

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

UÇAK BAKIM

**YARDIMCI GÜÇ ÜNİTESİ (APU)
525MTO049**

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 | İİİ |
| GİRİŞ | 1 |
| ÖĞRENME FAALİYETİ-1 | 3 |
| 1. YARDIMCI GÜÇ ÜNİTESİNİN (APU) UÇAKTAN SÖKÜLMESİ | 3 |
| 1.1. Yardımcı Güç Ünitesinin (APU) Uçaklardaki Konumu | 3 |
| 1.2. Yardımcı Güç Ünitesi Giriş Kapağı | 4 |
| 1.3. Yardımcı Güç Ünitesi Vibrasyon Isolator'leri (Shock Mounts) | 5 |
| 1.4. Yardımcı Güç Ünitesinin (APU) Uçaktan Sökümü | 6 |
| UYGULAMA FAALİYETİ..... | 7 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME..... | 9 |
| ÖĞRENME FAALİYETİ-2..... | 10 |
| 2. YARDIMCI GÜÇ ÜNİTESİ (APU) KISIMLARI | 10 |
| 2.1. Yardımcı Güç Ünitesinin (APU-Auxiliary Power Unit)Tanıtımı | 10 |
| 2.2. Yardımcı Güç Ünitesinin Görevleri | 11 |
| 2.3. Uçaktaki Yardımcı Güç Ünitesi Bölümleri ve Bağlantıları | 12 |
| 2.3.1. Ekipman (Equipment) Bölümü | 13 |
| 2.3.2. Yardımcı Güç Ünitesi (APU) Bölümü | 15 |
| 2.3.3. Egzos Susturucu (Muffler) Bölümü | 19 |
| 2.4. Yardımcı Güç Ünitesi Üzerindeki Bağlantılar | 19 |
| 2.4.1. Bleed Hava Bağlantısı (Bleed Air Supply) | 19 |
| 2.4.2. Elektriksel güç bağlantıları (Electrical power supply) | 20 |
| 2.5. Yardımcı Güç Ünitesi Kontrolleri..... | 21 |
| 2.5.1. APU Çalıştırma, Durdurma ve Yükleme İşlemleri | 21 |
| UYGULAMA FAALİYETİ..... | 22 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME..... | 24 |
| ÖĞRENME-FAALİYETİ-3..... | 26 |
| 3. YARDIMCI GÜÇ ÜNİTESİ (APU) SİSTEMLERİ | 26 |
| 3.1. Yardımcı Güç Ünitesi Sistemleri | 26 |
| 3.1.1. Yakıt sistemi..... | 26 |
| 3.1.2. Yağlama Sistemi | 28 |
| 3.1.3. Hava Sistemi (Bleed Air System) | 32 |
| 3.1.4. Soğutma Sistemi (Cooling System) | 32 |
| 3.1.5. Ateşleme Sistemi..... | 33 |
| 3.1.6. Yangın İhbar ve Söndürme Sistemi | 34 |
| 3.1.7. Gösterge Sistemi | 35 |
| UYGULAMA FAALİYETİ..... | 37 |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME..... | 40 |
| ÖĞRENME FAALİYETİ-4 | 41 |
| 4. YARDIMCI GÜÇ ÜNİTESİNİ (APU) UÇAĞA TAKMAK | 41 |
| 4.1. Yardımcı Güç Ünitesinin Uçağa Takılması | 41 |
| UYGULAMA FAALİYETİ..... | 43 |

| | |
|-----------------------------|----|
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME..... | 45 |
| MODÜL DEĞERLENDİRME | 46 |
| CEVAP ANAHTARLARI..... | 48 |
| KAYNAKÇA | 50 |

AÇIKLAMALAR

| | |
|--|--|
| KOD | 525MTO049 |
| ALAN | Uçak Bakım |
| DAL/MESLEK | Uçak Gövde Motor Teknisyenliği |
| MODÜLÜN ADI | Yardımcı Güç Ünitesi (APU) |
| MODÜLÜN TANIMI | Yardımcı güç ünitesinin (APU) uçaktan sökülmesi, kısımlarının ve koruma sistemlerinin kontrolleri yapılarak uçağa takılması işlemlerinin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir. |
| SÜRE | 40/24 |
| ÖNKOŞUL | Turbo-şaft modülünü başarmış olmak |
| YETERLİK | Uçak Bakım El Kitabına (AMM) göre yardımcı güç ünitesinin (APU) bakımını yapmak |
| MODÜLÜN AMACI | Genel Amaç Gerekli ortam sağlandığında, uçak tipine göre bakım dokümanlarında (Aircraft Maintenance Manuel - AMM) belirtildiği şekilde yardımcı güç ünitesinin (APU) bakımını yapabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde yardımcı güç ünitesini (APU) uçaktan sökebileceksiniz.2. Bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde yardımcı güç ünitesinin (APU) kısımlarının kontrollerini hatasız yapabileceksiniz.3. Bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde yardımcı güç ünitesinin (APU) koruma sistemlerinin kontrolünü hatasız yapabileceksiniz.4. Bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde yardımcı güç ünitesini (APU) uçağa takabileceksiniz. |
| EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI | Ortam: Sınıf, atölye, laboratuvar, işletme, internet ortamı vb. öğrencinin kendi kendine veya grupta çalışabileceği tüm ortamlar Donanım: Televizyon, VCD, DVD, tepegöz, projeksiyon cihazı, bilgisayar ve donanımlar, öğretim materyalleri vb. |
| ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME | Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme 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 ve yardımcı sistemlerini öğrenmeleri gerekmektedir. Uçakta motorun, havalandırma ve elektrik sistemlerinin çalıştırılması için yardımcı güç ünitesine ihtiyaç duyulmuştur.

Havacılık sektöründe uçak motorlarının ekonomik ve pratik yönden her zaman kullanılmamaları, onların yerine kullanılacak veya bazı durumlarda uçağın gerekli ihtiyaçlarını karşılayabilecek yeni yardımcı güç kaynaklarını ortaya çıkarmıştır.

Uçaklardaki yardımcı güç kaynağı (APU), motor çalıştırma, air condition için gerekli havayı ve uçak elektrik sistemi için gerekli elektriğin temini amacıyla kullanılmaktadır.

Bu modülün amacı, yardımcı güç ünitesinin (APU) uçaktan sökülmesi, ana kısımlarının ve koruma sistemlerinin kontrolü ile yardımcı güç ünitesinin (APU) uçağa 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

Bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde yardımcı güç ünitesini (APU) uçaktan sökebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizde uçak bakım ve onarım sektöründe hizmet veren hangi kuruluşlar var? Araştırınız.
- Uçaklardaki yardımcı güç ünitesinin (APU) görevleri nelerdir? Yardımcı güç ünitesi (APU) uçak üzerinde nerelere monte edilmiştir? Öğretmeninizin rehberliğinde araştırma yaparak gözlemleyiniz.

1. YARDIMCI GÜÇ ÜNİTESİNİN (APU) UÇAKTAN SÖKÜLMESİ

1.1. Yardımcı Güç Ünitesinin (APU) Uçaklardaki Konumu

APU'lar uçak tiplerine göre değişik yerlere monte edilmiştir.

Şekilde görüldüğü gibi uçağın basınçsız bölmesine ve boylam eksenine dik olarak yerleştirilen APU'lar vardır.



Resim 1.1: Uçağın basınçsız bölmesine ve boylam eksenine dik olarak yerleştirilmiş APU

Yine uçağın basınçsız bölümünde ve aynı zamanda sol ve sağ ana iniş takımları yuvalarının ortasında bulunan keel beam üzerine yerleştirilen yardımcı güç üniteleri de günümüz uçaklarında kullanılmaktadır.



Resim 1.2: Uçağın basınçsız bölümünde iniş takım yuvalarına yerleştirilmiş APU

Bazı APU'lar ise uçakların kuyruk konisinde dikey stabilizerin altında yangından korunmuş basınçsız bir bölmeye monte edilmiştir.



Resim 1.3: Uçağın dikey stabilizerin altında kuyruk konisine yerleştirilmiş APU

1.2. Yardımcı Güç Ünitesi Giriş Kapağı

Giriş kapağı APU'nun servis ve bakımı için kullanılır. Uçak gövde yapısında kuyruk konisinin altında bulunur. Kapak üzerindeki kilit mandalları giriş kapağını uçak gövdesinde kapalı tutar.

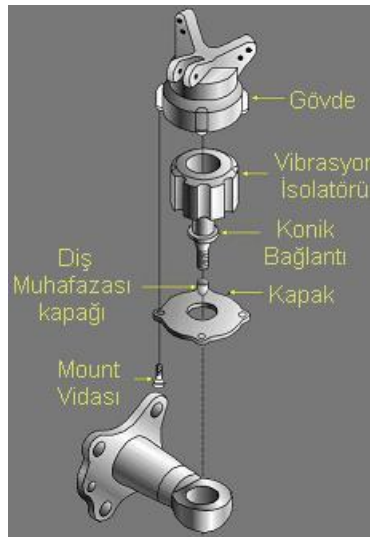
APU giriş kapakları kendi ağırlıkları ile açılır. Giriş kapağını tam açık pozisyonda tutmak için uçak gövdesi ile giriş kapağı arasında rod'lar yerleştirilmiştir. Rod'lar kapağın iç bölümünde bulunur. APU'nun küçük bakımlarında sadece kapaklar açılır. Büyük bakımlarda ise APU giriş kapağı uçak gövde üzerindeki pim bağlantıları sökülerek kolayca çıkartılabilir.



Resim 1.4: APU giriş kapağı

1.3. Yardımcı Güç Ünitesi Vibrasyon Isolator'leri (Shock Mounts)

APU uçak üzerindeki yerine sağ arka, sol arka, ön shock mount'lar ile bağlanır. Shock mount'lar, destekleyici rod'lar ile APU uçak gövdesindeki bölümüne bağlanır. Destekleyici rod'lardan (support rod) biri denge için daima sabit diğerleri ise sarsıntılardan sistemi korumak için esnek çalışır. APU'ların uçaklara bağlandığı kısımlarda vibrasyonu üzerine alan shockmount'lar bulunur. Shock mount'lar APU'da meydana gelebilecek sarsıntıları üzerine alarak sarsıntılardan dolayı meydana gelebilecek hasarları önler.



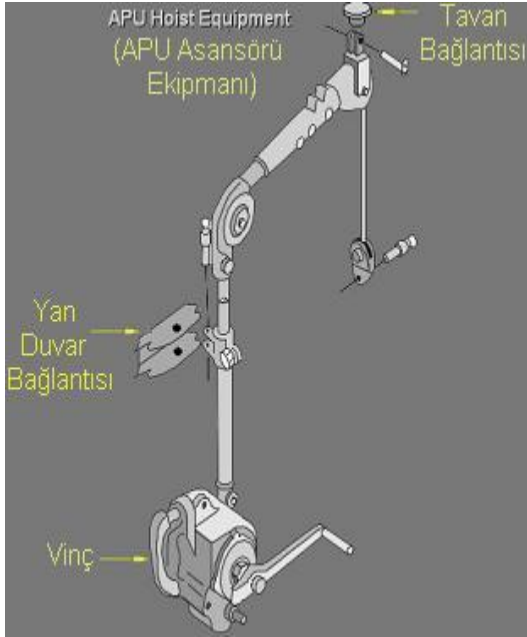
Şekil 1.1: Vibrasyon isolatörü

1.4. Yardımcı Güç Ünitesinin (APU) Uçaktan Sökümü

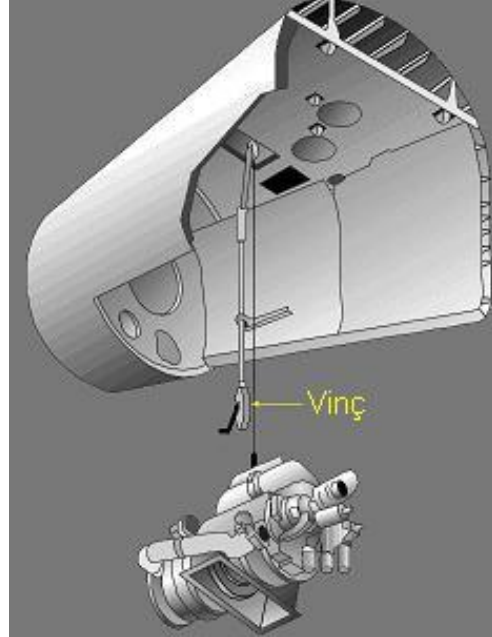
Yardımcı güç ünitesi (APU) Uçak Bakım El Kitabında (AMM) belirtilen talimatlara göre uçak üzerindeki yerinden sökülür.

