

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**UÇAK BAKIM**

**HAREKET İLETİM ELEMANLARI  
525MT0008**

**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. YAYLAR .....	3
1.1. Yay Tipleri, Malzemeleri, Özellikleri ve Uygulamaları .....	3
1.1.1. Yay Çeşitleri .....	3
1.1.2. Yay Malzemeleri .....	4
1.1.3. Özellikleri ve Uygulamalar .....	4
1.2. Yayların Kontrolü ve Test Edilmesi .....	5
1.2.1. Yayın Kontrol Edilmesi .....	5
1.2.2. Yayın Test Edilmesi .....	5
UYGULAMA FAALİYETİ .....	7
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	9
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	10
2. YATAKLAR .....	10
2.1. Yatakların Gayesi, Yükler, Malzemeler, Yapıları .....	10
2.1.1. Yatakların Gayesi .....	10
2.1.2. Yükler .....	10
2.1.3. Malzemeler .....	11
2.1.4. Yatakların Yapısı .....	13
2.2. Yatak Tipleri ve Uygulamaları .....	16
2.2.1. Rulmanlı Radyal Yataklar .....	16
2.2.2. Rulmanlı Aksiyal (Eksenel) Yataklar .....	20
2.2.3. Rulmanlı, Radyal ve Aksiyal Yataklar .....	21
2.2.4. Sökülüşüne Göre Rulmanlı Yataklar .....	21
2.3. Yatakların Bakımı .....	22
2.3.1. Yatakların Test, Temizlik ve Kontrolleri .....	22
2.3.2. Yatakların Yağlama Gereksinimleri .....	23
2.3.3. Yatakların Hasarları ve Nedenleri .....	24
2.3.4. Şaftlar, Yataklar ve Diğer Parçaların Kontrolleri İçin Standart Metotlar .....	29
UYGULAMA FAALİYETİ .....	38
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	40
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	42
3. TRANSMİSYONLAR .....	42
3.1. Dişli Tipleri ve Uygulamaları .....	42
3.1.1. Düz Dişli Çark .....	43
3.1.2. Helis Dişli Çark .....	43
3.1.3. Ok Dişli Çark .....	45
3.1.4. Konik Dişli Çark .....	45
3.1.5. Sonsuz Vida ve Dişli Çark .....	45
3.1.6. Kremayer ve Dişli Çark .....	46
3.1.7. Zincir Dişli Çark .....	46
3.2. Dişli Oranları, Dişli Sistemlerin İndirgeme ve Çoğaltma Düzenleri, Sürülen ve Süren Dişliler .....	46
3.3. Vasat (Idler) Dişliler, Kafes Modeller .....	47

3.4. Kayış ve Kasnaklar, Zincirler ve Sprocketler .....	49
3.4.1. Kayış ve Kasnaklar .....	49
3.4.2. Zincirler ve Sprocketler.....	50
3.5. Transmisyonların Bakım ve Kontrolleri.....	53
3.5.1. Dişlilerin Kontrolü, Dağılmalar .....	53
3.5.2. Kayış ve Makaraların, Zincirlerin ve Tekerleklerin Kontrolü .....	58
3.5.3. Dişli Jakların, Kollu Tertiplerin, İt-Çek Kol Sistemlerin Kontrolü .....	58
UYGULAMA FAALİYETİ.....	63
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	65
ÖĞRENME FAALİYETİ-4 .....	67
4. BORULAR VE BİRLEŞTİRİCİLER .....	67
4.1. Uçakta Kullanılan Rijit ve Bükülebilir Borular ile Bağlantı Elemanlarının Tanımlanmaları ve Tipleri.....	67
4.1.1. Borular .....	67
4.1.2. Bağlantı Elemanları.....	76
4.2. Uçak Hidrolik, Yakıt, Yağ, Pnömatik ve Hava Sistem Borularındaki Standart Birleştiriciler .....	79
4.3. Borular ve Hortumlar .....	84
4.3.1. Uçak İnce Borularını Eğme ve Ağız Açma.....	87
4.3.2. Uçak İnce Borularını ve Hortumlarını Kontrol ve Test Etme .....	90
4.3.3. İnce Boruların Yerleştirilme ve Kelepçelenmesi .....	91
UYGULAMA FAALİYETİ.....	96
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	98
ÖĞRENME FAALİYETİ-5 .....	100
5. KUMANDA KABLOLARI .....	100
5.1. Kablo Tipleri .....	100
5.2. Bowden Kablolar .....	100
5.3. Makara ve Kablo Sistemi Elemanları.....	101
5.4. Uç Fitingleri, Gergi Yerleri ve Telafi (Compensation) Düzenleri .....	108
5.5. Kumanda Kablolarının Bağlantıları .....	111
5.5.1. Uç Bağlantılarının Alistırılması (Swaging).....	111
5.5.2. Uçak Bükülebilir Kumanda Sistemleri .....	113
5.5.3. Bükülebilir Kablolar, Uçak Hareketli Kumanda Sistemleri.....	113
5.5.4. Kumanda Kablolarının Kontrol ve Testleri.....	118
UYGULAMA FAALİYETİ.....	124
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	126
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	128
CEVAP ANAHTARLARI .....	132
KAYNAKÇA .....	134

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>525MT0008</b>
<b>ALAN</b>	<b>Uçak Bakım</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Uçak Gövde-Motor Uçak Elektronik</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Hareket İletim Elemanları</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Uçak bakım alanında kullanılan hareket iletim elemanlarından yaylar, yataklar, transmisyenlar, borular ve kumanda kablolarının bakım ve kontrolleri ile ilgili bilgilerin verildiği öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/24
<b>ÖN KOŞUL</b>	Birleştirme İşlemleri modülünü başarmış olmak
<b>YETERLİK</b>	Hareket iletim elemanlarının bakım ve kontrolünü yapmak
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Uçakta kullanılan hareket iletim elemanlarının bakım ve kontrolünü uçak tipine göre bakım dokümanlarında (AMM, SRM, İPC) belirtildiği şekilde yapabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Bakım dokümanlarında (AMM, SRM, İPC) belirtildiği şekilde yayları hatasız test edebileceksiniz.</li><li>2. Bakım dokümanlarında (AMM, SRM, İPC) belirtildiği şekilde yatakların bakım ve kontrollerini yapabileceksiniz.</li><li>3. Bakım dokümanlarında (AMM, SRM, İPC) belirtildiği şekilde transmisyenların bakım ve kontrollerini yapabileceksiniz.</li><li>4. Bakım dokümanlarında (AMM, SRM, İPC) belirtildiği şekilde boru ve bağlantılarının bakım ve kontrollerini yapabileceksiniz.</li><li>5. Bakım dokümanlarında (AMM, SRM, İPC) belirtildiği şekilde kumanda kablolarının bakım ve kontrollerini yapabileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Sınıf, atölye, laboratuvar, işletme, bilgi teknolojileri ortamı vb. kendi kendinize veya grupta çalışabileceğiniz tüm ortamlar <b>Donanım:</b> Ölçme ve kontrol aletleri, yay test cihazı, yüzey kontrol “scriber”leri, boru bükme aparatı, boru ağız açma aparatı, kablo tansiyometresi
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	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 sivil havacılık tüm yönleriyle gelişiyor. Bu gelişmelere paralel olarak ülkemizde de sivil havacılık hızla büyümekte ve gelişmektedir. Bu büyüme neticesinde, sektörün yetişmiş insan gücü ihtiyacı da aynı oranda artmaktadır. Bu büyümeyi hızlandırmak; yetişmiş, nitelikli teknisyenlerin artmasıyla mümkündür.

Bakım teknisyenleri, insan hayatının ve uçuş emniyetinin son derece önemli olduğunun bilinciyle çalışmak zorundadır. Bu sebeple uçak bakım teknisyeni bilgi ve becerilerini üst düzeyde geliştirmeli ve yenilemelidir. Bunların gerçekleşmesi için iyi bir meslek ahlakına sahip olmak da son derece önemlidir.

Bu modül içerisinde uçak sistemleri ve motorları içinde önemli yere sahip olan makine elemanlarından bazılarını tanıyacaksınız. Hareket iletim elemanı olarak adlandırdığımız yaylar, dişli sistemler, yataklar, boru bağlatılar ve kablo sistemlerin elemanları ve özellikleri hakkında bilgi edineceksiniz. Bu elemanların kontrolü hakkında beceri sahibi olacaksınız.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Yayları bakım dokümanlarında (AMM, SRM, İPC) belirtildiği şekilde hatasız test edebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Yay çeşitlerine ait örnekler araştırarak kullanıldıkları yerleri öğreniniz.
- Öğrendiklerinizi sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

## 1. YAYLAR

### 1.1. Yay Tipleri, Malzemeleri, Özellikleri ve Uygulamaları

Bir sistem içinde makine elemanlarını darbeli ve titreşimli yüklerden korumak gerekir. Bu amaçla metal ve alaşımları ile diğer malzemelerden yapılan, üzerine gelen kuvvetin yönünde esneyen ve kuvvet kalkınca eski hâline dönebilen elemanlara yay denir.

#### 1.1.1. Yay Çeşitleri

Yaylar, üzerlerinde oluşan gerilme kuvvetine göre veya yayın şekline göre çeşitlere ayrılır.

Yaylarda meydana gelen gerilmeye göre:

- Burulma yayları
- Eğilme yayları
- Çekme-basma yayları
- Kesilme yayları

Yayların şekline göre:

- Helisel yaylar
- Yaprak yaylar
- Disk yaylar
- Spiral yaylar

Resim 1.1’de görülen yay çeşitlerini inceleyiniz.



a

b

c

d

e

**Resim 1.1: Yay çeşitleri (a-Helisel basma yay, b-Helisel çekme yay, c- Tel form yay, d-Spiral yay, e- Segman yayları)**

### 1.1.2. Yay Malzemeleri

Yaylar için kullanılan metal ve metal olmayan malzemeler vardır.

#### 1.1.2.1. Metal Malzemeler

Yaylar için sertleştirilebilen karbon çelikleri, krom, silisyum, silisyum-mangan-krom, vanadyum alaşımlı çelikler kullanılır.

Demir olmayan metal malzemeler ise pirinç, fosforlu bronz, silisyum-bronz ve çeşitli nikel alaşımları kullanılır. Yay malzemelerinin standart numaraları imal şekline göre aşağıdaki gibidir.

- Sıcak şekil verilen çelikler (DIN 17221)
- Soğuk haddelenmiş çelik bantlar (DIN 17222)
- Yay çeliği telleri (DIN 17223)
- Paslanmaz yay çelikleri (DIN 17224)

#### 1.1.2.2. Metal Olmayan Malzemeler

Kauçuk, plastik malzemeler ve çeşitli gazlar, metal olmayan yay malzemelerinden sayılmaktadır.

### 1.1.3. Özellikleri ve Uygulamalar

Elastik malzemeden yapılan bu makine elemanları, belirli yükler altında deformasyona uğrar. Yaylar, kuvvet kalkınca tamamen ya da kısmen eski durumunu alır. Yaylar yük altında biriktirdiği enerjiyi, yayın tipine göre az veya çok enerji kaybı ile geri verir.

Yayların kullanıldığı uygulamalar şunlardır:

- Tahrik elemanı olarak: Saat, ölçü aleti gibi cihazlar
- Darbe ile gelen kuvvetlerin şiddetini azaltmak yani sönümlemek için kullanılır. Örnek: Aks ve tampon yayları

- Bazı elemanlarda ön gerilmeli olarak yerleştirmek sureti ile boşlukları giderici eleman olarak
- Bazı sistemlerin frekansını değiştirmek için
- Preslerde kuvvet sınırlayıcı olarak
- Kuvvet ile elastik deformasyon arasındaki ilişkiden faydalanılarak kuvvet ölçme amacıyla kullanılır. Örnek: Dinamometre, terazi, kantar mekanizmaları
- Sönümleme elemanı olarak

## 1.2. Yayların Kontrolü ve Test Edilmesi

Yaylar kontrol ve test için söküldüğünde (AMM de belirtilen şekilde) yapılan kontroller yayın amacına uygun çalışıp çalışmadığını anlamamızı sağlar.

