

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**UÇAK BAKIM**

**İLK HAREKET SİSTEMLERİ  
525MTO044**

**Ankara, 2011**

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	ii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. İLK HAREKET “STARTING” SİSTEMLERİ VE STARTER .....	3
1.1. Motor Start Sistemlerinin (Engine Starting System) Çalışması.....	3
1.2. Starterin Motordan Sökülmesi .....	4
1.2.1. Starter Motor (Pnömatik Tip) .....	4
1.2.2. Apu Starter Motor (Elektrikli Tip) .....	5
UYGULAMA FAALİYETİ .....	8
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	11
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	13
2. İLK HAREKET “STARTING” SİSTEMLERİ KOMPONENTLERİNİN ÇALIŞMASI. 13	
2.1. Pnömatik Start Sisteminin Yapısı ve Çalışması.....	13
2.2. Elektrikli Starter Sisteminin Yapısı ve Çalışması .....	16
2.3. Starter Motorunun Çalışma Limitleri.....	18
UYGULAMA FAALİYETİ .....	20
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	23
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	25
3. İLK HAREKET “STARTING” SİSTEMLERİ DİŞLİ KUTULARI.....	25
UYGULAMA FAALİYETİ .....	34
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	36
ÖĞRENME FAALİYETİ-4 .....	37
4. STARTER’İN MOTORA TAKILMASI .....	37
4.1. Starter’in (Pnömatik Tip) Bakım ve Kontrolü .....	37
4.2. Starterin (Pnömatik Tip) Motora Takılması.....	39
UYGULAMA FAALİYETİ .....	41
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	44
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	45
CEVAP ANAHTARLARI .....	47
KAYNAKÇA .....	49

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	
<b>ALAN</b>	<b>Uçak Bakım</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Uçak Gövde- Motor</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>İlk Hareket Sistemleri</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	İlk hareket “Starting” sistemlerinin çalışması ve starterin motordan sökülmesi, komponentlerinin çalışması, dişli kutuları ve starterin motora takılması işlemlerinin anlatıldığı öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32
<b>ÖNKOŞUL</b>	Hava Sistemi modülünü başarmış olmak
<b>YETERLİK</b>	Uçak bakım el kitabına (AMM) göre ilk hareket “starting” sistemlerinin bakımını yapmak
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Gerekli ortam sağlandığında, bakım dokümanlarında (aircraft maintenance manuel - AMM) belirtildiği şekilde ilk hareket sisteminin bakımını yapabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde starteri motordan sökebileceksiniz.</li><li>2. Bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde starter ve bağlantılarının bakımını yapabileceksiniz.</li><li>3. Bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde dişli kutusu ve parçalarını kontrol edebileceksiniz.</li><li>4. Bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde starterin bağlantılarını yaparak motor üzerindeki yerine takabileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Sınıf, atölye, laboratuvar, işletme, internet ortamı vb. öğrencinin kendi kendine veya grupta çalışabileceği tüm ortamlar <b>Donanım</b> <b>Sınıf:</b> Televizyon, VCD, DVD, tepegöz, projeksiyon cihazı, bilgisayar ve donanımlar, öğretim materyalleri vb. <b>Atölye:</b> Uçak bakım ve onarımını yapan alanlardaki mesleklerin gerektirdiği atölye donanımı sağlanmalıdır (Okul veya okul dışında bulunan atölyeler ve işletmelerden yararlanılır.).

**ÖLÇME VE  
DEĞERLENDİRME**

Modül içinde her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz.  
Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.



# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

Dünyada ve ülkemizde havacılık sektöründeki gelişmeler, Ulu Önder Atatürk'ün "İstikbal göklerde dir." özdeyişini bir kez daha doğrulamaktadır.

Ülkelerin askerî ve sivil alanlarla özel havacılık alanlarındaki teknoloji ve rekabete dayalı gelişmeleri, ekip çalışmasına yatkın, teknolojik gelişmelere açık, güvenilir ve çalışmayı seven insan gücüne olan ihtiyacı ortaya çıkarmıştır.

Bu ihtiyacı karşılamak için seçilen öğrencilerin, ilk önce uçak yapısını oluşturan kısımları öğrenmeleri gerekmektedir. Uçak yapısını, "gövde, kanatlar, motor, iniş takımları ve kuyruk kısmı" oluşturmaktadır. Uçak motorunun görevi, üretmiş olduğu itme gücü (thrust) ile uçağa gereken hareketi sağlamaktır. Motorun görevini yapabilmesi için ilk önce çalıştırılması gerekir. Uçak motorunun çalıştırılması ise ilk hareket sistemleri ile olur.

Bu modülün amacı; uçak motorunu çalıştıracak ilk hareket "starting" sistemi çeşitleri, yapısı ve çalışmasını öğrenerek ilk hareket "starting" sistemlerinin sökülmesi, bakımı ve takılması konularında sizlere teknik bilgi ve beceri kazandırmaktır.

Böylece, sivil havacılık talimatlarına uygun olarak uçak tipine göre bakım el kitaplarında belirtilen şartlarda uçak üzerinde bakım ve onarım yapabileceksiniz.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Atölye ortamı sağlandığında, uçaktaki ilk hareket “starting” sistemlerini bakım dokümanlarında (AMM) belirtilen kurallara uygun olarak motordan sökebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Çevrenizde uçak bakım ve onarım sektöründe hizmet veren hangi kuruluşlar var? Araştırınız.
- Uçaklardaki ilk hareket “starting” sistemlerinin görevleri nelerdir? Araştırınız.
- İlk hareket “starting” sistemleri uçak üzerinde nerelere monte edilmiştir? Araştırınız.

## 1. İLK HAREKET “STARTING” SİSTEMLERİ VE STARTER

### 1.1. Motor Start Sistemlerinin (Engine Starting System) Çalışması

Temel amaç, motorda yanmayı başlatacak koşulları oluşturmaktır. Bunun için starter:

- Yanma odasına hava temin edebilmek için kompresörü çalıştırır.
- Yakıt nozullarına yakıt temin edebilmek için yakıt pompasını çalıştırır.

Start sisteminin diğer kullanım amaçları ise şunlardır:

- Bakım kontrolleri sırasında motoru krank etmek
- Motor uçuş sırasında ‘restart’ edilmesine yardımcı olmak

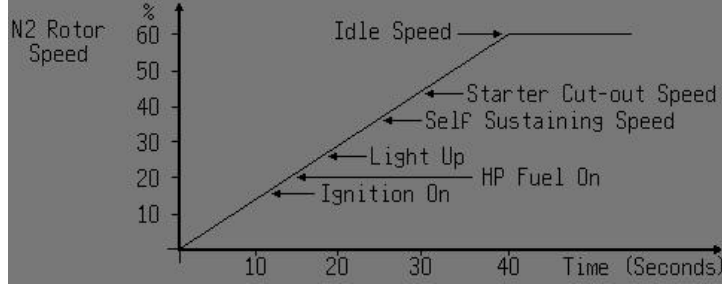
Gaz türbin motorlarında kullanılan iki tip start sistemi vardır:

- Pnömatik
- Elektrikli

Starter motorunun kompresörü çalıştırması dişli kutusu (AGB-accessory gear box) üzerinden olur. Starter motorunun tahriki ile motor kompresörünün dönme hızı artmaya başlar.

- İlk ulaştığı hız, ateşlemenin başlatıldığı (ignition ON) ve yüksek basınçlı yakıtın sisteme verildiği (HP fuel ON) hızdır.
- Hız biraz daha arttığında yakıt hava karışımı tutuşur (light up speed).
- Hız artmaya devam eder ve motor artık starter olmaksızın dönebileceği bir devire ulaşmıştır (self sustaining speed).

- Bundan kısa süre sonra starter devre dışı kalır (cut off ).
- Motorun hızı "Idle" devrine kadar artmaya devam eder.
- Görüldüğü gibi "Idle" ve "Cut Off" devirleri, daima 'Self Sustaining' devrinden daha yüksektir. Değerler motor tipine bağlı olarak değişiklik gösterebilir.



Şekil 1.1: Starter motor tahrikiyle motor kompresörünün dönme hızı

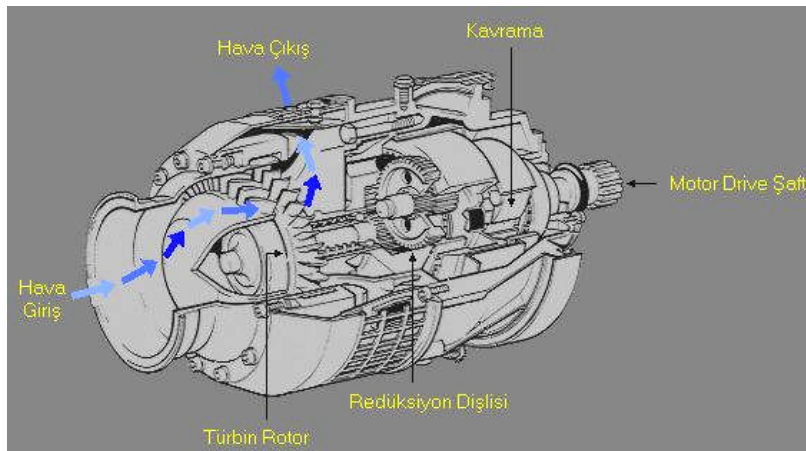
## 1.2. Starterin Motordan Sökülmesi

### 1.2.1. Starter Motor (Pnömatik Tip)

Genellikle uçak motorlarında tipik pnömatik starter motor kullanılır.

- Genellikle aksel veya radyal tipte küçük bir türbin vardır.
- Starter motora giren hava türbini çok yüksek hızlara çıkarır.
  - Hızı düşüren redüktör dişlileri vardır.
- Motor tahrik şaftı ( engine drive shaft ), hareketi motor dişli kutusuna aktarır.
- Motor tahrik şaftı ile redüktör dişliyi bağlayan bir kavrama (clutch) vardır.
  - Genellikle motor devri starter devrini aştığında, kavrama otomatik olarak çözülür.
  - 'Pawl' tip veya 'Sprag' tip kavramalar kullanılır.

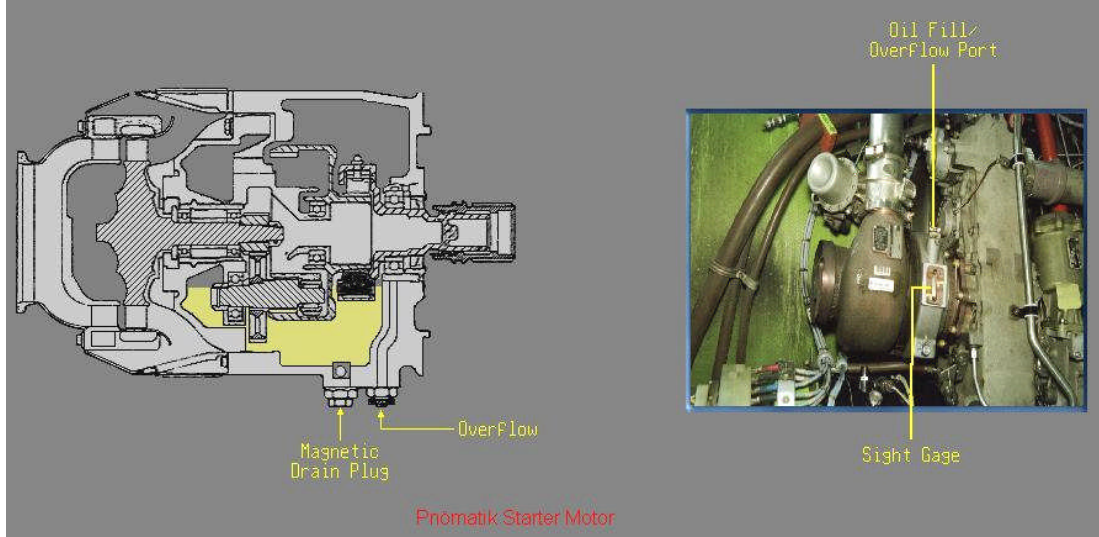
Resim 1.1'de pnömatik starterin kısımları görülmektedir.



Resim 1.1: Pnömatik starterin kısımları

Birçok pnömomatik starter'in kendi yağlama sistemi vardır.

- Çarpma (splash) tip yağlamadır.
- Starter case 'inde az miktarda yağ bulunur.
- Yağ servisi için yağ koyma (oil fill) portu ve (overflow) portu bulunur.
- Bazı starter motorlarında yağ seviyesinin kontrol edildiği bir pencere vardır (sight gage ).



**Resim 1.2: Pnömomatik starter motorun yağlanması ve yağ göstergesi**

### 1.2.2. Apu Starter Motor (Elektrikli Tip)

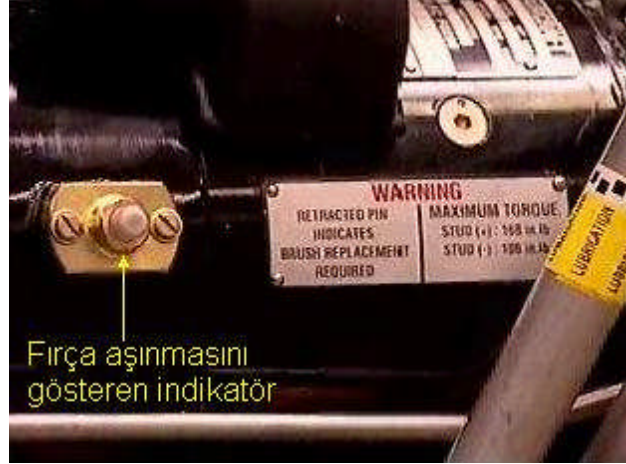
- APU starterin ana komponentleri;
  - DC motor
  - Starter kavraması ( starter clutch )



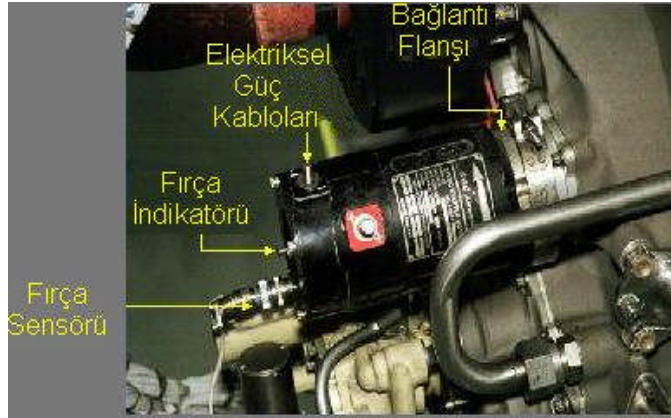
**Resim 1.3: Elektrikli starter motor**

➤ **Starter motoru (fırçalı tip DC motor)**

- Bağlantı flanşı muhafazası ile bağlanmıştır.
- Güç kabloları için iki bağlantı ucu vardır.
- Motor üzerinde fırça aşınmasını gösteren indikatör vardır.
- APU kontrol ünitesine geri bildirim sinyalleri için elektriksel konnektör vardır.



