

Okan Üniversitesi MYO

MUTK225

UÇAK YAPI VE SİSTEMLERİNE GİRİŞ

Ders Yürütücüsü:

Öğr. Gör. Eren Kayaoğlu

eren.kayaoglu@okan.edu.tr

Ders 6

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)**
- **Pencereler (Windows): Kokpit Pencereleri, Yolcu Kabini Pencereleri, Gözetleme ve Kontrol Camları, Acil Çıkış Pencereleri, Kapı Pencereleri (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

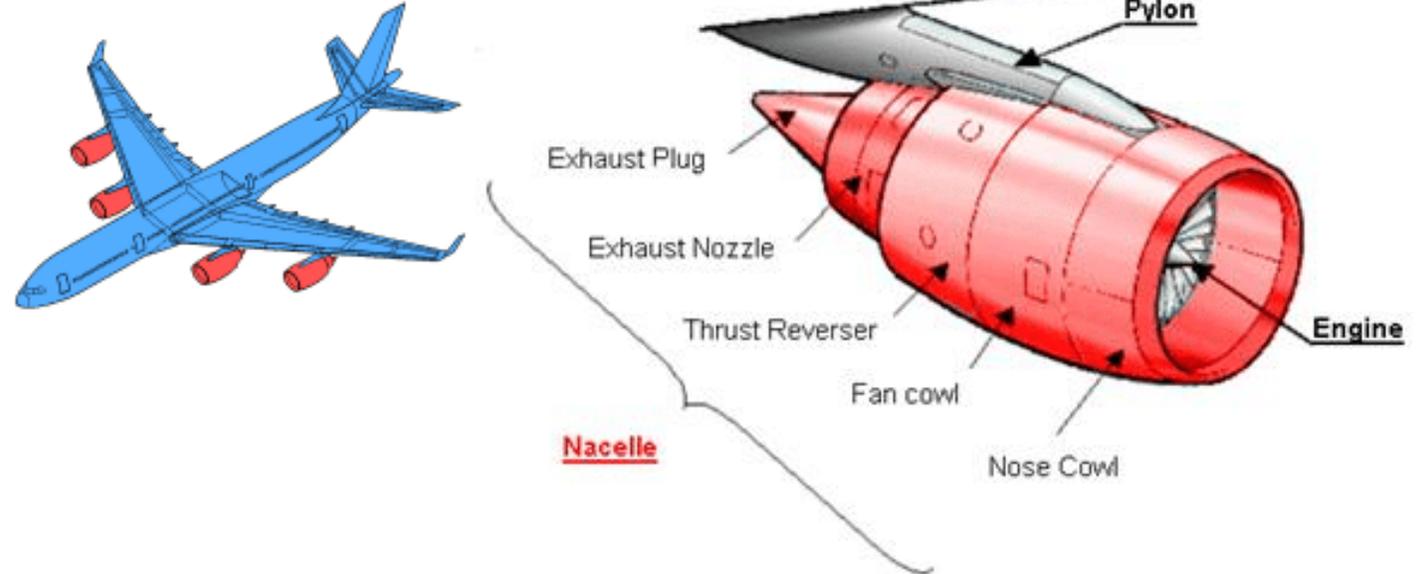
- Kabin Sistemleri (Kokpit ve Yolcu Kabini) / Kargo Bölümleri (Ön ve Arka Kargo, Bulk (Yığma) Kargo)/ Palet Yükleme Sistemi (ATA 25 / ATA 44 / ATA 50) (Ders11)
 - Su - Atık Su Sistemi (ATA 38) • Su sistem düzeni, besleme, dağıtım, ikmal ve boşaltma; • Tuvalet sistem düzeni, yıkama/boşaltma, ikmal • Korozyonla 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)
-

Uçak Yapısal Elemanları

- **Motor Yerleri ve Pilonlar (*Nacelles & Pylons*)**
 - Nacelle Yapısal Elemanları
 - Motor Bölümü Kanat/Gövde Yapısal Bağlantıları
- **Motor Genel (*Power Plant*)**
 - Motor Bölümündeki Alt Sistemler ve Parçalar

Uçak Yapısal Elemanları

- Motor Yerleri ve Pilonlar (*Nacelles & Pylons*)
- Motor Genel (*Power Plant*)



MUTK225 – Uçak Yapı ve Sistemlerine Giriş

Motor Yerleri
Pilonlar



MUTK225 – Uçak Yapı ve Sistemlerine Giriş

Motor Yerleri ve Pilonlar (Paylonlar)

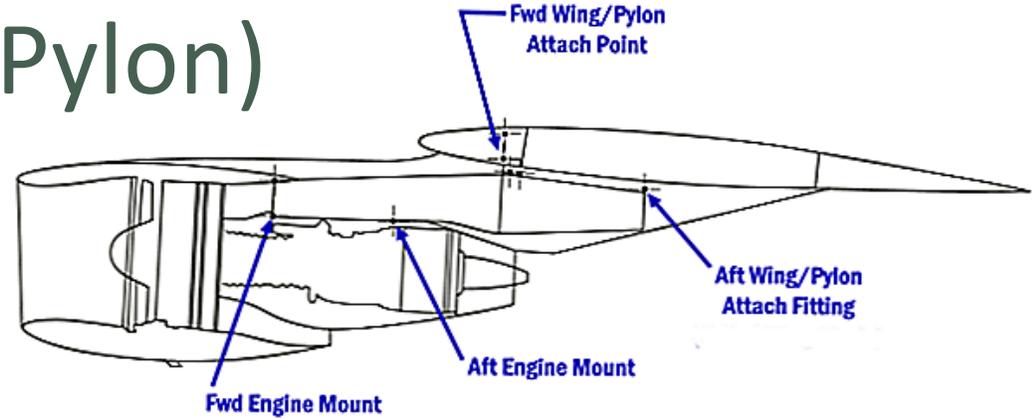
ATA 54 Nacelles & Pylons (Modül 11.3.5)

Uçak Yapısal Elemanları

BAŞLIKLAR

- Motor Yeri (Nacelle)
- Pilon (Pylon)
- Pilon-Kanat Bağlantıları
- Motor-Pilon Bağlantıları
 - Forward Mount
 - Aft Mount
- Turbofan, Pistonlu, Turboprop Motor Bağlantıları

Motor Yeri ve Pilon (Nacelle & Pylon)



- Motorların, kanatların altına bağlanmalarının birçok avantajı vardır. Öncelikle kanadın uçuşta fazla eğilmesine mani olur. Kanatların içine depolanmış yakıtın ve motorun ağırlığı, kanat uçlarını yukarı doğru bükülme etkisini azaltır. Aynı zamanda motorların yere yakın olması kolay erişim ve kolay bakım yapılmasını sağlar, ancak kendisini daha fazla yabancı cisim hasarı (FOD-Foreign Object Damage) riskine maruz bırakır.
- Kanadın titremesini önlemeye yardımcı olmak için motorlar kanadın hemen altına değil, genellikle kanadın biraz ön tarafına monte edilir.

Motor Yeri ve Pilon (Nacelle & Pylon)

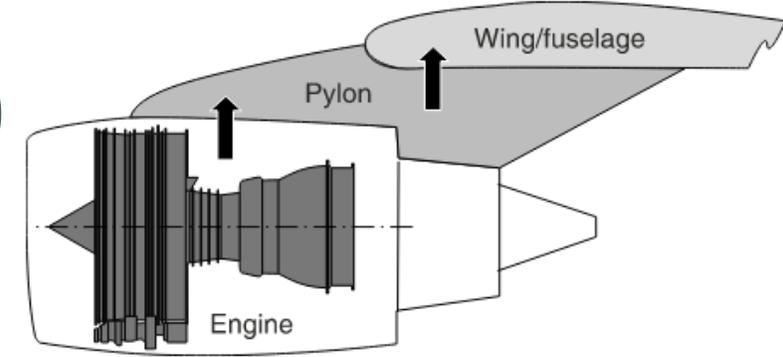


- Motor kanada doğrudan değil, bir Pylon'a, Pylon da kanada bağlanmıştır. Yani, motor ile kanat arasında Pylon denilen bir kısım vardır. Tasarımlar elbette uçak tipleri arasında değişiklik gösterir, ancak prensip aynıdır. Pylon, kanat yapısına sağlam ve çok güvenli bir bağlantıyla sabitlenir.
- Bu bağlantı yöntemi, motor ile kanat arasında biraz mesafe yaratır. Bu da, bir motor yangını durumunda yangını söndürülene kadar kanadı ve elbette kanadın içinde depolanan yakıtı, yangından korumak için hayati önem taşır.
- Motor Pylon'a özel üretim civatalar kullanılarak bağlanır. Motor genellikle iki noktadan Pylon'a bağlanır. **Bağlama noktaları Fan dairesinin üst kısmı ve Türbin dairesinin üstü kısmındadır.** Bu bağlantılar, motorun hem **ileri itme kuvveti**, hem de **motor ağırlığı nedeniyle aşağı yönlü kuvveti** gibi büyük kuvvetleri taşıyacak şekilde tasarlanmıştır.

Motor Yeri ve Pilon (*Nacelle & Pylon*)

- Bu tasarımın kritik kısmı, hesaplanmış maksimum kuvvetleri güvenli bir şekilde desteklemektir. Motoru Pylon yapısına bağlayan cıvatalar özel alaşımdan üretilmiştir. Motor bağlantı cıvataları, taşıdıkları yük nedeniyle, belli aralıklarla sökülüp özel Tahribatsız Muayene (NDT-Non-Destructive Testing) yöntemleri ile çatlak ve hasar kontrolünden geçirilir, birbirlerine çarpmadan depolanması veya taşınması için özel kutular kullanılır.
- Bu cıvatalar, çok sert inişler veya aşırı türbülans durumunda bile beklenen maksimum kuvvetleri önemli ölçüde aşan kuvvetleri taşıyacaktır, ancak çok aşırı güçler karşısında kırılmaları beklenir.
- Örneğin, gövde üzerine yapılan bir inişte veya bir pist dışına çıkılmasında, yaşanan aşırı kuvvetler sonucunda cıvataların kırılarak motorların pylonlardan kopması beklenir. Önemli bir yangın riski veya karşılaştığı sıra dışı kuvveti, kanada aktarıp kırılmasını önlemeye yönelik bir tasarımdır.

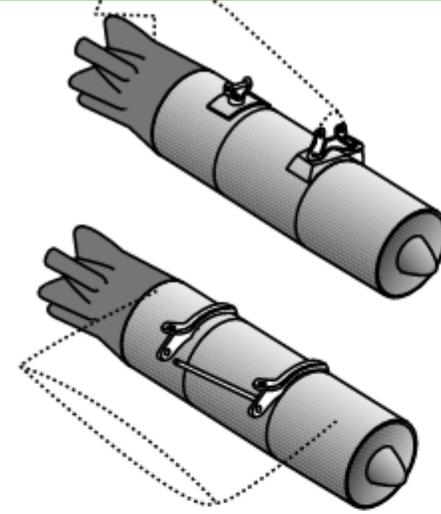
Motor Yeri ve Pilon (*Nacelle & Pylon*)



- Motorların neden kanadın içine monte edilmediği sorusuna da bir cevaptır. İlk jet yolcu uçağı olan, de Havilland Comet uçağında 4 jet motoru kanadın içindeydiler. Böyle bir tasarım daha güçlü ve daha modern görünebilir, ancak birkaç önemli sorunu olması nedeniyle bu yöntem sonraki uçaklarda kullanılmamıştır.
- Birincisi, büyük bir güvenlik sorunudur. Kanat içindeki olası bir motor yangını, potansiyel olarak kanadın dışında olan bir motordan daha yıkıcı sonuçları doğuracaktır. *Kanatın dışında olan bir motor yangınında herhangi bir kanat hasarı oluşmadan söndürülebilir. Ayrıca, **motorlar kanadın içine yerleştirilince yakıt depolanması için gereken alan ve uçağın yakıt kapasitesi azalır. Ayrıca, ***günümüz turbofan motorların fan çapı büyük olduğu için, onları kanat içine yerleştirmek zaten mümkün değildir.

Motor Yeri ve Pilon (Nacelle & Pylon)

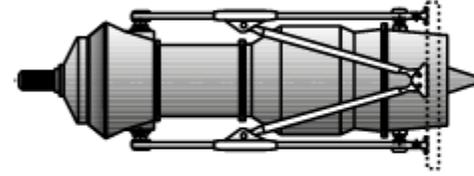
- Belirli uygulamalara göre ayarlanmış birçok motor bağlantı çeşidi vardır:
 - Eski tip düşük by-pass oranlı turbofan motorun kanat altına bağlanması
 - Eski tip düşük by-pass oranlı turbofan motorun gövdenin yanlarına bağlanması
 - Turboprop motorun kanat altına kafes çerçeve ile bağlanması
 - Yeni tip yüksek by-pass oranlı turbofan motorun kanat altına bağlanması



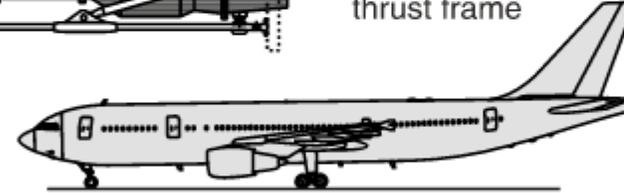
Attachment at a civil engine of an elder type (low bypass ratio) on the pylon of the wing.



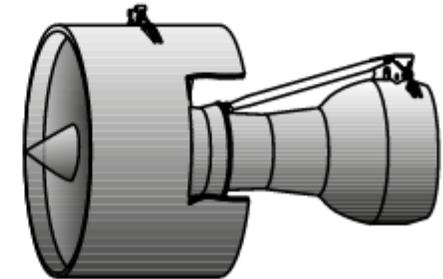
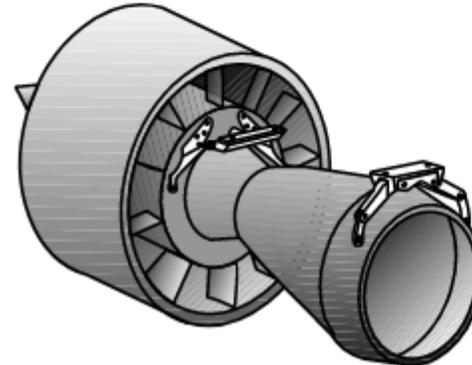
Laterally mount of an elder type civil engine (low bypass ratio) on the fuselage.



Attachment of a turboprop engine with a thrust frame



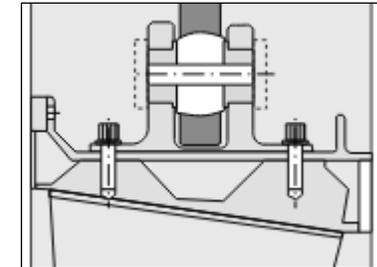
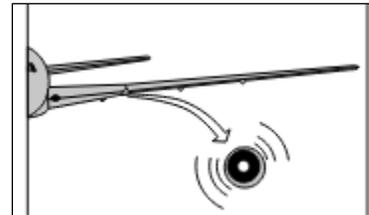
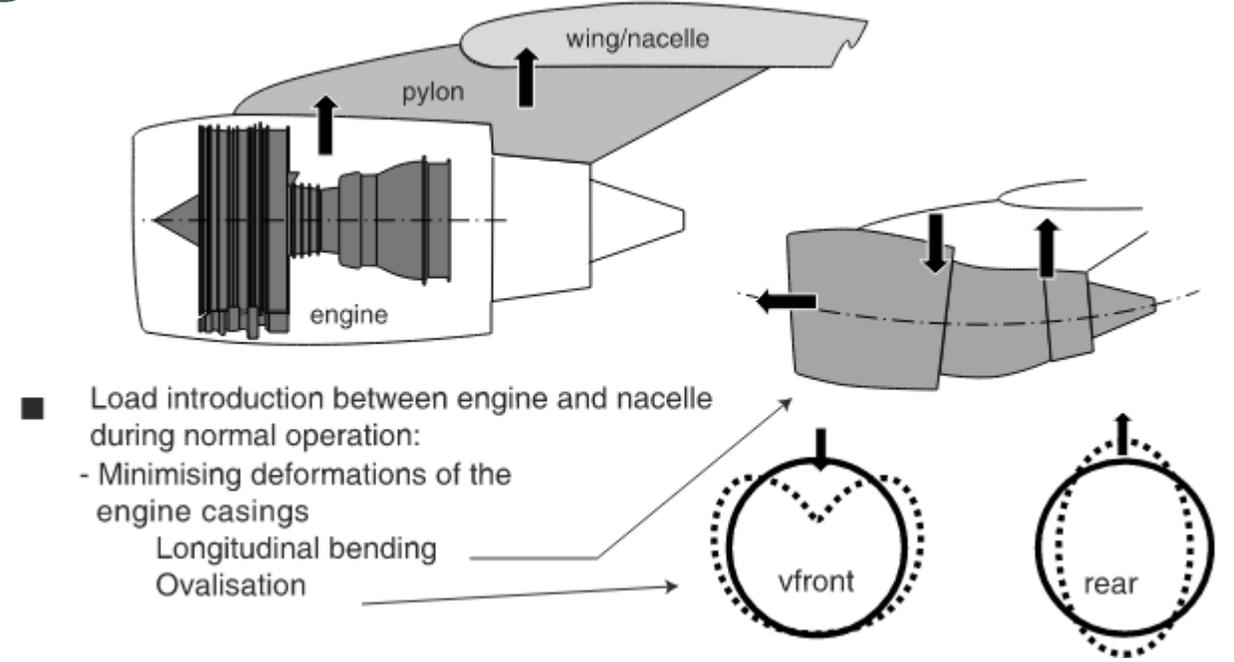
Attachments of civil engines newer types (high bypass ratio)
in the area of the core engine in the area of fan and core engine



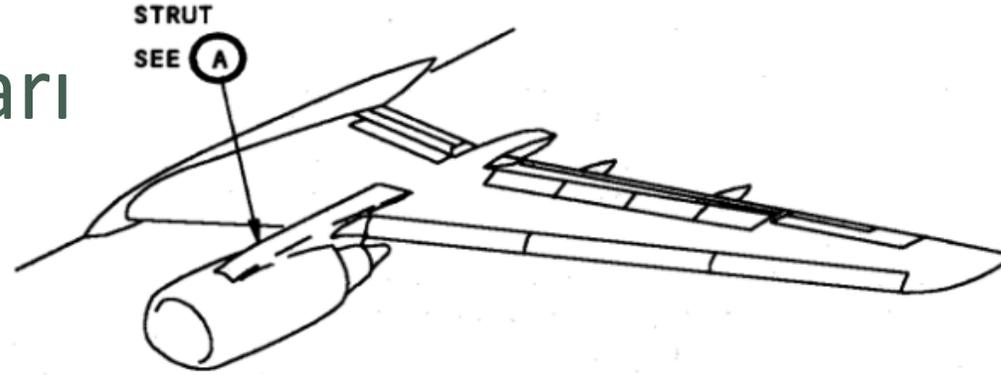
Motor – Pilon – Kanat Bağlantıları

Normal çalışma sırasında motor ile motor bölmesi arasında yük transferi:

- Motor yapısı boylamasına ekseninde eğilmeye zorlanır.
- Kaporta oval form almaya zorlanır.
- Aşırı yüklenme, dengesizlik, yıkıcı titreşim vb. durumlarda, motorun kanada zarar gelmeden ayrılabilmesi ve bağlantıların fail-safe olması istenir.

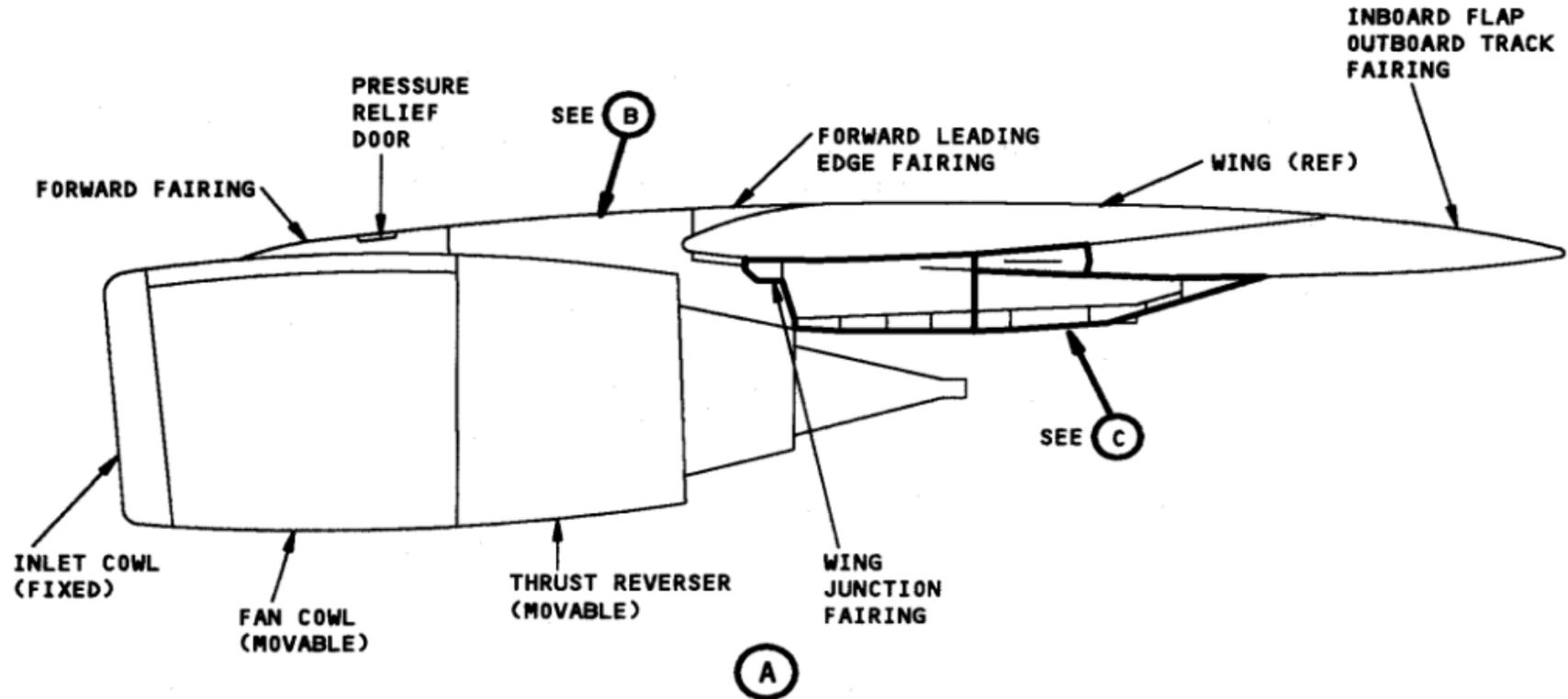


Motor Yeri ve Pylon Yapıları (Nacelle & Pylon)



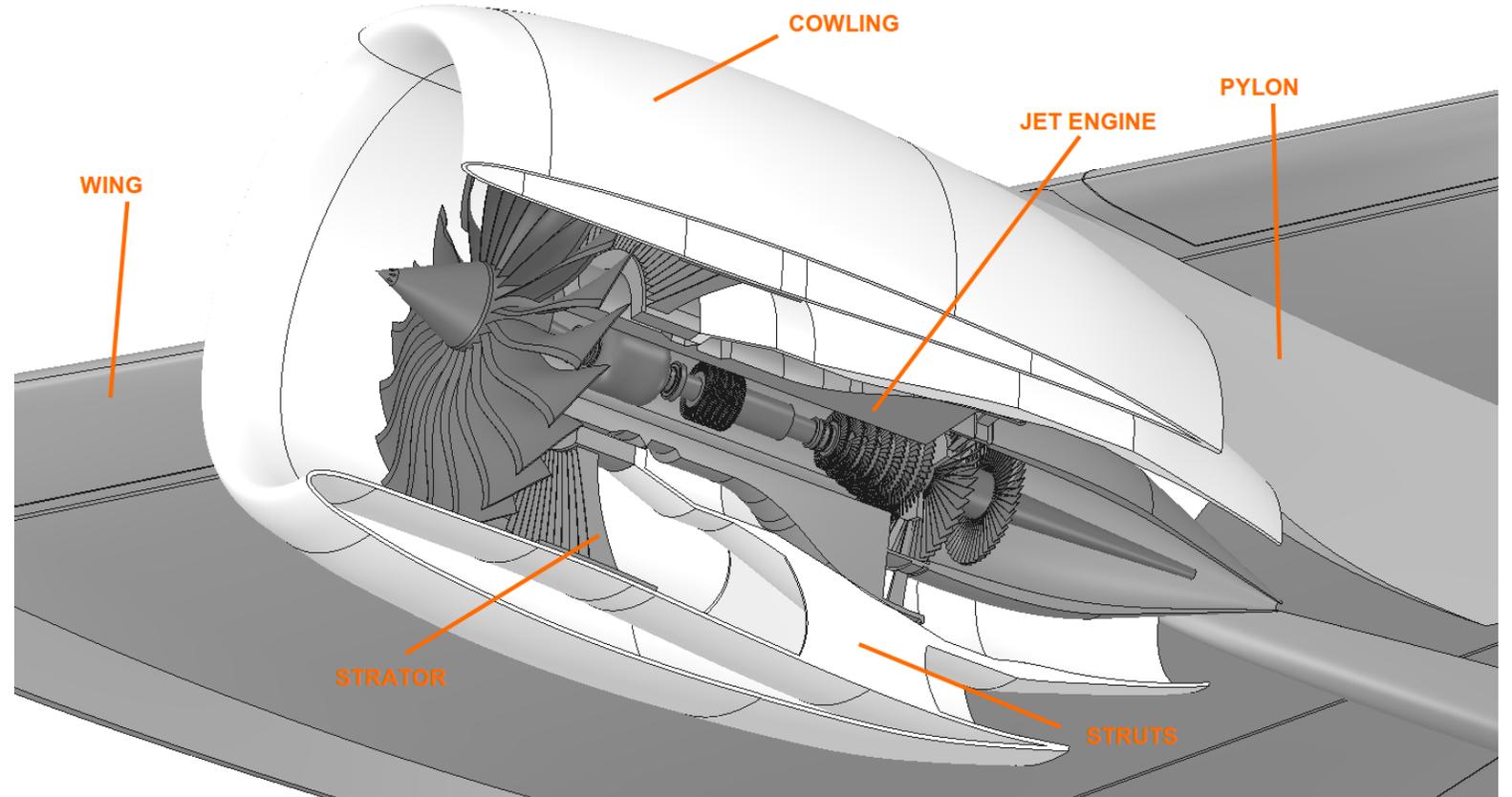
- Nacelle – Pylon görünüşü ve kısımları

- Fairing: *Kaplama, karenaj, grenaj*
- Cowl: *Kaporta*



Motor Yeri ve Pilon Yapıları (*Nacelle & Pylon*) (ATA 54)

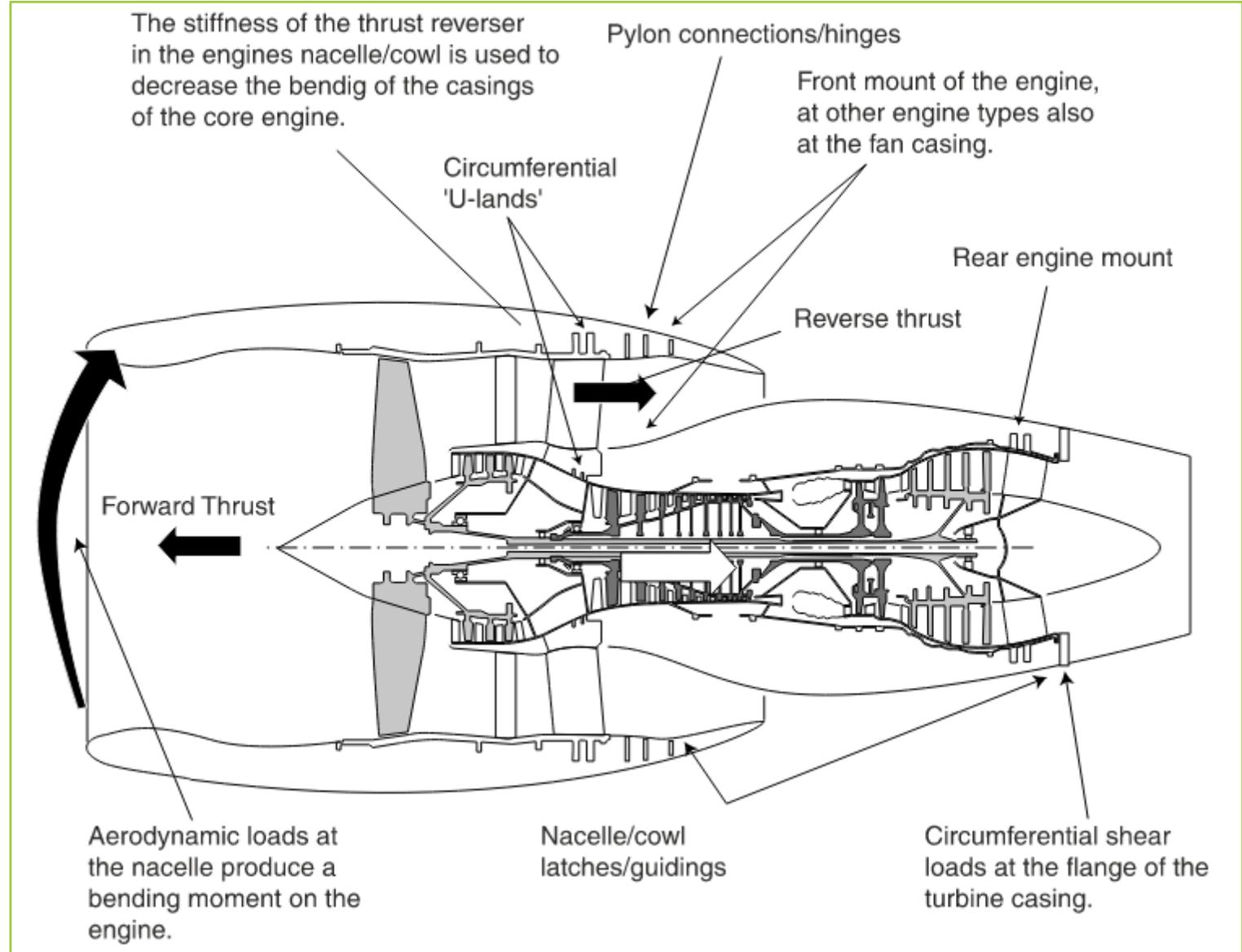
- Nacelle tasarımı motor dış kapağını ve hava girişi iç formunu birlikte içerir.



