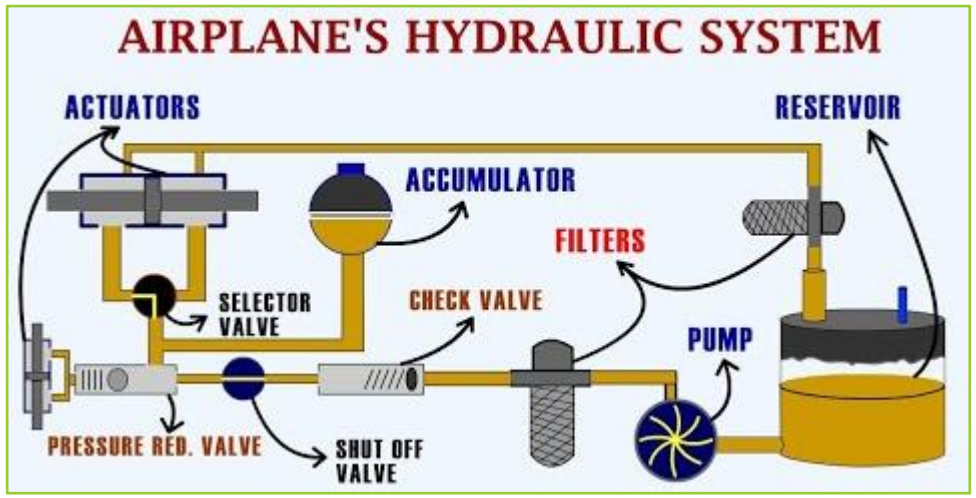
Hidrolik Güç Sistemi *(ATA 29)*

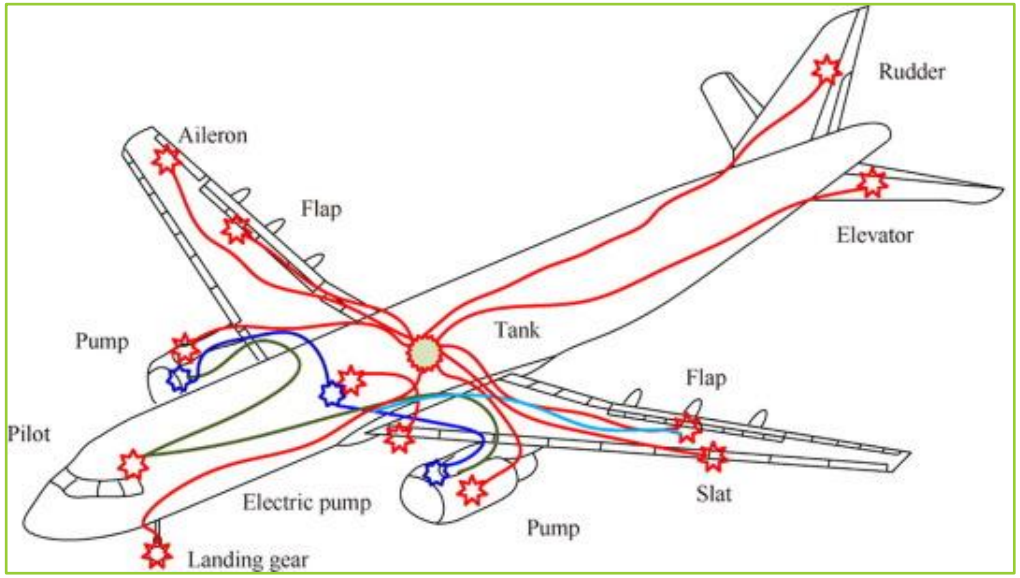
- *Örnek Görsel*: Uçakta hidrolik sistem elemanları



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.



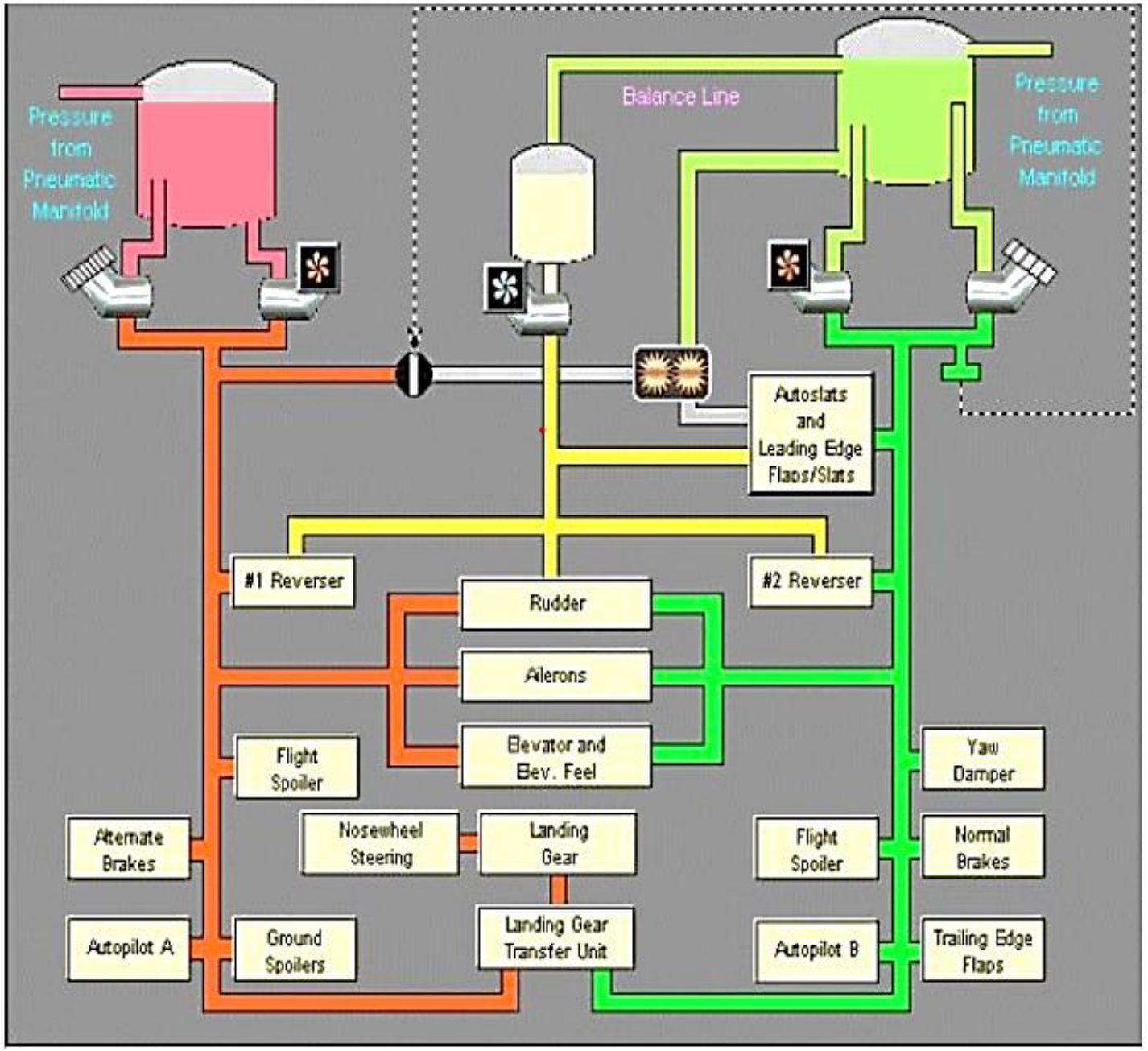


Hidrolik Sistem *(ATA 29)* *Module 11.11*

- 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

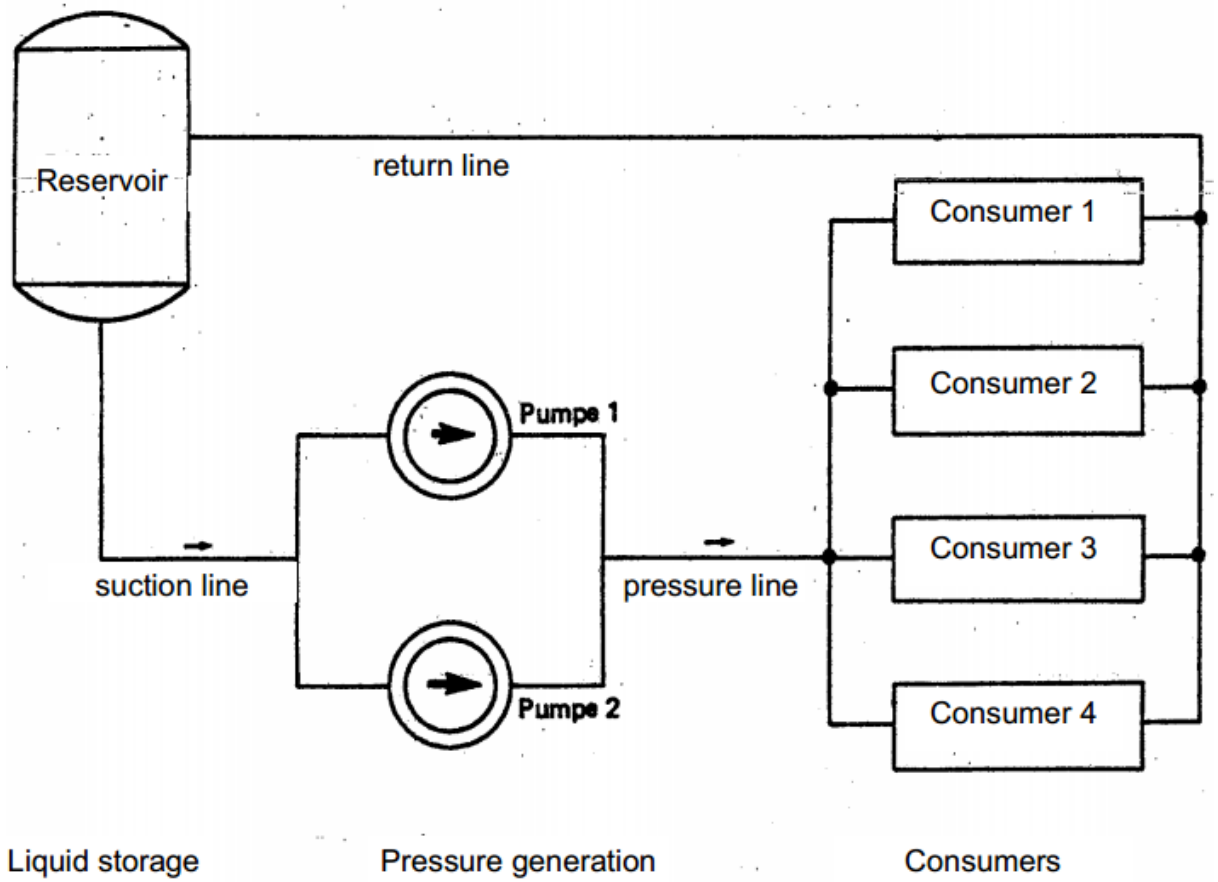
- *Örnek Görsel*: Airbus A320 tipi uçağın hidrolik güç dağıtım hattı şeması



Hidrolik Güç Sistemi *(ATA 29)*

- Hidrolik Sistem Bileşenleri
  - Tank, rezervuar, hazne, depo
  - Basınç üreteci, pompa (*pump*)
  - İletim boruları, hortumlar (*line*)
  - Filtreler
  - Kontrol valfleri (yön, basınç vb.)
  - Akümülatör
  - Güç Tüketim Noktaları (*consumer #*)

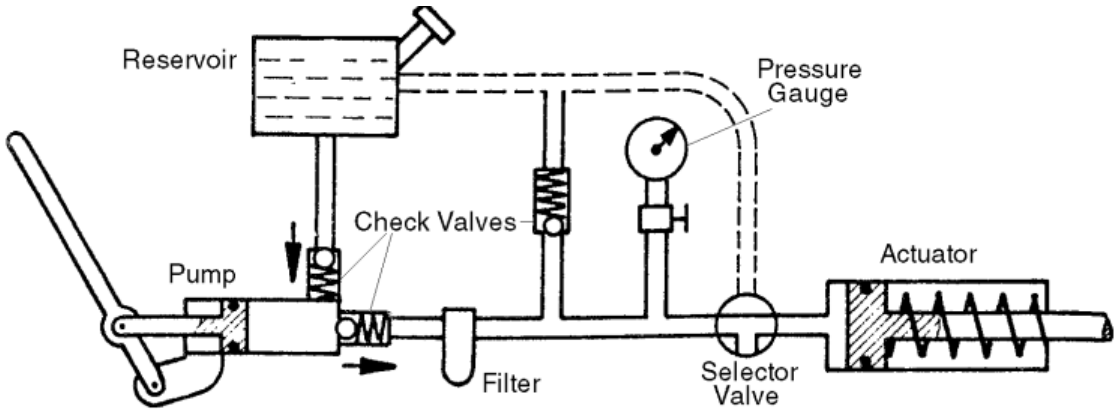
    Örneğin:
    - Uçuş kontrol yüzeyleri
    - İniş takımları (frenler, açma-kapama vb.)