### 1.2.1. Yayın Kontrol Edilmesi

Yay yerinden sökülüp temizlendikten sonra önce çatlak kontrolü yapılır. Yayın serbest boyu ölçülerek AMM’de verilen ölçü ile uyumlu olup olmadığı, malzeme yüzeyi gözle kontrol edilir. Bu kontrollerdeki tüm ölçü ve limitler için yayın ait olduğu bölüme AMM’den bakılır.

### 1.2.2. Yayın Test Edilmesi

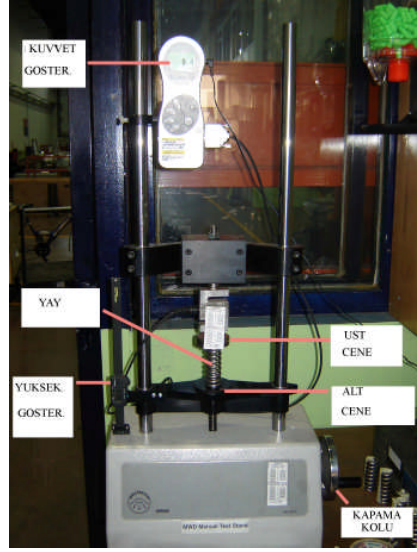
Yayların test işleminde helis basma yaylar için gerginlik (tension) değeri hesaplanır. Bu test işlemi için spring test cihazları kullanılır. Yapılacak test işlemi neticesinde yayın belli bir yüksekliğine kadar baskı uygulanır ve kuvvet lbf (libreforce) cinsinden ölçülür. Ölçülen değer AMM’de verilen limitler içinde olup olmadığına bakılır.

Tüm bu kontrol ve testler sonucu istenilen limitlerin dışındaki yaylar hurda edilir.

#### Test işleminin yapılması:

- Kontrol işlemleri yapılmış yayın gerginliğinin ölçümü için AMM’den test değerleri ile tolerans değerleri temin edilir.
- Test cihazının sıfırlama işlemi yapılır. Sıfırlama işleminde ölçme çeneleri kapatılarak yükseklik göstergesinde sıfır okunduğunda kuvvet göstergesi de sıfır lbf olarak ayarlanır.
- Test edilecek yay, ölçme çeneleri açılarak alt çene üzerine konur.
- Çeneler AMM’de verilen yükseklik değerine kadar (inch veya mm) kapatılır.
- Yayın sıkıştırılacak yüksekliği temin edilince kuvvet göstergesinde ne kadar lbf olduğu okunur.
- Okunan kuvvet değerinin olması gereken aralıkta olup olmadığına bakılır.
- İstenilen gerginlik değerine sahip ise yay kullanılır, değil ise hurdaya ayrılır.

Resim 1.2’de yay test cihazı ve kısımları görülmektedir.



**Resim 1.2: Yay test cihazı**





**Resim1.3:Yükseklik göstergesi**



**Resim 1.4: Kuvvet göstergesi**

## UYGULAMA FAALİYETİ

Yayları bakım dokümanlarında (AMM, SRM, IPC) belirtildiği şekilde test ediniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Test cihazını sıfırlayınız.</p>	 <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Çeneleri kapatınız.</li><li>➤ Yükseklik göstergesini sıfır yapınız.</li><li>➤ Kuvvet göstergesini sıfır yapınız.</li></ul>
<p>➤ Yayı test cihazına yerleştiriniz.</p>	 <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Test cihazının çenelerini açınız.</li><li>➤ Yayı alt çeneye ortalamak yerleştiriniz.</li><li>➤ Çeneleri kapatınız.</li></ul>
<p>➤ Yayın test yüksekliğine kadar baskı uygulayınız.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yükseklik göstergesine bakarak çeneleri kapatınız.</li><li>➤ Göstergenin ölçü birimi inch veya mm olabilir, ölçü birimine dikkat ediniz.</li><li>➤ Test ölçüsünü tam olarak ayarlayınız.</li></ul>
<p>➤ Kuvvet göstergesinden test sonucunu okuyunuz.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Okuduğunuz kuvveti (lbf) not ediniz.</li><li>➤ AMM'de verilen limitler ile kıyaslayınız.</li><li>➤ Limitler içindeyse kullanınız.</li><li>➤ Limit dışıysa hurdaya ayırınız.</li></ul>

## 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. Yayın testi için referans bilgilerini AMM'den aldınız mı?		
2. Yay test cihazını sıfırladınız mı?		
3. Yay, test için alt çeneye yerleştirdiniz mi?		
4. Yaya referansta verilen yüksekliğe kadar baskı uyguladınız mı?		
5. Kuvvet göstergesinden yaya uygulanan kuvveti okudunuz mu?		
6. Test sonucu yayın limitlerini yorumladınız 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. Yayların kontrolünde hangisi yapılmaz?  
A)Çatlak kontrol  
B)Çekme kontrol  
C)Gözle kontrol  
D)Boyutsal kontrol
2. Yaylar test edilirken hangisi referans alınır?  
A)SRM (Structure Repair Manual)  
B)IPC (Illustrated Parts Cataloge)  
C)AMM (Aircraft Maintenance Manual)  
D)Engine Manual
3. Yayların testi ile hangisi ölçülür?  
A)Gerilimi  
B)Sıcaklığı  
C)Kullanıldığı süre  
D)Isıl genleşmesi

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

4. ( ) Test işlemi yapılan yay, limitler dışındaysa tamir edilir.
5. ( ) Yay, test cihazına yerleştirilmeden sıfırlama işlemi yapılır.

### 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

Yatakların bakım ve kontrollerini bakım dokümanlarında (AMM, SRM, IPC) belirtildiği şekilde yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Rulmanlı yatakların (bearing) çeşitlerine ait örnekler araştırarak kullanım avantajlarını öğreniniz.
- Öğrendiklerinizi sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

## 2. YATAKLAR

Millerin yatak içinde kalan kısmına muylu denir. Muyluları çevreleyerek destekleyen ve dönebilmelerini sağlayan makine elemanlarına yatak denir.

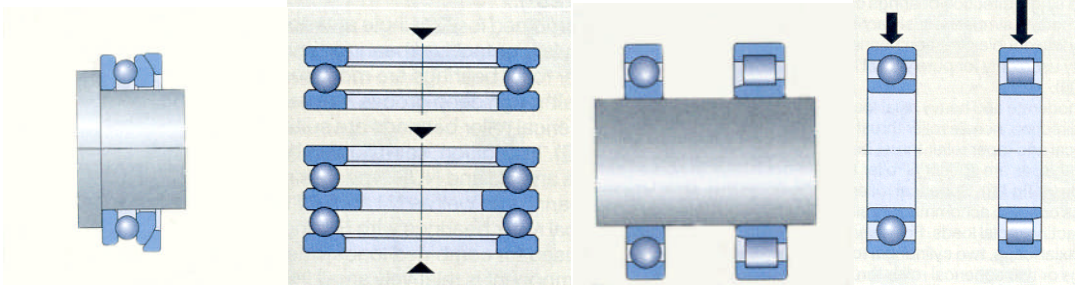
### 2.1. Yatakların Gayesi, Yükler, Malzemeler, Yapıları

#### 2.1.1. Yatakların Gayesi

Yataklar, dönerek çalışan milleri destekleyen, ağırlık ve işletme yükleri taşıyarak dönmelerini sağlayan elemanlardır.

#### 2.1.2. Yükler

Yatak üzerine etki eden kuvvetlerin doğrultusu, yatağın eksenine göre dikey veya eksenel olabilir. Buna göre radyal (dikey) kuvvetleri taşıyan yatağa radyal yatak (Şekil 2.1), eksenel kuvvetleri taşıyan yatağa eksenel yatak (Şekil 2.2) denir.



Şekil 2.1: Eksenel

Şekil 2.2: Radyal



### 2.1.3. Malzemeler

Yataklarda malzemeler kaymalı yataklar ve yuvarlanmalı yataklar için ayrı ayrı incelenecektir.



Şekil 2.3: Kaymalı yatak

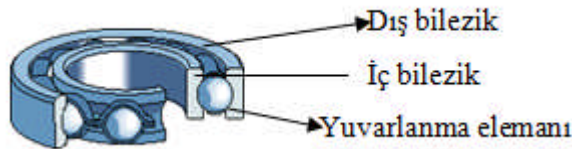
#### ➤ Kaymalı yataklar

Yatak burcu dökme demir, kızıl döküm, bronz, pirinç plastik alüminyum alaşımları ve beyaz metalden yapılabilir.

- Dökme demir; yavaş işleyen, arada sırada dönen muylularda basıncı 25-30 kg/cm<sup>2</sup> yi geçmeyen kaldırma araçlarında kullanılır. Aşınma dayanımı yüksek, darbelere karşı hassastır.
- Bronz, çok kaygan fakat pahalı bir malzemedir. 40-60 kg/cm<sup>2</sup> basınca dayanır.
- Beyaz metal yataklar için en uygun olanıdır. Bu metal; kalay, kurşun, antimon ve bakırdan meydana gelir. Bu malzeme; kızıl döküm, dökme demir ve çelikten yapılmış yatak burcuna ince tabaka hâlinde dökülür.
- Plastik malzeme, yataklar düşük hızlarda kullanılır. Darbeli yükleri sönümler. Dezavantajı ısıyı iyi iletememesidir. Isıl genleşme kat sayıları yüksektir. Plastik yatak malzemesi olarak polyamid (PA), polioximetilen (POM), politetrafluretilen (PTFE) ve teflon kullanılır.

#### ➤ Yuvarlanmalı yataklar

İç ve dış bilezikler su verilmiş ve taşlanmış kromlu çelikten yapılır. Yuvarlanma elemanı ise büyük basınçlara dayanmaları için yüksek kaliteli çelikten krom ve kromnikelden yapılır.



---

**Şekil 2.4: Yuvarlanmalı yatak (bilyeli)**

## 2.1.4. Yatakların Yapısı

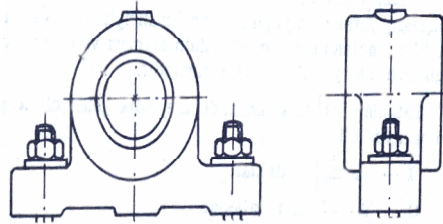
Yatakların yapısı kaymalı yataklar ve yuvarlanmalı yataklar için farklıdır.

### 2.1.4.1. Kaymalı Yatakların Yapısı

Kaymalı yataklar yapısal olarak incelendiğinde gövdesi tek parçalı ve gövdesi iki parçalı olmak üzere ikiye ayrılır.

#### ➤ Gövdesi tek parçalı, kaymalı yataklar

Bu yataklar basit yapıda olup fazla zorlanmayan, dönme sayısı az ve sürekli çalışmayan muylular için kullanılır. Yapısında burç, burç içinde yağlama kanalları, yağ bilezikleri, yağ deposu ve bu depoya ait kapak ve tapadan oluşur. Burç, aşınma ve ısınmalarda değiştirilerek yatağın ömrünü uzatır. Basit kaymalı yatakların yapısı için Şekil 2.5'i inceleyiniz.



Şekil 2.5: Tek parçalı kaymalı yatak

#### ➤ Gövdesi iki parçalı, kaymalı yataklar

Parçalı yataklar, alt parça (gövde) ve üst parça (kapak) olmak üzere gövde kısmı iki parçadan oluşur. Gövdesi iki parçalı radyal yataklar genel olarak şu elemanlardan oluşur (Şekil 2.6):

- **Yatak gövdesi**

Yatağın diğer kısımlarını taşıyan, yatağın çalışma yerine bağlanmasını sağlayan, çok kez yağ deposu görevi yapan, dökme demirden yapılmış alt kısımdaki ana parçadır.

- **Yatak kapağı**

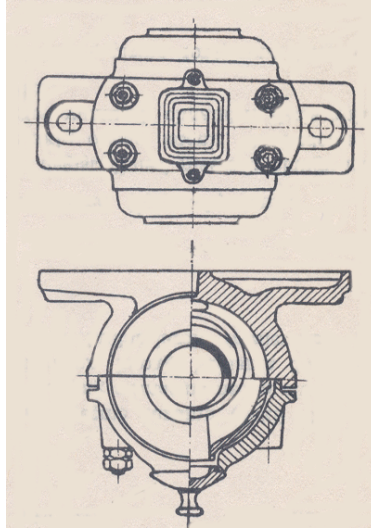
Yatak gövdesi üzerinde bulunan ve gövdeye civata ve saplamlarla bağlanan parçadır. Yatak kapağı, yatak içini dış etkilere karşı korur. Her sökülüşünde tekrar aynı şekilde bağlanması için gövdeye boşluksuz geçmeli yapılmıştır.