Motor Yeri ve Pilon Yapıları

(Nacelle & Pylon)

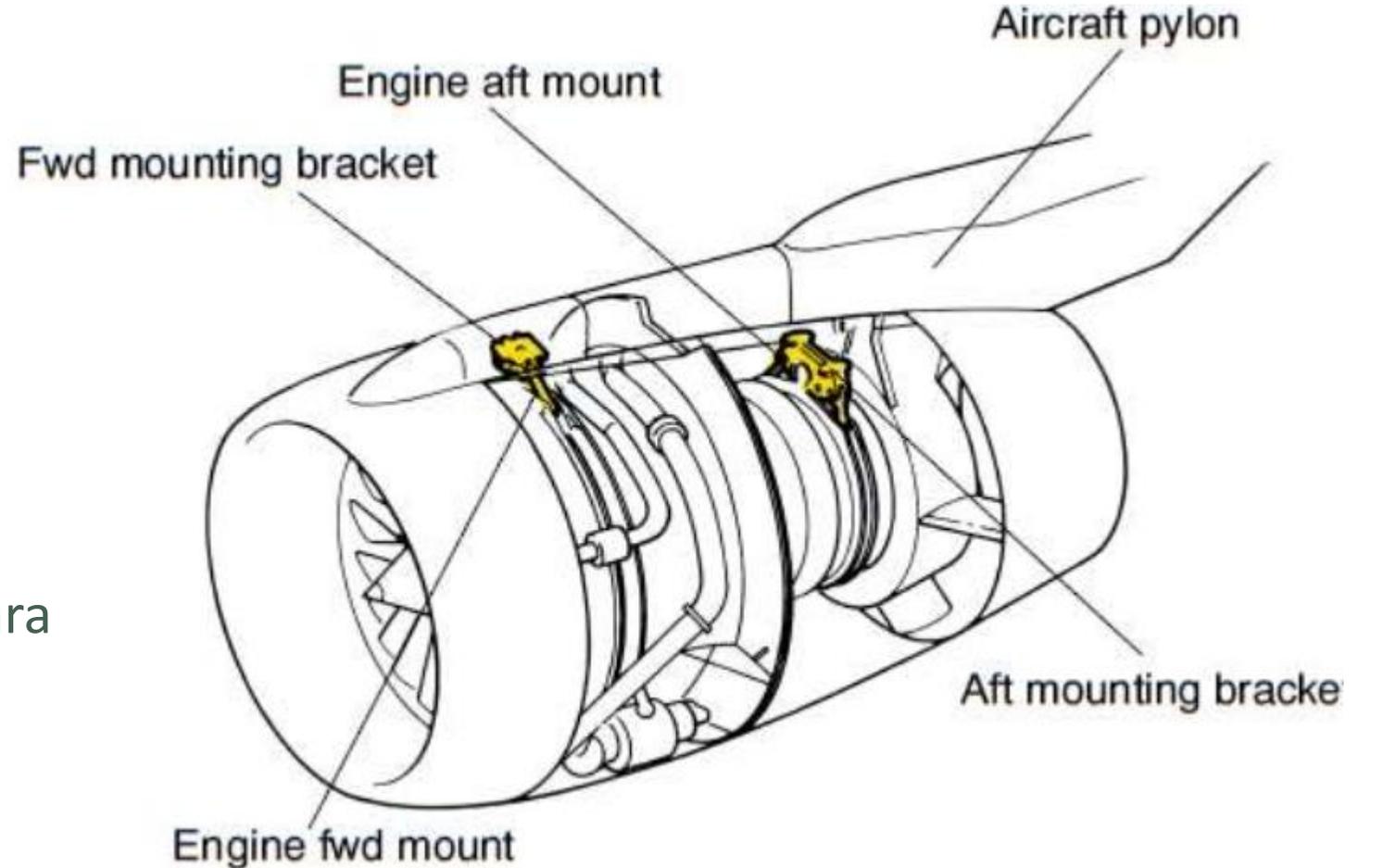
- Turbofan Motor ve Nacelle boyuna kesit görünüşü



Motor Yeri ve Pilon (*Nacelle & Pylon*)

Motorlar Kanat Altında

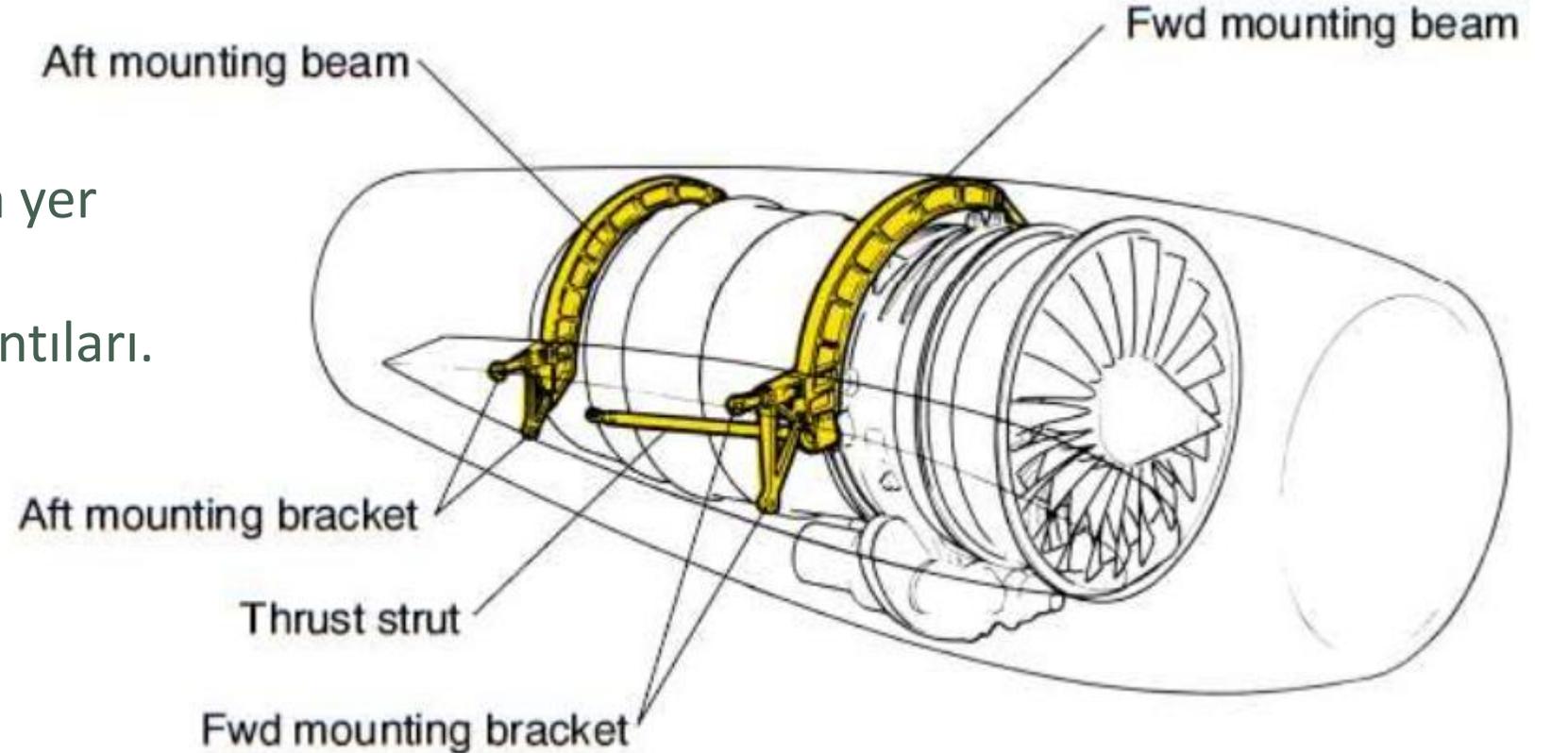
- Uçak kanadı altında yer alan (*underwing mountings*) motorların pilon bağlantıları.
- Motorun itki kuvveti bu bağlantılar üzerinden kanatlara (uçak yapısına) aktarılır.



Motor Yeri ve Pilon (*Nacelle & Pylon*)

Motorlar Gövde Yanlarında

- Uçak gövde yanlarında yer alan (*side mountings*) motorların pilon bağlantıları.



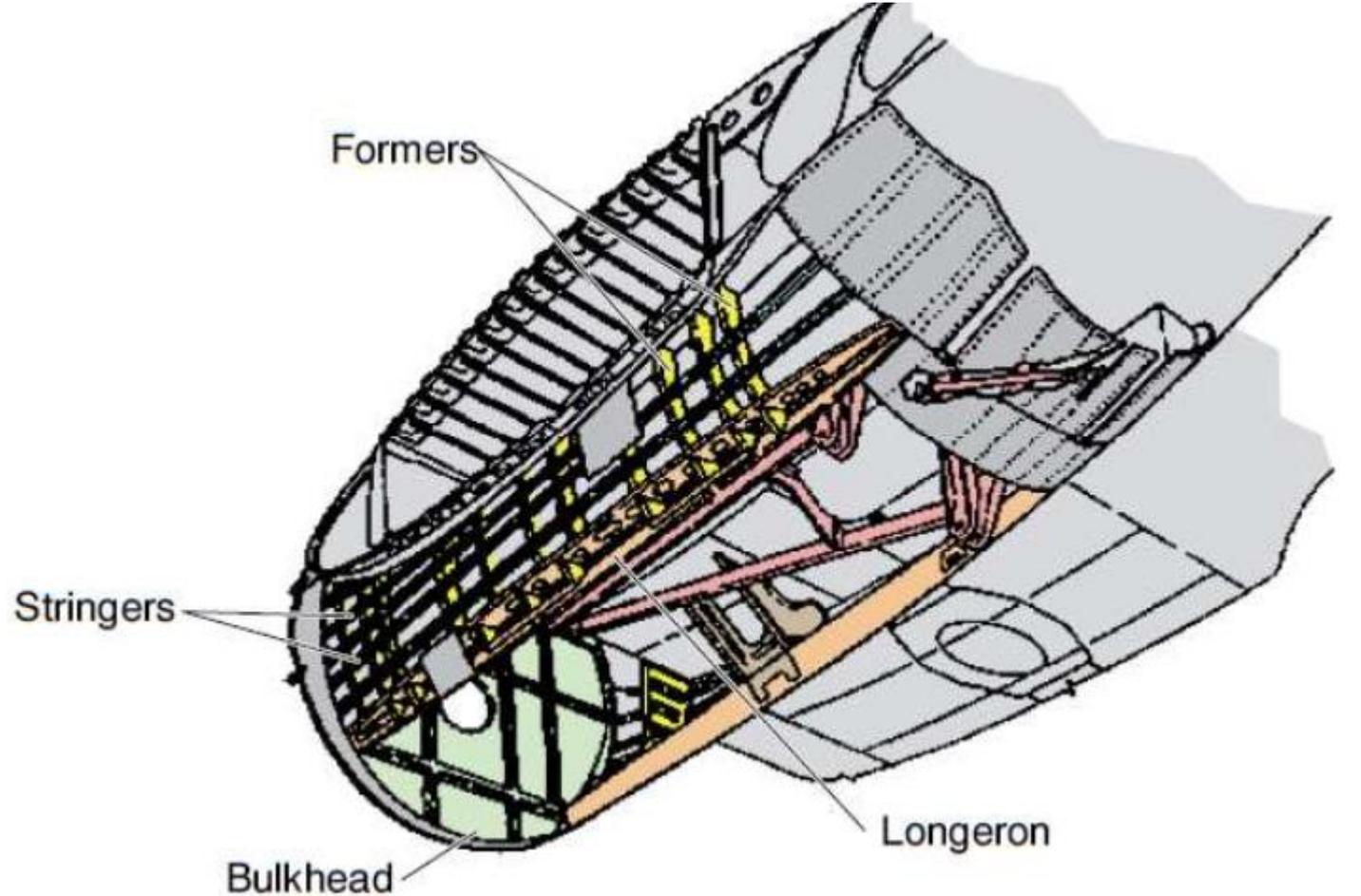
Motor Yeri ve Pilon Yapıları (*Nacelle & Pylon*) (ATA 54)

- Nacelle, motoru muhafaza eder. Motorun hava girişi, kapaklar, egzoz çıkışı, 'thrust reverser', pilon gibi yapıları içerir.
- Pilon, nacelle ile kanadı birbirine bağlar.



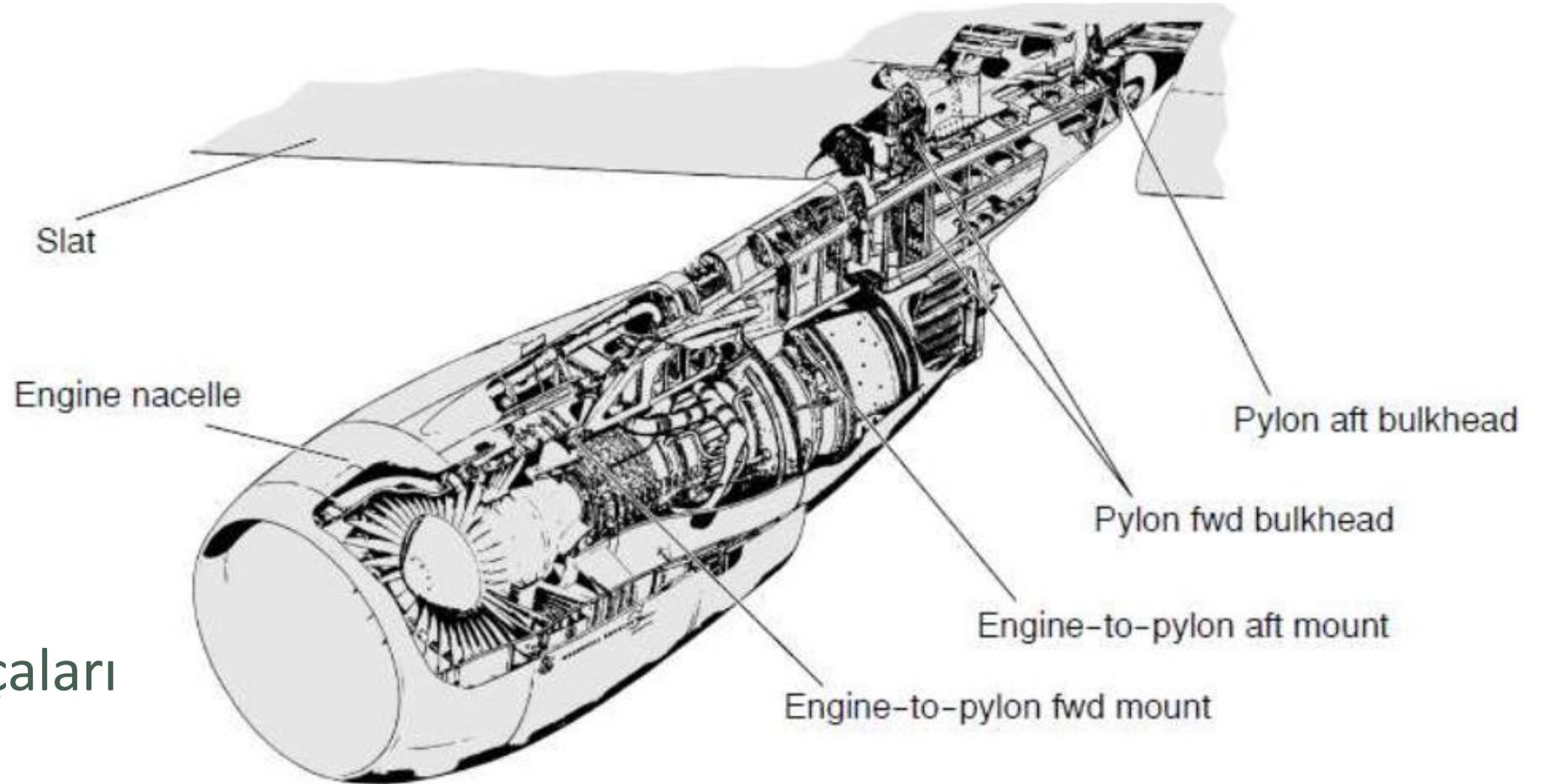
Motor Yeri ve Pilon Yapıları (*Nacelle & Pylon*)

- Nacelle yapısal tasarımı
 - Longeron, formers (frames), stringers, bulkhead gibi gövde yapısındaki elemanların benzerleri bulunur.



*Motor olmadan görünüm =>

Motor Yeri ve Pilon (*Nacelle & Pylon*)



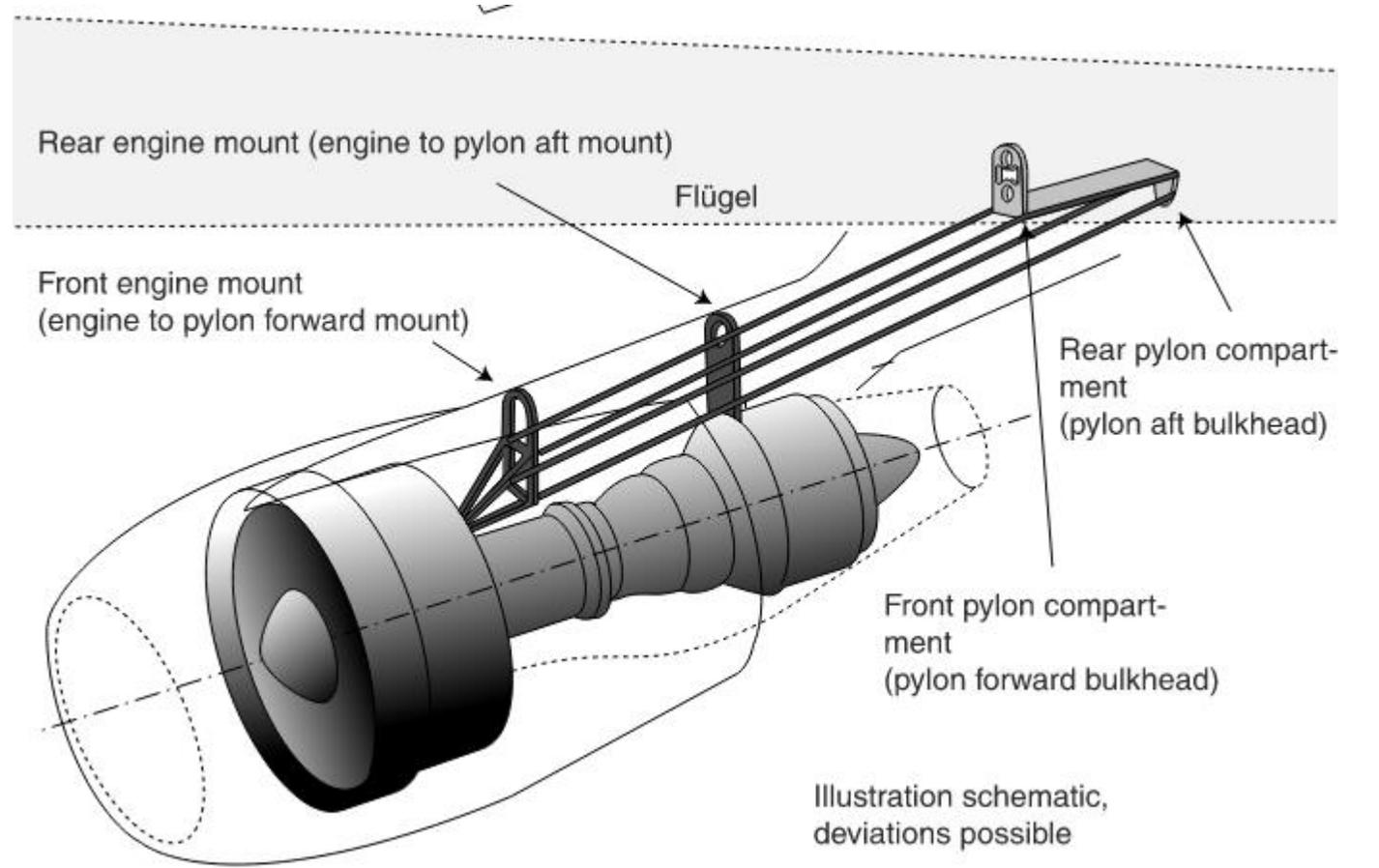
- Pilon alt parçaları

Motor Yeri ve Pilon (*Nacelle & Pylon*)

Pilon Yapısı

Motordan kanada yük transferi

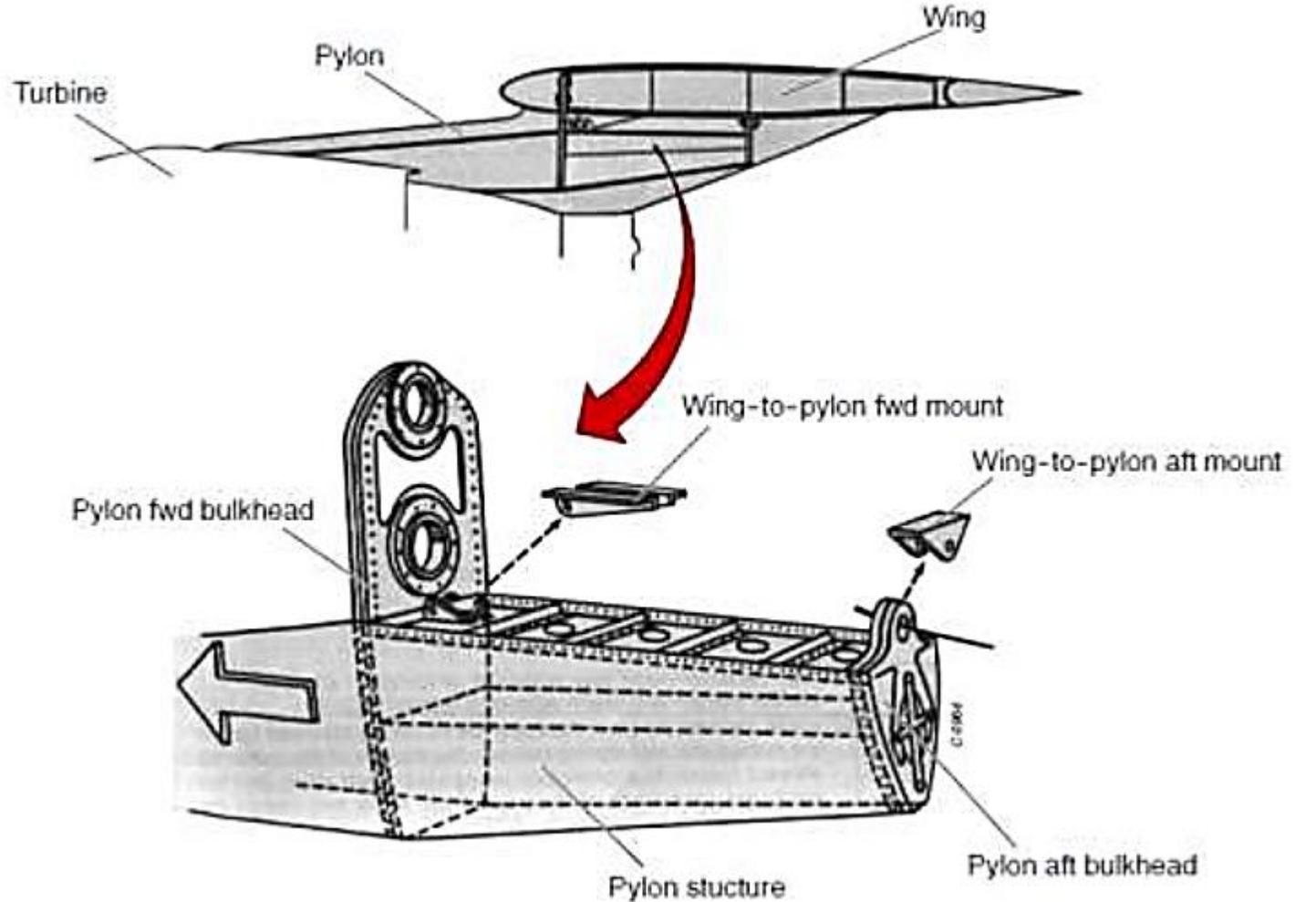
- Motordan gelen kuvvetlerin kanada uygulanmasında birçok etki dikkate alınmalıdır.



Motor Yeri ve Pilon Yapıları (*Nacelle & Pylon*)

Pilon – Kanat Bağlantıları

- Pilonlar yatayda motorların ürettiği itki kuvvetini, dikeyde motorların ağırlık yükünü taşır.
- Pilonlar içinden, yakıt hava, yangın vb. sistemlere ait borular, hortumlar, elektrik kabloları geçer.



Motor Yeri ve Pilon (*Nacelle & Pylon*)

Wing pylon without nacelle

Örnek Görsel: 'Nacelle'
sökülmüş Pilon yapısı



Motor Yeri ve Pilon (*Nacelle & Pylon*)

Wing pylon with engine nacelle

Örnek Görsel: Motor yeri
ve pilon

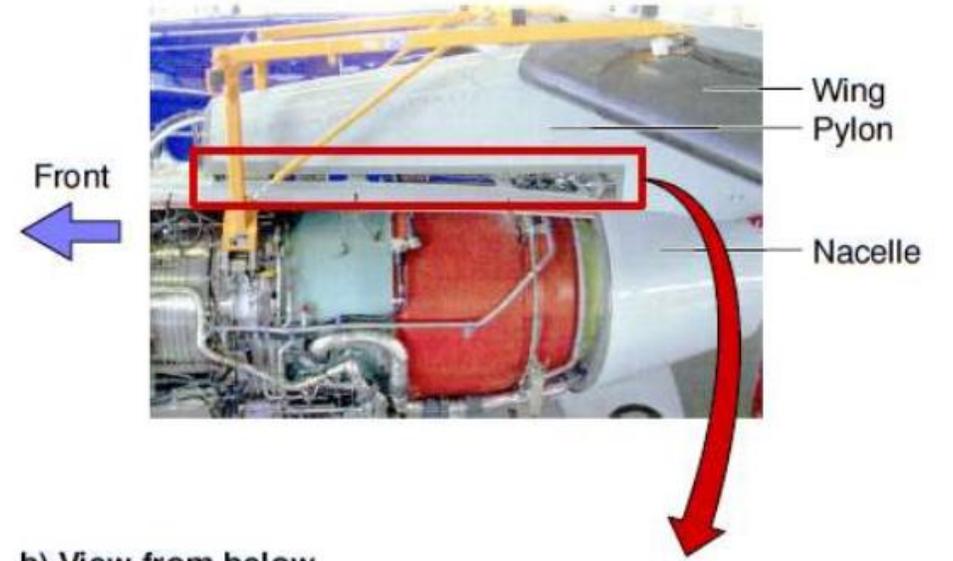


Motor Yeri ve Pilon (Nacelle & Pylon)

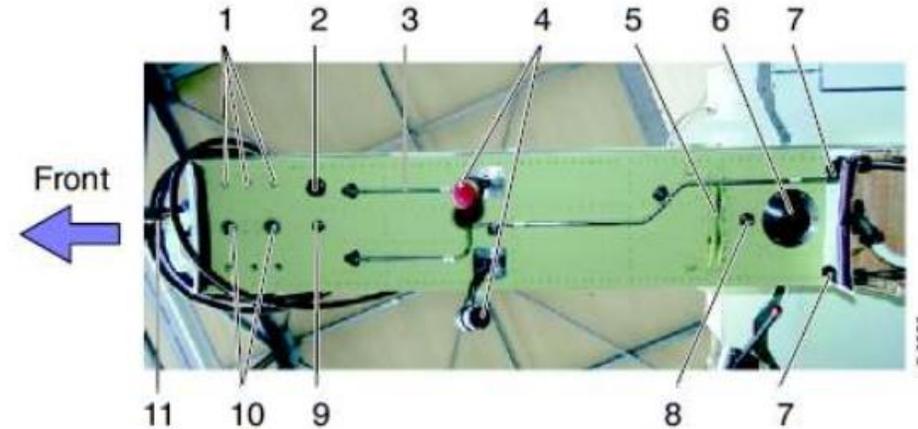
- Pilon – Nacelle bağlantı arayüzü

*1- motor ön bağlantısı, 2- motor yakıt girişi, 5-motor arka bağlantısı, 7- yangın söndürme hattı

a) Side view



b) View from below

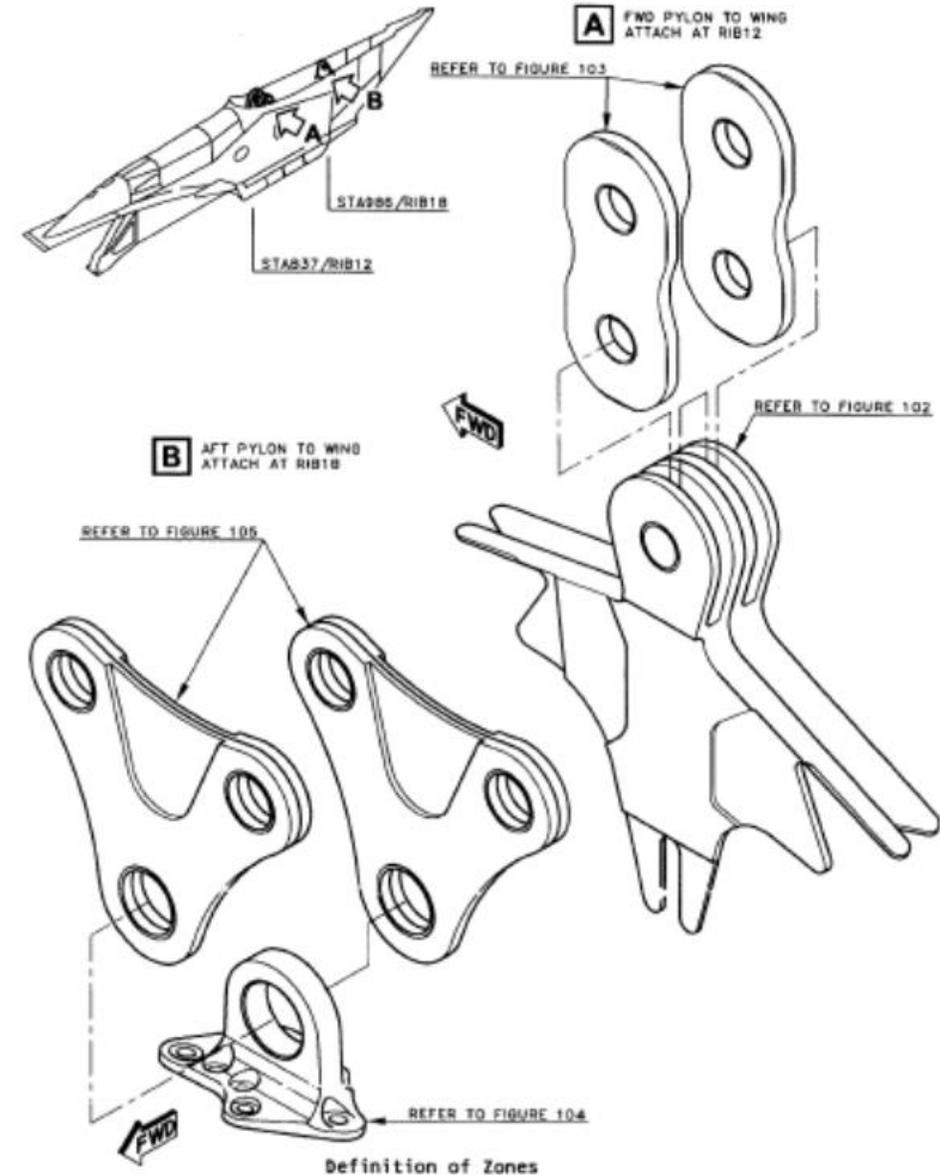


- | | |
|-----------------------------|---|
| 1 Front engine attachment | 7 Fire extinguisher line |
| 2 Engine fuel supply | 8 Wing de-ice bleed |
| 3 Pylon drain | 9 Fuel motive flow |
| 4 Harness channel B | 10 Holes for shear pin yoke |
| 5 Aft engine attachment | 11 Harness channel B alternator, DC generator |
| 6 Engine bleed air (to ECS) | |

Motor Yeri ve Pylon (Nacelle & Pylon)

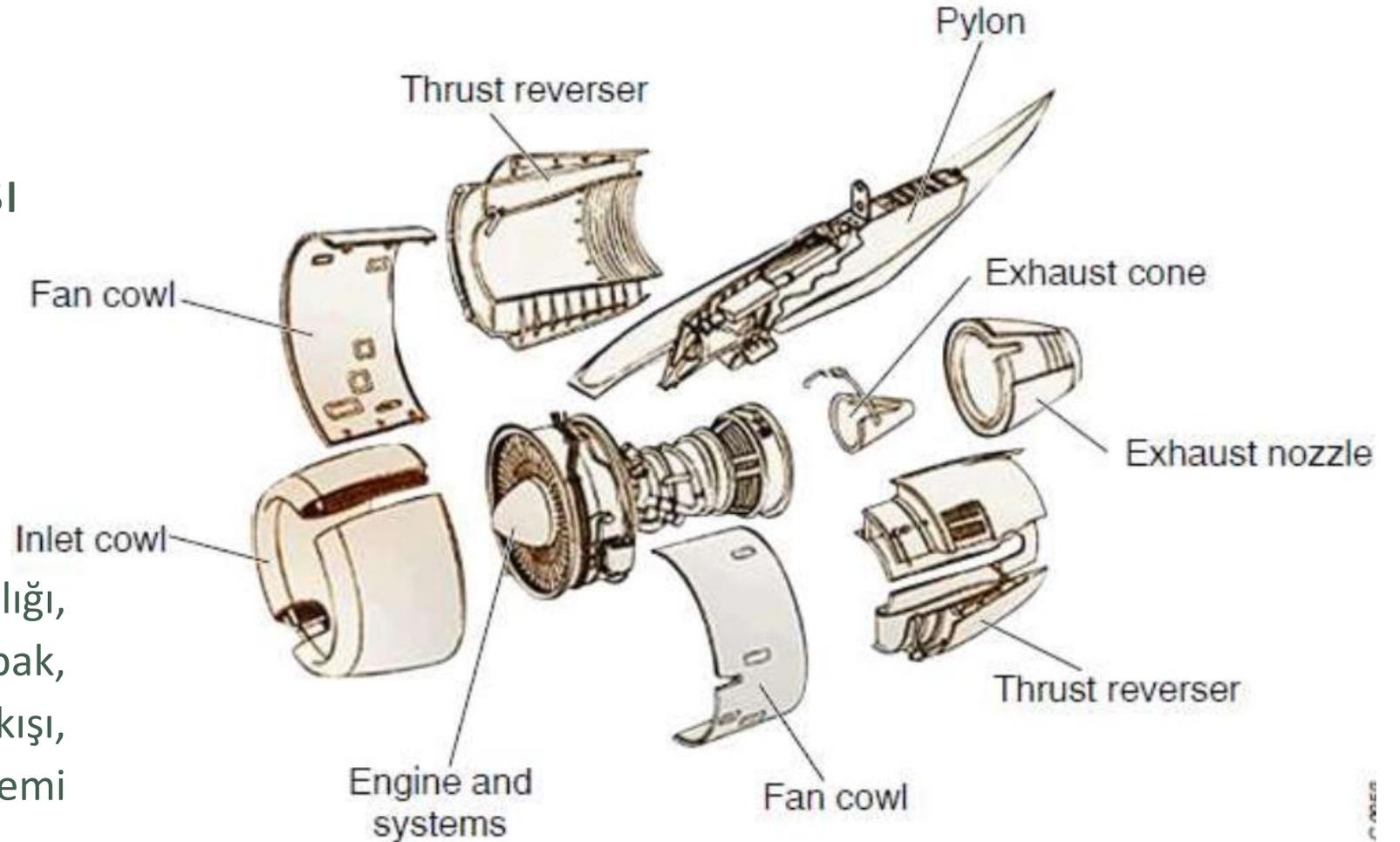
Pylon – Kanat Bağlantıları

- Pylon – Kanat **[A]** **[B]** montaj ve Motor – Pylon montaj bağlantı parçaları



