

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

UÇAK BAKIM

**GÜÇ ARTIRMA SİSTEMLERİ
525MT0046**

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	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. SU ENJEKSİYONLU İTKİ ARTIRMA SİSTEMİ	3
1.1. Genel	3
1.2. Kompresör Su Enjeksiyon Sisteminin Yapısı	3
1.2.1. Düşük Basınç Kompresör Enjeksiyonu	4
1.2.2. Yüksek Basınç Kompresör Enjeksiyonu (HPC)	5
1.2.3. Yüksek Basınç Kompresöründen Sonraki Su Enjeksiyon Sistemi	6
1.2.4. Kombine Düşük Basınç ve Yüksek Basınç Kompresörleri Su Enjeksiyonu	6
1.3. Su Enjeksiyonlu Yanma Odaları	7
1.3.1. Su Enjeksiyonlu Yanma Odalarının Faydaları	7
1.3.2. Yanma Odasına Direkt Su Enjeksiyonu	7
1.3.3. Su Enjeksiyonlu Yanma Odası Sisteminin Elemanları	7
UYGULAMA FAALİYETİ	8
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	10
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	11
2. SU/METANOL KARIŞIMI İLE GÜÇ ARTIRMA SİSTEMİ	11
2.1. Genel	11
2.2. Su/Metanol Karışımı İkmali	12
2.3. Sistemin Kontrolü	13
2.4. Sistemin Parçaları	13
2.4.1. Su/Metanol Sistemi Kontrol Cihazı	13
2.4.2. Ölçü Valfi ve Servo Piston	13
2.4.3. Kontrol Sistemi	14
2.4.4. Servo Sistem	15
2.4.5. Su /Metanol Kontrol Sisteminin Çalışması	16
2.4.6. Su/Metanol Sisteminin Kumanda ve Göstergeleri	16
2.4.7. Teknik Bilgiler	16
2.4.8. Sistem Parçalarının Müşterek Çalışması	17
2.5. Su/ Metanol Sisteminin Bakımı	17
2.5.1. Su/Metanol Kontrol Cihazının Kontrolü	17
2.5.2. Yağ Filtresinin Bakımı	17
2.5.3. Su/Metanol Karışımının Kontrolü	17
2.5.4. Yağ Filtresinin Temizlenmesi	17
UYGULAMA FAALİYETİ	18
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	20
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	21
3. ART YAKICI (AFTERBURNER)	21
3.1. Genel	21
3.2. Sistemin Yapısı	22
3.2.1. Art Yakıcı (A/B) Difüzör Kısmı	22
3.2.2. A/B Egzoz Konisi	24
3.2.3. A/B Hareketli Lüle (Nozul) Kısmı	26
3.3. J-79 Motorunun Değişken Egzoz Nozul Sistemi	28
3.3.1. Görevleri	28

3.3.2. Parçaları.....	29
3.4. A/B Egzoz Kısımlarının Sökülmesi, Takılması ve Bakımı	36
3.4.1. Egzoz Boru Donanımının Sökülmesi	36
3.4.2. Art Yakıcı Kısımının Sökülmesi.....	38
3.4.3. A/B ve Egzoz Kısımlarının Takılması.....	39
3.4.4. Egzoz Borusunun Takılması.....	39
3.4.5. Pilot Yakıcının Takılması	40
3.4.6. A/B Egzoz Kısımının Bakımı	40
UYGULAMA FAALİYETİ	42
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	44
MODÜL DEĞERLENDİRME	46
CEVAP ANAHTARLARI.....	48
KAYNAKÇA	50

AÇIKLAMALAR

KOD	525MT0046
ALAN	Uçak Bakım
DAL/MESLEK	Uçak Gövde-Motor
MODÜLÜN ADI	Güç Artırma Sistemleri
MODÜLÜN TANIMI	İtke ve güç artırma sistemlerinin çalışma prensipleri ve bakımı ile ilgili temel bilgi ve becerilerin verildiği öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Ateşleme Sistemleri modülünü başarmak
YETERLİK	Güç artırma sistemlerinin bakımını yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Uçak gaz türbinli motorlarında kullanılan itke ve güç artırma sistemleri hakkında bilgi sahibi olacak ve gerekli ortam sağlandığında bu sistemlerin bazılarının bakımını ilgili uçak bakım dokümanlarından da yararlanarak yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Su enjeksiyonlu itke artırma sistemi ve çalışması hakkında genel bir bilgi sahibi olacaksınız. 2. Su/metanol karışımı ile güç artırma sistemi hakkında bilgi sahibi olacak ve gerekli ortam sağlandığında bu sistemin bakımını ilgili uçak bakım dokümanlarından da yararlanarak yapabileceksiniz. 3. Art yakıcı (afterburner) itke artırma sistemi hakkında bilgi sahibi olacak ve gerekli ortam sağlandığında bu sistemin bakımını ilgili uçak bakım dokümanlarından da yararlanarak yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Derslik, gaz türbinli motor atölyesi Donanım: Televizyon, sınıf kitaplığı, DVD, projeksiyon cihazı, bilgisayar ve donanımları, internet bağlantısı, öğretim materyalleri, uçak, uçak motoru, el aletleri ve test donanımları
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,

Ülkemiz son yıllarda uçak alımları konusunda büyük atılımlar yapmıştır. Artık amaç sadece uçakların yapısal onarımını gerçekleştirmek değil, mevcut hava araçlarına ve üretilecek hava araçlarına yeni nesil sistemleri entegre edebilmek ve bu sistemlerin yurt içinde üretimini gerçekleştirebilmektir.

Bu modülün amacı, sizleri itki ve güç artırma sistemleri hakkında bilgi sahibi yapmaktır. Çalışmalarınızda ön bilginizin olması sizler için gerekli olan öz güveni sağlayacaktır. Bu amaçla konu ile ilgili teknik terimleri araştırıp öğrenmeniz gerekmektedir.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Su enjeksiyonlu itki artırma sistemi ve çalışması hakkında genel bir bilgi sahibi olacaksınız.

ARAŞTIRMA

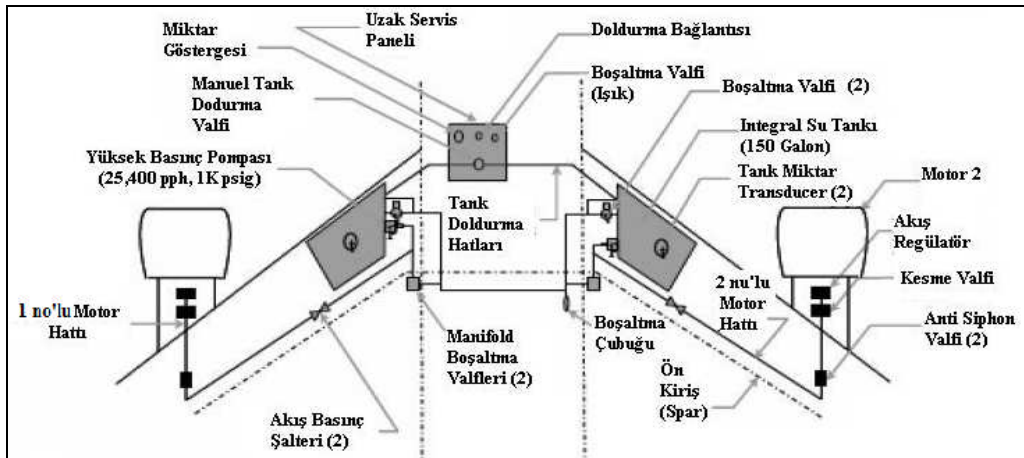
- Konu ile ilgili İngilizce teknik terimleri araştırınız.
- Uçaklarda itki ve güç artırma sistemleri hakkında bilgi edininiz.

1. SU ENJEKSİYONLU İTKİ ARTIRMA SİSTEMİ

1.1. Genel

İtki artırma sistemleri, ihtiyaç hâlinde uçağın hızını ve motorun itkisini artırmak amacı ile tasarlanmıştır. İyi atomize edilmiş olan su, kompresör veya yanma odasına püskürtüldüğü zaman damlaların buharlaşması sonucunda havanın sıcaklığı düşer. Buna bağlı olarak da havanın yoğunluğu, kompresör verimi ve motor itki gücü artar. Yanma odası giriş sıcaklığının azalması ile de NO_x emisyonu oluşumu azalır. Bunu sağlayan sisteme su enjeksiyonu (water injection) veya su buharlama (water misting) denir.

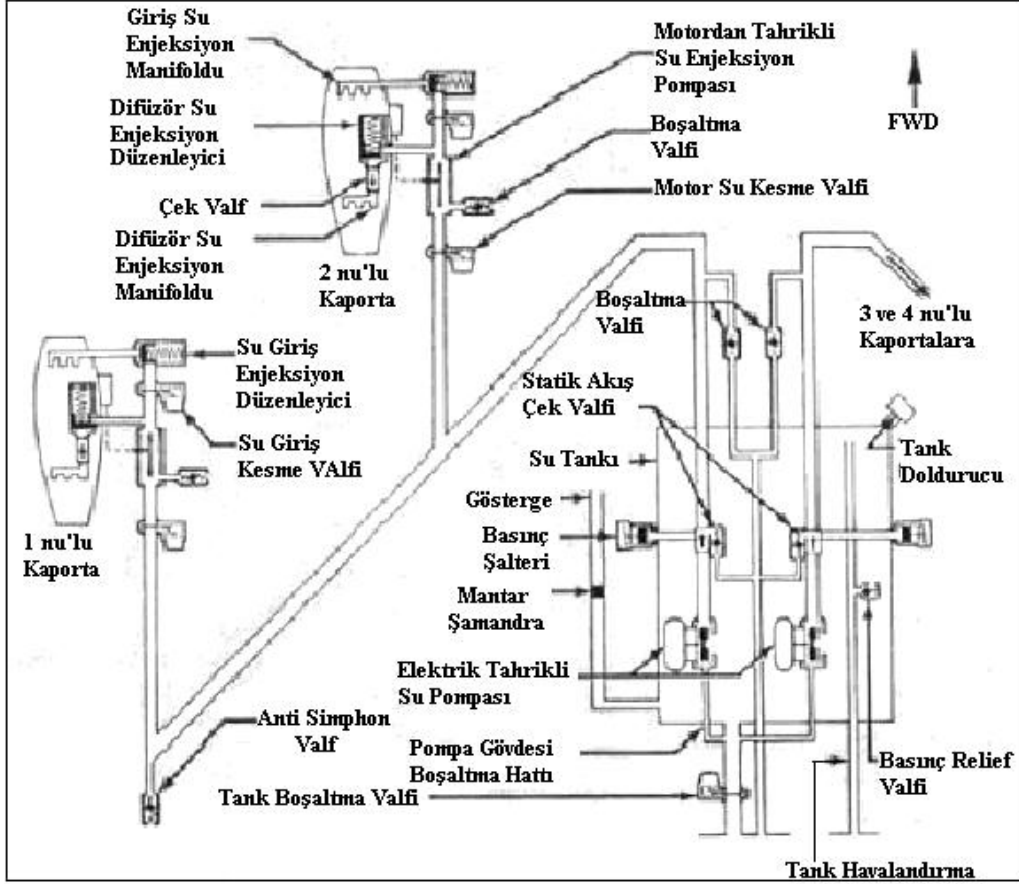
1.2. Kompresör Su Enjeksiyon Sisteminin Yapısı



Şekil 1.1: Su enjeksiyon sistemi elemanlarının yerleşimi

Bu sistemde uçak gövdesinde bulunan bir su tankı bulunmaktadır. Elektrik tahrikli bir pompa vasıtasıyla su motorlara dağıtılır. Bu noktada enjeksiyon için pompa basıncı 400

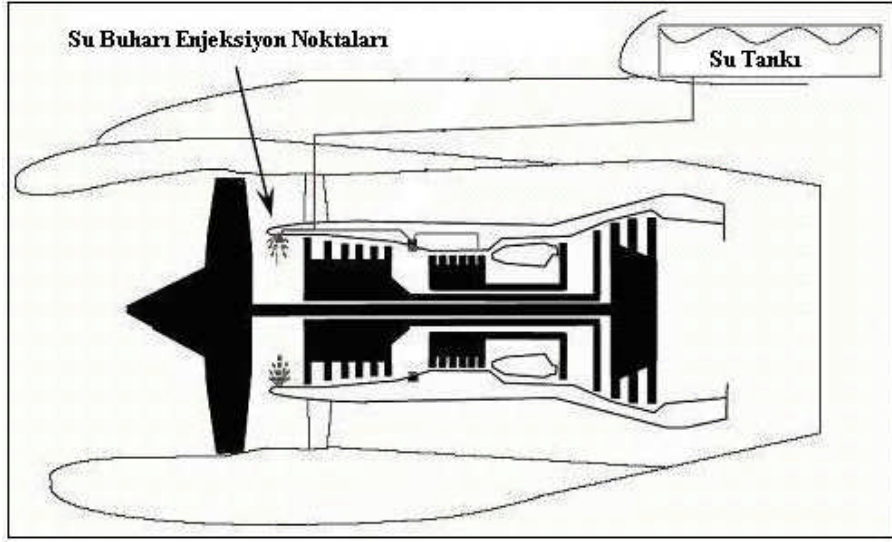
PSI'a yükseltilir. Su enjeksiyon sistemi 4 değişik tipteki kompresöre uygulanır. Şekil 1.2'de kompresör su enjeksiyon sisteminin yerleşimi görülmektedir.



Şekil 1.2: Sistemin yerleşimi

1.2.1. Düşük Basınç Kompresör Enjeksiyonu

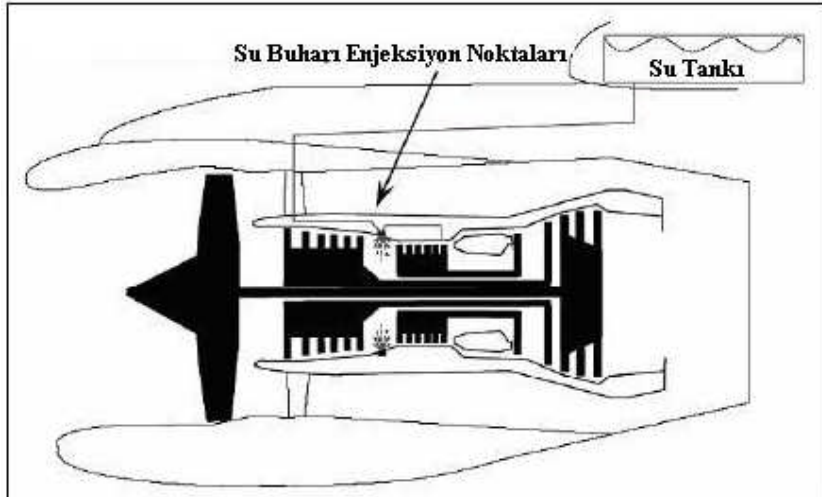
Mevcut kojenerasyon sistemlerinden alçak basınç kompresörüne (Low Pressure Compressor - LPC) su buharlama (water misting) sistemi kullanılarak yaklaşık % 0,5 – 0,87 oranında su çekirdek hava akışına (core air flow) püskürtülerek NO_x oluşumu azaltılır. NO_x seviyesinin azaltılması için su akış oranı artırılmalıdır. Su akış oranı % 2,2'ye ulaştığında NO_x'in % 50 oranında azaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 1.3: LP kompresör enjeksiyonu

1.2.2. Yüksek Basınç Kompresör Enjeksiyonu (HPC)

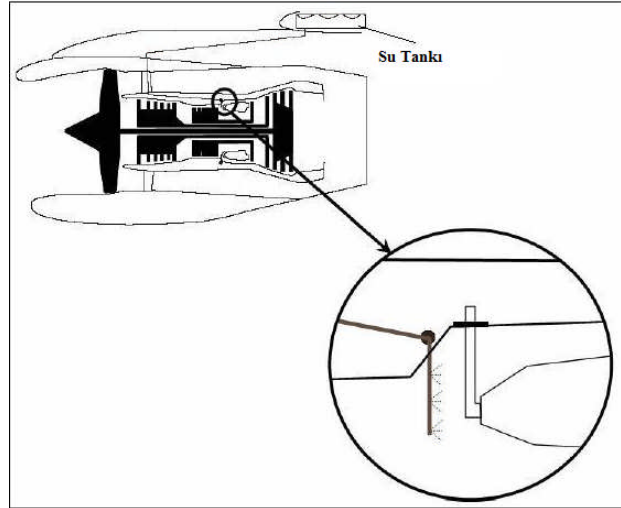
Yüksek basınç kompresöründen (High Pressure Compressor - HPC) önce, alçak basınç kompresöründen (Low Pressure Compressor -LPC) sonra püskürtülen atomize edilmiş su; LPC'den önce su püskürtülmesine göre daha az performans artışı sağlar. Özgül yakıt tüketimi LPC'de % 3,51'lik bir düşüşe neden olurken bu oran HPC'de % 1,72'dir. NO_x oluşumu HPC'de % 44 oranında önlenirken LPC'de % 47, T₄ sıcaklıkları ise LPC'de 163° C'ye düşerken HPC'de 62° C'ye düşer.