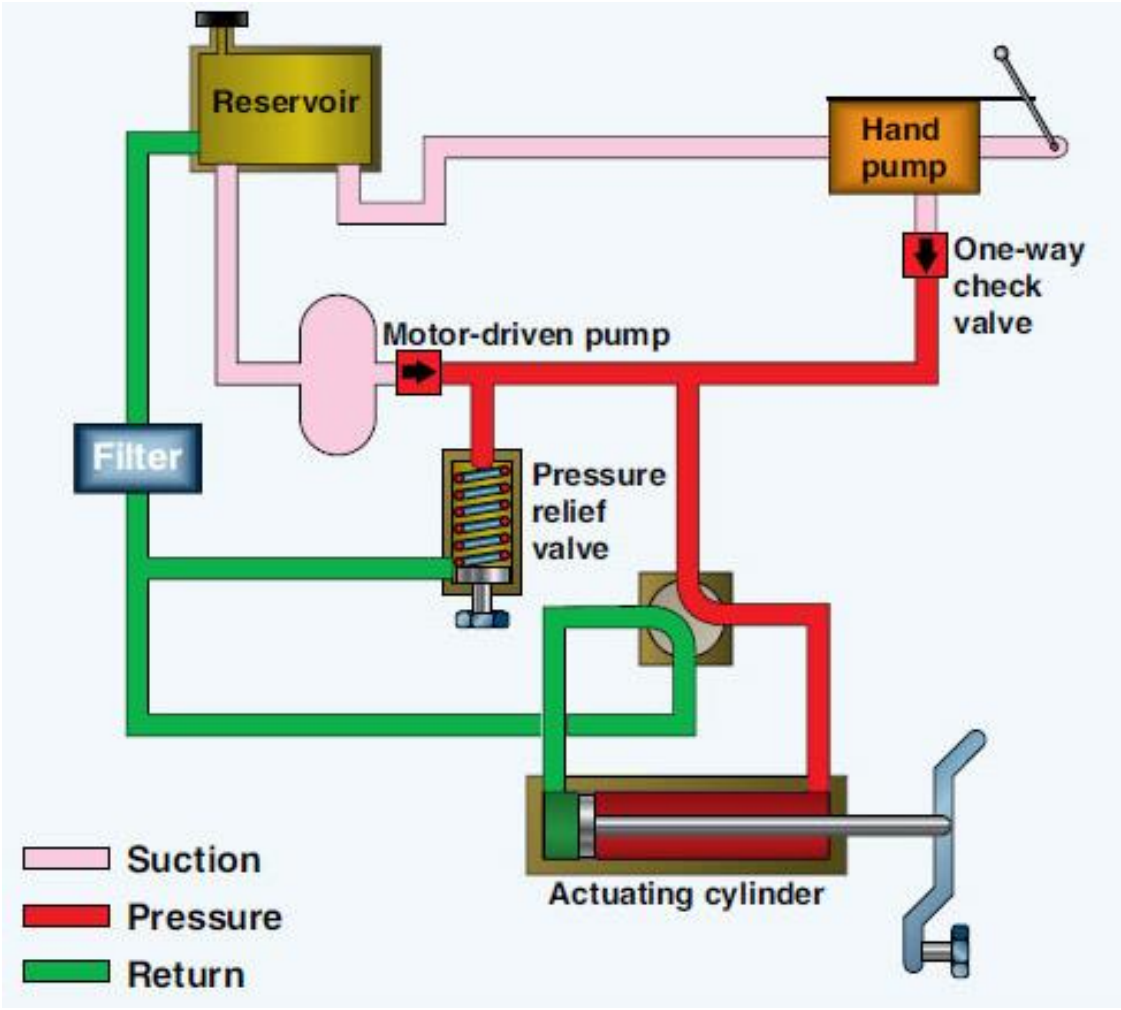


Hidrolik Güç Sistemi *(ATA 29)*

- *Örnek Görsel*: Basit yapılı, temel bir hidrolik sistemin şematik gösterimi

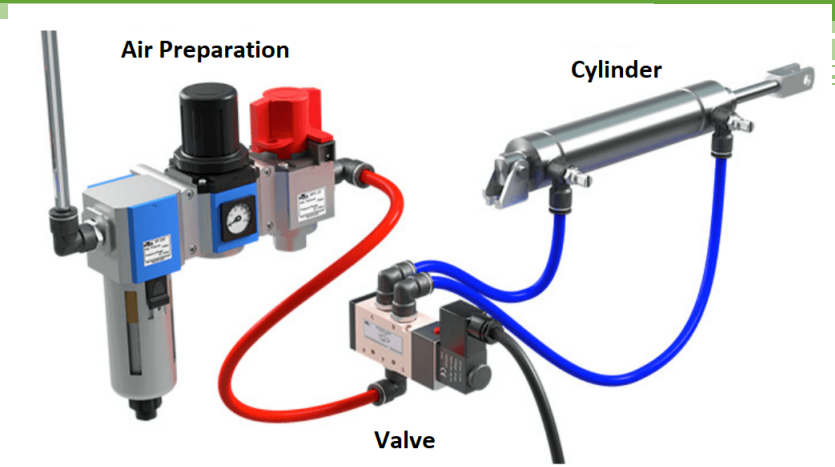
(motorlu döner bir pompa yerine el pompası yer almaktadır)