Motor Yeri ve Pilon (*Nacelle & Pylon*) – Turbofan Motor

- Turbofan (fanjet) motor 'nacelle' yapısı



Inlet: Hava alığı,

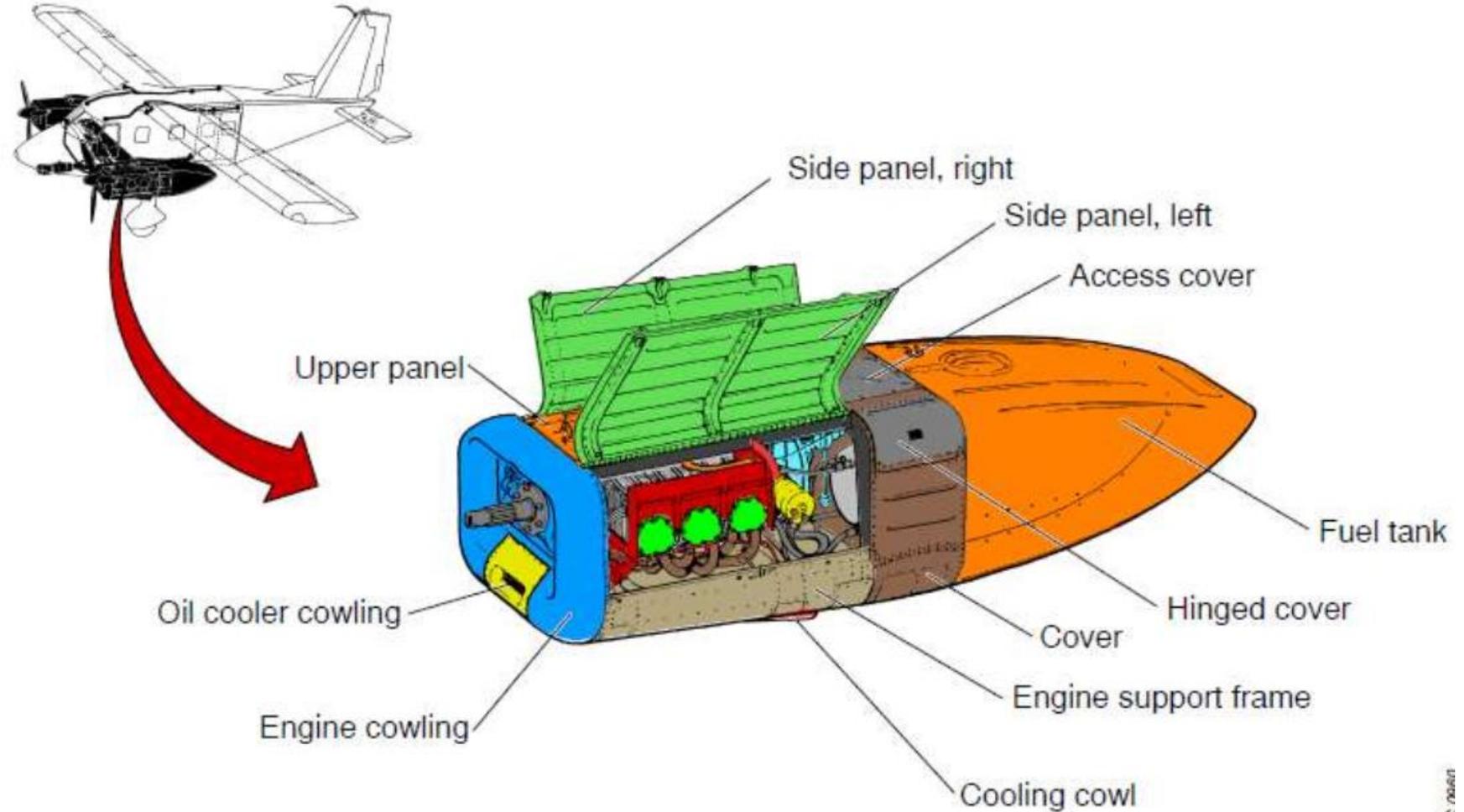
Cowl: Kapak,

Exhaust nozzle: Egzoz çıkışı,

Thrust reverser: Ters itki sistemi

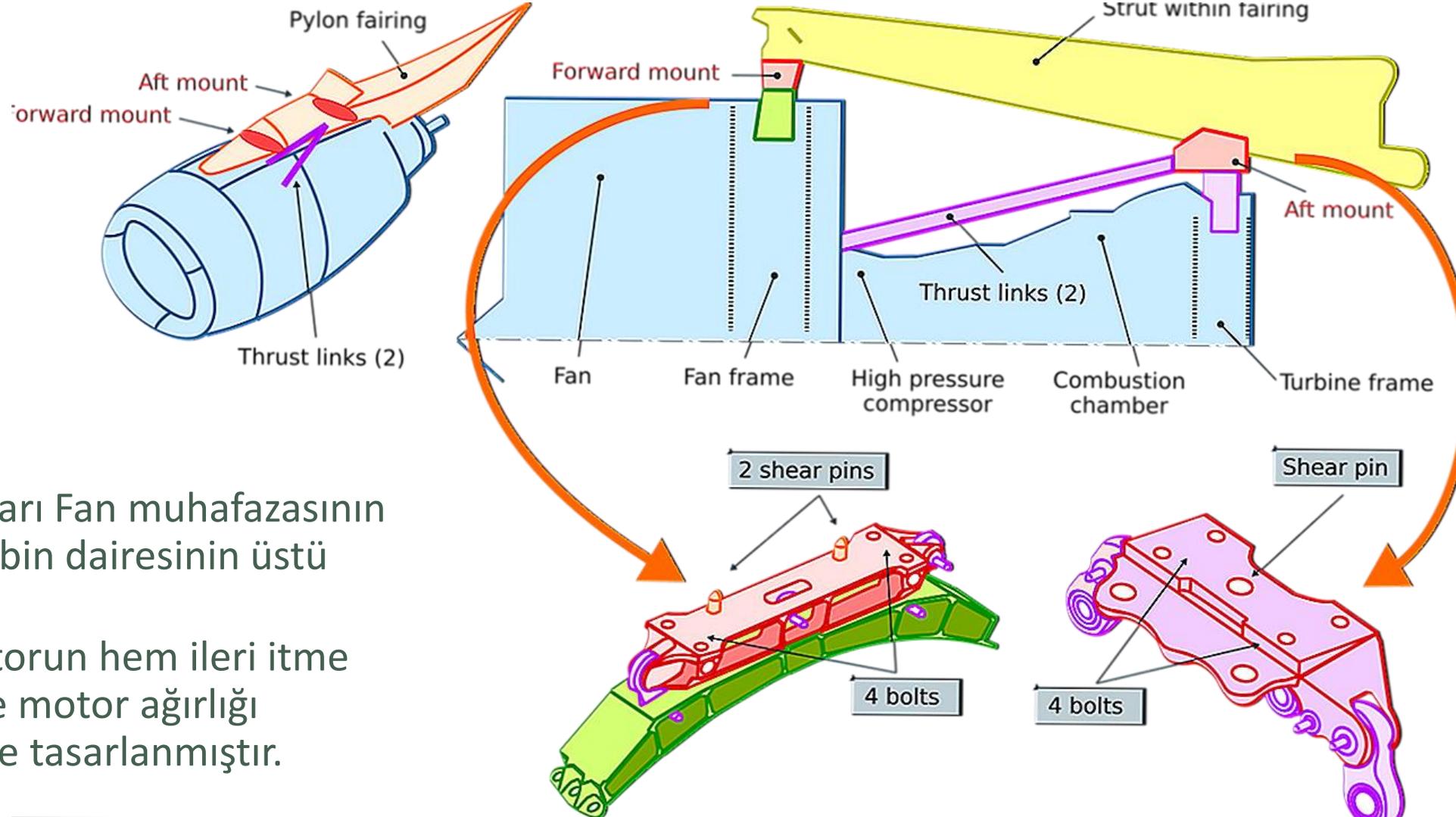
Motor Yeri ve Pilon (*Nacelle & Pylon*) – Piston Motor

- Piston motor 'nacelle' yapısı



- **Hinged cover:** Mafsallı/menteşeli kapak,
- **Cowling:** Kaporta,
- **Engine support frame:** Motor destek yapısı

Motor – Pilon – Kanat Bağlantıları



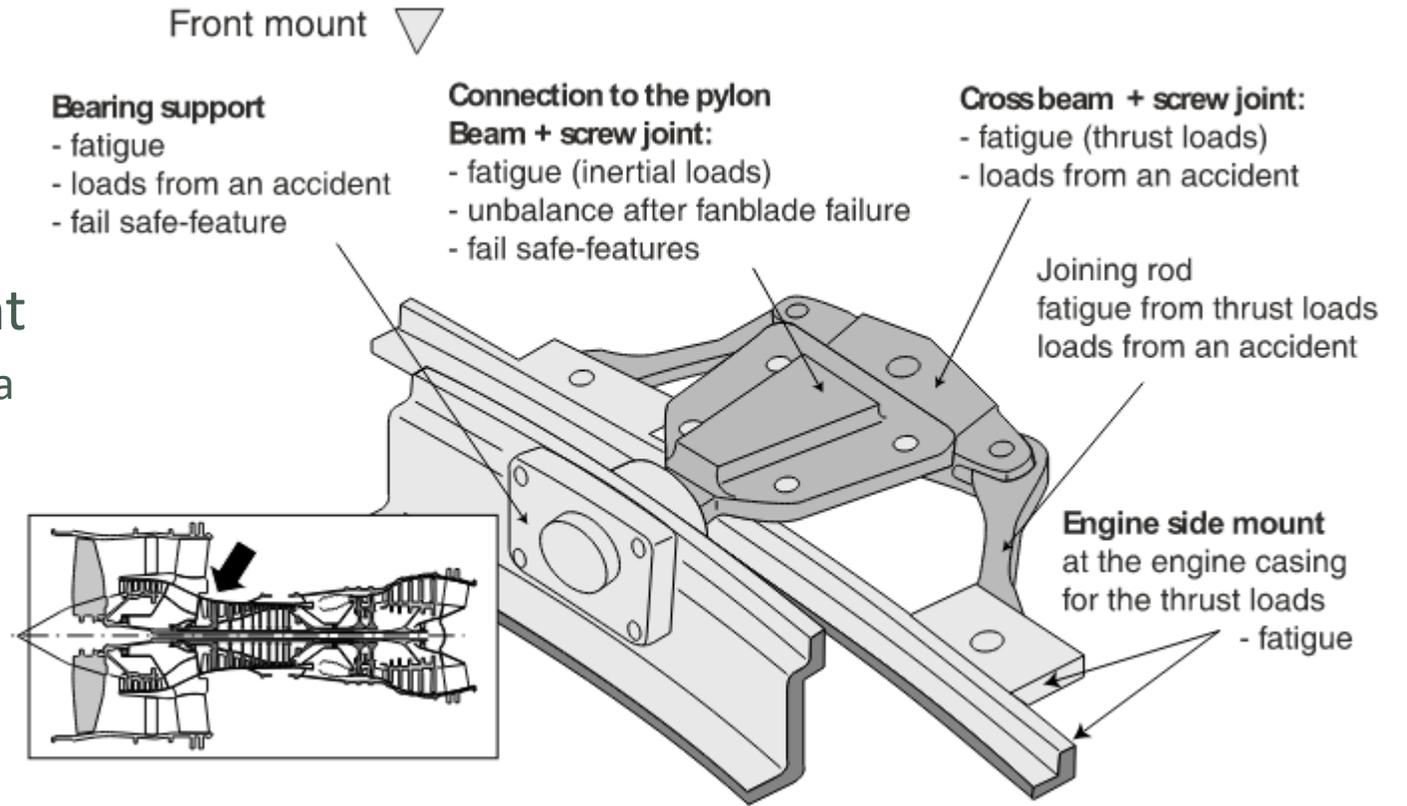
- Bağlama noktaları Fan muhafazasının üst kısmı ve Türbin dairesinin üst kısmındadır.
- Bağlantılar, motorun hem ileri itme kuvveti, hem de motor ağırlığı taşıyacak şekilde tasarlanmıştır.

Motor – Pilon – Kanat Bağlantıları

FORWARD MOUNT

Motor ön bağlantısı / Front Mount

- Özellikle yükleri ve deformasyonları en aza indirecek şekilde operasyonel taleplere göre tasarlanır.
- Enine kiriş, bağlantı çubukları ve vidalı bağlama elemanlarından meydana gelir.

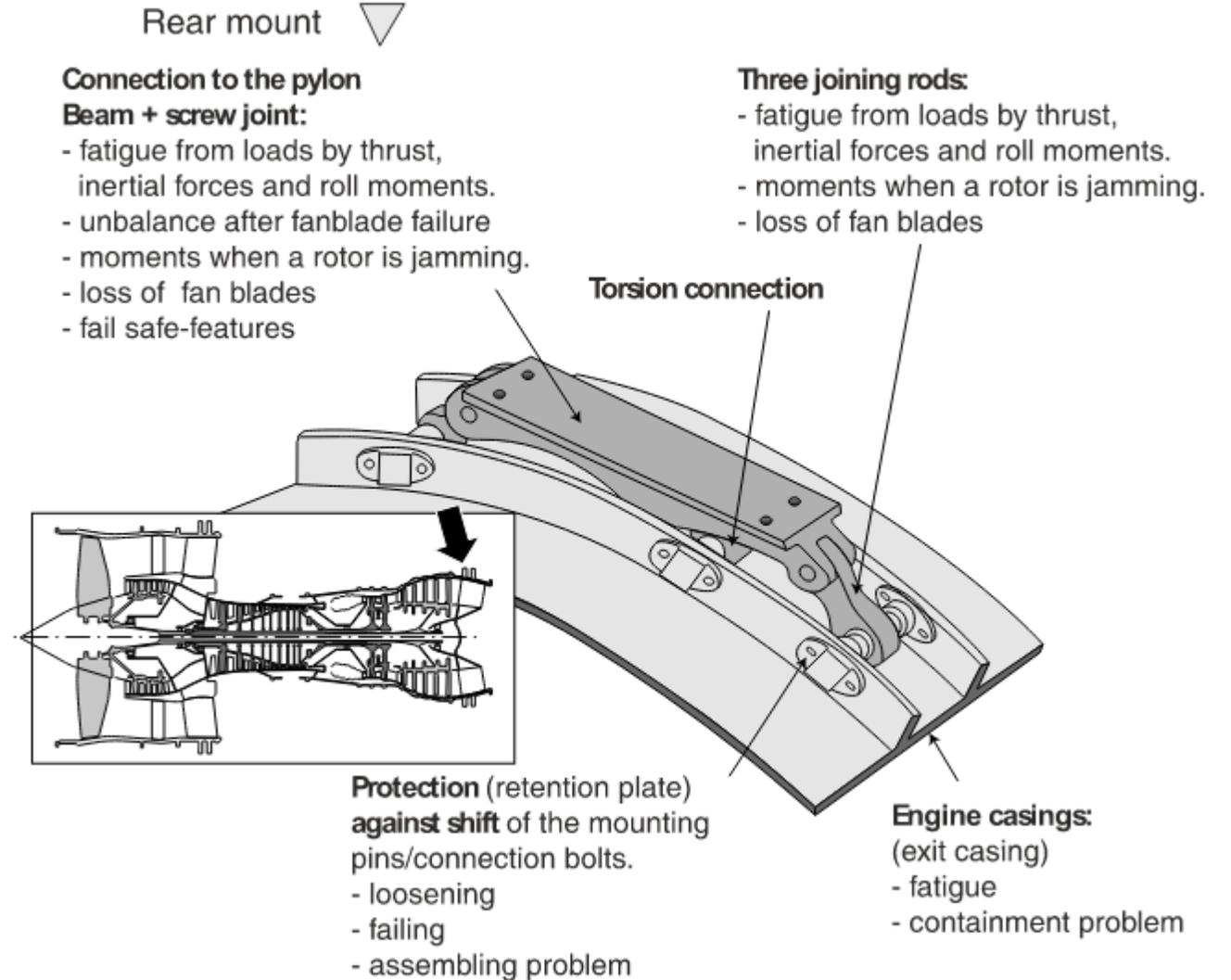


Motor – Pilon – Kanat Bağlantıları

AFT MOUNT

Motor arka bağlantısı / Rear Mount

- Kiriş, vidalı bağlama elemanları ve bağlantı çubuklarından oluşur.



Motor – Pilon – Kanat Bağlantıları

Örnek Görsel:

- Aft mount
- Forward mount
- Thrust link
- Pylon



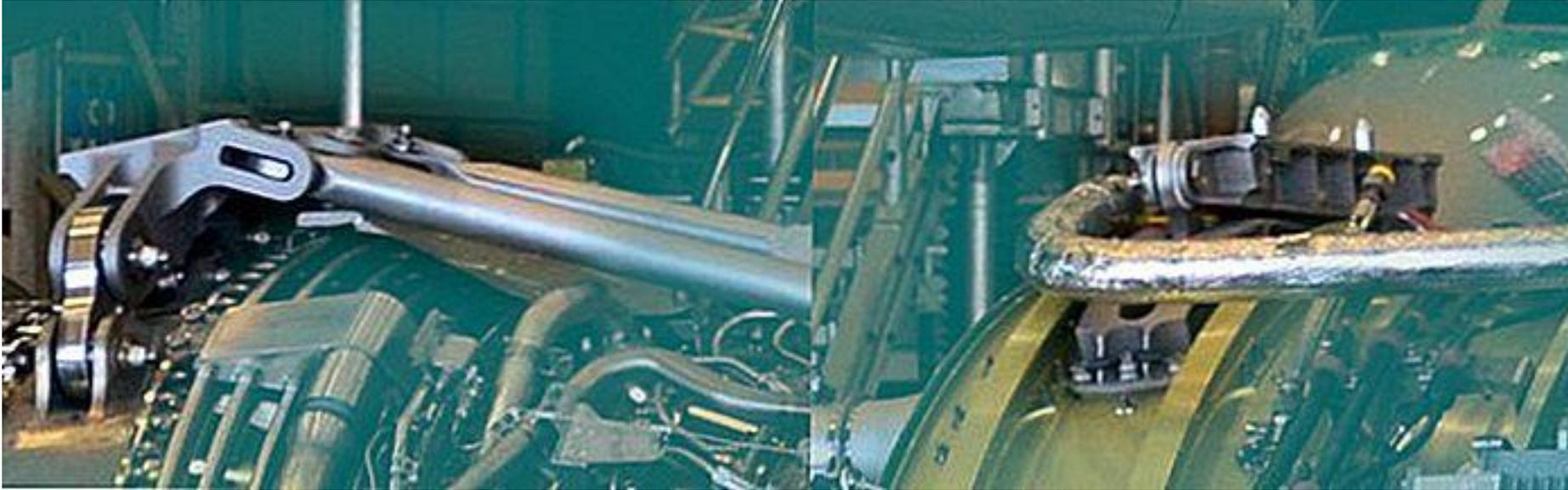
Motor – Pilon – Kanat Bağlantıları

Örnek Görsel: Ön ve arka bağlantı noktaları.



Motor – Pilon – Kanat Bağlantıları

Örnek Görsel:



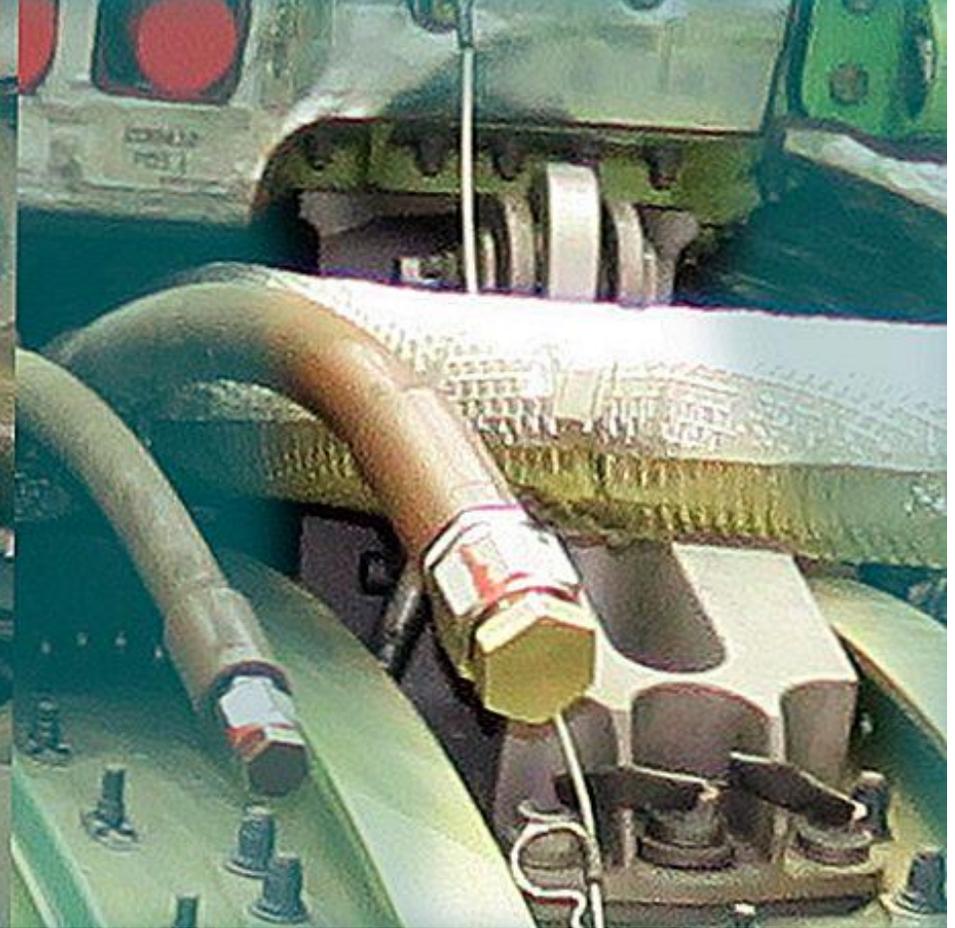
Aft mount

Forward mount

Motor – Pilon – Kanat Bağlantıları



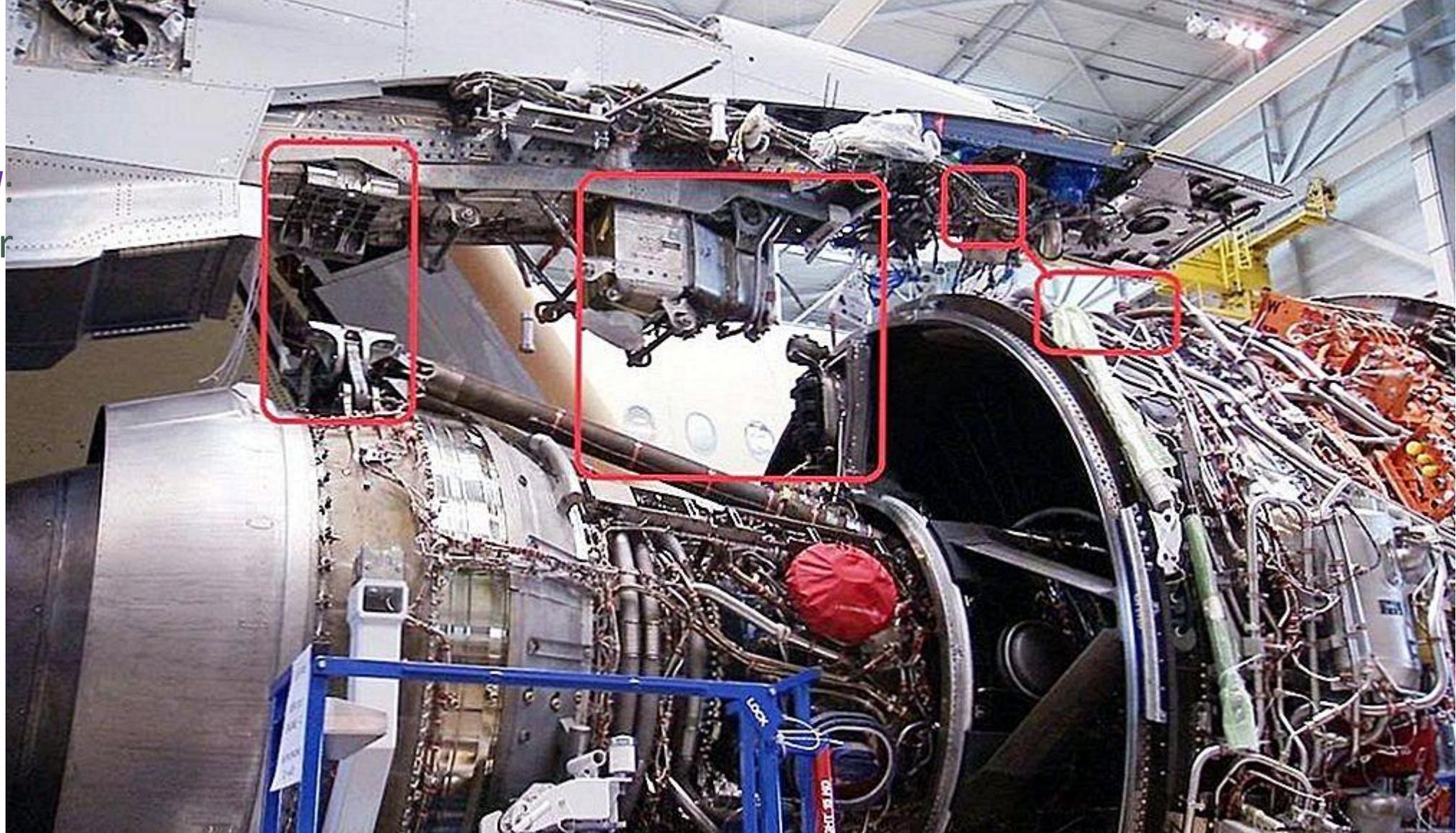
Aft mount



Forward mount

Motor – Pilon – Kanat Bağlantıları

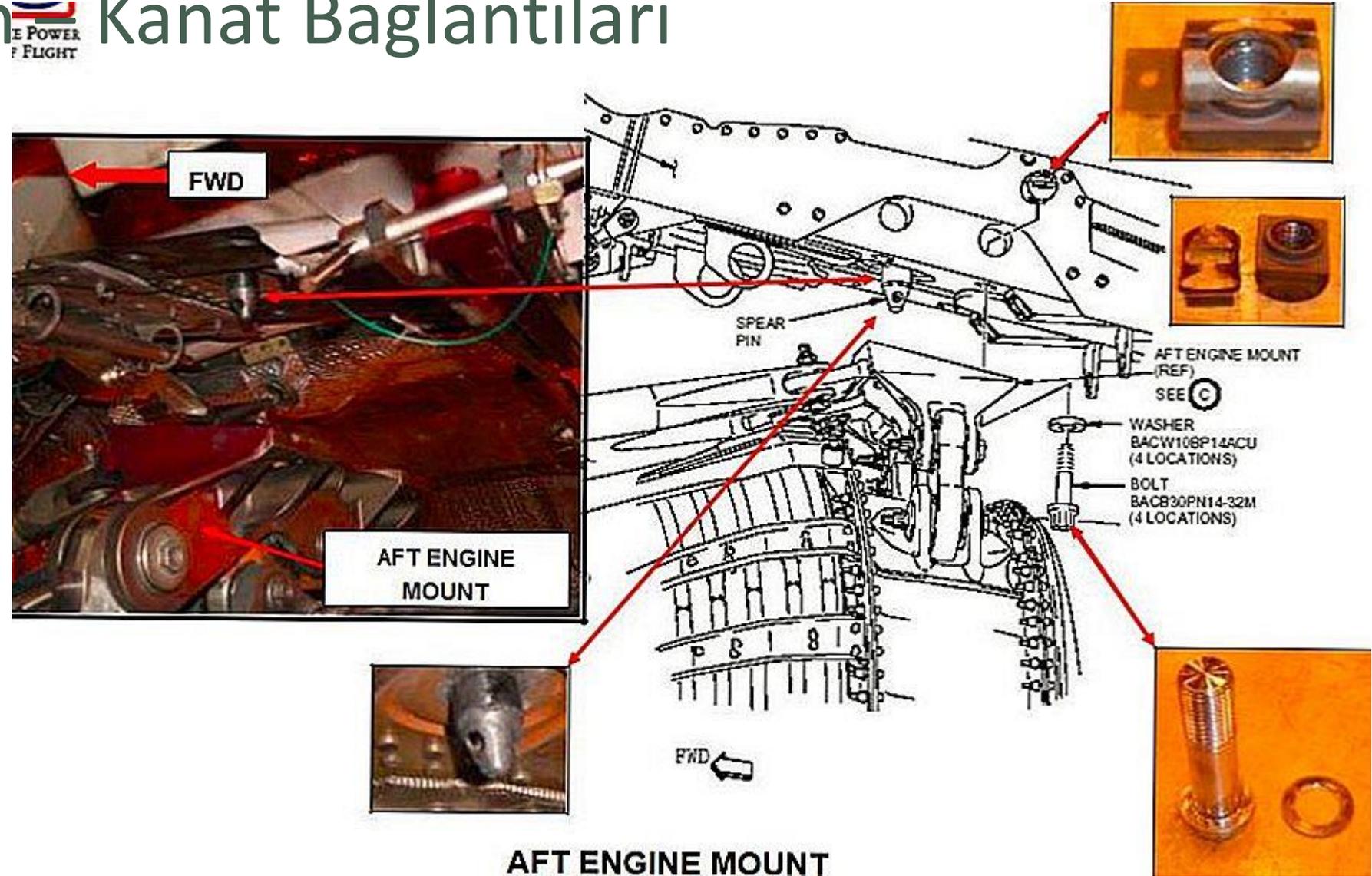
Örnek Görsel:
Pilon – motor
montajı



Motor – Pilon Kanat Bağlantıları



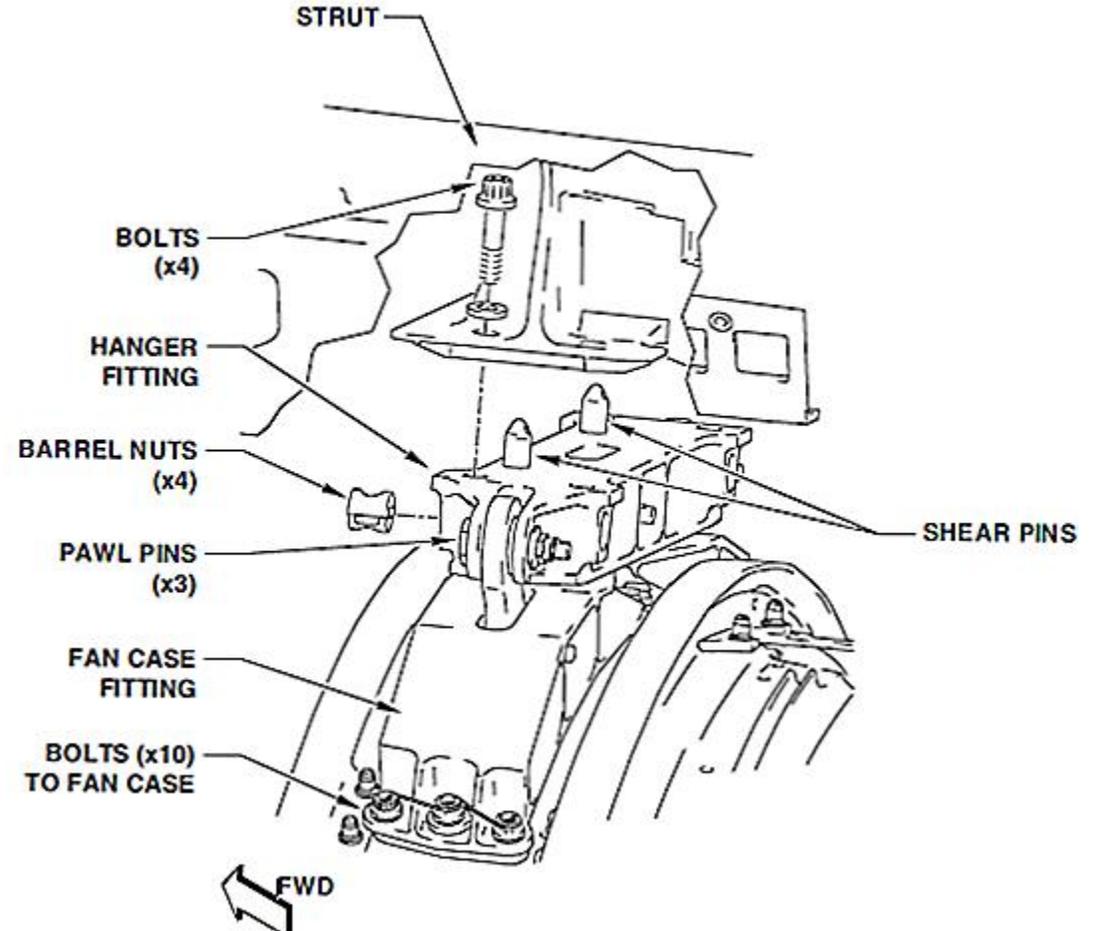
Örnek Görsel:
Aft Engine Mount
(Motor Arka)
Bağlantı detayları