APU giriş kapağı söküldükten sonra APU'nun ekipman (equipment) ve egzoz susturucusu (muffler) bölümü bağlantıları sökülür.

APU asansörü ekipmanı (APU hoist equipment) uçak üzerindeki tavan ve yan duvar bağlantılarına sabitlenir. APU asansörü ekipmanının ucundaki bağlantı kablosu vinç ile ayarlanarak APU'ya bağlantı yapılır. APU bölümündeki destekleyici rod'lar (support rod) ile APU'ya bağlantıyı sağlayan vibrasyon isolatorleri (shock mounts) sökülür. APU emniyetli bir şekilde APU asansörü ekipmanı ile APU kompartımanından taşıyıcı araba üzerine indirilir.



Şekil 1.2: APU'nun uçaktan sökümü



Şekil 1.3: APU asansörü ekipmanı

UYGULAMA FAALİYETİ

Yardımcı güç ünitesini (APU) uçaktan sökülmesi işlemini yapınız.



Resim 1.5: Yardımcı güç ünitesinin (APU) uçaktan sökülmesi

| İşlem Basamakları | Öneriler |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">➤ Kullanılacak malzemeler➤ APU asansörü ekipmanı (APU hoist equipment)➤ Taşıyıcı araba➤ Atölye ve çalışanlar için emniyet tedbirlerini alınız.➤ Uçak gövdesi üzerindeki yardımcı güç ünitesi (APU) giriş kapağını açınız.➤ Uçak gövdesi üzerindeki yardımcı güç ünitesi giriş kapağını sökünüz.➤ Yardımcı güç ünitesinin (APU) ekipman ve egzoz susturucusu bölümleri arasındaki bağlantılarını sökünüz.➤ APU asansörü ekipmanını (APU hoist equipment) uçak üzerindeki yerine bağlayınız.➤ APU asansörü ekipmanı ucundaki bağlantı kablosunu yardımcı güç ünitesine (APU) bağlayınız.➤ Yardımcı güç ünitesini destekleyici rod'lara (support rod) bağlayan vibrasyon isolatorlerini (shock mounts) sökünüz.➤ Yardımcı güç ünitesini APU asansörü ekipmanı ile taşıyıcı araba üzerine indiriniz. | <ul style="list-style-type: none">➤ Emniyet Tedbirleri➤ Atölye havalandırma sistemini çalıştırınız.➤ Yakınıınızda yangın söndürme cihazları bulundurunuz.➤ APU giriş kapağını açmak için kapak üzerindeki kilit mandallarını kullanınız.➤ Uçak Bakım El Kitabındaki (AMM) prosedürü uygulayınız.➤ Uçak Bakım El Kitabındaki (AMM) prosedürü uygulayınız.➤ Uçak Bakım El Kitabındaki (AMM) prosedürü uygulayınız.➤ APU asansörü ekipmanı ile yardımcı güç ünitesi (APU) arasındaki bağlantı kablosunun mesafesini vinç ile ayarlayınız.➤ Uçak Bakım El Kitabındaki (AMM) prosedürü uygulayınız.➤ APU asansörü ekipmanının vincini kullanınız. |

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

| Değerlendirme Ölçütleri | Evet | Hayır |
|---|------|-------|
| 1. Yardımcı güç ünitesini (APU) uçaktan sökmeden önce atölye ve çalışanlar için emniyet tedbirlerini aldınız mı? | | |
| 2. Yardımcı güç ünitesinin uçaktan sökülmesi işleminde Uçak Bakım El Kitabındaki (AMM) prosedürü uyguladınız mı? | | |
| 3. Uçak üzerindeki yardımcı güç ünitesi giriş kapağını söktünüz mü? | | |
| 4. Yardımcı güç ünitesinin ekipman ve egzoz susturucusu bölümleri arasındaki bağlantılarını söktünüz mü? | | |
| 5. APU asansörü ekipmanını (APU hoist equipment) uçak üzerindeki yerine bağladınız mı? | | |
| 6. APU asansörü ekipmanı ucundaki bağlantı kablolarını yardımcı güç ünitesine (APU) bağladınız mı? | | |
| 7. Yardımcı güç ünitesini destekleyici rod'lara (support rod) bağlayan vibrasyon isolatorlerini (shock mounts) söktünüz mü? | | |
| 8. Yardımcı güç ünitesini, APU asansörü ekipmanı ile taşıyıcı araba üzerine indirdiniz 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 soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi yardımcı güç ünitesinin (APU) uçak üzerindeki yeri değildir?
A) Uçağın burun kısmında ve elektrik kompartımanında
B) Uçağın basınçsız bölümünde ve boylam ekseninde
C) Uçağın basınçsız bölümünde ve sol ve sağ iniş takımı yuvasında
D) Uçağın kuyruk konisinde dikey stabilizerin altında
2. APU'nun uçağa bağlı iken sarsıntılar üzerine alan parça aşağıdakilerden hangisidir?
A) Check valf
B) Orifice
C) Vibrasyon izolatörleri (Shock mount)
D) Shimmy damper
3. APU giriş kapağını tam açık pozisyonda tutmak için uçak gövdesi ile giriş kapağı arasına aşağıdakilerden hangi parça yerleştirilmelidir?
A) Shock mount'lar
B) Rod'lar
C) Kilit mandalları
D) Giriş kapağı pimi
4. APU bölümünden, APU'nun indirilmesinde kullanılan alet aşağıdakilerden hangisidir?
A) Palanga
B) Kriko
C) APU asansörü ekipmanı
D) Kaldıraç
5. Aşağıdakilerden hangisi kilit mandallarının görevidir?
A) Giriş kapağını uçak gövdesinde kapalı tutar.
B) Giriş kapağının açık kalmasını sağlar.
C) Giriş kapağının sökülmesi için sabitlemesini sağlar.
D) Giriş kapağının APU'ya bağlantısını sağlar.
6. APU giriş kapağının açılma yöntemi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Cockpitten kumanda ile
B) APU asansörü ekipmanı ile
C) APU bölümü iç basıncı ile
D) Giriş kapağı kendi ağırlığı ile
7. APU uçak gövdesindeki bölümüne aşağıdakilerden hangisi ile bağlanır?
A) Pimler
B) Shock mount'lar ve destekleyici rod'lar
C) Kilit mandalları
D) Kelepçeli bağlantılar
8. Destekleyici rod'ların APU bölümündeki çalışması aşağıdakilerden hangisidir?
A) Biri esnek, diğerleri sabit
B) Hepsi sabit
C) Hepsi esnek
D) Biri sabit, diğerleri esnek

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

Bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde yardımcı güç ünitesinin (APU) kısımlarının kontrollerini hatasız yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

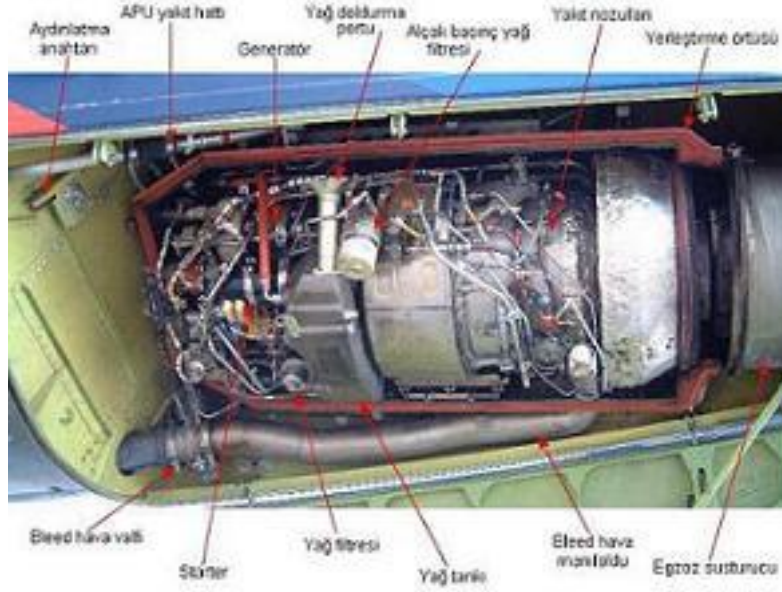
- Uçaktaki yardımcı güç ünitesinin (APU) ana kısımları nelerdir? Uçaktaki yardımcı güç ünitesinin (APU) ana kısımları hangi metallerden yapılmıştır? Bu konu hakkında öğretmeninizin rehberliğinde araştırma yaparak gözlemleyiniz.

2. YARDIMCI GÜÇ ÜNİTESİ (APU) KISIMLARI

2.1. Yardımcı Güç Ünitesinin (APU-Auxiliary Power Unit)Tanıtımı

APU'lar ana motorlar gibi mekanik özelliklere sahip otomatik çalışan gaz türbinleridir.

Ana motorlardan elde edilen güçle (jet tepkisi) uçağın hareketi ve uçuşu için gerekli güç elde edilirken ana motorlara benzeyen APU'larda, jet tepkisi yok denecek kadar azdır. Jet tepkisi çok az olan bu APU'lar uçak sistemlerine elektrik ve hava temin etme görevlerini yerine getirir.



Resim 2.1: Uçak üzerindeki APU'nun parçaları

2.2. Yardımcı Güç Ünitesinin Görevleri

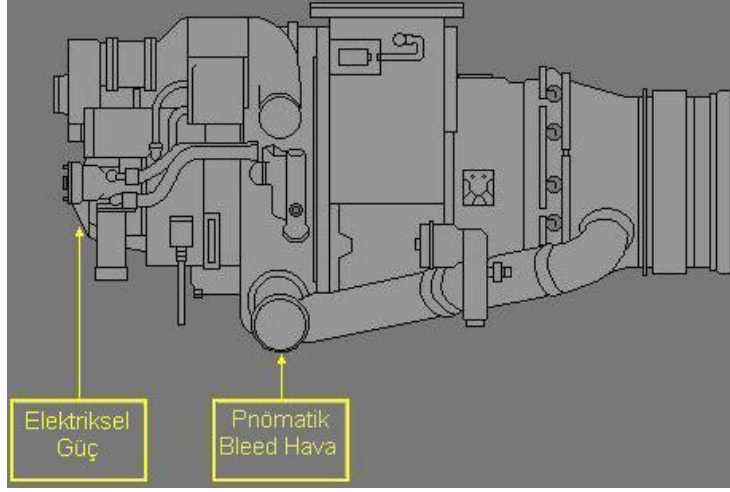
Uçaklarda kullanılan APU'lar genel olarak ana motor çalıştırmayı, Air condition için gerekli havayı ve uçak elektrik sistemi için gerekli elektriği temin eden gaz türbin motorlardır.

APU'lar değişik uçak tiplerine göre farklı özellikler göstermektedir.

Örneğin; bir APU uçak yerde iken motor çalıştırma ve Air condition için gerekli havayı veya uçakta kullanılan elektriği temin etmek için havada ise sadece yedek elektrik kaynağı olarak kullanılabilir.

Başka bir APU yine uçak yerde iken; ana motor start'ı ve Air condition için gerekli havayı sağlayıp, ayrıca, elektrik kaynağı olarak kullanılabilir. Havada ise kullanılamaz.

Diğer bir APU ise uçak yerde iken ana motor startı, Air condition ve Anti-ice için gerekli havayı veya elektrik sistemleri için gerekli olan elektrik gücü; havada ise belli bir yüksekliğe kadar ana motor startı ve Air condition için gerekli havayı veya belirli yüksekliklere kadar elektriksel gücü temin edebilmektedir.