- **Kapağı gövdeye bağlayan düzen**

Kapak ve gövdeyi bağlamak için cıvata ve saplamalar kullanılır.

- **İç yatak**

Yatağın muyluya temas eden iç yüzeyidir. Muylunun imalatı zor ve değiştirmesi masraflı olduğu için aşınmanın daha çok iç yatakta olması istenir. Bu nedenle iç yatak malzemesi muylu malzemesinden daha yumuşak seçilir. Beyaz metal, bronz, kızıldöküm, pirinç gibi. İç yataklar genellikle yatak zarfı ile birlikte kullanılır. İç yatağı çevreleyen ve dayanım kazandıran çelik yapıya yatak zarfı denir.



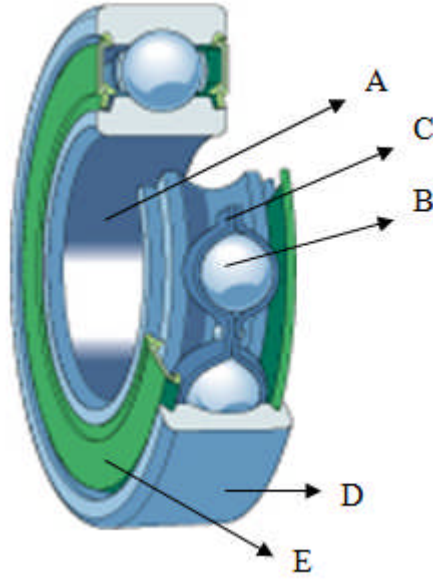
Şekil 2.6: İki parçalı kaymalı yatak

- **Yağlama düzeni**

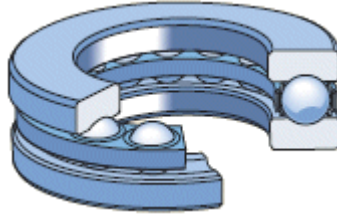
Yatak içinde çalışan muylu ile iç yatak yüzeyi arasındaki kayma direncini azaltmak, sürtünmeyi ve sürtünmeden kaynaklanan ısıyı aza indirmek, yatak içinde tasarlanmış bir yağlama düzeni ile gerçekleşir.

#### 2.1.4.2. Yuvarlanmalı Yatakların Yapısı

Muylunun dönmesini kolaylaştırmak için değişik şekillerde yuvarlanan parçaları olan yataklardır. Bu yataklara aynı zamanda rulmanlı yataklar denir.



**Şekil 2.7: Rulmanlı radyal yataklar (A-İç bilezik B-Yuvarlanan parçalar C-Kafes D-Dış bilezik E-Koruyucu kapak)**



**Şekil 2.8: Rulmanlı aksiyal yatak**

Şekil 2.7’de kısımları görülen rulmanlı radyal yataktaki iç ve dış bilezik, Şekil 2.8’de görülen rulmanlı aksiyal (eksenel) yatakta üst ve alt bilezik olarak adlandırılır.

➤ **İç bilezik**

İç bileziğin muylu ile birlikte dönebilmesi için sıkı geçme yapılıır veya sıkıştırma kovani ile bağlanır. Rulmanlı yatağın muyluyu saran kısmıdır.

➤ **Yuvarlanan parçalar**

Yatak İçindeki sürtünme direncini azaltmak amacıyla kullanılan iç bilezik ile dış bilezik arasındaki parçalardır. Yüksek kaliteli çelikten yapılan bu parçalara rulman denildiğinden bu yataklara da rulmanlı yataklar denir. Rulmanlar, muylu dönerken kendi ekseninde döner ve iç bileziğin çevresinde yuvarlanma hareketi yapar. Rulmanların çeşitli

biçimleri vardır ve yatağın adlandırılması bu şekle göredir. Resim 2.1’de yuvarlanma elemanlarının şekilleri görülmüyor.



**Resim 2.1: Yuvarlanma elemanlarının şekilleri**

➤ **Kafes**

Kafes, rulmanlara kılavuzluk yaptığından kılavuz bileziği de denir. Kafes kullanılmazsa rulmanlar birbirine değerek ve kısa zamanda birbirlerini aşındırır. Kafes, rulmanları birbirinden ayrı tutarak bunu engeller. Ayrılabilen (parçalı) rulmanlarda söküldüğü zaman rulmanların dağılmasını önler. Kafes sürekli rulmanlarla sürtüldüğü için aşınmanın kafeste olması istenir. Bu sebeple yumuşak malzemeden (yumuşak çelik, pirinç, bronz gibi) yapılır.

➤ **Dış bilezik**

Dış bilezik yatak kutusuna ya da makine gövdesine sıkıca geçmesi sağlanır veya özel bir yapı ile dönmesi önlenir.

➤ **Koruyucu kapak**

Yatak içersine dışardan toz, kir gibi yabancı maddelerin girmesini önler ve yuvarlanma elemanlarını yabancı maddelere karşı korur.

➤ **Yatak kutusu**

Yatak koruyucudur. Yatağın kullanma yerine göre tasarlanır ve değişik yapılarda olur. Yatağı taşıyan yatak koruyucular makine gövdesine bağlanır. Yatak kutusu, yağ deposu olarak da kullanılır.

## **2.2. Yatak Tipleri ve Uygulamaları**

Bu bölümde uçaklarda kullanılan yuvarlanmalı yataklar (Bearing) incelenecektir.

### **2.2.1. Rulmanlı Radyal Yataklar**

---

Rulmanlı radyal yataklar, eksenine dikey olarak zorlanan yataklar için kullanılır. Bu yataklar radyal yönde taşıyabildikleri yükün ancak (0,1)'i kadar aksiyal yönde zorlanmaya elverişlidir.

### 2.2.1.1. Bilye Rulmanlı, Radyal Yataklar

En çok kullanılan türüdür. Bir sıra bilye rulmanlı (Şekil 2.9) veya iki sıra bilye rulmanlı (Şekil 2.10) olarak yapılır.



Şekil 2.9: Tek sıra bilyeli



Şekil 2.10: İki sıra bilyeli

İki sıralı olan tipler daha fazla yük taşırken tek sıralı olanlarda ise bilyeler daha iri ve bilyelerin bilezikteki yuvarlanma yuvaları daha derindir.

Yan tarafı koruyucu kapaklı olan bilyeli rulmanlar dış etkenlere karşı korunurken yağlanması imal edilirken içine konan dolgu gres yağı ile sağlanır. Tek tarafı kapaklı olan rulmanların anma işareti (Z) iki tarafı kapaklı olan rulmanlarda ise (2Z) dir.

Tek sıra bilye rulmanlı radyal yataklar takıldıkları yerde çalışırken iç ve dış bileziklerinin paralellliği önemlidir. Bu tür yataklara sabit radyal yatak denir. Tek sıralılar da sabit radyal yataktır.

İki sıra bilye rulmanlı radyal yataklar sabit veya daha çok oynak olabilir. Radyal yatağın iç bileziği ile dış bileziği birbirine göre salınım (yalpa) yapıyorsa böyle yataklara oynak radyal yatak denir. Bu tür yataklar iki yatak aynı milde farklı çaplar üzerinde ve çaplar arasında eksen kaçıklığı söz konusu olunca kullanılır.

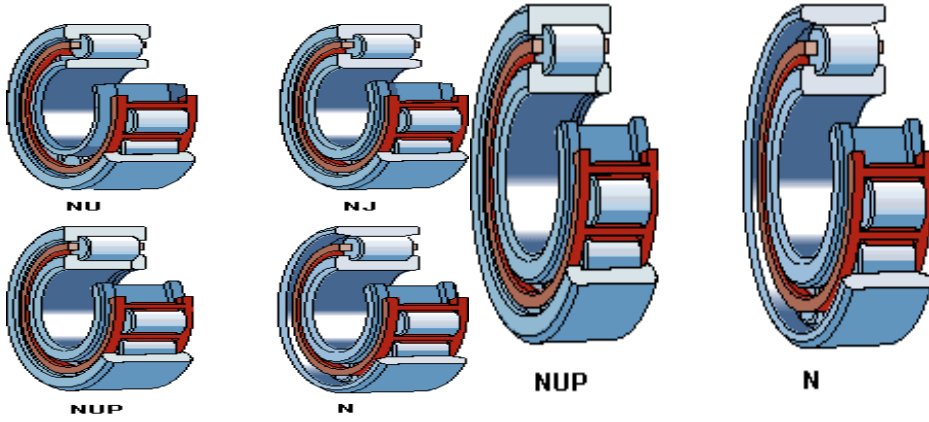
### 2.2.1.2. Silindirik Makara Rulmanlı, Radyal Yataklar

Silindirik makara rulmanlı radyal yatakların yuvarlanma elemanları bilyelere göre daha fazla zorlanmalara karşı elverişli olup büyük yükleri taşıyabilir.

Silindirik makara rulmanlı yatak rulman sayısı ve çapı aynı olan bilye rulmanlı bir yatağın iki katına kadar yüklenebilir.

Silindirik makara rulmanlı yataklar fazla zorlanan ve vuruntulu çalışan yerlerde kullanılır. Hadde makinaları gibi. Şekil 2.11'de değişik silindirik makara rulmanlı yataklar görülmektedir.





Şekil 2.11: Silindirik makara rulmanlı radyal yataklar

### 2.2.1.3. Fıçı Rulmanlı, Radyal Yataklar

Bu yatakların yuvarlanma elemanları fıçı şeklindedir. Aynı zamanda masuralı yataklar da denilmektedir. Tek ve iki sıra rulmanlı çeşitleri bulunur. İki sıralı olanlar oynaktır. Tek sıra masuralı yataklarda çalışırken dış bilezik eksenine ile iç bilezik eksenine  $4^\circ$  kadar açı ile dönme hareketinde bulunabilir.

Bu yataklar, büyük ölçülerde yapılır. Aşırı yükler ve darbelere karşı çalışan muyluların yataklanması için kullanılan yataklardır (Şekil 2.12).

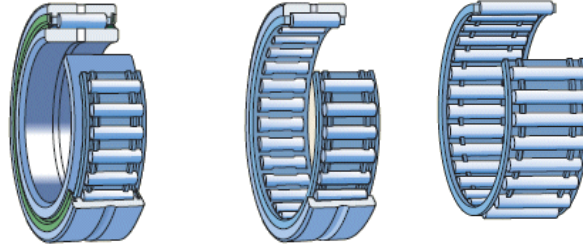


Şekil 2.12: Çift sıralı fıçı rulmanlı

### 2.2.1.4. İğne Rulmanlı, Radyal Yataklar

İğne rulmanlı yatakların yuvarlanma elemanları incedir ve iğneye benzer (Şekil 2.13). İğne rulmanlı yataklar her zaman takım hâlinde kullanılmayabilir. İç ve dış bilezik olmadan kullanılabilir (iğneli burç). Ancak iğneli burçların kullanılması, muylu ile üzerinde çalışacak elemanın iyi cins çelikten olması ile mümkündür. Aynı zamanda sertleştirilmiş ve taşlanmış olması gerekir.

İğne rulmanlı yataklar, zorlanma ve yüklere karşı başarılıdır ancak aksiyal yükler karşısında hiç dayanamaz. Yüksek devirde çalışamaz.