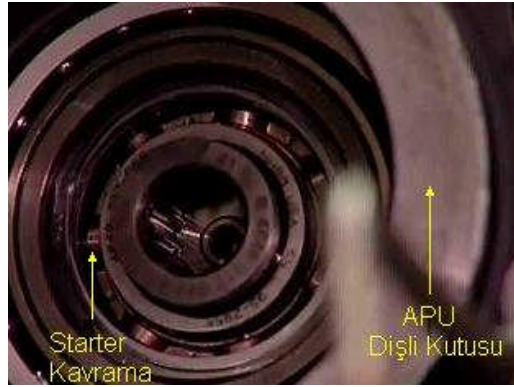
**Resim 1.4: Elektrikli starter motorda fırça indikatörü**



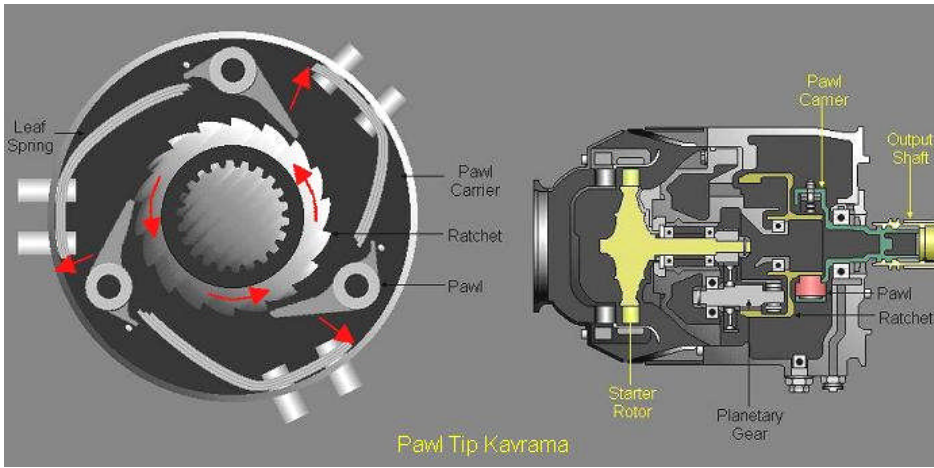
**Resim 1.5: Elektrikli starter motorun kısımları**

➤ **Starter kavraması (starter clutch)**

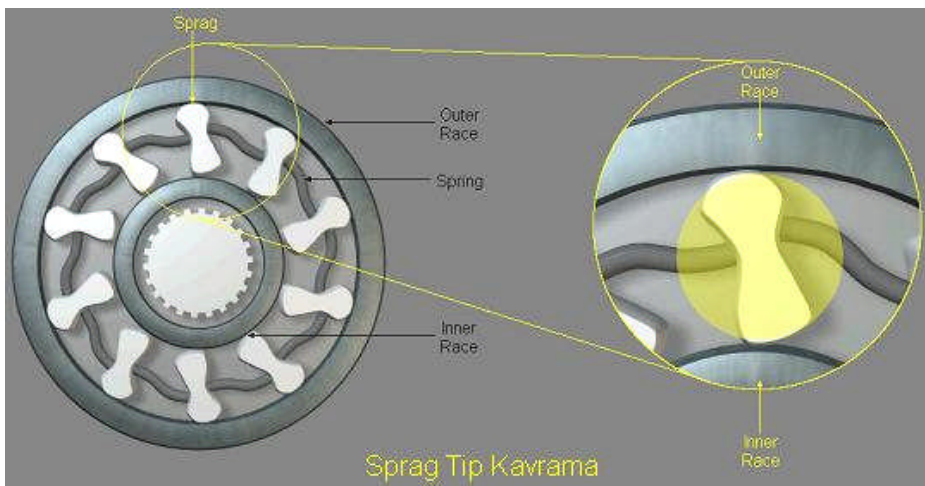
- Starter drive şaftının, APU dişli kutusu drive dişlilerine bağlantısını sağlar.
- Küçük APU'larda genellikle starter kavrama APU dişli kutusu üzerindedir.
- Büyük APU'larda starter kavrama starter üzerindedir.



**Resim 1.6: Dişli kutusu üzerinde starter kavrama**



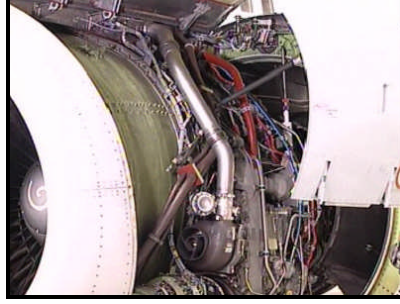
**Şekil 1.2: Pawl tip starter kavrama**



**Şekil 1.3: Sprag tip starter kavrama**

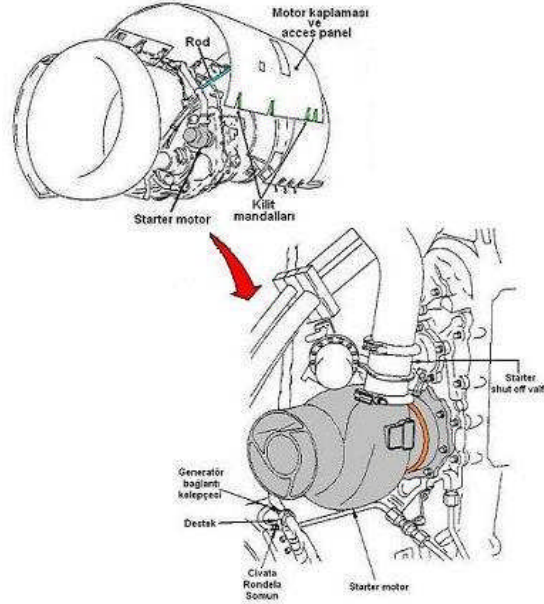
## UYGULAMA FAALİYETİ

Starterin (pnömatik tip) uçak motoru üzerinden sökülmesi işlemini yapınız.



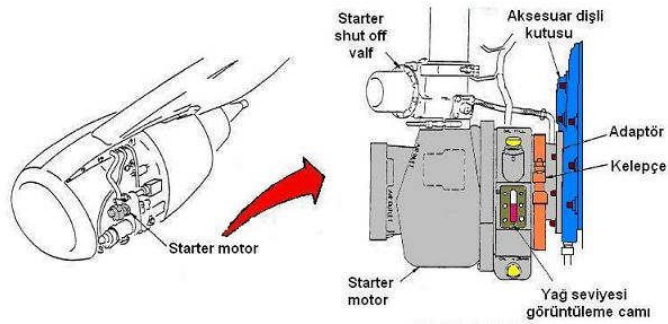
**Pnömatik tip starterin uçak motorundaki yerleşimi**

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Atölye ve çalışanlar için emniyet tedbirlerini alınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Atölye havalandırma sistemini çalıştırınız.</li><li>➤ Yakınıınızda yangın söndürme cihazları bulundurunuz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Uçak ve çalışanlar için gerekli emniyet tedbirlerini alınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ İniş takımlarının (ana ve burun iniş takımı) kapanmaması için emniyet pimlerini takınız.</li><li>➤ Uçak tekerleklerine takozlarını koyunuz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kokpitteki motor start sayfası üzerindeki motor çalıştırma switch'lerini kapatınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kokpitteki motor start sayfası üzerinde; Engine master switch kapalı (OFF), Engine mode selektör (NORM) konumunda olmalıdır.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Motor kaplaması (cowls) ve access panellerini açınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Motor kaplaması (cowls) üzerindeki kilit mandallarını kullanınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Motor kaplamasını (cowls) tam açık duruma getiriniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Motor kaplaması (cowls) üzerindeki rod bağlantısını kullanınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Starter shut off valfin, starterle olan bağlantısını sökünüz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Uçak bakım el kitabındaki (AMM) prosedürü uygulayınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Starterin ön taşıyıcısında bağlı olan generatör besleyici bağlantılarını sökünüz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Generatör bağlantı kelepçesinin somun, rondela ve civatasını sökünüz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Starteri dişli kutusundan sökmeden önce destekleyiniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Starterin iç parçaları üzerine aşırı yük bindirmekten kaçınınız.</li><li>➤ Starter tahrik şaftı ile dişli kutusu şaftının dişlilerini birbirinden ayırmadan starteri hareket ettirmeyiniz.</li></ul>



### Motor kaplaması (engine cowls) ve pnömatik starter bağlantı ekipmanları

➤ Starter ile aksesuar dişli kutusu adaptörü arasındaki bağlantı kelepçesini sökünüz.	➤ Starteri sökerken yağ kaybını önlemek için gerekli tedbirleri alınız.
➤ Starteri, flanştan çekerek aksesuar dişli kutusu adaptöründen ayırınız.	➤ Starter flanşı ile aksesuar dişli kutusu adaptör flanşının bağlantısını sağlayan kılavuz pimlerinin pozisyonuna dikkat ediniz.
➤ Starterin dış şaftındaki O-ring contaları çıkartınız.	➤ Starter dış şaftından çıkartılan O-ring contaları atınız.
➤ Aksesuar dişli kutusu adaptörü üzerine kapak takınız.	➤ Aksesuar dişli kutusu adaptörüne yabancı cisim (toz, pislik vb.) girmesini önleyiniz.



### Pnömatik starterin, aksesuar dişli kutusundaki bağlantısı

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Atölye ve çalışanlar için emniyet tedbirlerini aldınız mı?		
2. Uçak ve çalışanlar için gerekli emniyet tedbirlerini aldınız mı?		
3. Starterin (pnömatik tip) motordan sökülmesi işleminde uçak bakım el kitabındaki (AMM) prosedürü uyguladınız mı?		
4. Kokpitteki motor start sayfası üzerindeki motor çalıştırma switch'lerini kapattınız mı?		
5. Motor kaplaması (cowls) ve acces panellerini açtınız mı?		
6. Motor kaplamasını (cowls) tam açık duruma getirdiniz mi?		
7. Starter shut off valfin, starterle olan bağlantısını söktünüz mü?		
8. Starterin ön taşıyıcısında bağlı olan generatör besleyici bağlantı kelepçesini söktünüz mü?		
9. Starteri dişli kutusundan sökmeden önce desteklediniz mi?		
10. Starter ile aksesuar dişli kutusu adaptörü arasındaki bağlantı kelepçesini söktünüz mü?		
11. Starteri, flanştan çekerek aksesuar dişli kutusu adaptöründen ayırdınız mı?		
12. Starterin dış şaftındaki O-ring contalarını çıkartıp attınız mı?		
13. Aksesuar dişli kutusu adaptörü üzerine yabancı cisimlerin girmesini önlemek için kapak taktınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

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



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Uçak motorunun çalıştırılmasında ilk hareketini sağlayan parça aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Starter  
B) Atomizer  
C) Marş motoru  
D) Redüktör
2. Gaz türbin motorlarında kullanılan starter tipleri aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Pnömatik ve Bendix tip  
B) Pawl ve Sprag tip  
C) Bendix ve Boşaltıcılı tip  
D) Pnömatik ve Elektrikli tip
3. Starterin uçak motoru üzerindeki yeri aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Motor kontrol ünitesi  
B) Elektronik ekipman kompartımanı  
C) Dişli kutusu  
D) Türbin karteri
4. Aşağıdakilerden hangisi pnömatik tip starterin kısımlarından değildir?  
A) Türbin rotor  
B) Fırça indikatörü  
C) Motor drive şaft  
D) Redüksiyon dişlisi
5. Pnömatik tip starterin yağlama tipi aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Basınçlı tip yağlama  
B) Çarpma tip yağlama  
C) Banyolu tip yağlama  
D) Elle yağlama
6. Pnömatik tip starterde türbin hızını ayarlayan parça aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Redüksiyon dişlisi  
B) Starter shut off valf  
C) Starter kavraması  
D) Motor drive şaft
7. Fırçalı tip starter motorlarda ( elektrikli tip ) indikatörün ( brushwear indicator) görevi aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Starterin çalışma süresini gösterir.  
B) Starterin sıcaklığını gösterir.  
C) Fırça aşınma miktarını gösterir.  
D) Starterin dönüş hızını gösterir.

8. Uçak yardımcı güç ünitelerinde (APU) kullanılan starter tipi aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Pawl tip
  - B) Pnömatik tip
  - C) Sprag tip
  - D) Elektrikli tip

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Atölye ortamı sağlandığında, bakım dokümanlarında (AMM) belirtilen kurallara uygun olarak starter ve bağlantılarının bakımını hatasız yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

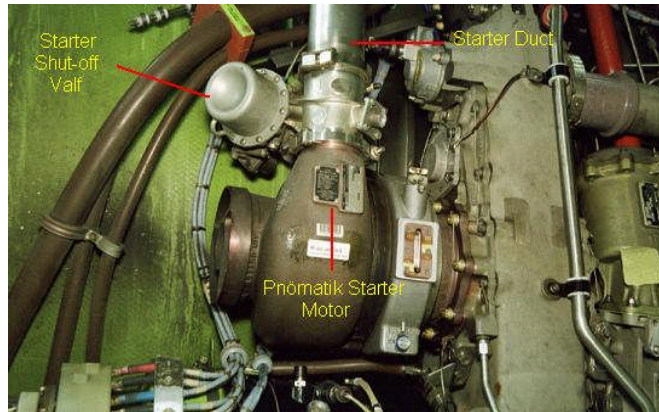
- Uçaktaki start sistemi çeşitleri nelerdir? Pnömatik start sistemini oluşturan ana komponentler nelerdir? Elektrikli start sistemini oluşturan ana komponentler nelerdir? Araştırınız.