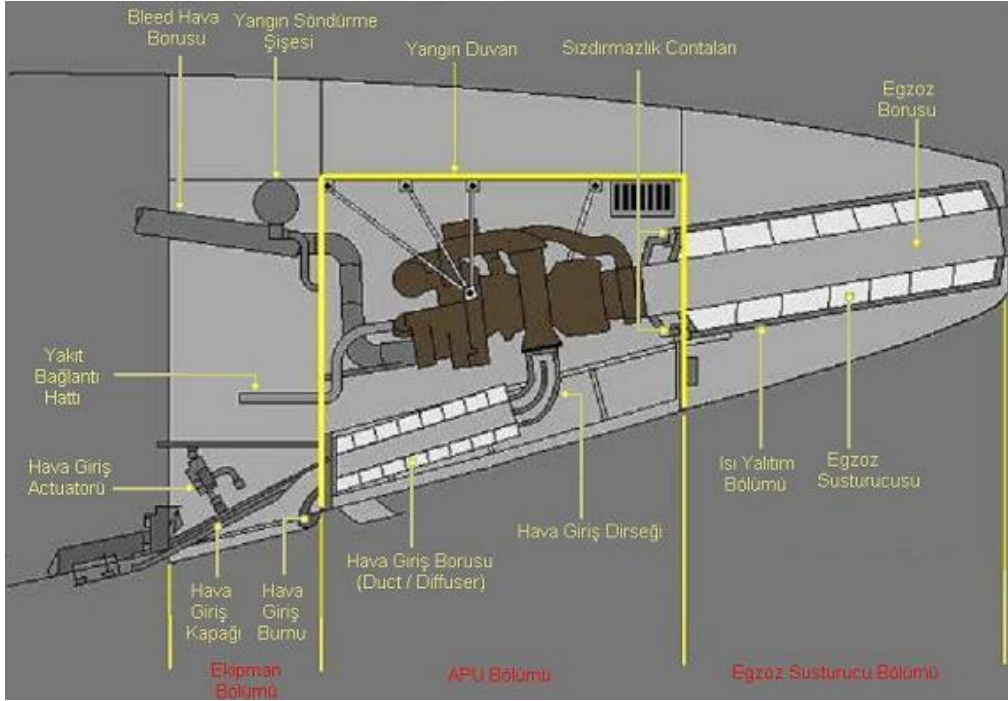
Şekil 2.1: APU'daki elektrik ve hava kaynaklarının yeri

2.3. Uçaktaki Yardımcı Güç Ünitesi Bölümleri ve Bağlantıları

APU'lar uçak gövde yapısında kuyruk konisine yerleştirilmiştir. Kuyruk konisi APU için desteklenmiş ve kaplanmıştır.

Kuyruk konisindeki APU üç bölüme ayrılmıştır:

- Ekipman (Equipment) bölümü
- APU bölümü
- Egzoz susturucu (Muffler) bölümü



Şekil 2.2: APU'nun bölümleri ve parçaları

2.3.1. Ekipman (Equipment) Bölümü

Ekipman (equipment) bölümünü oluşturan parçalar:

- Hava giriş actuator'u
- APU yangın söndürme şişesi
- Yakıt bağlantı hattı
- Bleed hava boru sistemi

➤ APU hava giriş sistemi (Air intake system)

APU hava giriş sistemini oluşturan parçalar:

- Hava giriş kapağı
- Hava giriş actuator'u
- Hava giriş burnu
- Hava giriş borusu

Hava giriş kapağının görevi; APU için hava girişi sağlar, APU çalışmıyorsa hava akışını keser, yabancı madde girişini önler ve yapısı itibarıyla uçak üzerindeki aerodinamiği bozamaz. Hava giriş kapağının hareketi, 28 V. DC elektrik motoru ile çalışan actuator'le sağlanır. Elektrik motoru çalışmadığında manuel olarak kontrol edilir. Hava giriş kapağı açık

ise APU çalışır. Hava giriş actuator'u üzerindeki rod, kapağın açılmasında uzar, kapanmasında ise kısılır.

Hava giriş kapağı esnek contaları, uçak gövdesi ile hava giriş kapağı arasındaki kaçakları önler. Türbülanslı hava akışını düzenler. Isıya dayanıklı conta özelliğine sahiptir.

➤ **APU hava giriş boru sistemi (Air inlet duct system)**

APU hava giriş boru sistemini oluşturan parçalar:

- Hava giriş burnu
- Hava giriş borusu (Duct / Diffuser)
- Hava giriş dirseği

Hava giriş boru sistemi, APU hava giriş kapağından alınan havayı APU'ya yönlendirir.

Hava giriş burnu, APU'nun altında aerodinamik bir yüzeydir. Hava giriş borusu içerisinden geçen havanın statik basıncını artırır. Hava giriş dirseği içerisindeki rehber kanatçıklar, hava akışını hava giriş borusundan APU hava girişine yönlendirir.

➤ **APU boşaltım sistemi (Drain system)**

Boşaltım sisteminin görevi, APU'deki yakıt, yağ ve yoğunlaşmış su kaçaklarını kritik bölgelerden boşaltarak APU'yu yangın, korozyon ve arızalara karşı korur.

Yakıtle çalışan komponentlerde yanma odasının en alt noktasında ve APU yakıt kesme manifoldunda yakıt kaçakları olabilir. APU egzoz kısmında yoğunlaşmış su kaçakları olabilir. Dişli kutusundaki contalardan yakıt ve yağ kaçağı olabilir.

Boşaltım, direkt olarak uçak dışına dolaylı olarak da boşaltım tankına yapılır. Boşaltım tankı, uçak dış yüzeyindeki drain mast'a bağlıdır. Boşaltım tankında havalandırma ve boşaltım hattı vardır. Boşaltım hattı tankın dibindedir ve bu hat üzerinden boşaltım yapılır. Havalandırma hattı ise havanın tanka girmesine izin verir.



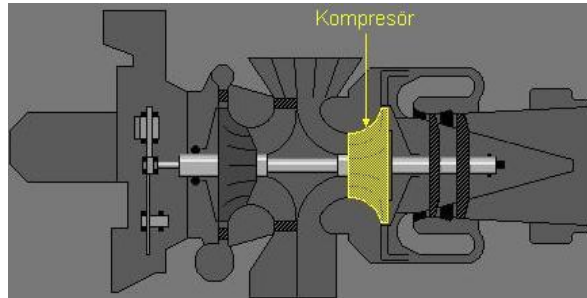
Resim 2.2: Boşaltım hatları

2.3.2. Yardımcı Güç Ünitesi (APU) Bölümü

APU'lar genel olarak üç bölümden meydana gelmiştir.

- **Güç (Power) bölümü**
 - Kompresör

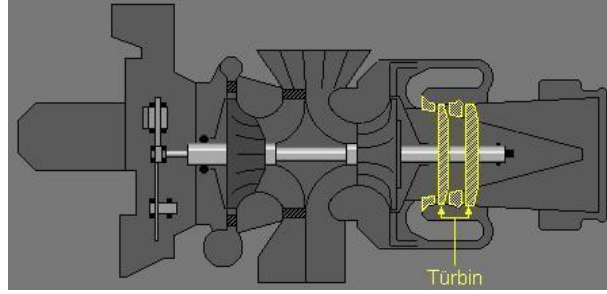
Amacı, mekanik enerjiyi pnömatik enerjiye çevirmektir. Uçak tiplerine göre değişik miktarda kademelerden meydana gelmiştir. Her kademede impeller ve diffuser bulunur. Birinci kademe impellerinden çıkan hava diffuserden geçerken hızı düşer, basıncı artarak 2. kademe impellerine ve oradan diffusere geçerek gerekli hava akışı sağlanır. Kompresörler, yatak ve seallere sahiptir. Bu seallerde olabilecek kaçaklar kabinde yağ kokusunun meydana gelmesine sebep olur.



Şekil 2.3: APU üzerinde kompresörün yeri

- Türbin

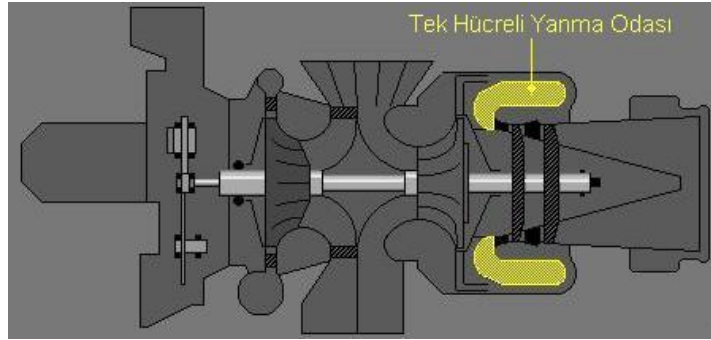
Amacı, pnömatik enerjiyi mekanik enerjiye dönüştürmektir. Yanma odasından çıkan gazlar, stator nozzle'lerden geçerken hızı artar, basıncı düşer. Hızı artan gazlar türbin kanatçıklarına hızla çarparak, türbin çarkını yüksek devirle döndürerek, shaft gücünün elde edilmesini sağlayarak, egzozdan dışarı atılır. Türbin elemanları yüksek sıcaklığa maruz kaldığından özel metallere yapılmıştır. Bu nedenle pahalıdır.



Şekil 2.4: APU üzerinde türbinin yeri

- Yanma odası

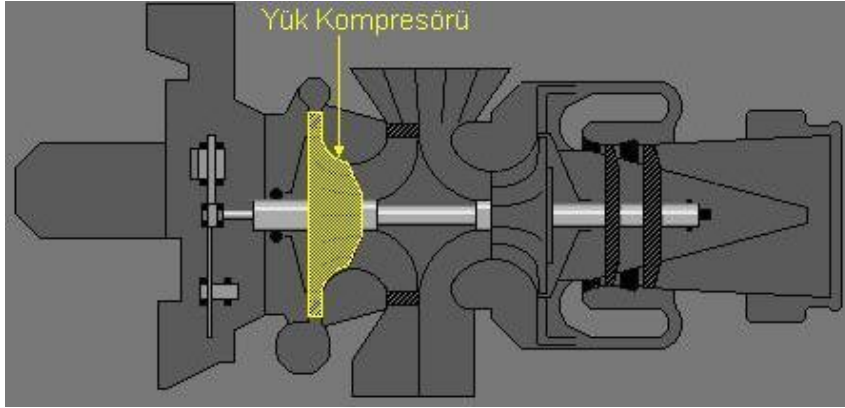
Yanma olayının olduğu kısımdır. İkinci kademedan gelen basınçlı hava yanma odasına gelir. Sprey hâlinde yakıt püskürtülür. Oluşan yakıt hava karışımı buji vasıtasıyla ateşlenerek yanmanın oluşması sağlanır. Yakıt kesilmediği sürece yanma olayı devam eder. Yanan gazlar, türbini çevirdikten sonra egzozdan dışarı atılır. Yanma odasındaki hava yakıtla birleşerek türbine gaz şeklinde yönlendirildiği gibi ayrıca alevi ortada tutma ve soğutma görevini de yerine getirir.



Şekil 2.5: APU üzerinde yanma odasının yeri

- Yük kompresörü (Load compressor- bleed air) bölümü

Bazı uçaklarda bulunan yük kompresörü, yanma odasından çıkan gazlar ile türbini çevirerek shaft gücü elde eder. Böylece shafta bağlı olan yük kompresörü de dönmeğe başlar. Kompresör kendisi için gerekli olan havayı APU'nun giriş kısmından temin eder. Yük kompresör girişinde bulunan vane'ler sayesinde hava giriş miktarını değiştirerek uçağın ihtiyacı olan hava istenilen miktarda elde edilmiş olur.