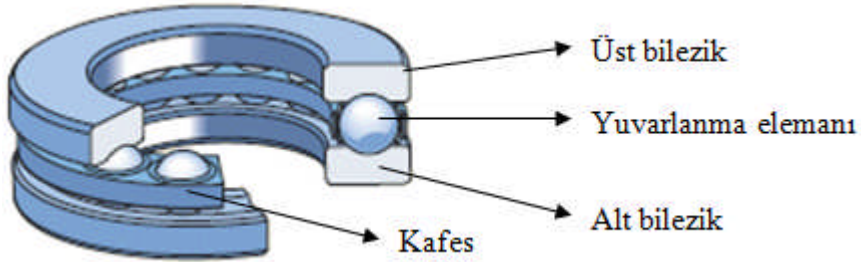
Şekil 2.13: İğne rulmanlı radyal yataklar

## 2.2.2. Rulmanlı Aksiyal (Eksenel) Yataklar

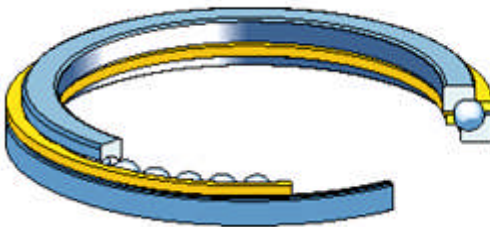
Ekseni doğrultusunda zorlanan muyluları desteklemek için kullanılan rulmanlı yataklara aksiyal yataklar denir. Değişik isimleri olan bu yataklara büte, satıh rulmanları ya da thrust yatakları da denir.

Eksenel rulmanlı yataklar, çalışırken yapabileceği hareketin şekli ve kuvvetin etki yönüne göre değişik yapıda olabilir.

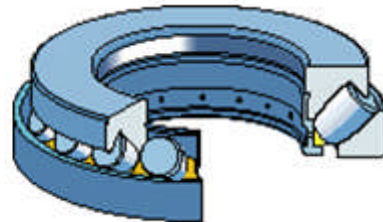
- Eksenel sabit bilyeli yataklar (Şekil 2.14)
- Eksenel eğik bilyeli yataklar (Şekil 2.15)
- Eksenel oynak makaralı yataklar (Şekil 2.16)



Şekil 2.14: Eksenel sabit bilyeli yatak



Şekil 2.15: Eksenel eğik bilyeli yataklar

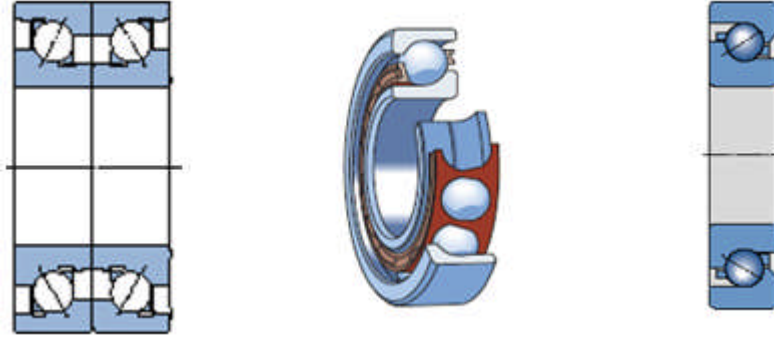


Şekil 2.16: Eksenel oynak makaralı yataklar

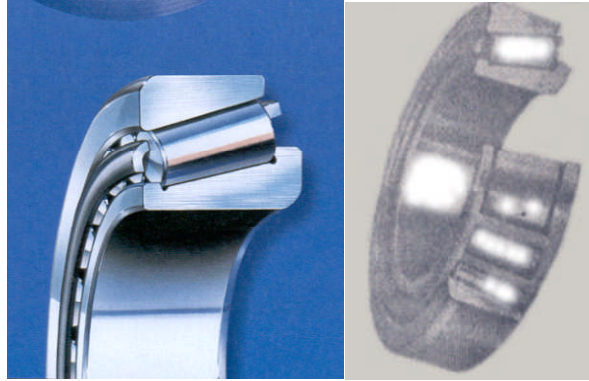
### 2.2.3. Rulmanlı, Radyal ve Aksiyal Yataklar

Ekseni doğrultusunda ve eksenine dikey olarak hatta açısıl olarak da zorlanan ve çeşitli kuvvetlere maruz kalan mnyulların yataklanması için rulmanlı radyal ve aksiyal yataklar kullanılır. Bu yatakların çeşitleri şunlardır:

- Konik makara rulmanlı yataklar (Resim 2.2)
- Eğik bilyeli yataklar (Şekil 2.17)



Şekil 2.17: Eğik bilyeli yataklar



Resim 2.2: Konik makaralı rulmanlı yatak

### 2.2.4. Sökülüşüne Göre Rulmanlı Yataklar

Rulmanlı yataklar söküldüklerinde yapı olarak üç farklı şekilde olabilir.

- Tek parçalı rulmanlı yataklar (Bilezikler ve rulmanlar sökülemez.)
- Yarı parçalı rulmanlı yataklar (Dış bilezik ayrılır, iç bilezik ile rulmanlar sabittir.)
- Tam parçalı rulmanlı yataklar (Dış bilezik, iç bilezik ve rulmanlar sökülebilir.)



Resim 2.3: Tek parça, yarı parçalı ve tam parçalı rulmanlar

## 2.3. Yatakların Bakımı

### 2.3.1. Yatakların Test, Temizlik ve Kontrolleri

#### ➤ Test ve kontroller

Bearingler için uygulanan test ve kontroller aşağıdaki gibidir.

- Feel test: Bearing üzerindeki aşınmayı, oynama ve sallanmayı elemanların elle kontrol etmesidir. Bearing elle çevirilerek yapılır. Tecrübe önemlidir.
- Scriber gezdirme (tracing): Gözle kontrolü yapılan yüzeydeki hataların tanımlanması amacıyla uygulanan işlemdir. Derinlik ölçme işlemidir.
- Gözle kontrol (visual inspection): Gözle ya da büyüteç yardımıyla yüzey üzerinde oluşan hataların kontrol edilmesidir.
- Boyutsal kontroller
  - Bore ve OD ölçümü: Bearing'e ait iç ve dış çapın kontrol edilmesidir.
  - Ball bearing contact angle: Bilyeli yatakların temas açısının ölçülmesidir.
  - Radial clearance: Yuvarlanma elemanları ile dış bilezik arasındaki boşluğun kontrol edilmesidir.
- Bearing çekme yarıklarının kontrolleri
  - Tamir: Bearing çekme yarıklarında oluşan hasarların tamir edilmesidir.
  - Tamir sonrası kontrol: Yapılan tamir işleminden sonra kontrol edilmesidir.

#### ➤ Temizlik

Bearing kontrol ve test işlemi yapılmadan önce özel olarak ultrasonik, solvent gibi yöntemler ile yıkama işlemi yapılır. Ayrıca başka tür temizleyici kimyasallar da temizleme amacıyla kullanılmaktadır (AMM, de belirtilen yöntem ile).

Yeni sökülen bearinglerin temizlik işlemleri ile içerisinde bulunan yabancı maddelerin atılması, yağ ve atıklarının temizlenmesi gerekir. Temizlik yapılmadığı zaman kontrol ve test

işlemlerinin yapılması mümkün olmayacağı gibi aynı zamanda bahsedilen istenmeyen maddelerin bearing yüzeylerine zarar vermesi mümkündür.

### 2.3.2. Yatakların Yağlama Gereksinimleri

Rulmanlı yatakların yağlanması, yatakların amacına uygun çalışması ve çalışma ömrü için önemlidir. Uygun yapılan yağlama, yatakların içindeki yuvarlanma elemanının yuvarlanma direncini yenmesini kolaylaştırır. Aynı zamanda hareketli kısımların birbirine sürtünerek aşınmalarını önler. En önemlisi işletme esnasında oluşan ısının yatak boşluklarının ve diğer ölçülerinin ısıl genleşme ile değişmesini önler.

Yatakların işletme sıcaklığının standart çalışma sıcaklığını geçmesi uygun bir yöntemle önlenmelidir. Sıcaklık ile yatakların yük taşıma gücü aşağıdaki tabloda sıcaklık faktörü ile gösterilmektedir.

Yatağın Sıcaklığı °C	150	200	250	300
Sıcaklık Faktörü ile Yük Taşıma Gücü %	10	90	75	60

Tablo 2.1: Sıcaklık ve yük taşıma gücü

Rulmanların yağlanması gres yağı veya sıvı yağ ile olur.

#### 2.3.2.1. Gres Yağı ile Yağlama

Gres yağları, yarı sıvıdan katıya kadar çeşitli katılaştırıcı (sabun) ile yağlayıcı sıvı (madeni veya sentetik yağ) karışımıdır. Bu yöntemle yağlama, yatakların büyük çoğunluğu için kullanılan yöntemdir.

Gres yağı seçilirken;

- Yatakların çalışma sıcaklığına,
- Yatakların devir sayısına,
- Gres yağının su direncine ve yatağın durumuna,
- Yüksek basınca karşı dayanıklılığına dikkat edilir.

Bu şartlar değerlendirilirken gres yağı seçiminde imalatçı firmanın rulmana ait tavsiyeleri dikkate alınmalıdır.

Ayrıca gres yağları birbirine karıştırılmamalıdır. Karıştırılırken; gres yağlarının aynı madeni yağdan yapılmış olmasına, gres yağlarının içeriğindeki katılaştırıcıların birbirine zararı olmamasına, viskozitelerinin birbirine yakın olmasına dikkat edilmelidir.

Gres ile yağlama iki şekilde olur. Birincisi; küçük yataklar için yatak ömrü yağlama süresinden az olduğundan bir daha yağlanmasına gerek yoktur. İkincisi; yağlama yatak gövdesi üzerine yerleştirilen yağlama memesinden el pompası ile gres yağı sıkılarak yapılır.

Yatak içine konulan gres miktarı önemlidir. Yatağın çalışma şartlarına göre tavsiye edilen miktar konulmalıdır. Tamamen yağ ile doldurulmaz. Çalışma anında ısınmaya sebep olur.

### 2.3.2.2. Sıvı Yağ ile Yağlama

Sıvı yağ ile yağlama, değişik yöntemler ile yapılabilir. Bu yöntemler yağ banyosu, püskürtme, basınç ve yağ sisi ile yapılan şekillerdir. Sıvı yağ ile yağlama yöntemleri yataklar üzerinde rulmanların sürtünme ve korozyona karşı korunması için önemlidir.

#### ➤ Yağ banyosu ile yağlama

Bu yöntem, orta devir sayılarında uygulanabilir. Bu tip yağlanan yataklar için yağ seviyesi en alt makara ya da bilyenin ortasını geçmeyecek şekilde olur. Seviye kontrolü bir gösterge camı ile mümkündür.

#### ➤ Püskürtme ile yağlama

Yağ püskürtme yönteminde yüksek devirli yataklar için püskürtme bilezikleri ve diskleri kullanılabileceği gibi dişli sistemlerin yağ banyosundan geçerken sıçratıldığı yağ da yeterli olur.

#### ➤ Basınçlı yağlama

Çok yüksek devirde çalışan ve yüksek ısılara maruz kalan yataklar için en ideal yöntemdir. Yağ, özel memeler yardımıyla bir pompa kullanılarak yatakların üzerine püskürtülür.

#### ➤ Yağ sisi ile yağlama

Basınçlı hava ile yağ karıştırılarak yatak üzerine püskürtülür.

### 2.3.3. Yatakların Hasarları ve Nedenleri

Bu bölümde;

BALL; bilye tipi yuvarlanma elemanını

ROLLER; makara tipi yuvarlanma elemanını

BEARING; yuvarlanmalı yatakları tarif eder.

Uçak engine bearing'leri, APU bearing'leri ve diğer bearing'lerin kontrollerinde tanımlanan bearing (rulmanlı yatak) hataları nedenleri ve overhaul (revizyon) limitleri ile tanımlanmıştır. Burada yapılacak açıklama ve tanımlamalar herhangi bir engine type (motor tipi) için değil tüm yataklar için genel tanımlamalar ve limitlerdir. Kontrolleri yapılan bearing için engine manuelde belirtilen limitler önceliklidir.

Ball, roller ve raceway'lar çalışan yüzeylerdir. Bunlar dışındaki yüzeyler çalışmayan yüzeylerdir. Çalışan ve çalışmayan yüzeyler arasındaki pah ve radyüsler çalışmayan yüzeyle birlikte kabul edilir.

#### **2.3.3.1. Fretting Korozyonu**

Geçme parçaların yüzeylerinde oluşan oksitlenmedir. Fretting korozyonu genellikle iç bilezik ile shaft, dış bilezik ile housing (yuva) ve bileziklerin uç yüzeyleri ile tespit elemanları arasında oluşur. Siyahtan oldukça parlak bir renge kadar değişen parlak yüzeylerdir.