AFT ENGINE MOUNT

Motor – Pilon – Kanat Bağlantıları

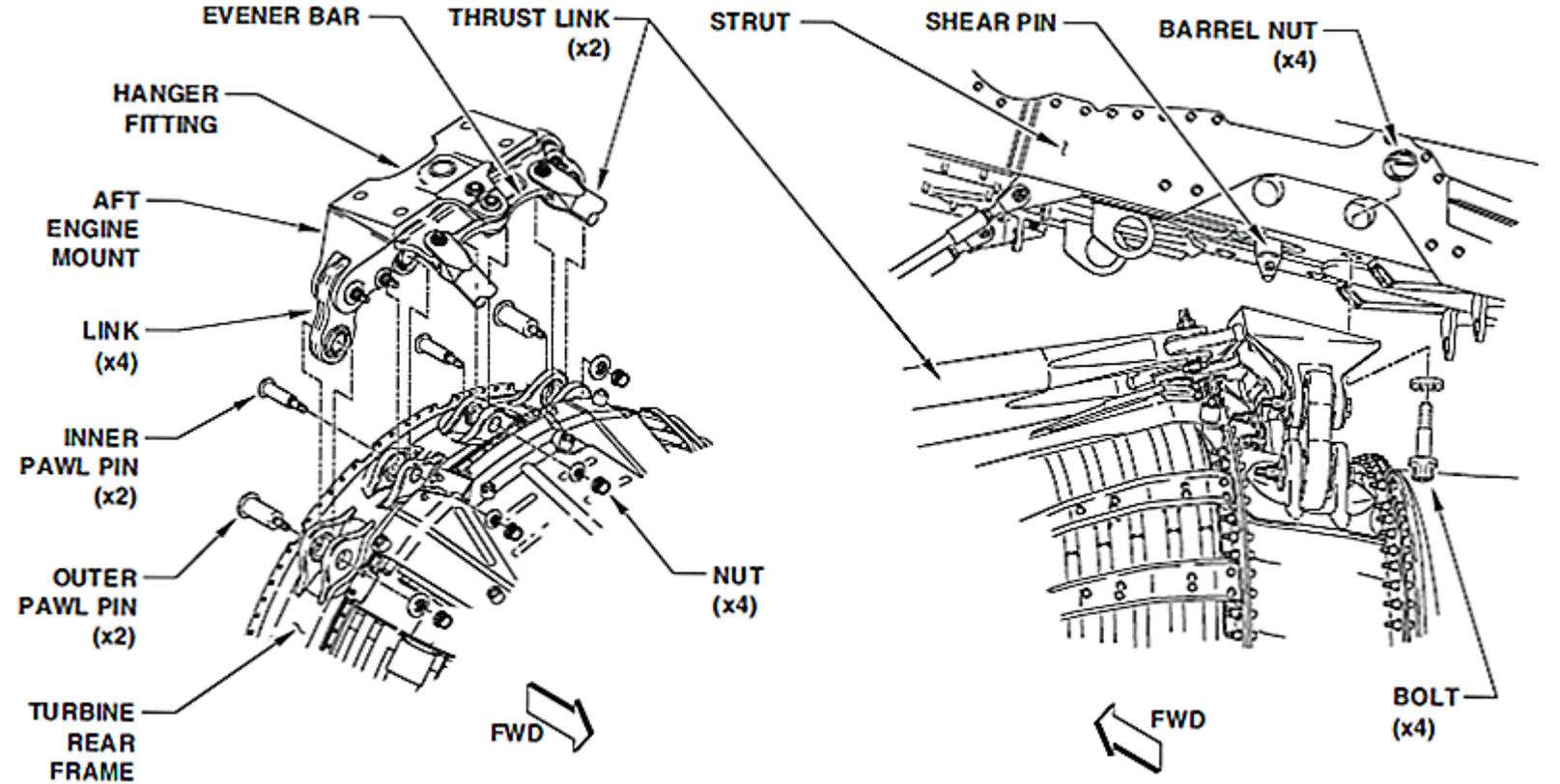
Örnek Görsel: Ön bağlantı
CFM56-7B



Motor – Pilon – Kanat Bağlantıları

Örnek Görsel: Arka bağlantı

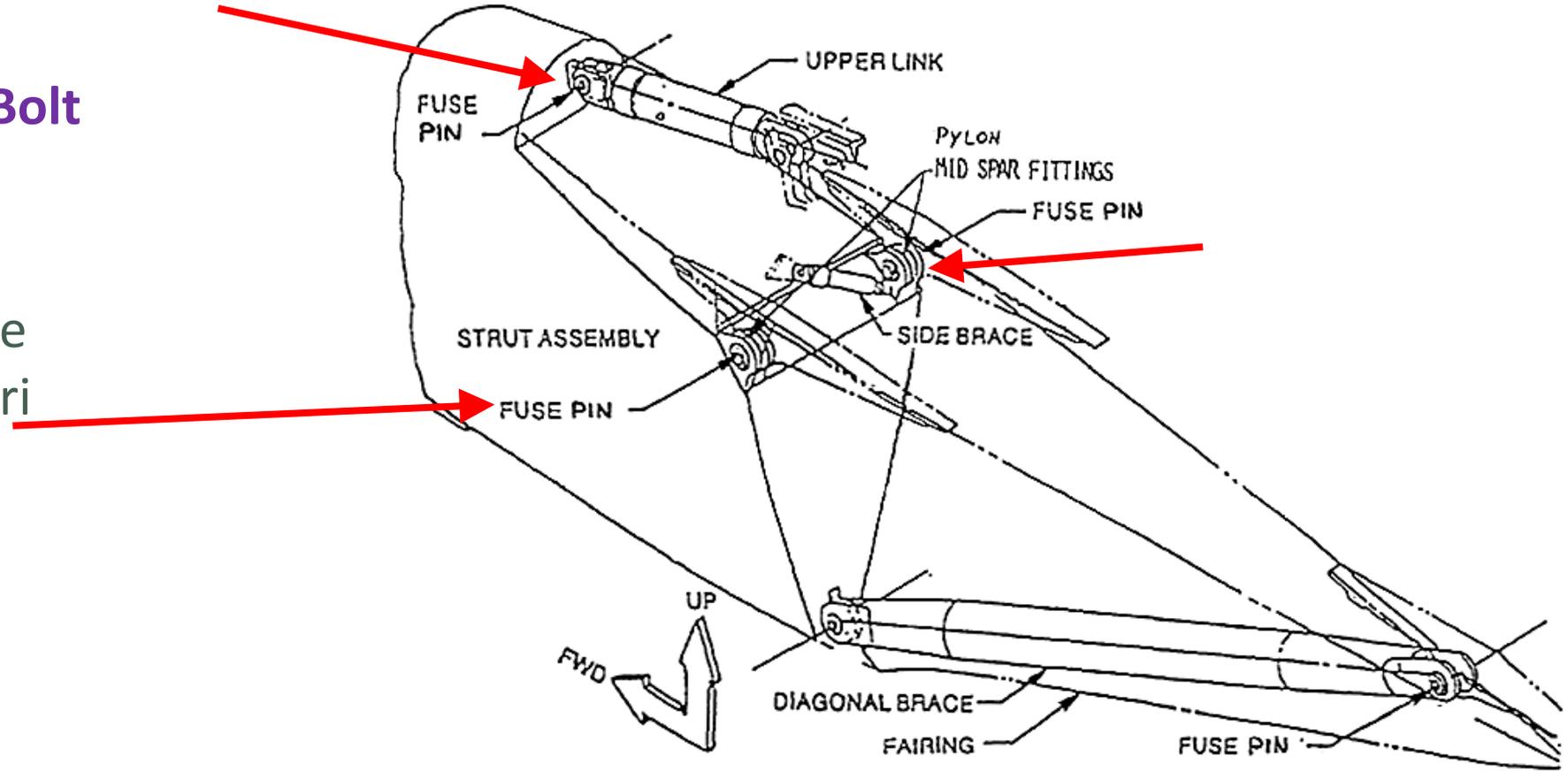
CFM56-7B



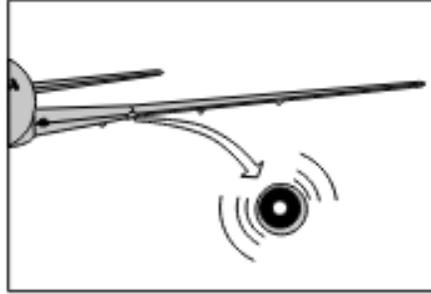
Motor – Pilon – Kanat Bağlantıları

Fuse Pin / Fuse Bolt

- Askı tertibatı ve emniyet pimleri

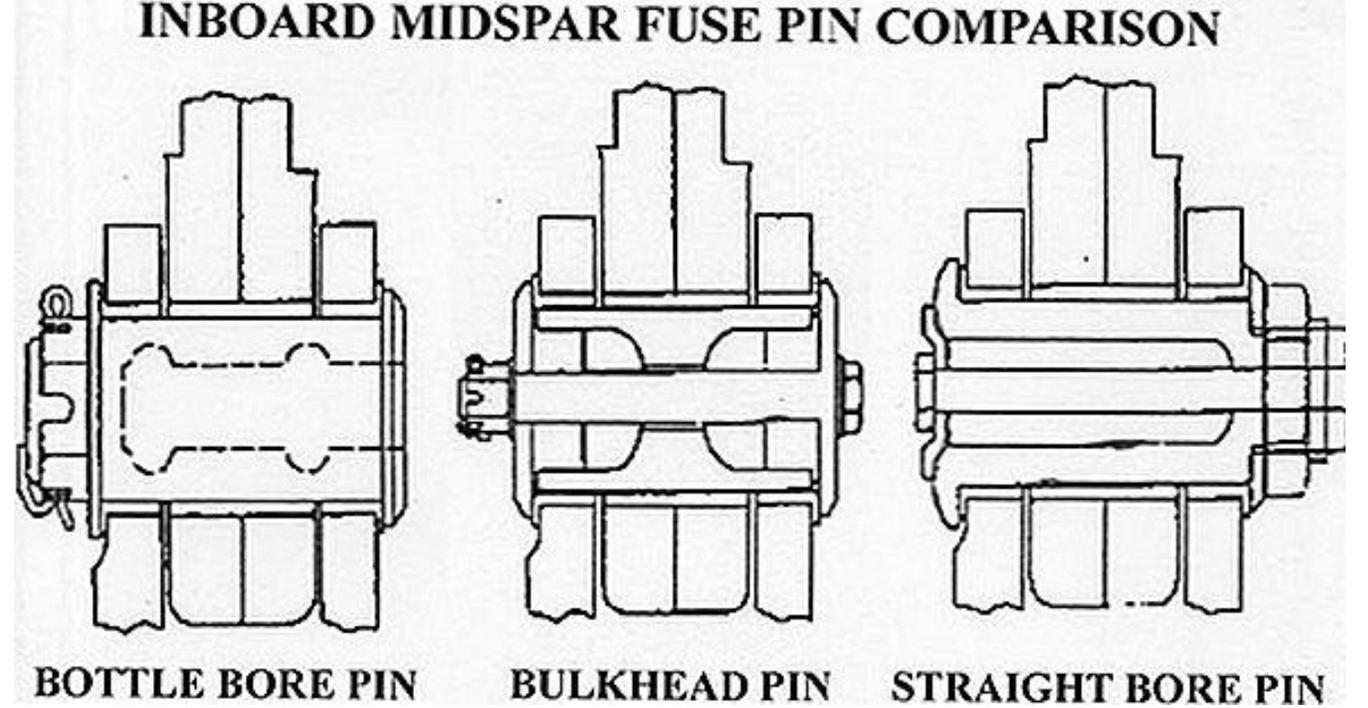
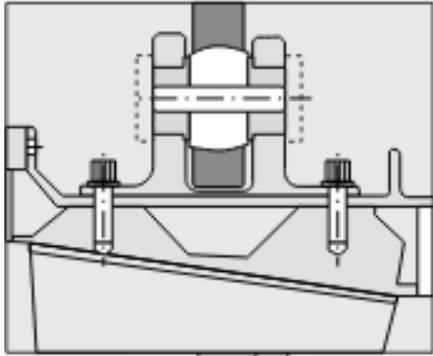


Motor – Pilon – Kanat Bağlantıları



- **Fuse Pin**

(Emniyet Pimi)

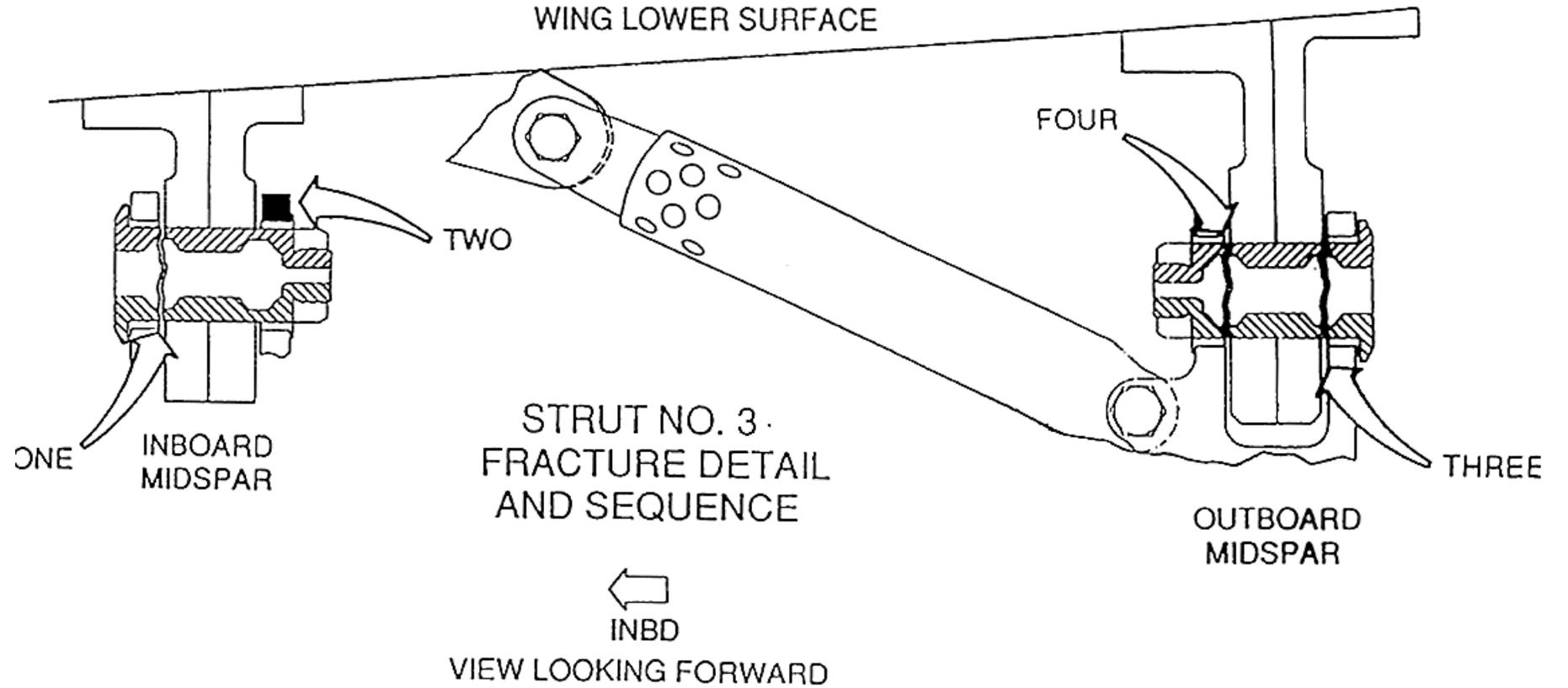


Motor sebebiyle kanatların hasar almasını (overload etc.) önleyen emniyet tedbiri.

Motor – Pilon – Kanat Bağlantıları

Örnek Görsel:

- Askı tertibatı emniyet pimlerinin kesilme hali



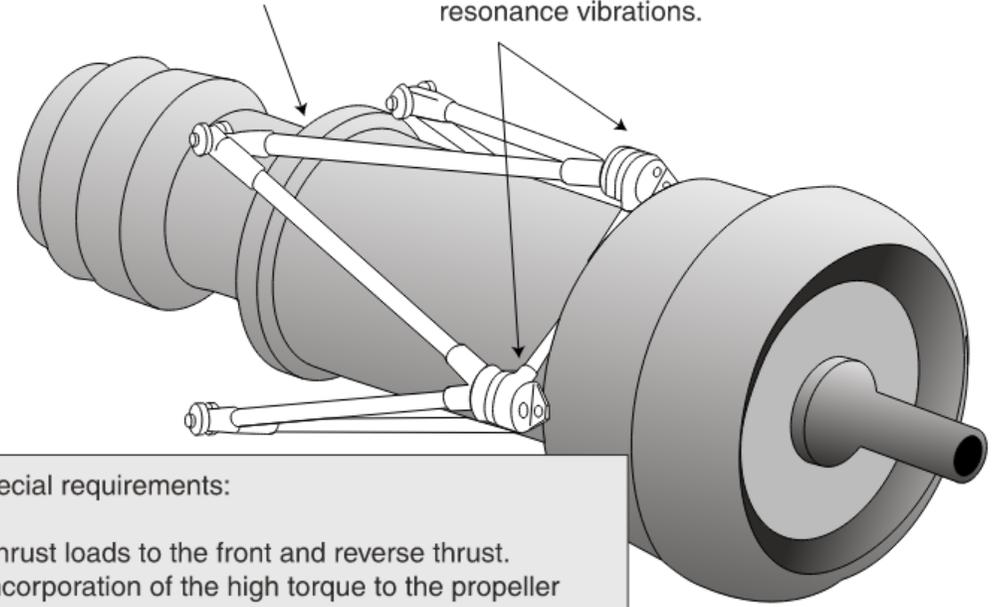
Motor Yeri ve Pilon (Nacelle & Pylon)

Turboprop Motor Bağlantısı

- Turboprop motorlar karmaşık montaj parçalarına ihtiyaç duyar:
 - Pervanenin yüksek torku
 - Pervaneden gelen yüksek jiroskopik yükler
 - Rezonans titreşimlerinin önlenmesi

Thrust frame of an engine with integrated propeller gear.

Elastic joining elements at the engine in order to avoid dangerous resonance vibrations.

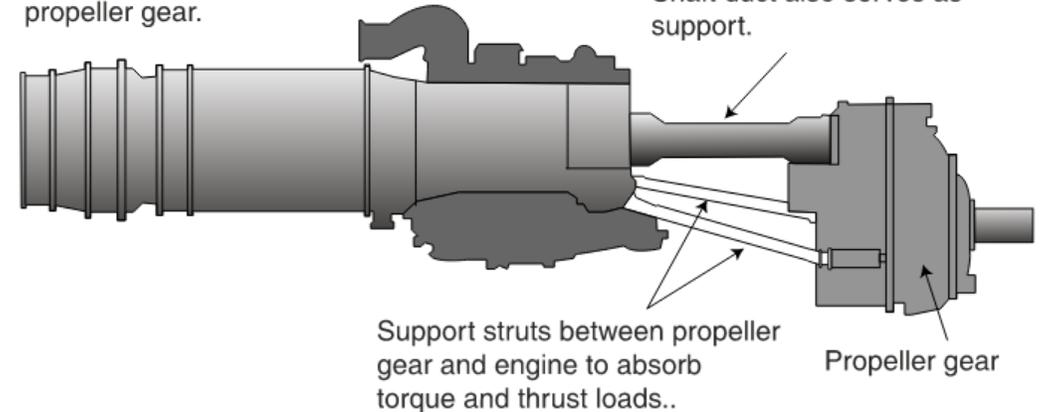


Special requirements:

- Thrust loads to the front and reverse thrust.
- Incorporation of the high torque to the propeller
- High gyroscopic loads from the propeller.
- Avoidance of resonance vibrations.

Brace of an engine, supporting an external propeller gear.

Shaft duct also serves as support.



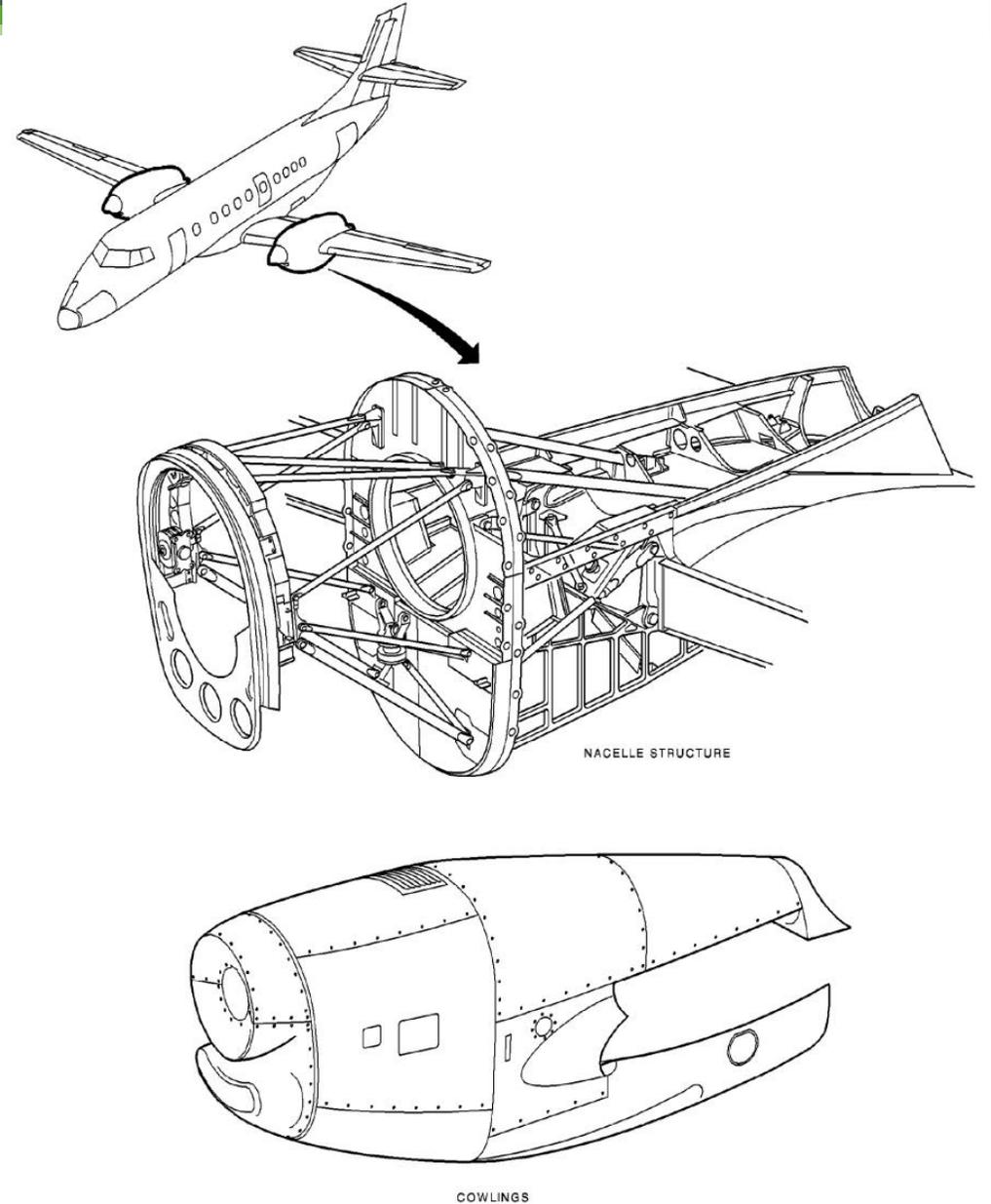
Support struts between propeller gear and engine to absorb torque and thrust loads..

Propeller gear

Motor Yeri ve Pilon (*Nacelle & Pylon*)

- **Örnek Görsel:**

British Aerospace Jetstream 41
Nacelles/Pylons (turboprop)
ATA 54-00-00



Nacelles/Pylons - General
Figure 1

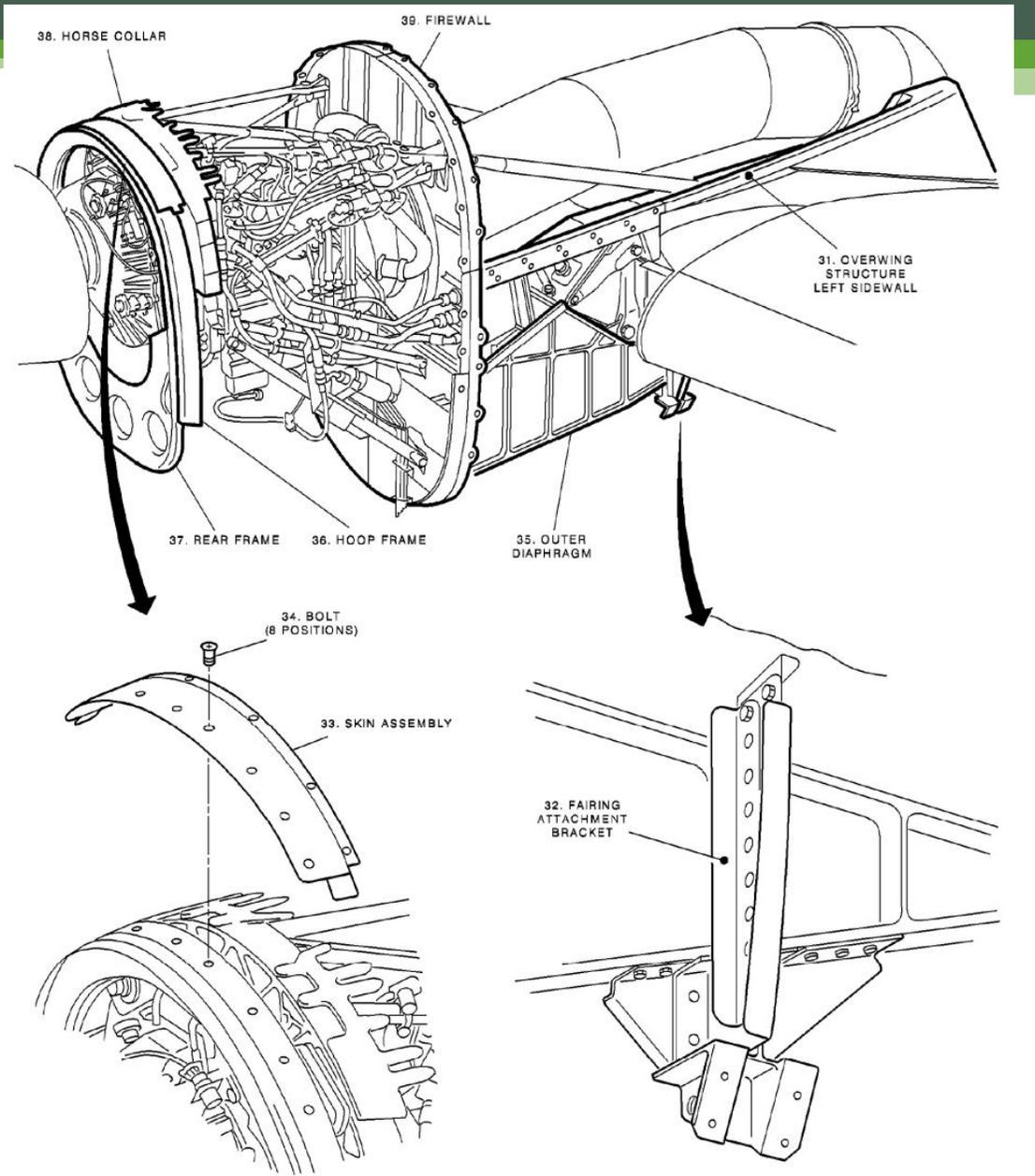
Motor Yeri ve Pilon (Nacelle & Pylon)

- **Örnek Görsel:**

British Aerospace Jetstream 41

Montaj Yerleri

ATA 54-10-00



Forward and Outboard Attachment Points
Figure 1

MUTK225 – Uçak Yapı ve Sistemlerine Giriş

Motor
(Genel)



MUTK225 – Uçak Yapı ve Sistemlerine Giriş

Güç Tesisi / Motor (Genel)

ATA 71 Power Plant (Modül 16.11)

Uçak Yapısal Elemanları

BAŞLIKLAR

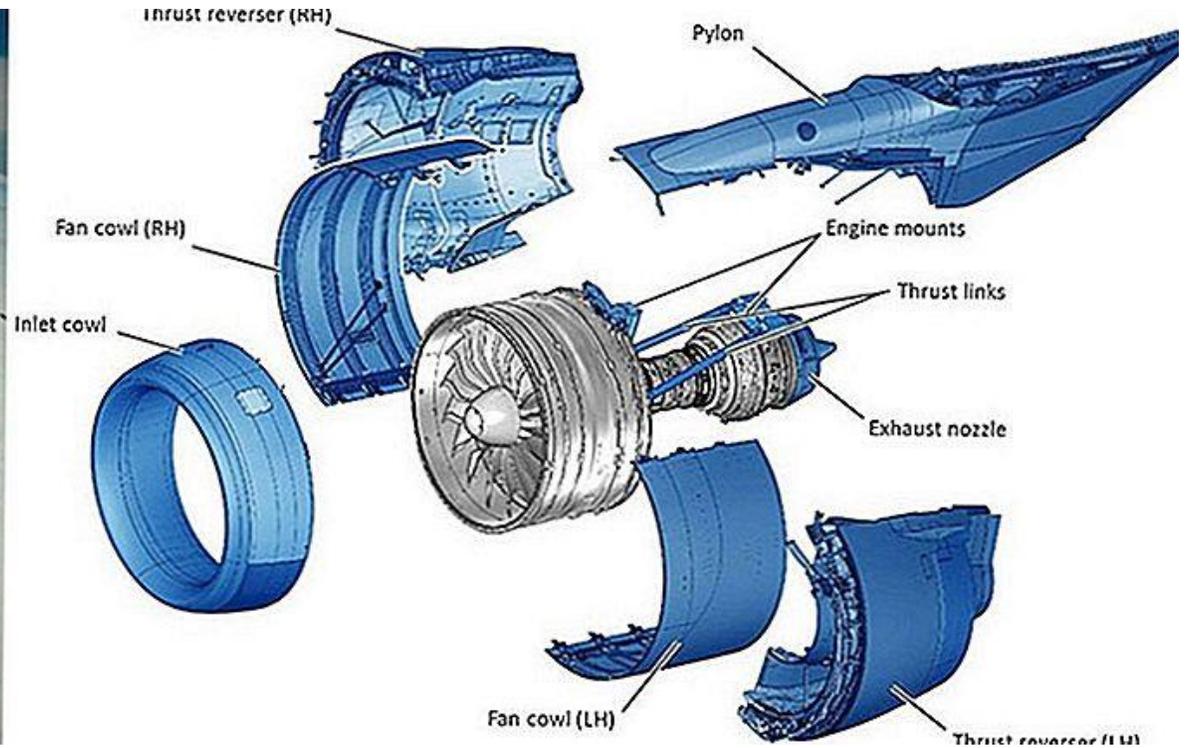
- Motor Nacelle Alt Bölümleri
- Motor Kaportası (*Cowling*)
- Hava Alığı (*Air Intake*)
- Erişim Kapakları (*Access Doors*)
- Motor Kapağı
- Yangın Önleyici (*Fire Protection*)
- Buzlanma Önleyici (*Ice Protection*)
- Ters İtki Sistemleri (*Thrust Reverser*)

Motor (Genel)

ATA 71 Power Plant General

- **71 - 00 General**
- **71 - 10 Cowling**
- **71 - 20 Mounts**
- **71 - 30 Fire Seals & Shrouds**
- **71 - 40 Attach Fittings**
- **71 - 50 Electrical Harness**
- **71 - 60 Engine Air Intakes**
- **71 - 70 Engine Drains**

Motor / Genel (*Power Plant*)

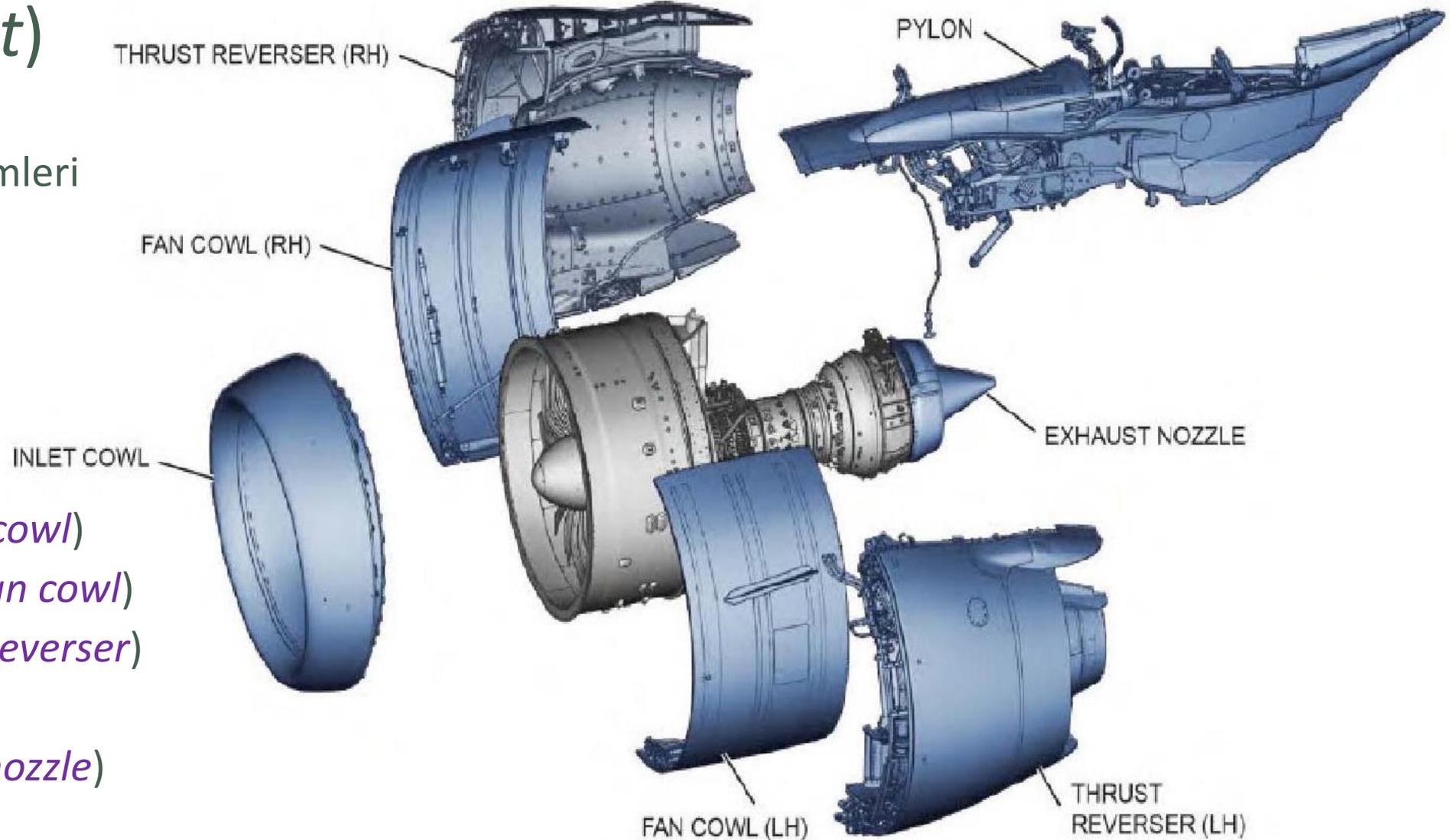


- Motor bölümünün genel patlatılmış görünüşü (exploded view)

Motor / Genel (*Power Plant*)

Motor Genel Bölümleri

- Hava alığı (*inlet cowl*)
- Motor kapağı (*fan cowl*)
- Ters itki (*thrust reverser*)
- Pilon (*pylon*)
- Nozul (*exhaust nozzle*)



Motor / Genel (*Power Plant*)

Motor nacelle'i genellikle aşağıdaki bölümlerden meydana gelir:

- Air inlet cowling
- Fan cowling
- Thrust reverser cowling
- Exhaust nozzle

Inlet cowl motor fan fwd case flanşına civatalarla bağlanır. Ancak montaj sırasında bağlantı civatalarını takmadan önce inlet cowl üzerindeki iki adet index pin motor flanşı üzerindeki karşılıklı deliklere geçecek şekilde inlet cowl'a oturtulur.