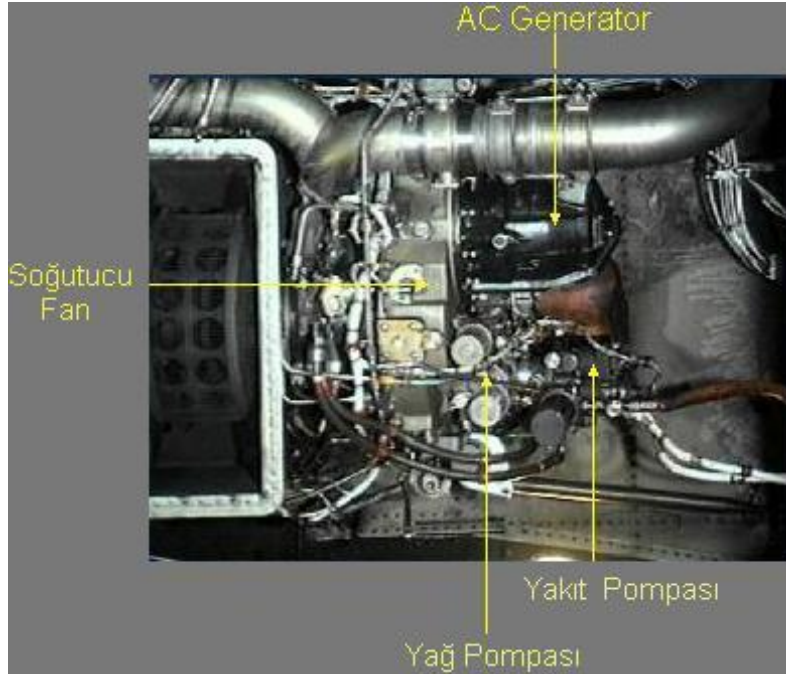
Şekil 2.6: APU üzerinde yük kompresörünün yeri

- Dişli kutusu (Gearbox) bölümü

APU'dan güç alabilmemiz için çok yüksek devirle dönmesi gerekir. Türbinin döndürülmesiyle elde edilen şaft hareketi ile dişli kutusu gerekli komponentlerin düşük devirle dönmelerini sağlayan bir dişli düzenidir.

Dişli kutusu üzerine bağlı olan komponentler şunlardır:

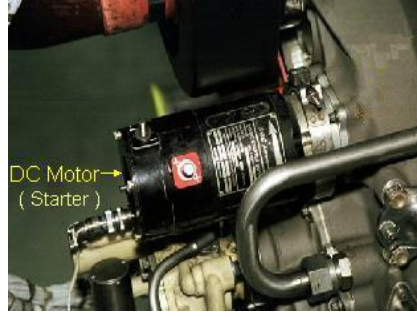
| | |
|---------------|-------------------------|
| ➤ Starter | ➤ Yakıt kontrol ünitesi |
| ➤ Generatör | ➤ Soğutma fanı |
| ➤ Yağ pompası | ➤ Centrifugal switch |



Resim 2.3: Dişli kutusu üzerindeki parçalar

- Starter

Starter dişli kutusuna bağlı olup APU'nun çalışması için ilk hareketi sağlayan uçak bataryasından çalışan DC akımlı bir elektrik motorudur. APU çalışıp belli bir devre geldikten sonra starter elektrik akımını otomatik olarak kesilerek devre dışı (% 35-% 50 RPM) bırakılır. APU çalıştırılma esnasında starteri kullanırken, APU çalışmadığı hallerde starteri arka arkaya kullanmamalıyız. Starterin soğuması için zaman aralıkları vermeliyiz. Aksi halde starter sargıları yanabilir.



Resim 2.4: Starter

APU'yu start etmeden önce batarya voltajını kontrol etmeliyiz. Eğer batarya voltajı 22 volt'tan düşükse APU'yu start etmemeliyiz.

Generator konusu için Yardımcı Güç Ünitesi (APU) modülünün Öğrenme Faaliyeti-2 içeriğindeki elektriksel güç bağlantılarına bakınız.

Yağ pompası (Oil Pump) konusu için Yardımcı Güç Ünitesi (APU) modülünün Öğrenme Faaliyeti-3 içeriğindeki yağlama sistemine bakınız.

Yakıt kontrol ünitesi (Fuel control unit-FCU) konusu için Yardımcı Güç Ünitesi (APU) modülünün Öğrenme Faaliyeti-3 içeriğindeki yakıt sistemine bakınız.

Soğutma fanı (Cooling fan) konusu için Yardımcı Güç Ünitesi (APU) modülünün Öğrenme Faaliyeti-3 içeriğindeki soğutma sistemine bakınız.

- Centrifugal Switch

APU'larda bulunan, dişli kutusuna bağlı olan bu switch APU devrine göre otomatik olarak çalışan bir komponent'tir.

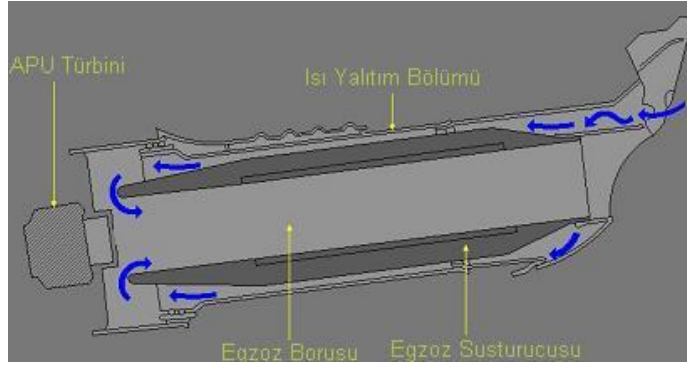
Devrin artması ile dışarı doğru açılan ağırlıklar bir shaft üzerinde dışarı doğru açılarak shaftı ileriye doğru hareket ettirir. Shaftın ileri doğru hareketi ile altında bulunan üç adet switch'e basar.

2.3.3. Egzos Susturucu (Muffler) Bölümü

Egzos susturucu bölümünü oluşturan parçalar şunlardır.

- Egzos borusu
- Egzos susturucusu
- Isı yalıtım bölümü
- Susturucu kelepçesi
- Sızdırmazlık contaları

Egzos borusu, egzoz gazını dışarıya yönlendirir. Egzoz susturucusu, egzoz borusunda oluşan sesi azaltır. Isı yalıtım bölümü ise, ekipmanları ısı etkisinden korur. Sızdırmazlık contaları, egzoz gazının APU bölümüne geçmesini önler ve hava contaları gibi çalışır. APU bölümüne oksijen girişini engelleyerek yangından korur.



Şekil 2.7: APU egzoz sistemi parçaları

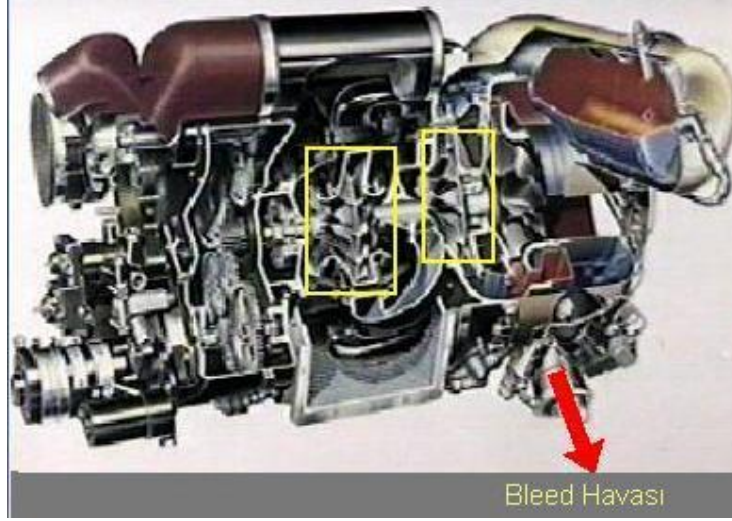
2.4. Yardımcı Güç Ünitesi Üzerindeki Bağlantılar

2.4.1. Bleed Hava Bağlantısı (Bleed Air Supply)

APU sistemler için 30-45 PSI olan gerekli bleed hava basıncını sağlamak zorundadır. Basıncılı bleed havası APU üzerinde bulunan güç (power) bölümü kompresöründen veya yük kompresörü (load compressor) bölümünden sağlanır.

Yük kompresöründeki havanın akışı hava giriş rehber kanatçıkları (IGV-inlet guide vanes) tarafından kontrol edilir.

Çalışması modülasyonlu shut off valfe benzer. Açık ve kapalı arasında bir pozisyonda bulunur. Pnömatik sistemden gelen isteğe göre shut off valf ayarlanabilir.



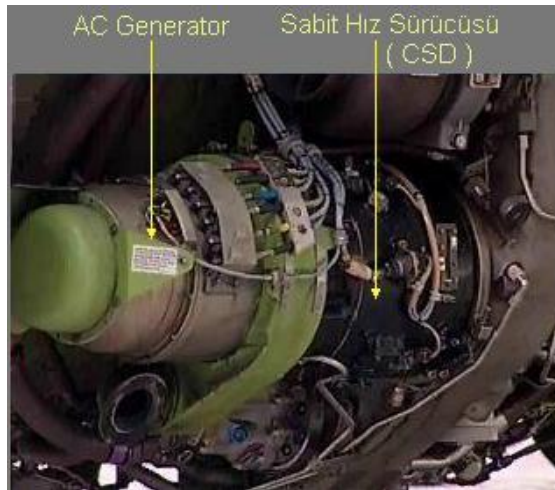
Resim 2.5: Bleed hava bağlantısı

2.4.2. Elektriksel güç bağlantıları (Electrical power supply)

➤ Generator (Jeneratör)

Dişli kutusuna bağlı olup, dişli kutusundan aldığı dönü hareketi ile uçak elektrik sistemi için gerekli olan 115 V.AC,400 Hz ve 3 faz elektriği temin eder.APU Generatorü sabit devirle döner ve ana motor generatorleri ile yer değiştirilebilir. Generatörden elektrik alabilmemiz için APU devri % 95 üzerinde olmalıdır.

APU'lerde motor generatoru gibi bir tane, APU büyükse iki tane generator vardır.



Resim 2.6: APU AC generator

2.5. Yardımcı Güç Ünitesi Kontrolleri

2.5.1. APU Çalıştırma, Durdurma ve Yükleme İşlemleri

APU'yu çalıştırmadan önce dikkat edilecek hususlar:

- Çalıştırma işlemine başlamadan önce APU switch'leri normal konumda olmalı.
- APU'yu çalıştırmadan önce egzoz çıkışında kimse olmadığına dikkat etmeli.
- Batarya voltajının 24 volt'un üzerinde olduğunu görmeli, aksi ise çalıştırılmamalı.
- Yangın testini yaparak ilgili lambaların yandığını kontrol etmeli.

Bütün bu işlemleri gerçekleştirdikten sonra APU çalıştırma işlemlerini ilgili uçak tipi çalıştırma sırasına göre yapılmalıdır.

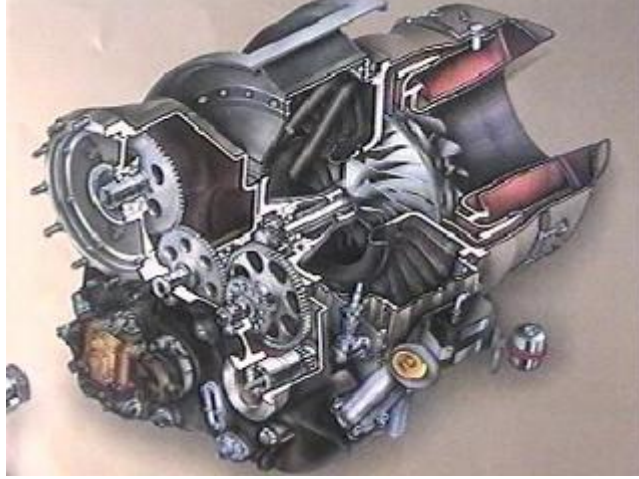
APU çalıştırıldıktan ve normal devrini bulduktan sonra APU'ya hava ve elektrik yüklemeyen önce EGT'nin uçak tipine göre belirtilen değerler içinde olduğunu kontrol edilir ve daha sonra kontrollü bir şekilde APU yükleme işlemi gerçekleştirilir.

APU durdurma işleminde, APU'da işlem bittikten sonra durdurmadan önce APU yüklü ise hava ve elektriği kestikten sonra APU'nun soğuması, stabil olabilmesi için yüksüz iki dakika daha çalıştırıldıktan sonra APU durdurulur.

APU'larda shutdown olayı master switch off konuma alınmasıyla pnömatik selenoid enerjilenir ve kompresör havası centrifugal switch'in %110 mikro switch'ine basarak APU'yu shut down ettirir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Yardımcı güç ünitesindeki (APU) dişli kutusunun bakımını yapınız.