**Şekil 2.18: Fretting ve galling**

#### **2.3.3.2. Galling Korozyonu**

Galling, fretting aşınmasının aşırı şeklidir. Temas hâlindeki yüzeylerden parçacıklar kopması ve diğer yüzeye kaynaması biçiminde oluşur.

#### **2.3.3.3. Glazing**

İç ve dış bileziğin dolu kısmı etrafındaki 360° lik durumdur. Glazeli ve glazesiz alanlar arasında oluşan farklı sınırdır.

#### **2.3.3.4. Varnishing**

Açık kahverengiden siyaha kadar olabilen zararsız bir yüzey filmidir.

#### **2.3.3.5. Stains**

Yüzeyde kırmızımsı koyu kahverengiden siyaha kadar değişen renk oluşumudur. Stain'li yüzeyler çukurlaşma kırılma ve kalkma gösterir.

#### **2.3.3.6. Isı Nedeniyle Renk Bozulması**

Yatak yüzeylerinin açık saman sarısı (orta sıcaklıklar) ile mor (yüksek sıcaklık) arası renklilik göstermesi şeklindedir. Hot section (sıcak bölge) da çalışan yataklar normal olarak belirtilen renklenmeyi gösterir.

#### **2.3.3.7. Korozyon veya Pas Alanları**

Yüzeyde kırılmış, çukurlaşmış veya rengi değişmiş alanlardır. Korozyon veya pas alanları oldukça sığ, küçük çukurcuk gruplarından meydana gelir, portakal kabuğu rengindedir.

### 2.3.3.8. True brinelling

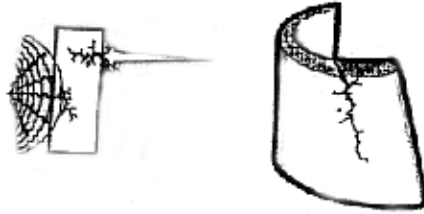
Bilyeler, rulmanlar (makara tipi yuvarlanma elemanı) üzerinde veya bunların oturma yüzeylerinde yumuşak ve sığ gömülmelerdir. Çukurcuğun dibi parlak ve metalik bir görünümündedir. Bilezikler üzerinde oluşan gerçek brinelling bilye veya rulmanın radyusu biçiminde meydana gelir.

### 2.3.3.9. False Brinelling

Bilyeler, rulmanlar (makara) üzerine veya bunların bilezikler üzerindeki oturma yüzeylerinde parlak görünümlü leke veya iz benzerleridir. Rulmanlı yataklarda (makaralı yataklar) çizgiler ve bilyeli yataklarda noktalar şeklinde olan bu lekeler, iç veya dış bileziklerde bilye veya rulmanların karşısında bulunur. False brinelling fretting korozyonunun bir özel hâli olduğundan bazı özel durumlarda kırmızı demir oksitle birlikte görülebilir.

### 2.3.3.10. Cracks (Çatlaklar)

Kısmi kırık, ani ve aşırı yükleme sonucu oluşan yüksek gerilme, bir nick veya scratch'ın (çentik veya çizik) uzaması veya aşırı ısınmadır.



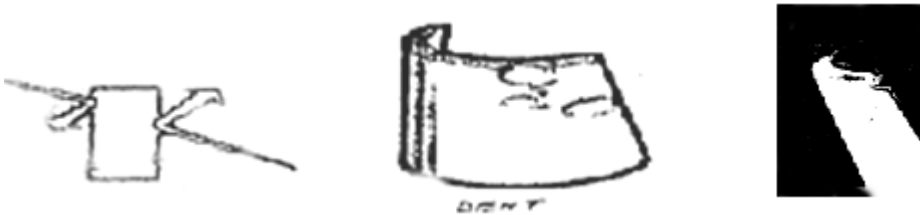
Şekil 2.19: Crack

### 2.3.3.11. Pits (Çukurlar)

İçlerinde malzeme kalkmış küçük düzensiz biçimli oyuklardır.

### 2.3.3.12. Dents and Nicks

Yatak yüzeylerinde hafif gömülmelerdir. Sığ ve yumuşak formlu olanlara dent, keskin ve sivri formlu olanlara nick denir. Çalışan yüzeylerde her dentin kenarına yakın bölümde parlak bir görünüm vardır.





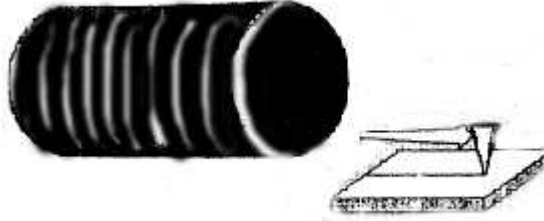
---

**Şekil 2.20: Dent**

**Şekil 2.21: Nick**

### 2.3.3.13. Scratches (Çizikler)

Yatak yüzeyi üzerinde ince, sığ ve doğrusal aşınmadır.



Şekil 2.22: Rulman üzerinde scratches ve scratch tiplmesi

### 2.3.3.14. Scuff (Grup Hâlinde Çizikler)

Bir dizi hâlinde küçük, yüzeysel çizikler (scracth'lar) genellikle bilye ve rulman yuvalarında veya bilye ve rulmanlar üzerinde bulunur.

### 2.3.3.15. Scoring

Bilyeler, rulmanlar veya yuvaları üzerinde bulunan derin ve birden fazla sayıda scracth'lara (çiziklere) denir. ID ve OD yüzeylerinde bulunabilir.

### 2.3.3.16. Skidding

Bilye ve rulman ile yuva arasında aşırı kaymadır. Skidding rulmanlar ve/veya yuvaları üzerinde bir buz bileziği görünümündedir. Bilyeli yataklarda ve iç bileziklerde noktalı aşınma alanları veya burnished, buz bileziği görünümünde olabilir. Kafes gözlerinde aşırı aşınma çoğunlukta skidding belirtisidir. bk. SPM 70-35'e pg.21

### 2.3.3.17. Spalling

Köşelerinde ilerleme belirtileri olan, düzgün olmayan, nispeten derin oyukları olan, yuvarlanan temas yüzeyinin bozulmasıdır.

### 2.3.3.18. Load Path Indications

Bilyeli yataklar: İç bilezikler üzerinde çalışma nedeni ile oluşan izler, normal olarak bir tarafta daha belirli olup omuzun köşesine pek yakın olmaz. İç bileziğin yük taşımayan yarısında da normal olarak pek belirli olmayan izler bulunur. Dış bileziklerdeki izler, yüklenmenin olduğu tarafa doğru olmak üzere ortadan biraz kaçık olur. İç ve dış bileziklerdeki izler, bütün çevre boyunca omuzdan yaklaşık olarak aynı mesafede bulunur.

### 2.3.3.19. Roller End Wear

Masuraların uç aşınması: Daire şeklinde yüzeysel çizikler olarak belirir. Bu daireler ile masura iç çapı aynı veya farklı merkezler üzerinde olabilir.

### **2.3.3.20. Cage defects-Flaking, Peeling Blistering**

Kafes arızaları kaplamanın kalkması şeklinde görülür, parçacıklar hâlinde kalkmaya flaking, şeritler hâlinde soyulmaya peeling, alanların kabarmasına blistering denir.

### **2.3.3.21. Cage Defects -Rubbing and Localized Wear**

Aşağıda şekilde tarif edilen çeşitli aşınma şekilleriyle belirlenen kafes hatalarıdır.

### **2.3.3.22. Cage Defects- Damage and Wear**

Üretimde balans amaçlı olarak side rail'in (kenar yayı) dış yüzeyinden ID veya OD'den bilinçli olarak metal sökülmişse bu cage wear (kafes aşınması) olarak alınmamalıdır.

## **2.3.4. Şaftlar, Yataklar ve Diğer Parçaların Kontrolleri İçin Standart Metotlar**

Şaftlar, yataklar ve diğer parçalar için yapılan kontroller; parçanın kendisine ait Bakım El kitabı (Maintenance Manual) nda izah edilen prosedüre göre yapılmalıdır. Her parçanın kendine özel bir prosedürü vardır.

Şaftlar, yataklar ve diğer parçalarda yapılan kontrolleri genel olarak gözle kontroller, boyutsal kontroller, manyetik partikül testi ve çatlak kontrol gibi özetleyebiliriz.

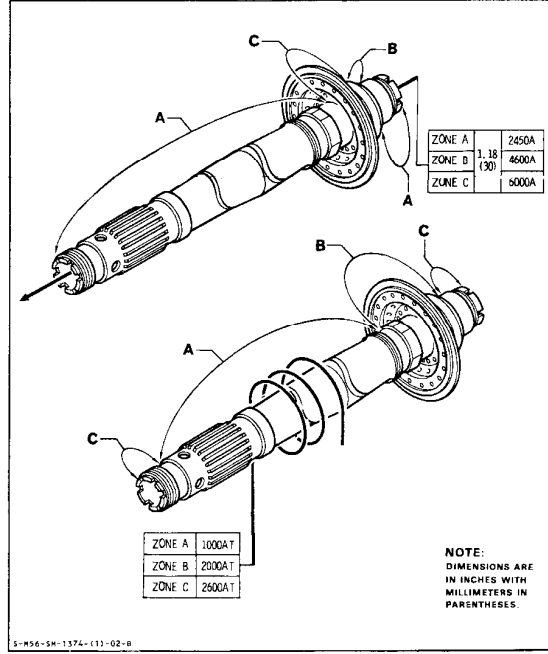
- **Gözle kontroller (Visual Inspection)**
  - Cracks
  - Nicks, dents ve scratches
  - Peeling blistering
  - Corrosion
  - Pitting
  - Fretting
  - Metal loss or pickup
  - Glazing
  - Diğer yüzey hataları (bk. 2.3.3)
- **Boyutsal kontroller (Dimensional inspection)**
  - Şaftlar için birçok farklı çapın kontrolü
  - Yataklarda ID ve OD ölçümü
  - Radial clearance ölçümü

### **2.3.4.1. Şaftların Kontrolü**

- **Magnetic particle inspection (Manyetik parçacık kontrolü)**

Gözle kontrol yapılmadan önce yapılan bu kontrolle shaftın manyetik özelliği ile metal partikülleri tutabilme kabiliyeti kazanıp kazanmadığı test edilir. Amaç, shaftta belli bir elektrik akımı verilerek partikülleri tutup tutmadığını kontrol etmektir. Manyetik parçacık kontrolü yapılacak bölgedeki koruyucu yağ temizlenmeli ve kontrol işlemi bitince en kısa zamanda

tekrar koruyucu yağ tatbik edilmelidir. Koruyucu yağ, yüksek derecede alev alabilme özelliğindedir. Yangını önlemek için tüm tedbirler alınmalıdır.



Şekil 2.23: LP Turbin şaftının manyetik parçacık testi (CFM56-3)

➤ **Visual inspection (Gözle kontrol)**

Gözle kontrol bir LP turbin şaftında bölgelere göre farklıdır, şaftın bölgeleri Şekil 2.23'te görülmektedir.