## 2. İLK HAREKET “STARTING” SİSTEMLERİ KOMPONENTLERİNİN ÇALIŞMASI

### 2.1. Pnömatik Start Sisteminin Yapısı ve Çalışması

Birçok jet motorunda kullanılan pnömatik start sisteminde dört ana komponent vardır:

- Pnömatik starter motoru
- Starter (hava temin) duct
- Starter shut-off valve
- Kokpit kumandaları

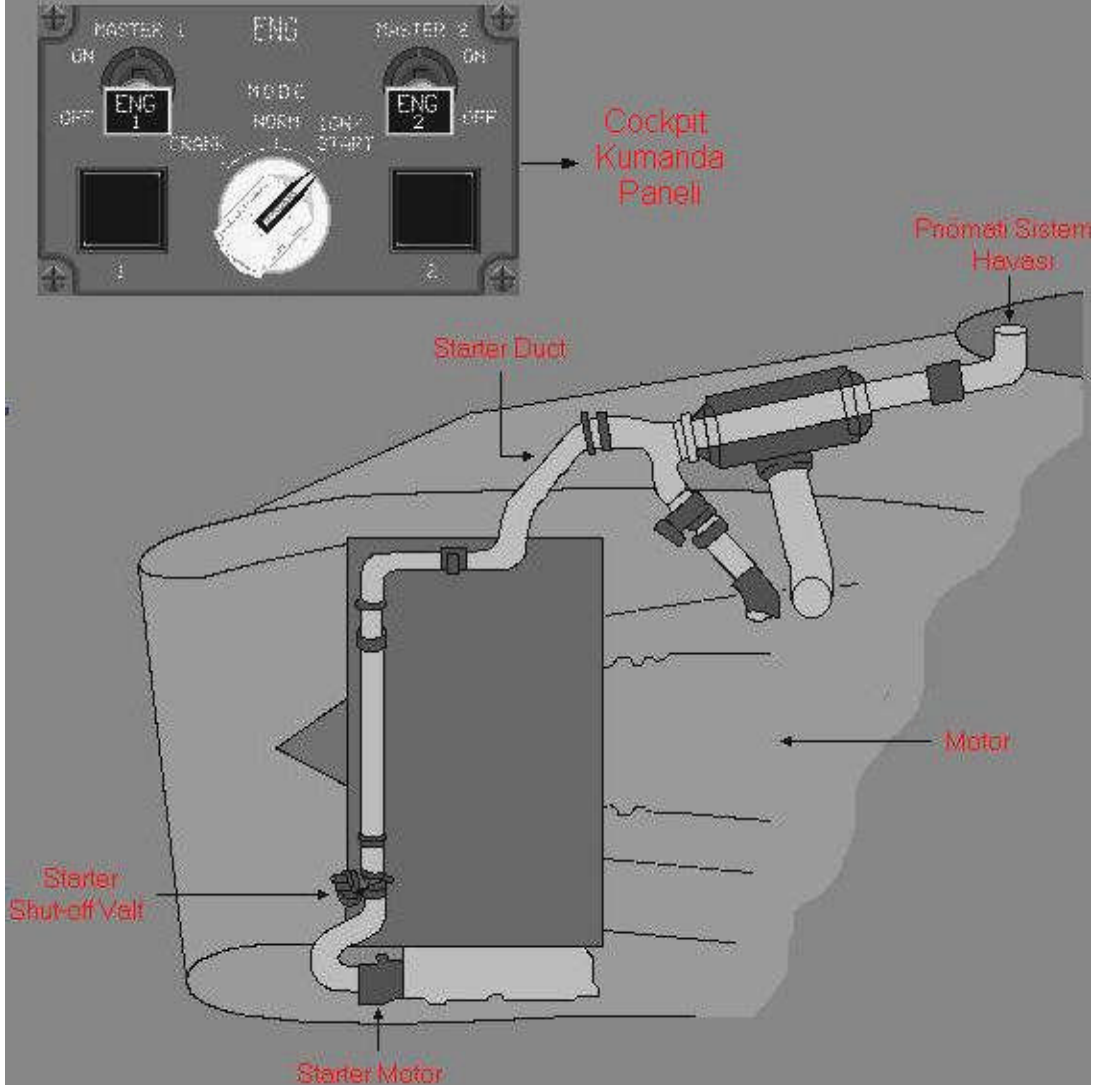


**Resim2.1: Pnömatik start sistemi ana komponentleri**

Starter motorunu çalıştıracak olan bleed havası, uçak pnömatik sisteminden sağlanır. Burada havanın kaynağı APU, uçağın diğer motorları veya yer ekipmanı olabilir.

Havanın starter motoruna gelişi 'starter hava temin duct' hattı ile olur. Duct, uçak pnömatik sistemine bağlıdır.

Hava hattı açma/kapama starter shut-off valve vasıtasıyla olur. Bu valf motorun alt bölgesine konulmuştur. Valfin bu konumu, bakım personelinin kolay ulaşabilmesine ve valfin kokpitten kumanda edilmediği durumlarda manuel açılabilmesine olanak sağlar.



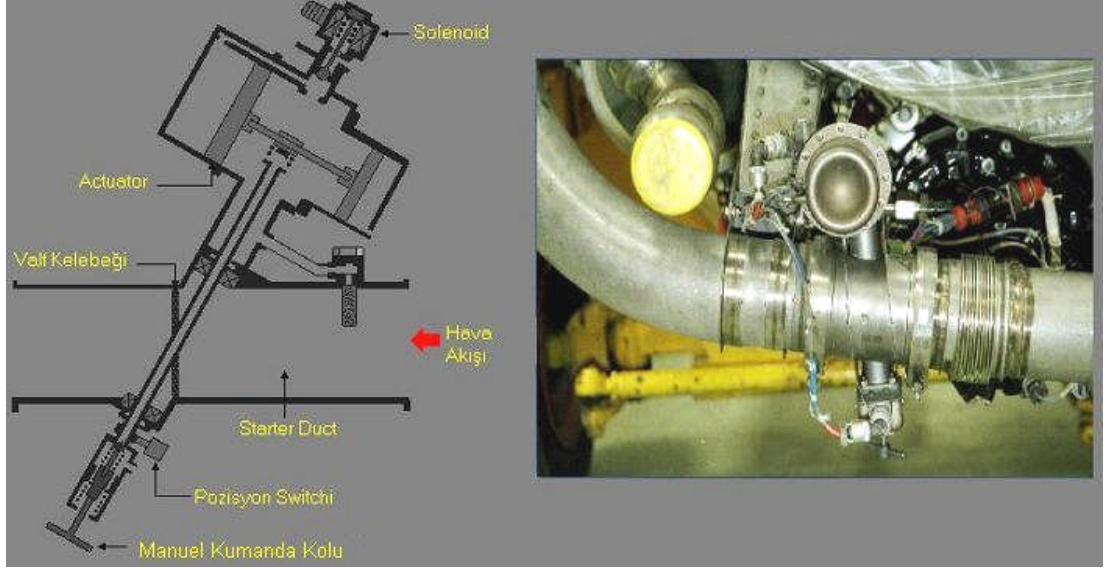
Şekil 2.1: Pnömatik start sistemi ana komponentleri ve çalışma şeması

Starter shut off valfin çalışması

- Elektrik ( selenoid ) kontrollüdür.
- Starter duct'tan gelen havanın basıncı ile pnömatik olarak açılır/kapanır.

Valfi meydana getiren komponentler şunlardır:

- Valve actuator assembly
- Valve body ( butterfly )
- Solenoid
- Manuel override handle
- Valve position switch



**Resim 2.2: Starter shut off valfin komponentleri ve motor üzerindeki yeri**

Valfin açılması

- Kokpitte bulunan 'engine master switch' ON yapılarak solenoid enerjilendirilir (Modern motorlarda solenoidde enerji sinyalini ECU - engine control unit gönderir.).
- Pnömatik sistemden gelen bleed havası actuatoru hareket ettirerek valf kelebeğinin açılmasına neden olur.
- Valve position switch, valfin pozisyonu ile ilgili ECU'ya gönderir. İndikasyon ECAM/EICAS sayfasında veya 'valve open' lambasından alınır.

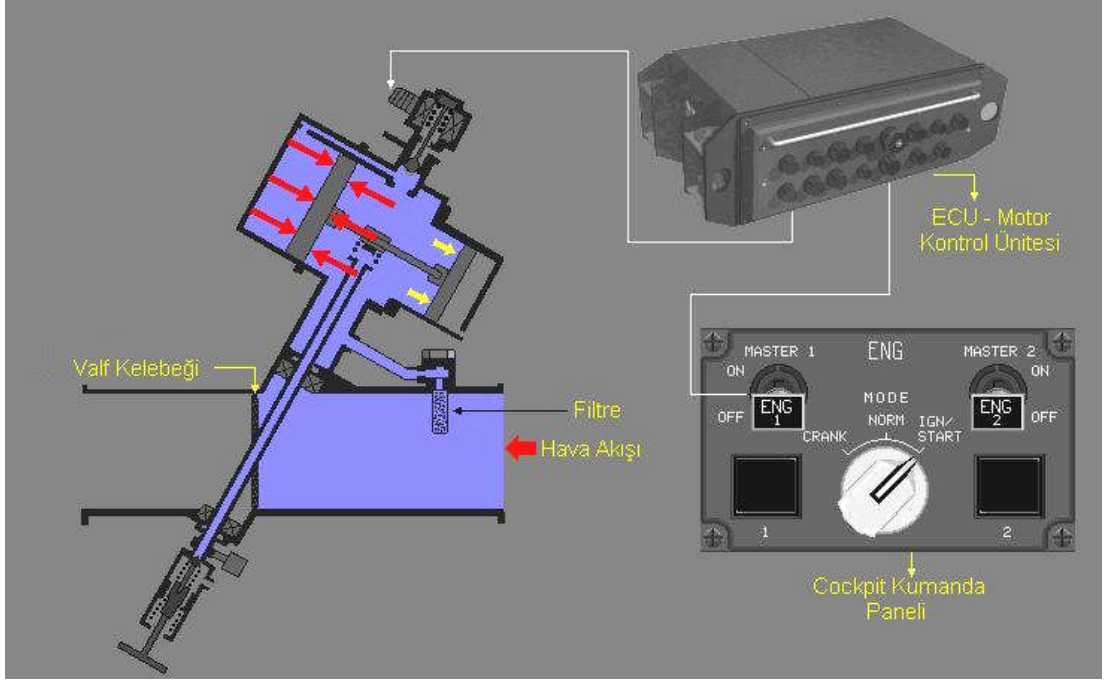
Valfin kapanması

- 'Engine master switch' OFF yapılarak solenoid enerjilendirilir.
- Bleed havası actuator'u ters yönde hareket ettirerek kelebeğin kapanmasını sağlar.

Valf solenoid arızası nedeniyle kokpitten kumanda edilmediği durumlarda manuel olarak açma/kapama mekanizmasına sahiptir. Bu işlem genellikle iki aşamalı yapılıdır:

- Popet valve çekilerek actuator içindeki hava tahliye edilir.
- Valf kelebeğine bağlı kol çevrilerek valf açılır.

Valfin manuel olarak çalışması işlemi starter duct içinde hava varken yapılmalıdır. Aksi takdirde actuator'un hasarlanması söz konusudur.

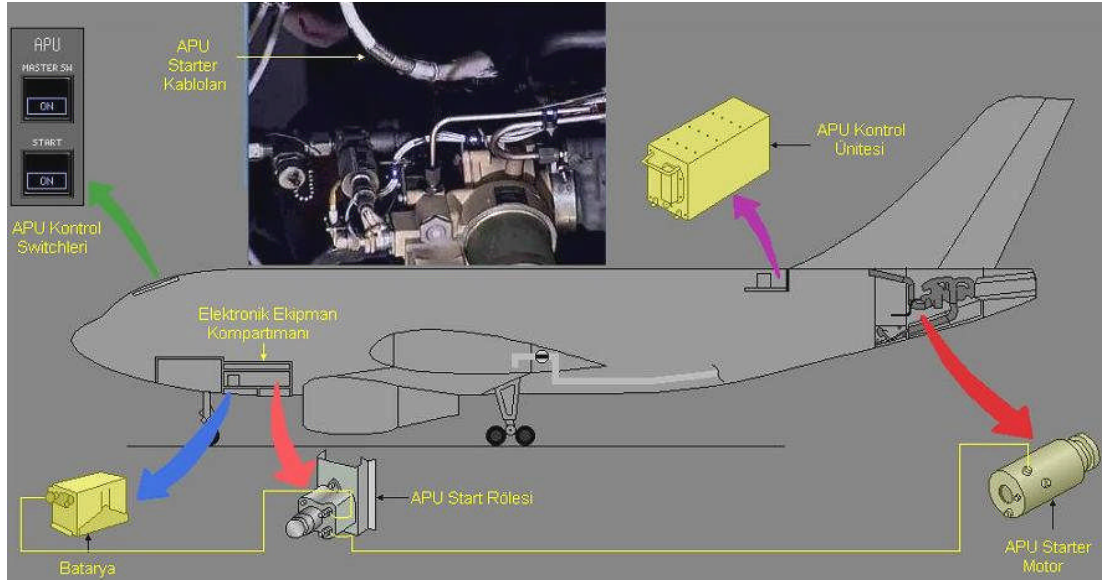


Şekil 2.2: Pnömatik start sisteminde starter shut off valfin çalışma şeması

## 2.2. Elektrikli Starter Sisteminin Yapısı ve Çalışması

APU start komponentleri:

- APU kontrol switch'leri
- APU kontrol ünitesi
- APU starter motor
- Uçak bataryası
- APU starter kabloları
- APU starter rölesi



**Resim 2.3: Elektrikli start sistemi ana komponentlerinin uçak üzerindeki yeri**

Kokpitteki APU kontrol switch'lerinin görevi:

- Start işleminin hazırlanışı ve başlangıcı
- APU'nun kapatılması (Shut down)

Master switch'e basıldığında;

- APU kontrol ünitesi için elektriksel güç sağlar.
- APU yakıt shut off valfi açılır.
- APU hava giriş kapısı açılır.