Resim 2.7: APU kesiti

| İşlem Basamakları | Öneriler |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">➤ Kullanılacak malzemeler<ul style="list-style-type: none">• Anahtar takımı• Temizlik malzemesi• Kontrol aletleri➤ Atölye ve çalışanlar için emniyet tedbirlerini alınız.➤ Dişli kutusu üzerindeki komponentleri sökünüz.➤ Dişli kutusunu, yardımcı güç ünitesi (APU) üzerinden sökünüz.➤ Dişli kutusunun temizliğini yapınız.➤ Dişli kutusunun kontrollerini yapınız. | <p>Emniyet Tedbirleri</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Atölye havalandırma sistemini çalıştırınız.➤ Yakınıınızda yangın söndürme cihazları bulundurunuz.➤ Uçak Bakım El Kitabındaki (AMM) prosedürü uygulayınız.➤ Dişli kutusu üzerindeki starter, generator, yağ pompası, yakıt kontrol ünitesi ve soğutma fanını sökünüz.➤ Uçak Bakım El Kitabındaki (AMM) prosedürü uygulayınız.➤ Uçak Bakım El Kitabındaki (AMM) prosedürü uygulayınız.➤ Uçak Bakım El Kitabındaki (AMM) prosedürü uygulayınız. |

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

| Değerlendirme Ölçütleri | Evet | Hayır |
|--|------|-------|
| 1. Dişli kutusunu, yardımcı güç ünitesinden (APU) sökmeden önce atölye ve çalışanlar için emniyet tedbirlerini aldınız mı? | | |
| 2. Dişli kutusunun, yardımcı güç ünitesinden (APU) sökülmesi işleminde Uçak Bakım El Kitabındaki (AMM) prosedürü uyguladınız mı? | | |
| 3. Dişli kutusu üzerindeki komponentleri söktünüz mü? | | |
| 4. Dişli kutusunu yardımcı güç ünitesi üzerinden söktünüz mü? | | |
| 5. Dişli kutusunun kontrollerini yaptınız 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 yardımcı güç ünitesinin (APU) güç (power) bölümü parçası değildir?
A) Kompresör
B) Yanma odası
C) Yakıt kontrol ünitesi
D) Türbin
2. Yardımcı güç ünitesinde (APU) kompresörün görevi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Mekanik enerjiyi, pnömatik enerjiye çevirmektir.
B) Mekanik enerjiyi, kimyasal enerjiye çevirmektir.
C) Pnömatik enerjiyi, mekanik enerjiye çevirmektir.
D) Kimyasal enerjiyi, elektrik enerjisine çevirmektir.
3. Yardımcı güç ünitesinde (APU) türbinin görevi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Mekanik enerjiyi, pnömatik enerjiye çevirmektir.
B) Mekanik enerjiyi, kimyasal enerjiye çevirmektir.
C) Pnömatik enerjiyi, mekanik enerjiye çevirmektir.
D) Kimyasal enerjiyi, elektrik enerjisine çevirmektir.
4. Yanma olayı, yardımcı güç ünitesinin (APU) hangi kısmında meydana gelir?
A) Yanma odasında
B) Kompresörde
C) Türbinde
D) Yük kompresöründe
5. Aşağıdakilerden hangisi APU hava giriş sistemi parçalarından değildir?
A) Hava giriş actuatoru
B) Hava giriş borusu
C) Hava giriş kapağı
D) Hava giriş kompresörü
6. Yardımcı güç ünitesinde (APU) komponentlerin çalışması için türbin çıkış devrini düşüren kısım aşağıdakilerden hangisidir?
A) Starter
B) Generatör
C) Yük kompresörü
D) Dişli kutusu
7. Aşağıdakilerden hangisi dişli kutusu üzerinde bağlı olan komponentlerden değildir?
A) Soğutma fanı
B) Atomizer
C) Yakıt kontrol ünitesi
D) Generator
8. Aşağıdakilerden hangisi egzoz susturucu (muffler) bölümü parçası değildir?
A) Egzoz susturucusu
B) Bleed hava borusu
C) Isı yalıtım bölümü
D) Sızdırmazlık contaları

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

Bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde yardımcı güç ünitesinin (APU) koruma sistemlerinin kontrolünü hatasız yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Uçaktaki yardımcı güç ünitesi (APU) sistemleri nelerdir? Uçak cockpit'inde yardımcı güç ünitesi (APU) ile ilgili olarak çalışan sistemler hakkında pilota gerekli bilgileri veren göstergeler nelerdir? Bu konular hakkında öğretmeninizin rehberliğinde araştırma yaparak gözlemleyiniz ve bilgi toplayınız.

3. YARDIMCI GÜÇ ÜNİTESİ (APU) SİSTEMLERİ

3.1. Yardımcı Güç Ünitesi Sistemleri

APU sistemleri ana motorlara benzemekle beraber daha değişik ve otomatik çalışan bir sistemdir.

APU' daki sistemler şunlardır:

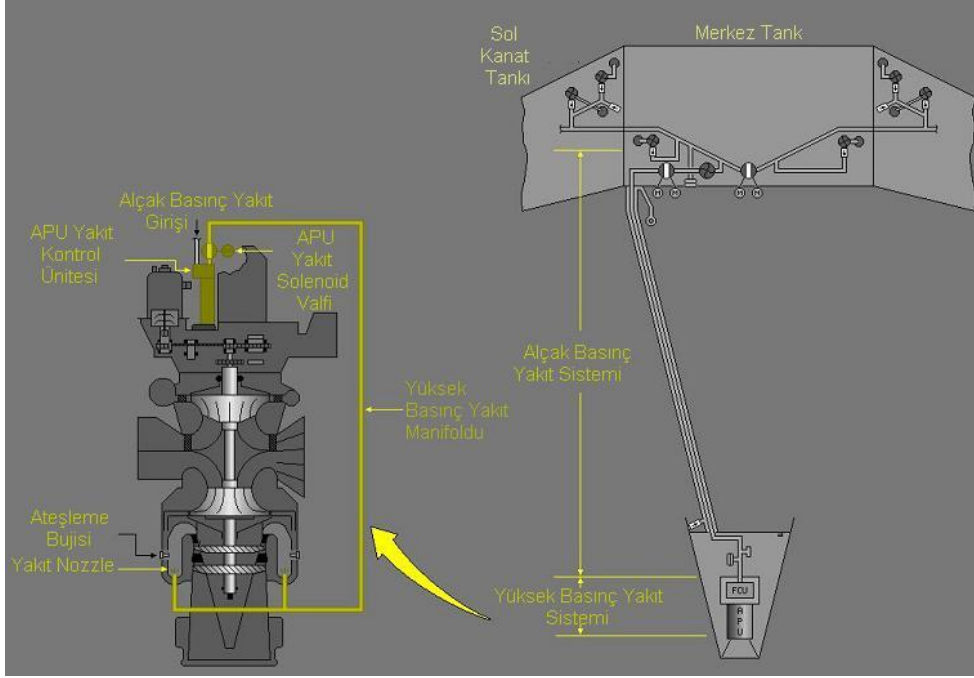
- Yakıt sistemi
- Yağlama sistemi
- Hava sistemi
- Ateşleme sistemi
- Soğutma sistemi
- Yangın ihbar ve söndürme sistemi
- Gösterge sistemi (İndikasyon)

3.1.1. Yakıt sistemi

Yakıt sistemi, sistemin ihtiyacı olan yakıtı devir ve APU'nun yüklü ve yüksüz durumlarına göre ölçülü olarak atomizere gönderen, otomatik çalışan bir sistemdir. APU devrinin sabit kalmasını ve egzoz sıcaklık limitlerini belli değerlerde kalmasını sağlayarak APU'nun düzenli çalışmasını temin eder.

APU yakıt sistemi değişik uçak tiplerine göre farklı komponentler ihtiva etmelerine rağmen genel komponentleri şunlardır:

- Alçak basınç yakıt filtresi
- Yakıt kontrol ünitesi
- Yüksek basınç yakıt filtresi
- Atomizer



Şekil 3.1: Yakıt sistemi şeması

➤ Alçak basınç yakıt filtresi

Genelde kağıt filtreler olup uçak yakıt sisteminden booster'lerden gelen yakıtın içindeki partiküllerin temizlenmesini sağlar. Filtre tıkanığında sistemin yakıtsız kalmaması için by-pass sistemi konmuştur. Filtreleri yerine takmadan önce contalarına ve yerlerine tam oturduklarına dikkat edilmelidir.

➤ Yakıt kontrol ünitesi

Dişli kutusu üzerinde bulunan ünite, uçak yakıt tankından booster'le gelen yakıtın filtreden geçirdikten sonra APU'nun ihtiyacını çalışma koşullarına göre ölçülü olarak yanma odasına gönderen yakıt pompasıdır.

Üzerinde sistemin düzenli ve ayarlı bir şekilde çalışmasını temin eden elemanlar mevcuttur. İçinde dolaşan yakıt aynı zamanda yağlama görevini de yapar. Yakıt kontrol ünitesi üzerindeki yakıt solenoidi, APU devri % 7-10 RPM olduğunda enerjilenerek açılır ve yakıtı yol verir.

➤ **Yüksek basınç yakıt filtresi**

APU yakıt pompası çıkışında bulunan kağıt bir filtredir. Periyodik olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde değişmelidir.

➤ **Atomizer**

Yanma odası üzerine bağlanmış olup uçak tiplerine göre değişik miktardadır. APU yakıt sisteminden gelen yakıtın yanma odasına pulvarize bir şekilde püskürtülmesini sağlar.

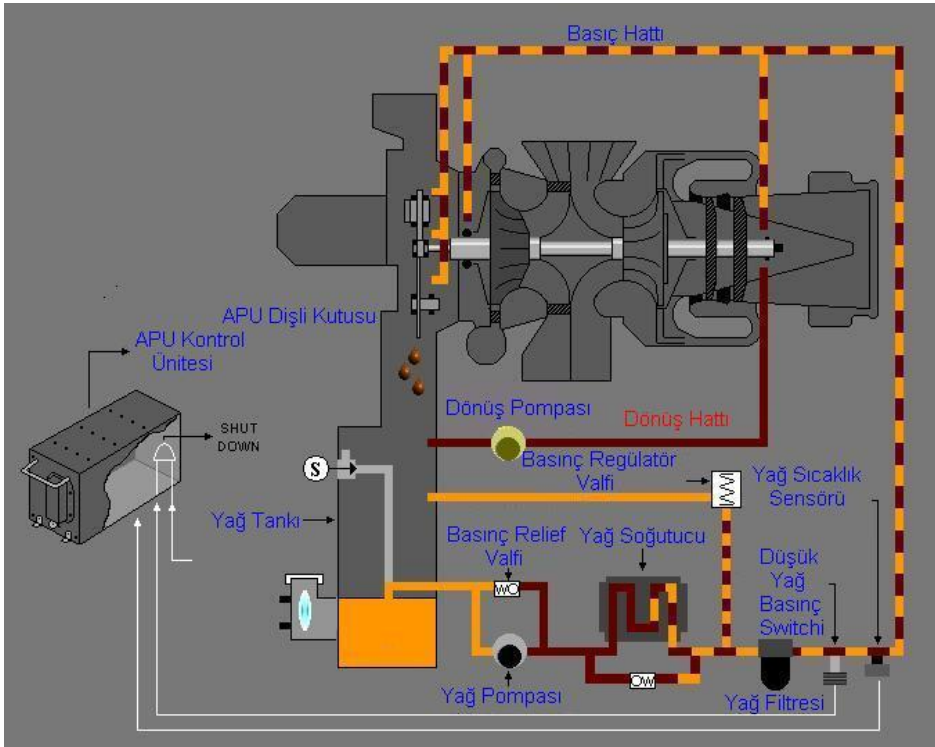
3.1.2. Yağlama Sistemi

Yağlamanın amacı, çalışan parçalar arasındaki sürtünmeyi azaltmak, ısınan kısımlardaki ısıyı üzerine almak yani soğutma görevini yapmak, aşınmayı minimuma indirmektir.