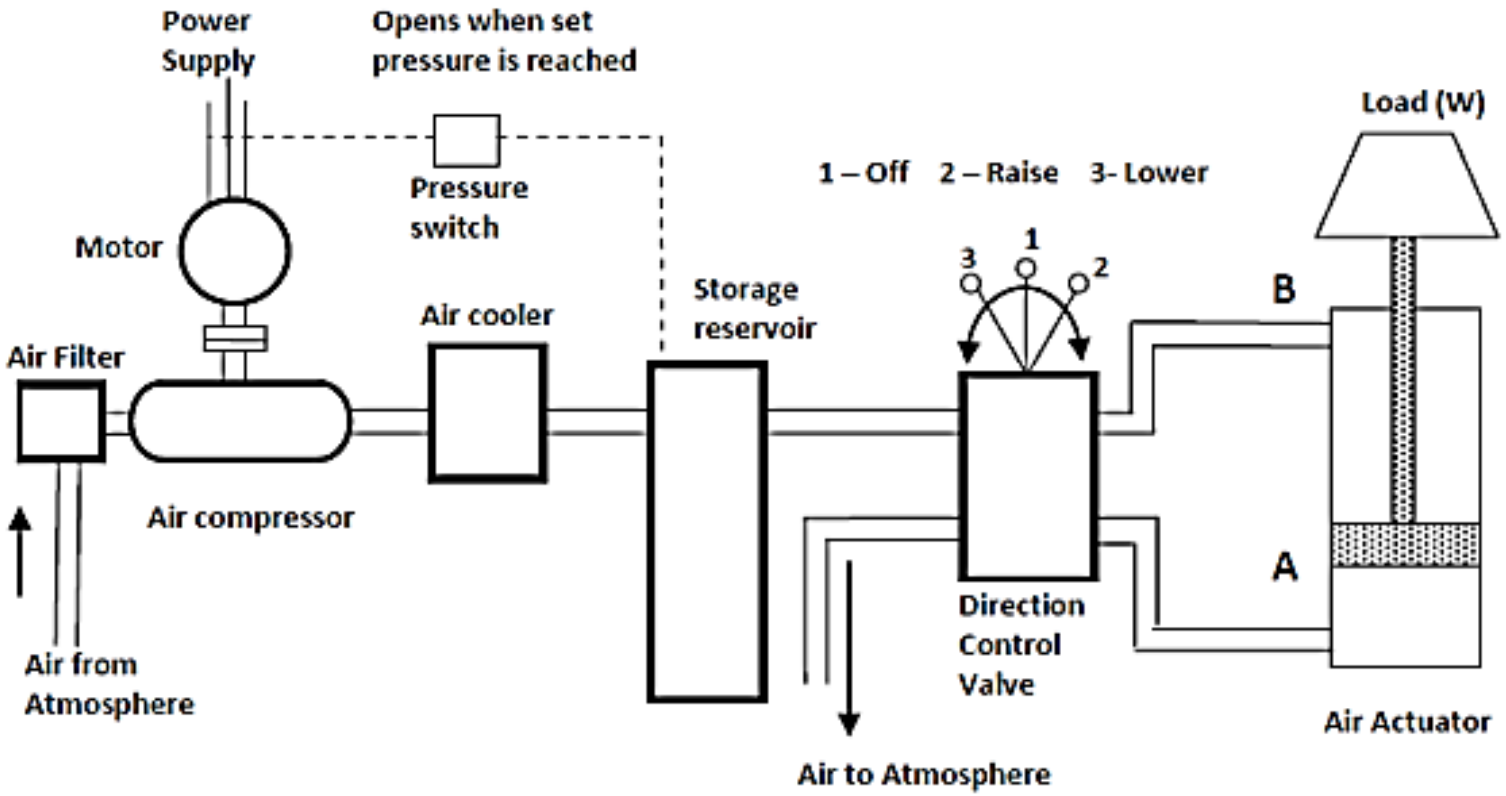


MMAK212 – Hidrolik ve Pnömatik Sistemler

TEMEL PNÖMATİK SİSTEM

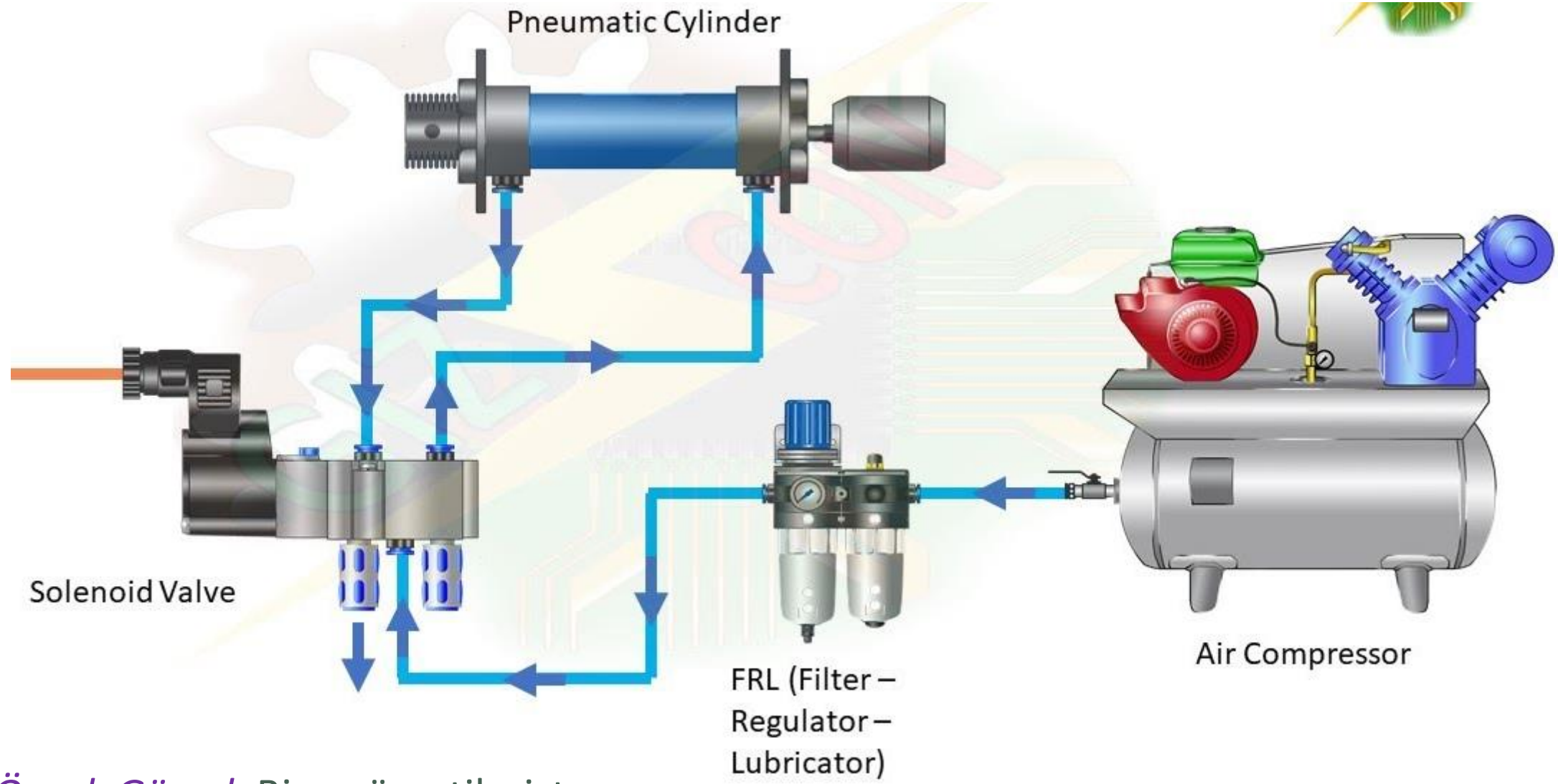


TEMEL PNÖMATİK SİSTEM



Basınç emniyet valfi (*switch*), 4-yollu yön kontrol valfi (*direction control*) ve çift etkili (A ve B) silindir içeren örnek pnömatik sistem şeması

TEMEL PNÖMATİK SİSTEM



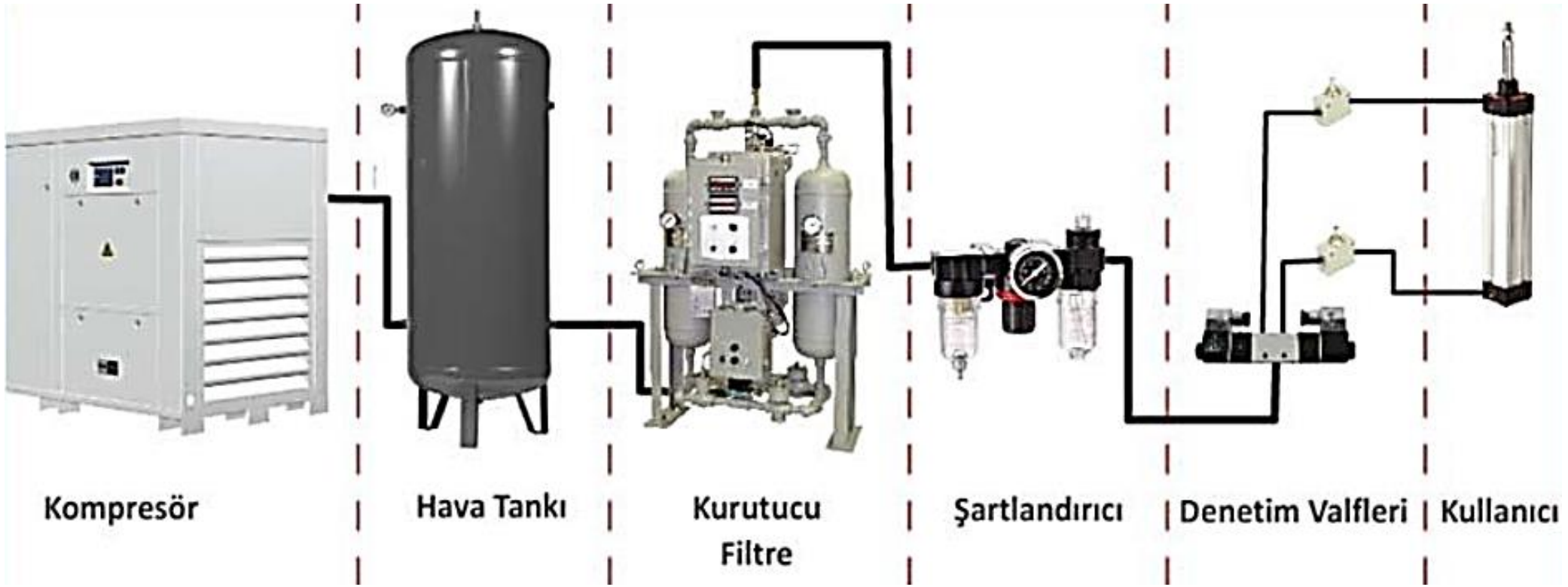
Örnek Görsel: Bir pnömatik sistem

TEMEL PNÖMATİK SİSTEM

Basınçlı havanın üretiminden kullanımına kadar geçtiği aşamalar:

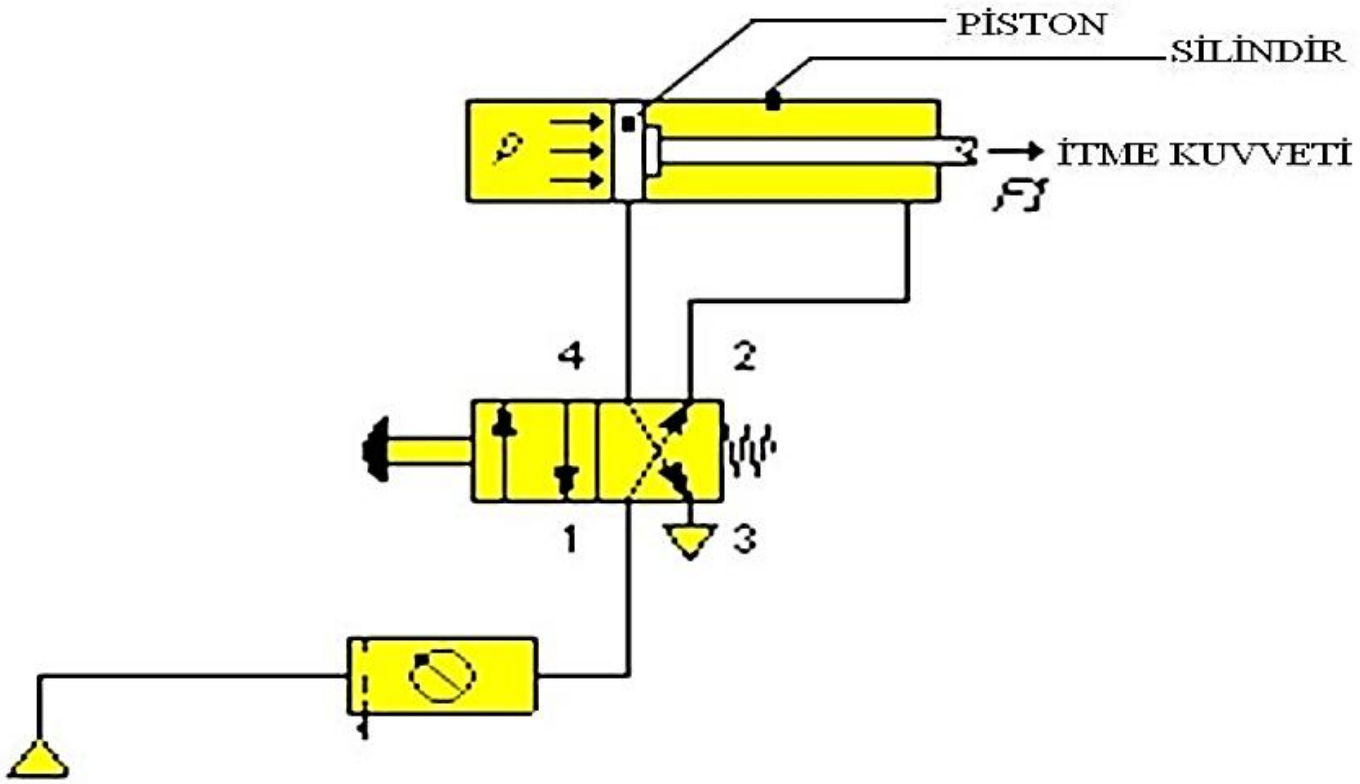
1) İlk aşama basınçlı havanın üretilmesidir. Kompresörler vasıtasıyla sıkıştırılan hava bir hava tankında depolanır.
2) Sıkıştırılan havanın nem oranı ve taşıdığı partiküllerin yoğunluğu artacağından dolayı kurutucu ve filtreden geçirilir.
3) Hatlarda taşınan basınçlı hava son kullanım noktasına geldiğinde şartlandırıcı ile tekrar filtre edilip basıncı düşürülür ve gerekirse yağlanarak valflere, oradan da aktüatörlere (pnömatik silindirler, motorlar, tutucular, açısal döndürücüler) aktarılır.

TEMEL PNÖMATİK SİSTEM



Pnömatik sistemde kademeler

TEMEL PNÖMATİK SİSTEM



Örnek Görsel: Basit bir pnömatik devre şeması

Pnömatik Uygulama Alanları

- Otomasyon sistemleri
- Taşıma ve yerleştirme
- Ambalaj ve paketleme
- Cam endüstrisi
- Düşük kuvvet gerektiren presleme uygulamaları
- İlaç ve gıda sektörü
- Makine ve takım tezgahları
- Uçaklarda fanların ve vakum pompalarının çalıştırılması
- Motorlu araçlarda süspansiyon ve fren sistemleri

MMAK212

UÇAKLARDA 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

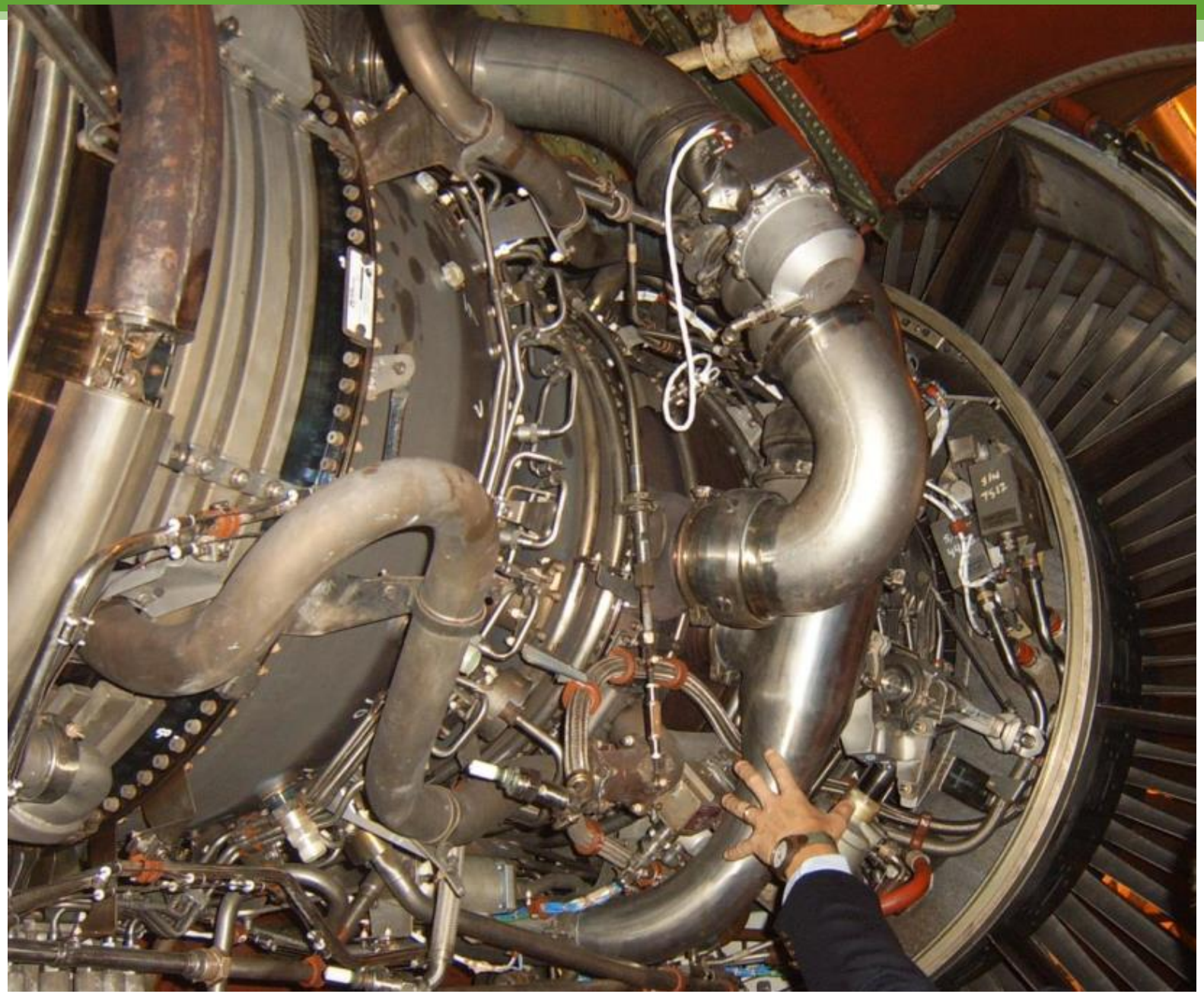
Pnömatik Sistemi *(ATA 36)* *Module 11.16*