Şekil 1.4: HP kompresör enjeksiyonu

1.2.3. Yüksek Basınç Kompresöründen Sonraki Su Enjeksiyon Sistemi

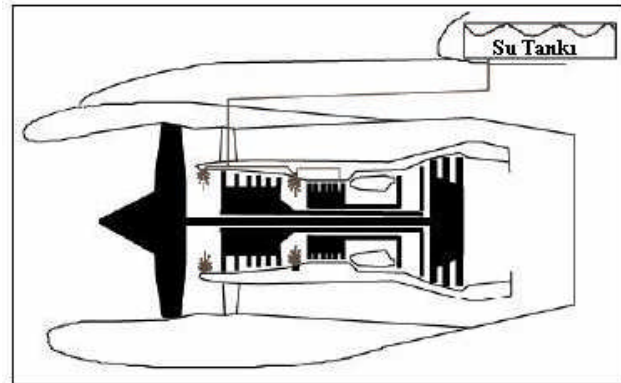
Bu sistem, Boeing 747-100 ve 747-200 uçaklarında bulunan Pratt & Whitney JT9D-3AW ve 7AW serisi motorlarında kullanılmıştır. Bu uygulamada su, hava akışı yönüne bakan sprej barlar vasıtası ile yanma odasına gitmekte olan havaya püskürtülür.



Şekil 1.5: Yüksek basınç kompresöründen sonra su enjeksiyonu

1.2.4. Kombine Düşük Basınç ve Yüksek Basınç Kompresörleri Su Enjeksiyonu

Dondurucu koşullarda suyun donmasını önlemek için LPC yerine HPC'ye püskürtülmesi tercih edilir. Fakat LPC'ye püskürtme metodu HPC'ye göre daha iyi özgül yakıt tüketimi gösterdiğinden her iki sistemin birlikte kullanılması daha etkili olacaktır.



Şekil 1.6: Kombine LP ve HP su enjeksiyonu

1.3. Su Enjeksiyonlu Yanma Odaları

1.3.1. Su Enjeksiyonlu Yanma Odalarının Faydaları

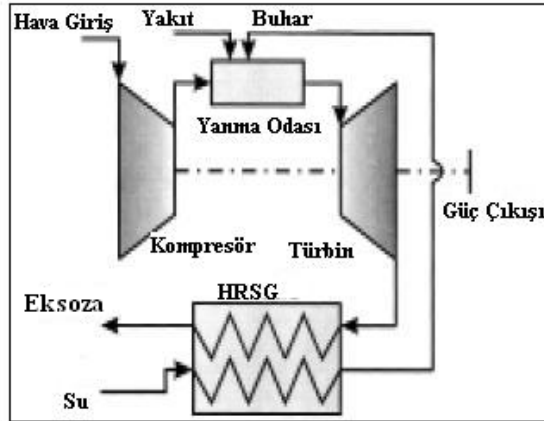
- NO_x emisyonunu azaltır.
- Verimliliği artırır.
- Üretilen itkiyi artırır.
- Sıcak bölgelerde çalışan parçaların ömrünü uzatır.

1.3.2. Yanma Odasına Direkt Su Enjeksiyonu

- Su ve yakıt birlikte yanma odasına püskürtülür.
- NO_x emisyonu % 90'a varan oranda azalır (kalkışta % 65).
- Çekirdek motor (core engine) sıcaklığı azalır.

1.3.3. Su Enjeksiyonlu Yanma Odası Sisteminin Elemanları

Su enjeksiyonlu yanma odası sistemi, pratikte motorun gücü ve verimini artırmak için kullanılır. Isı kurtarma buhar jeneratörü (Heat recovery steam generator – HRSG), türbin gazlarındaki enerjiyi (ısıyı) alır ve yanma odasına gönderilecek olan suyun buharlaştırılmasında kullanır. Şekil 1.7’de görüldüğü gibi motorun ön kısmından giren hava, kompresörde sıkıştırılarak basıncı artırıldıktan sonra yanma odasına geçer. Bu esnada havaya yakıt ve buhar (steam) püskürtülerek hava + yakıt + buhar karışımı yakılarak enerji elde edilir.



Şekil 1.7: Su enjeksiyonlu yanma odası sistemi

- **Su buharının (steam water) elde edilmesi:** Yanmış gazların bir kısmı türbinden geçirildikten sonra HRSG'ye gönderilir. Burada gazların enerjisinden yararlanılarak su ısıtılarak buhar elde edilir. Oluşan bu buhar (steam water) yanma odasına gönderilir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Su püskürtme sistemindeki su enjeksiyon pompasını motor üzerinden sökünüz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Atölye ve çalışanlar için gerekli emniyet tedbirlerini alınız.➤ Su enjeksiyon pompasına ulaşınız.➤ Su enjeksiyon pompasına gelen su ve elektrik hatlarını kapatınız.➤ Su enjeksiyon pompasından spreylere giden su hatlarını kapatınız.➤ Su enjeksiyon pompasını dış kutusundan sökünüz.➤ Su enjeksiyon pompasını gerekli temizlik maddeleri ile temizleyiniz.➤ Su enjeksiyon pompasını teste göndermek için gerekli dokümanları hazırlayınız.➤ Su enjeksiyon pompasını teste göndermek için paketleyiniz.➤ Su enjeksiyon pompasını test cihazına gönderiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Atölye havalandırma sistemini çalıştırınız.➤ Yanınızda yangın söndürme cihazı bulundurunuz.➤ Gerekli koruyucu elbiseleri kullanınız.➤ Temizlik yaparken emniyet kurallarına uygun özel koruma giysileri kullanınız.➤ Uçak bakım el kitaplarındaki (AMM) prosedürlere uyunuz.➤ Gerekirse büyüteç 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. Atölye ve çalışanlar için gerekli emniyet tedbirlerini aldınız mı?		
2. Su enjeksiyon pompasına ulaştınız mı?		
3. Su enjeksiyon pompasına gelen su ve elektrik hatlarını kapattınız mı?		
4. Su enjeksiyon pompasından spreylere giden su hatlarını kapattınız mı?		
5. Su enjeksiyon pompasını dişli kutusundan söktünüz mü?		
6. Su enjeksiyon pompasını gerekli temizlik maddeleri ile temizlediniz mi?		
7. Su enjeksiyon pompasını teste göndermek için gerekli dokümanları hazırladınız mı?		
8. Su enjeksiyon pompasını teste göndermek için paketlediniz mi?		
9. Su enjeksiyon pompasını test cihazına gönderdiniz 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. Su enjeksiyon sistemi ile güç artırma işlemi motorun hangi kısımlarına uygulanır?
A) LPC, HPC, yanma odaları
B) LPC
C) HPC
D) Yanma odaları
2. Su enjeksiyon sisteminde bulunan su deposunun yeri aşağıdakilerden hangisindedir?
A) İniş takımları yuvasında
B) Yolcu kompartımanında
C) Kanatlarda
D) Uçağın gövdesinde
3. Su enjeksiyon sisteminde kullanılan yardımcı pompa (booster pump) aşağıdaki güçlerden hangisi ile çalışır?
A) Pnömatik
B) Elektrik
C) Hidrolik
D) Mekanik
4. LPC'ye su enjeksiyonu ile NO_x oluşumunun oranı aşağıdakilerden hangisidir?
A) % 40 B) % 50 C) % 100 D) % 55
5. Yanma odasına su enjeksiyonu uygulandığında, çekirdek motor sıcaklığı değerinde nasıl bir değişim gerçekleşir?
A) Düşer.
B) Yükselir.
C) Değişmez.
D) Önce düşer sonra yükselir.
6. HRSG'de aşağıdakilerden hangisi üretilir?
A) Hava kabarcıkları
B) Yakıt buharı
C) Yağ buharı
D) Su buharı

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

Su/metanol karışımı ile güç artırma sistemi hakkında bilgi sahibi olacak ve gerekli ortam sağlandığında bu sistemin bakımını ilgili uçak bakım dokümanlarından da yararlanarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Konu ile ilgili İngilizce teknik terimleri araştırınız.
- Uçaklardaki su/metanol güç artırma sistemi hakkında bilgi edininiz.

2. SU/METANOL KARIŞIMI İLE GÜÇ ARTIRMA SİSTEMİ

2.1. Genel

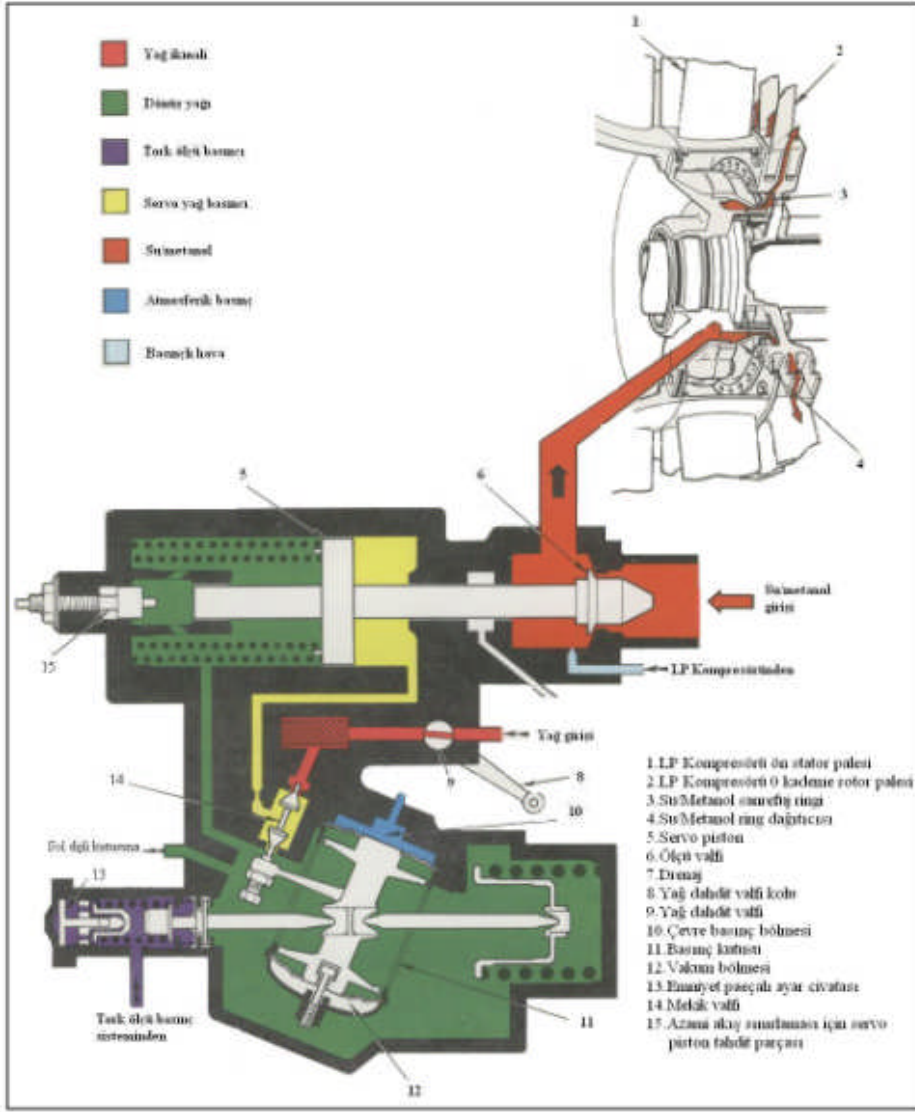
Yüksek çevre sıcaklığında motor çalıştırılırken hava miktarının düşük olması ve buna bağlı olarak da “Condition-Lever”le yakıt akışı azaltılarak TGT’nin müsaade edilen toleranslar içinde kalması sağlanarak motorun başlangıç gücü düşük tutulur.

Başlangıç gücünü tekrar INA şartları altında erişilebilecek bir değere getirebilmek için kompresör hava akımına belirli bir miktar su/metanol (water/methanol–W/M) karışımı enjekte edilir. Enjekte edilecek miktar, çevre sıcaklığına göre değişir. Su/metanol karışımı kompresörden geçerken buharlaşır. Bu sayede hava akımının sıcaklığı düşer. Püskürtülen su/metanol karışımı ile toplam akış miktarı çoğalır ve azami TGT değeri aşılmadan metanol yanma odasında yakılır. Buna bağlı olarak yükselen akış miktarı sayesinde, motorun güç verimi INA şartlarına uygun bir değere yükselir.

Motora tekrar güç kazandırabilmek için kullanılan bu maddenin sıcaklığı, 18 °C INA sıcaklığına kadar sınırlandırılmıştır. Yüksek sıcaklıklardaki güç indiriminde ise kuru çalışan motorunkine benzer olarak su/metanol püskürtme miktarı sabit tutulur.

Su/metanol sisteminin Şekil 2.1’de görülmekte olan motor tarafındaki kısmında, kompresör ara karterinin sol tarafındaki su/metanol kontrol sistemi içine yerleştirilmiş olan bir ölçme cihazı bulunmaktadır. Gövde tarafındaki depodan bir elektrikli pompa vasıtası ile bu ölçme cihazına su/metanol gönderilir.

Su/metanol kontrol cihazının yanı sıra tork ölçme basınç ileticisi içine monte edilmiş olan bir düşük tork şalteri, motorun tork ölçme basıncı 75 PSI’ın altına düştüğünde gövde tarafındaki su/metanol ikmal sisteminin devreye girmesini önler.