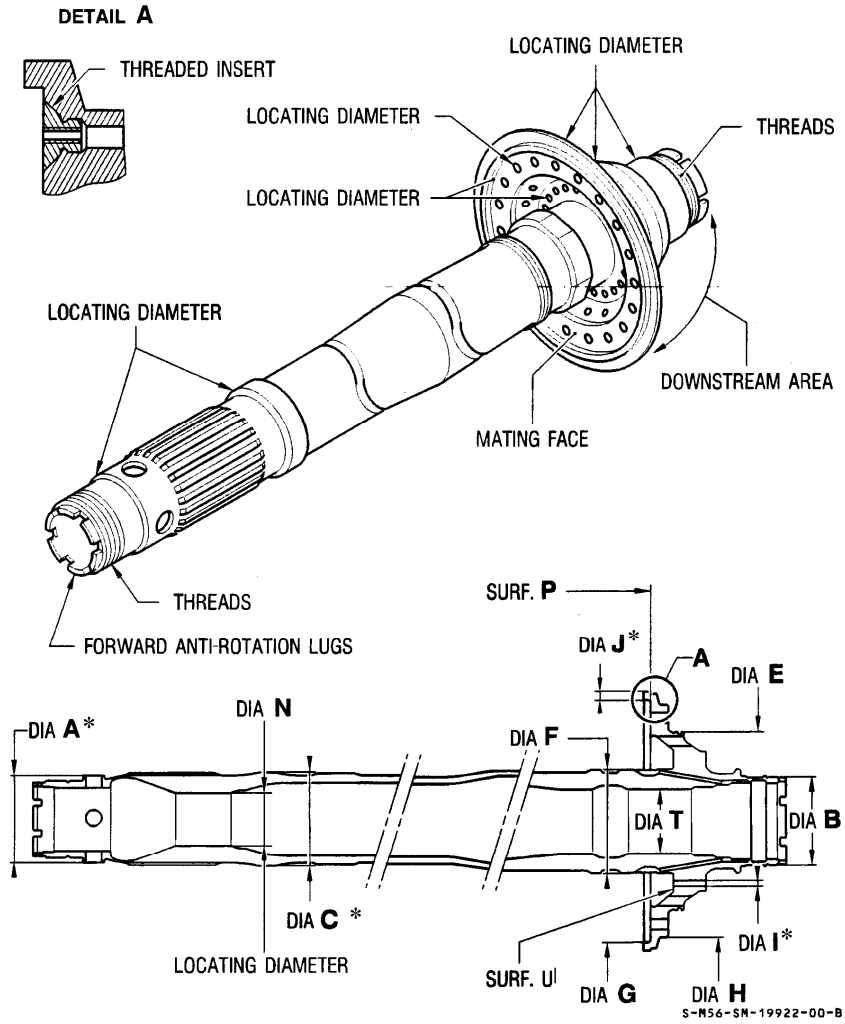
1

- Boyasız tüm iç ve dış alanlarda cracks, nicks, dents ve scratches'lere bakılır. Crack'lara bu alanlarda müsaade edilmez. Tamir edilemez. Şaft değiştirilir. Nick, dent ve scratches için ise derinlik kontrolü yapılır. Limitlere uygun ise müsaade edilir.
- İç boyalı yüzeylerde boya kaldırılmadıysa;
  - Bir borescope veya beyaz ışık yardımıyla boyanın hasarı ve peeling blistering (yüzeyin pul pul kabarıp kalkması) kontrol edilir. Tespit edilen bölgelere izin verilmez, tamir edilir.
  - Corrosion (korozyon) kontrol edilir ve tespit edilen bölgede boya kaldırılır. Gözle kontrol edilir eğer korozyon varsa temizlenir.
  - Boyada çizikler kontrol edilir ve çizikle ilişkili madde tespit edilir.
- Dış boyalı yüzeylerde boya kaldırılmadıysa;
  - Boya hasarı ve peeling blistering kontrol edilir. Tespit edilen yüzey limitler dışında ise tamir edilir. Tamir yöntemi boyanın cinsine göre farklıdır.

- Corrosion kontrolünden sonra yapılacak tamir, yüzeydeki derinlik ve korozyon bölgelerinin tüm şaft üzerinde büyüklüğü ile sınırlıdır. Tamir işleminde oksidasyonu gidermek için DURIT G422 (CP2189) veya G421 (CP2191) kullanılır. Boyanın cinsine göre bir yöntemle boya temizlenir.
- Boyada çizikler kontrol edilir ve çizikle ilişkili madde tespit edilir.
- Nick, dent ve scratch kontrolü yapılır. Tespit edilen miktarın derinliği, blending yapıldıktan sonraki genişliği, tamirler arası minimum mesafe ile tüm tamirlerin şaft yüzeyi üzerindeki toplam alanı dikkate alınır. Blending yapılır ve boya cinsine göre boya tatbik edilir.
- Flanges (flaş) yüzeyinde;
  - Nick ve dent kontrolü yapılır. Nick ve dentin uzunluk, genişlik ve derinliğine göre değerlendirilir. Tamir gerekiyorsa belirtilen derinliğe kadar tamir yapılabilir. Yapılan tamir için ilgili prosedür dikkate alınır.
  - Pitting kontrol edilir. Flaş yüzeyinde pitting'e izin verilmez.
- Şaftın yerleştirme çapı üzerinde fretting ve pitting kontrolü yapılır. Verilen limitlere göre değerlendirilir ve tamir yapılır.
- Bearing' lerin takıldıkları çaplar üzerinde scaling (kabuk gibi kalkma) ve coating kontrol edilir.
- Lateral holes (yanal delikler) üzerinde darbe izleri ve çizikler kontrol edilir. Bu izlere izin verilmez. Limitler dâhilinde tamir edilir. Etkilenen deliklere rayba çekilir.
- Downstream (sistem çıkışı) yüzeyinde nick scratch ve dent kontrol edilir.
- Forward anti-rotation lugs (ön anti-rotasyon çıkıntısı) kısmında çıkıntılar kontrol edilir.
- Threads (vida dişi) yüzeylerinde nick, dent, metal loss ve pickup (metal kaybı ve metalin yüzey üzerine yapışması) kontrol edilir.
- Splines (şaft çıkıntısı, kama) bölgeleri prosedüre göre kontrol edilir.

➤ **Dimensional inspection (Boyutsal kontrol)**

Boyutsal kontrol yapılacak şaft üzerinde locating diameters ( takılma çapları) bölgelerinde (Şekil 3.24) gösterilen asteriksli çaplar kontrol edilir. Diğer çaplar ise gözle yapılan kontrollerde işlem görmüş çaplar için yeniden kontrol edilir.



Low Pressure Turbine Shaft Inspection

Şekil 2.24: LP turbine şaftın kontrolü (CFM56-3)

### 2.3.4.2. Yatakların Kontrolü

Yatakların kontrol edilmesi hassasiyet gerektiren işlemlerden oluşur. Bu işlemlerin yapılmasında kontrol yapan kişinin tecrübesi, kontrol araçlarının hassasiyeti ve ortamın kontrol koşullarına uygun olması önemlidir. Kullanılan yataklar, daha önce de değindiğimiz gibi takıldığı şaftın işletme yükünü taşıyan önemli elemanlardır. Hatalarının dikkatle incelenmesi gerekir. Kontrol için anlatılan işlemler genel bilgi olup özel bilgi değildir. Bearing'e ait özel kontrol bilgileri önceliklidir.

Yataklar, rutin olarak kontrol edilen elemanlardır. Kontrol edilecek yatak söküldüğü zaman kendi motor yağı içerisinde ve özel taşıma kutusunda kontrol edilecek bölüme getirilir. Taşıma sırasında bearing parçalarının kutu içinde birbirine teması önlenmelidir.

Kontrol işlemi yapılmadan önce bearing yıkama bölümünde ultrasonik yıkama veya solvent yıkama ile temizlenir. Temizleme işleminde bearing'de bulunan yabancı partiküller ve yağın kontrol edilirken üzerinde olmaması gerekir.

Kontrol edilmeden önce bearing kontrol ortamındaki ısıya gelene kadar bekletilir. Isı farkı bearing'lerin ölçümü esnasında yanılığlara sebep olabilir. Kontrol ortamı normal oda sıcaklığı 20 °C civarında olmalıdır. Ortam kir ve tozdan arındırılmış klimalı olmalıdır. Ortam sıcaklığı ve nem oranı günlük olarak kontrol edilmelidir. Kontrol işlemlerinde temiz takımlar kullanılır. Kontrolü yapan kişi, kontrol esnasında sentetik eldiven kullanarak bearing parçalarına elle doğrudan temas etmemelidir.

Kontrol edilecek bearing için genel olarak feel test, scriber gezdirme, gözle kontrol ve boyutsal kontroller yapılır.

#### ➤ **Kontrol raporları**

- “Inspection report”lar disassembly'de (demontaj) başlamalıdır, böylece bearing'lerin işlem şartları ve ortak parçaları not edilebilir. Raporlar sadece normal olmayan şartları kapsar. Mesela; yetersiz yağlanma, overheating, yabancı maddelerin varlığı ve hizasızlığın belirginliği gibi. Belli bearing hataları; takılma, kırılma veya çatlak not edilebilir.
- Total time raporlarda kaydedildiği gibi bearing'lerin üzerine işaretlenmelidir. Bearing'lerin yüzüne parça ve seri numaralarını işaretle ve uygun işaretleme metodlarını kullanılır. Eğer bearing henüz kontrol edilmişse önceki zaman iptal edilmeli ve yeni total time, önceki zaman artı bu kontroldeki zaman bearing'e işaretlenmelidir. İşaretlemenin sebep olduğu yükseltileleri taşıyınız.

#### ➤ **Beringlerin taşınmasında dikkat edilecek kurallar**

Tüm bearing'lerin taşınmasında aşağıdaki tedbirler dikkate alınmalıdır. Bu veya bunu takip eden taşıma esnasında bearing'in parçalarının diğerleriyle karışmasına müsaade edilmemelidir.

- Bearing motordan söküldüğü takdirde ayrı bir kaba (dublex çift bearing parçalarının her ikisi aynı kapta) yerleştirilmelidir.
- Bearing'lerin elle tutulması en aza indirilmelidir. Bearing'ler taşınırken personel her zaman ya sentetik lastik eldiven veya avuç içi ve parmakları lastik eldivenler giymelidir. Yukarıda verilenlerin hiçbiri uygun değilse temiz pamuklu eldiven giyilir. Eğer pamuklu eldivenler giyilirse eldivenlerin terden ıslanmasını önlemek için sık sık değiştirilmelidir.
- Kirli bearing'leri döndürme: Yıkamanın tüm yüzeylere dağılabilmesi için yavaşça döndürülür.
- Basınçlı havayla hiçbir bearing'i döndürmeyiniz.

- Kontrol sırasında bearing'ler temiz koşullarda olmalıdır. Kirli bearing'lerin tutulması hasar riskini artırabilir.
- Bearing'lerin veya parçaların taşınmasında çok dikkatli olunmalıdır. Bearing'in parçaları arasındaki temasın sebep olduğu herhangi metal sesi, sert taşınma (rough handling) sonucunda hasarlanacağını belirtir.
- Eğer herhangi bir nedenle dublex pair bearingin bir birimi bir tarafa ayrıldıysa diğer birimi de bir tarafa ayrılmalıdır fakat paragraf 3'te dublex bearing rematching'te mümkün olabilecek bir eşleştirme için tutulmalıdır (eğer kullanılabilir durumdaysa).
- Bearing' in içteki yükü taşıyan yüzeylerine işlem yapmaya müsaade edilmez.
- Mounting yüzeylerinin yeniden işleme prosedürü olarak cilalanması tamamen sınırlandırılmalıdır ve hiçbir durumda saptanmış limitlerin ötesinde bearing'in boyutlarında değişikliğe müsaade edilmez. Her engine manual'in kontrol bölümündeki bearing limitleri tablosuna bakınız.
- Bearing'leri manyetik alanın indikasyonundan korumak önemlidir. Bearing'leri elektrikle işleyen truck'larla taşıma ve ilerletme: Eğer bu tür taşıma gerekiyorsa kalan manyetizma için bearing'lerin kontrolünde alan kuvvet indikatörü kullanmalısınız. Bearing'ler artının bir kutup gücünü veya -2 gauss'u aşmamalıdır, bu belirtilen kutup gücüne sahip tüm bearing'leri demagnetize ediniz.
- Eğer bearing'ten fazla yağ alınması zorunluysa bu sadece bearing'i silerek veya parçalarının temiz lifsiz bezle veya kâğıt bezle ile silinmesiyle yapılabilir. Buhar yoğunlaştırmasıyla yağı almaya müsaade edilmez.

#### ➤ **Yeni bearing'lerin açılması**

Yeni bearing'i taşıma kabından boşaltınız ve koruyucu materyalleri aşağıdaki gibi sökünüz.