Fan cowl'lar motor pylonuna özel menteşelerle (hinges) bağlanır. Cowl'u sökmek gerektiğinde menteşe civataları sökülür. Sol ve sağ fan cowl'lar alt taraftan 3 veya daha fazla (latch) mandal kilit düzeni ile karşılıklı olarak birbirlerine bağlıdır.

Motor / Genel (*Power Plant*)

Motorlar, gövdeye ya da kanatlara, pylon veya strut adı verilen motor bağlantı elemanları ile bağlanır. Pylon, motoru ilgilendiren tüm pnomatik, elektrik, yakıt ve hidrolik hatlarının geçiş noktasıdır. Pylon'un temel vazifesi, motorda ve thrust reverser'da (itki çeviricisi) oluşan yükleri kanatlara veya gövdeye iletmektir.

Pylon'lar kanatlara pylon üst spar'ına bağlı üst bağlantı (upper link) üzerinden pylon alt spar'ına bağlı olan çapraz destek parçası (diagonal brace) üzerinden ve kanat yapısına doğrudan bağlanan pylon bağlantıları (strut fitting) üzerinden tutturulur. Bu yapısal elemanlar, **fuse pin** (birleştirme pimi) ve **fuse bolt** (birleştirme cıvatası) olarak bilinen bağlantı elemanları ile ana yapıya bağlanır.

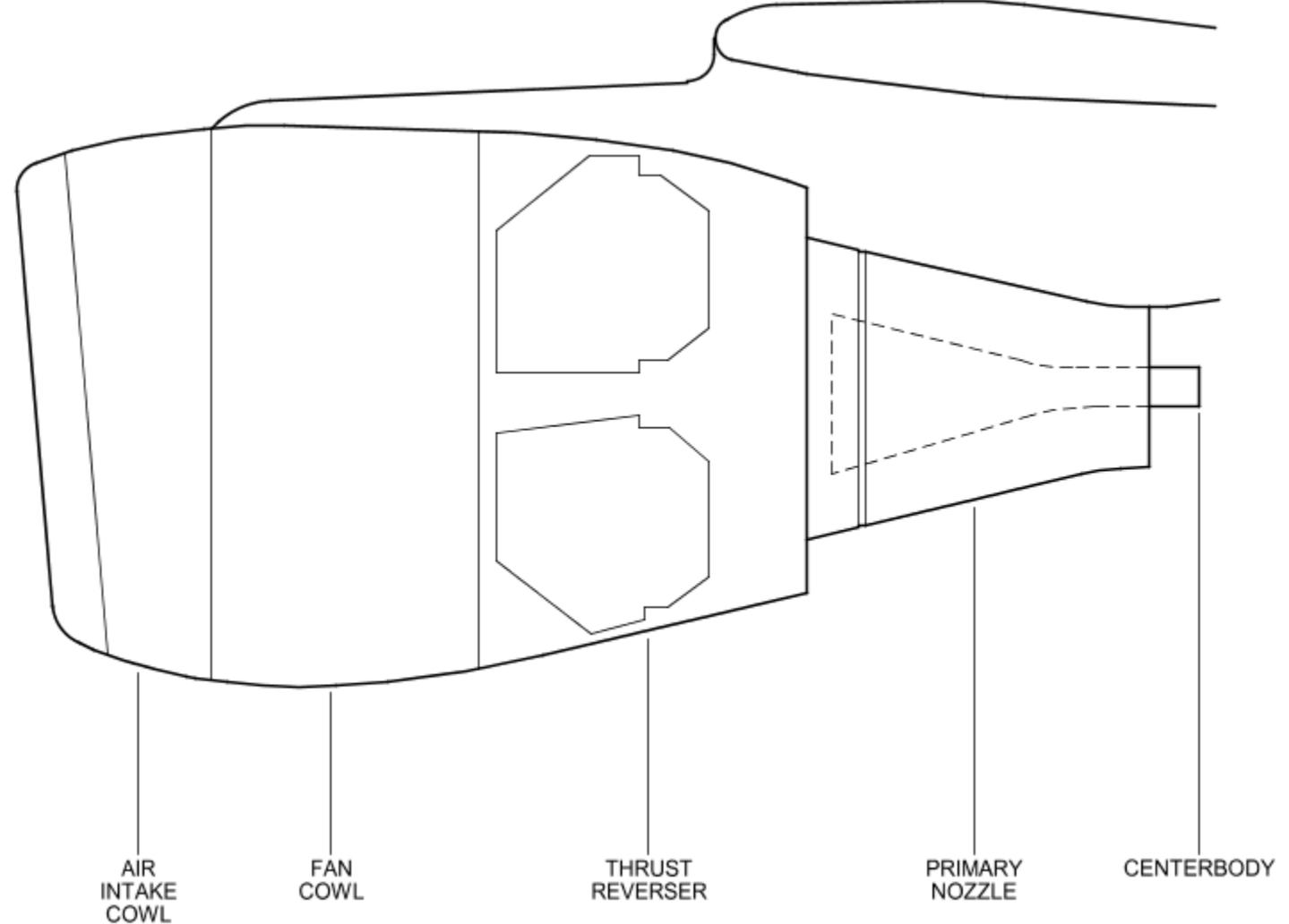
Ön motor bağlantısı ile arka basınç bölmesi arasında kalan pylon alt parçası paslanmaz çelik ya da titanyum ile imal edilir. Bu yapı, motor sıcak bölgesi ile motor mekanizma ve hatlarını birbirinden ayıran bir fire barrier (yangın duvarı) oluşturur.

Hareket edebilen kaporta panelleri pylon'un ön parçasına menteşelerle tutturulur. Ters İtki panelleri ise orta pylon bölgesine yerleştirilmiştir.

Motor / Genel (Power Plant)

Örnek Görsel:

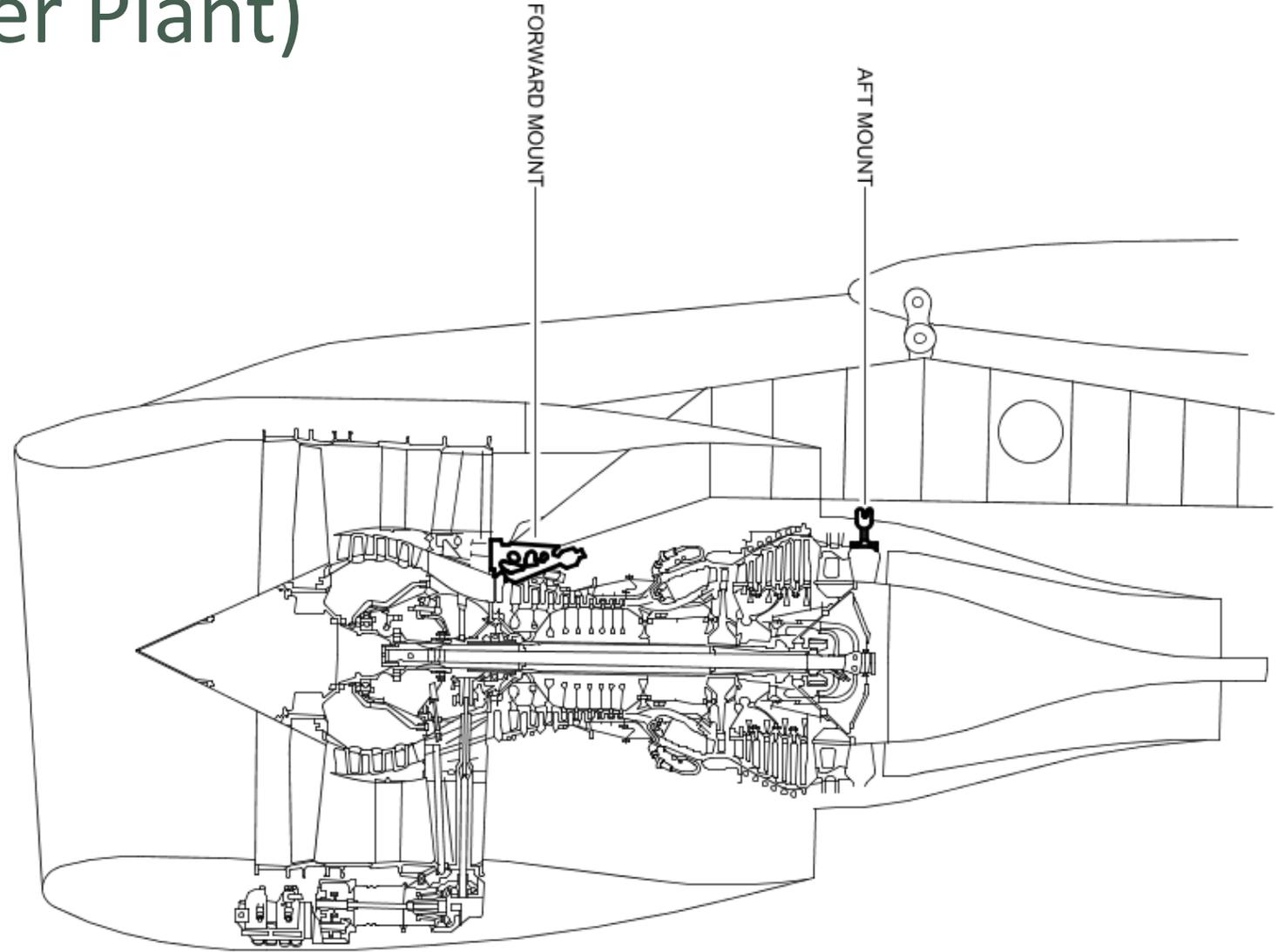
- Airbus A320 Study Notes / Engine CFM56
 - Motor yandan şematik görünüş



Motor / Genel (Power Plant)

Örnek Görsel:

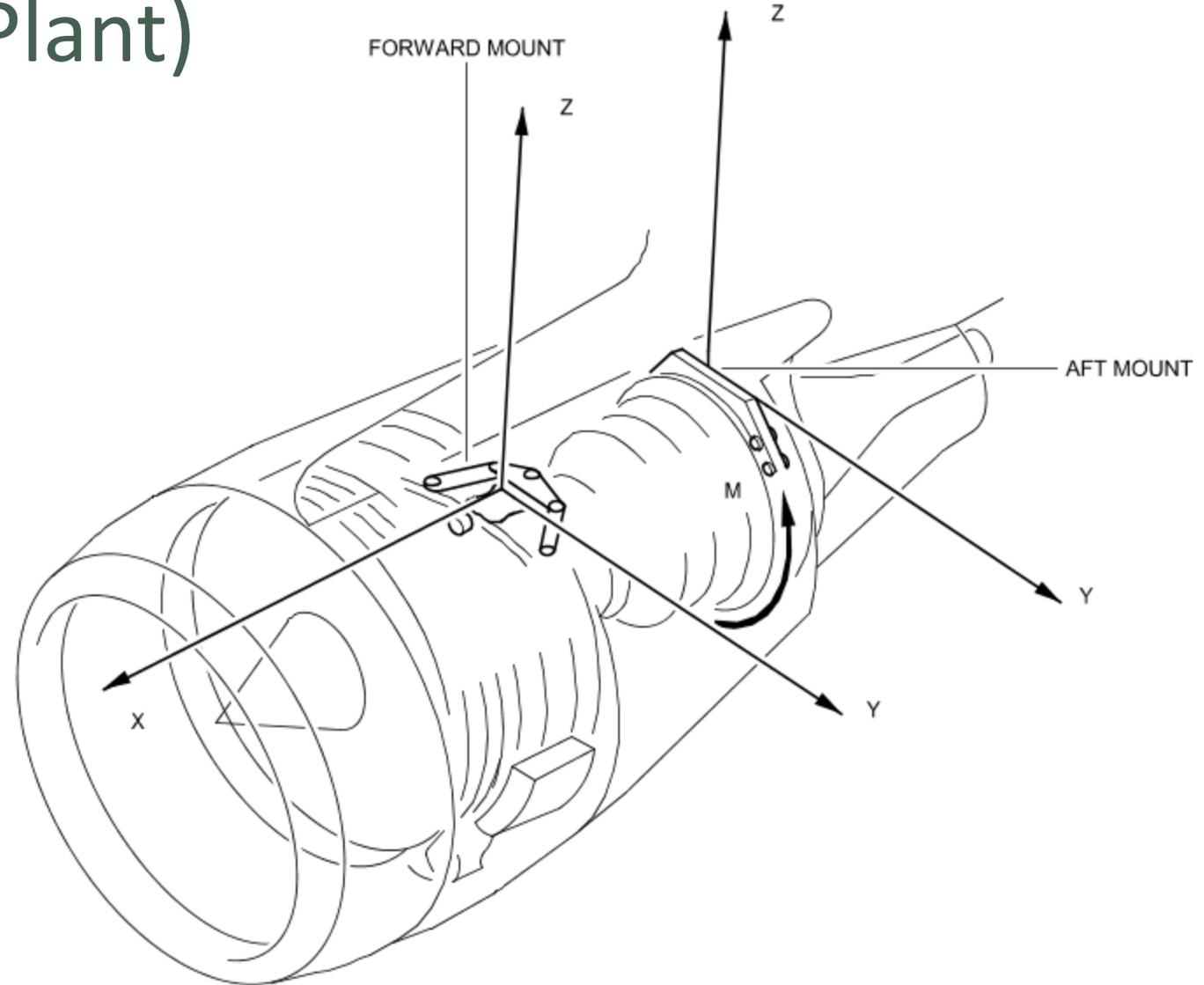
- Airbus A320 Study Notes / Engine CFM56
 - Motor yandan kesit görünüşü



Motor / Genel (Power Plant)

Örnek Görsel:

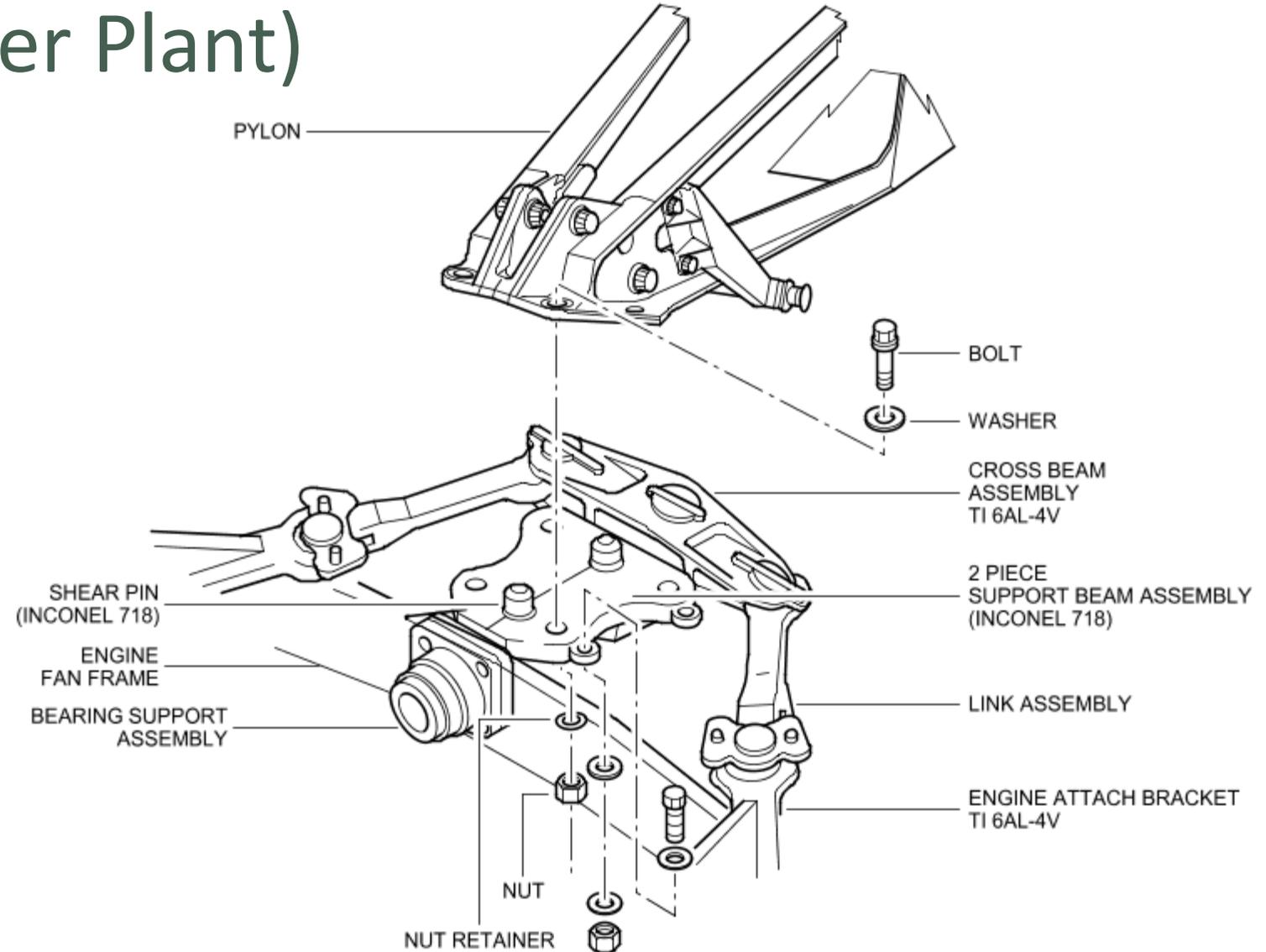
- Airbus A320 Study Notes / Engine CFM56
 - Motor perspektif görünüş
 - Ön ve arka yapısal bağlantılar



Motor / Genel (Power Plant)

Örnek GörSEL:

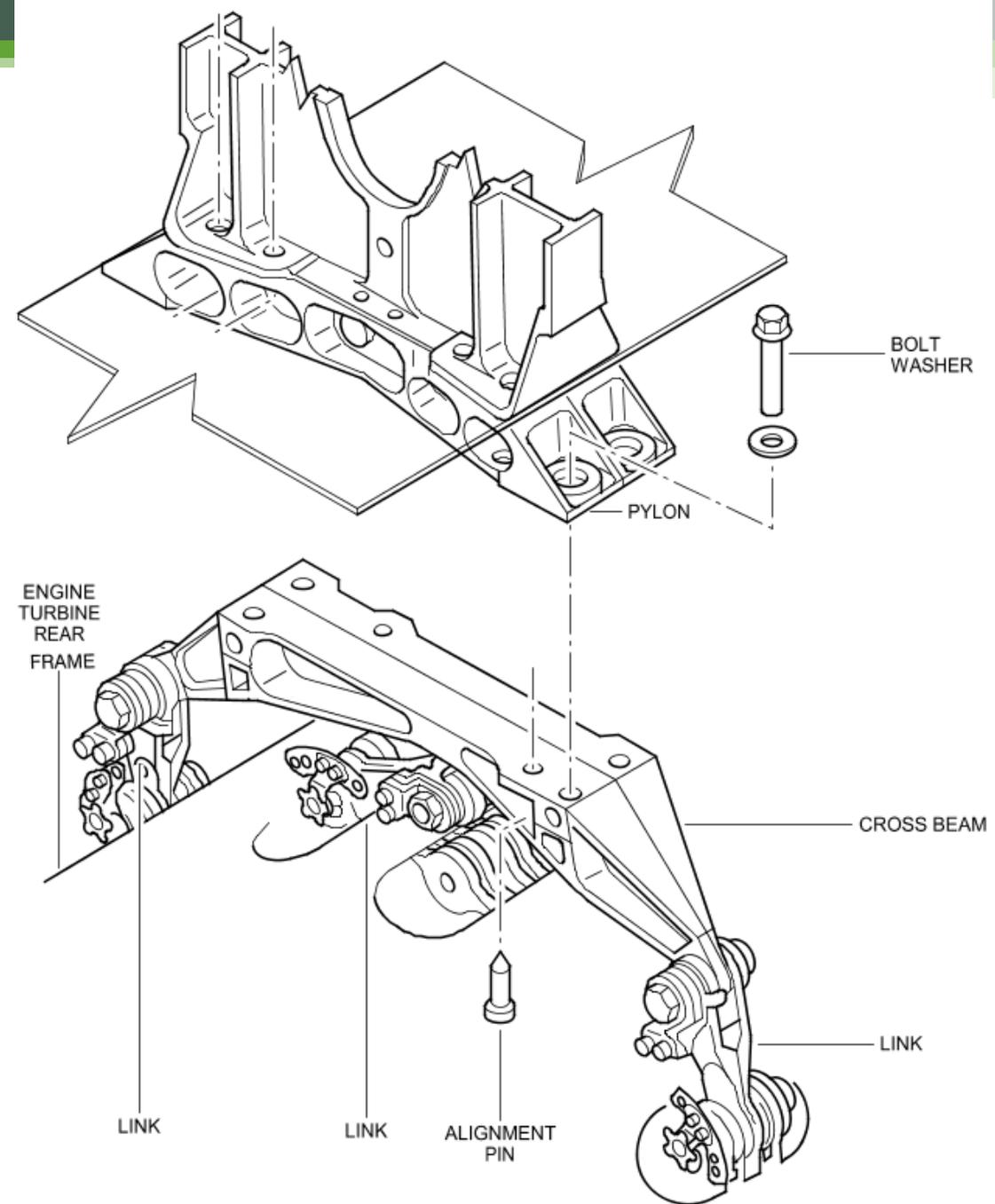
- Airbus A320 Study Notes / Engine CFM56
 - Motor montaj grubu ön (*forward engine mount*)



Motor / Genel (Power Plant)

Örnek Görsel:

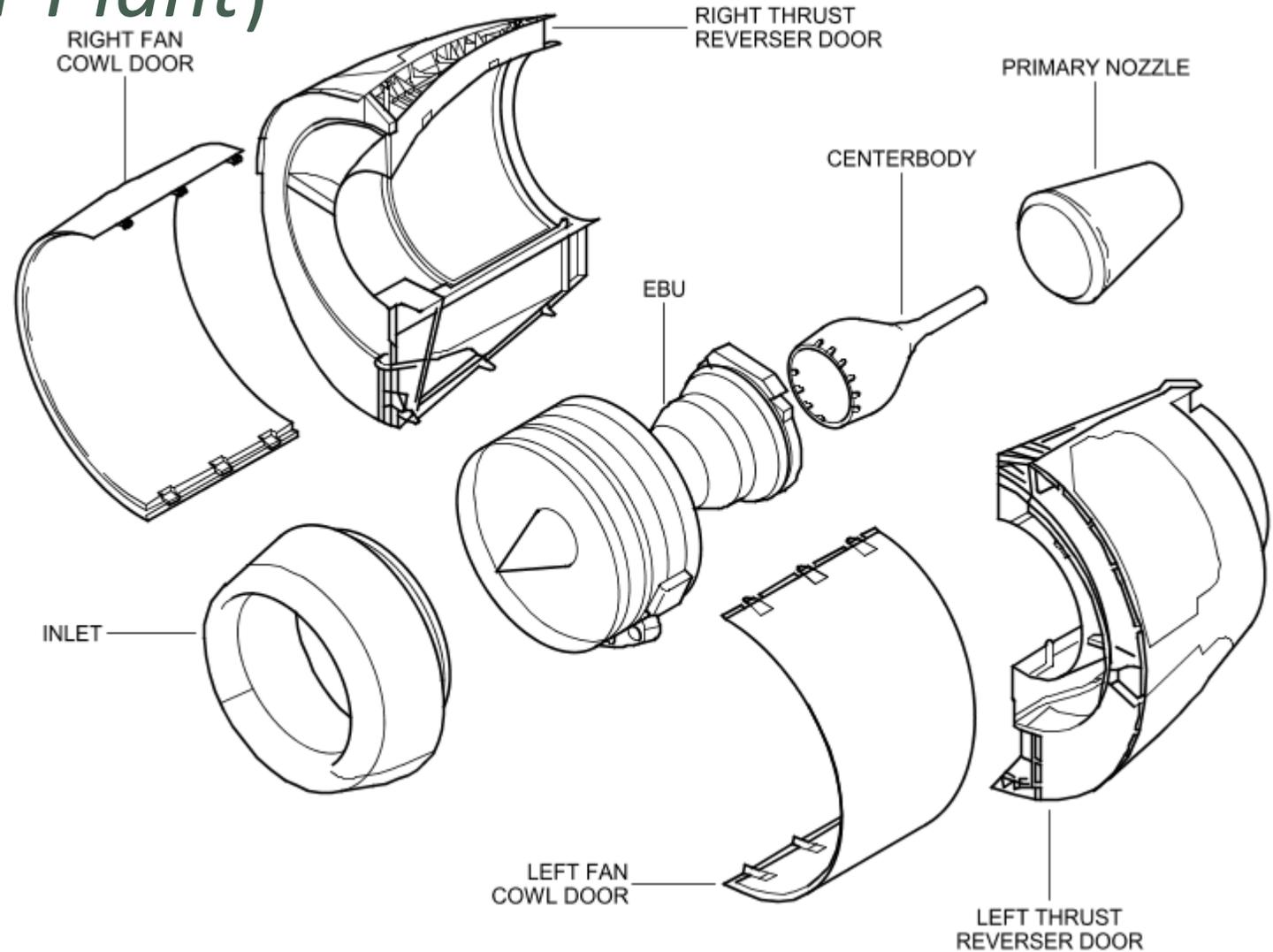
- Airbus A320 Study Notes / Engine CFM56
 - Motor montaj grubu arka (*aft engine mount*)



Motor / Genel (*Power Plant*)

Örnek Görsel:

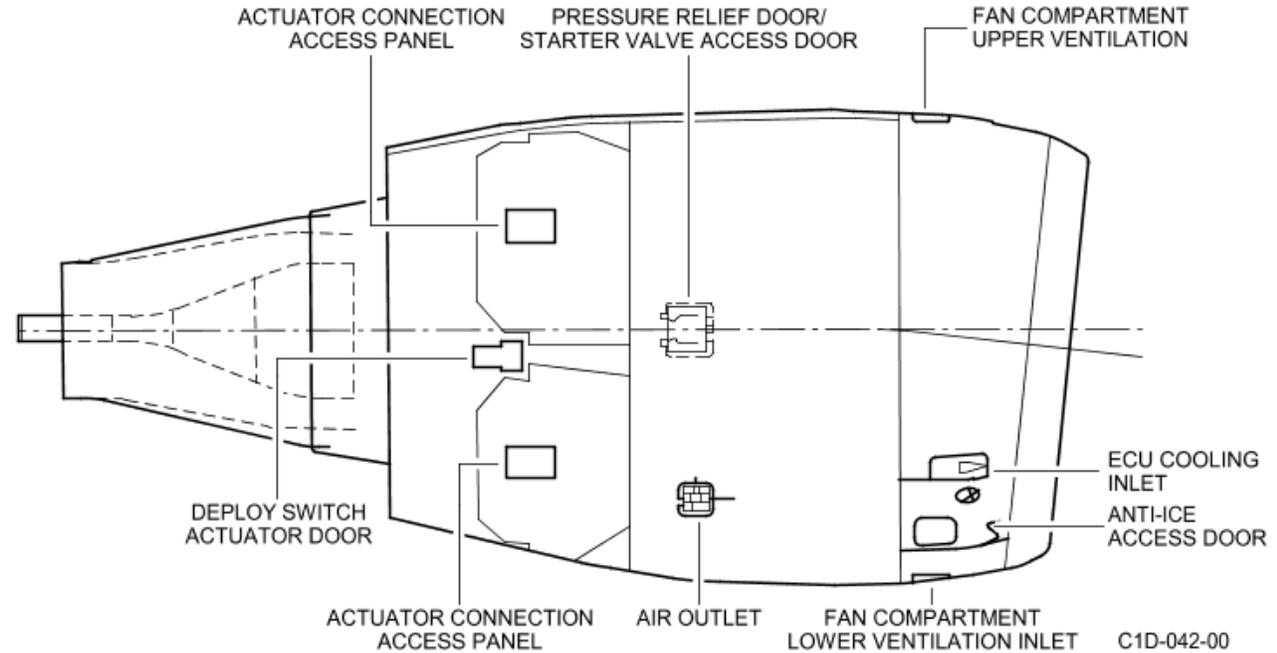
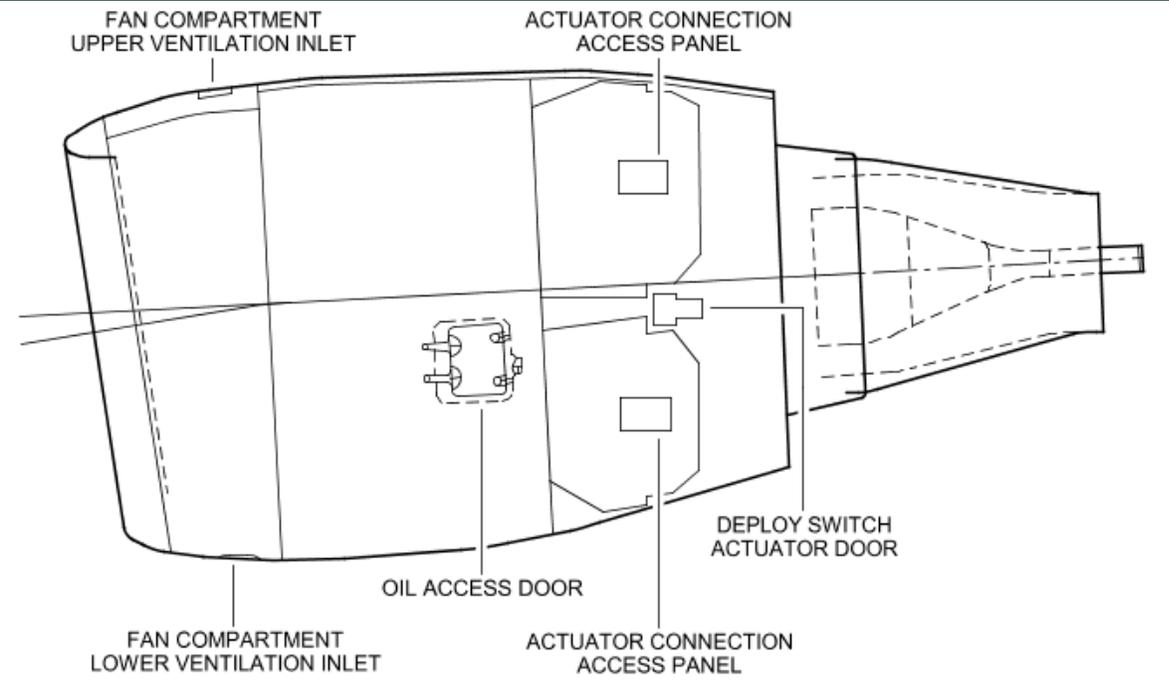
- Airbus A320 Study Notes / Engine CFM56
 - Nacelle oluşturan parçalar



Motor / Genel (Power Plant)

Örnek Görsel:

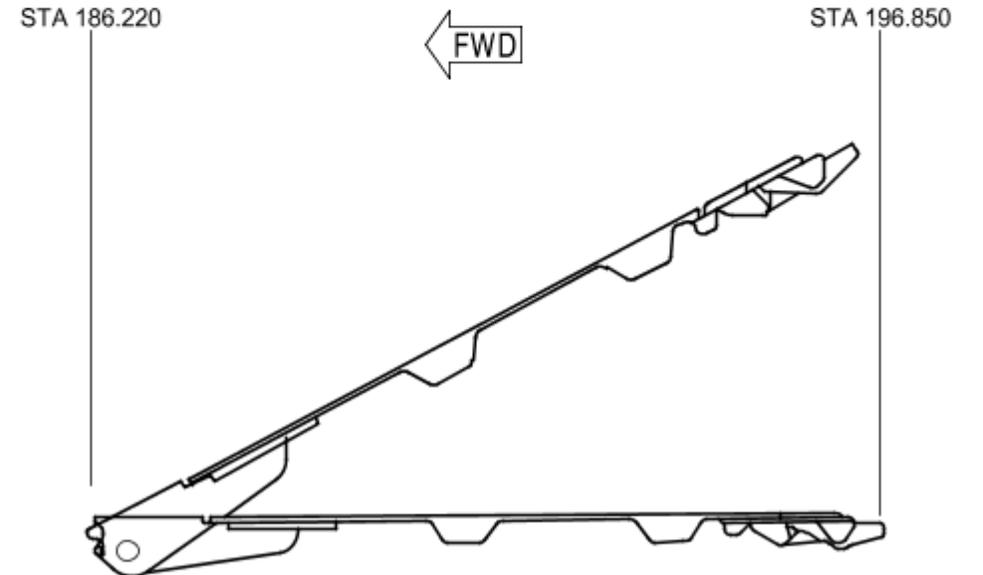
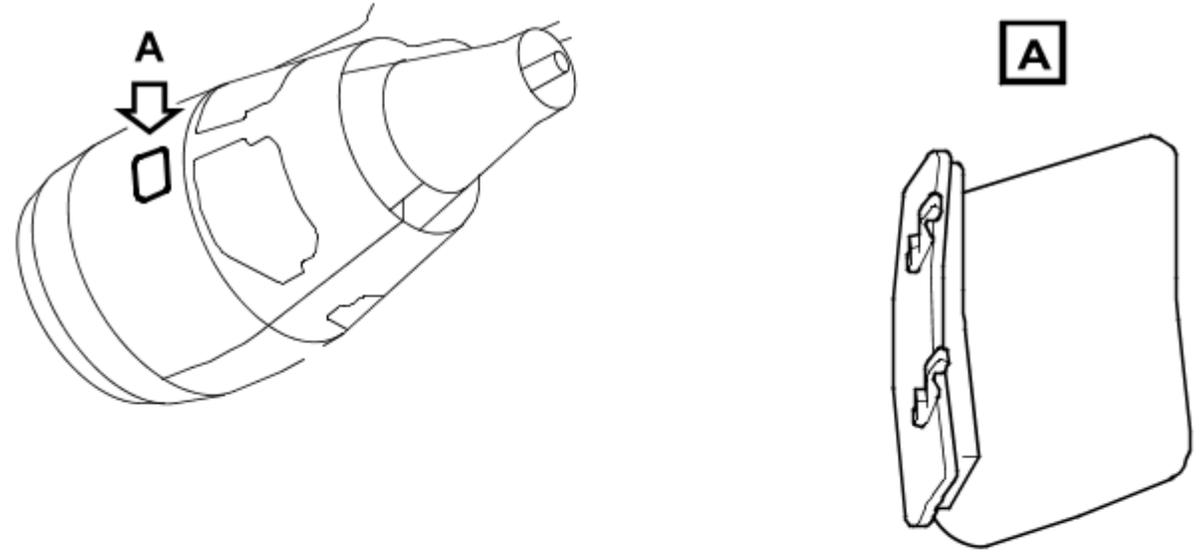
- Airbus A320 Study Notes / Engine CFM56
 - Nacelle erişim (*Access Door*) ve bakım kapakları