- Basınçlı kabin olan uçaklarda **kullanım yerleri** çoğunlukla:
  - Air conditioning (iklimlendirme sistemi)
  - Pressurization (basınçlandırma)
  - Isıtma, soğutma
  - Fanların ve vakum pompalarının tahrik edilmesi

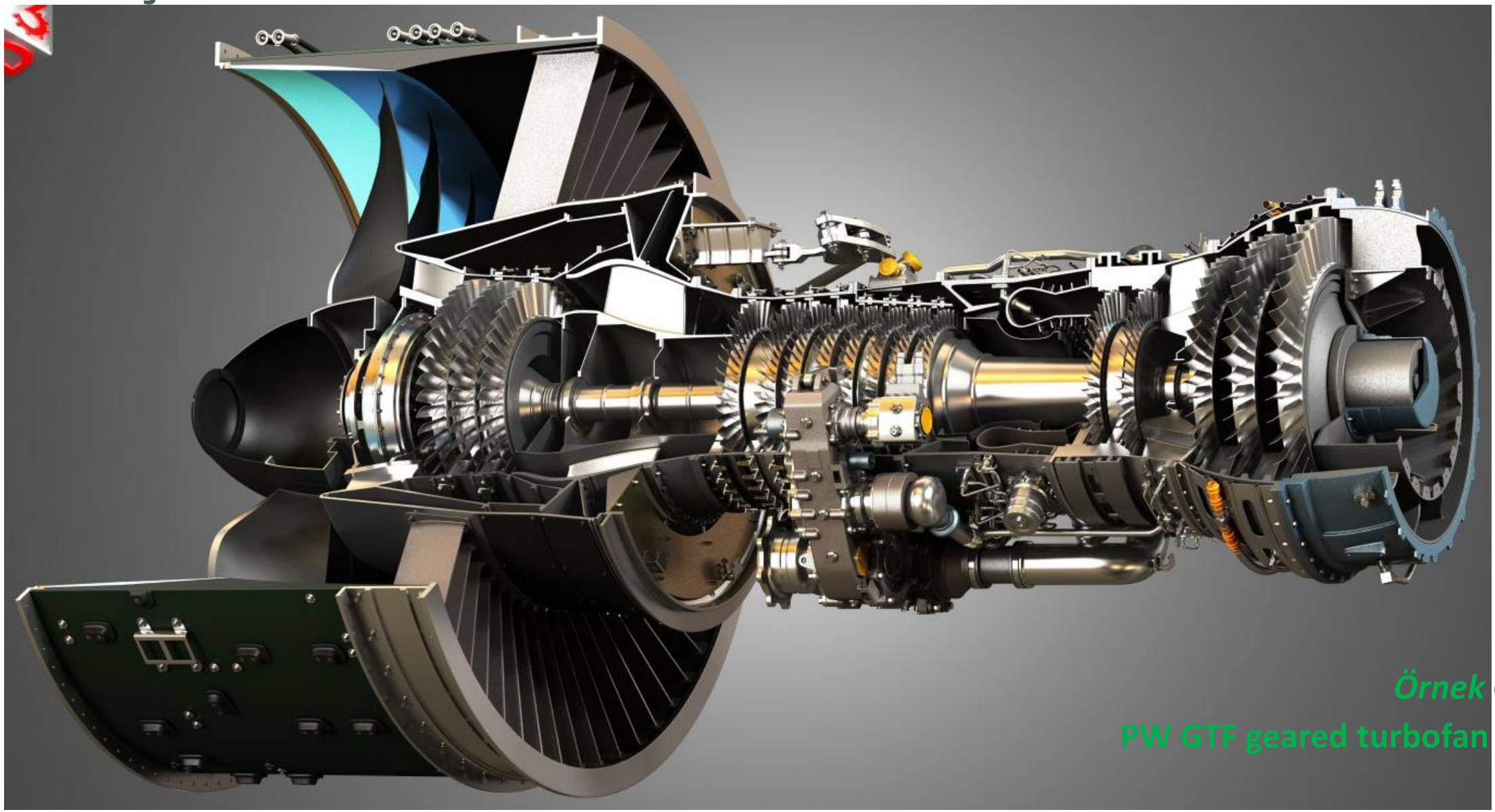
- **Hava kaynakları** (air supplies)
  - Ram air (intake) supply (dinamik etkiyle hava girişi)
  - Engine bleed air (motordan hava tedariği)
  - Kompresör tarafından üretilen sıkıştırılmış hava
  - Uçak yerdeyken APU veya yer bağlantısından tedarik edilebilir

Pnömatik

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



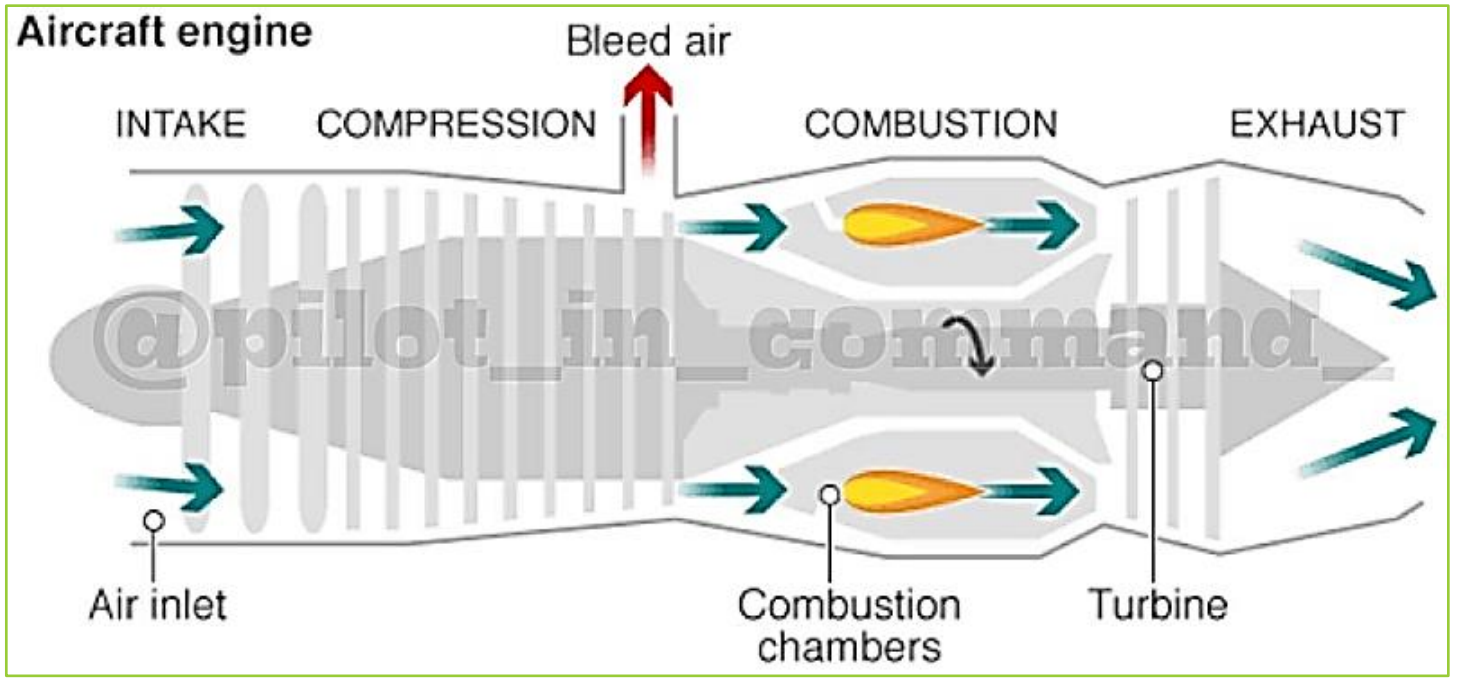
Güç Sistemleri



***Örnek Görsel*:**
PW GTF geared turbofan engine

Pnömatik

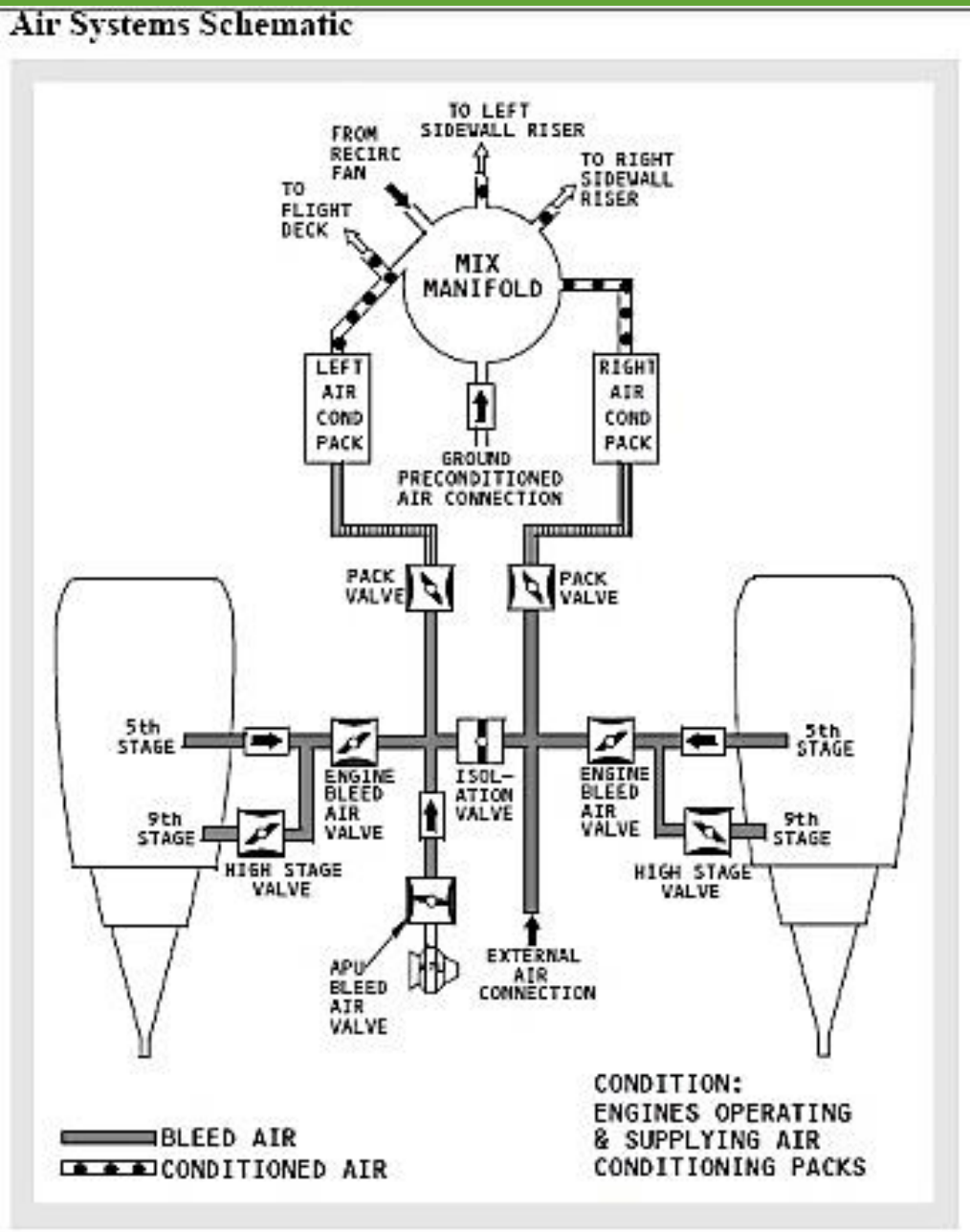
- Boşaltma havası (*bleed air*), bir gaz türbininin kompresör aşamasından yanma odasından önce alınan basınçlı havadır. Otomatik hava besleme ve kabin basıncı kontrol valfleri, yüksek veya düşük motor kompresör kademelerinden havayı tahliye (temin) eder.