Şekil 2.1: Su/metanol sistemi şeması

2.2. Su/Metanol Karışımı İkmali

Şekil 2.1'de görüldüğü gibi su/metanol karışımı gövde tarafındaki sistemden dış borular vasıtasıyla su/metanol kontrol cihazına, oradan da basınç kontrol ünitesi (Pressure Control Unit-PCU) yanındaki motor yağ deposunun yanındaki dirsekli bağlantıya gönderilir. Buradan bir sızdırmaz bağlantı kovanından geçerek kompresör ara karterinin 3. dikmesindeki iki deliğe ve LP kompresörün ön yatak karterindeki bir delikten geçerek ring dağıtıcısına (4) gelir. Daha sonra ring dağıtıcısından O kademe LP kompresör rotoruna tespit edilmiş olan santrifüj ringine (3) gelir ve burada santrifüj gücü ile dışarıya doğru rotor dişlerinin iç tarafında bulunan bir yive gelir. Karışım bu yivden her palede (2) bulunan küçük

deliklerden geçerek pale ayaklarının altındaki bir bölme gelir. Buradan da kompresöre atılır.

2.3. Sistemin Kontrolü

Su/metanol kontrol cihazı, karışım miktarını ayarlar. Bu cihaz, aynı zamanda bir ölçü valfi (6) vasıtası ile motora giren karışımın miktarını belirler ve kontrol eder.

Sistem işletme maddesi olarak motor yağı kullanır. Servo sistemdeki basınç ve valfin açılma derecesi bir tork ölçü sistemi vasıtası ile motor gücüne göre ve bir barometrik basınç kutusu (8) üzerinden çevre basıncına göre çalışan bir kontrol sistemi tarafından belirlenir. Su/metanol kontrol sistemi gaz kolu çubuklarına bağlanmış olup sadece LP milinin start devrinde ve daha düşük devirlerde motora su/metanol karışımı püskürtülür. İşletme sırasında karışım akış miktarı püskürtmesiz olarak yaklaşık % 98 güç elde edilinceye kadar ayarlanır.

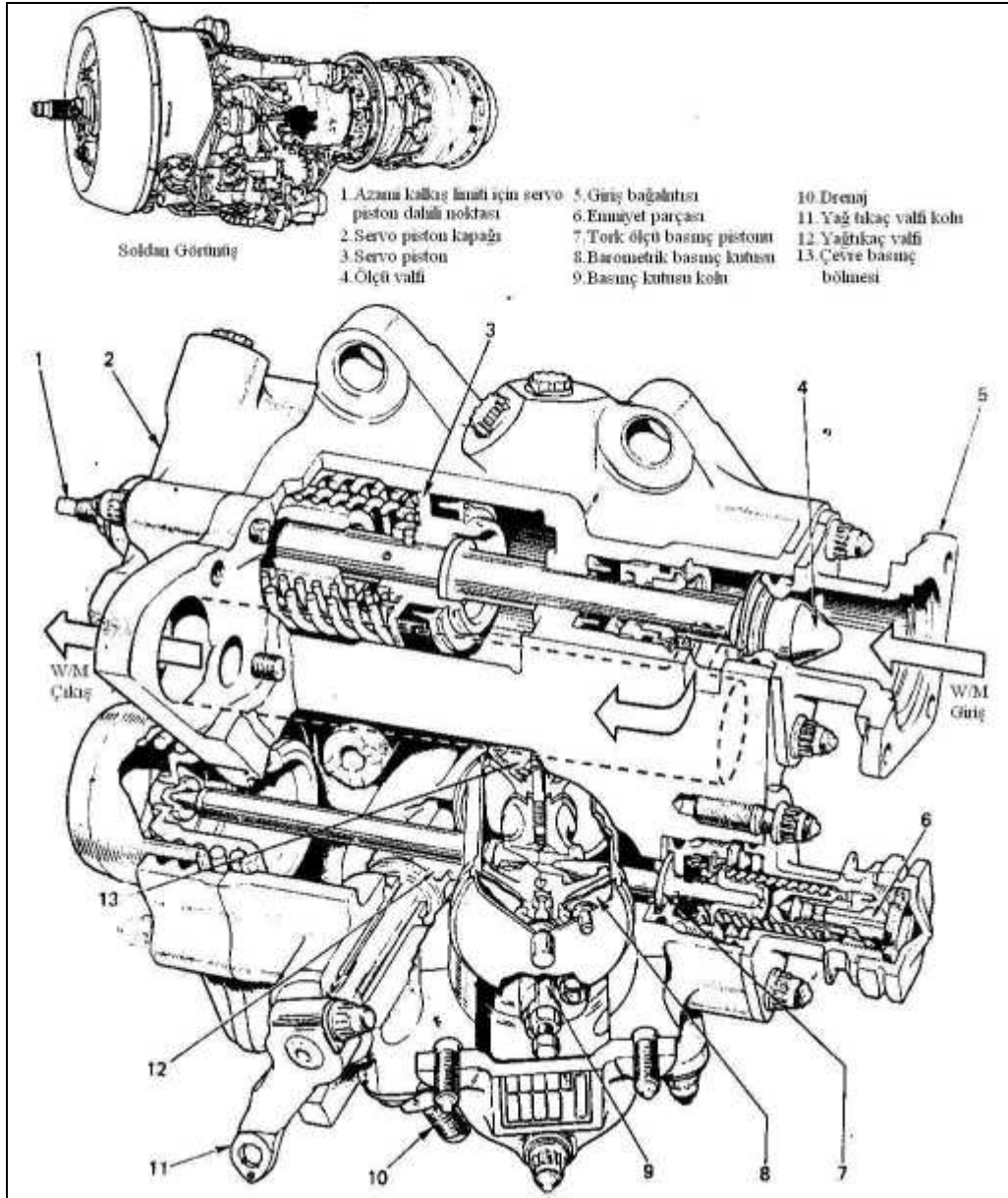
2.4. Sistemin Parçaları

2.4.1. Su/Metanol Sistemi Kontrol Cihazı

Şekil 2.2'de görülmekte olan su/metanol kontrol cihazı, kompresör ara karterinin sol tarafına titreşim azaltıcı burçlar ile tespit edilmiştir. Sistem bir ölçü valfi (4) ile buna sıkı sıkıya bağlı bir servo piston (3), kontrol sistemi ve bir servo sistemden meydana gelmiştir. Tüm bu cihazlar INA +18 °C'ye kadar başlangıç gücünü tekrar INA şartlarındaki değere ulaştırmak için motora püskürtülerek su/metanol miktarını belirler.

2.4.2. Ölçü Valfi ve Servo Piston

Ölçü valfi (4) ve servo pistondan (3) meydana gelen bu yapı grubu konik valf başı ve alüminyum pistonu sahip olan bir çelik çubuktan oluşmaktadır. Valf başı su/metanol giriş bağlantısındaki bir yatakta otururken piston (3), hafif metal gövdenin sabit bir parçası olan bir silindir içerisinde kaymaktadır. Kapak (2) pistonun (3) silindir içine sızdırmazlığını sağlamıştır. Çelik çubuk ise kapağın iç burcuna ve su/metanol kontrol sistemi karterindeki bir burca yataklanmıştır. Kapak ve piston arasında bulunan iki helezon yay, ölçü valfini (4) kapanma pozisyonunda tutar. Kapakta bulunan ayarlanabilir bir tahdit parçası (1) çubuğun hareketini sınırlar. Böylece de valfin açılması sınırlanır ve su/metanol akışını ayarlayabilir.



Şekil 2.2: Su/metanol kontrol cihazı

2.4.3. Kontrol Sistemi

Kontrol sistemi, bir tork ölçme basınç pistonu (7) ile bir barometrik basınç kutusundan (8) meydana gelmiştir. Bu basınç kutusu mekik valfin pozisyonunun tesiri ve servo pistondaki basınç vasıtası ile ölçü valfinin (4) açılma derecesini ayarlar.

- **Barometrik basınç kutusu (8):** Su/metanol kontrol sisteminin gövdesine tespit edilmiş olan silindirik kafese monte edilmiş iki elastik metal diyaframdan oluşmaktadır. Diyaframlar, itici bir kolu taşımakta olan bir merkezî mile tespit

edilmişlerdir. Bu kolun dış ucunda bulunan ayar cıvatası, servo sistemin mekik valfinin bir tarafında bulunur. Basınç kutusunun bir diyaframı ile kafes arasındaki bölme havasızdır, diğer diyaframla kafes arasındaki bölme ise dış havaya açıktır. Her iki diyafram arasındaki bölme de servo sistemden tahliye olan yağ ile doludur.

- **Tork ölçü basınç pistonu (7):** Basınç kutusu, milinin ortasına temas eden karşılıklı duran iki çubuktan oluşmaktadır. Çubuklardan biri lastik diyaframla bir silindir içinde sızdırmaz hâle getirilmiş olan bir entegre pistonu sahiptir. Piston, bir taşıyıcı ile çubuğun serbest ucu arasında oturan bir ayar cıvatası yayı ile yüklenmiş durumdadır. Bir tahdit parçasına sahip olan ayar yayının yüklenmesi bir ayar cıvatasının yardımı ile değiştirilebilir. Tork ölçü basınç ileticilerine giden borudan alınarak delikler vasıtası ile su/metanol kontrol karterine gönderilen tork ölçme sistemi yağ basıncı pistonuna etki eder. Bu basınç da yay yüklenmesine bağlı olarak basınç kutusu kolunun (9) ayarını gerekli yönde değiştirir. Böylece servo basınç düşük bir değerde tutulur. İkinci çubuk ise sadece bir helezon yay tarafından yüklenmektedir. Bu yüklenme servo basıncı yüksek bir değerde tutabilmek için basınç kutusu kolunu (9) hareket ettirme eğilimindedir.

2.4.4. Servo Sistem

Ölçü valfinin (4) kumanda edilebilmesi için kuvvet gönderen servo sistem, bir yağ tıkaç valfi (12), bir mekik valf ve ölçü valfi ile bağlanmış bir pistondan oluşmaktadır.

- **Yağ tıkaç valfi (12):** Su/metanol kontrol karterinin deliğinde bulunan çapraz delikli bir döner valf olarak teşkil edilmiştir. Yağ tıkaç valfi dıştaki bir kolla (19) uzanan bir mile bağlanmıştır. Bu kol, bir ayar çubuğu (11) vasıtası ile LP mili, devir kontrol sistemi kumanda kolunun uzatma parçasına bağlanmıştır. PCU yağ borusundaki bir bağlantı da esnek bir yağ borusu vasıtası ile akan motor yağı, su/metanol kontroldeki deliklerden geçerek motor gaz kolu ayar çubukları start durumunda iken açık olan valfe (12) gelir. Valf'teki delikler, bütün gaz kolu pozisyonlarında bir basınç dengelemesi mevcut olacak şekilde tanzim edilmiştir. Valf ve gövde yeterince yağ akışı sağlayabilmek amacı ile start durumunda çift delik teşkil eder.
- **Karterde bulunan iç delikler:** Bu delikler vasıtası ile yağ tıkaç valfinin (12) bağlantı delikleri her iki taraftan konik bir mekik valfini içine alan bir karter parçası ile bağlanır. Yataklardan birine yağ gönderilir. Diğer yatak su/metanol kontrolü sisteminin dönüş yağı ile beslenen ana bölmesine açılır. Yataklar arasındaki bölme, karterdeki delikler vasıtası ile servo silindire bağlanmıştır. Valf gelen yağın ve dişli kutusuna gönderilen yoğun basınç farkı ile çalışır ve ölçü valfinin kumandası için bir servo basınç gönderir. Bu basıncın büyüklüğü, ayar çubuğu tarafından belirlenen mekik valfin pozisyonuna bağlıdır. Yağ kanallarındaki tel filtre, su/metanol kontrol cihazına yabancı maddelerin girmesine engel olur.

2.4.5. Su /Metanol Kontrol Sisteminin Çalışması

Sürekli azami devir altında yağ tıkaç valfi kapalıdır ve servo sistemde basınç olmadığından ölçü valfi (4) yay yüklenmesi nedeni ile kapalı tutulur. Bu durumda gövde tarafındaki sistem çalışırken bile motora su/metanol akışı olmaz.

Gaz kolu start durumuna ayarlandığında yağ tıkaç valfi (12) LP devir kontrolden gelen ayar çubukları tarafından açılır ve mekik valfe (14) yağ iletilir.

2.4.6. Su/Metanol Sisteminin Kumanda ve Göstergeleri

- Su/metanol depo mevcut göstergesi
- Motorların tıkaç valflerinin durum göstergesi
 - SHUT: İlgili tıkaç valfi kapalı
 - INDIFFERENT: İlgili tıkaç valfi hareket hâlinde
 - OPEN: İlgili tıkaç valfi açık
- Yeşil PRESSION kontrol lambaları: 1 ve 2 numaralı motorun su/metanol basıncına ait olan bu lambalar, takriben 0,48 bar (7 PSI) üzerindeki işletme basıncına erişildiği anda yanar.
- 1 ve 2 TURBOPROP yeşil kontrol lambaları: Tork pompalarına elektrik akımı verildiği anda yanar.
- ON ve OFF pozisyon şalterleri: Su/metanol pompalarına ve su/metanol tıkaç valflerine kumanda eder.
- Condition-Lever: OFF veya FEDER pozisyonlarında su/metanol tıkaç valfi kapalıdır.

2.4.7. Teknik Bilgiler

- Su/metanol karışımı ağırlık yüzdeleri:
 - % 36-38 metanol
 - % 65-64 su
- Su/metanol hacim yüzdeleri:
 - %43,8 metanol
 - %56,2 su
- Güç yükseltilmesi: INA -5 °C ile +18 °C sıcaklıklarında su/metanol kullanılarak başlangıç gücü INA şartlarındaki değere getirilir.
- İşletme limit değerleri:
 - Çevre sıcaklığı: Minimum INA -5 °C
 - İrtifa: Maksimum 1000 feet (ft)
 - Su/metanol karışımı sıcaklığı: Minimum -20 °C

2.4.8. Sistem Parçalarının Müşterek Çalışması

Start pozisyonu seçildiğinde su/metanol kontrol cihazındaki yağ tıkaç valfi açılır ve servo valfe motor yağı akar. Yağ basıncı valf pozisyonuna göre ayarlanır. Tork ölçü basıncı mevcut çevre basıncı tarafından belirlenir. Bu şekilde meydana gelen servo basınç ölçü valfi ile sıkı sıkıya bağlı olan servo piston üzerine etki eder ve valf yavaş yavaş ilgili pozisyona doğru açılır.

Çevre sıcaklığına uyum amacı ile yakıtın akışı kısıldığı için motor tork ölçü basıncının düşük olduğu sıcak bir ortamda servo valfin pozisyonu, yüksek bir servo basınç elde edilecek şekildedir. Bunun sonucu olarak da ölçü valfi büyük bir su/metanol miktarının motora akabileceği şekilde açılır. Kompresör içerisine su/metanol karışımı püskürtülmesi ile beraber motor gücü yükselir. Servo basıncın ölçü valfini açık tutması için servo valf çalışma pozisyonunda tutulur ve belli bir su/metanol akışı oluşur. Bu akış da tork ölçü basıncını muhafaza eder.

2.5. Su/ Metanol Sisteminin Bakımı

2.5.1. Su/Metanol Kontrol Cihazının Kontrolü

- Hasar ve korozyon bakımından kontrolü
- Yağ tıkaç valfi kolunun rahat hareket etmesinin kontrolü
- Su/metanol giriş-çıkış flanşlarının ve boru bağlantı dışlarının hasar kontrolü

2.5.2. Yağ Filtresinin Bakımı

Yağ filtresinin kontrolü için bir el lambası kullanılır. Filtre tel örgüdeki hasar ve temizlik bakımından kontrol edilir.