APU kontrol ünitesi;

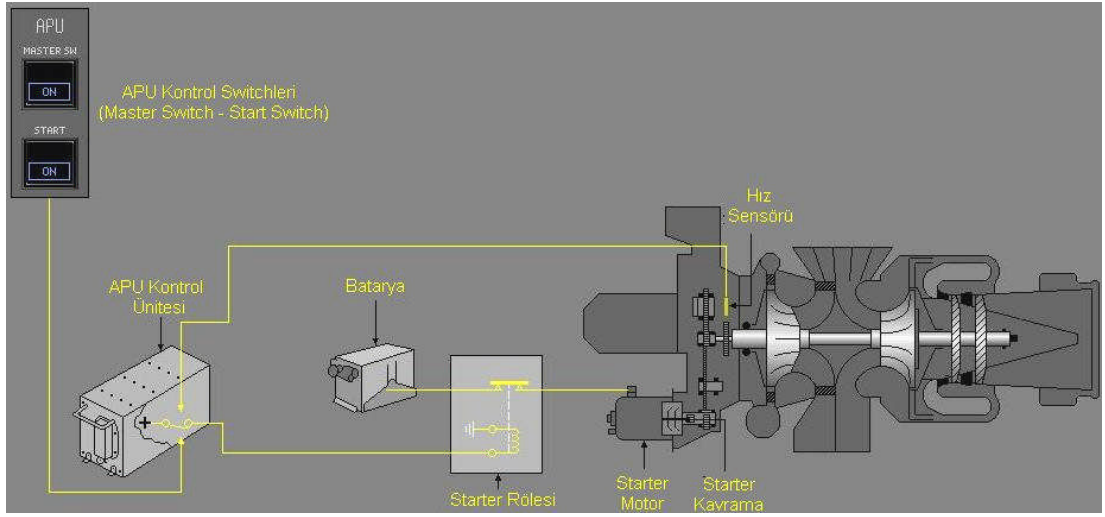
- Uçağın kuyruk kısmındadır.
- Start sinyallerini alarak start rolesini kapatır ( Devreyi açar. ).

APU start rölesi;

- Genellikle elektronik ekipman kompartımanındadır.
- Starter uçak bataryasından elektriksel güce ihtiyaç duyduğu sürece APU kontrol ünitesi tarafından role kapalı tutulur.

APU start sistemi parçaları:

- APU kontrol switch'leri
- APU kontrol ünitesi
- APU starter motor
- Uçak bataryası
- APU starter kavraması
- APU starter rölesi



**Şekil 2.3: Elektrikli start sisteminin çalışma şeması**

APU starter switch'ine basıldığında;

- APU kontrol ünitesi starter rölesini enerjilendirir.
- Starter rölesi kapanır.
- Bataryadan alınan DC güç starter motorunu çalıştırmak için kullanılır.
- Starter motoru APU rotorunu çevirir.

Starter kesme hızında;

- APU kontrol ünitesi starter rölesini açar.
- APU starter motoru ile batarya arasındaki bağlantı kesilir.
- APU starter desteği olmadan devir kazanmaya devam eder.

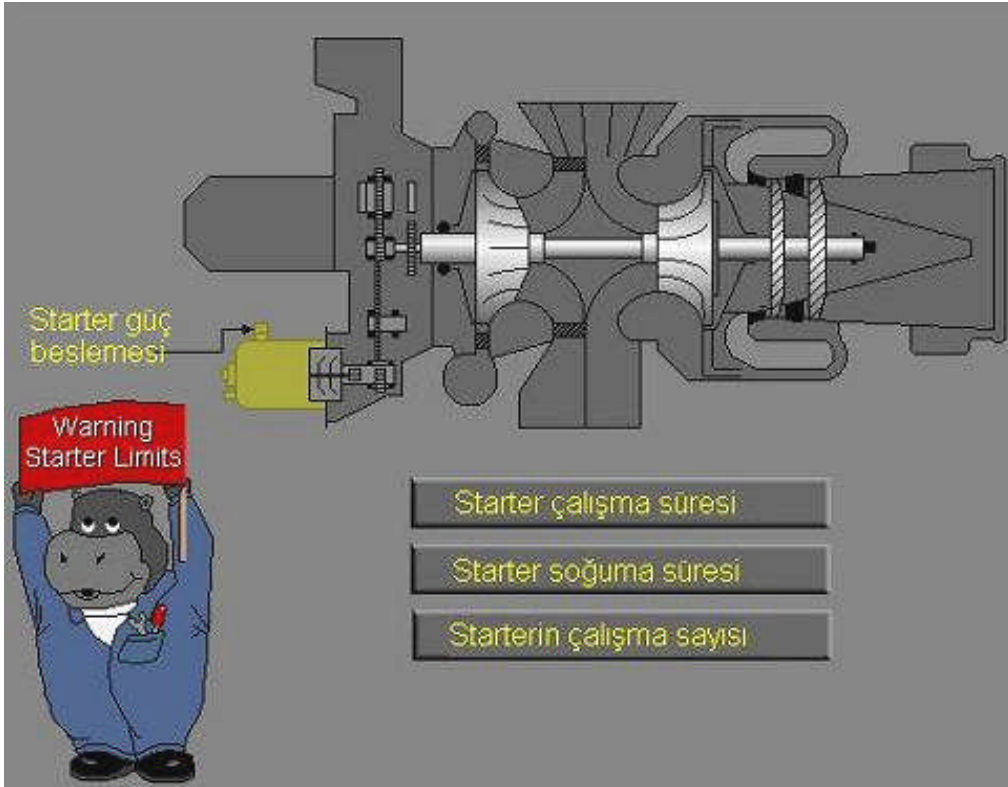
### 2.3. Starter Motorunun Çalışma Limitleri

Çalışması sırasında yüksek sıcaklıklar olduğundan, starter'in çalışması limitlidir. Bu limitlere daima uyulur.

Starter'in çalışması ile ilgili limit konulmuş süreçler aşağıda verilmiştir.

- Starter çalışma süresi (duty time)
- Starter soğutma süresi (cool down time)
- Starterin arka arkaya çalışma sayısı (duty cycle)

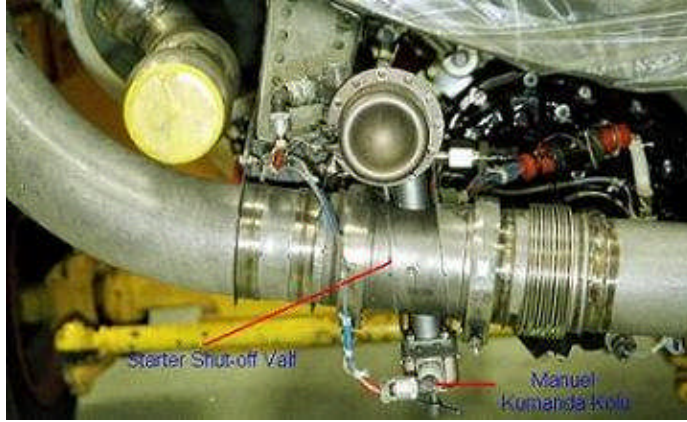




Şekil 2.4: Starter motorun çalışma limitleri

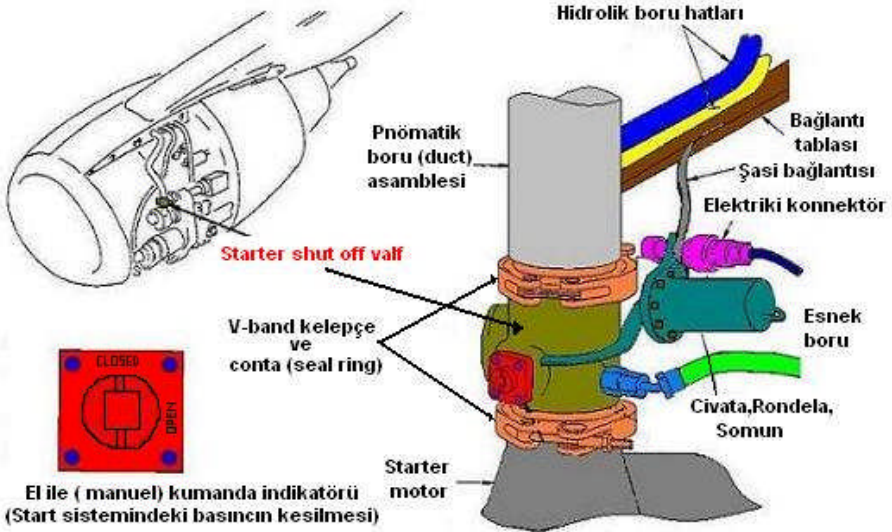
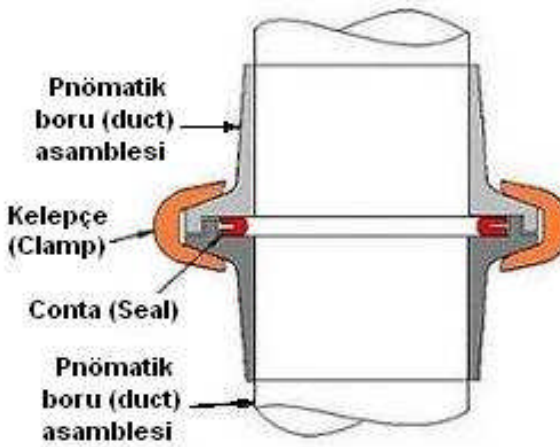
## UYGULAMA FAALİYETİ

Starter shut -off valfinin sökülmesi işlemini yapınız.



**Starter Shut-off valf**

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Söküm yapılacak motora ait, motor start valfi (engine start valve) elektrik kesme panelinden açınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Boeing 737 uçaklarda motor start valfi (engine start valve) akım kesicisi, kokpitteki elektrik kesme panelindedir (P6-2 paneli).</li><li>➤ Elektrik kesme panelindeki motor start valfi (engine start valve) akım kesicisi üzerine, kapatma (do-not-close) yazan uyarıcı levha takınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Bleed isolation valve switch'i kapalı (OFF) konuma getiriniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Boeing 737 uçaklarda bleed isolation valve switch'i kokpitte P5-10 panelindedir.</li><li>➤ Motor-1'in starter shut off valfi sökülüyorsa P5-10 paneli üzerindeki Bleed APU switch'ini kapalı (OFF) konuma getiriniz.</li><li>➤ Motor-2'nin starter shut-off valfi sökülüyorsa pnömatik yer kaynağını (ground card) sökünüz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Sol motor kaplaması (cowls) ve acces panellerini açınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Motor kaplaması (cowls) üzerindeki kilit mandallarını kullanınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Motor kaplamasını (cowls) tam açık duruma getiriniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Motor kaplaması (cowls) üzerindeki rod bağlantısını kullanınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Elektrik konnektör bağlantılarını starter shut off valften sökünüz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Elektrik konnektörün ucuna koruyucu kapak takınız.</li></ul>

<p>➤ Basınç hissetme portlu starter shut off valflerde port üzerinden esnek boruyu sökünüz.</p>	<p>➤ Port ve esnek borunun uçlarını tapa ile kapatınız.</p>
 <p style="text-align: center;"><b>Starter shut off valf yerleşim şeması</b></p>	
<p>➤ Starter shut-off valfi ile bağlantı tablası arasındaki şasi kablosunu sökünüz.</p>	<p>➤ Şasi kablosunun civata, rondela ve somun bağlantılarını sökünüz.</p>
<p>➤ Starter shut-off valfin, pnömatik boru (duct) ve starter motor ile bağlantısını sökünüz.</p>	<p>➤ V- band tip kelepçeyi sökünüz.</p>
 <p style="text-align: center;"><b>Starter shut off valfin pnömatik boruya, V- Band kelepçe ve conta ile bağlantısı</b></p>	
<p>➤ Contaları sökünüz.</p>	<p>➤ Montaj işlemi için contaları koruyunuz.</p>

➤ Pnömatik boru (duct) ve starter hava giriş kısımlarına kapak taktınız.	➤ Pnömatik boru (duct) ve starter'e yabancı cisim (toz, pislik vb.) girmesini önleyiniz.
--	--

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Söküm yapılacak motora ait motor start valfi (engine start valve) elektrik kesme panelinden açıp üzerine kapatma (do-not-close) yazan uyarıcı levha taktınız mı?		
2. Cockpitteki panelden (P5-10 paneli) bleed isolation valve switch'ini kapalı (OFF) konuma getirdiniz mi?		
3. Sol motor kaplaması (cowls) ve acces panellerini kaplama üzerindeki kilit mandallarından açtınız mı?		
4. Motor kaplamasını (cowls) rod ile destekleyerek tam açık duruma getirdiniz mi?		
5. Elektrik konnektör bağlantılarını starter shut off valften söküp ucuna koruyucu kapak taktınız mı?		
6. Basınç hissetme portlu starter shut off valflerde port üzerinden esnek boruyu söküp uçlarını tapa ile kapattınız mı?		
7. Starter shut off valfi ile bağlantı tablası arasındaki şasi kablosunu söktünüz mü?		
8. Starter shut off valfin, pnömatik boru (duct) ve starter motor ile bağlantısını sağlayan V- band kelepçeyi söktünüz mü?		
9. Contaları söküp montaj işlemi için korumaya aldınız mı?		
10. Pnömatik boru (duct) ve starter hava giriş kısımlarına yabancı cisim (toz, pislik vb.) girmesini önlemek için kapak taktınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

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

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi pnömatik start sisteminin ana komponentlerinden değildir?  
A) Pnömatik starter motor  
B) Kokpit kumandaları  
C) DC motor  
D) Starter duct
2. Starter duct'tan pnömatik starter gelen havanın akışını düzenleyen parça aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Motor bleed valf  
B) Precooler kontrol valf  
C) Selektör valf  
D) Shut off valf
3. Starter shut off valfin çalışma şekli aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Elektrik kontrollü, hava basıncı ile pnömatik olarak çalışır.  
B) Kokpitten kumandası yoktur, hava basıncı ile pnömatik olarak çalışır.  
C) Kokpitten kumanda sinyali alınca shut off valfin solenoidi valf kelebeğini hemen açar.  
D) Kokpitten kumandası yoktur ve shut off valf daima açıktır.
4. Aşağıdakilerden hangisi starter shut off valfin komponentlerinden değildir?  
A) Valf silindiri  
B) Solenoid  
C) Valf kelebeği  
D) Valf actuatörü
5. Aşağıdakilerden hangisi APU start sisteminin komponentlerinden değildir?  
A) APU kontrol ünitesi  
B) Uçak bataryası  
C) APU shut off valf  
D) APU starter rölesi
6. Aşağıdakilerden hangisi starter motorun çalışma limitlerinden değildir?  
A) Starter çalışma süresi  
B) Starter soğutma süresi  
C) Starterin arka arkaya çalışma sayısı  
D) Starterin ateşleme sayısı

7. Kokpitteki APU kumanda panelinden master switch'e basıldığında aşağıdakilerden hangisi gerçekleşmez?
- A) APU kontrol ünitesi için elektriksel güç sağlanır.
  - B) Starter motoru APU rotorunu çevirir.
  - C) APU shut off valfi kapanır.
  - D) APU giriş kapısı açılır.
8. Starter motorun çalıştırılması için elektriksel güç kaynağı aşağıdakilerden hangisidir?
- A) APU kontrol ünitesi
  - B) Uçak bataryası
  - C) Motor kontrol ünitesi
  - D) APU start rölesi

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Atölye ortamı sağlandığında, bakım dokümanlarında (AMM) belirtilen kurallara uygun olarak dişli kutusu ve parçalarını kontrol edebileceksiniz.