APU'da yağlanan ana kısımlar dişli kutusu ile APU yataklarıdır.

Yağlama sisteminin elemanları şunlardır:

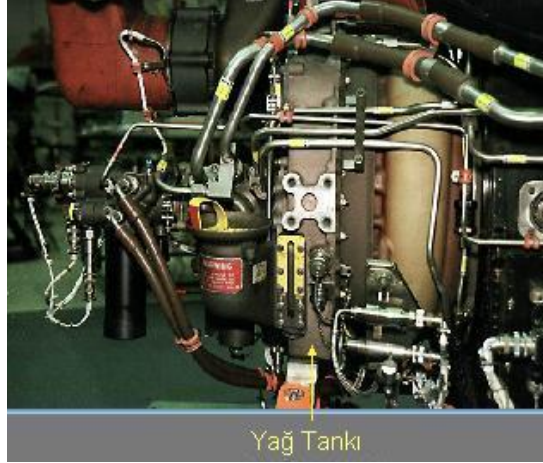
- Yağ tankı
- Yağ pompası
- Dönüş pompası
- Yağ basınç regülatör valfi
- Yağ filtresi
- Yağ soğutucusu



Şekil 3.2: Yağlama sistemi şeması

➤ **Yağ tankı**

APU'lar için gerekli miktarda yağ depolayan yağ tanklarının üzerinde doldurma kapakları ve yağ miktar göstergesi bulunur.

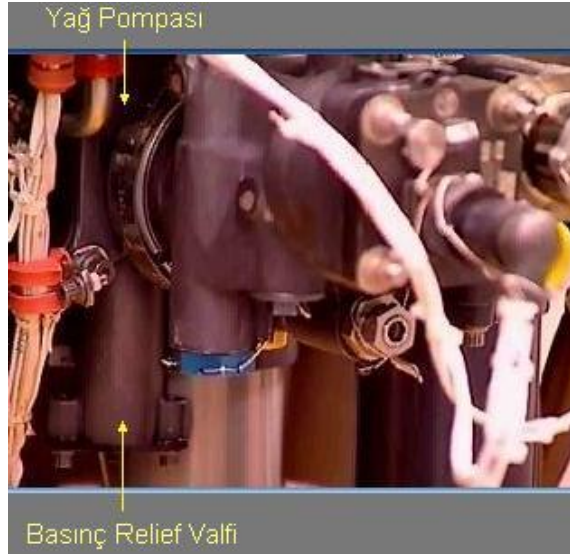


Resim 3.1: Yağ tankı

➤ **Yağ pompası**

Dişli kutusu üzerinde bulunan ve hareketini dişli kutusundan alan yağ pompası, dönüş (scavenge) pompa ile beraber döner. Üzerinde yağ filtresi ve yağ regülatörü gibi sistem elemanları bulunur.

Yağ pompasının görevi, yağ tankından almış olduğu yağ ile APU' ya ait yatakları ve yağlanması gereken kısımları yağlayarak APU'nun düzenli çalışmasını temin etmektedir.



Resim 3.2: Yağ pompası

➤ **Dönüş pompası**

APU’da gerekli yağlama işlemi yapıldıktan sonra sisteme basılan yağı emerek yağ soğutucusuna ve buradan da yağı depoya geri iade eder.

➤ **Yağ basınç regülatör valfi**

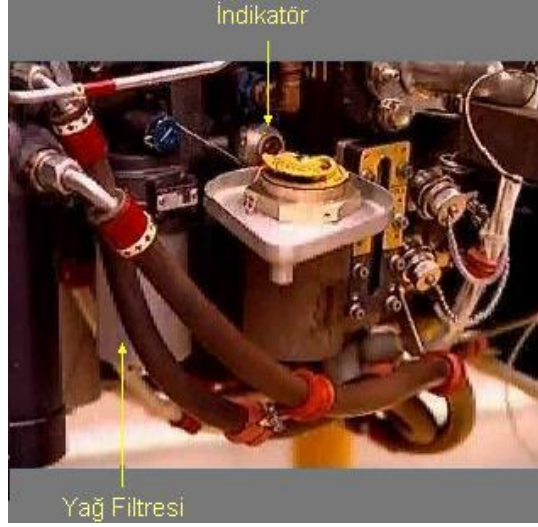
Yağ pompasının basmış olduğu yağ basıncını, değişik APU tiplerine göre ayarlanmış olan belli bir basınç değerinde sisteme kontrollü bir şekilde göndermektir.



Resim 3.3: Yağ basınç regülatör valfi

➤ **Yağ filtresi**

Yağın sisteme gitmeden önce içinde bulunabilecek partiküllerden temizlenerek sisteme temiz bir yağ gönderilmesi amacıyla yağ sistemine konulmuş kağıt filtrelerdir. Bazı filtreler tıkanıldığında indikatörleri dışarı çıkar. Filtre tıkalı ise by-pass valfleri devreye girer.Yağ filtresini yerine takmadan önce contasını kontrol etmeli ve filtreyi yerine yerleştirdikten sonra kapağı takılmalıdır.



Resim 3.4: Yağ filtresi ve indikatörü

➤ **Yağ soğutucusu**

Yağ soğutucusu, içerisinde yağın bulunduğu birçok alüminyum borulardan oluşmuştur. Soğutma havası, bu borular arasından geçerken yağın soğutulması sağlanmış olur.



Resim 3.5: Yağ soğutucusu

3.1.3. Hava Sistemi (Bleed Air System)

Sistemin amacı, uçak sistemleri için gerekli olan havayı kontrollü bir şekilde temin etmektir.

APU devri % 95 olunca APU yük almaya hazır duruma gelmiştir. Kompresörlerden gelen hava kontrollü bir şekilde egzoz sıcaklığına göre istenilen miktarlarda ve modülasyonlu olarak çalışan yük kontrol valfi ile uçak sistemlerinde kullanılmak üzere gönderilir. Bu havanın basıncı yaklaşık olarak 40-42 PSI'dir.

➤ **Yük kompresör kontrol sistemi (load compressor control system)**

Uçaklarda sistemin hava ihtiyacını elektronik kontrol kutusu (ECB) komutuyla APU devrine ve yük kompresörü giriş havasının vane'ler vasıtasıyla ayarlanması ile uçak sisteminin ihtiyacı olan yeterli hava temin edilir. Bu sistemde bulunan surge control valfden uçak sisteminden hava alınmadığı zaman vane'ler kapalı olduğu için yük kompresöründen elde edilen hava surge kontrol valfden atmosfere dışarı atılarak kompresör stall'unun meydana gelmesi önlenmiş olur.

➤ **Yük kontrol sistemi (load control system)**

APU'larda kompresör ikinci kademesinden alınan hava regülatörle belirli bir basınca ayarlanır. Eğer regülatör basıncı fazla ise egzoz sıcaklığın artmasına neden olur.

Regülatörde ayarlanan hava load kontrol valfi açma havası olarak gönderilir. Kontrol valfi kokpitten ilgili switchine kumanda etmek suretiyle açılması sağlanır ve sisteme hava gitmesi temin edilir. Fakat sisteme havanın gitmesi egzoz sıcaklığının artmasına neden olur. Bu sıcaklığın belirli limitler içinde kalmasını sağlayan termostatlar mevcuttur.

➤ **Yük kontrol termostatu**

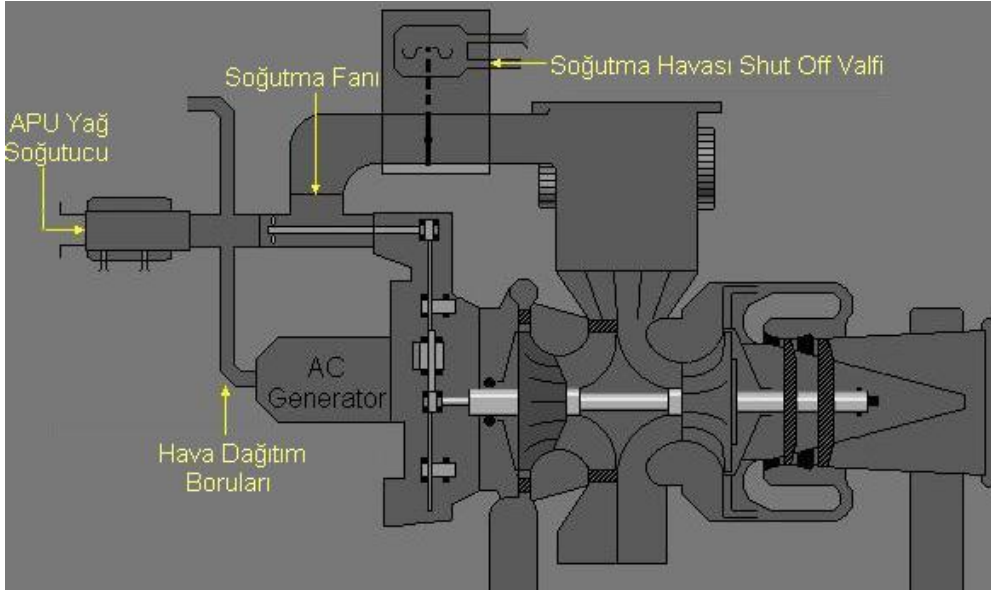
Egzoz flanşına monte edilmiş olan termostatlar egzoz sıcaklığını (EGT) daima kontrol altında tutar. Egzoz gaz sıcaklığı maksimum değere ulaştığında yük kontrol valfinin açılmasını sağlayan havayı atmosfere kaçıtır, valfin kapanmasını temin ederek egzoz gaz sıcaklığının belli limitler içinde kalması sağlanır. Uçak tipine göre shim'li ve shim'siz olmak üzere ikiye ayrılır.

➤ **Yük kontrol valfi (load control valve)**

APU devri % 95'in üzerinde iken cocpitt'en valfe ait switch'e kumanda edildiğinde elektriksel olarak açılır. Bu valf elektrik kumandalı pnömatik modülasyonlu çalışan bir valftir. Havanın sisteme gönderilmesi için bir musluk görevi yapar.

3.1.4. Soğutma Sistemi (Cooling System)

Soğutma sisteminin amacı; APU jeneratörü, APU yağ sistemini ve APU kompartımanının soğutmaktır. Dişli kutusuna bağlı olan ve hareketini dişli kutusundan alan soğutma fanı (cooling fan) vasıtasıyla APU sistemlerinin soğutulması temin edilir.



Şekil 3.3: Soğutma sistemi şeması

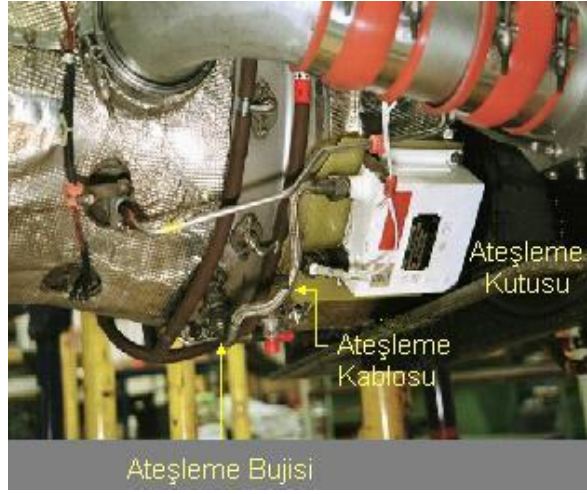
3.1.5. Ateşleme Sistemi

Ateşleme sisteminin görevi, bataryadan gelen DC akımı, ateşleme kutusunda belli bir voltaja yükselterek bujilere göndermektir. Buji kıvılcımı ile yanma odasındaki yakıt hava karışımının ateşlenmesi, yanma olayının başlatılmasını sağlar.

Ateşleme sisteminde bujiler yaklaşık olarak % 7-10 devirde ateşlemeye başlar. Devir % 95' i bulunca otomatik olarak devre dışı kalır.