2.5.3. Su/Metanol Karışımının Kontrolü

Temiz bir ölçekli silindir içine konmuş olan su/metanol numunesi aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır:

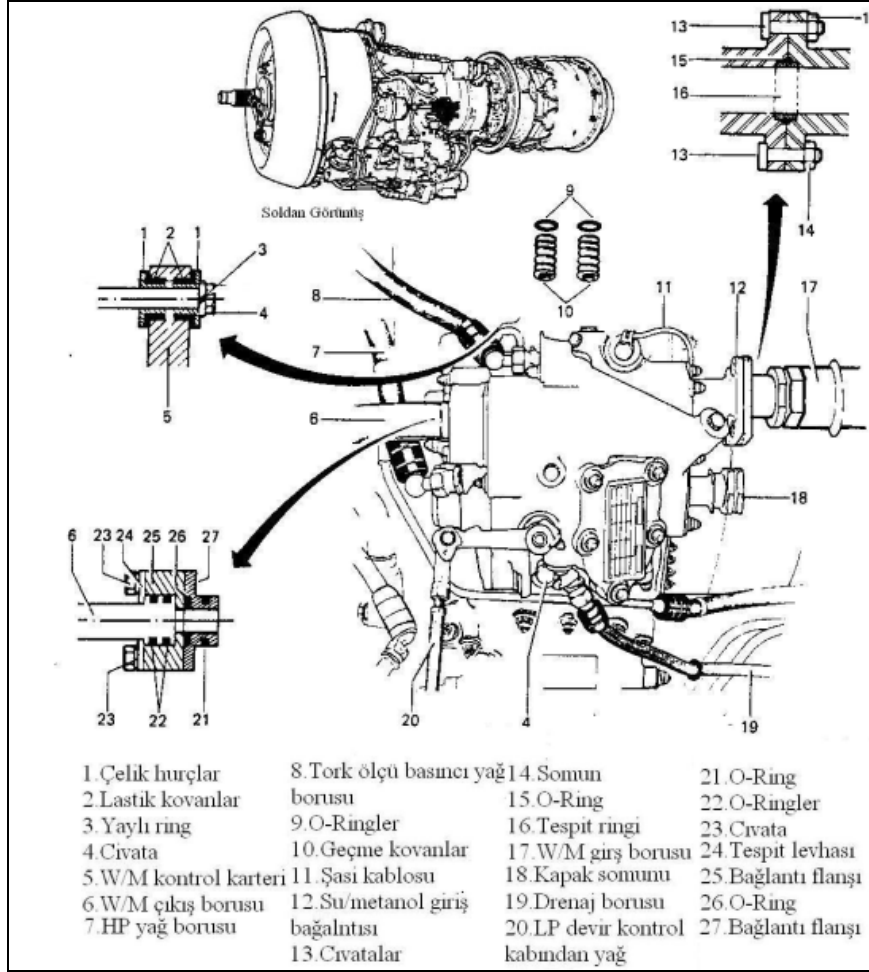
- Karışım, saydam ve tortusuz olmalıdır.
- 15,6°C'deki özgül ağırlığı 0,9412'den az ve 0,9445'ten fazla olmamalıdır. Diğer sıcaklıklarda ise toleranslar dâhilinde değişmelidir.

2.5.4. Yağ Filtresinin Temizlenmesi

Filtre temiz yakıt ile temizledikten sonra kuru ve temiz olan basınçlı hava ile kurutulmalıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Su/metanol kontrol cihazının motor üzerinden söküm işlemini yapınız.



İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Atölye ve çalışanlar için gerekli emniyet tedbirlerini alınız. ➤ Gövde üzerindeki su/metanol tıkaç valfini kapatınız. ➤ Motorun elektrik sistemini kapatınız. ➤ Çalışma sehpasını hazırlayınız. ➤ Motor kaportasını açınız. ➤ W/M kontrol cihazının kolu ile tahdit noktası arasındaki ayar boşluğunu ölçüp kaydediniz. ➤ W/M kontrol cihazındaki ayar çubuğunu ayırınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Atölye havalandırmasını çalıştırınız. ➤ Yanınızda yangın söndürme cihazı bulundurunuz. ➤ Metanolün cildinize temas etmemesine dikkat ediniz ve mutlaka koruyucu elbise kullanınız. ➤ Bakım dokümanlarına uyunuz. ➤ Metanol buharları zehirlidir. Bu nedenle metanol buharını teneffüs etmeyiniz.

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Motorun altına toplama kabı koyunuz. ➤ Boruları (6, 7, 8, 19) W/M kontrol cihazından ayırınız. ➤ Boruların ve W/M kontrol cihazının deliklerini bakım tapaları ile kapatınız. ➤ Cıvataları (4) ve yaylı ringleri (3) çıkarınız. ➤ W/M kontrol cihazını motordan ayırınız. ➤ W/M kontrol cihazı ile beraber çıkmıyor ise geçme kovanlarını (10) kompresör ara karterden çekiniz. ➤ Bağlantı flanşını (27) çekiniz ve O-ringleri (21 ve 26) çıkarınız. 	
---	--

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. Su/metanol kontrol cihazını motor üzerinden sökmeden önce atölye ve çalışanlar için gerekli emniyet tedbirlerini aldınız mı?		
2. Su/metanol tıkaç valfini bakım dokümanlarına uygun şekilde kapattınız mı?		
3. Motorun elektrik sistemini kapattınız mı?		
4. Çalışma sehpasını hazırladınız mı?		
5. Motor kaportasını açtınız mı?		
6. Su/metanol kontrol cihazı ile tahdit noktası arasındaki ayar boşluğunu ölçüp kayıt altına aldınız mı?		
7. Su/metanol kontrol cihazının ayar çubuğunu ayırdınız mı?		
8. Motorun altına toplama kabı koydunuz mu?		
9. Boruları su/metanol kontrol cihazından ayırdınız mı?		
10. Boruların ve su/metanol kontrol cihazının deliklerini bakım tapaları ile kapattınız mı?		
11. Cıvataları ve yaylı ringleri çıkardınız mı?		
12. Su/metanol kontrol cihazını motordan ayırdınız mı?		
13. Geçme kovanlarını çıkardınız mı?		
14. Bağlantı flanşlarını ve O-ringleri çıkardınız 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. Su/metanol sistemi pompası aşağıdaki güçlerden hangisi ile çalışır?
A) Elektrik
B) Mekanik
C) Hidrolik
D) Pnömatik
2. Su/metanol karışımı aşağıdaki motor kısımlarından hangisine püskürtülür?
A) Egzoz kısmına
B) Türbin kısmına
C) Yanma odaları kısmına
D) Kompresör kısmına
3. Aşağıdakilerden hangisi su/metanol sisteminin ana parçalarından değildir?
A) Ölçü valfi
B) Ana yakıt kontrol cihazı
C) Servo piston
D) Tıkaç valfi
4. Su/metanol karışımının ağırlık yüzdeleri aşağıdakilerden hangisidir?
A) Metanol %50, su %50
B) Metanol %10-20, su %80-90
C) Metanol %36-38, su %62-64
D) Metanol %0, su %100
5. Su/metanol hacim yüzdeleri aşağıdakilerden hangisidir?
A) Metanol %43,8, su %56,2
B) Metanol %50, su %50
C) Metanol %40, su %60
D) Metanol %1, su %99

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

Art yakıcı (afterburner) itki artırma sistemi hakkında bilgi sahibi olacak ve gerekli ortam sağlandığında bu sistemin bakımını ilgili uçak bakım dokümanlarından da yararlanarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

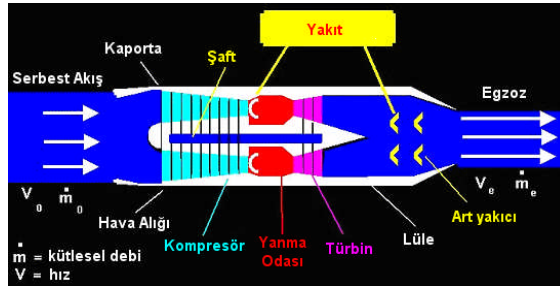
- Konu ile ilgili İngilizce teknik terimleri araştırınız. Uçak motorunun hava giriş kısmını öğreniniz.

3. ART YAKICI (AFTERBURNER)

3.1. Genel

Art yakıcı (Afterburner–A/B), gaz türbinli itkili motorlara sahip uçaklarda çıkan egzoz gazına bir miktar daha yakıt ekleyip ateşleyerek ek bir itme gücü elde etmek için kullanılan bir tür düzendir. Afterburner, savaş uçaklarının büyük bir kısmında, Concorde ve TU-144 gibi süpersonik ulaşırma uçaklarında kullanılmaktadır.

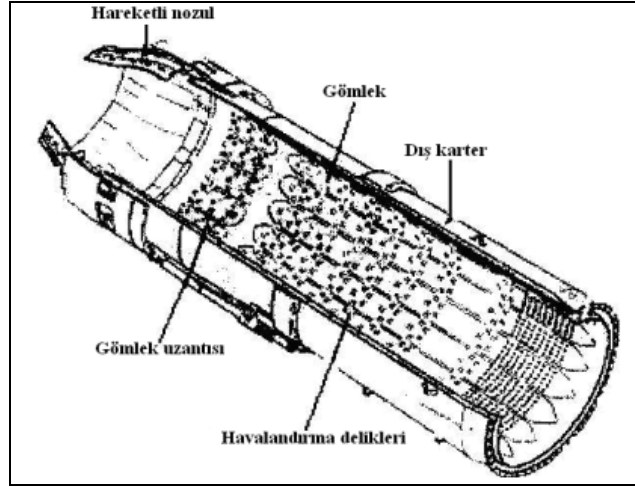
Jet motorları hava/yakıt karışımını ateşleyerek yaktıktan sonra bu yanan kütleli arkalarına doğru (bir momentum oluşturacak şekilde) göndermek prensibi ile çalışır. Motor tarafından emilen hava yüksek yoğunlukta sıkıştırılır, oksijenle yakıt karıştırıldıktan sonra ateşlenir. Bu yöntem çok etkilidir fakat mükemmel değildir. Karışım jet motorunun sonunda bulunan egzoz kısmına geldiğinde içinde hâlâ bir miktar oksijen bulunmaktadır. Afterburner, bu kalan oksijenden avantaj sağlamak için kullanılır. Oksijene biraz daha yakıt eklenir ve ateşlenir. Bu şekilde motorun itme gücü artırılır. Bu itme gücü artışı, motor tipine göre %25 ile %76 arasında değişmektedir.



Şekil 3.1: Jet motorunun genel yapısı

3.2. Sistemin Yapısı

Art yakıcı motorun türbin çerçevesi arka flanşından hareketli nozullara kadar olan kısımdır. Türbini terk eden gazlara yataklık yapar ve ikinci yanmayı sağlayarak motor itkisinin (thrust) artmasını temin eder.

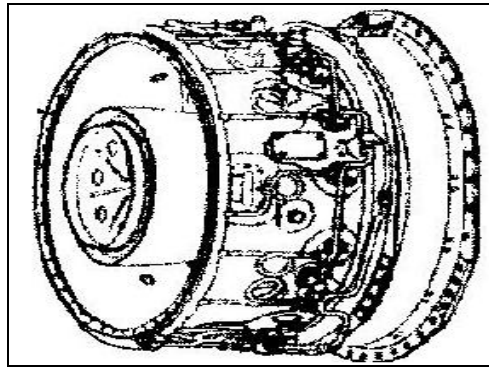


Şekil 3.2: A/B difüzör kısmının paçaları

3.2.1. Art Yakıcı (A/B) Difüzör Kısım

Önden türbin çerçevesi arka flanşına, arkadan ise A/B egzoz ön flanşına civata ve somunlarla tespit edilmiştir.

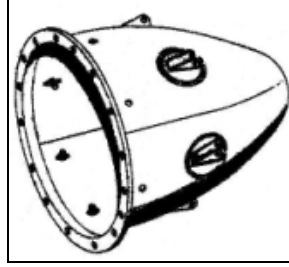
Art yakıcı difüzör kısmının görevi; türbini terk eden gazların hızını düşürüp basıncını artırmak ve üzerine monte edilmiş olan parçaları taşımaktır.



Şekil 3.3: A/B difüzör kısmı

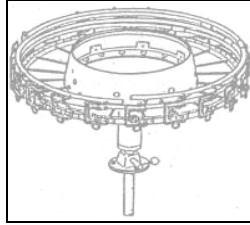
Art yakıcı difüzör kısmının parçaları şunlardır:

- **İç koni:** Türbin çerçevesi iç karterinin arkası göbek kısmına civatalar ile tespit edilmiş olup türbini terk eden gazların türbülansını önler.



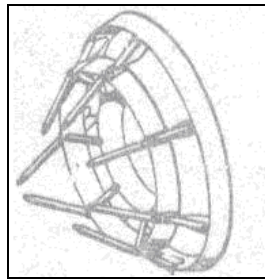
Şekil 3.4: İç koni

- **20 Çift A/B püskürtme memeleri (Spray barlar):** Dıştan; türbin çerçevesi arka flanşı ile birlikte A/B difüzörünün ön flanşı arkasına, türbin çerçevesi iç karteri arka göbek kısmındaki koniye yıldız başlı civatalar ile tutturulmuştur. Motor A/B'de çalışırken sellektör valften gelen A/B yakıtı, 4 kısma ayrılarak A/B yakıt manifoldlarından spray barlara gelir. Bu gelen yakıt, A/B difüzörünün önüne ve arkasına püskürtülür.



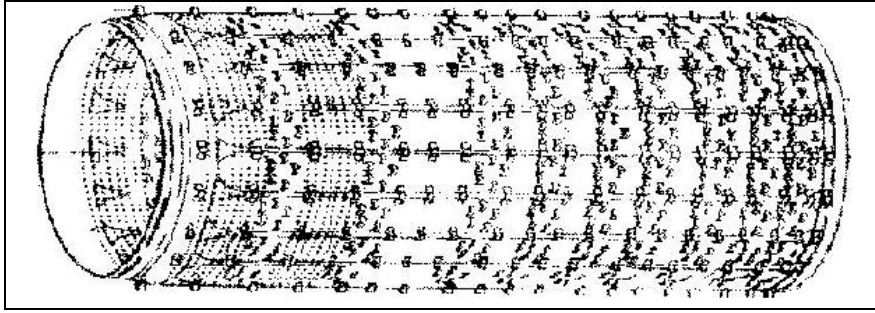
Şekil 3.5: A/B püskürtme memeleri (Spray barlar)

- **Alev tutucu (Flame holder):** A/B difüzörünün iç ve dış gömleklerine özel mesnetler ile tespit edilmişlerdir. Motor A/B'de çalışırken A/B alevinin türbin kısmına geçmesine mani olur.