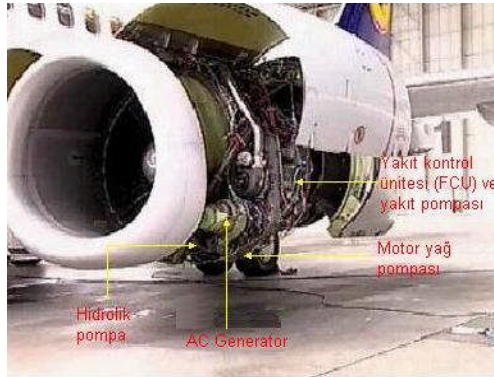
## ARAŞTIRMA

- Uçak motoru üzerindeki dişli kutusunun görevleri nelerdir? Dişli kutusunun ana komponentleri nelerdir? Aksesuar dişli kutusu üzerinden hareket alan üniteler hangileridir? Aksesuar ünitelerinin, aksesuar dişli kutusuna bağlantı şekilleri nelerdir? Araştırınız?

## 3. İLK HAREKET “STARTING” SİSTEMLERİ DİŞLİ KUTULARI

Dişli kutusu (gearbox) fonksiyonlarını şu şekilde açıklayabiliriz:

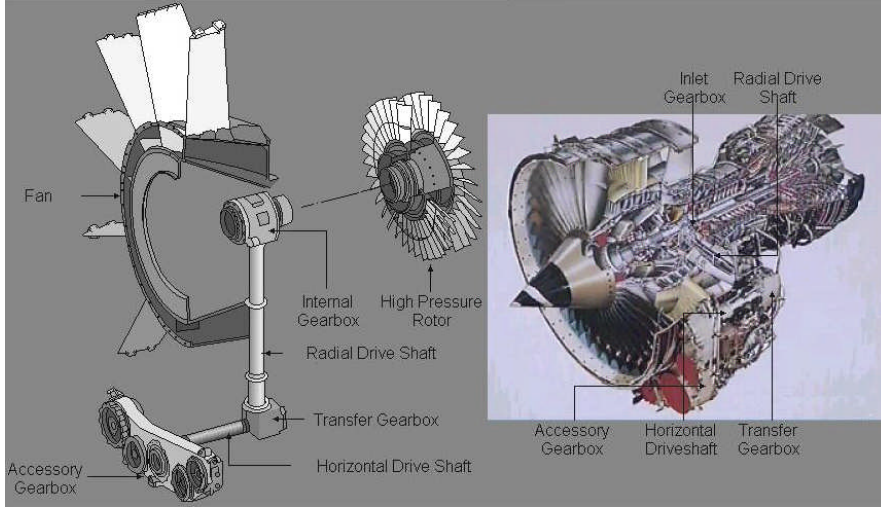
- Uçağın elektrik ve hidrolik sistemlerin güç kaynağıdır.
- Motorun emniyetli ve verimli çalışmasını sağlayan pompaların ve kumanda sistemlerinin tahrik edilmeleri yine dişli kutusu üzerinde olur.
- Dişli kutusu vasıtası ile yüksek thrust'lı motorların thrust sisteminden 400 Kw'a kadar tork iletimi mümkün olur.



**Resim 3.1: Uçak motoru üzerinde dişli kutusuna bağlı olan komponentler**

Motor rotorundan haricî aksesuar ünitelerine, dönü 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 - Accesory Gear Box



**Resim 3.2: Dişli kutusunu oluşturan komponentler**

Birçok motorda, ‘accesory gear box’, fan case üzerinde alt kısımda veya yan tarafta bulunur. Bu uygulamada,

Fan kaportaları açılarak dişli kutusu ve üzerindeki komponentlere kolaylıkla ulaşılır. Yere yakın olması çalışma kolaylığı sağlar. Tek dezavantaj motorun ön bölge alanının artmasıdır.

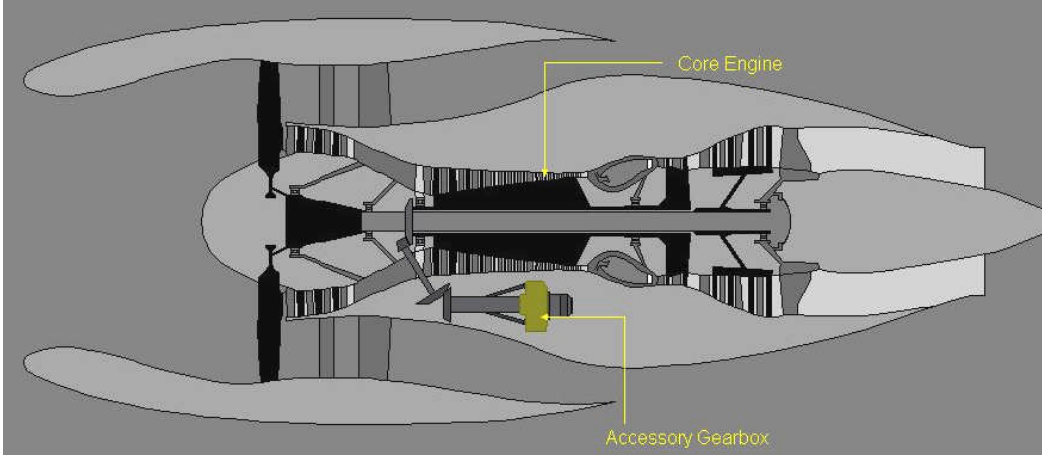


**Resim 3.3: Aksesuar dişli kutusunun uçak motorundaki yeri**

Bazı büyük motorlarda ‘accesory gear box’ core modülünde bulunur. Bu uygulamada;

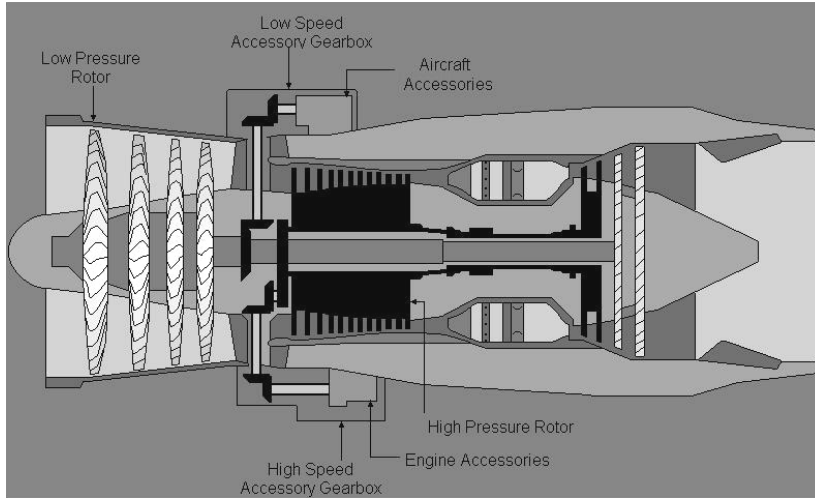
- Motorda daha küçük ön bölge alanı sağlanmış olur.
- Çalışma zorluğu yanında bölgeye ulaşmak için her defasında çok ağır olan thrust reserver kaportalarının açılması gerekir.





**Şekil 3.1: Core engine kısmına yerleştirilmiş aksesuar dişli kutusu**

Uygulamada bazı motorlarda iki adet ‘accessory gear box’ kullanılır. “High speed gear box” hareketini HPC rotordan alır ve motorla ilgili tüm aksesuarlar bu dişli kutusu üzerindedir. “Low speed gear box” hareketini LPC rotordan alır ve uçakla ilgili tüm aksesuarlar bu dişli kutusu üzerindedir.

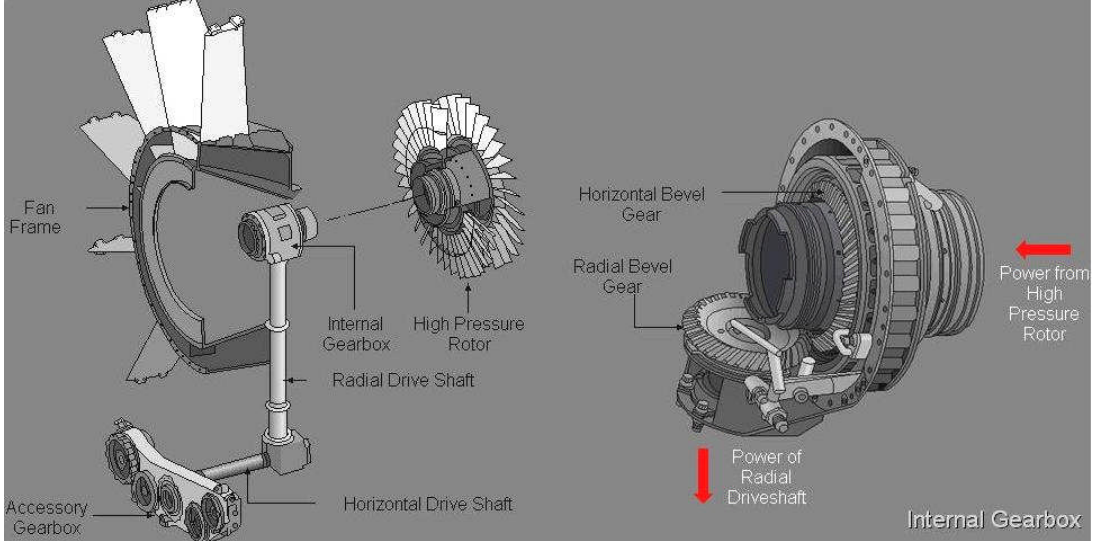


**Şekil 3.2: Alçak hız ve yüksek hız dişli kutularının motor şaftlarından güç iletimi şeması**

Motorun start kabiliyetini yükselten, ancak motora fazladan ağırlık getiren bu sistemin kullanıldığı motor sayısı çok azdır.

İç dişli kutusu (internal gearbox), motor rotor şaftından radyal tahrik şaftına (radial drive shaft) güç transfer ederek dişli kutusunun çalışmasını sağlar. Fan frame içindeki HP rotorunun sonundadır. Hat bakımları için açılmaz. Sadece motor söküldüğünde bakımı yapılabilir.

- Ana komponentleri şunlardır:
  - Gövde
  - Dikey konik dişli
  - Yatay konik dişli



**Şekil 3.3: İç dişli kutusu ve ana komponentleri**

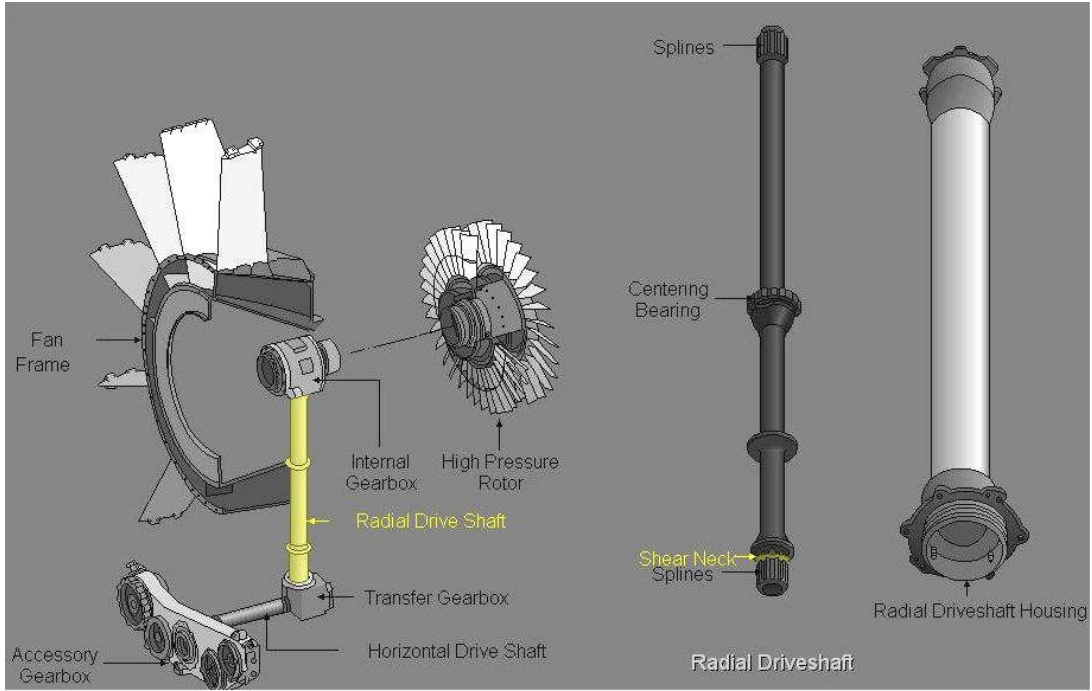
Yüksek basınç rotörü ( HP rotor ), dikey konik dişliyi tahrik eden yatay konik dişlisine güç sağlar. Dikey konik dişlisi, yüksek basınç rotor şaftından daha hızlı dönen radyal konik şaftını döndürür.