Motor / Genel (Power Plant)

Örnek Görsel:

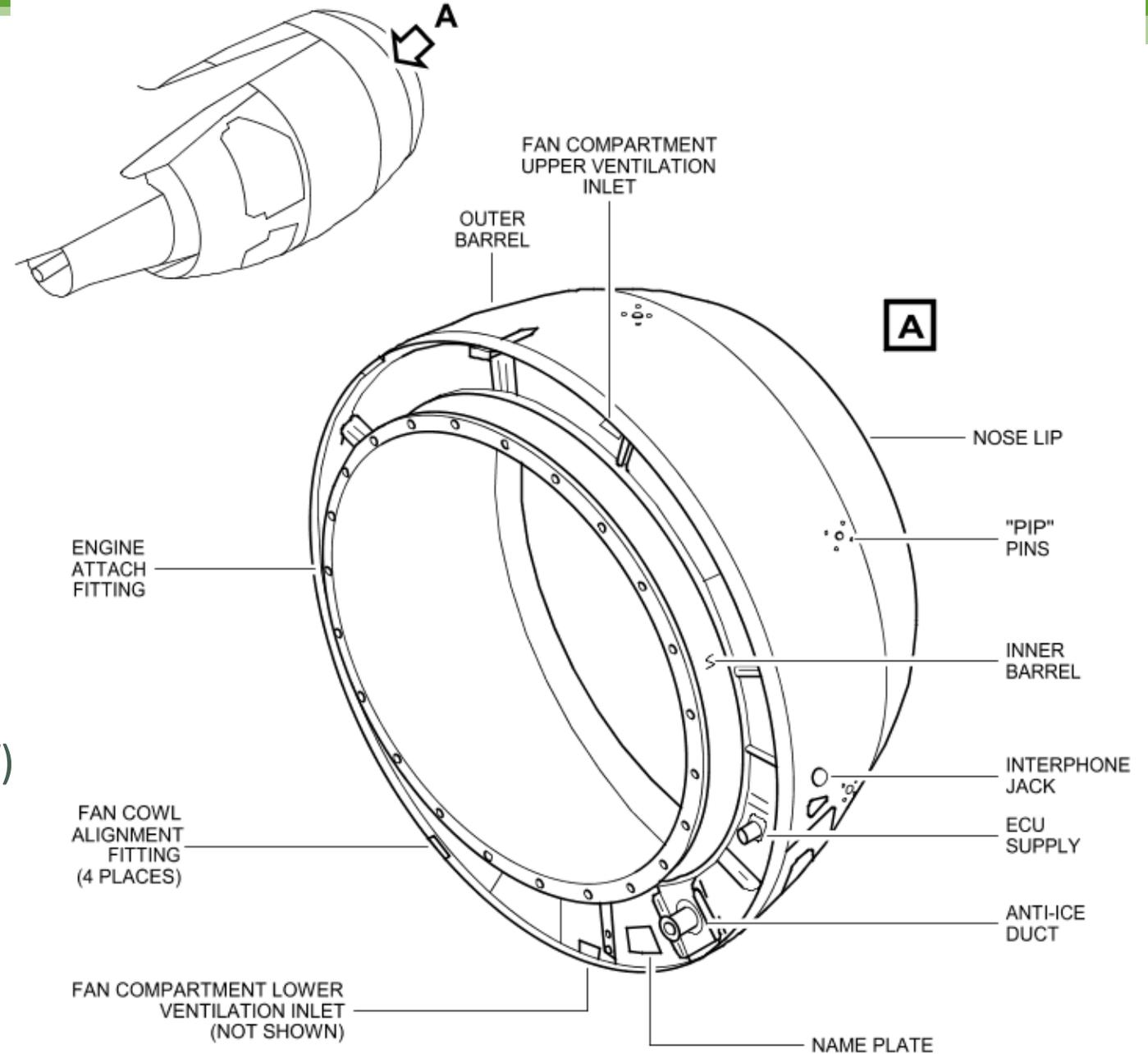
- Airbus A320 Study Notes / Engine CFM56
 - Yağ tankı (*Oil Tank*) erişim kapağı



Motor / Genel (Power Plant)

Örnek Görsel:

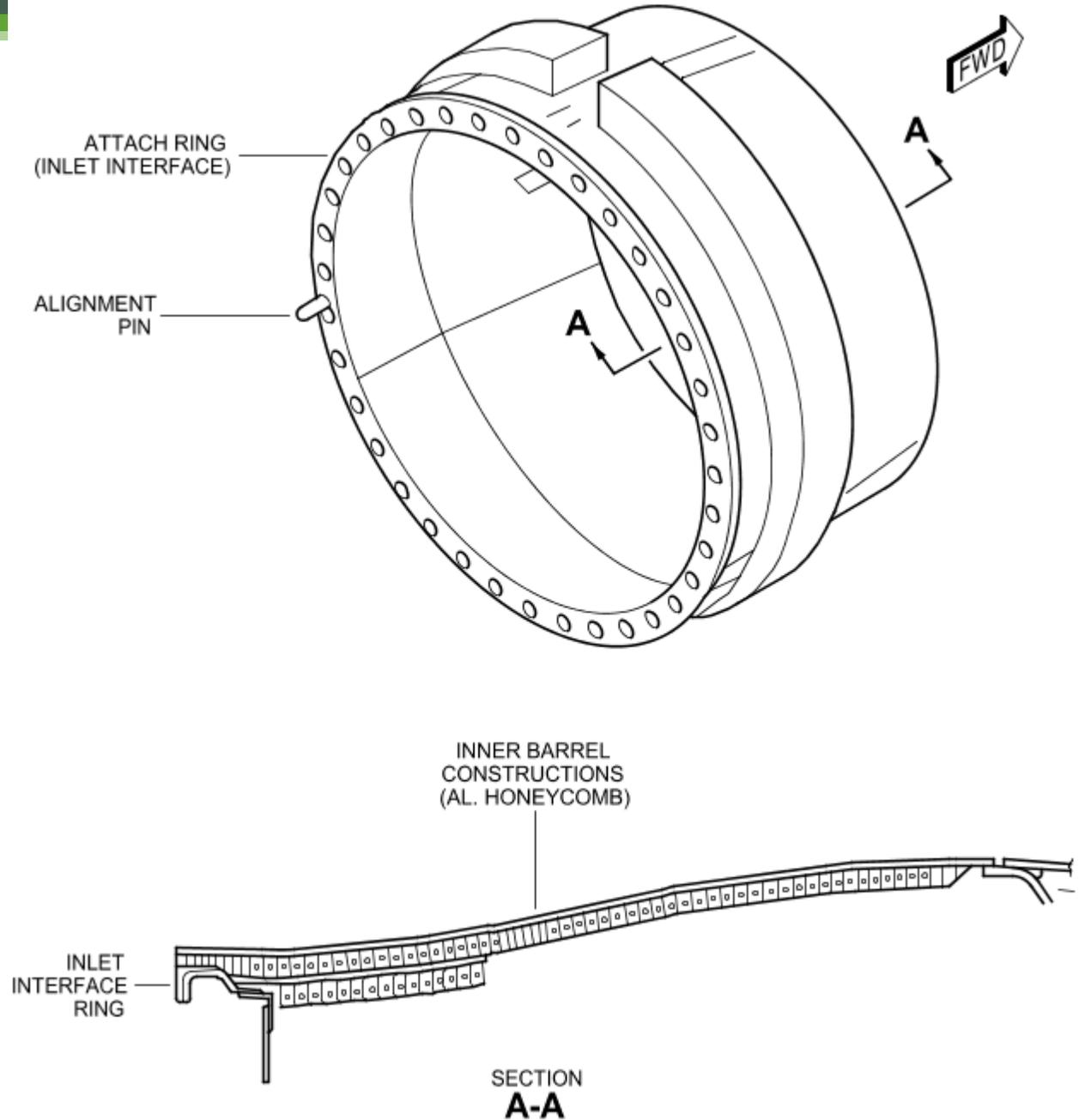
- Airbus A320 Study Notes / Engine CFM56
 - Hava alığı kaportası (*air intake cowl*)



Motor / Genel (Power Plant)

Örnek Görsel:

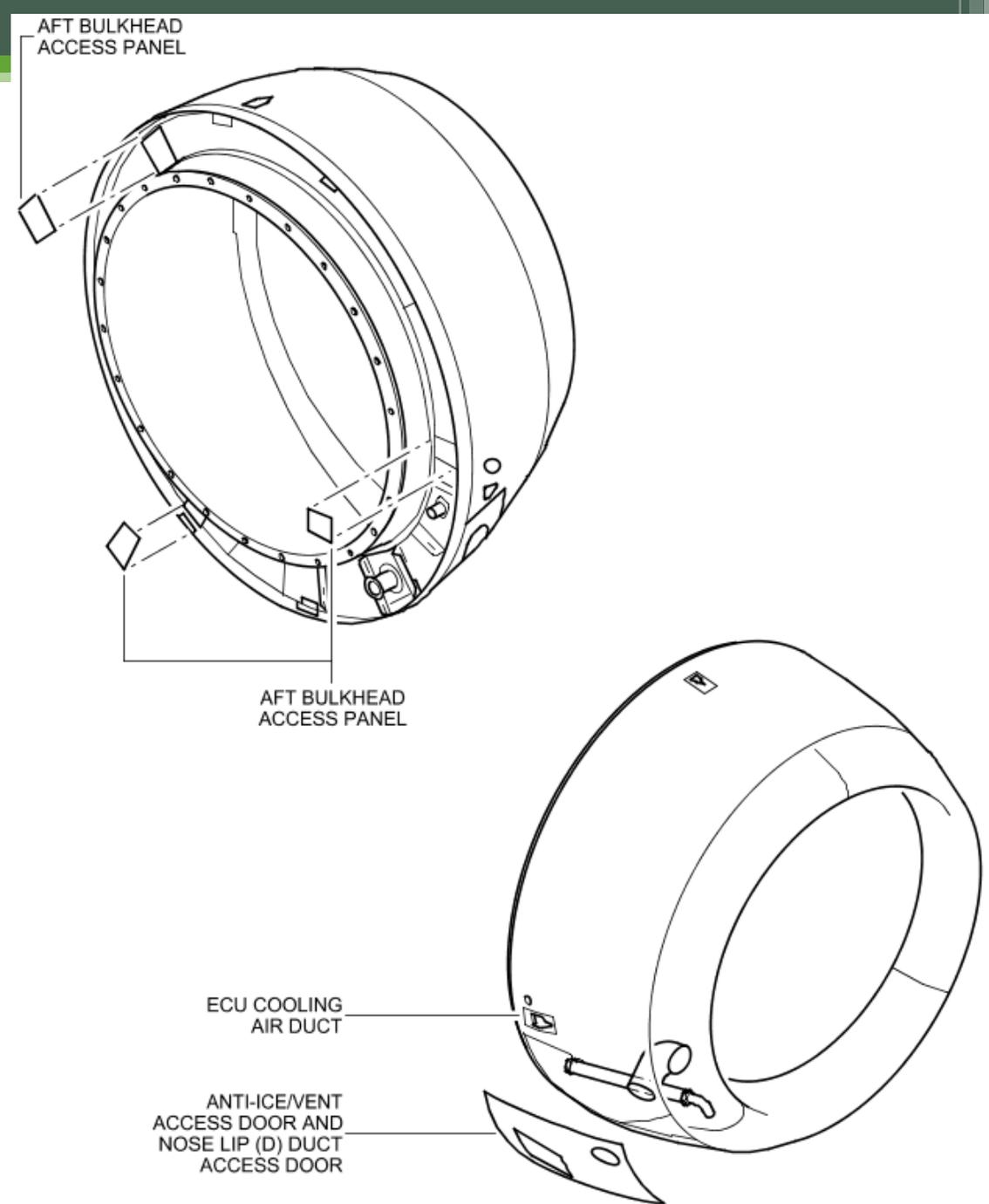
- Airbus A320 Study Notes / Engine CFM56
 - Motor montaj flanşı (*attach ring*) hizalama pimi (*alignment pin*)
 - Hava alığı kovanı (*inlet barrel*), petek yapı (*honeycomb*) kesit görünüşü



Motor / Genel (*Power Plant*)

Örnek Görsel:

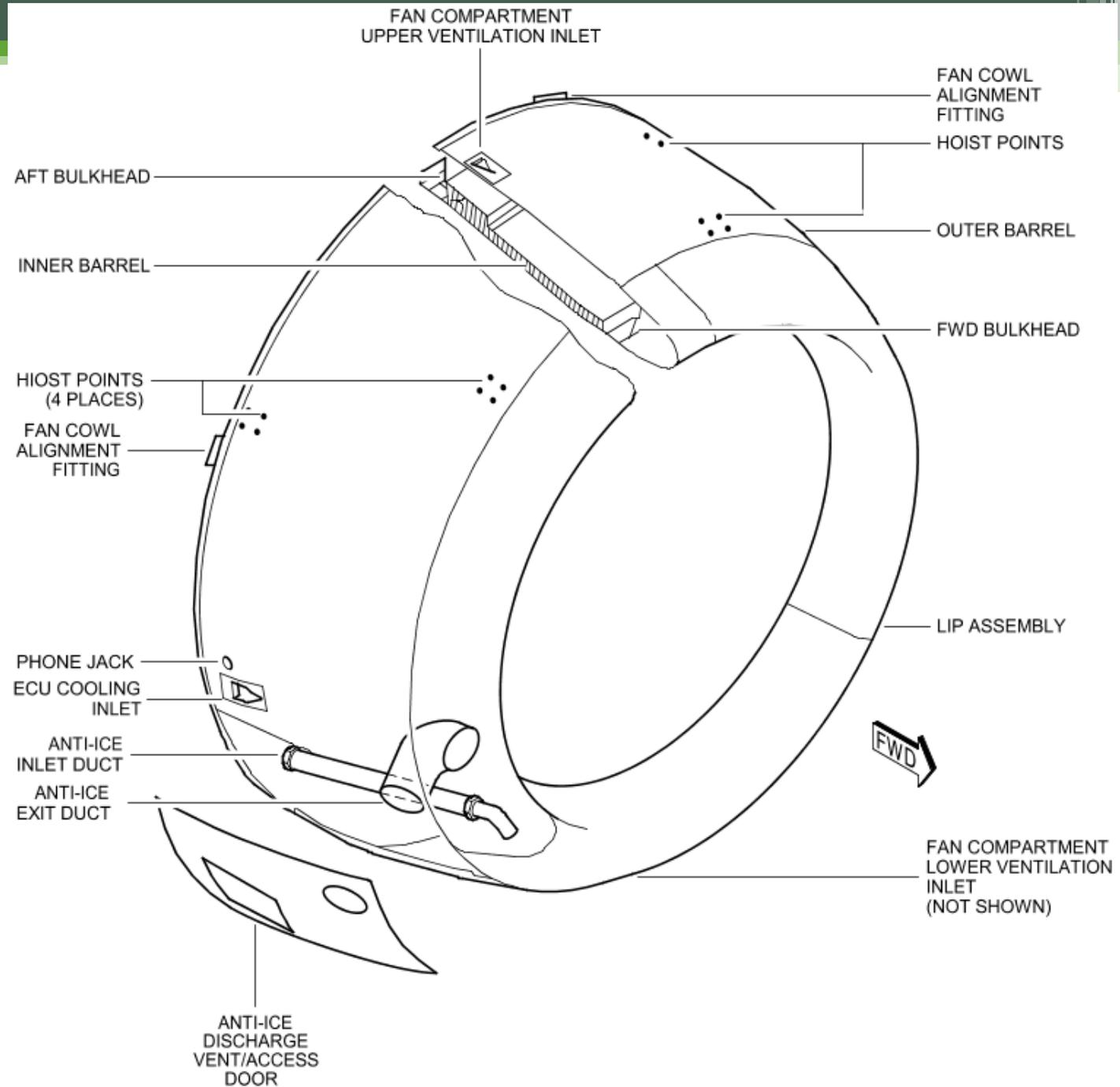
- Airbus A320 Study Notes / Engine CFM56
 - Hava alığı kaportasındaki kapaklar
(*Access panels on air intake cowling*)



Motor / Genel (Power Plant)

Örnek Görsel:

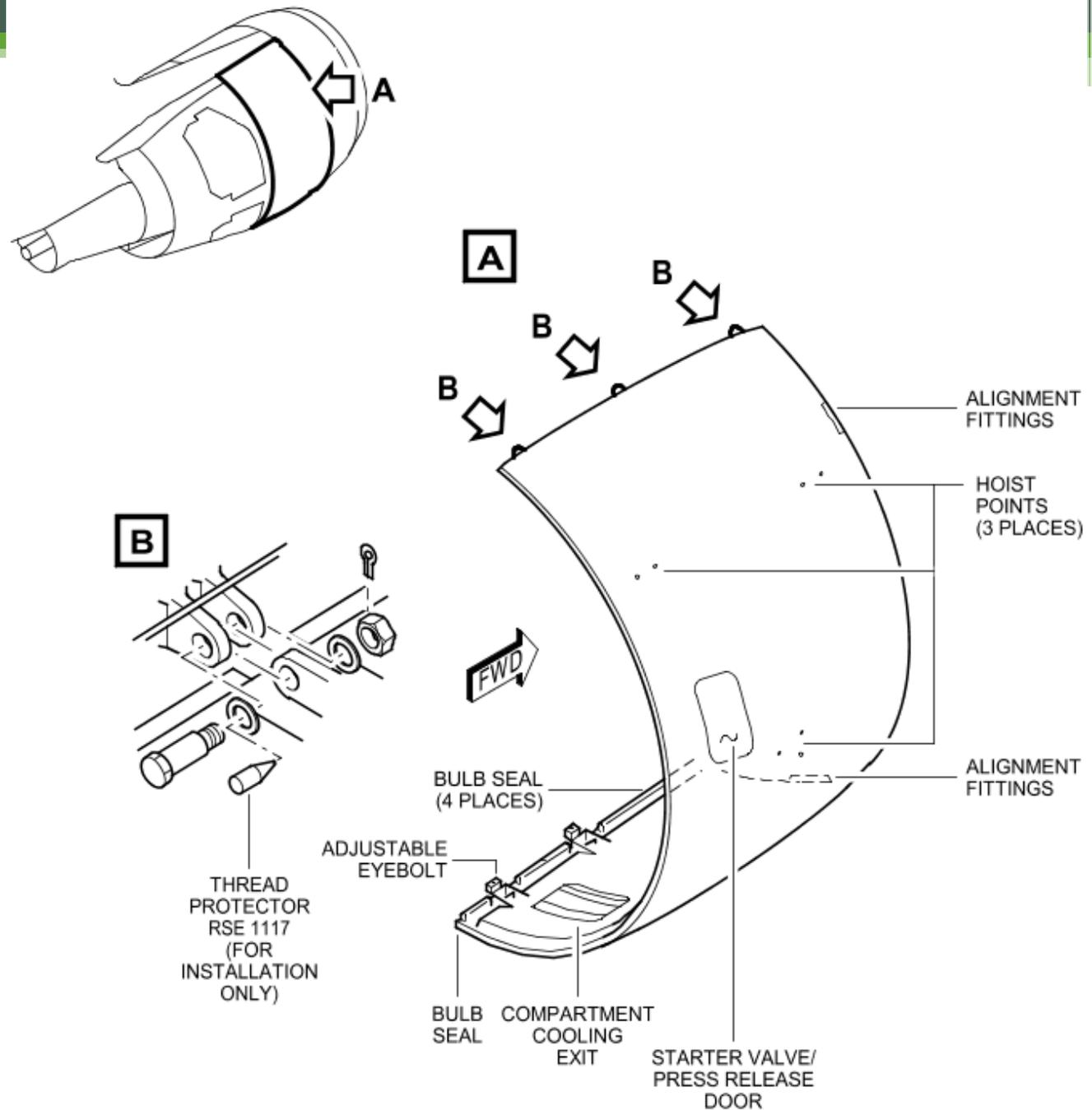
- Airbus A320 Study Notes / Engine CFM56
 - Hava alığı genel
(Air intake assembly)



Motor / Genel (Power Plant)

Örnek Görsel:

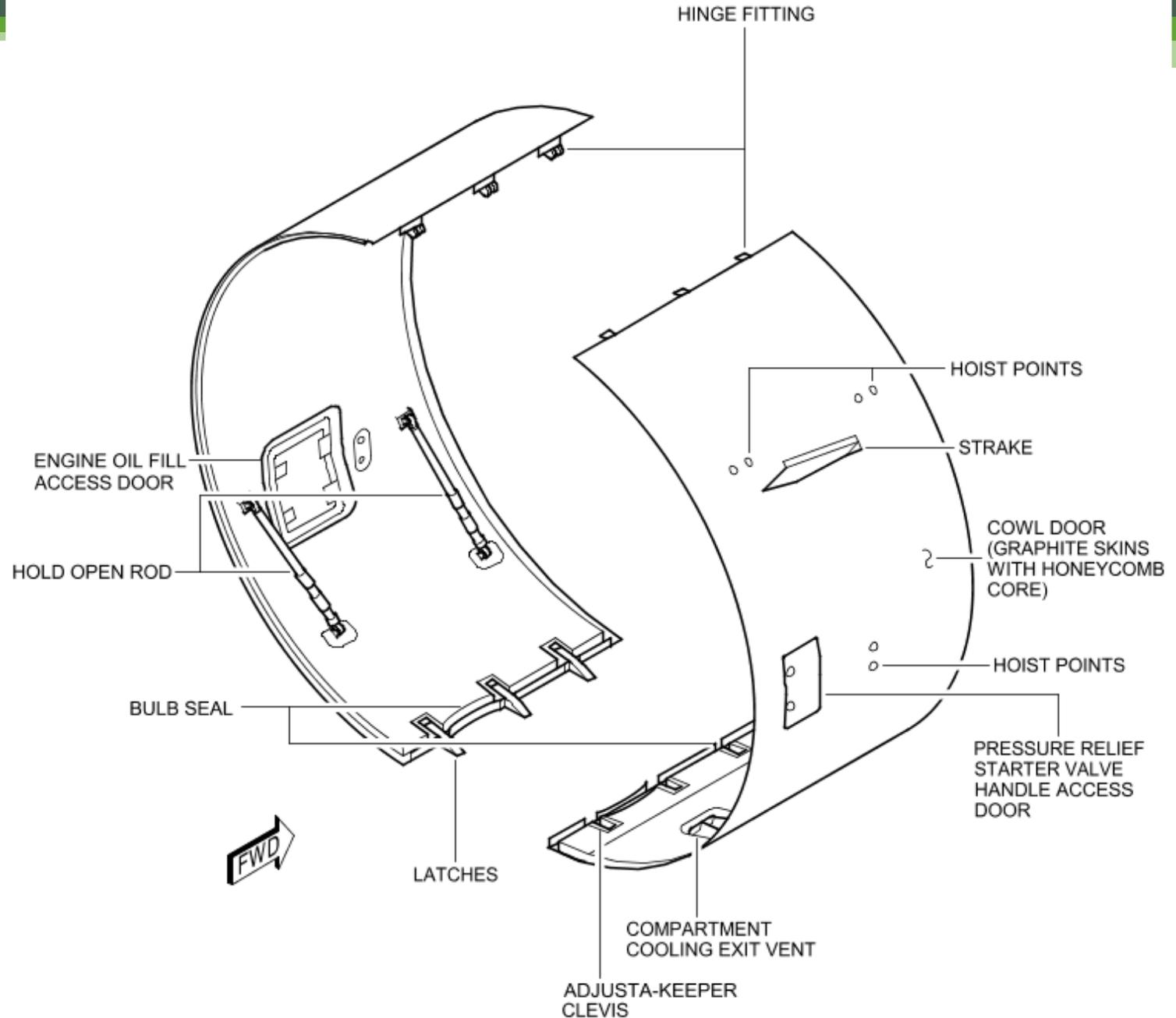
- Airbus A320 Study Notes / Engine CFM56
 - Fan bölümü kapağı montaj detayları
(*fan cowl door installation*)



Motor / Genel (Power Plant)

Örnek Görsel:

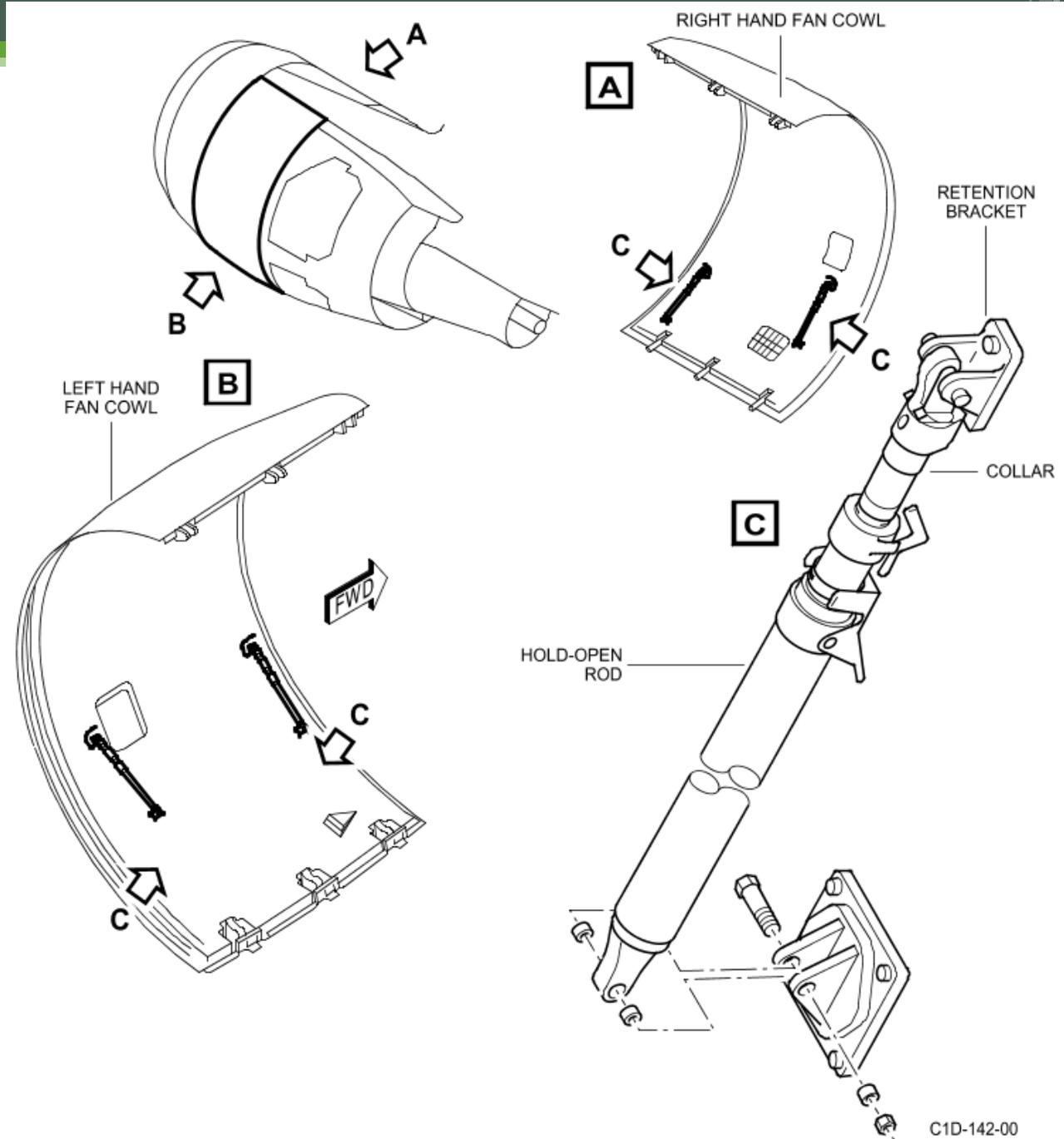
- Airbus A320 Study Notes / Engine CFM56
 - Fan bölümü kapakları
(*fan cowl door*)



Motor / Genel (Power Plant)

Örnek Görsel:

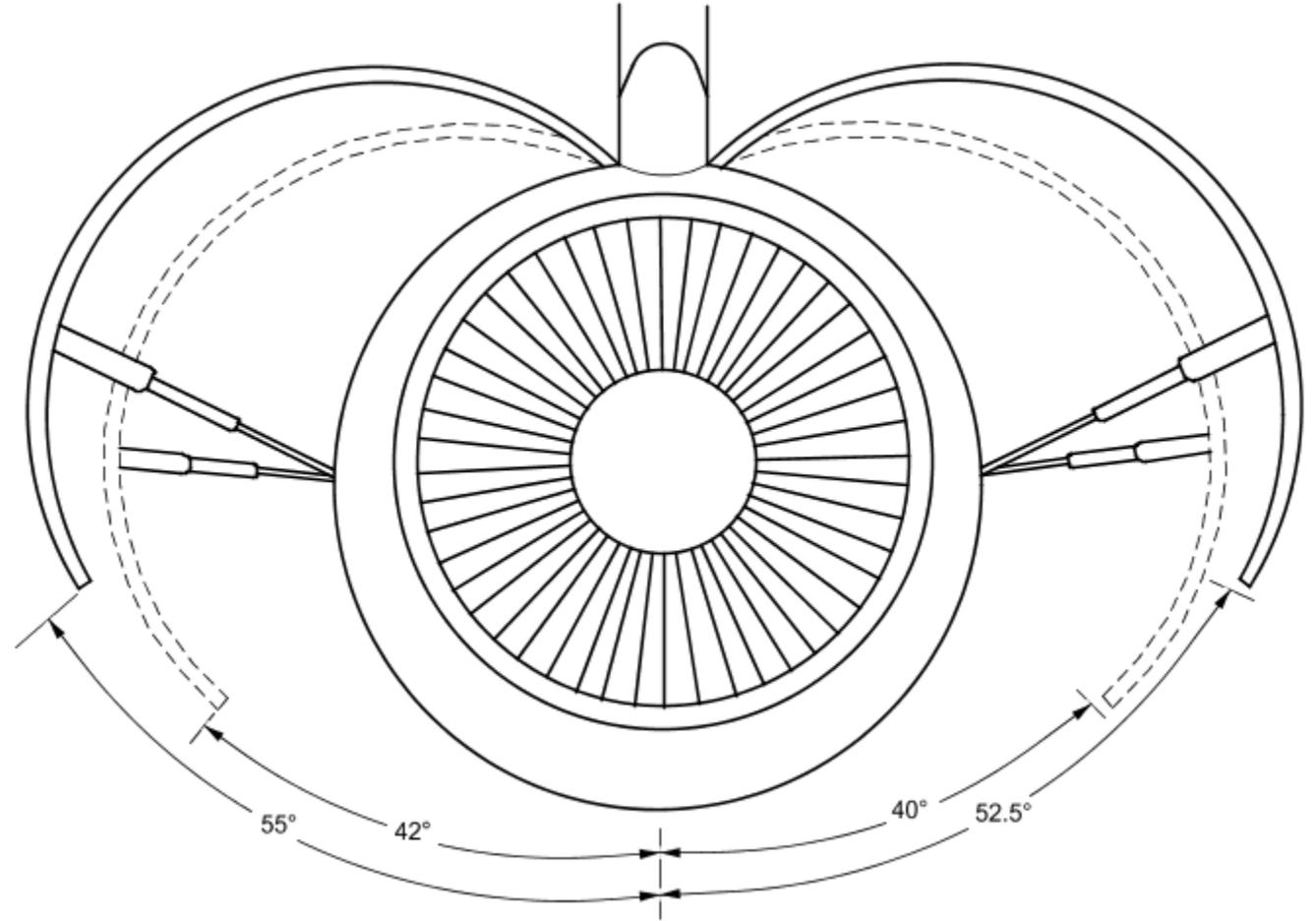
- Airbus A320 Study Notes / Engine CFM56
 - Fan bölümü kapağı amortisörü
(*fan cowl door hold-open rod*)



Motor / Genel (Power Plant)

Örnek Görsel:

- Airbus A320 Study Notes / Engine CFM56
 - Fan bölümü kapakları açılım (*fan cowl door opening*)



Motor / Genel (Power Plant)

Örnek Görsel:

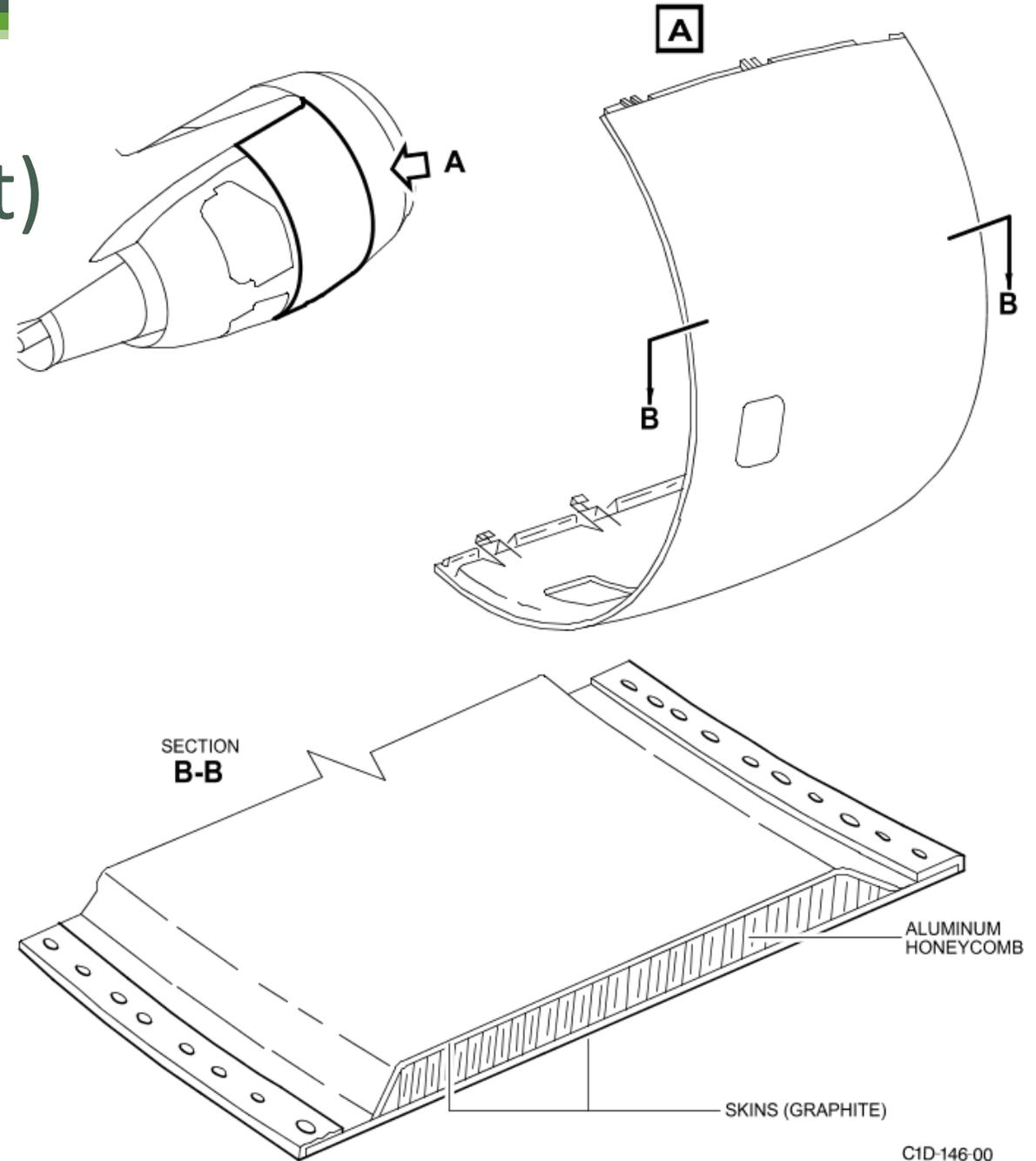
- B737-300 Open Engine Cowling
 - B737 açık motor kapakları



Motor / Genel (Power Plant)

Örnek Görsel:

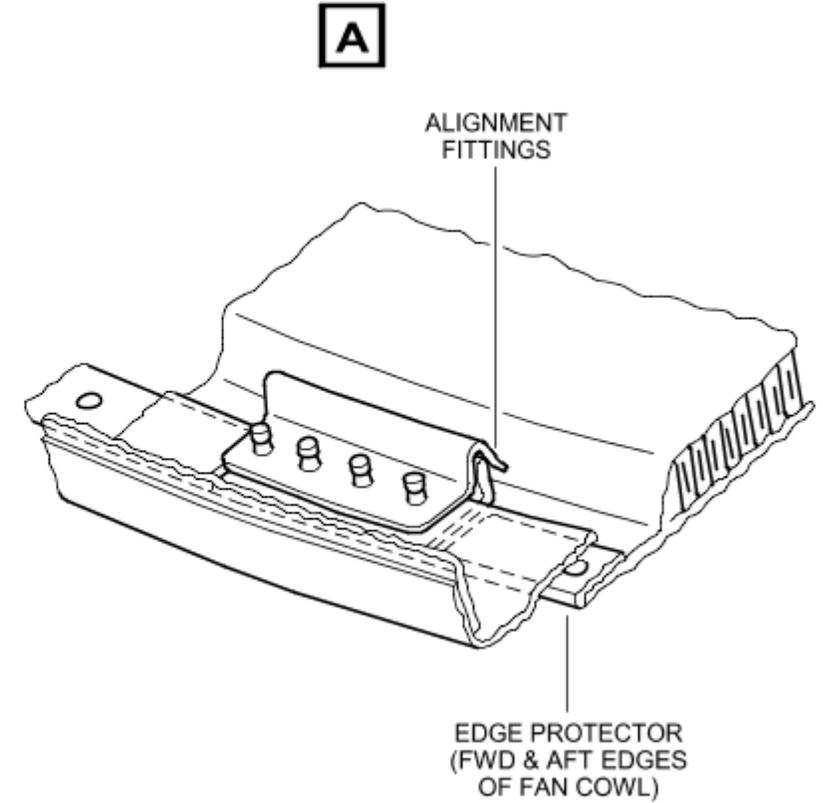
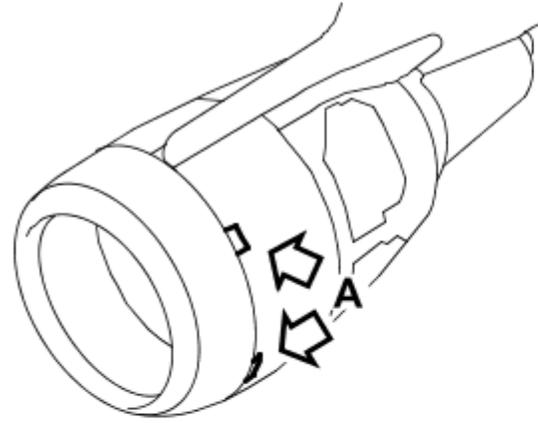
- Airbus A320 Study Notes / Engine CFM56
 - Motor kapağı kesit görünüş – alüminyum petek dokulu yapı
(fan cowl cross section – Al. honeycomb)



Motor / Genel (Power Plant)

Örnek Görsel:

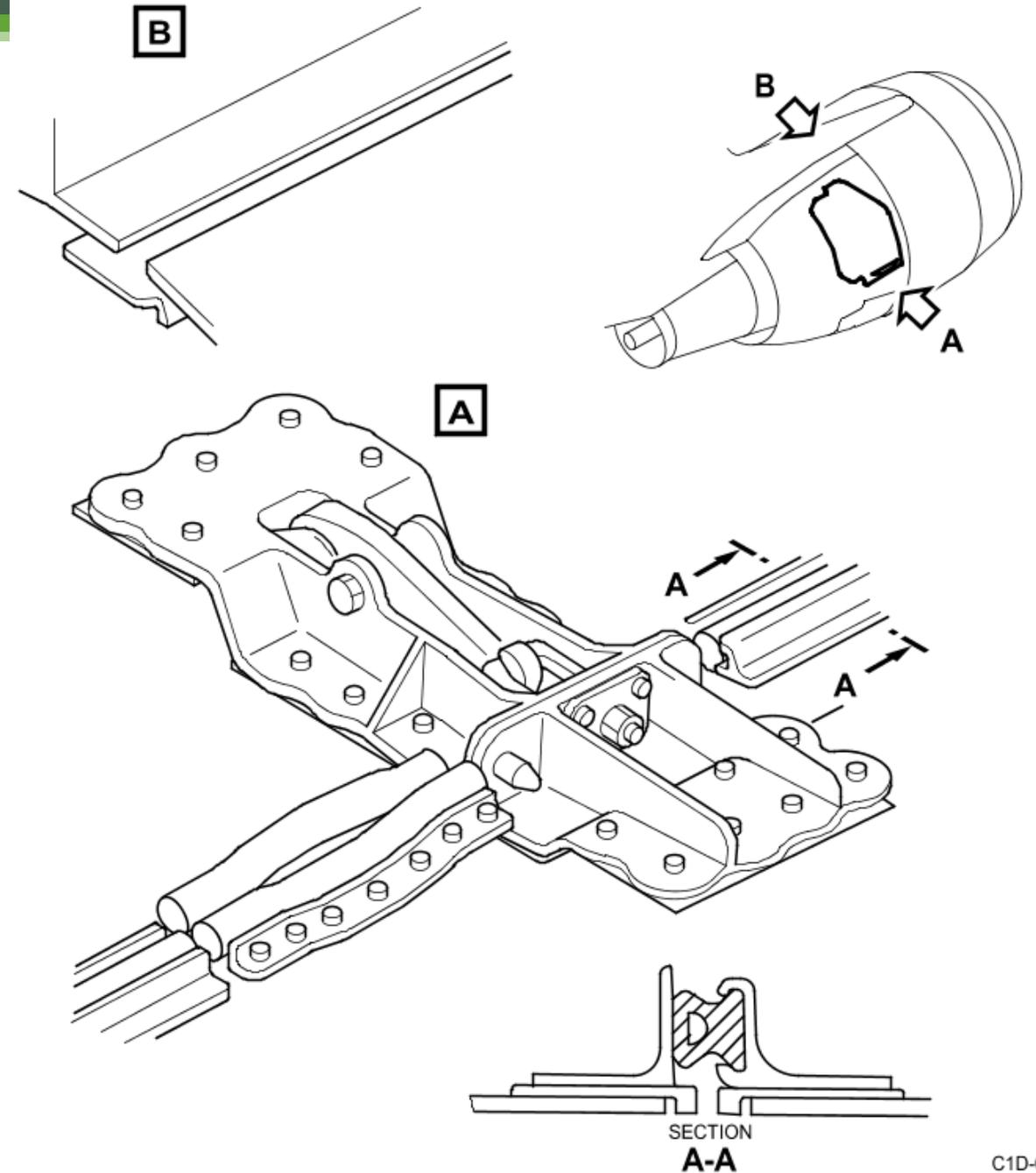
- Airbus A320 Study Notes / Engine CFM56
 - Kapak hizalama kenar koruma
(*fan cowl alignment edge protection*)



Motor / Genel (*Power Plant*)

Örnek Görsel:

- Airbus A320 Study Notes / Engine CFM56
 - Kapak contaları
(*fan cowl door seal*)



MUTK225 – Uçak Yapı ve Sistemlerine Giriş

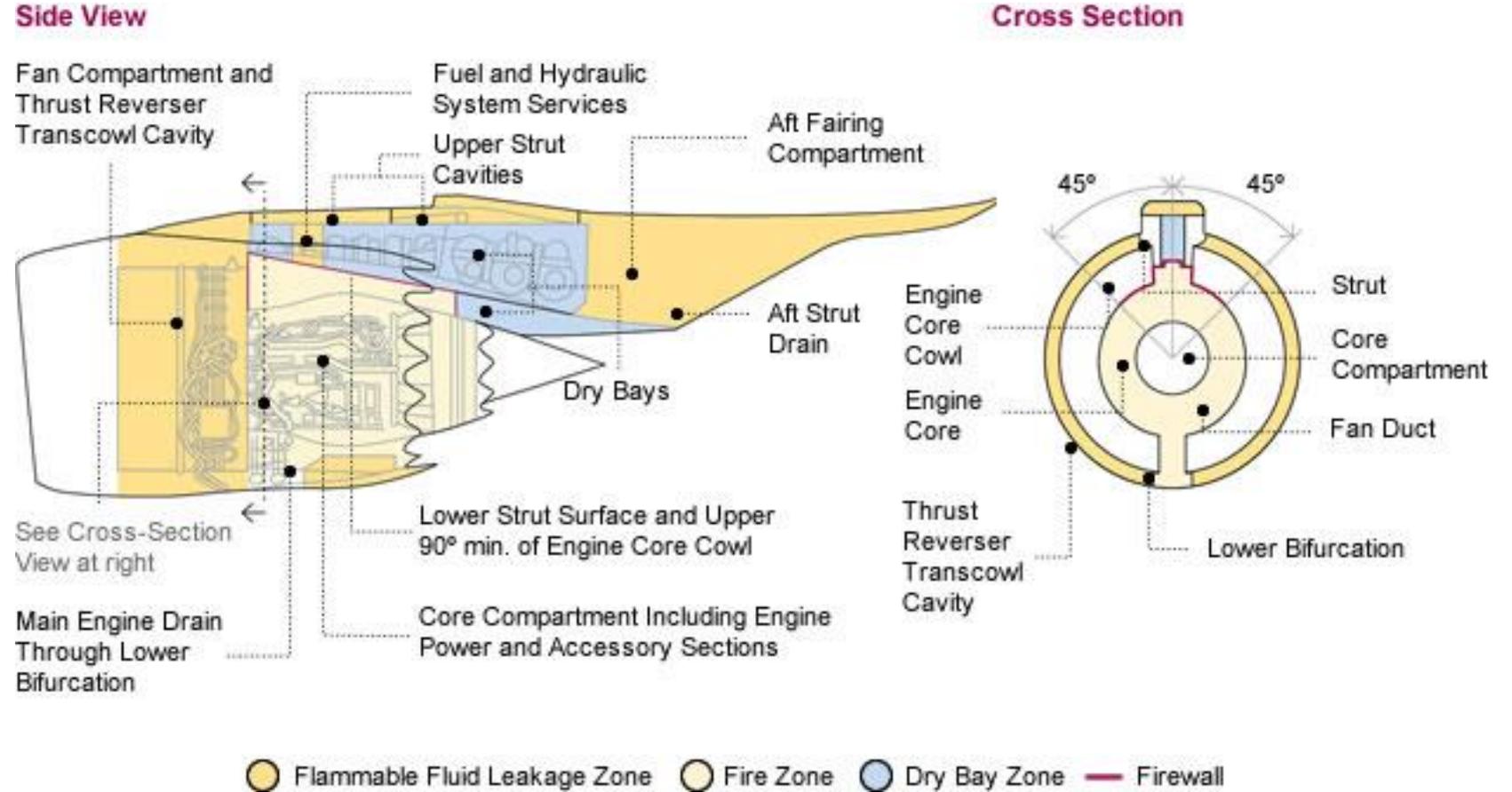
MOTOR BÖLÜMÜNDE YER ALAN DİĞER SİSTEMLER

ATA 26 Fire Protection

ATA 30 Ice and Rain Protection

Motor (Genel) / Yangın Önleme Fire Protection

Motor bölümleri çoğunlukla yangın önleme ve söndürme sistemlerini de içermektedir.



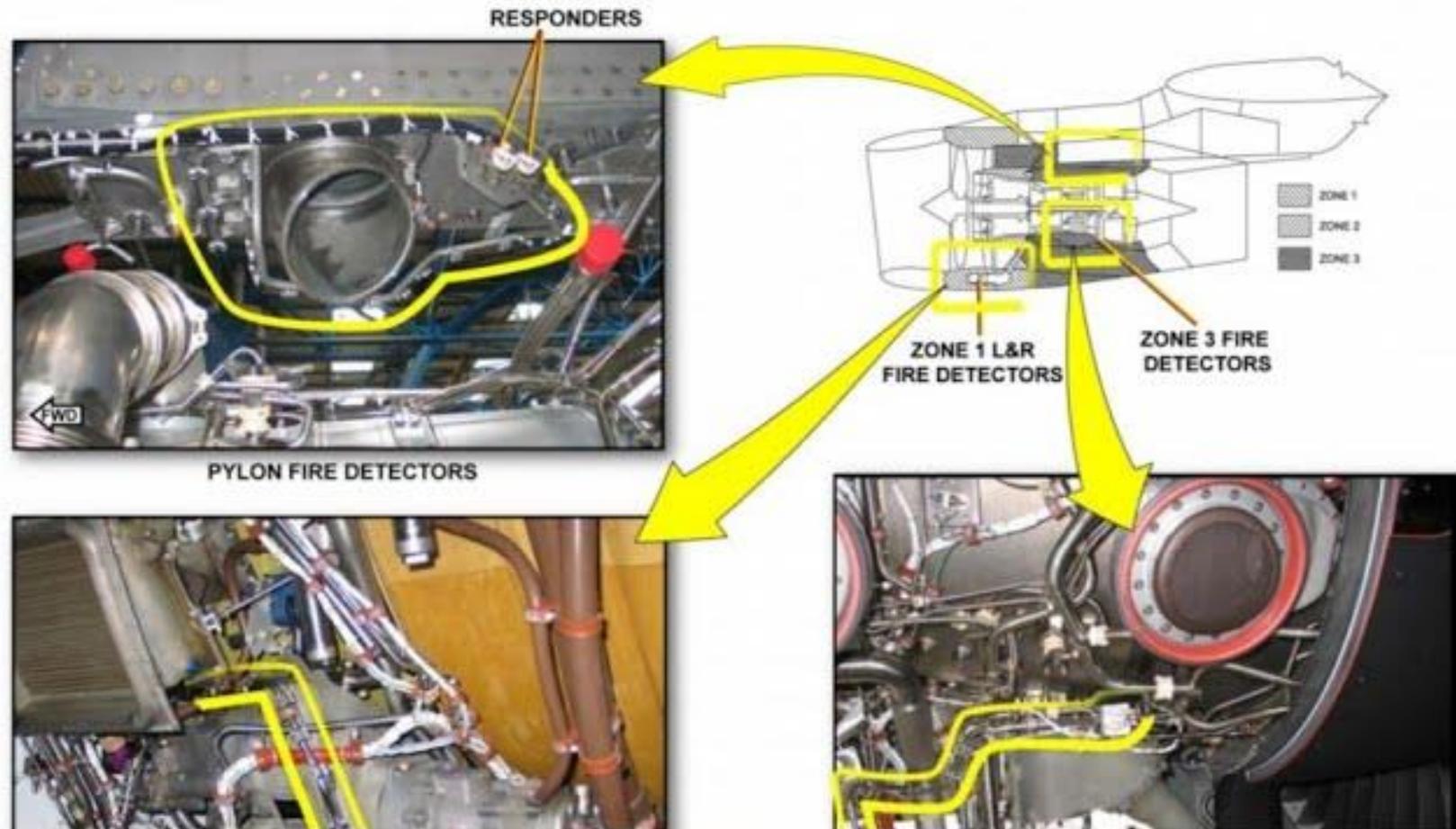
Motor (Genel) / Yangın Önleme Fire Protection

Örnek Görsel:

A330 motor
yangın koruma
sistemi

Kaynak:

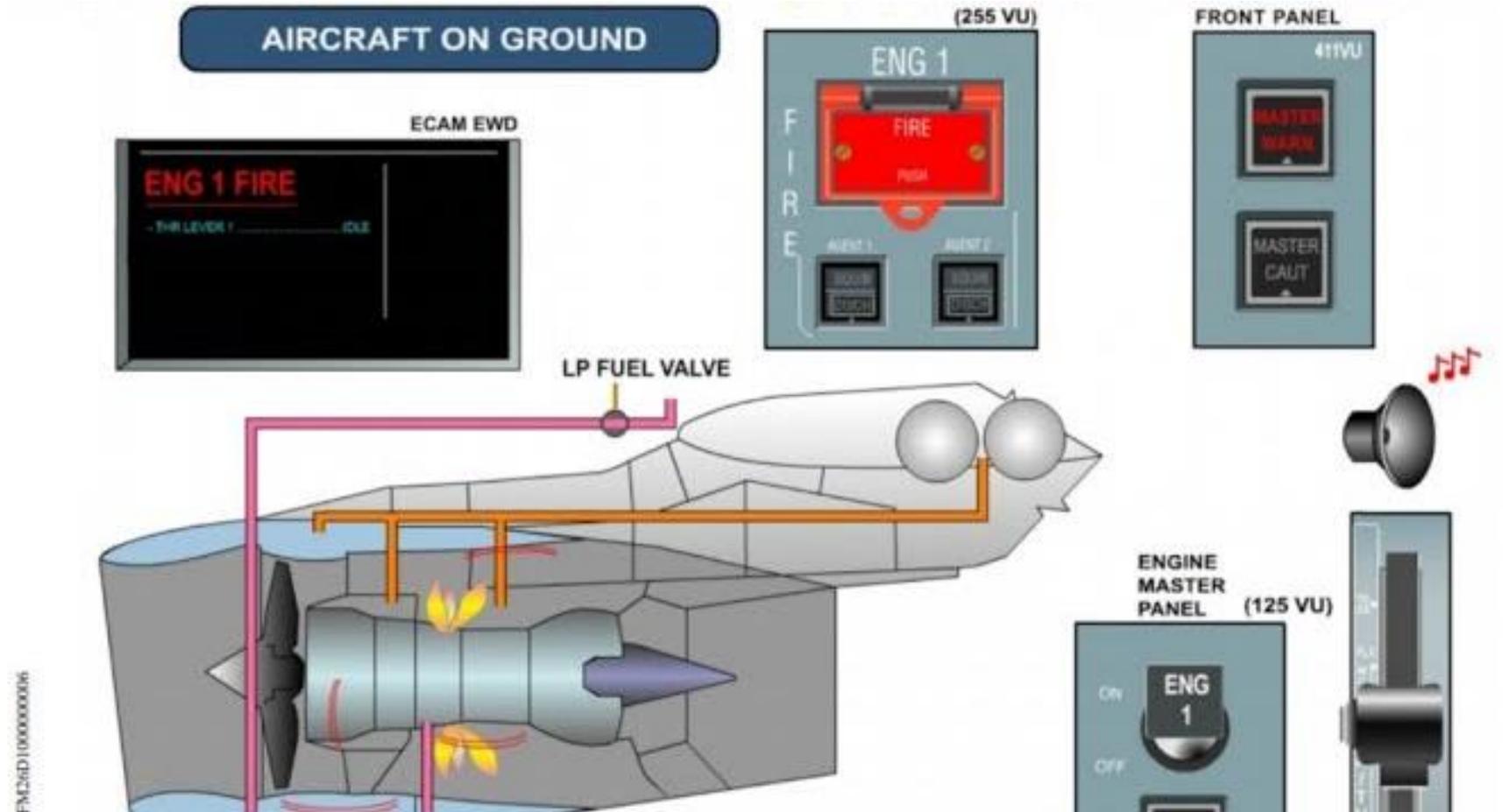
<https://www.youtube.com/watch?v=05NeSz7kRFQ>



Motor (Genel) / Yangın Önleme Fire Protection

Örnek Görsel:

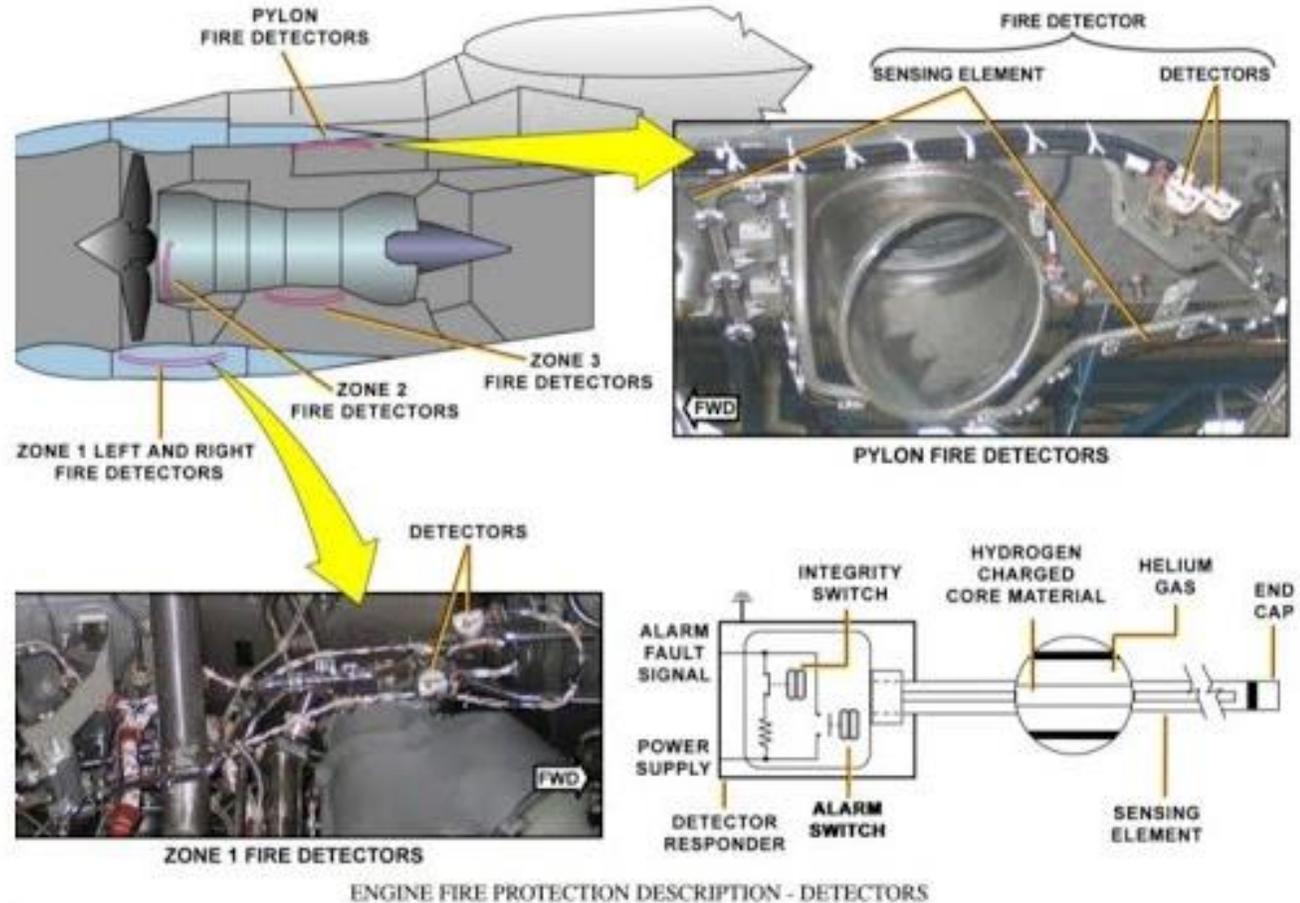
A330 motor
yangın koruma
sistemi kokpit
göstergeleri



Motor (Genel) / Yangın Önleme Fire Protection

Örnek Görsel:

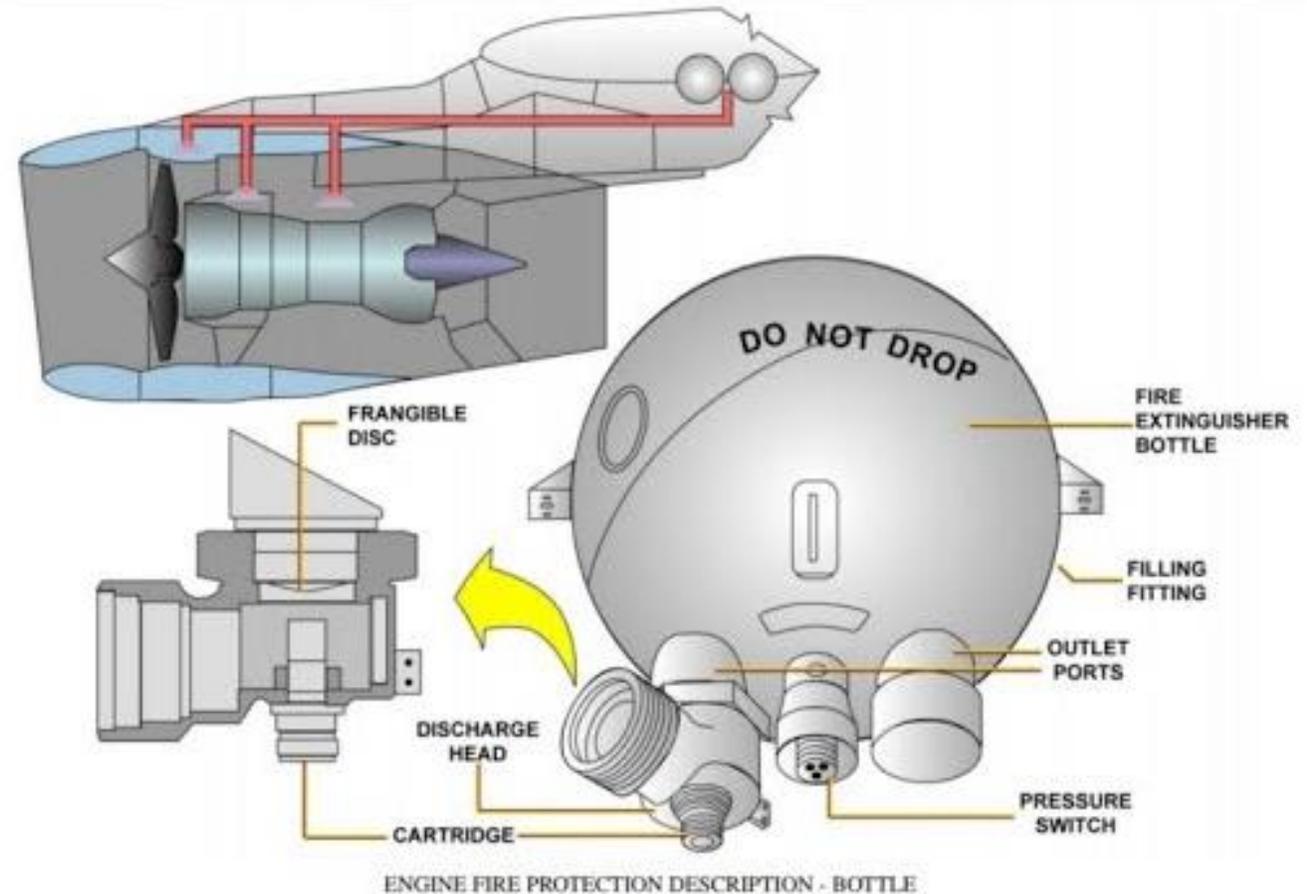
A330 motor
yangın koruma
sistemi algılayıcılar
(*fire detectors*)



Motor (Genel) / Yangın Önleme Fire Protection

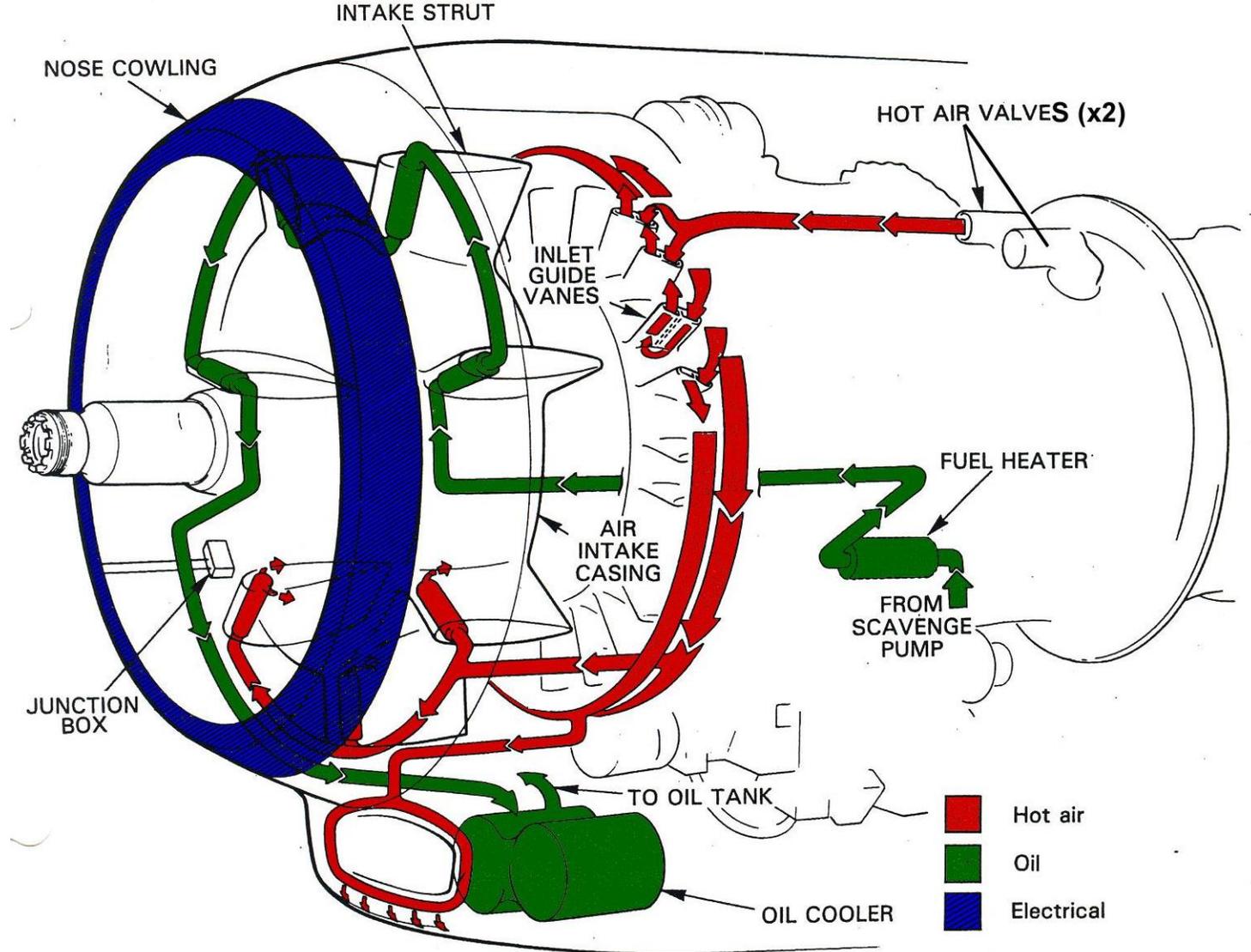
Örnek Görsel:

A330 motor yangın koruma sistemi yangın tüpleri
(*fire extinguisher bottles*)



Motor (Genel) / Buzlanma Önleyici Anti-Ice, De-Ice, Ice Protection

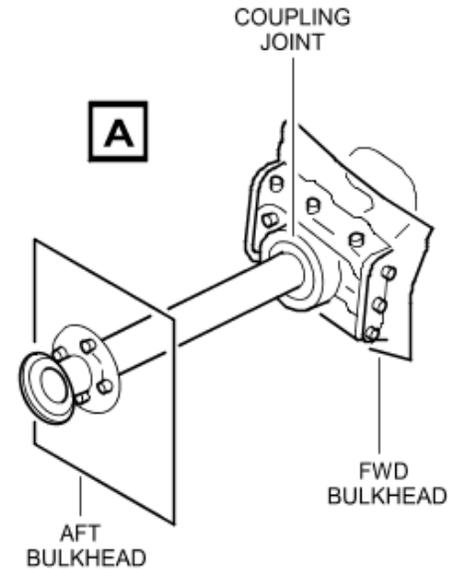
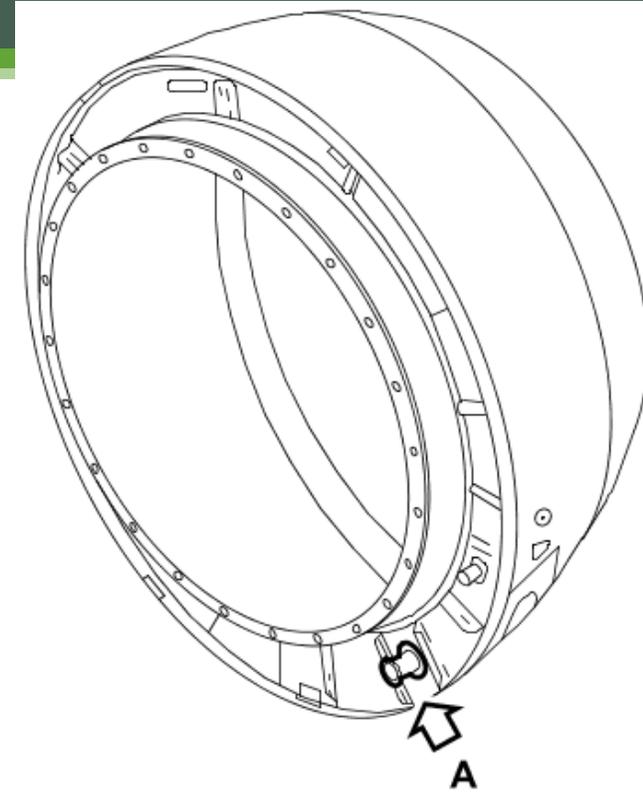
Motor yerleri çoğunlukla
buzlanma önleyici sistemleri
de içermektedir.