Kaynak: https://www.instagram.com/p/CjYNQs3Kofa/

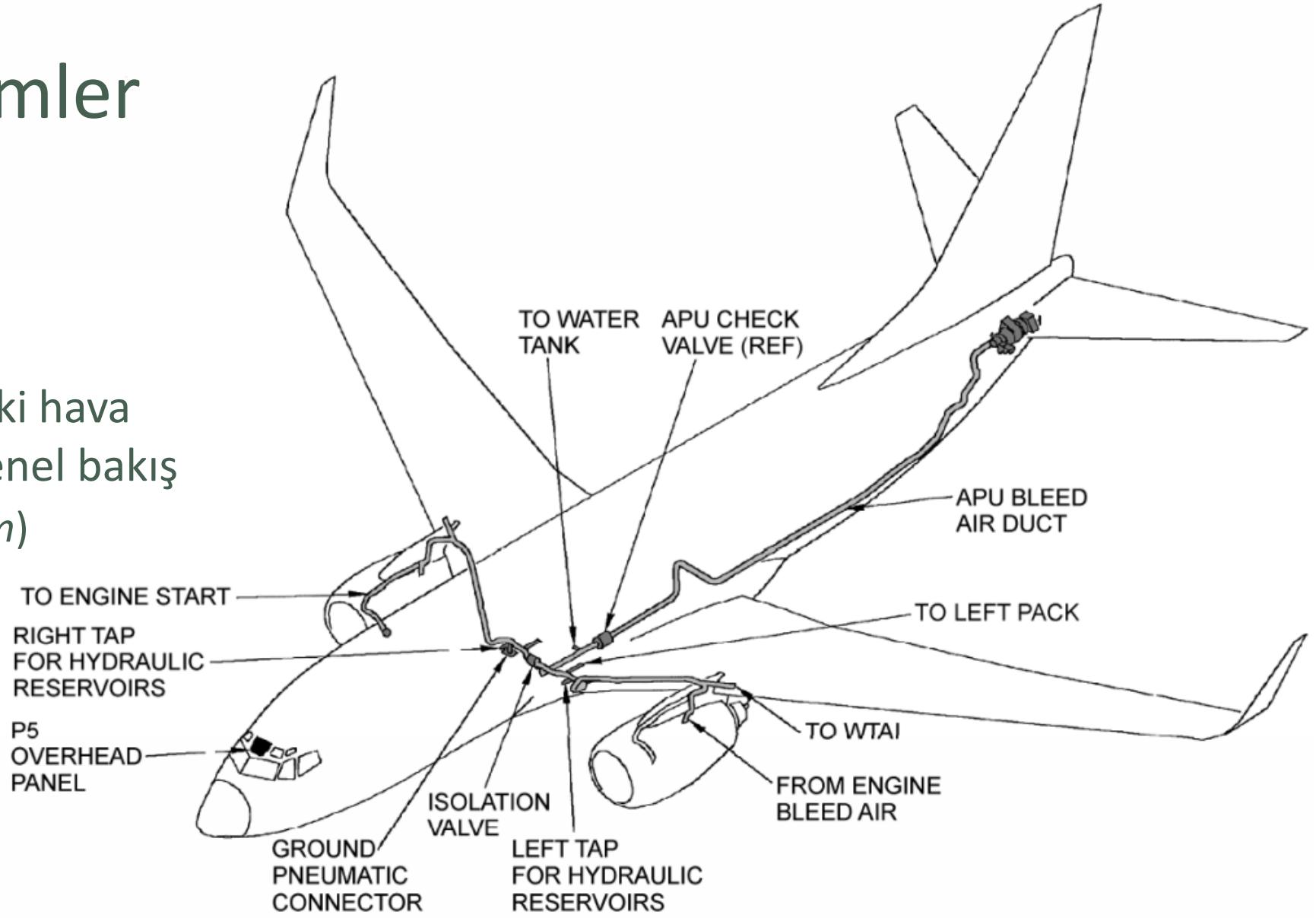
Pnömatik Sistem

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



Pnömatik Sistemler

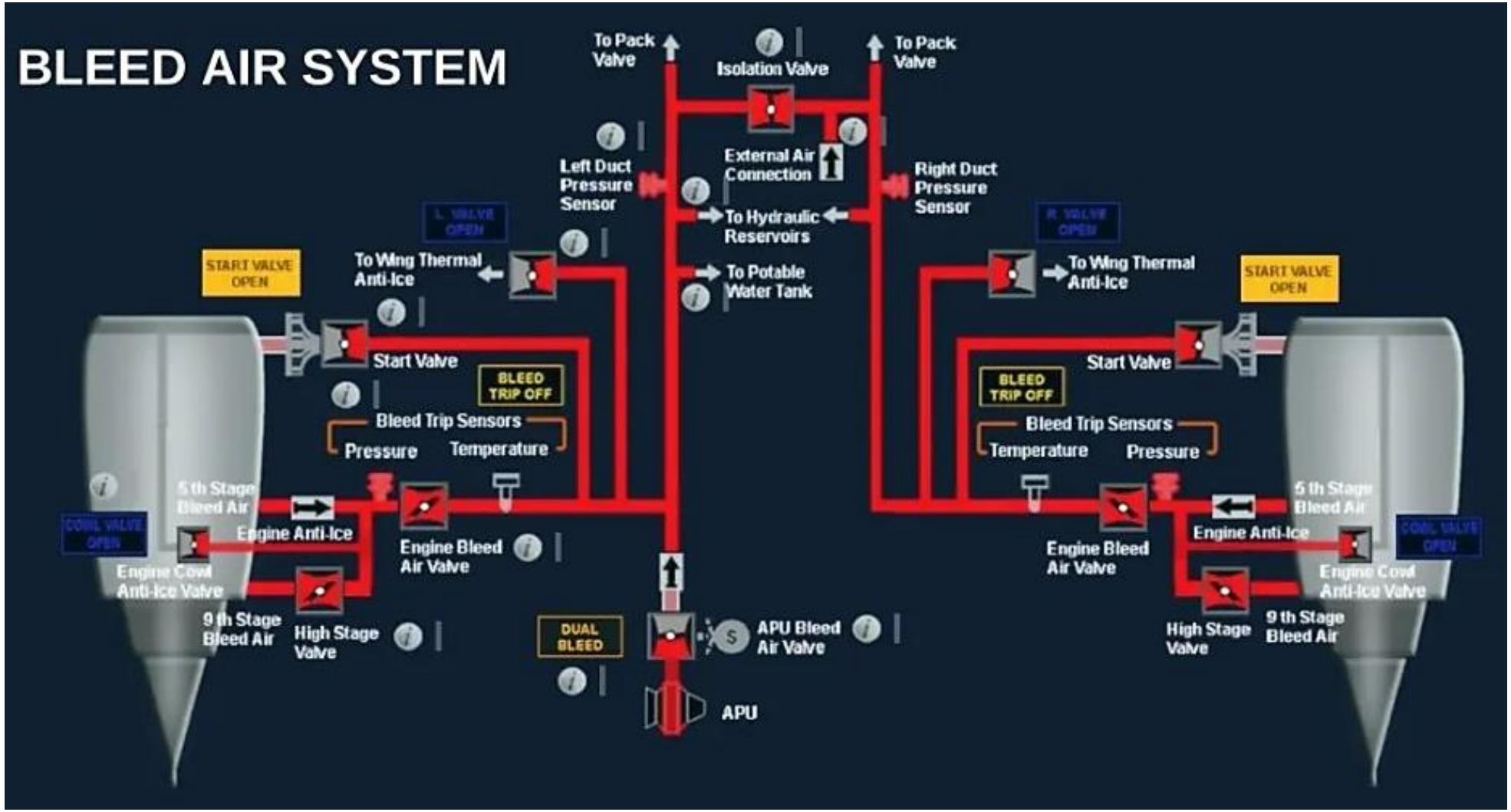
- *Örnek Görsel*: Uçaktaki hava (tahliye) çıkışlarına genel bakış
  - (*aircraft bleed system*)



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:

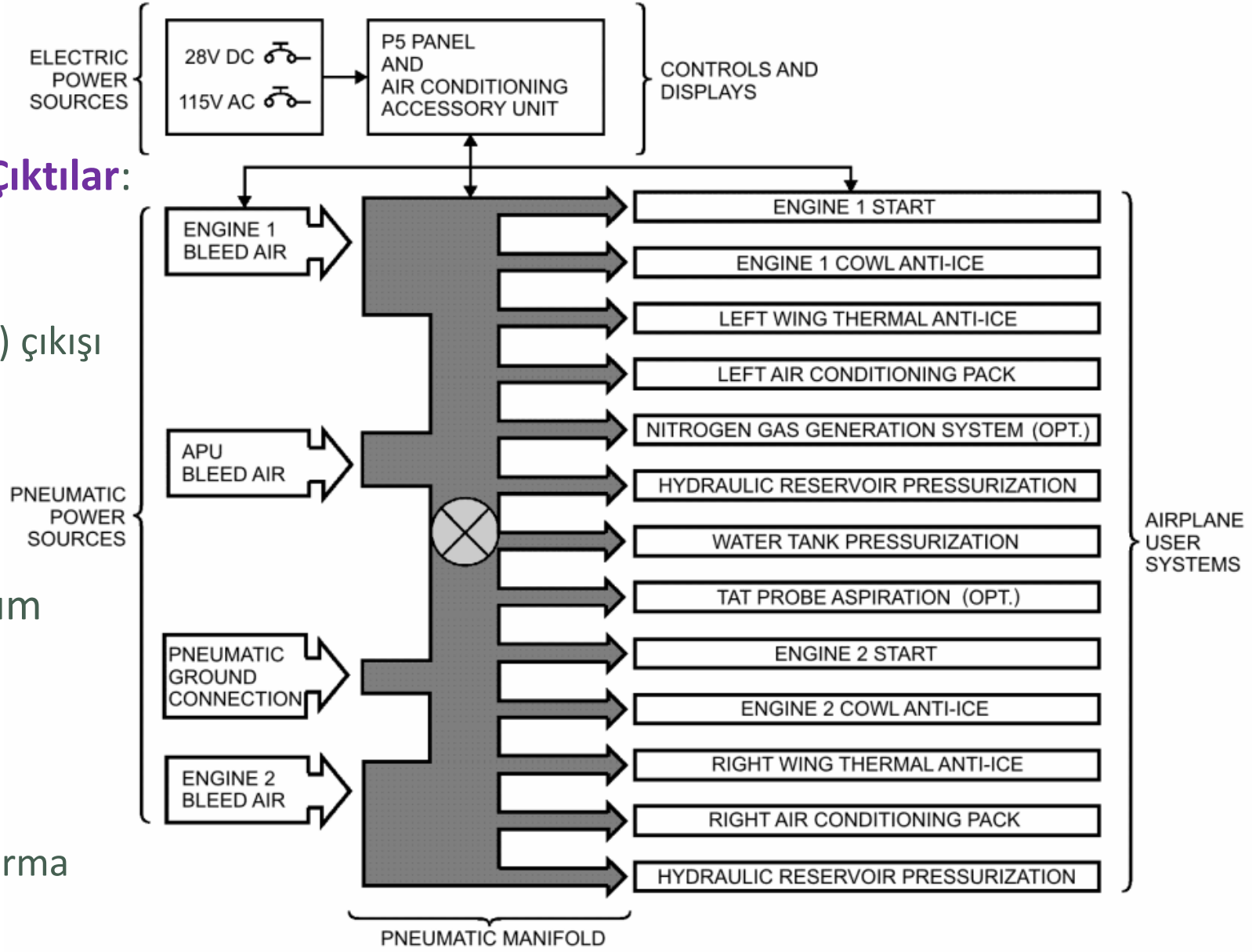
a. *pressurisation* (basınçlandırma)
b. *air conditioning* (iklimlendirme)
c. *engine start* (motor çalıştırma)
d. *wing and engine anti-ice systems* (kanat ve motor buz önleme sistemleri)
e. *water system pressurisation* (su sistemi basınçlandırması)
f. *hydraulic system reservoir pressurisation* (hidrolik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