- Bearing'i bir arada tutan bantları sökme: Yeni bearing'lerin sadece ID ve OD'nin uygunluğunun ön kontrolü için tamamen korunmalarının kaldırılmasına ihtiyaç yoktur. Koruyucu ID ve OD temizlenebilir ve kontrolünün yapılmasından sonra tekrar yerleştirilebilir.
- Ball bearingler disassemble edilmemelidir.
- Assemble olarak kabul edilen roller bearing'lerden çıkarılabilen ring'ler dikkatlice disassemble (demonte) edilebilir.
- Bearing'leri sadece uygun metaryalden yapılmış eldivenlerle tutunuz.
- Mineral seal oil (PMC 9002) kullanarak bearing'leri basınçla temizleyiniz. Yağ sıcaklığı 150° -170°F (66°-77°C) ve basınç 15-25 psi olmalıdır. Tüm koruyucu gress uzaklaştırılana kadar temizleyiniz. Kirlendiğinde mineral yağı yenileyiniz.
- Motor yağının çamurlaşmasını ve kirlenmesini önlemek için yağlama sisteminde sentetik yağ kullanılacak motorlar için bearing'lerde petrolyum esaslı yağ kullanma.
- Mineral seal oil'i AMS 3160 solvent ile temizleyerek sökünüz. Eğer basınçla temizleme uygunsa 25-35 psi minimum bir dakika kullanınız. Bu



temizlemeden sonra yağ geçirmeyen paket kâğıdının (PMC 4101) parlak tarafı bearing'e olacak şekilde paketleyiniz.

➤ **Feel test**

Bu işlemlerde elde edilen bilgiler, kontrol yapan kişinin tecrübeleri ve anlayışı ile yazılır.

- Kontrolden önce bearing'ler SPOP 14 ve SPOP 216 ile temizlenir.
- Engine bearing'lerin feel testi istenilen kontrole eklenebilir. Özellikle nonseperable bearing'ler (tek parça yatak) için.
- Rehber olarak yeni bir bearing bearing'ler üzerindeki aşınma, uç ve radyal oynamayı ve sallantıyı elle kontrol ediniz. Internal clearance da hafif bir artış atma sebebi değildir.
- Bearing'i yüksüz olarak döndürme: Bu yuvarlanma elemanlarında toplanma (bunch up) ve kafeste sıkışmaya sebep olur.
- Bearing'lerin tamamen temizlenip yağlandığından emin olup outer ring (dış bilezik) hafife döndürülerek raceway (yuvarlanma elemanlarının bileziklere temas ettiği, üzerinde yuvarlandığı kısmı) ile rolling element arasında temas olduğunu görmek için inner ring'i tutunuz.
- Bearing ters çevrilerek bu kontrol tekrar yapılır.
- Düzgün çalışmayan bearing'ler tekrar SPOP 14 ve SPOP 216 ile tamamen temizlenmelidir.
- Eğer bearing hâlâ düzgün çalışmıyorsa atınız.

➤ **Scriber gezdirme (Tracing)**

- Gözlenen bir yüzey hatasının kabul edilebilirliği tanımlama amacıyla başvuru nose radius dizaynı yüzeyde gezdirme, bu bölümde gerekli olan kontrol için lüzumludur. Sorunlu alanın temeline dik parmakla gezdirme hariç, scriber kuvvetli tutulmamalıdır. Hatalı bölge üzerine uygulanacak yegâne basınç scriber'in ağırlığı olmalıdır.
- Standart scriber'lar AISI-01 veya AISI W-1 (grade 4) steel kullanarak yerel olarak imal edilebilir. High polished nose radyuslarındaki tolerans  $\pm 0.001$  inch olarak sağlanmalıdır. Scriber'lar Rockwell C 55-60 sertlikte olmalıdır. Resim 2.4' te uç çapları farklı ölçüde scriberlar görülüyor.



**Resim 2.4: Scriber çeşitleri**

➤ **Gözle kontrol**

Gözle yapılan kontrol, yüzeyde oluşan durumları gözlemek ve tespit etmektir. Gözle yapılan kontrollerde farklı merceklerden faydalanılabilir. Bu kontrollerde incelenen yatak hataları 2.3.3'te detaylı bir şekilde anlatılmıştır.

➤ **Boyutsal kontrol**

Tüm bearing parçaları, boyutsal kontrol yapılırken aynı sıcaklıkta olmalıdır. Aşırı elde tutarak parçaları ısıtma, ortalama hız ve uygun yağlama koşullarının normal şartları altında, rolling element bearing'ler küçük veya ölçülemeyen hasara sahiptir. Bununla beraber jet engine bearing'ler normalden yüksek sıcaklık ve hızlara, mümkün kir artıklarına maruz kalabilir. Hasarın miktarını tanımlamak için aşağıdaki paragraflarda not edilen boyutsal kontrollerin yapılması gerekir.

- Bore çapını tayin etmek için iki nokta ölçümünde alet kullanınız ve yaklaşık 120 derece arayla üç yerden okuyunuz. OD'nin ölçümünde, ölçüm bearing yatay pozisyondaken yapılmalıdır. Ölçüm cihazının maximum ölçüm kuvveti dört ons olmalıdır. Eğer out-of-roundness belli bir bearing için maksatlı işlendiyse minimum ve maksimum çap okuması elde edilmelidir. Bu okumaların aritmetik ortalaması, engine manual'in inspection bölümündeki bearing tablosunda olan limitleri içerisinde olmalıdır. Her iki ölçümde kullanılan ekipman, 0.0001 inch içerisindeki doğru okumalara yeterli olmalıdır.
- Radial clearance kontrol
  - Standart radial play test aletiyle 120 derece arayla üç yerde, her bearing için engine manual'in inspection bölümündeki bearing limitleri tablosunda önerilen yükü kullanarak radyal clearance'i kontrol ediniz.
  - Out-of-round bearing'lerin tasarımı için outer race etrafında dairesel olarak her 90 derecede dört yerde, iç radyal clearance'i ölçünüz. Alınan dört clearance'in ortalaması, engine manual'in inspection

bölünümdeki bearing limitleri tablosunda verilen limitler içerisinde olmalıdır. Maximum ve minimum radyal clearance arasında en fazla müsaade edilebilen fark 0.002 inç'tir.

➤ **Bearinglere kontrol sonrası yapılan işlemler**

- Kısa süre (7 gün) koruma için kontrolün bitiminde bearing'e motor yağı sürünüz, race'leri bir araya getirip bağlayınız. Parlak tarafı bearing'e gelecek şekilde yağ geçirmeyen kâğıda (PMC 4101) sar ve ayrı kapaklı kutulara koy. Dublex bearing'in her iki parçası aynı kaba konulabilir.
- Ana yatakların sevkiyatı için paketlenmesi:
  - Ana yatakların sevkiyatı için paketlenmesinde bearing'lerin yer değiştirmesi (replacement) için filler pieces yerleştirildiğinde sevkiyat esnasında bearing'lerin yana dönmesi ve sıkışması azaltacaktır.
  - Pad'ler bearing yüzeylerinde PMC-4101 barrier paper'ın ayrı tabakalarıyla izole edilmelidir. Pad'leri yerine sıkıştır. Bearing düzeni ve pad'ler bütün olmalıdır ve pad'lerin bearing'leri doğru pozisyonda tuttuğundan emin olmak için barrier paper'ın üç tabakasıyla sıkıca sarılmalıdır.
- Bearing eşleşen ve seri numarası: Eşleşen numara tanımlamasının varlığını veya yokluğunu, seri numarasının belli olup olmadığını tanımlamak için tüm dublex bearing'ler hemen bir sonraki sökümde kontrol edilmelidir.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Yatakların bakım ve kontrollerini bakım dokümanlarında (AMM, SRM, İPC) belirtildiği şekilde yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Yatakları, sökümünden sonra özel olarak tesis edilen kontrol odasına getiriniz.	➤ Taşıma işlemini yatak motorun kendi yağı içinde yapınız. ➤ Özel kutusunda taşıyınız. ➤ Yatakları ve yatak parçalarını birbirine temas ettirmeyiniz.
➤ Yıkama işlemleri ile yatakları yabancı maddelerden ve yağdan temizleyiniz.	➤ Kirli yatakları asla çevirmeyiniz. ➤ Yıkama işlemleri yıkama bölümünde ultrasonik yıkama veya solvent yıkama ile yapınız. ➤ Yıkama işlemlerini gerektiğinde tekrar ediniz. ➤ Yataklara temizlik amacı ile basınçlı hava tutmayınız. ➤ Yıkama işlemini titizlik ile yapınız.
➤ Kontrol ve ölçme işlemlerinden önce yatakların oda koşullarına gelmesi için bekleyiniz.	➤ Ölçme işlemleri için yatakları ölçme masasında ölçme sıcaklığına gelene kadar bekletiniz. ➤ Uzun süre elle temas etmeyiniz.
➤ Feel test yapınız.	➤ Kontrol işlemlerinde sentetik eldiven giyiniz. ➤ Yatakları dış bilezikten tutunuz. ➤ İç bileziği çeviriniz. ➤ Yatak dönüş yaparken ses ve bilyelerin konumunu tecrübe ile gözleyiniz.
➤ Boyutsal kontrol yapınız.	➤ Ölçme işlemlerinde parçaların ısısına dikkat ediniz. ➤ Ölçme işlemlerini 120° arayla 3 kez yapınız. ➤ Dış bileziği dışardan (OD) ölçünüz. ➤ İç bileziği içerden (ID) ölçünüz. ➤ Radyal boşluğu ölçünüz. ➤ Ölçme sonuçlarını kaydediniz.
➤ Yüzey hatalarını kontrol ediniz.	➤ Yüzey hatalarını daha önce tanımlanan şekilde ve limitlerde SPM'e göre kontrol ediniz. ➤ Kontrol edilecek yüzey kusurlarının limitlerine SPM'e göre bakınız. Derinlik limitleri için uygun scriberler kullanınız. ➤ Tespit edilen hatalar için uygun işlemleri SPM'e göre uygulayınız. ➤ Kontrol sonuçları kaydediniz.
➤ Radyal boşluk kontrolü yapınız.	➤ Yuvarlanma elemanları ile iç ve dış bileziğin arasındaki boşluğu ölçünüz. ➤ Ölçümleri limitler ile kıyaslayarak kaydediniz.

<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Yapılan ölçme kontrol sonuçlarını engine manual'e göre yorumlayınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ölçümler ve kontroller SPM'e göre limitler içinde kullanılabilir olduğunu söylüyorsa yatağı faal ederek sevk ediniz.</li> <li>➤ Limitlere uygun değilse hurda ediniz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kontrol ve ölçme işlemleri biten faal yatakların sevkiyatı için hazırlayınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kontrol ve ölçümleri yapılan yataklar faal durumdaysa özel kutusuna yerleştiriniz.</li> <li>➤ Taşınırken koruyucu pad'ler ile yatakları sarsıntılara karşı emniyete alınız.</li> <li>➤ Yatak hemen kullanılmayacaksa koruyucu yağlar ile muhafaza ediniz. Koruyucu yağı özelliğine ve koruma süresine göre seçiniz.</li> <li>➤ Saklama ve sevk işlemleri hatalı yapıldığında yatakların hasarlanması söz konusudur. Saklama ve sevk işlemlerine dikkat ediniz.</li> </ul>

## 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.Yatakları sökümünden sonra kontrol odasına getirirken koruma yöntemlerini uyguladınız mı?		
2.Yıkama işlemleri ile yatakları yabancı maddelerden ve yağdan temizlediniz mi?		
3.Kontrol ve ölçme işlemlerinden önce yatakların sıcaklıklarının oda koşullarına gelmesi için beklediniz mi?		
4.Feel test yaptınız mı?		
5.Boyutsal kontrolleri yaptınız mı?		
6.Yüzey hatalarını kontrol ettiniz mi?		
7.Radyal boşluk kontrolü yaptınız mı?		
8.Yapılan ölçme kontrol sonuçlarını engine manual'e göre kıyasladınız mı?		
9.Kontrol ve ölçme işlemleri biten faal yatakları sevkiyat için hazırladınız 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. Radyal bearing (yatak) hangi kuvvetler altında kullanılır?  
A) Millerin eksenine paralel kuvvetler  
B) Millerin ekseninde oluşan kuvvetler  
C) Millerin eksenine dik kuvvetler  
D) Tüm kuvvetler
2. "Yatakların karşılaştıkları dirençleri kolay yenebilmesi için ....." cümlesinde boş bırakılan yere aşağıdakilerden hangisi getirilmelidir?  
A) Sık sık yıkanır.  
B) Fazla zorlanmaz.  
C) Yüksek hızda çalıştırılır.  
D) Uygun şekilde yağlanır.
3. Yataklar kontrol edilecek yere taşınırken nelere dikkat edilir?  
A) AMM'e göre sökme işlemleri yapılır.  
B) Motorun kendi yağında kontrol yapılan yere getirilir.  
C) Taşınırken bearingler temas etmesin diye kutusuna konur.  
D) Hepsi
4. Yatakların kontrol işlemlerinin yapıldığı yerlerde hangisi önemli değildir?  
A) Oda sıcaklığı  
B) Rengi  
C) Temizlik  
D) Nem oranı
5. Yatakların boyutsal kontrollerinde neler ölçülür?  
A) ID, OD ve radyal boşluk  
B) Roller ve ball çapları  
C) Bearing genişliği  
D) Ağırlığı

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

6. ( ) Thrust yataklar aksiyal yataklar olarak isimlendirilir.
7. ( ) Yatakların parçalarını kontrol ederken sentetik eldiven giyiniz.