Dişli kutularındaki, tahrik şaftı gücü iç dişli kutusundan (internal gearbox) aksesuar dişli kutusuna (accessory gearbox) iki çeşit tahrik şaftı ile iletir. Bunlar;

- Radyal tahrik şaftı (radial drive shaft),
- Yatay tahrik şaftıdır (horizontal drive shaft).

Radyal tahrik şaftı (radial drive shaft);

- Gücü, iç dişli kutusundan (IGB – internal gearbox) transfer dişli kutusuna (TGB – transfer gearbox) iletir.
- Şaftın hareket iletimi, fan frame içindeki radyal tahrik şaftı gövdesinin içinden olur.



**Şekil 3.4: Radyal tahrik şaftın güç iletimi ve kısımları**

Yüksek by pass motorlarda;

- Radyal tahrik şaftı daha uzundur.
- Vibrasyonu önlemek için merkez yatak (centering bearing) bulunur.
- 25000 RPM'den daha yüksek hızlarda çalışabilir.

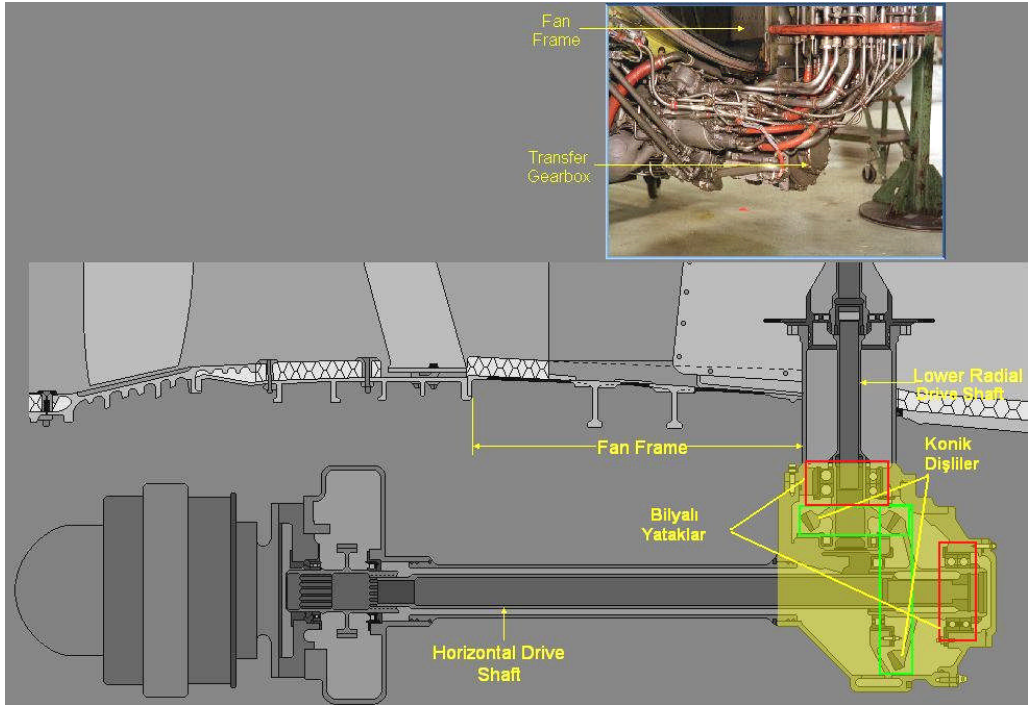
Tahrik şaftları, konik dişli ile tahrik şaftı arasında tork iletimini sağlayan dişlilere sahiptir.

Transfer dişli kutusu (transfer gearbox)

- Radyal tahrik şaftının (radial drive shaft) sonunda fan frame'in altındadır.
- Gücü, radyal tahrik şaftından yatay tahrik şaftına (horizontal drive shaft) iletir.
- Konik dişlilere sahiptir. Yataklar ile dişli kutusu gövdesine bağlanmıştır. Transfer dişli kutusu içindeki konik dişliler bilyalı ve masuralı tip yataklar ile desteklenmiştir.

Yatay tahrik şaftı

- Transfer dişli kutusundan (transfer gearbox) aksesuar dişli kutusuna (accessory gearbox) güç iletir.
- Transfer dişli kutusu ile aksesuar dişli kutusu arasındadır.



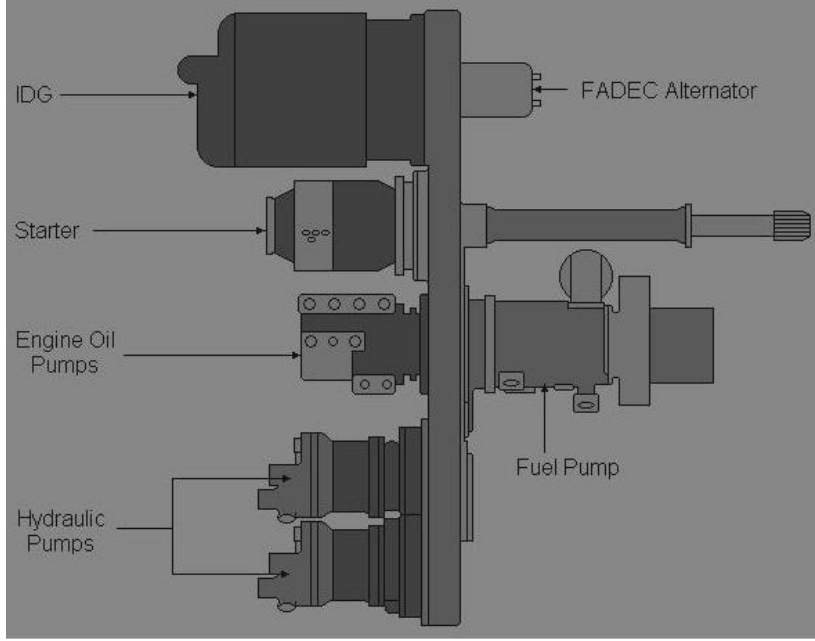
**Şekil 3.5: Transfer dişli kutusunun motor üzerindeki yeri ve güç iletim şeması**

Aksesuar dişli kutusu (accessory gearbox)

- Bütün aksesuar ünitelerine hareket iletimi sağlar.
- Aksesuar ünitesi üzerinden hareket alan komponentler, aksesuar dişli kutusunun ön ve arka kısmında bulunan bağlantı flanşlarından hareketini alır.

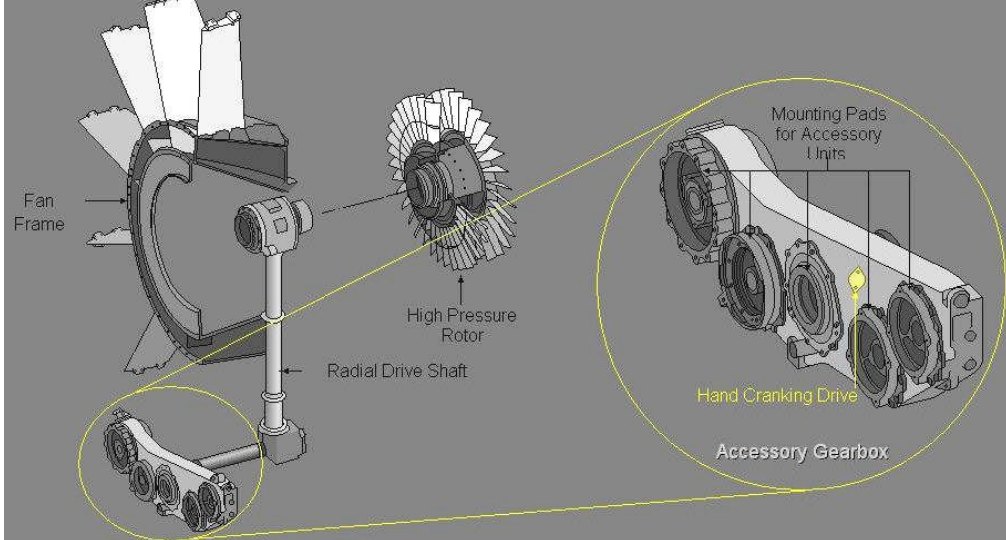
Aksesuar dişli kutusu üzerindeki üniteler şunlardır:

- Motor starter
- AC generator
- Motor yağ pompası
- Hidrolik pompalar
- Ana yakıt pompası (main fuel pump) ve yakıt kontrol ünitesi (fuel control unit)
- FADEC alternatör



**Şekil 3.6: Aksesuar dişli kutusundan hareketini alan üniteler**

Aksesuar dişli kutusu yüzeyi üzerinde aksesuar üniteleri için bağlantı yerleri ve el ile dişli kutusunun hareketinin sağlanması için kol bağlantı yeri bulunur (Bazı motorlarda el ile dişli kutusunun hareketinin sağlanması için kol bağlantısı transfer dişli kutusundadır.). Bu kol HP rotorunu el ile çevirmek için kullanılır.



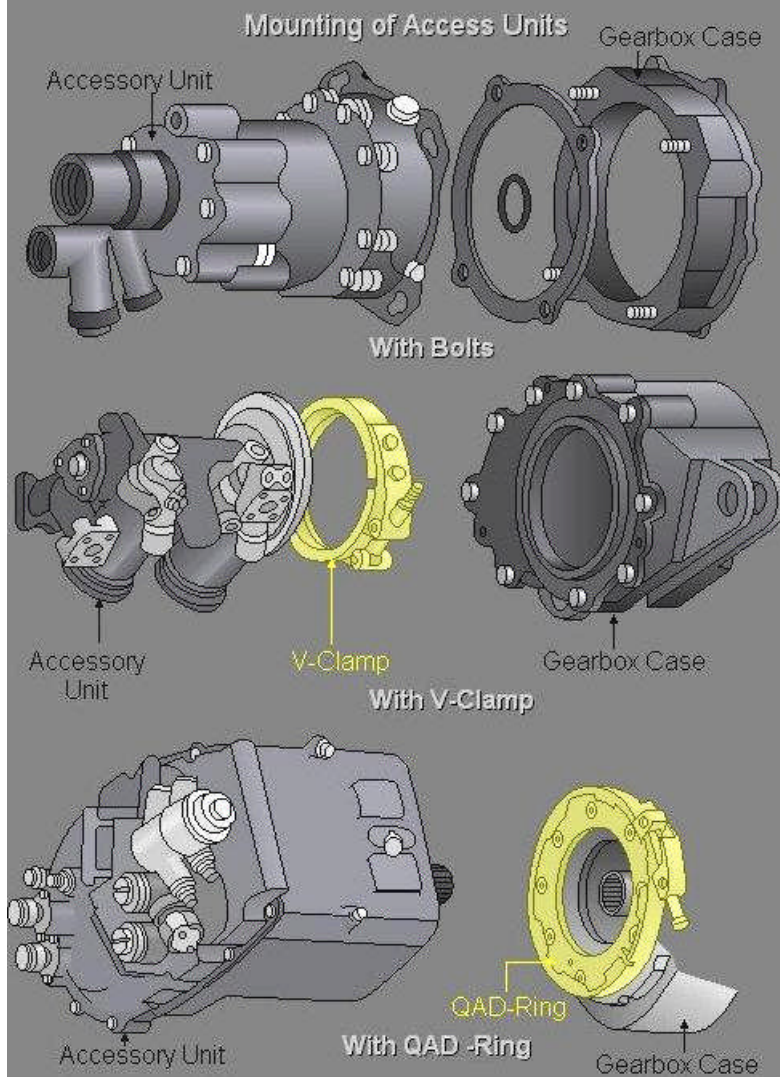
**Şekil 3.7: Aksesuar dişli kutusundan hareket alan ünitelerin bağlantı yerleri**

Aksesuar üniteleri aksesuar dişli kutusuna 3 şekilde bağlanır:

- Cıvata ile ( bolted )
- V kelepçe ile ( V – clamp )

➤ QAD – ring ile

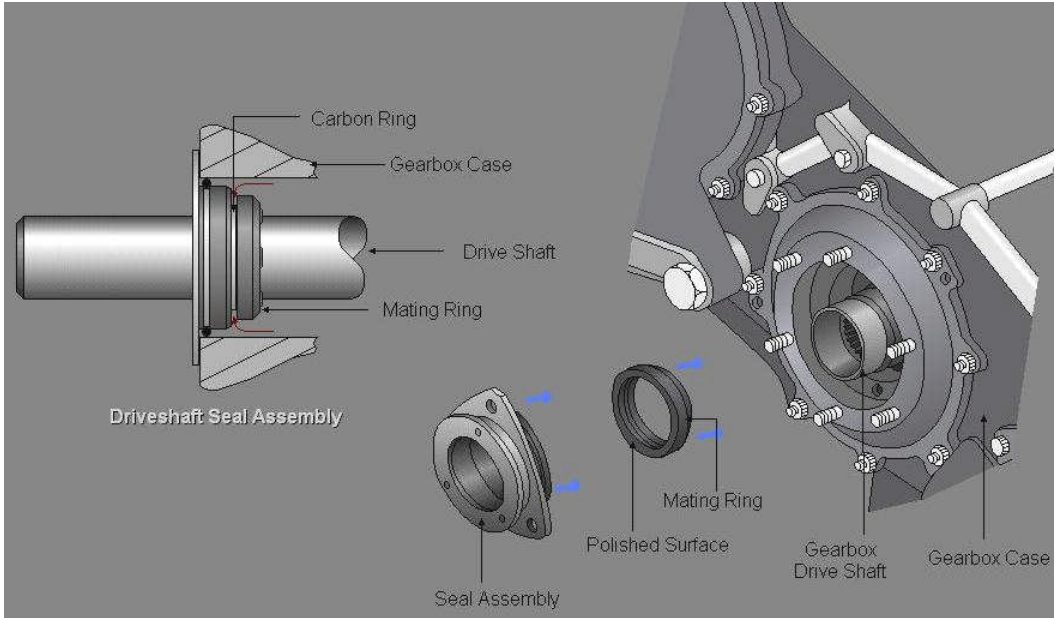
QAD – ring ve V – kelepçe aksesuar ünitelerinin çabuk ve kolay sökülüp takılmasını sağlar.