Motor / Genel (*Power Plant*) Ice Protection

Örnek Görsel:

- Airbus A320 Study Notes / Engine CFM56
 - Hava alığı kaportası buzlanma önleyici sistemi (*cowl swirl anti ice system*)



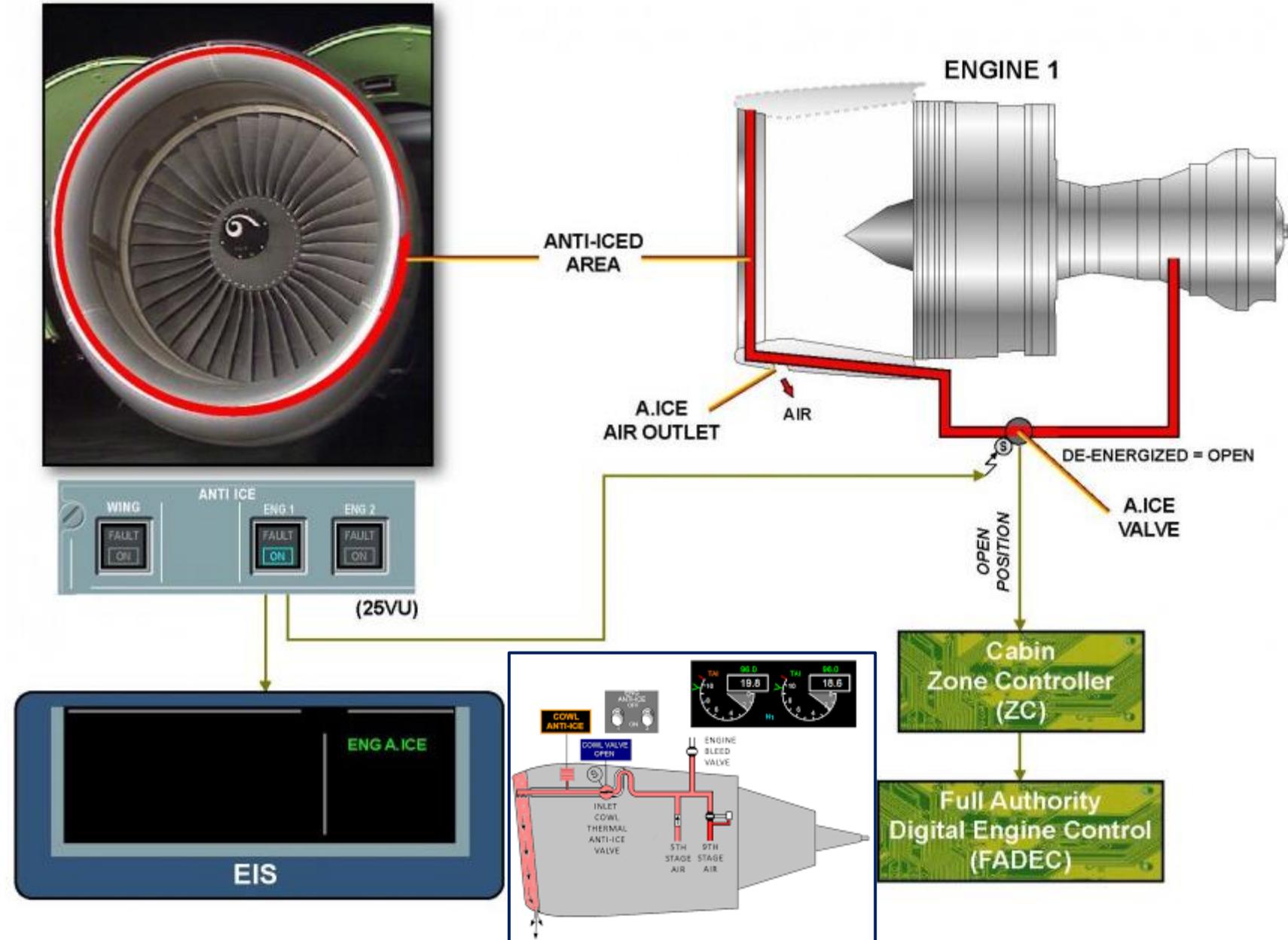
Motor / Genel (Power Plant) Ice Protection

Örnek Görsel:

- Engine Air Intake Ice Protection System

On the V2500, it is the 7th stage from we bled the air. On the CFM-56, it is from the 5th stage of the High-Pressure (HP) compressor. Valve: For each engine, hot bleed air is controlled by an OPEN/CLOSED valve. In the absence of air pressure, the valve is spring-loaded to the closed position. With air pressure available and solenoid energized, the valve closes. In case of loss of electrical power supply, the valve is fully open provided engine bleed air pressure is high enough. The valve of the CFM-56 engine needs 9th stage muscle pressure for the opening. Users: The engine air intake is protected by its related bleed air, which heats the inlet leading edge in icing conditions. The hot air is then discharged overboard.

Kaynak: https://wtruib.ru/training_A320F/engine-air-intake-ice-protection-system-presentation/



MUTK225 – Uçak Yapı ve Sistemlerine Giriş

TERS İTKİ SİSTEMLERİ

ATA 78-30 Thrust Reverser

Motor (Genel) / Ters İtki Sistemleri

Reverse Thrust:

- Jet motorları kullanan uçaklarda ters itme, jet egzozunun ileri yönlendirilmesi ile sağlanır. Motor ters yönde dönmez, bu mümkün değildir; bunun yerine egzoz gazlarını ileriye doğru yönlendirmek için itkiyi ters çeviren yönlendiriciler kullanılır. Yüksek **by-pass** oranlı motorlar, itme gücünün çoğunu fan hava akışı ile ürettiğinden, genellikle sadece bu akışın yönünü değiştirerek itkiyi tersine çevirir.

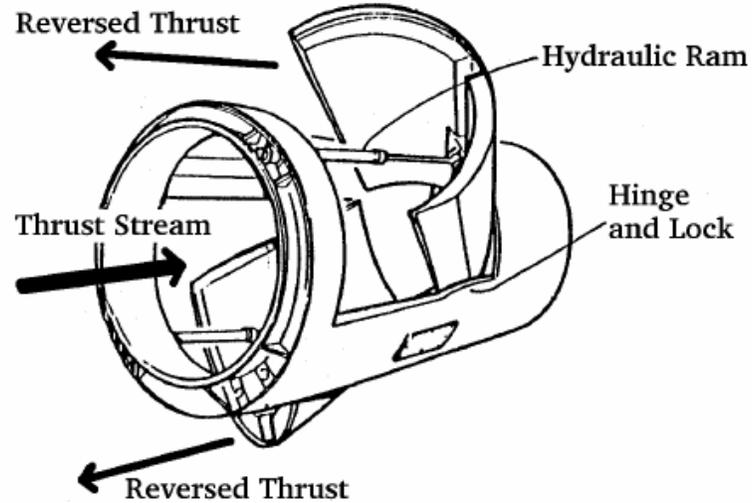
Motor (Genel) / Ters İtki Sistemleri

Reverse Thrust:

- Bir uçağın iniş süreci, uçağın piste teker koyması, taksi hızına yavaşlaması ve nihayetinde tamamen durmasından oluşur. Bununla birlikte, çoğu ticari yolcu uçağının jet motoru rölantide olsa bile ileri yönde itki üretmeye devam eder. Çoğu modern uçağın iniş takımının frenleri normal koşullarda uçağı durdurmak için yeterlidir, ancak güvenlik amacıyla ve frenler üzerindeki stresi azaltmak için başka yavaşlama yöntemlerine ihtiyaç vardır. Pistteki kar veya yağmur gibi faktörlerin frenlerin etkinliğini azalttığı kötü hava sebepli senaryolarda ve iptal edilen kalkışlar gibi acil durumlarda bu ihtiyaç daha belirgindir.
- Basit ve etkili bir yöntem, jet motorunun egzoz akışının yönünü tersine çevirmek ve yavaşlamak için motorun gücünü kullanmaktır. İdeal durum egzoz gazlarının akış yönünü tersine çevirerek doğrudan ileriye doğru yönlendirmektir; ancak aerodinamik nedenlerle bu mümkün değildir. Ters itme sistemlerinde egzoz gazları en iyi verimi alabilmek için 135° açıyla saptırılır. Ters itki, uçağın havadaki hızını azaltmak için uçuş esnasında da kullanılabilir, ancak bu modern uçaklarda (sivil ve ticari) yaygın değildir. Jet motorlarında yaygın olarak kullanılan 4 tip ters itki sistemi vardır: Hedef (*target*), deniz kabuğu (*clam-shell*), döner kapak (*pivoting door*) ve soğuk akış (*cold stream*) sistemleri. Değişken hatveli pervanelerle donatılmış bazı pervaneli uçaklar, pervane kanatlarının hatvesini (açısını) değiştirerek itkiyi tersine çevirebilir.
- Motor gövdesinin içinde (*internal type*) ve dışında (*external type*) olarak veya **sıcak akış – soğuk akış** şeklinde sınıflandırılabilir.

Motor (Genel) / Ters İtki Sistemleri

Motor bölümleri çoğunlukla ters itki (*thrust reversal* / *reverse thrust*) sistemlerini de içermektedir.



Motor (Genel) / Ters İtki Sistemleri

Çeşitleri:

- Pivoting Door Type
- Cold Stream (Cascade) Type
- Target (Bucket) Type
- Clam-shell Type

Motor (Genel) / Ters İtki Sistemleri

Çeşitleri:

- Yaygın kullanılan 4 tip ters itki sistemi vardır:
 - *Pivoting Door Type* (Döner Kapak Tipi)
 - *Cold Stream (Cascade) Type* (Soğuk Akış Tipi veya Kademeli)
 - *Target (Bucket) Type* (Hedef veya Kova Tipi)
 - *Clamshell Type* (Deniz Kabuğu Tipi)

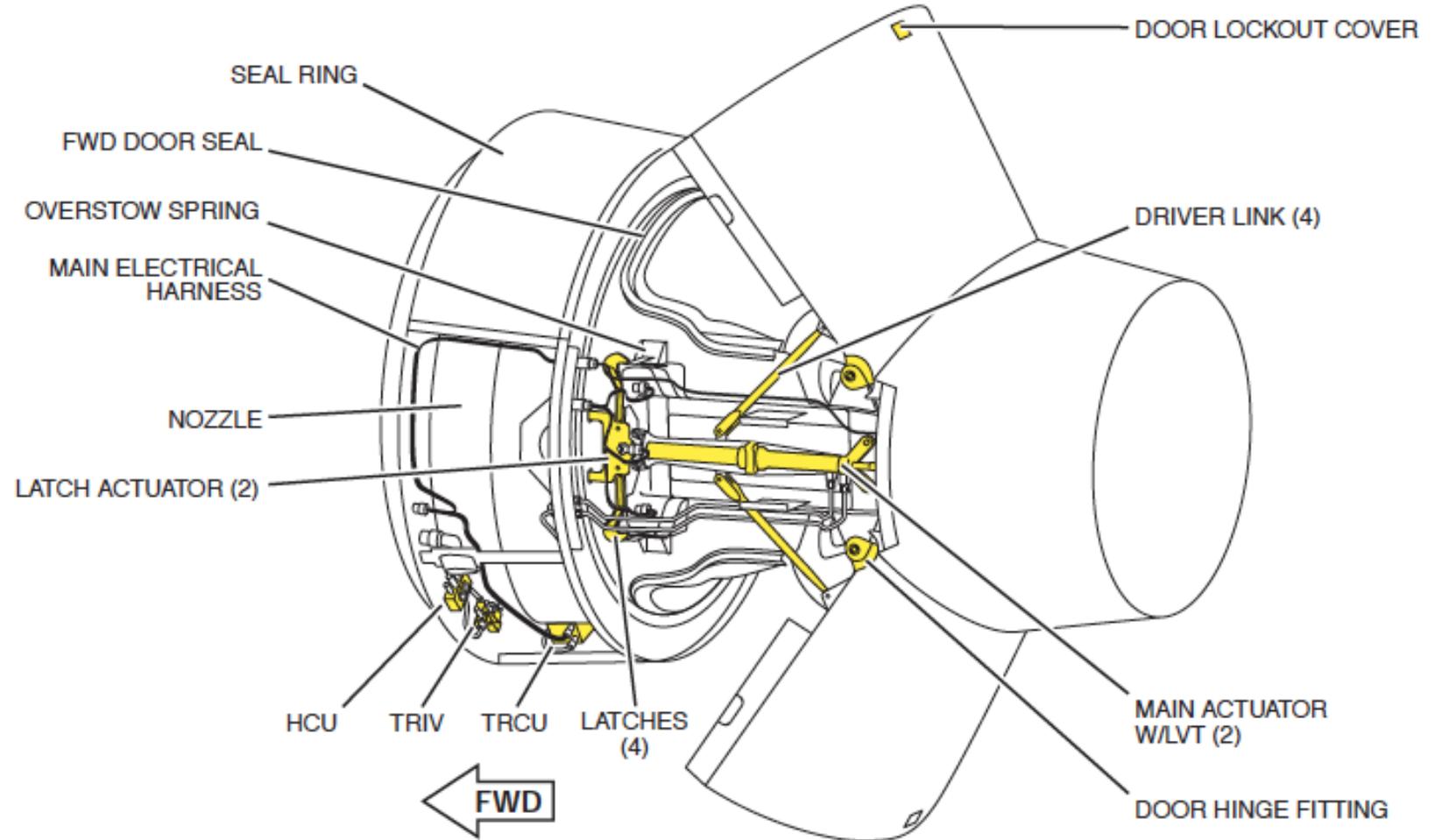
Motor (Genel) / Ters İtme Sistemleri

Pivoting Door Type (Döner Kapak Tipi) – Soğuk Akış

- Bu tip sistemler pnömatik olarak çalıştırılır. Etkinleştirildiğinde, döner kapaklar (*pivoting doors*), ters yönlendirme kanallarını açmak ve normal egzoz çıkışını kapatmak için döner ve itkinin ileri yönlendirilmesine neden olur. Kademeli ters itme sistemi turbofan motorlarda yaygın olarak kullanılır.
- Turbofan motorlarda, deniz kabuğu tipi sistem **sadece fan hava akışını kullandığından** ve ileri itme gücü üretmeye devam eden jet motoru ana türbin çıkışı etkilenmediğinden, bu sistem kova tipi sistemden daha az etkilidir.

Motor (Genel) / Ters İtme Sistemleri

- **Pivoting Door**



Motor (Genel) / Ters İtki Sistemleri

- Pivoting Door

Örnek Görseller



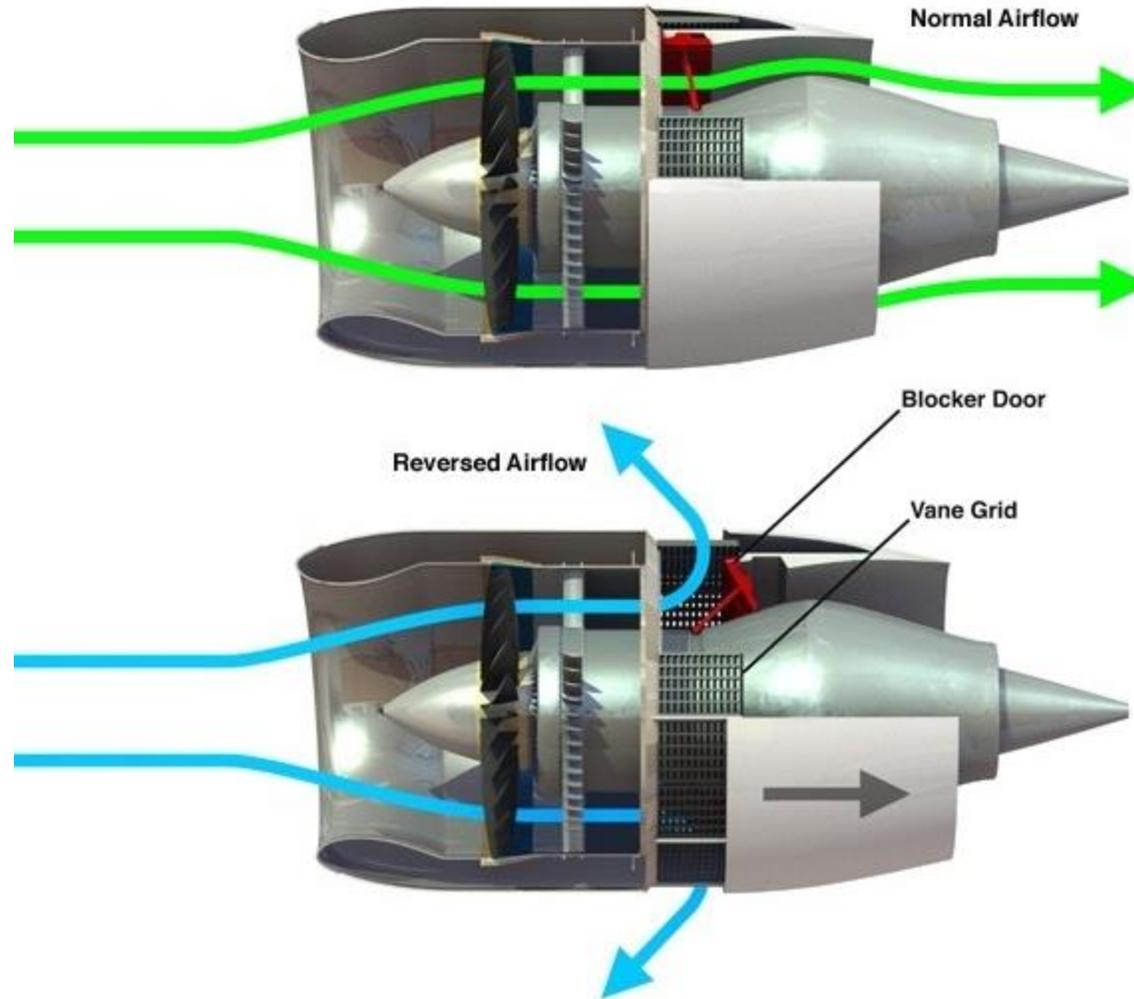
Motor (Genel) / Ters İtme Sistemleri

Cold Stream (Cascade) Type (Kademeli Tip veya Soğuk Akış Tipi)

- Bazı yüksek by-passlı turbofan motorlarda bulunur. Yüksek by-pass oranlı motorlarda by-pass kanalındaki kapılar, motor fanı tarafından hızlandırılan ancak yanma odasından geçmeyen (by-pass havası olarak adlandırılır) havayı ters itme sağlayacak şekilde yönlendirmek için kullanılır.
- Motorun normal çalışma esnasında ters itme kapıları kapalıdır. Ters itme modunda ise sistem, hava akışını ters yönde yönlendirmek için kapıları açar.
- Kademeli ters itme sistemi, motor kaportasının (*nacelle*) çevresini saran arka bölümün, geriye doğru kaydırılması (*translating cowl*) ile manşon/bilezik benzeri bir açıklık yaratılarak, by-pass havasının ızgaralı kademeli kanatçıklardan (*vane grid / cascaded*) geçirilip öne doğru yönlendirmesini yapar.
- Soğuk akışlı ters itme tipinde, yanma odasından çıkan egzoz, ileri itme kuvveti oluşturmaya devam ederek bu tasarımın etkinliğini azaltır.
- Sıcak akış spoyleri ile donatılmışsa çekirdekteki egzoz akışını da yönlendirebilir.

Motor (Genel) / Ters İtki Sistemleri

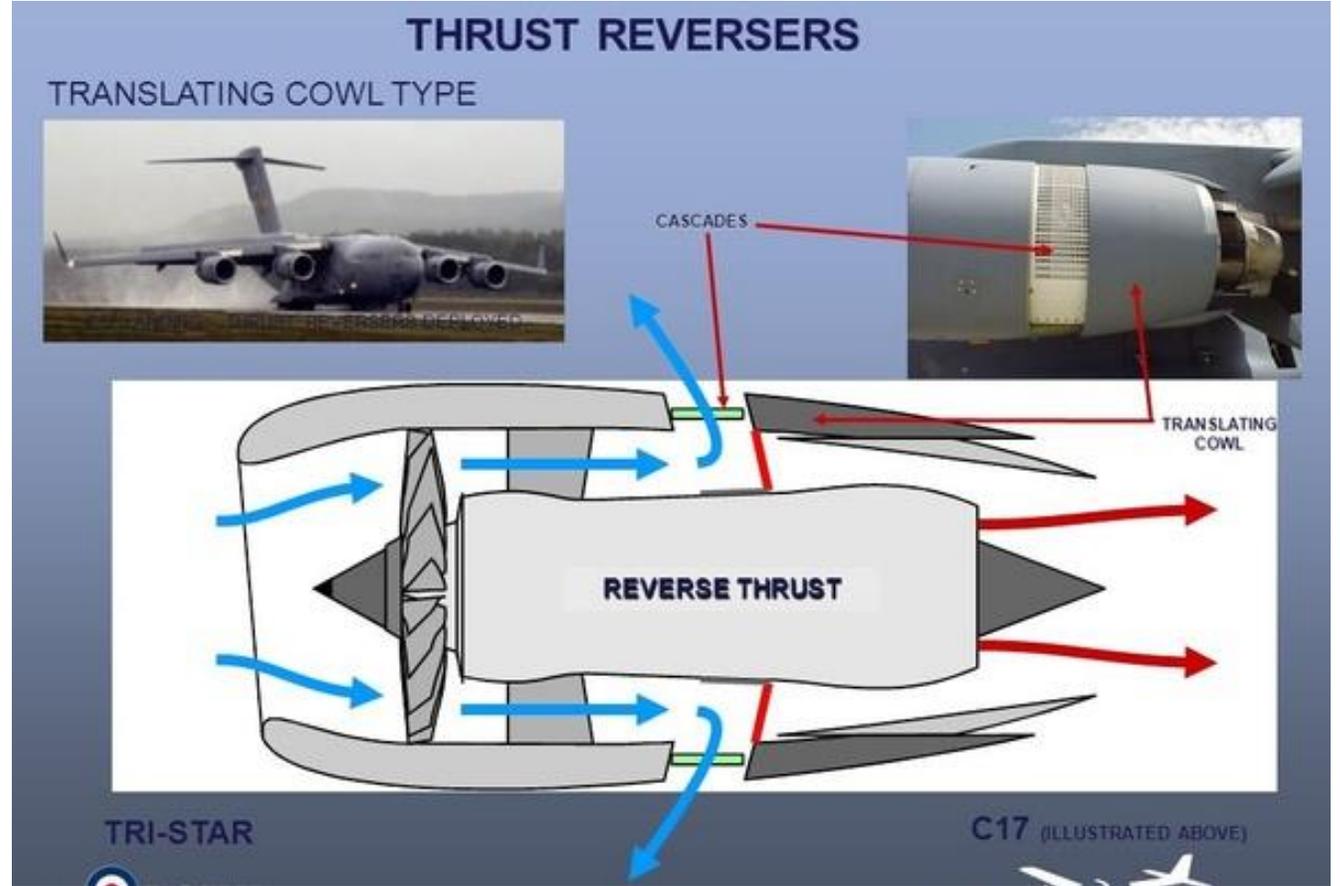
- Cold Stream (Cascade)



Motor (Genel) / Ters İtki Sistemleri

- Cold Stream
(Cascade)

(Translating Cowl Type)



Motor (Genel) / Ters İtki Sistemleri

- Cold Stream

Örnek Görseller



Motor (Genel) / Ters İtme Sistemleri

Target (Bucket) Type (Kova Tipi) – Sıcak Akış

- Kova (hedef) tipi ters itme sistemi, sıcak gaz akışını tersine çevirmek için bir çift hidrolik olarak çalıştırılan 'kova' tipi kapak kullanır. İleri itme için bu kapılar motorun nozulu önüne getirilerek egzoz gazının yönü değiştirilir. Bu sistem ilk kez Boeing 707'de uygulanmıştır, bugün hala yaygın olan şekilde iki ters çevirici kova, menteşeli veya mafsallı (*hinged*) bir mekanizmayla egzozun arkaya doğru akışını engeller ve gazları ileriye doğru bir açıyla yönlendirir. Bu tip ters çevirici, çalışması esnasında motorun arkasında dışarıdan (*external*) görülebilir.

Motor (Genel) / Ters İtki Sistemleri

- Target (bucket) type

Örnek Görsel:

KLM Fokker 100 tipi uçapın ters itki mekanizması çalışma esnasında

(PH-KLE) taxis after landing at Bristol International Airport, England.



Motor (Genel) / Ters İtki Sistemleri

- Target (bucket) type



Örnek Video

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

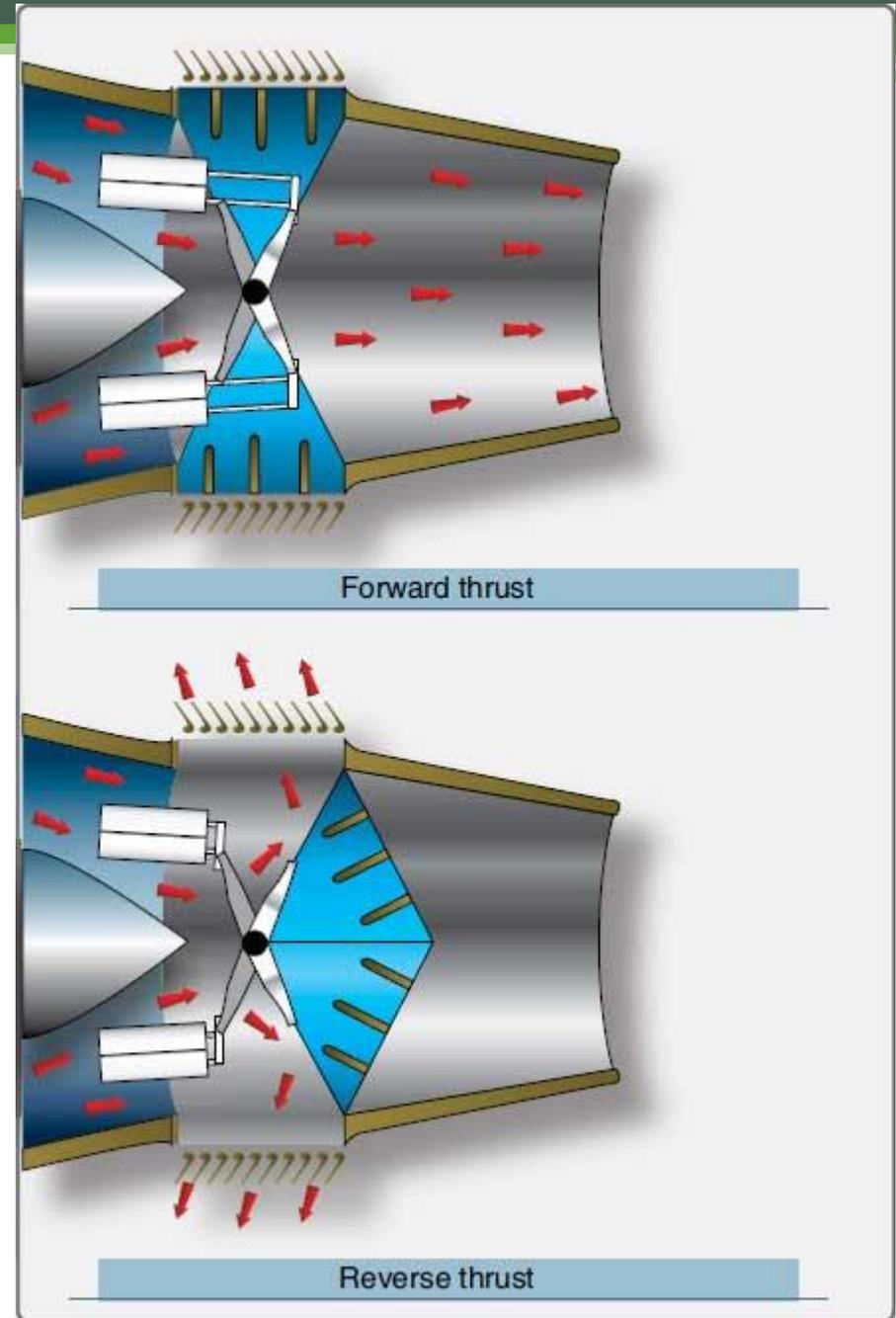
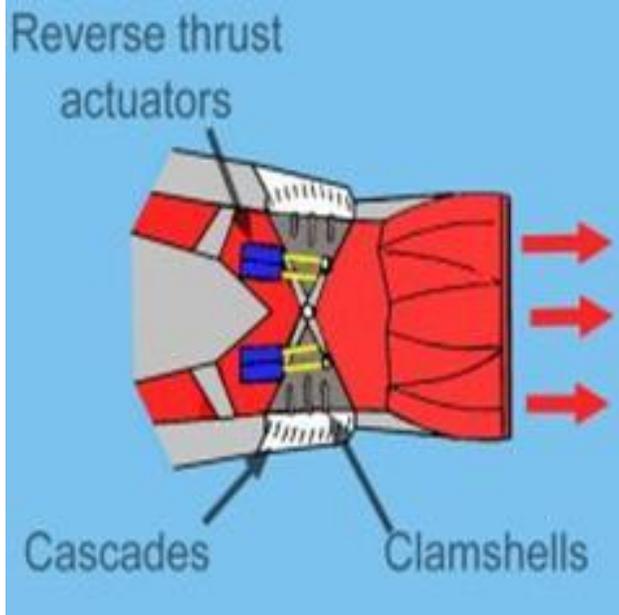
Motor (Genel) / Ters İtki Sistemleri

Clamshell Type (Deniz Kabuğu Tipi) – Sıcak Akış

- Motor iç bölümünde yer alan ters itki çeviricileri, hava akışını motor bölmesinin yan tarafındaki açıklıklardan yönlendirmek için motor örtüsünün içindeki saptırıcı kapıları kullanır.
- Turbojet ve karışık akışlı by-pass turbofan motorlarda, motor egzozunu ters yönlendirmek için pnömatik/hidrolik olarak çalıştırılan, istiridye kabuğu benzeri (*clamshell*), kapaklı deflektörleri kullanır. Ters itki çevirici kanalları, hava akışını daha da ileriye yönlendirmek için kademeli kanatlarla (*cascades*) donatılabilir.

Motor (Genel) / Ters İtki Sistemleri

- **Clamshell type**



Motor (Genel) / Ters İtki Sistemleri

- **Clamshell type**

Örnek Görsel:

VC10 uçak üzerinde Rolls-Royce Conway turbofan motor, dış taraftaki motorda ters itki çıkış ızgarası açık görülmektedir.



Kaynakça:

- CFM56-7B Eğitim Kılavuzu (nacelle)
- <https://www.aviationmaintenancejobs.aero/aircraft-ata-chapters-list>
- <https://club66pro.com/howmanyquestions.php>
- <https://320wuyanzu.github.io/A320FM/ATA71/00.html#general>
- <https://medium.com/aeronautics-today/thrust-reversal-systems-types-and-mechanisms-e42a2bf7693f>
- <https://herkesicinhavacilik.com/2020/10/12/thrust-reverserin-calisma-prensibi-nasildir/>
- <https://seyruseferim.com/thrust-reverser-nedir/>
- https://code7700.com/g450_powerplant.htm
- <https://aeroenginesafety.tugraz.at/doku.php?id=10:10>
- <https://tr.html5grind.com/551577-how-are-engines-mounted-onto-XPFJQQ>
- <https://www.airlinehaber.com/ucak-motorlari-kanada-nasil-baglanir/>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Thrust_reversal