Şekil 3.6: Alev tutucu (Flame holder)

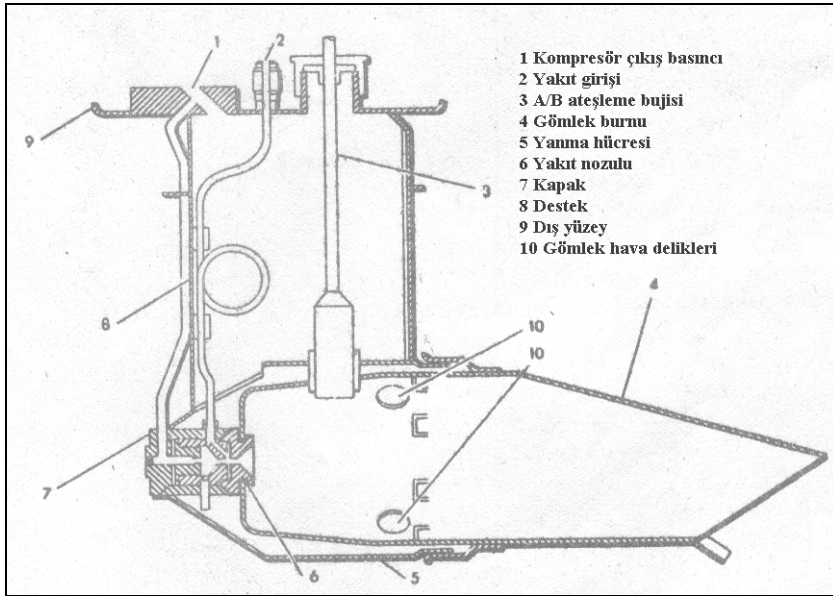
- **A/B difüzörü iç ve dış gömlekleri (Liners):** A/B difüzörünün iç ve dış gömleklerine özel mesnetler ile tespit edilmiştir. Türbini terk eden gazların iç gömlek ile dış gömlek arasından geçerek A/B egzoz kısmının soğutulmasını sağlar.



Şekil 3.7: Gömlekler

- **Pilot ateşleyici (Pilot burner):** A/B difüzörüne saat 6 konumunda 8 adet cıvata ile tespit edilmiştir. Tespit yerinde bulunan yarıktan A/B difüzörünün iç gömleği geçer. Motor A/B'ye girince A/B püskürtme memelerinden püskürtülen yakıtı ateşler.

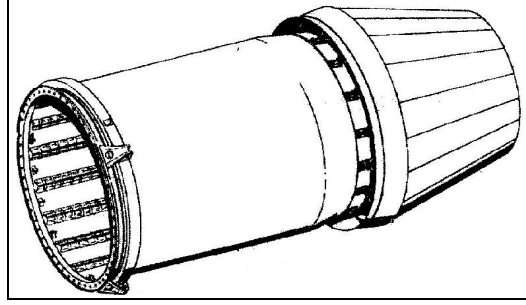
Parçaları; buji, yanma hücresi, tespit plakası, yakıt borusu ve 17. kademe hava borusudur.



Şekil 3.8: Pilot ateşleyici (Pilot burner)

3.2.2. A/B Egzoz Konisi

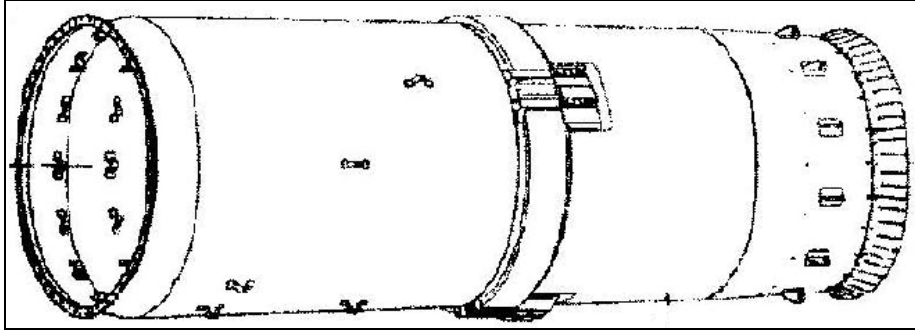
Önden difüzör kısmının arka flanşına cıvatalarla, arkadan ise nozul pancurları dış çemberinin ön kısmına tespit edilmiştir. A/B yakıtının yanması için yanma odası görevi yapar.



Şekil 3.9: Egzoz konisi

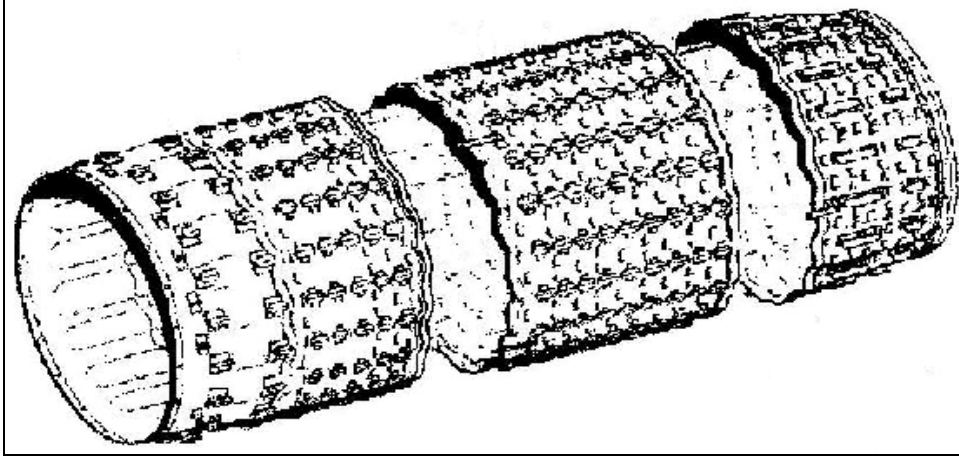
A/B egzoz konisinin parçaları şunlardır:

- **Dış gömlek:** Paslanmaz çelikten yapılmış olup A/B difüzörünün iç ve dış gömlekları arasından geçen gazlara yataklık eder. A/B egzoz nozullarını üzerinde taşır ve ayrıca iç gömlekları muhafaza eder. Dış gömlekları arka yüzeyinde 4 adet tespit konsolu mevcuttur. Saat 7 konumundaki konsola lüle (nozul) geri besleme (feedback) kabloları tespit edilmiştir.



Şekil 3.10: Dış gömlek

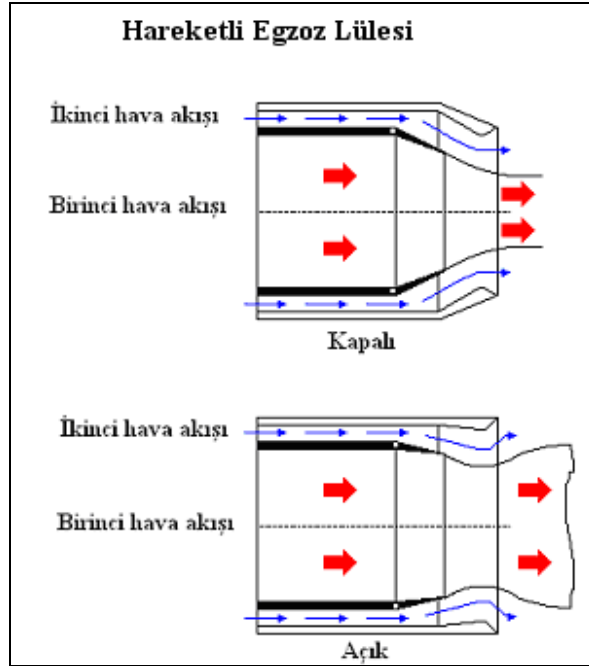
- **İç gömlek:** İç içe 3 parçadan yapılmış olup üzerleri delikli olarak imal edilmişlerdir. Bu delikler; dış gömlek içinden geçen 17. kademe havası, motor A/B'ye girince A/B alevinin merkezlenmesine ve alevin geriye doğru uzanmasına mani olur. Aynı zamanda bu hava iç ve dış gömlekları soğutulmasını da sağlar. İç gömlekları iç yüzeyleri ısıya daha çok dayanması için seramik ile kaplanmıştır.



Şekil 3.11: İç gömlekler

3.2.3. A/B Hareketli Lüle (Nozul) Kısmı

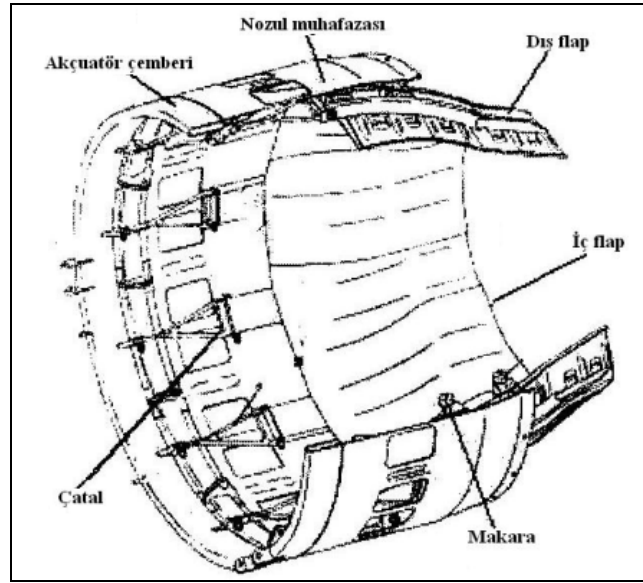
A/B egzoz dış gömleği arka flanşının lüle çemberine cıvatalar ile tutturulmuştur. Motorun devri ve gaz kolunun durumuna göre egzoz gaz sıcaklığını (exhaust gas temperature–EGT) kontrol eder ve gazların hızını kullanılabilir en uygun değere ulaştırır.



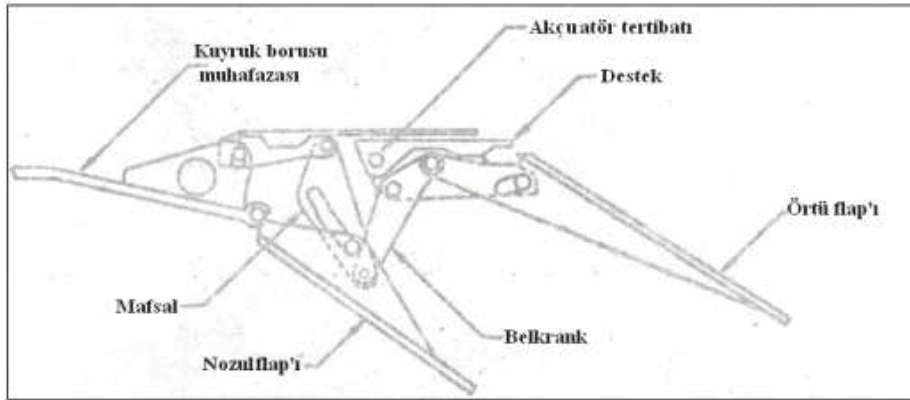
Şekil 3.12: A/B hareketli lüle kısmı şeması

A/B hareketli lüle (nozül) kısmının parçaları şunlardır:

- **Birinci flaplar (Primary flap):** İkinci flapların iç kısmında olup egzoz iç gömleğine menteşe, kam ve bel kranklar ile flap taşıyıcı çemberine tutturulmuşlardır. 24 adet olup aralarına 24 adet dişi flap takılmıştır.
- 1. flaplar ve aralara takılan dişi flaplar 1. lüle alanını meydana getirerek egzoz gazlarının dışarı atılması için dar bir boğaz oluşturmaktadır. 1. iç flaplar ise egzoz gazları ile 2. hava akışı arasında conta vazifesi yapmaktadır.

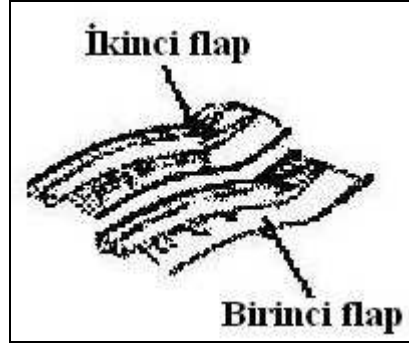


Şekil 3.13: A/B hareketli lüle kısmı



Şekil 3.14: Birinci ve ikinci flaplar (Primary ve secondary flap)

- **İkinci flaplar (Secondary flap):** Flap taşıyıcı çemberine tutturulmuşlardır. 24 adet olup aralarına 24 adet gaz contası konmuştur. Bu gaz contalarının vazifesi, ikinci hava akışının dışarı kaçmasını önlemek ve egzoz gazlarına ikinci kez hareketli bir boğaz meydana getirerek dışarı atılmasını sağlamaktır.



Şekil 3.15: Birinci ve ikinci flaplar

- **İç çember (Flap taşıyıcı):** Bel kranklar vasıtasıyla 1. ve 2. flaplara bağlı olan flap taşıyıcı çemberi, 4 adet flap çalıştırma silindiri piston kolları vasıtası ile hareket ederek dış çember içerisine girip çıkar. Dolayısıyla bel krankları harekete geçirerek flapları hareketlendirir. Bu şekilde de lüleyi daraltır veya genişletir.
- **Dış çember:** A/B egzoz dış gömleği arka kısmındaki 4 adet tespit konsolu ile tespit edilmiştir. Vazifesi ise flap taşıyıcı çemberini muhafaza etmek ve 2. hava akışına geçit temin etmektir.

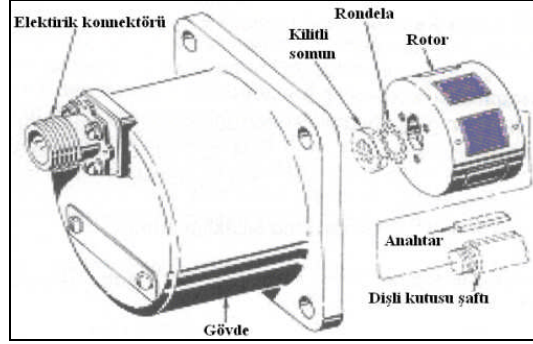
3.3. J-79 Motorunun Değişken Egzoz Nozul Sistemi

3.3.1. Görevleri

- Egzoz gaz sıcaklığını (EGT), gaz kolunun tam gaz ve maksimum A/B pozisyonlarında önceden belirlenen referans değerlerinde tutar.
- Gaz kolunun rölantiden tam gaz pozisyonuna gelene kadar mekanik olarak lüle pozisyonunu ayarlar ve itki değişikliğini düzenler.
- Motorun tam gaz ve maksimum A/B devirleri arasındaki seyri üzerinde motor performansını azamiye çıkaran sıcaklık sınırlama programını düzenler.
- Motor devrinin değişik oranlarına göre lüle alanını değiştirir. A/B'ye geçiş anlarında motor devrinin dengeli olmasını sağlar. Bu durum özellikle yüksek irtifalarda faydalı olur.
- EGT değişikliklerine lülenin duyarlı olmasını ve uygun pozisyon almasını sağlar.

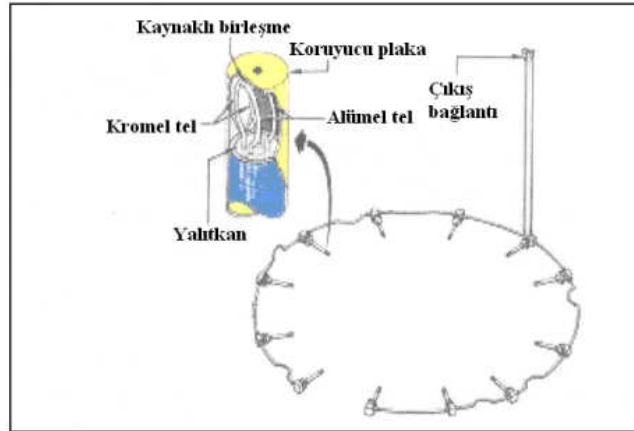
3.3.2. Parçaları

- **Kontrol alternatörü:** Ana parçası rotordur.