**Şekil 3.8: Aksesuar üniteleri bağlantıları ( civatalar, V- kelepçe, QAD-ring )**

Conta (seal assembly), dişli kutusu şaftı ile dişli kutusu gövdesi arasındaki motor yağ kaçağını önler. Bu kısımda motor yağ kaçağını önlemek için karbon conta (carbon seal) ve keçe (mating ring) kullanılır.

Karbon conta (carbon seal), dişli kutusu gövdesi içine yerleştirilmiştir. Karbon halka (ring) ile conta asamblesinden oluşur. Keçe (mating ring), tahrik şaftı ile beraber döner.

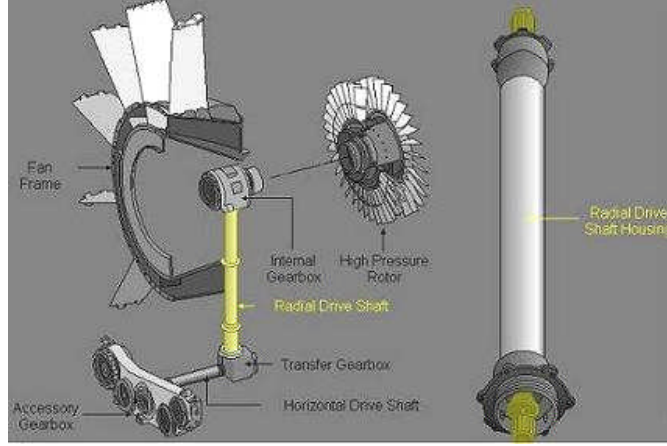


**Şekil 3.9: Keçe (mating ring) ve conta (seal assembly) dişli kutusuna bağlantısı**

Dişli kutusunun yağ kaçağını önlemek için keçe (mating ring) ve conta (seal) asamblesi şafta takılıp dişli kutusu üzerine civata ile bağlanmıştır.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Radyal tahrik şaftının (radial drive shaft) söküm işlemini yapınız.



**Radyal tahrik şaftın dişli kutusundaki yeri ve güç iletimi**

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Atölye ve çalışanlar için emniyet tedbirlerini alınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Atölye havalandırma sistemini çalıştırınız.</li><li>➤ Yakınıınızda yangın söndürme cihazları bulundurunuz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Uçak ve çalışanlar için gerekli emniyet tedbirlerini alınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ İniş takımlarının (ana ve burun iniş takımı) kapanmaması için emniyet pimlerini takınız.</li><li>➤ Uçak tekerleklerine takozlarını koyunuz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Motor kaplaması (cowls) ve acces panellerini açınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Motor kaplaması (cowls) üzerindeki kilit mandallarını kullanınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Motor kaplamasını (cowls) tam açık duruma getiriniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Motor kaplaması (cowls) üzerindeki rod bağlantısını kullanınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Transfer dişli kutusunu sökünüz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Uçak bakım el kitabındaki (AMM) prosedürü uygulayınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Radyal tahrik şaftını sökünüz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Radyal tahrik şaftını sökerken çektirme kullanınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Radyal tahrik şaftını koruma tüpünün içine yerleştiriniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Radyal tahrik şaftındaki dişlilerinin tahribatını önleyiniz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Radyal tahrik şaftının portlarını tapa ile kapatınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Radyal tahrik şaftı portuna yabancı cisim (toz, pislik vb.) girmesini önleyiniz.</li></ul>



## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Atölye ve çalışanlar için emniyet tedbirlerini aldınız mı?		
2. Uçak ve çalışanlar için gerekli emniyet tedbirlerini aldınız mı?		
3. Radyal tahrik shaftın sökülmesi işleminde uçak bakım el kitabındaki (AMM) prosedürü uyguladınız mı?		
4. Motor kaplaması (cowls) ve acces panellerini açtınız mı?		
5. Motor kaplamasını (cowls) tam açık duruma getirdiniz mi?		
6. Transfer dişli kutusunu söktünüz mü?		
7. Radyal tahrik shaftını çektirme kullanarak söktünüz mü?		
8. Radyal tahrik shaftını koruma tüpünün içine yerleştirdiniz mi?		
9. Radyal tahrik shaftının portlarını yabancı cisim (toz, pislik vb.) girmesini önlemek için tapa ile kapattınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

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

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Dişli kutuları, uçağın elektrik ve hidrolik sistemlerinin güç kaynağıdır.
2. ( ) Aksesuar dişli kutusundan, transfer dişli kutusuna hareket dikey drive şaft ile iletilir.
3. ( ) Alçak hız dişli kutusu (low speed gear box) hareketini yüksek basınç kompresöründen (HPC-high pressure compresör) alır.
4. ( ) Transfer dişli kutusu, aksesuar dişli kutusundan aldığı hareketi iç (internal) dişli kutusuna iletir.
5. ( ) Starter motorun kompresör rotorunu hareketlendirmesi dişli kutusu (AGB-accessory gear box) üzerinden olur.
6. ( ) İki tane dişli kutusu olan büyük motorlarda, motor aksesuarları hareketlerini düşük hız dişli kutusundan alır.
7. ( ) Büyük motorlarda aksesuar dişli kutusu (AGB), motorun core modülünde bulunur.
8. ( ) Birçok motorda aksesuar dişli kutusu ve üzerindeki komponentlere ulaşabilmek için motorun fan kaportalarının açılması gerekir.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-4

## AMAÇ

Atölye ortamı sağlandığında, bakım dokümanlarında (AMM) belirtilen kurallara uygun olarak uçaktaki ilk hareket (starting) sistemlerinden starterin bağlantılarını yaparak motor üzerindeki yerine takabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Starteri motor üzerindeki yerine takarken kullanılan ekipmanlar nelerdir? Aksesuar dişli kutusu üzerindeki kılavuz pimlerin görevi nedir? Araştırınız.

## 4. STARTER'İN MOTORA TAKILMASI

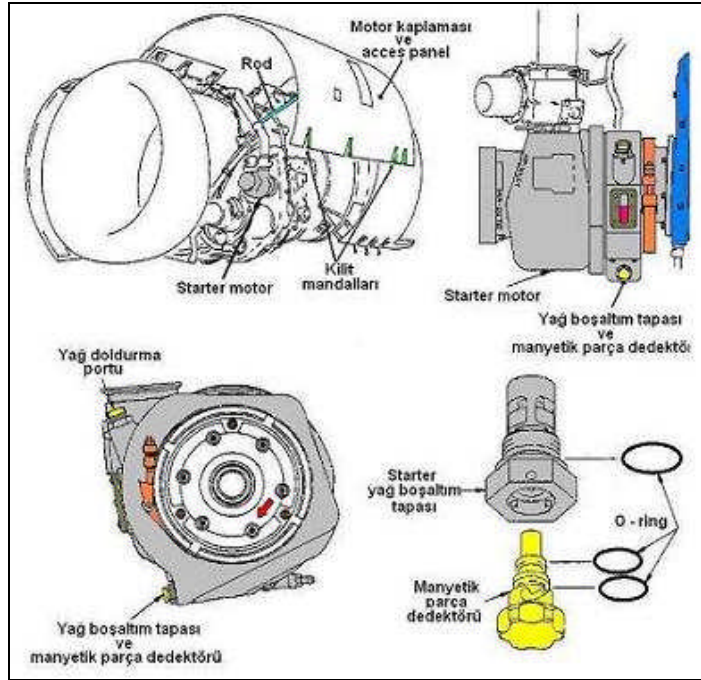
### 4.1. Starter'in (Pnömatik Tip) Bakım ve Kontrolü

Starter motor, aşırı yağ kaçağı ve manyetik prop üzerine yapışmış olan metal parçalarından dolayı bakım ve kontrolleri yapılmış olmalıdır. Starter, servis dışı olmadıkça yağ kaçağı ve manyetik prop kontrolü, starter'in sökülmesini gerekli kılmadıkça sökölme işlemi yapılmaz.

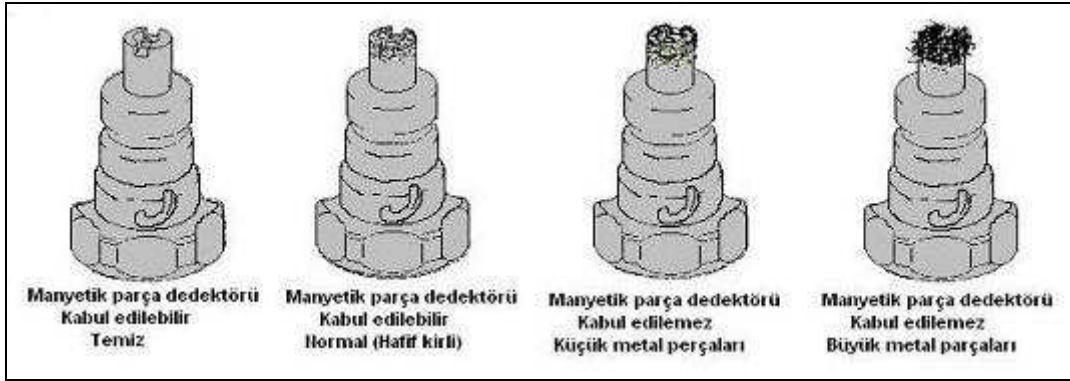
Starter motorun bakım ve kontrolü için boşaltma tapası üzerindeki manyetik parça dedektörünü sökünüz. Boşaltma tapası üzerindeki "check valf" starter'den yağ kaçağı olmadan manyetik parça dedektörünün sökölmesine izin verir.

Manyetik parça dedektörü üzerinde kirlilik tipini ve miktarını kontrol ediniz. Karbon ve pislik manyetik parça dedektörünün uç kısmındaki prop üzerinde metal parçacıklar ile birlikte kalıp hâlinde olabilir.

Manyetik parça dedektörün üzerinde muhafaza ettiği kirliliği temizleyiniz ve büyüteç ile metal kirliliğini muayene ediniz. Prop üzerindeki büyük metal parçacıklar 0,10 inch' den (2,54 mm) daha büyük ise starter'in iç ekipmanlarında arızaya neden olur ve starter'in sökölmesi gerekir.



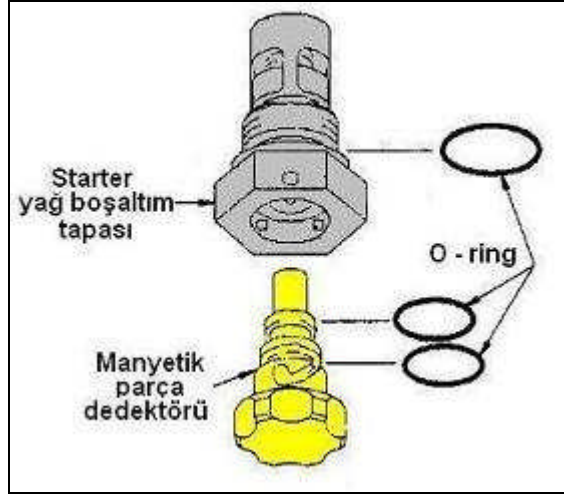
**Şekil 4.1: Pnömatik starter yağ servis elemanları ve yerleşimi**



**Şekil 4.2: Manyetik parça dedektörü kirlilik tipi ve miktarı**

Eğer manyetik parça dedektörü ucundaki prop üzerinde kirlilik az ve starter motor iç ekipmanlarına hasar vermeyecek büyüklükte ise starter'in sökülmesine gerek yoktur.

Manyetik parça dedektörü üzerindeki eski O-ringleri yenisi ile değiştirerek yağlayınız ve boşaltma tapasındaki yerine takınız. Boşaltma tapası etrafında yağ kaçağı varsa tapayı sökerek O- ring contasını yenisi ile değiştiriniz.



**Şekil 4.3: Yağ boşaltım tapası ve manyetik parça dedektöründeki O – ring contalar**

Starter motor yağ seviyesini gövde üzerindeki görsel indikasyondan kontrol ediniz. Yağ eksikse doldurma tapasını açarak yağ seviyesini tamamlayınız. Starter dış yüzeyi etrafındaki aşırı yağ kaçağı giderilmiş ise starteri yerine takınız.

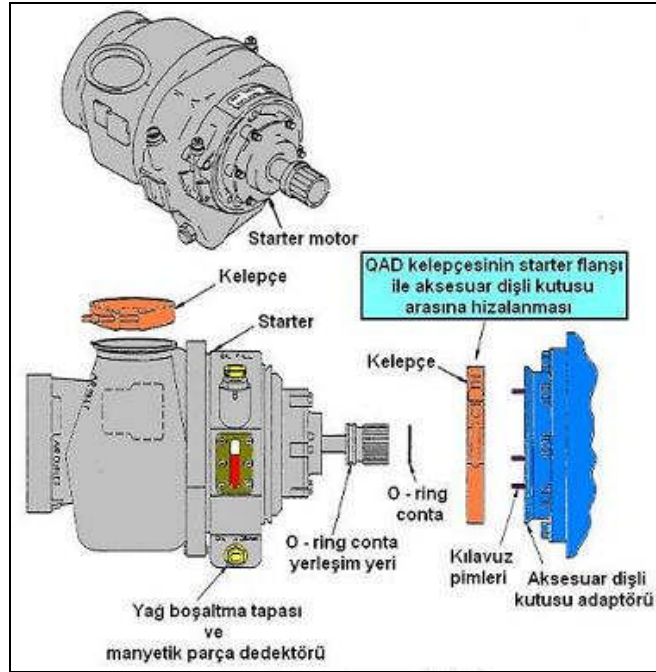
## **4.2. Starterin (Pnömatik Tip) Motora Takılması**

Bakım ve kontrolleri yapılmış starteri motordaki yerine takabilmemiz için kilit mandalları ile motor kaplaması (cowls) ve giriş (access) panelleri açılmalıdır. Rod bağlantısı ile motor kaplaması (cowls) tam açık pozisyonda sabitlenmelidir.