Ateşleme sisteminin elemanları şunlardır:

- Uçak bataryası
- Ateşleme kutusu
- Buji



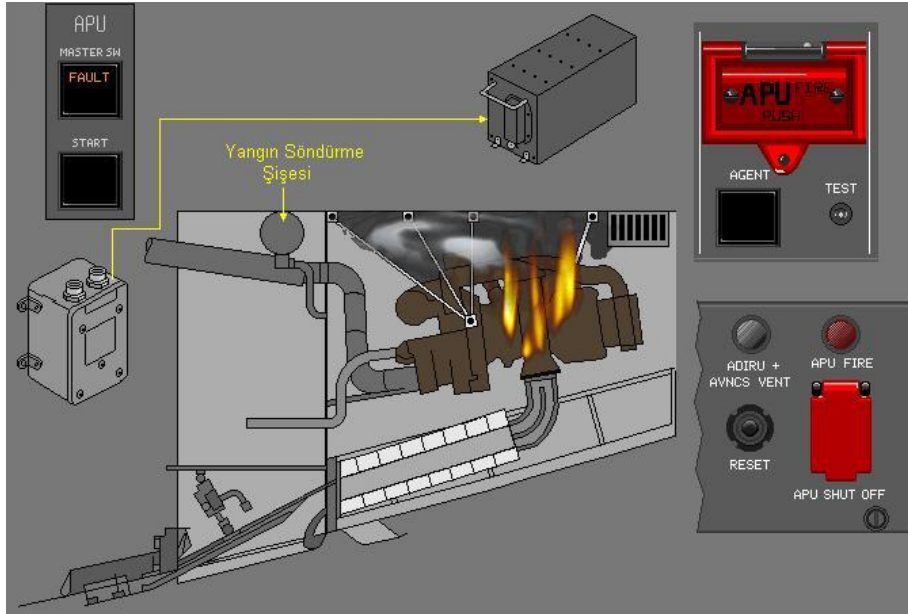
Resim 3.6: Ateşleme sistemi parçaları

3.1.6. Yangın İhbar ve Söndürme Sistemi

APU'da herhangi bir yangın olduğunda sistemi kontrol altına almaya yarayan bu sistem, yangın tipleri, ikaz korna ve lambalarıyla kontrol switch'lerinden ibarettir.

APU'yu çalıştırmadan önce ilk yapılacak işlem APU ile ilgili yangın testini yapmaktır.

APU' da yangın çıktığında ilk yapılacak iş, en yakınımızda bulunan APU switch'ine kumanda ederek APU'yu durdurmak ve yangın tüplerini patlatmaktır. Fakat bu olay bazı uçaklarda otomatik olarak meydana gelmektedir.



Şekil 3.4: Yangın ihbar ve söndürme sistem şeması ve switch'leri

3.1.7. Gösterge Sistemi

Sistemin amacı APU ile ilgili olarak çalışan sistemlerin normal değerler içerisinde olduğunu ve öğrenilmesine ve cockpit'e gerekli bilgilerin temin edilmesini sağlamaktır. Bunlar genel olarak APU devrini, egzoz sıcaklığını ve bazı uçaklarda APU'nun çalışma süresini gösterir. Ayrıca bazılarında da yağ seviye göstergeleri ilave edilmiştir.



Resim 3.7: Cockpit'teki APU göstergesi

➤ Devir göstergesi

APU'nun çalışması esnasında APU devri ile ilgili bilgileri kokpitteki indikatörlerde görmemizi temin eden bir sistemdir.

APU devrinin indikatöre iletilmesi bazı uçaklarda takometre jeneratörü ile bazı uçaklarda ise speed sensor (monopol) ile temin edilmiştir.

➤ Isı göstergesi

APU egzoz sıcaklığının kokpitteki indikatör'lerde görülmesinin temin eden bir sistemidir.

EGT'nin kokpitteki indikatöre iletilmesi egzoz kısmına yerleştirilmiş olan thermocouple diye adlandırdığımız hissedicilerle sağlamaktadır.

➤ Yağ seviye göstergesi

APU yağ tankında bulunan mevcut yağın öğrenilmesi bu sistemle temin edilir.

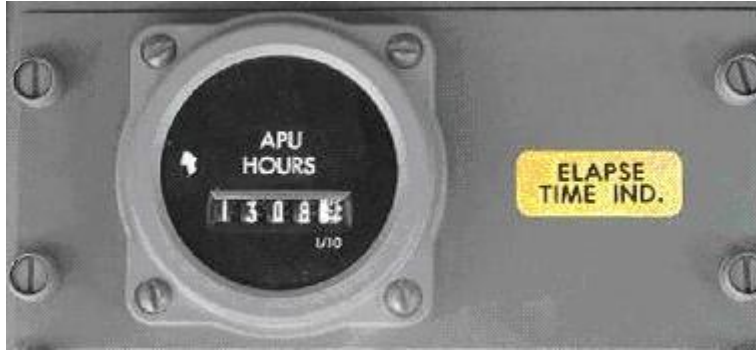
Yağ seviyesini yağ tankının yanında bulunan yağ seviyesi kokpitteki bir indikatörde görülebilmektedir.

Yağ seviyesinin kokpitteki indikatörde gösterilmesi transmitter vasıtasıyla sağlanmaktadır.

➤ **Hours meter**

APU'nun çalıştığı süreyi gösterir. Ancak APU devri % 95 olunca hours meter çalışmaya başlar. APU shutdown olduğunda da devre dışı kalır.

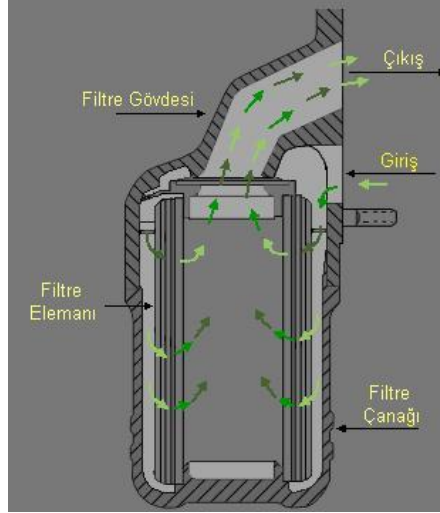
APU' larda indikatör APU'nun üzerindedir. Fakat bazı uçaklarda bu indikatör pilot kabinindeki bir panel üzerinde bulunmaktadır.



Resim 3.8: Hours meter

UYGULAMA FAALİYETİ

Yakıt sistemindeki alçak basınç filtresinin bakım işlemini yapınız.



Şekil 3.5: Yakıt filtre şeması

| İşlem Basamakları | Öneriler |
|--|---|
| <p>Kullanılacak malzemeler</p> <ul style="list-style-type: none">• Yakıt filtre contaları• (O-ring ve Backup ring)• Conta söküm ve montaj aletleri• Yakıt filtre elemanı <p>➤ Atölye ve çalışanlar için emniyet tedbirlerini alınız.</p> <p>➤ Yardımcı güç ünitesi (APU) yerleştirme bölümündeki filtre montaj kapağını sökünüz.</p> <p>➤ Filtre çanağını (filter bowl) filtre gövdesinden (filter housing) sökünüz.</p> <p>➤ Filtre elemanını filtre gövdesinden (filter housing) sökünüz.</p> <p>➤ Filtre gövdesi (filter housing) üzerindeki eski contaları (O-ring ve Backup rings) sökünüz.</p> <p>➤ Filtre gövdesi (filter housing) üzerindeki conta yuvalarını kontrol ederek temizleyiniz.</p> <p>➤ Filtre gövdesi (filter housing) üzerine yeni contaları (O-ring ve Backup rings) takınız.</p> | <p>Emniyet Tedbirleri</p> <p>➤ Atölye havalandırma sistemini çalıştırınız.</p> <p>➤ Yakınızdaki yangın söndürme cihazları bulundurunuz.</p> <p>➤ Uçak bakım talimatındaki (AMM) prosedürü uygulayınız.</p> <p>➤ Filtre indikatörüne bakarak filtrenin tıkalı olup olmadığını kontrol ediniz.</p> <p>➤ Uçak bakım talimatındaki (AMM) prosedürü uygulayınız.</p> <p>➤ Uçak bakım talimatındaki (AMM) prosedürü uygulayınız.</p> <p>➤ Filtre contalarını (O-ring ve Backup rings) filtre gövdesinden sökerken conta sökme ve takma aletlerini kullanınız.</p> <p>➤ Uçak bakım talimatındaki (AMM) prosedürü uygulayınız.</p> <p>➤ Filtre contalarını (O-ring ve Backup rings) filtre gövdesine takarken conta sökme ve takma aletlerini kullanınız.</p> <p>➤ Contayı zedeleyip koparmayınız.</p> |



Resim 3.9: O-ring Conta

➤ Yeni filtre elemanını filtre gövdesine (filter housing) takınız.

➤ Uçak bakım talimatındaki (AMM) prosedürü uygulayınız.



Resim 3.10: Kağıt ve tel tip filtre elemanı

➤ Filtre çanağını (filter bowl) filtre gövdesine (filter housing) takınız.
➤ Uçak yakıt besleme sisteminden filtreye gelen yakıt hattını açınız.

➤ Uçak bakım talimatındaki (AMM) prosedürü uygulayınız.
➤ Uçak bakım talimatındaki (AMM) prosedürü uygulayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

| Değerlendirme Ölçütleri | Evet | Hayır |
|---|------|-------|
| 1. Atölye ve çalışanlar için emniyet tedbirlerini aldınız mı? | | |
| 2. Yardımcı güç ünitesi (APU) yakıt sistemindeki yakıt filtresini bakım işleminde Uçak Bakım El Kitabındaki (AMM) prosedürü uyguladınız mı? | | |
| 3. Yardımcı güç ünitesi (APU) yerleştirme bölümündeki filtre montaj kapağını söktünüz mü? | | |
| 4. Filtre çanağını (filter bowl) filtre gövdesinden (filter housing) söktünüz mü? | | |
| 5. Filtre elemanını filtre gövdesinden (filter housing) söktünüz mü? | | |
| 6. Filtre contalarını (O-ring ve Backup rings) filtre gövdesinden sökerken conta sökme ve takma aletlerini kullandınız mı? | | |
| 7. Filtre gövdesi (filter housing) üzerindeki conta yuvalarını kontrol ederek temizlediniz mi? | | |
| 8. Filtre contalarını (O-ring ve Backup rings) filtre gövdesine takarken conta sökme ve takma aletlerini kullandınız mı? | | |
| 9. Yeni filtre elemanını filtre gövdesine (filter housing) taktınız mı? | | |
| 10. Filtre çanağını (filter bowl) filtre gövdesine (filter housing) taktınız mı? | | |
| 11. Uçak yakıt besleme sisteminden filtreye gelen yakıt hattını açtınız 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 yardımcı güç ünitesi (APU) sistemlerinden değildir?
A) Yağlama sistemi
B) Buza mani sistem
C) Yakıt sistemi
D) Gösterge sistemi
2. Aşağıdakilerden hangisi yakıt sisteminin komponentlerinden değildir?
A) Yakıt kontrol ünitesi
B) Yakıt filtresi
C) Buji
D) Atomizer
3. Yakıtın içerisindeki partiküllerin temizlenmesini sağlayan yakıt sistemi parçası aşağıdakilerden hangisidir?
A) Yakıt filtresi
B) Yağ filtresi
C) By-pass filtresi
D) Hava filtresi
4. Yakıt sisteminden gelen yakıtın yanma odasına püskürtülmesini sağlayan parça aşağıdakilerden hangisidir?
A) Emme manifoldu
B) Enjektör
C) Buji
D) Atomizer
5. Aşağıdakilerden hangisi yağlama sisteminin parçalarından değildir?
A) Yağ pompası
B) Dönüş pompası
C) Yağ termostatu
D) Yağ basınç regülatör valfi
6. Yağlama sistemindeki yağ pompası hareketini nereden alır?
A) Dişli kutusundan
B) Genaratörden
C) Starterden
D) Türbinden
7. Yağ pompasının sisteme basmış olduğu basınç değerini ölçen valf aşağıdakilerden hangisidir?
A) Check valf
B) Yağ pompası çıkış valfi
C) Yağ selektör valfi
D) Yağ basınç regülatör valfi
8. Aşağıdakilerden hangisi ateşleme sistemi parçalarından değildir?
A) Uçak bataryası
B) Atomizer
C) Ateşleme kutusu
D) Buji

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

Bakım dokümanlarında (AMM) belirtildiği şekilde yardımcı güç ünitesini (APU) uçağa takabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Yardımcı güç ünitesi (APU) uçak üzerinde yerine takılırken kullanılan el ve güç aletleri nelerdir? Yardımcı güç ünitesi (APU) uçağa takıldıktan sonra üzerine bağlanan sistemler nelerdir? Öğretmeninizin rehberliğinde araştırma yaparak gözlemleyiniz.