Şekil 3.16: Kontrol alternatörü

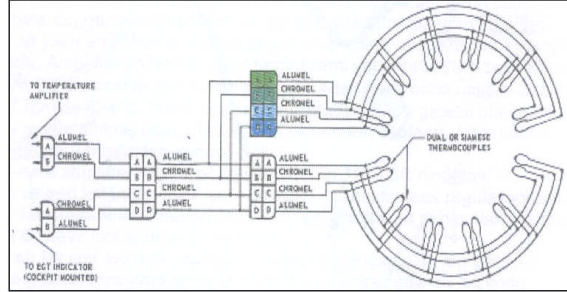
- **Termokupl kablo donanımı (Thermocouple cable harness):** Termokupl'lar egzoz gazlarının ısı enerjisini elektrik sinyallerine çevirir. Bu sinyaller motorun çalışma sıcaklığını göstermek ve kontrol etmek için kullanılır. Türbin çerçevesi dış karteri ön kısmına 2 yarım ay şeklinde tespit edilmiştir. Termokupl kablo donanımı 2 adet bölmeden oluşur her bölmede 6 adet prob'dan meydana gelmiştir.
- **Prob asamblesi:** Bir irtibat kutusunu (junction box), kablo tespit somununu ve mesnetini iki halka irtibat termokupl'unu, kablosunu ve termokupl'ları korumak için bir silindirik muhafaza borusunu ihtiva eder. Bu kabloların bir elemanı kromel (manyetik olmayan) diğer elemanı alümel (manyetik olan) dir. Bir halka bağlantı termokuplle bu benzer olmayan iki küçük halkasını birbirine bağlar.



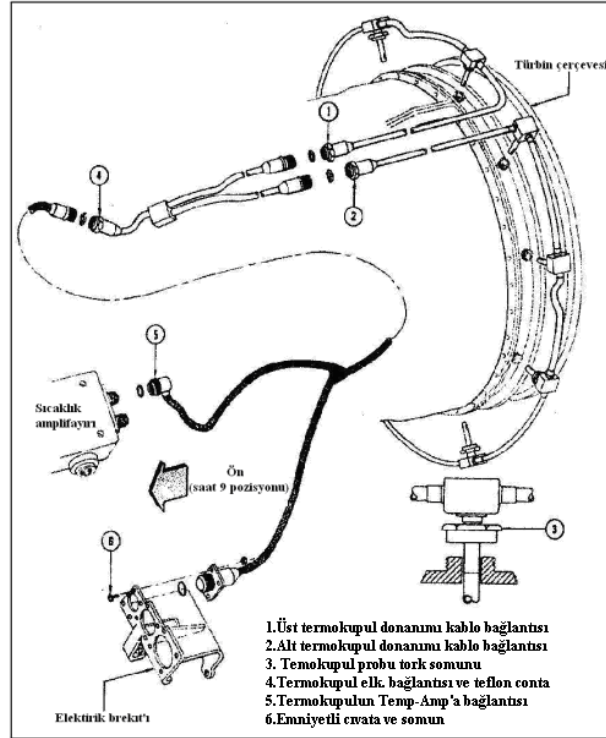
Şekil 3.17: Termokupl kablo donanımı

Şekil 3.18'de görülen bir araya getirilmiş yarım bölmeler iki bağımsız termokupl devresi ile bağlantılıdır. Her devre birbirine paralel olarak bağlı olan 12 adet termokupl'dan oluşmaktadır. Kablo donanımı türbin çerçevesi üzerine prob'lar monte edilmiştir. Her iki termokupl devresindeki kromel ve alümel metaller iletkenler fakat her iki metalin ihtiva

ettiği serbest elektron miktarları farklıdır. Bu iki metal birleştiği ve iki irtibat noktası farklı ısıya maruz kaldığı zaman meydana gelen sıcaklık farkı serbest elektronların hareket etmesine neden olur ve böylece çıkış voltajı oluşur. Değişen ısıya göre üretilen bu voltajın değeri 14-28 mili voltur.



Şekil 3.18: Termokupl bağlantı şeması

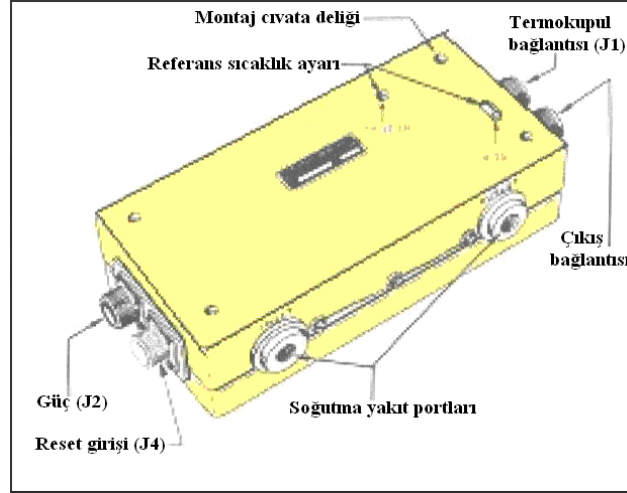


Şekil 3.19: Termokupl kablo donanımının montajı

Termokupl kablo donanımında bulunan termokupl'lar iki devre içinde ortaktır. Bir devrenin çıkışı sıcaklık amplifikatörüne gider.

- **Sıcaklık amplifikatörü (Temperature amplifier):** Egzoz flaplarının uygun pozisyonunu tayin etmek için lüle alan kontrol cihazına elektrik sinyal gönderir. Çıkış sinyali termokupl'lar ve kontrol alternatörü tarafında oluşturulan 4 sinyale bağlıdır. EGT, EGT değişim oranı, motor devri ve motor devri değişim oranıdır.

Sıcaklık amplifikatörü saat 8 istikametinde kompresör ön karterinin ön ucu yakınına bağlanmıştır. Sıcaklık amplifikatörü dolgu tertipli olup transistör, diyotlar, dirençler vb. silikon kontrollü doğrultuculardan oluşur.

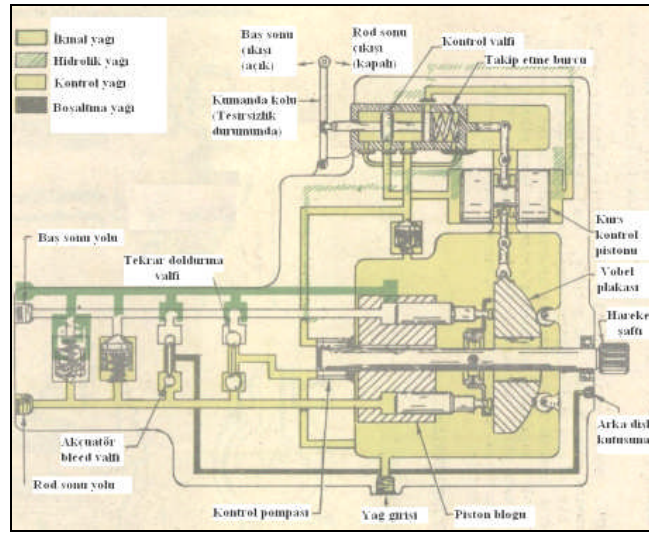


Şekil 3.20: Sıcaklık amplifikatörü

- **Sıcaklık amplifikatörünün parçaları:** Regülatör, T5 ve N devresi, T5 sıfırlama (reset) ve cut out (kesme), devir intikal devresi, termokupl sinyal vericisi, T5 hata düzeltme amplifikatörü ve ileri götürme devresidir (lead circuit).
- **Sıcaklık amplifikatörünün çalışması:** Sıcaklık amplifikatörünün içerisinde, motorun tam gaz devrindeki egzoz gaz sıcaklığına ayarlı bir devre bulunmaktadır. Termokupl'lardan değişik EGT'lere göre değişik oranda gelen mili volt gerilimini, içerisindeki sabit devre ile mukayese eder ve oluşan farklılığı lüle alan kontrol içerisinde bulunan tork motoruna iletir. Tork motoru gelen bu sinyale göre lüleyi açma ve kapama kumandası verir. Motor devri sabitleştiğinde gelen voltaj eşitleneceğinden lülenin açılması veya kapanması duracaktır. Devamlı olarak EGT sinyalleri ile referans sıcaklığını mukayese eden sıcaklık amplifikatörü, MIL ve A/B durumlarında T5 ve N (EGT ve N devir) limitleri içerisinde çalışabilmesi için gaz kolu kumandasını yenerek lüleye elektriki olarak kumanda eder. Sıcaklık amplifikatöründen gelen elektriki sinyallere göre lüle alan kontrolü (nozzle area control-NAC) tork motoru vasıtasıyla lüle pompasına kumanda ederek lülenin T5 ve N devresi içerisinde olmasını sağlar. Motor MIL veya A/B durumlarında çalışırken sıcaklık amplifikatörüne gelen EGT sinyalleri kesilirse egzoz lülesi mekaniki kumandaya kadar kapanır. Sıcaklık amplifikatörünün lüleye kumanda işlemine T5 sistemi, sıcaklık sistemi veya lüle elektriki kumanda sistemi denir.
- **Lüle alan kontrol cihazı:** Kompresör arka karterinin arka ucu yakınında saat 8 istikametinde bulunan lüle alan kontrol cihazı, egzoz lüle flaplarının pozisyonunu lüle pompası çıkışına ayarlamak suretiyle kontrol eder. Üç faktör

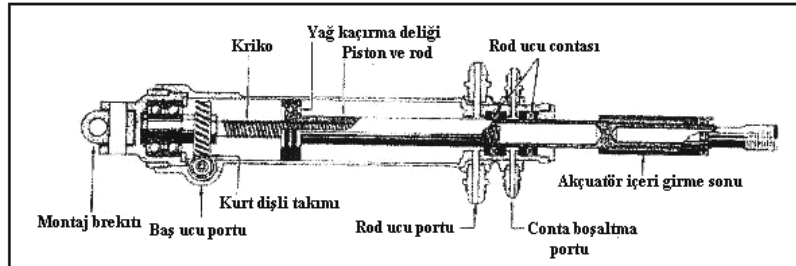
etkisi altında çalışır. Bunlar; gaz kolu açısı, sıcaklık amplifikatörü çıkışı ve lüle pozisyonudur (geri besleme kablosu).

- **Lüle pompası:** Lüle pompası lüle çalıştırma silindirlerinin açma ve kapama hücrelerine yüksek basınçlı yağ çıkışı temin eder. Çalıştırma silindiri pistonlarına karşı olan farklı basınç lüle flaplarını çalıştırmak için pistonları ve çubukları hareket ettirir. Değişik hacimli açma ve kapama durumuna göre (ters akışlı) pistonlu bir pompadır. Arka dişli kutusunun sol yuvası üzerindedir. Lüle pompasının çevirici şaftı piston blok asamblesini ve dişli kontrol pompasını çevirir.



Şekil 3.21: Lüle pompası

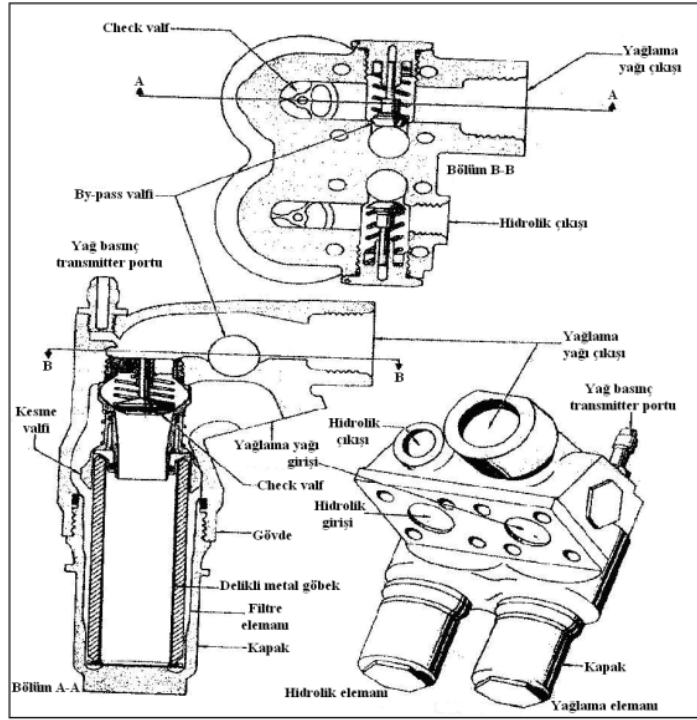
- **Lüle çalıştırma silindirleri (Actuators):** Değişken lüle flaplarını hizalandırır. 4 adet çift hareketli yastıksız hidrolik silindirlerdir. Yağlama pistonlarının hareketleri bükülebilir tork şaftları vasıtasıyla birbirine senkronize edilmiştir. Bükülebilir şaftlar aküatörlere bağlı açma ucu (head end) boruları içinde döner. Uzaması lüle flaplarını açar.



Şekil 3.22: Lüle çalıştırma silindiri

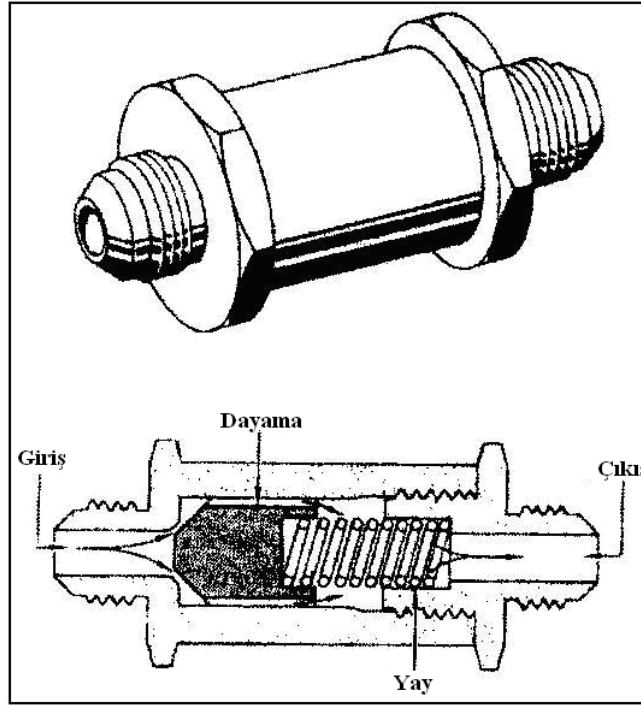
- **Yağ ve hidrolik filtresi (Oil and hydraulic filter):** Hidrolik filtresi lüle sisteminde kullanılan yağ içindeki istenmeyen partikülleri üzerine toplar. Yağ ve hidrolik elemanı tek bir gövde içinde bulunur. Buna rağmen her filtre

diğerinden bağımsız olup kendi akış kanalına, emniyet valfine, çek valfine, filtre elemanına ve haznesine sahiptir. Gövdesi yağ ve hidrolik pompasına tespit edilmiştir. Pompa arka dişli kutusunun arka yüzeyi üzerine monte edilmiştir. Filtre elemanı yağ içindeki 46 mikrondan daha büyük parçacıkları üzerine toplar. Yağ daha sonra metal merkezindeki delikler içine akar ve çıkış kısmına gitmek için çek valfi açılmaya zorlar. Filtre elemanı tıkanıp ve farklı basınç 35 PSI'ya ulaştınca emniyet valfi kısa devre açılır, yağ filtreden geçmeden çıkış hücresine akar. Filtre haznesi ve elemanı söküldüğü zaman kesme (shut-off) valfi kapanır ve filtrenin üst kısmından gelen yağın kaybını önler.