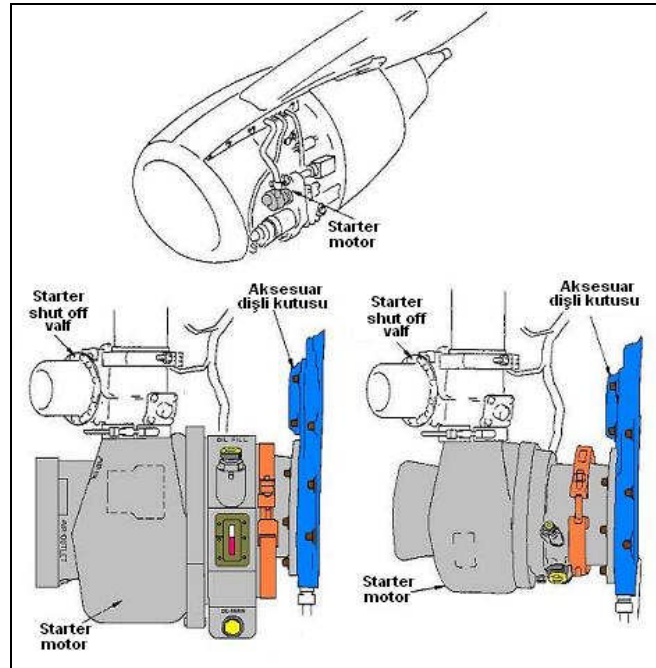
Starter motorun hareket iletimini, aksesuar dişli kutusu üzerinden yapar. Starter motor, aksesuar dişli kutusu üzerindeki yerine takılırken dişli kutusu adaptörü ve starter motor tahrik dişlilerinin temiz olduğundan emin olunuz. Starter motor aksesuar dişli kutusu üzerinden söküldükten sonra adaptör üzerine kapak takılmalıdır. Kapak aksesuar dişli kutusu içine yabancı cisimlerin (toz, pislik vb.) girmesini önleyecektir.

Starter motoru takmadan önce tahrik dişlilerinin temiz olduğundan emin olunuz. Çünkü bu durum starterin çalışma sırasında motordan starter tahrik şaftına yağ kaçağı olmasına neden olacaktır. Starterin bakımlarında tahrik şaftının üzerindeki O-ringleri yenisi ile değiştirilmeli ve yağlanarak yerine takılmalıdır.

Starter’i takarken bağlantı kelepçesinin, starter flanşı ile aksesuar dişli kutusu arasında olması gerekir. Starter, dişli kutusu adaptörü üzerindeki kılavuz pimlerine hizalanarak takılmalıdır. Starterin ağırlığı tahrik şaftı üzerinde olursa, starterin iç ekipmanları hasarlanabilir.



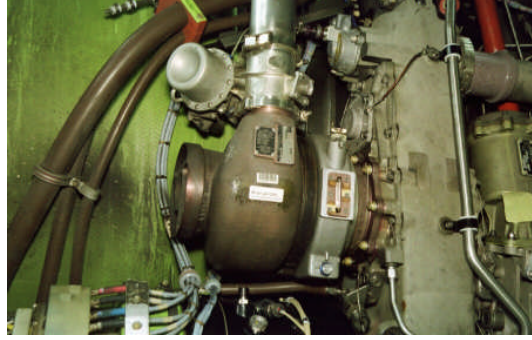
Şekil 4.4: Pnömatik starterin aksesuar dişli kutusuna takılması



Şekil 4.5: Pnömatik starterin, aksesuar dişli kutusu ve starter shut off valf ile bağlantısı

## UYGULAMA FAALİYETİ

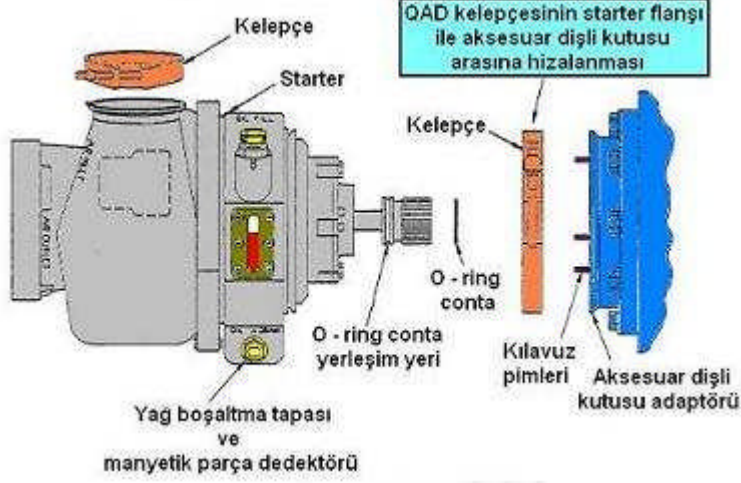
Starter'in (pnömatik tip) motora takılması işlemini yapınız.



Motor üzerindeki aksesuar dişli kutusuna takılmış pnömatik starter

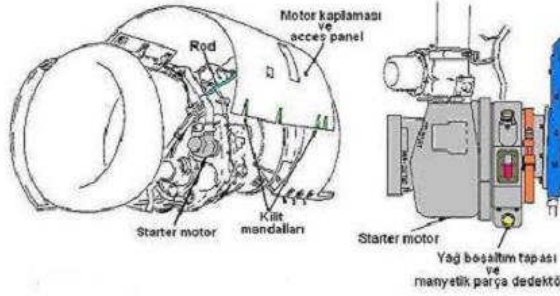
İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Atölye ve çalışanlar için emniyet tedbirlerini alınınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Atölye havalandırma sistemini çalıştırınız.</li><li>➤ Yakınıınızda yangın söndürme cihazları bulundurunuz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Uçak ve çalışanlar için gerekli emniyet tedbirlerini alınınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ İniş takımlarının (ana ve burun iniş takımı) kapanmaması için emniyet pimlerini takınız.</li><li>➤ Uçak tekerleklerine takozlarını koyunuz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kokpitteki motor start sayfası üzerindeki motor çalıştırma switch'lerini kapatınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kokpitteki motor start sayfası üzerinde;<ul style="list-style-type: none"><li>• Engine master switch kapalı (OFF),</li><li>• Engine mode selektör (NORM) konumunda olmalıdır.</li></ul></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Motor kaplaması (cowls) ve acces panellerini açınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Motor kaplaması (cowls) üzerindeki kilit mandallarını kullanınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Motor kaplamasını (cowls) tam açık duruma getiriniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Motor kaplaması (cowls) üzerindeki rod bağlantısını kullanınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Aksesuar dişli kutusu adaptörü üzerindeki kapağı çıkartınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Aksesuar dişli kutusu adaptörü içindeki tahrik dişlilerinin temiz olduğundan emin olunuz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ O-ring'leri yağlayınız ve starter tahrik şaftına takınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ O-ring'lerin doğru yerlerinde ve dişlilerin temiz olduğundan emin olunuz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Bağlantı kelepçesini yerine hizalayınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Starter flanşı ile aksesuar dişli kutusu adaptörü arasındaki yerine hizalayınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Starter'i aksesuar dişli kutusu adaptörü üzerindeki kılavuz pimleri hizalayarak takınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Starter ağırlığının çıkış şaftı üzerine dayanmasına izin vermeyiniz. Starter iç ekipmanları hasar görebilir.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Starter ve dişli kutusu adaptör flanşı üzerindeki bağlantı kelepçesini</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Somunları tork anahtarı ile bakım el kitabındaki (AMM) tork değerine göre</li></ul>

yerleştirip somunları sıkınız.	sıkınız.
➤ Starter'ın ön taşıyıcısında bağlı olan generatör besleyici bağlantılarını takınız.	➤ Generatör bağlantı kelepçesinin somun, rondela ve civatasını takınız.



**Pnömatik starterin, aksesuar dişli kutusuna hizalanarak (kılavuz pimler) takılması**

➤ Starter'in yağı eksik ise yağ seviye göstergesine bakarak yağ doldurunuz.	➤ Starter'in yağ seviyesini kontrol ediniz.
➤ Starter shut off valfinin, starterle olan bağlantısını yapınız.	➤ Uçak bakım el kitabındaki (AMM) prosedürü uygulayınız.



**Uçak motoruna takılmış starterin yağ seviyesinin kontrolü**



## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına ( X ) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Atölye ve çalışanlar için emniyet tedbirlerini aldınız mı?		
2. Uçak ve çalışanlar için gerekli emniyet tedbirlerini aldınız mı?		
3. Starterin (pnömatik tip) motordan sökülmesi işleminde uçak bakım el kitabındaki (AMM) prosedürü uyguladınız mı?		
4. Kokpitteki motor start sayfası üzerindeki motor çalıştırma switch'lerini kapattınız mı?		
5. Motor kaplaması (cowls) ve acces panellerini açtınız mı?		
6. Motor kaplamasını (cowls) tam açık duruma getirdiniz mi?		
7. Aksesuar dişli kutusu adaptörü üzerindeki kapağı çıkarttınız mı?		
8. O-ring'leri yağlayıp starter tahrik şaftına taktınız mı?		
9. Bağlantı kelepçesini, starter flanşı ile aksesuar dişli kutusu adaptörü arasındaki yerine hizaladınız mı?		
10.Starteri aksesuar dişli kutusu adaptörü üzerindeki kılavuz pimlerine hizalayarak taktınız mı?		
11.Starter ve dişli kutusu adaptör flanşı üzerindeki bağlantı kelepçesini yerleştirip somunları torkunda sıktınız mı?		
12.Starterin ön taşıyıcısında bağlı olan generatör besleyici bağlantı kelepçesini taktınız mı?		
13.Starterin yağı eksik ise yağ seviye göstergesine bakarak yağ doldurdunuz mu?		
14.Starter shut off valfinin, starterle olan bağlantısını yaptınız mı?		
15.Starter motorunu uçak bakım el kitabındaki (AMM) prosedürü uygulayarak test ettiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

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

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Starter yağının kirlilik kontrolü, yağ boşaltma tapası sökülerek yapılır.
2. ( ) Starterde manyetik parça dedektörü, yağ boşaltma tapasının üzerindedir.
3. ( ) Manyetik parça dedektörü üzerindeki metal parçalarının büyüklüğü, 0.10 inch'ten (2,54 mm) fazla ise starterin motordan sökülüp bakım ve kontrolünün yapılması gerekir.
4. ( ) Starter yağ kaçağını önlemek için yağ boşaltma tapasına fiber conta takılmalıdır.
5. ( ) Starter takılırken bağlantı kelepçesi, starter flanşı ile aksesuar dişli kutusu arasına hizalanmalıdır.
6. ( ) Starter üzerindeki bağlantılar bakım el kitabındaki (AMM) tork değerlerine uygun torkmetre ile sıkılarak yapılmalıdır.
7. ( ) Starter iç dişli kutusu adaptörü üzerindeki kılavuz pime hizalanarak takılır.
8. ( ) Starter aksesuar dişli kutusundan söküldükten sonra adaptör içine toz ve pisliğin girmesini önlemek için kapak takılmalıdır.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi aksesuar ünitelerini, aksesuar dişli kutusuna bağlayan birleştirme elemanı değildir?  
A) Civata  
B) V- kelepçe  
C) QAD ring  
D) O- ring
2. Aşağıdakilerden hangisi iç dişli kutusunun (internal gearbox) ana komponentlerinden değildir?  
A) Yatay tahrik şaftı  
B) Gövde  
C) Dikey konik şaftı  
D) Yatay konik dişli
3. Radyal tahrik şaftından aldığı gücü, yatay tahrik şaftına ileten dişli kutusu aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Aksesuar dişli kutusu  
B) İç dişli kutusu  
C) Transfer dişli kutusu  
D) Difransiyel dişli kutusu
4. Pnömatik tip starter motorun çalışması için duct'tan gelen havanın basıncı ile pnömatik olarak çalışan valf aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Check valf  
B) Starter shut off valf  
C) Precololer control valf  
D) Starter bleed valf
5. Aşağıdakilerden hangisi elektrikli start sisteminin komponentlerinden değildir?  
A) Pnömatik starter motor  
B) APU kontrol ünitesi  
C) Uçak bataryası  
D) APU start rölesi
6. Starterin motor üzerindeki yeri aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Redüksiyon dişli kutusu  
B) İç dişli kutusu  
C) Aksesuar dişli kutusu  
D) Transmisyon dişli kutusu

7. APU kontrol kumandalarından start switch'ine basıldığında aşağıdakilerden hangisi gerçekleşmez?
- A) APU kontrol ünitesi starter rölesini enerjilendirir.
  - B) Bataryadan alınan DC güç starter motorunu çalıştırır.
  - C) Starter motoru APU motorunu çevirir.
  - D) APU yakıt shut off valfi kapatır.
8. Yardımcı güç ünitelerindeki (APU) start sistemi aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Elektrikli tip
  - B) Pnömatik tip
  - C) Manyetik tip
  - D) Bendix tip

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

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

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

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

## ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Yanlış
4	Doğru
5	Doğru
6	Yanlış
7	Doğru
8	Doğru

## ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Yanlış
2	Doğru
3	Doğru
4	Yanlış
5	Doğru
6	Doğru
7	Yanlış
8	Doğru

## MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

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

## KAYNAKÇA

- **Boeing 737–300/400 Aircraft Maintenance Manuel (AMM)**, Boeing Company, USA, 2004.
- **Tevfik KIRMACI, Uçak Teknik Temel (Motor)**, THY Eğitim Merkezi, İstanbul, 2000.
- **ŞAHİN Kaya, Uçaklar ve Helikopterler**, İnkılap Kitabevi, İstanbul, 1999.
- **Jet Aircraft Maintenance Fundamentals**, Turkish Airlines, İstanbul, 2002.
- [www.b737.org.uk](http://www.b737.org.uk) (25.08.2011/ 11.00)