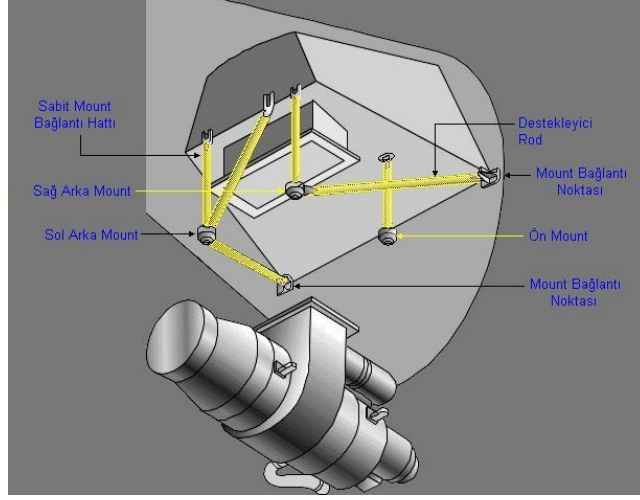
4. YARDIMCI GÜÇ ÜNİTESİNİ (APU) UÇAĞA TAKMAK

4.1. Yardımcı Güç Ünitesinin Uçağa Takılması

Yardımcı güç ünitesi (APU), Uçak Bakım El Kitabında (AMM) belirtilen talimatlara göre uçak üzerindeki yerine takılır.

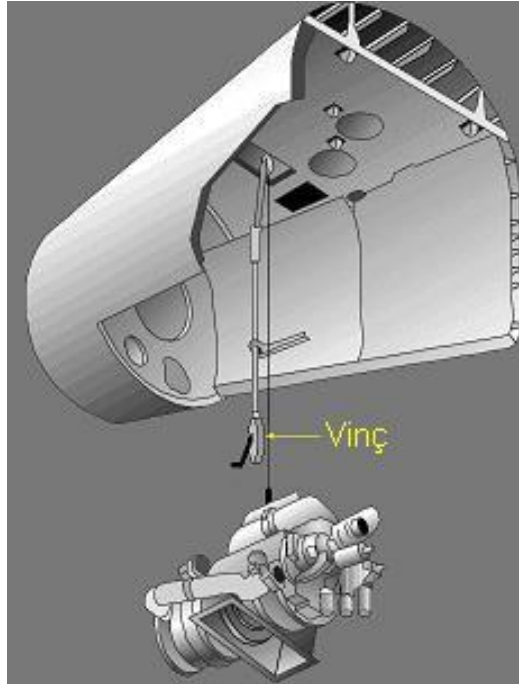
APU asansörü ekipmanı (APU hoist equipment) uçak üzerindeki tavan ve yan duvar bağlantılarına sabitlenir. APU asansörü ekipmanının ucundaki bağlantı kablosu vinç ile ayarlanarak taşıyıcı araba üzerindeki APU'ya bağlantısı yapılır.

APU vinç ile kuyruk konisindeki bölümüne kaldırılır. APU üzerine shock mount bağlantıları yapılır. Shock mount'lar destekleyici rod'lara bağlanarak Uçak Bakım El Kitabındaki (AMM) değerlere göre torklanır.



Şekil 4.1: APU bölümü bağlantıları

APU'nun ekipman (equipment) ve egzoz susturucusu (muffler) bölümü bağlantıları yapılır. Uçak gövdesindeki yerine giriş kapağının pimli bağlantısı yapılır. Giriş kapağının iç kısmına rod'lar takılır. Uçak gövdesindeki APU giriş kapağı kilitli mandallar ile kapatılarak sabitlenir. Yardımcı güç ünitesinin (APU) uçağa takılma işlemi tamamlanmış olur.



Şekil 4.2: APU asansörü ekipmanı ile APU'nun uçağa takılması

UYGULAMA FAALİYETİ

Yardımcı güç ünitesinin (APU) uçağa takılması

| İşlem Basamakları | Öneriler |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">➤ Kullanılacak malzemeler<ul style="list-style-type: none">• APU asansörü ekipmanı (APU hoist equipment)• Taşıyıcı araba• Taşıma sabitleyicisi (handling fixture)➤ Atölye ve çalışanlar için emniyet tedbirlerini alınız.➤ Yardımcı güç ünitesini (APU) taşıma sabitleyicisine yerleştirip uçağın yanına taşıyınız.➤ APU asansörü ekipmanını (APU hoist equipment) uçak üzerindeki bağlantı yerine takınız.➤ APU asansörü ekipmanını (APU hoist equipment) yardımcı güç ünitesine (APU) bağlayınız.➤ Yardımcı güç ünitesini (APU) uçak üzerindeki bölümüne APU asansörü ekipmanı (APU hoist equipment) ile kaldırınız.➤ Yardımcı güç ünitesinin (APU) destekleyici rod'lara (support rod) bağlayan vibrasyon isolatorlerini (shock mounts) takınız.➤ APU asansörü ekipmanını (APU hoist equipment) uçak üzerindeki bağlantı yerinden sökünüz.➤ Yardımcı güç ünitesi (APU) ekipman ve egzoz susturucusu bölümleri arasındaki bağlantıları takınız.➤ Yardımcı güç ünitesi (APU) giriş kapağını uçak üzerindeki yerine takınız.➤ Yardımcı güç ünitesi (APU) giriş kapağını kapatınız. | <ul style="list-style-type: none">➤ Emniyet Tedbirleri➤ Atölye havalandırma sistemini çalıştırınız.➤ Yakınıınızda yangın söndürme cihazları bulundurunuz.➤ Yardımcı güç ünitesini (APU) uçağın yanına taşımak için taşıyıcı araba kullanınız.➤ Uçak Bakım El Kitabındaki (AMM) prosedürü uygulayınız.➤ APU asansörü ekipmanı (APU hoist equipment) ile yardımcı güç ünitesi (APU) arasındaki kablo bağlantı mesafesini vinç ile ayarlayınız.➤ Uçak Bakım El Kitabındaki (AMM) prosedürü uygulayınız.➤ APU asansörü ekipmanının (APU hoist equipment) vincini kullanınız.➤ Uçak Bakım El Kitabındaki (AMM) prosedürü uygulayınız.➤ Uçak Bakım El Kitabındaki (AMM) prosedürü uygulayınız.➤ Uçak Bakım El Kitabındaki (AMM) prosedürü uygulayınız.➤ Uçak Bakım El Kitabındaki (AMM) prosedürü uygulayınız.➤ Yardımcı güç ünitesi (APU) giriş kapağını kapatmak için üzerindeki kilit mandallarını kullanınız. |

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

| Değerlendirme Ölçütleri | Evet | Hayır |
|---|------|-------|
| 1. Yardımcı güç ünitesini (APU) uçağa takmadan önce atölye ve çalışanlar için emniyet tedbirlerini aldınız mı? | | |
| 2. Yardımcı güç ünitesinin uçağa takılması işleminde Uçak Bakım El Kitabındaki (AMM) prosedürü uyguladınız mı? | | |
| 3. Yardımcı güç ünitesini taşıma sabitleyicisine yerleştirdiniz mi? | | |
| 4. APU asansörü ekipmanını (APU hoist equipment) uçak üzerindeki bağlantı yerine taktınız mı? | | |
| 5. APU asansörü ekipmanını yardımcı güç ünitesine (APU) vinci kullanarak bağladınız mı? | | |
| 6. Yardımcı güç ünitesini (APU) uçak üzerindeki bölümüne APU asansörü ekipmanı ile kaldırdınız mı? | | |
| 7. Yardımcı güç ünitesini destekleyici rod'lara (support rod)bağlayan vibrasyon isolator'lerini (shock mounts) taktınız mı? | | |
| 8. APU asansörü ekipmanını uçak üzerindeki bağlantı yerinden söktünüz mü? | | |
| 9. Yardımcı güç ünitesi ekipman ve egzoz susturucusu bölümleri arasındaki bağlantıları taktınız mı? | | |
| 10. Yardımcı güç ünitesi giriş kapağını uçak üzerindeki yerine taktınız mı? | | |
| 11. Yardımcı güç ünitesi giriş kapağını kilit mandalları 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. (...)Yardımcı güç ünitesinin (APU) bakımları Uçak Bakım El Kitabı (AMM) prosedürlerine göre yapılır.
2. (...)Yardımcı güç ünitesinin (APU) uçaktan sökülmesinde APU asansörü ekipmanı (APU hoist equipment) kullanılır.
3. (...)Yardımcı güç ünitesi (APU) uçak üzerinde kanatların altına yerleştirilmiştir.
4. (...)Yardımcı güç ünitesinin (APU) bağlantı cıvataları Uçak Bakım El Kitabındaki (AMM) değerlere göre torklanır.
5. (...)Yardımcı güç ünitesi (APU) yerine takılırken APU bölümünde sadece egzoz susturucu bölümü bağlantılarının yapılması yeterlidir.
6. (...)Yardımcı güç ünitesi (APU) uçağa takılırken taşıma sabitleyicisi (handling fixture) kullanılır.
7. (...)Yardımcı güç üniteleri (APU) uçak üzerinde basınçlı bölmeye monte edilmiştir.
8. (...)Vibrasyon izolatörleri (shock mounts) yardımcı güç ünitesinde (APU) meydana gelebilecek sarsıntıları üzerine alır.

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 yardımcı güç ünitesinin (APU) görevlerinden değildir?
A) Motor çalıştırma
B) Air condition için hava üretme
C) Elektrik üretme
D) İtme gücü sağlama
2. Yardımcı güç ünitesinde (APU) meydana gelebilecek sarsıntıları önleyen parça aşağıdakilerden hangisidir?
A) Orifice valfler
B) Shock mounts (vibrasyon izolator)
C) Rod'lar
D) Selektör valfler
3. Aşağıdakilerden hangisi yardımcı güç ünitesinin (APU) yakıt sistemi parçalarından biri değildir?
A) Starter
B) Atomizer
C) Yakıt Filtresi
D) Yakıt kontrol ünitesi
4. Aşağıdakilerden hangisi yardımcı güç ünitesi (APU) gösterge sistemindeki hours meter'in görevidir?
A) Yardımcı güç ünitesi (APU) devrini gösterir.
B) Yardımcı güç ünitesinin (APU) çalışma süresini gösterir.
C) Yardımcı güç ünitesinin (APU) hararetini gösterir.
D) Yardımcı güç ünitesinin (APU) yağ basıncını gösterir.
5. Yardımcı güç ünitesinde (APU) pnömatrik enerjiyi mekanik enerjiye çeviren parça aşağıdakilerden hangisidir?
A) Kompresor
B) Atomizer
C) Türbin
D) Generator
6. Yardımcı güç ünitesinin (APU) sistemler için sağladığı bleed hava basınç değeri aşağıdakilerden hangisidir?
A) 30-45 PSI
B) 50-75 PSI
C) 60-100 PSI
D) 100-150 PSI

7. Yardımcı güç ünitelerindeki (APU) yakıt, yağ ve yoğunlaşmış su buharını uçak dışına atılmasını sağlayan sistem aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Hava giriş sistemi
 - B) Soğutma sistemi
 - C) Hava sistemi
 - D) Boşaltım sistemi
8. Aşağıdakilerden hangisi hava giriş boru sistemi parçası değildir?
- A) Hava giriş burnu
 - B) Hava giriş borusu
 - C) Hava giriş basınçlandırma fanı
 - D) Hava giriş dirseği

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 | C |
| 3 | B |
| 4 | C |
| 5 | A |
| 6 | D |
| 7 | B |
| 8 | D |

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

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

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

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

ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

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

MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

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

KAYNAKÇA

- GÖÇMEN, Mehmet, **Uçak Teknik Temel (APU)**, İstanbul, 2000.