Kaynak: https://www.instagram.com/p/Clsh_l9qSrv

Pnömatik

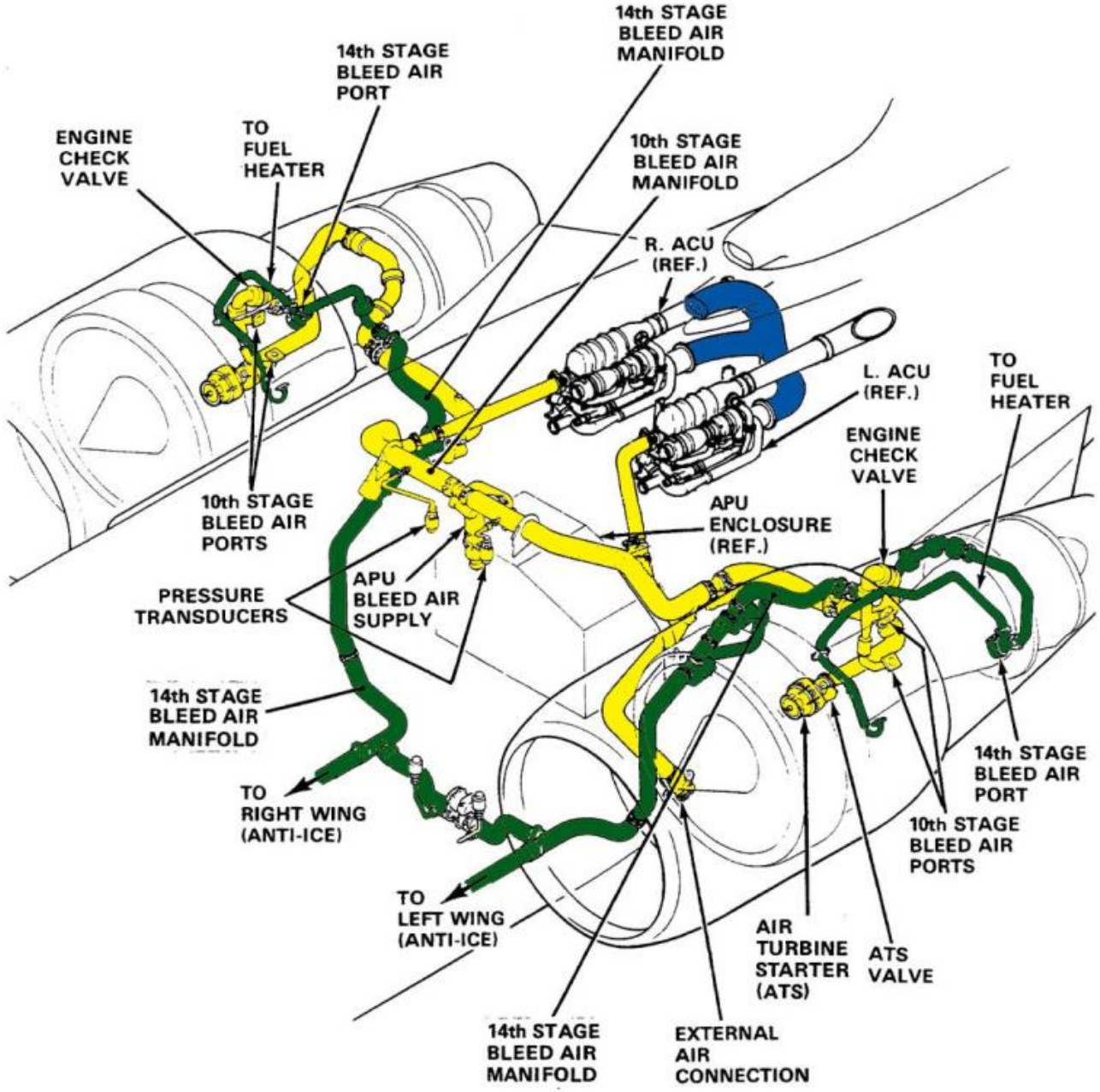
Uçaktaki Pnömatik Girdiler ve Çıktılar:

- Pnömatik güç kaynakları
  - Motor 1 hava (tahliye/tedarik) çıkışı
  - APU hava çıkış
  - 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…