Şekil 3.23: Yağ ve hidrolik filtresi

- **Hidrolik basınç emniyet valfi (Hydraulic pressure relief valve):** Hidrolik basınç emniyet valfi, lüle pompası girişine giden yağ basıncını kısıtlar ve tahliye sisteminden pompaya giden ters akışı önler. Yüksek basınçlı klepe (poppet) tipi bir çek valftir. Arka dişli kutusu yağ tahliye (scavenge) pompası çıkış rakoruna tespit edilmiştir. Lüle pompasına akan giriş yağ basıncı scavenge yağ basıncının 95 ± 5 PSI'nın üstüne çıktığı zaman hidrolik yağın tahliye sistemine basmak için hidrolik emniyet valfi açılır.



Şekil 3.24: Hidrolik basınç emniyet valfi

- **T5 çalışma teorisi:** Hareketli lüle, mekanik ve elektrikli kumanda olmak üzere iki şekilde kumanda edilir.
- **Mekanik çalışma;** gaz kolu açısına göre geri besleme kablosu vasıtasıyla olur. Bu hareket lüle alan kontrol (NAC) tarafından alınır ve değerlendirilir. Gaz kolu açısı değişirse mevcut durumda daha değişik bir lüle pozisyonundan geçmek için lüle alan kontrol kumanda kolu kısalır ve uzar. Kumanda kolu hareket edince lüle pompası kumanda kolunu harekete geçirir ve pompanın basınç altında lüle çalıştırma silindirlerine yağ gitmesine sebep olur ve lüle çıkış alanı değişir.
- **Elektrikli çalışma;** sıcaklık miktarını yükseltmek ve düşürmek suretiyle yerine getirilir. Sıcaklık sınırlama bölmesinin meydana getiren ana parçalarının görevleri şunlardır:
 - Kontrol alternatörü; sıcaklık amplifikatörünü çalıştırmak için gerekli olan %100 RPM'de 50 ± 1 volt AC, 829 saykıl, 0,5 amperlik elektrik gücünü üretmektir.
 - Termokupl; EGT durumuna göre alümin ve kromel uçlarda 14-28 mili voltluk sinyali meydana getirmektir.
 - Lüle alan kontrol; lüle alan kontrol içinde bulunan bir tork motoru sıcaklık amplifikatöründen almış olduğu elektrik sinyali mekanik kuvvete çevirir. Lüle alan kontroldeki servo basıncını çalıştırarak motorun aşırı sıcaklığa gitmesini önler.

- Sıcaklık amplifikatörü termokupl'lardan gelen küçük bir elektrik sinyali alır ve bu sinyali referans voltajı ile karşılaştırır. Sonuçta meydana gelen sinyal lüle alan kontrol, tork motoruna gönderilmeden önce EGT durumuna göre lüleyi ayarlar.

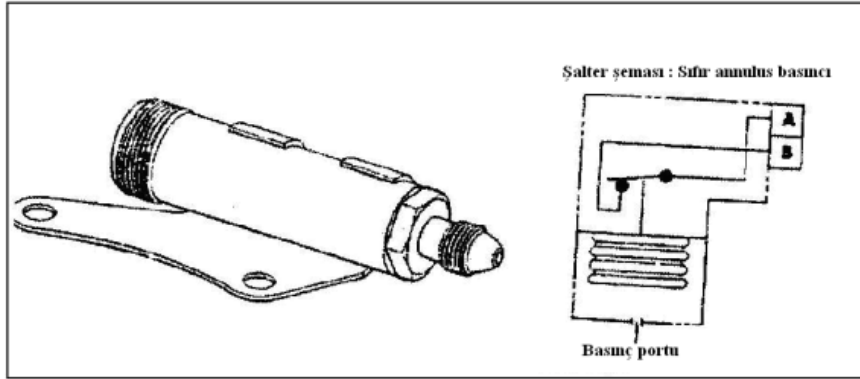
Termokupl'lar tarafından üretilen gerilim, sinyal amplifikatörü içindeki referans voltajıyla devamlı olarak birleştirilerek bir sinyal meydana getirilir. Bu durumda meydana gelen voltaja yanıtıcı sinyal adı verilir. Yanıtıcı voltaj amplifikatörde değerlendirilerek tork motoruna uygulanır. Yönü yanıtıcı sinyalin akış yönüne bağlıdır. Termokupl sinyali ölçülü sinyali aşarsa yanıtıcı sinyalin sıcaklık sinyali olur ve EGT düşünceye kadar lüle açılmaya devam eder. Lülenin açılması termokupl voltajının referans voltajına eşitlendiğinden durur. Buna boş (null) durum denir ve elde edilen sıcaklığa da referans sıcaklığı denir. Termokupl sinyali referans voltajından daha düşük olursa düşük sıcaklık sinyali meydana gelir ve EGT'yi referans voltajındaki karşılığının değerine çıkarmak için lüle kapanmaya devam eder. Motoru tam gaz pozisyonun altında çalıştırırken referans sıcaklığı da düşeceğinden elektrikli sistem devreden çıkar ve lüle mekanik olarak kapanır.

Motor belirli devirlerde çalışırken yanıtıcı sinyal sıcaklığını üç faktör etkiler:

EGT'nin değişme oranı (EGT intikal devresi): EGT motor devrini etkileyen bir faktördür, ana yakıt kontrol cihazının (FCU), T2 sıcaklık algılayıcısı devreye girdiği zaman türbin giriş sıcaklığı (T4) neredeyse sabit duruma geçer. Neticede motor kompresöre giren hava sıcaklığının en verimli durumuna göre çalışır. Sıcaklık amplifikatörü elektrik çıkışını motor devrine göre ayarlayan kontrol alternatöründen alır. Burada meydana gelen sinyal daha sonra yanıtıcı voltaj olarak kullanılır. A/B'ye geçiş esnasında motor devrini istikrara kavuşturmak için lüle sisteminin devir değiştirme faktörü devreye girer. A/B devreden çıktığı zaman türbin çıkış basıncı (P5) aniden yükselir. Sonuçta, türbin farklı basıncı birden bire azalır ve motorda ani devir düşüşüne sebep olur. Sıcaklık amplifikatörü içindeki devir algılayıcısı motor devrindeki bu düşüşü hisseder ve devir değiştirme devresine bildirir. Bu devre egzoz sıcaklığını yükseltmek için hata sinyaline yardım eden büyük bir voltaj meydana getirir. Sonuçta lüle açılır ve devrin daha çok düşmesine neden olur.

Devir değiştirme devresinin görevi, motor A/B'den çıktığı zaman EGT'nin ani olarak yükselmesini önlemektir. A/B devreden çıktığı zaman türbin farklı basıncında ani bir yükselme olacağından motor devrinde de bir yükselme meydana gelir. Devir değiştirme devresi sıcaklık düşürme sinyalini temin eder, lülenin ani olarak kapanmasını sağlar, P5'i yükseltir ve devrin daha fazla yükselmesine mani olur. Bu aynı işlem yüksek irtifalardan gaz kolu ani olarak A/B'den geri çekildiği zaman A/B yakıcısı alevinin devam etmesini sağlar.

Motora ani gaz verme, devir yükseltmek ve A/B alev kesme süresini kısaltmak için bir adet T5 yeniden başlatma ve kesme şalteri (reset and cut-out switch) takılmıştır. T5 reset ve kesme şalteri (T5 Reset and Cut-Out Switch) ile seri bir şekilde bağlanmış olup maksimum A/B çalışması başladığı zaman T5 işlemine son verir. T5 reset şalterinin kontakları normalde kapalı durumdadır. Motorda maksimum A/B çalışması başladığında A/B FCU'dan gelen yakıtın basıncıyla 75-90 PSI'ya ulaştığında kontaklar açılır ve T5 işlemine son verilir.



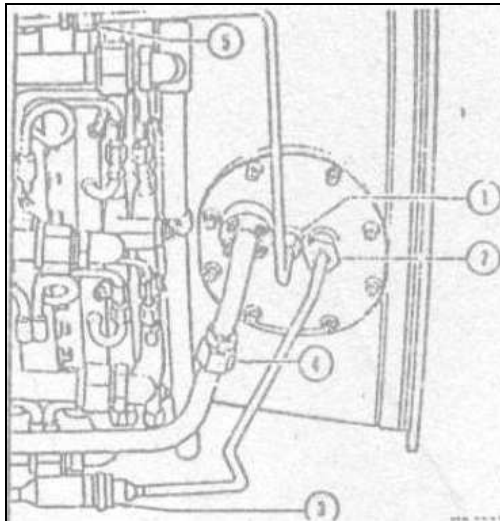
Şekil 3.25: T5 yeniden başlatma ve kesme şalteri

3.4. A/B Egzoz Kısımlarının Sökülmesi, Takılması ve Bakımı

3.4.1. Egzoz Boru Donanımının Sökülmesi

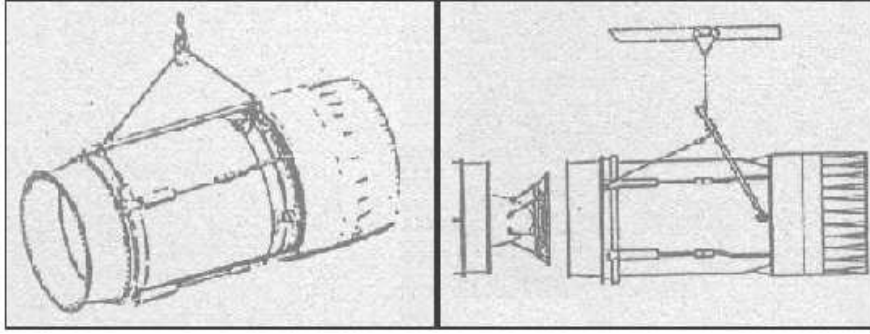
Bu işlemin gerçekleştirilmesi için egzoz kaldırma adaptörü ve dikey egzoz sehpası gerekmektedir. Ayrıca egzoz kısmını motordan sökmek için takım çantasına ihtiyaç vardır.

- Pilot yakıcının sökülmesi
 - Buji bağlantısı sökülür.
 - Buji tespit somunu (2) gevşetilir.
 - Pilot yakıcı yakıt borusu (1 ve 5) sökülür.
 - Pilot yakıcı hava hattı (4) sökülür.
 - 8 adet cıvatasını sökerek pilot yakıcı ayrılır.
 - Pilot yakıcı 90 derece çevrilerek çıkarılır.



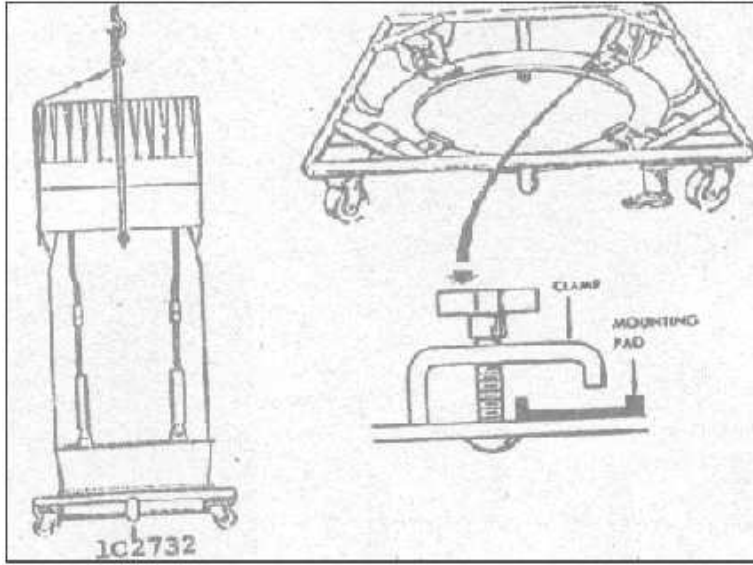
Şekil 3.26: Pilot yakıcının sökülmesi

- Egzoz borusunu ayırabilmek için motora bağlayan boru, kablo ve donanım parçalarının ayrılması
 - Lüle geri besleme kablosu ayrılır.
 - Acil durum lüle geri besleme bağlantısı ayrılır.
 - Acil durum lüle kilit kablosu ayrılır.
 - Lüle çalıştırma silindiri yağ giriş hatlarını A/B yakıt manifoldu tarafındaki bağlantılarından ayrılır.
 - Saat 10 konumundaki yağ dönüş hattı lüle çalıştırma silindirinden ayrılır.
- Egzoz kaldırma adaptörünün egzoz borusuna takılması: Caraskal yardımı ile egzoz borusunun boşluğunu alırken motoru kaldırmamaya dikkat edilmelidir. Kaldırma adaptörünün arka cıvatalarını takarken ise “TOP” yazısının üste doğru olmasına dikkat edilmelidir.



Şekil 3.27: Egzoz kaldırma adaptörünün takılması

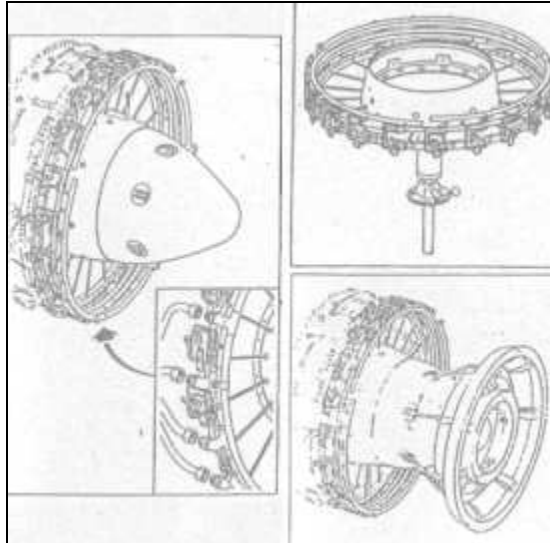
- Egzoz borusunun sökülmesi
 - Egzoz borusunu türbin çerçevesine bağlayan cıvatalardan saat 6 ve 12 konumundaki cıvatalardan beşer altışar adedi emniyet amacıyla 3-4 diş kalıncaya kadar gevşetilir.
 - Geri kalan cıvatalar ve somunlar sökülür.
 - Egzoz borusu müsaade ettiği kadar geri çekilir.
 - Gevşetilen cıvatalar sıkışma ve kastırma yönünden kontrol edilir.
 - Kalan tüm cıvata ve somunlar sökülür. Daha sonra dikkatli bir şekilde egzoz borusu geri çekilir.
- Egzoz borusunun dikey taşıma sehpasına hizalanması
 - Egzoz borusu önden elle kaldırılarak askı telinin lüle çalıştırma silindirleri uç kısımlarına takılı uçlarından kurtarılır. Önden elle tutarken egzozu arkadan yukarıya caraskal yardımıyla kaldırılır. Yükseklik uygun olduğunda kaldırma işlemine son verilir. Ön ucu bırakılır.
 - Dikey sehpa kilit pabuçları elle gevşetilerek serbest bırakılır. Sehpa egzozun altına yeniden hizalanır.
 - Egzoz, taşıma sehpa üzerine egzoz borusu flanşı fiber yuvalarına gelecek şekilde indirilir.
 - Sehpa kilit pabuçları, boru flanşına oturtulup sıkıldıktan sonra kaldırma adaptörü sökülür.