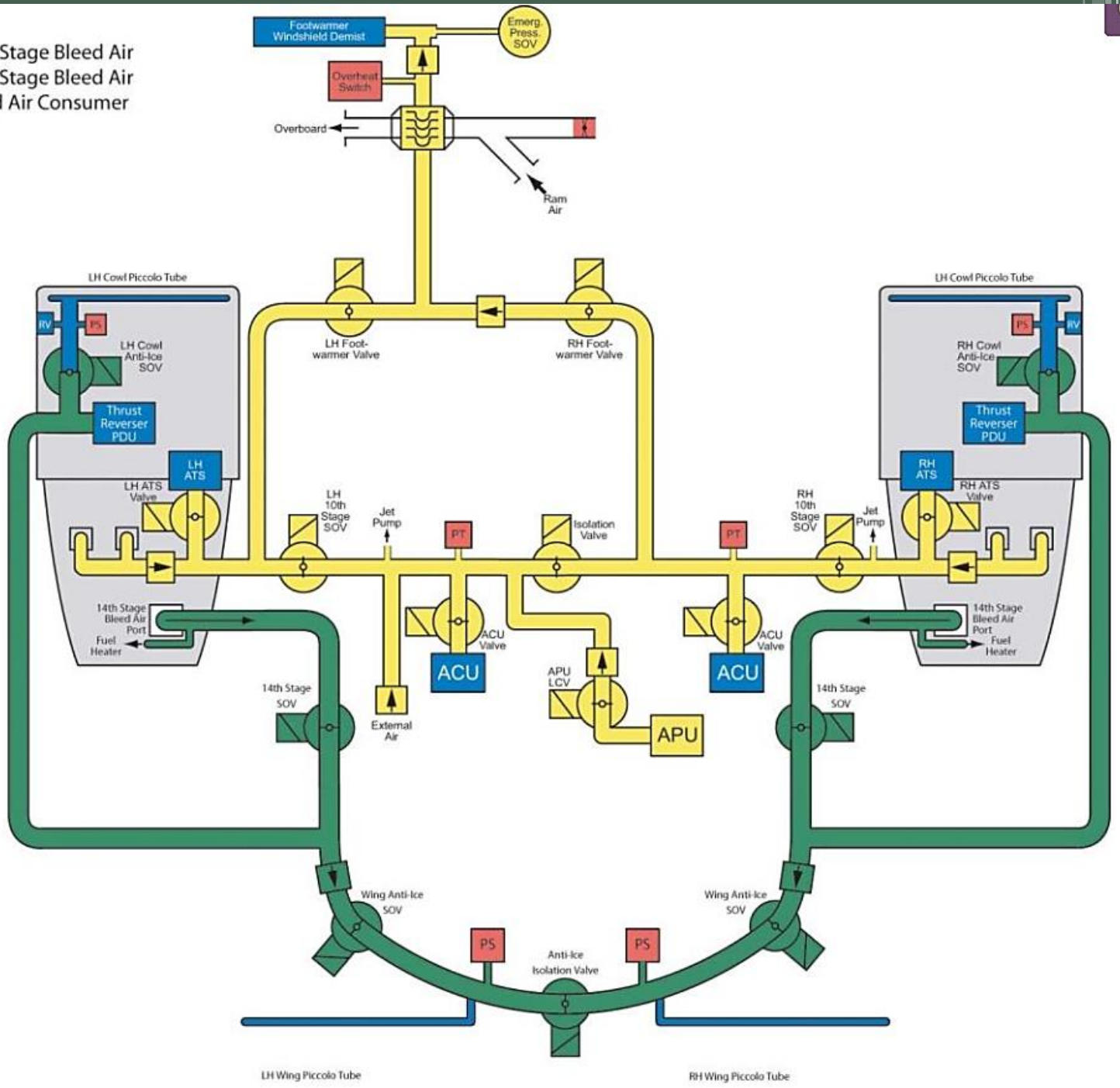
Pnömatik Sistemler

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



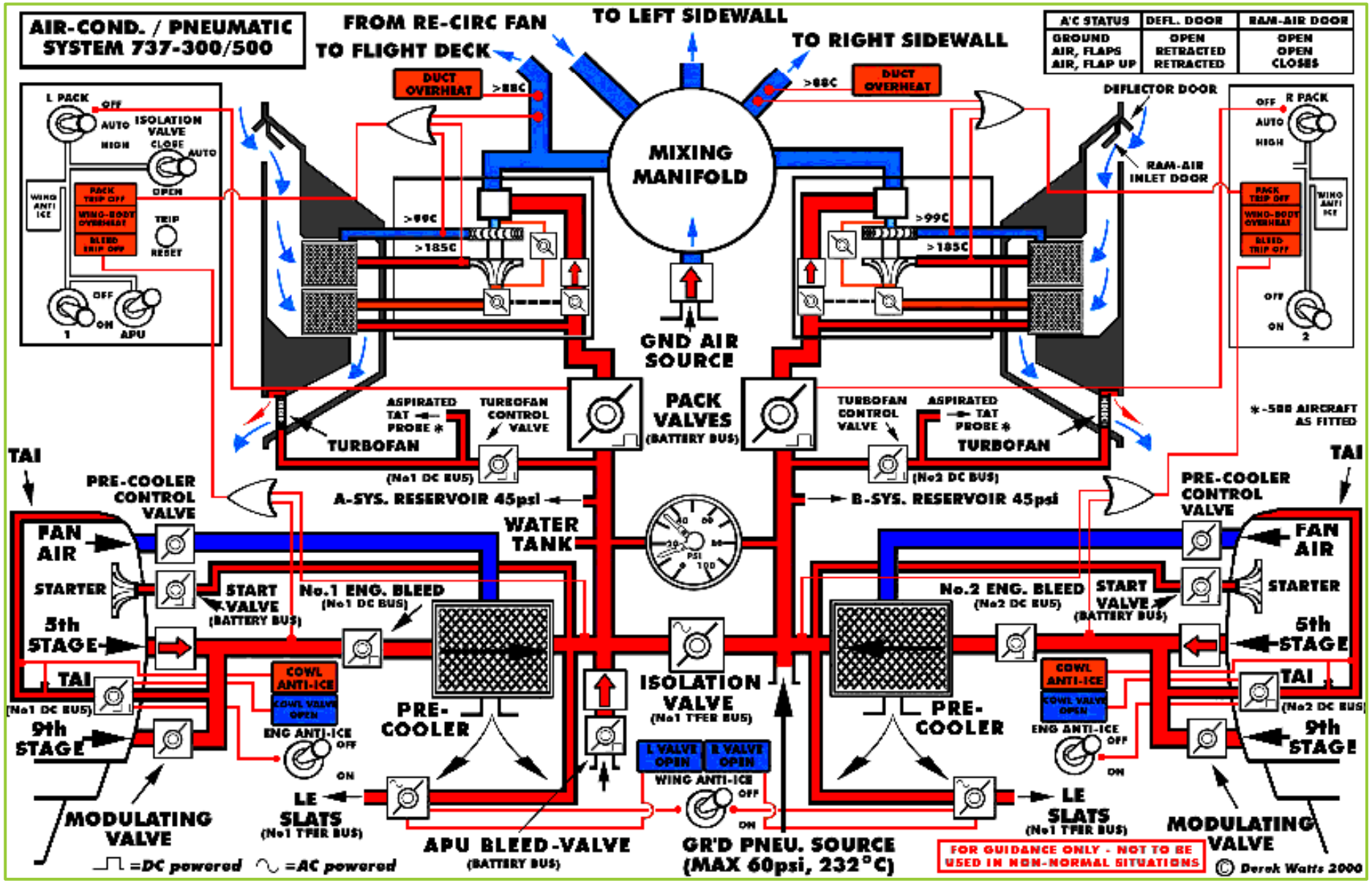
Pnömatik Sistemler

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



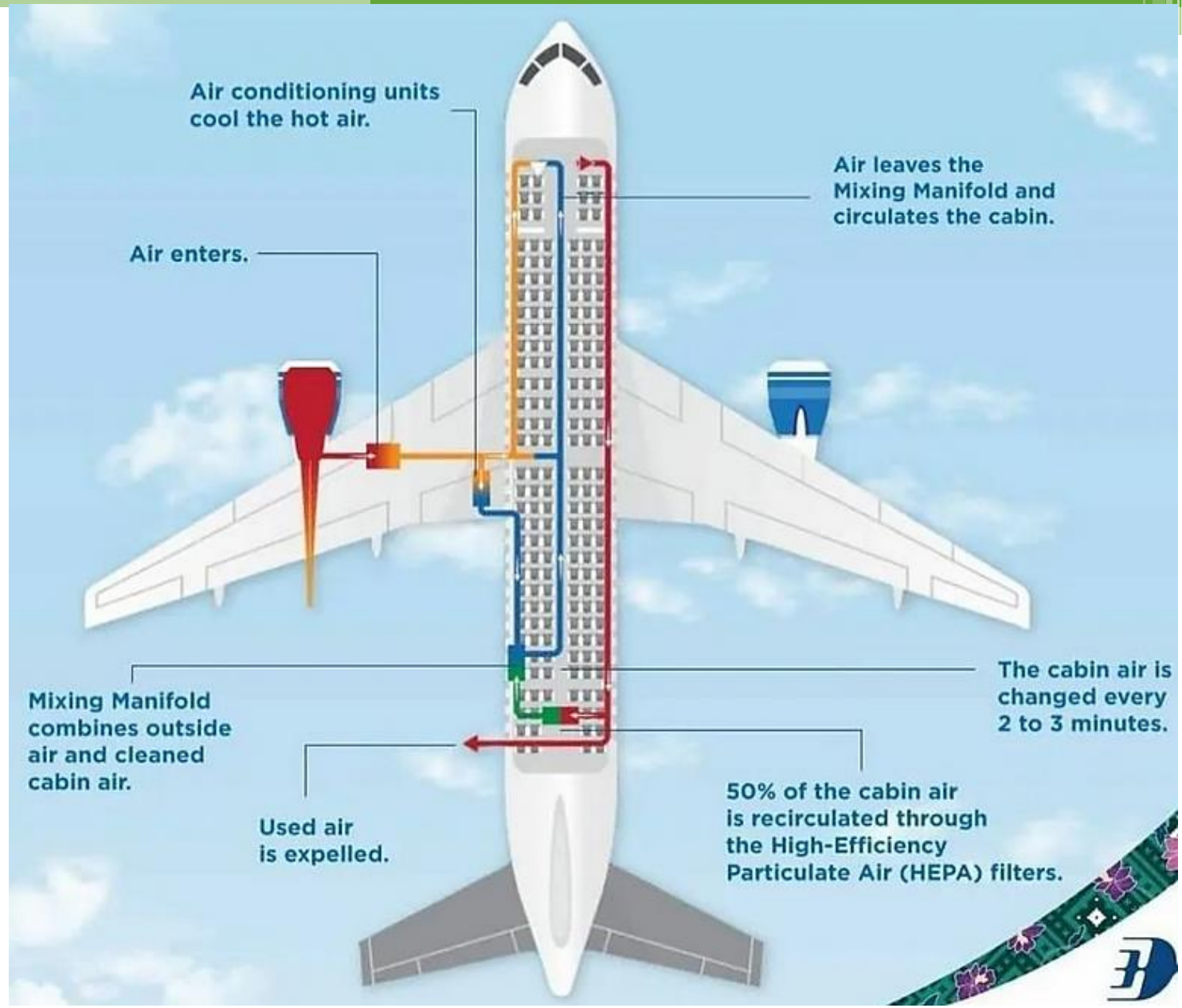
Pnömatik Sistemler

- *Örnek Görsel*: Boeing 737 model uçakta pnömatik ve iklimlendirme sistemi şeması



Pnömatik Sistemler

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



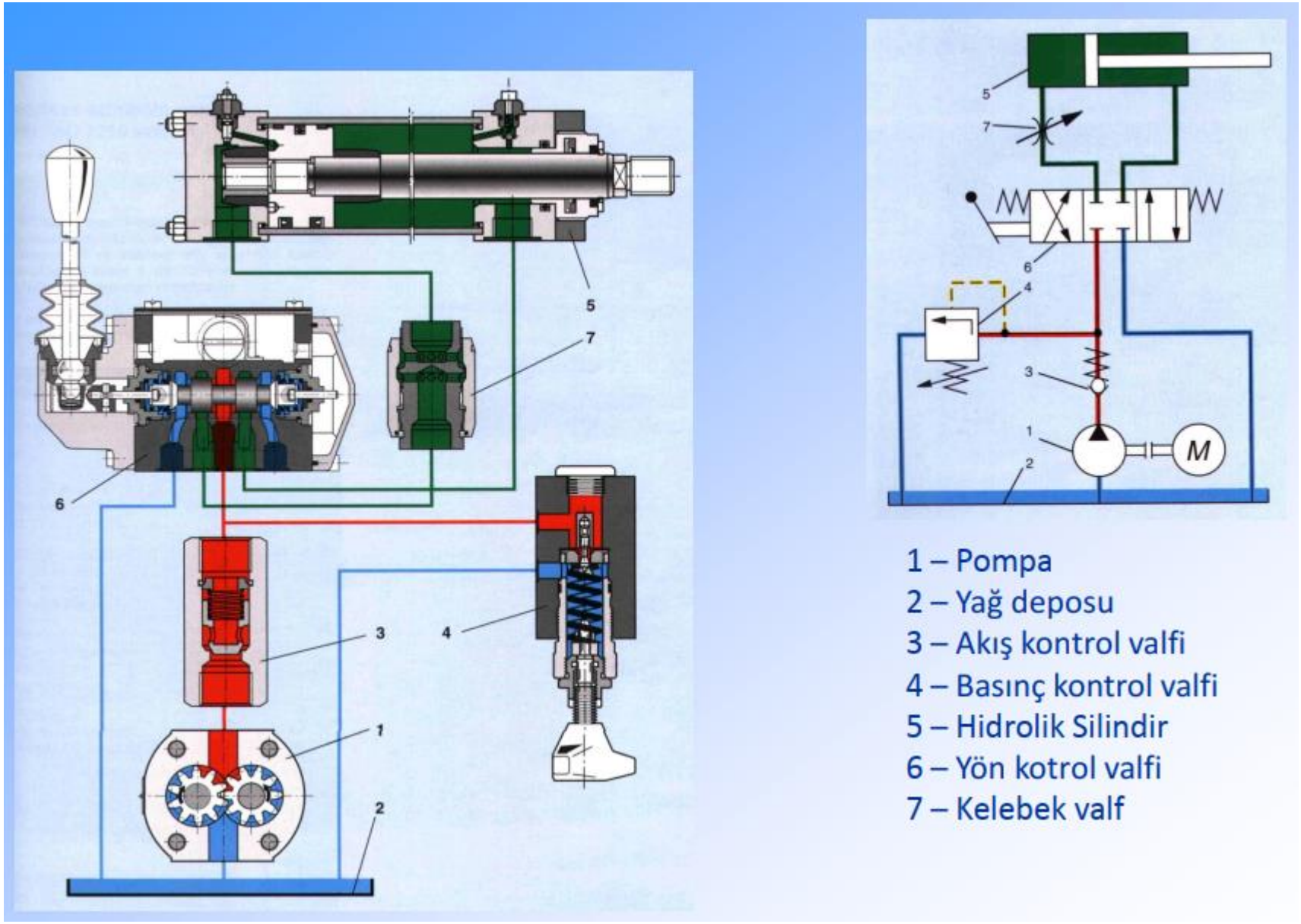
Kaynak: https://www.instagram.com/p/CcdSb2Zv_da/

MMAK212 – Hidrolik ve Pnömatik Sistemler

ÖRNEKLER

Hidrolik Sistem

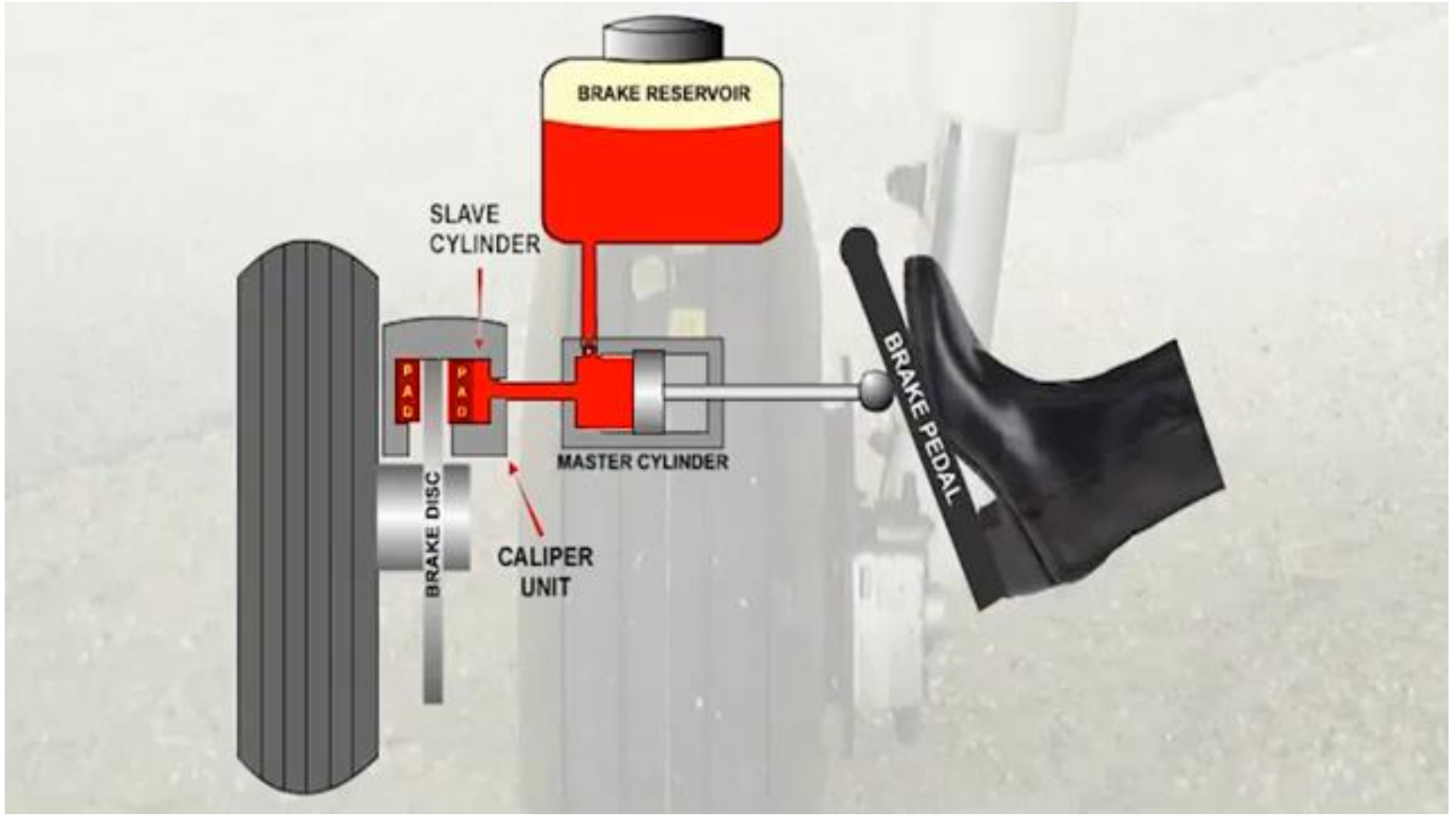
- ***Örnek Görsel***: Hidrolik sistem devre elemanları *kesit resmi* (solda) ve **devre şeması** (sağda)



Hidrolik Fren Sistemi (*Örnek*)

***Örnek Animasyon*:**
How do hydraulic brakes in cars and light vehicles work 3D animation

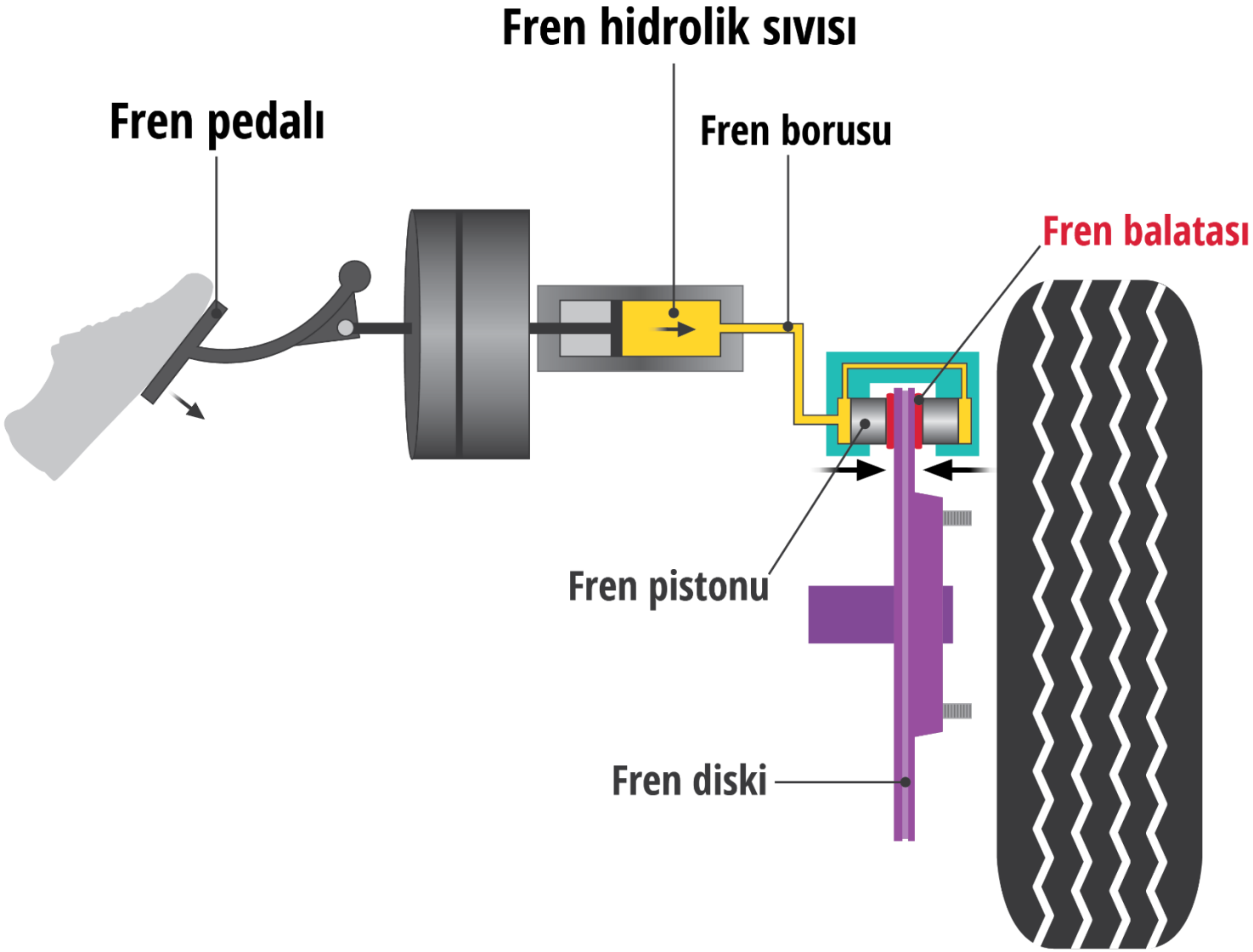
https://www.youtube.com/watch?v=82qBBJ8iwcc



Hidrolik Fren Sistemi

Hidrolik Sistem

- ***Örnek Görsel*:** Hidrolik Fren Sistemi Şeması



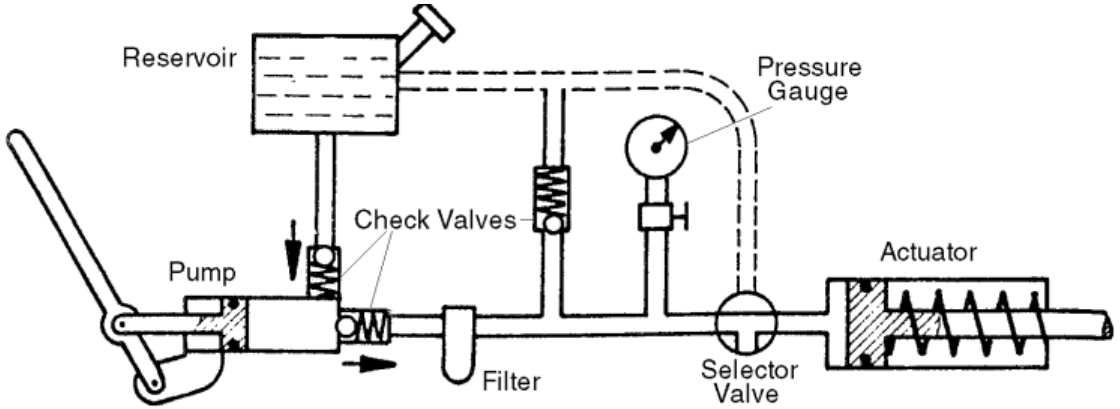
https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/hidrolik-fren-sistemi-tasarlayalim

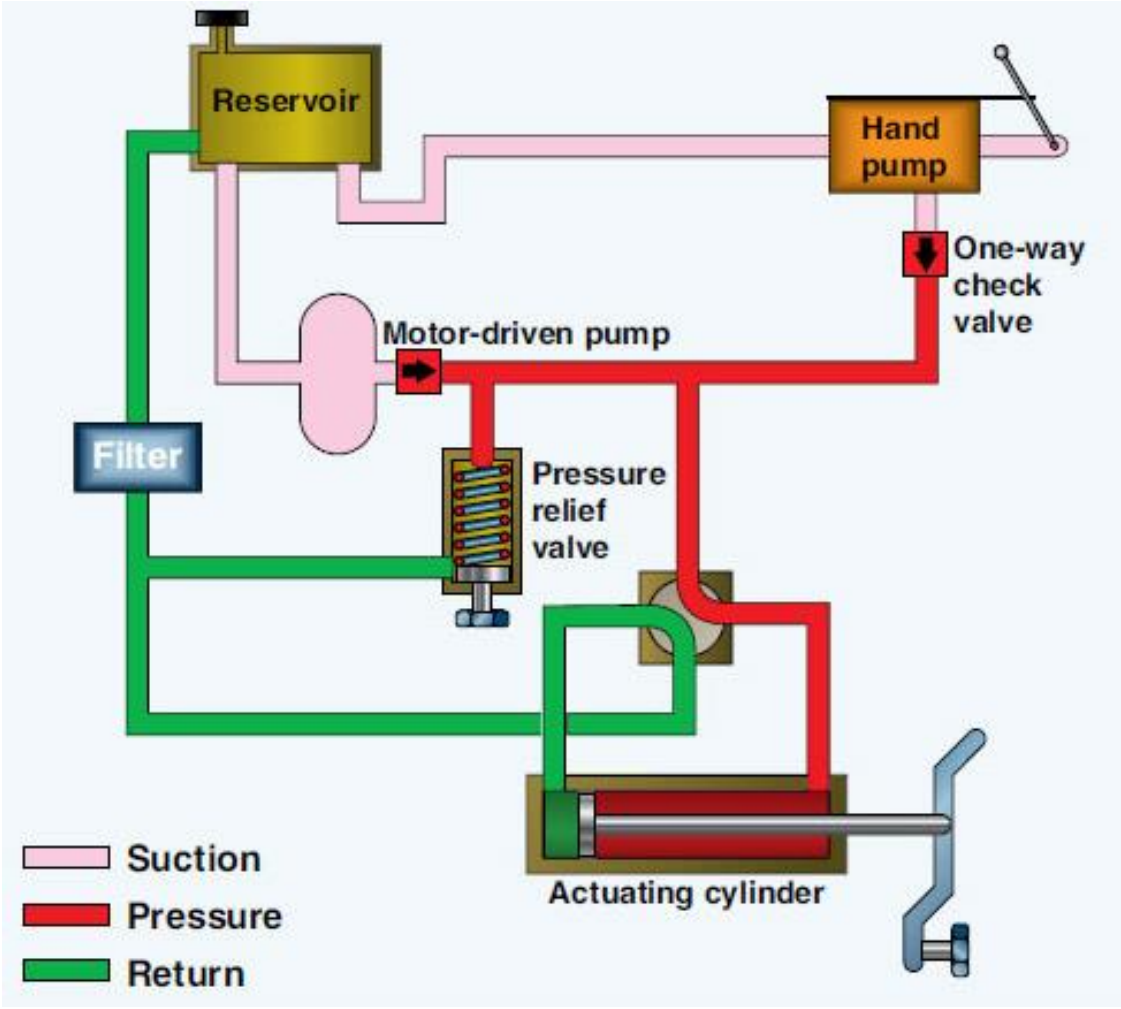
Hidrolik Güç Sistemi *(Örnek)*

- ***Örnek Görsel*:**

Temel Hidrolik Sistem

(el pompası tahrikli)





Kaynaklar: Ders Notları (web)

- Prof. Dr. Metin Güner – Ankara Üni. Açık Ders Malzemeleri
- https://acikders.ankara.edu.tr/course/view.php?id=771

- Dr. Öğr. Üyesi Kemal Üçüncü – Karadeniz Teknik Üniversitesi
- https://aves.ktu.edu.tr/ImageOfByte.aspx?Resim=8&SSNO=155&USER=4049

- Doç. Dr. Seyfi Şevik – Hitit Üniversitesi
- http://web.hitit.edu.tr/seyfisevik/dersmateryalleri/21417

Kaynaklar: (MEGEP)

- **Hidrolik Devreler / MEGEP (.pdf)***
- http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Hidrolik%20Devreler.pdf

- **Pnömatik Devreler / MEGEP (.pdf)***
- http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Pn%C3%B6matik%20Devreler.pdf

- **Hidrolik Sistemler / MEGEP (.pdf)***
- http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Hidrolik%20Sistemler.pdf

- **Pnömatik Sistemler / MEGEP (.pdf)***
- http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Pn%C3%B6matik%20Sistemler.pdf

- **Pompalar / MEGEP (.pdf)***
- http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Pompalar.pdf

- **Kompresörler / MEGEP (.pdf)***
- http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Kompres%C3%B6rler.pdf

*(Tavsiye niteliğindedir)