Şekil 3.28: Egzoz borusunun dikey sehpaye yerleştirilmesi

3.4.2. Art Yakıcı Kısımının Sökülmesi

- Alev tutucunun sökülmesi
 - Alev tutucuyu iç koniye tutturun 7 adet pimin uç kısımlarından kupilyalar çıkarılır.
 - Alev tutucu elle tutularak uygun bir yere konulur.



Şekil 3.29: Alev tutucunun sökülmesi

- Püskürtme memeleri asamblesinin sökülmesi
 - Yakıt ikmal hattı manifold asamblesinden ayrılır.

- Püskürtme memeleri tutucu çemberini iç koniye bağlayan cıvatalar sökülür.
 - Manifold püskürtme memeleri tutucu çemberi ile birlikte kaldırılarak motordan ayrılır ve arka kısmı aşağıya gelecek şekilde sehpaye yerleştirilir.
- İç koninin motordan ayrılması, iç koniyi türbin çerçevesine tespit eden cıvatalar sökülerek motordan ayrılır.

3.4.3. A/B ve Egzoz Kısımlarının Takılması

Dikkat: Montaj esnasında kullanılacak cıvatalar flanş deliklerine rahatça girip çıkacak şekilde olmalıdır. Sürtünme ve sıkışma olayları cıvata dişlerinin veya cıvata deliklerinin hasarına neden olabilir. Uygun bir cıvata somuna 30 lb-inch’lik bir tork kuvvetiyle sonuna kadar oturtulmalıdır.

- Arka iç koni motorun üst noktasıyla hizalanır. Eğer söküm esnasında hizalandırma işareti konulmuş ise bundan yararlanır. Hizalandırmada kullanılan cıvatalar MIL-L-7808 yağı ile yağlanır. Yağlanan 20 adet cıvata ile iç koni türbin çerçevesine tutturulup cıvatalar torklanır.
- A/B püskürtme memeleri manifoldu ve tutucu çemberi motora takılır. Tutucu çemberi 8 adet cıvata ile tutturulur ve uygun tork ile torklanır.
- Manifold hatlarına A/B yakıt sistem hatları ve selektör valfi hatları bağlanır.
- Alev tutucu 7 adet pim ile yerine tutturulup pim uçları kupileri takılıp kupi tırnakları kıvrılır.

3.4.4. Egzoz Borusunun Takılması

Dikkat: Egzoz kısmında kullanılacak cıvataların manyetik özelliği olmamasına dikkat edilmelidir. Bu cıvataların başlarında “EH19” işareti bulunur.

Ara dolgu çemberinin delikleri türbin çerçevesi arka flanşıyla hizalandırmak için ucu sivri bir zımba kullanılır.

- Saat 12, 3, 6 ve 9 konumundaki 4 adet cıvata türbin çerçevesi flanşına tersinden takılarak püskürtme memeleri çemberinin sarkması önlenir.
- Egzoz kaldırma adaptörü uygun şekilde takılır ve motora hizalandırılır.

Dikkat: A/B püskürtme memeleri çemberinin türbin çerçevesinden kurtulmamasına dikkat edilir.

- Egzozun ön flanş püskürtme memeleri çemberinin arka flanşına temas edinceye kadar egzoz motora dikkatlice yanıştırılır.

Dikkat: Flanş deliklerini birbirleriyle karşılaştırmak için egzoz borusu arkasından sağa sola çekilmez. Böyle bir hareket sonucu püskürtme memeleri tutucu çemberi ve püskürtme memeleri hasar görebilir ve motor servise verildiğinde yangına neden olabilir.

178 83 231

- Hizalandırma için ucu ince ve sivri bir zımba kullanarak daha önce takılmış olan 4 adet cıvatanın egzoz flanşından çıkmasını sağlayacak şekilde bastırılır. Karşılaştırılmış olan 3 adet flanşın birbirine tam oturduğunu kontrol edip diğer 80 adet cıvata deliğinin hizalandığından emin olunduktan sonra somunlar takılıp torklanır.
- Tüm cıvata ve parçaları takılır. Somunlar, cıvatalara takmadan önce MIL-L-7808 yağı ile yağlanır. Taktıktan sonra uygun tork işlemi yapılır.
- Caraskal ve askı teli egzozdan sökülür. Egzoz ve püskürtme memeleri çemberinin uygun şekilde oturduğu kontrol edilir.
- Motor ayarları kitabına bakılarak egzoz lüle geri besleme kablosu takılır.
- Motor ayarları kitabına bakılarak geri besleme kablo ayarı yapılır.
- Acil durum lüle geri besleme kablo ayarı yapılır.
- Egzoz lüle kilit sisteminin kablosu takılır ve ayarı yapılır.

Not: Tüm ayarların yapılmasında ilgili teknik emirlere (technical order – TO) lara bakılır ve ayarlar konusu esas alınarak motor ayarları yapılır.

3.4.5. Pilot Yakıcının Takılması

- Pilot yakıcıya yeni contası takılır.
- Pilot yakıcı pozisyonlandırılarak yerine takılır. Yanma odası alt karterinden gelen hava hattı hizalandırılıp tespit cıvataları ve pulları takılır.
- Pilot yakıcı tespit cıvataları 55-70 lb-inch ile torklanır ve tel ile emniyetlenir.
- Yanma odası alt karterinden gelen hava borusunun rekoru 24- 27 lb-inch ile torklanıp emniyeti yapılır.
- Hava borusunun ucu tutturulup 650-770 lb-inch ile torklanır.
- Resimde 1 ve 5 numara ile gösterilen yakıt hattı bağlanıp 135-150 lb-inch ile torklanır.
- Bujisi uygun şekilde yerine oturtulur. Rakoru sıkılır.

Pilot yakıcının takılması için Şekil 3.26'dan faydalanınız.

3.4.6. A/B Egzoz Kısımının Bakımı

Bu kısımların kontrolünde genellikle şu hususlara dikkat edilir:

- Pilot yakıcı, çatlaklık ve temizlik yönünden kontrol edilir. Bujisi sökülür, hava ikmal hatları ve orifisleri karbon birikintilerinden temizlenir.
- Egzoz asamblesi ve üzerine takılı parça ve boru hatları; çatlaklık, parça eksikliği ve renk değişimi yönünden kontrol edilir.
- Birincil ve ikincil lüle flapları ve bunların contaları; çatlaklık, aşınma, kopma, eğilme ve deforme yönünden kontrol edilir.
- Birincil ve ikincil flap menteşeleri ve lüle akçuatörleri; aşınma, sıkışma, deformasyon yönünden kontrol edilir.
- Acil durum lüle kilitleme kolu ve kablosu serbest hareket ve liflenme yönünden kontrol edilir.
- Lüle çalıştırma silindirleri yağ kaçağı yönünden kontrol edilir.

- Lüle alıştırma silindirlerinin çalışma basıncı kontrolü yapılır. Bu kontroller silindirler tam açıktan tam kapalıya, tam kapalıdan tam açığa verilir. Basınc limitleri minimum 100 PSI, maksimum 300 PSI'dır.
- Alev tutucu; çatlak, kırılma, kopma ve yanma yönünden kontrol edilir.
- Egzoz iç konisi; yanma, çatlak ve Şekil bozukluėu yönünden kontrol edilir.
- A/B manifold donanımı ve püskürtme memeleri; çatlaklık, eğilme, çentik, çukurlaşma, uygun takılma ve emniyetleme yönünden kontrol edilir.
- Termokupl kablo ve problemleri; eğilme, çatlaklık, kopma ve Şekil bozukluėu yönünden kontrol edilir.

UYGULAMA FAALİYETİ

UYGULAMA FAALİYETİ

J-79 motorunun pilot yakıcısını takınız.

- Kullanılacak malzemeler:
 - Pilot yakıcı (motordan sökülmüş)
 - Gerekli el aletleri

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Atölye ve çalışanlar için gerekli olan emniyet tedbirlerini alınız.➤ Pilot yakıcısının yeni contasını takınız.➤ Pilot yakıcıyı pozisyonlandırarak yerine takınız. Yanma odası alt karterinden gelen hava hattını hizalandırıp tespit cıvata ve pullarını takınız.➤ Pilot yakıcı tespit cıvata ve somunlarını 55-70 lb-inch ile torklayınız.➤ Pilot yakıcı tespit cıvatalarını emniyetleyiniz.➤ Yanma odası alt karterinden gelen hava borusunun rekorunu 24-27 lb-inch ile torklayınız.➤ Hava borusu rekorunu emniyetleyiniz.➤ Hava borusunun ucunu şekilde görüldüğü gibi tutturup 650-770 lb-inch ile torklayınız.➤ Yakıt hattını (1 ve 5) bağlayıp 135-150 lb-inch ile torklayınız.➤ Bujiyi uygun şekilde yerine oturtup rekorunu sıkınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Atölye havalandırma sistemini çalıştırınız.➤ Yanınızda yangın söndürme cihazı bulundurunuz.➤ Operatör, güvenlik ekipmanlarını giymelidir.➤ Teknik el kitapları ve bakım el kitaplarına uyunuz.

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. İşlemleri yapmadan önce atölye ve çalışanlar için gerekli olan emniyet tedbirlerini aldınız mı?		
2. Pilot yakıcısının yeni contasını taktınız mı?		
3. Pilot yakıcıyı hizalandırıp yerine taktınız mı?		
4. Pilot yakıcı tespit cıvatalarını torkladınız mı?		
5. Pilot yakıcısının tespit cıvatalarını emniyetlediniz mi?		
6. Hava borusu rekorunu torkladınız mı?		
7. Hava borusu rekorunu emniyetlediniz mi?		
8. Hava borusu ucunu tutturup torkladınız mı?		
9. Yakıt hattını bağlayıp torkladınız mı?		
10. Bujiyi uygun şekilde oturtup rekorunu sıktınız mı?		

DEĞERLENDİRME

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

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Yanma sonrasında motorun itme gücünün artma oranı aşağıdakilerden hangisidir?
A) %50
B) %40
C) %70
D) Değişmez.
2. Hangi komponent türbini terk eden gazların türbülansını önler?
A) İç gömlek
B) Dış gömlek
C) Dış koni
D) İç koni
3. J-79 motorunda kaç adet iç flap vardır?
A) 12
B) 24
C) 20
D) 15
4. Termokupl'ların elemanları aşağıdakilerden hangisidir?
A) Alumel-çelik
B) Alumel-bakır
C) Alumel-kromel
D) Kromel-nikel
5. Lüle pompasının görevi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Lüle çalıştırma silindirlerine basınçlı yağ gönderir.
B) Lüle çalışma silindirlerini açar.
C) Lüle çalıştırma silindirlerini kapatır.
D) Lüle çalıştırma silindirlerini açık tutar.
6. Lüle çalıştırma silindirlerinin tipi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Sağdan hareketli
B) Soldan hareketli
C) Tek hareketli
D) Çift hareketli
7. Yağ ve hidrolik filtresinin hassasiyeti aşağıdakilerden hangisidir?
A) 50 mikrondan büyük partikülleri toplar.
B) 60 mikrondan büyük partikülleri toplar.
C) 46 mikrondan büyük partikülleri toplar.
D) 46 mikrondan küçük partikülleri toplar.
8. T5 reset cut out şalterinin çalışma referansı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) 75-90 PSI
- B) 100-150 PSI
- C) 0-50 PSI
- D) 40 PSI

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

1. () Güç artırma sistemleri ihtiyaç hâlinde uçağın hızını ve motor itkisini artırmak için tasarlanmıştır.
2. () Su enjeksiyon sisteminde su tankı uçağın kanatlarına monte edilmiştir.
3. () Su enjeksiyon sisteminde besleme pompası elektrik gücü ile çalışır.
4. () HRSG'de basınçlı su üretilir.
5. () Su/metanol karışımı motorun kompresörüne püskürtülür.
6. () Su/metanol kontrol cihazı karışım basıncını ayarlar.
7. () 1 ve 2 numaralı motorların su/metanol basıncına ait yeşil PRESSION lambaları 7 PSI üzerindeki gerekli işletme basıncına erişildiği anda yanar.
8. () Su/metanol hacim yüzdeleri: Metanol % 40, su % 60'tır.
9. () Su/metanol karışımının özgül ağırlığı 0,9412'den az, 0,9445'ten fazla olmamalıdır.
10. () Yanma sonrası güç artırma ile motorun itme gücü % 50 oranında artırılır.
11. () Art yakıcı kısmı türbini terk eden gazlara yataklık eder ve ikinci yanmayı sağlar.
12. () İç koni kompresör arka çerçevesi göbek kısmına cıvatalar ile tespit edilmiştir.
13. () Sprey barlar gelen yakıtı A/B difüzörünün önüne ve arkasına püskürtmektedir.
14. () Alev tutucu A/B difüzörünün iç ve dış gömleklerine özel mesnetler ile tespit edilmiştir.
15. () İkinci flapların arasına konulan gaz contası hava akışının dışarıya kaçmasını önler.
16. () J-79 motorunun kontrol alternatörü transfer dişli kutusunun arka yüzeyinde A/B yakıt pompası ile starter arasındadır.
17. () Termokupl'ların ürettiği elektrik akımı 12 volt'tur.
18. () Lüle pompası ön dişli kutusunun sol yuvası üzerindedir.
19. () Yağ ve hidrolik filtre elemanları tek gövde içerisindedir.
20. () T5 yeniden başlatma ve kesme şalteri T5 şalteri ile paralel bağlanmıştır.

21. () Pilot yakıcının 8 adet tespit civatası söküldükten sonra 90 derece çevirerek çıkarılır.

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	B
4	B
5	A
6	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	D
3	C
4	C
5	A

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

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

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru
4	Yanlış
5	Doğru
6	Yanlış
7	Doğru
8	Yanlış
9	Doğru
10	Doğru
11	Doğru
12	Yanlış
13	Doğru
14	Doğru
15	Doğru
16	Doğru
17	Yanlış
18	Yanlış
19	Doğru
20	Yanlış
21	Doğru

KAYNAKÇA

- DAGGET David, **Water Misting and Injection of Commercial Aircraft Engines** , Boeing Commercial Airplane Group, Washington, 2000.
- **Jet Motor Parçaları**, Hava Kuvvetleri Okul Komutanlığı Basımevi, İzmir, 1988.
- **J-79 Motorları Jet Motor Makinist MTD Ders Kitabı Cilt-1**, Hava Kuvvetleri Okul Komutanlığı Basımevi, İzmir, 1988.
- **J-85 Motorları Jet Motor Makinist MTD Ders Kitabı**, Hava Kuvvetleri Okul Komutanlığı Basımevi, İzmir, 1988.
- **Motor Sistemleri**, Hava Kuvvetleri Basımevi, Eskişehir, 1965.
- **Revisiting Water Injection for Commercial Aircraft**, NASA Paper Number 2004-01-3108, USA, 2000.
- ŞAHİN Kaya, **Uçaklar ve Helikopterler**, İnkılâp Basımevi, İstanbul, 1999.
- **Technical Order (TO -Teknik El Kitabı)**, HKTE 2J-TMK 21/22-2.
- www.grc.nasa.gov (22.07.2011/ 15.00)