## 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, SRM, İPC) belirtildiği şekilde transmisyonların bakım ve kontrollerini yapabileceksiniz.

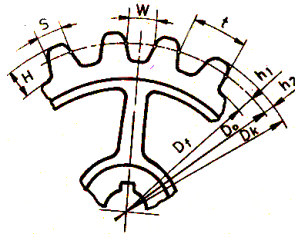
## ARAŞTIRMA

- Dişli tiplerini araştırınız.
- Kayış ve kasnak sistemlere ait örnekleri araştırınız.
- Zincir ve zincir dişli tiplerini araştırınız.
- Araştırma sonuçlarınızı sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

## 3. TRANSMİSYONLAR

### 3.1. Dişli Tipleri ve Uygulamaları

Transmisyonlarda kullanılan hareket iletim elemanlarından olan dişliler, bir milden diğer bir mile hareket ve güç iletirken devir sayısını küçültüp büyültmekte ve momenti değiştirmede kullanılır.



Şekil 3.1: Dişli çark elemanları

Üzerinde kendine özel girinti ve çıkıntıları olan, çark biçimindeki makine elemanlarıdır. Şekilde 3.1’de gösterilen dişli çark elemanları tanımlayalım:

- Bölüm daresi: Birbiriyle çalışan dişliler dönerken dişlerin birbirine temas ettiği noktaların yani dişlilerin birbirine teğet olduğu dairedir ( $D_0$ ). İki dişlinin eksenleri arası hesaplanırken de kullanılır (Dişlilerin bölüm dairelerine ait yarıçapların toplamıdır.).
- Diş üstü daresi: Diş üstlerinden geçen dairedir ( $D_k$ ).
- Diş dibi daresi: Diş diplerinden geçen daire ( $D_f$ )



- Diş kalınlığı: Diş dolusunun  $D_0$  yayı üzerindeki kalınlığı (S)
- Diş boşluğu: Diş boşluğunun  $D_0$  yayı üzerindeki kalınlığı (W)
- Adım: Komşu iki dişe ait, bölüm dairesi üzerinde ve aynı yerdeki noktalar arasında kalan yayın uzunluğuna denir (t).
- Diş yüksekliği: Diş üstü dairesi ile diş dibi dairesi arasındaki farkın bir tarafta kalan kısmı (H)
- Diş dibi yüksekliği (h1)
- Diş üstü yüksekliği (h2)
- Modül: Diş adımının pi sayısına bölünmesiyle elde edilir (m).  $m = t / \pi$

Birbiriyle çalışan dişliler aynı adım ve modül sayısına sahip olmalıdır.

### 3.1.1. Düz Dişli Çark

Silindirik şekilde ve dişleri eksenine paralel olan dişli çarklardır. Dıştan birbirini çeviren düz dişliler için dönme yönleri birbirine terstir. İçten dişli çark için ise dönme yönleri aynıdır.

Birbirini çeviren düz dişlilerin milleri birbirine paraleldir. Orta derecede hız ve kuvvet iletilen yerlerde kullanılır. Küçük dişliye pinyon, büyük dişliye çark denir.



Resim 3.1: Düz dişli çark

### 3.1.2. Helis Dişli Çark

Şekil olarak silindirik, dişleri eksene göre dönük olan dişlilerdir. Düz dişlilere göre dişlerin birbirini kavraması daha fazladır. Helis dişli çarklar millerin üç konumunda da kullanılabilir. Miller birbirine paralel, birbirine dik ancak uzantıları kesişmeyen ve aralarında gelişigüzel bir açı olan millerde kullanılabilir.



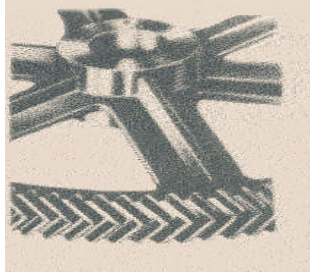
---

**Resim 3.2: Helis dişli arklar**

### 3.1.3. Ok Dişli Çark

Ok dişlilere çavuş dişliler de denir. Ok dişliler helis açıları, adımı ve diş sayısı aynı fakat helis yönleri ters olan iki dişli çarkın aynı eksende birleşmiş hâlidir.

Çalışırken aksenal kaydırma kuvveti oluşmaz ve büyük güçlerin iletilmesinde başarı ile kullanılır. Haddelerde preslerde hız düşürücü dişli olarak kullanılır.



Resim 3.3: Ok dişli

### 3.1.4. Konik Dişli Çark

Uzantıları birbirini kesen miller için kullanılır. Dişlerin bulunduğu kısım kesik koni şeklindedir. Diş doğrultusu düz veya eğik olabilir. Dişlerin doğrultusu eğik olan konik dişlilere helis konik dişli denir. Helis konik dişlilerin büyüklerine ayna, küçüklerine ise mahrutu denir.



Resim 3.4: Konik dişli

Konik dişlilerin kullanıldığı miller birbirine dik olabileceği gibi  $90^\circ$  den küçük veya  $90^\circ$  den büyük olabilir.

### 3.1.5. Sonsuz Vida ve Dişli Çark

Sonsuz vida ve dişli çark eksenleri birbirine dik olan millerde kullanılır. İletim oranı  $1/40$ ,  $1/60$  gibi çok düşük olabilir.

Sonsuz vida ve karşılık dişlisi vinç, asansör, ceraskal ve oto direksiyonlarda kullanılır.

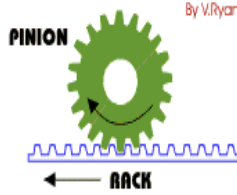


Resim 3.5: Sonsuz vida ve dişli çark

### 3.1.6. Kremayer ve Dişli Çark

Dişli çark sistemi ile doğrusal hareket üretmek için kremayer ve dişli çark kullanılır.

Kremayer dişli bölüm dairesi çapı sonsuz olan dişlidir. Bu sebeple dairesel değil düz lama üzerine açılır. Karşılıklı dişlisi ise kremayer ile aynı adıma sahip dişli çarktır.



Şekil 3.2: Kremayer ve dişli çark

### 3.1.7. Zincir Dişli Çark

Zincir dişlilerden daha sonra detaylıca bahsedilecektir (Bakınız 3.4).

## 3.2. Dişli Oranları, Dişli Sistemlerin İndirgeme ve Çoğaltma Düzenleri, Sürülen ve Süren Dişliler

- Birbirini çalıştıran dişlilerin bölüm dairesleri teğet durumdadır. Teğet oldukları noktada çevresel hızları aynıdır.

Çevresel hız  $V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60 \cdot 1000}$ , bölüm dairesi çapı ise  $(d = m \cdot z)$  olduğuna göre.

$Z_1 = n_2 \cdot Z_2$  yazılabilir.

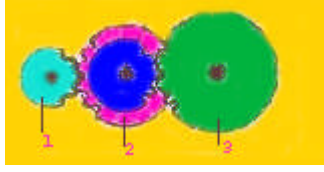
Kısaca birlikte çalışan dişli çarklar için devir sayıları ile diş sayılarının çarpımı eşittir.  $(n_1 / n_2) = (Z_2 / Z_1)$  şeklinde de yazılabilir. Bu eşitlikte her iki tarafa (i) dersek dişlerin birbirini çevirirken ortaya çıkan sabit bir çevrim oranı elde edilir.

$n_1 / n_2$

veya

$Z_1 / Z_2$

formülleri yazılır.



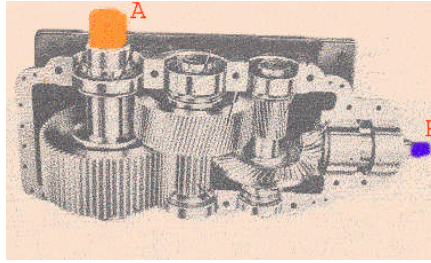
**Şekil 3.3: Dişli çark treni**

Yukardaki şekilde olduğu gibi birbirini çeviren üç dişli grubunda birinci ile ikinci arasında çevrim oranı  $\dot{I}_1$  ve ikinci ile üçüncü arasında çevrim oranı  $\dot{I}_2$  ise birinci ile üçüncü arasında olan çevrim oranı  $\dot{I}_1 \cdot \dot{I}_2$  kadar olacaktır.

- Dişli sistemler dişli oranlarında bahsettiğimiz çevrim oranı hesabına göre hızı azaltır veya hızı çoğaltabilir. Bu tür dişli sistemlere redüktör, transmisyon, vites kutusu denir.

Bir dişli çark kutusuna hareket veren dişliye yani diğer dişlileri harekete geçiren dişliye süren dişli (tahrik eden veya driver) denir.

Aynı şekilde hareket alan dişliye sürülen dişli (tahrik edilen veya driven) denir.



**Resim 3.6: Redüktör**

Resim 3.6'daki redüktör için süren dişli A ise B çıkışı sürülen dişlidir. Bu şekilde çalışırsa hız artar. Aynı redüktörde B süren dişli, A ise sürülen dişli kabul edilirse bu kez hız azalır.

### **3.3. Vasat (Idler) Dişliler, Kafes Modeller**

- **Idler gear**

Idler gear (rölanti dişli veya vasat dişli) dişli çark grupları içinde kullanılan dişlilerden biridir.

Idler gear iki dişli çark arasında mesafe fazla ise miller arasındaki boşluğu gidermek için kullanılır.



**Resim 3.7: Idler gear**

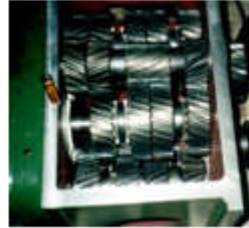
Idler gear dönüş yönünü değiştirmek için de kullanılır. Giriş dişli çarkı ile çıkış dişli çarkı arasındaki çevrim oranını değiştirmez. Kullanıldığı iki dişli çark arasında yokmuş gibi düşünüldüğünde aynı çevrim oranı oluşur.

➤ **Kafes modeller**

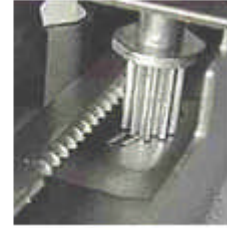
Dişlilerin birbirleri ile oluşturdukları çeşitli modeller vardır. Bu modellere örnekler aşağıda görülmektedir.



**Resim 3.8: Planet dişli**



**Resim 3.9: Redüktör**



**Resim 3.10: Kremayer**



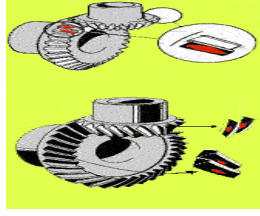
**Resim 3.11: Sonsuz vida ve dişlisi**



**Resim 3.12: Konik dişli**

➤ **Mesh pattern (Kavrama izi)**

Dişli çarklar çalışırken kavramanın tam olması için takılırken ayarlanmalıdır. Mesh pattern birbirine temas eden dişlerin temas yüzeyinin büyüklüğüdür. Dişlerin temas yani birbirini kavrama yüzeyi ne kadar iyi olursa dişli çarklar arasındaki hareket ve güç iletimi o derece iyi olacaktır. Ayar işleminin yapılabilmesi dişlilerin takıldıkları miller üzerindeki konumu veya dişli çarkların merkezleri arasındaki mesafenin ayarlanmasıyla mümkündür. Bu işlem için ince ayar sacları kullanılabilir.



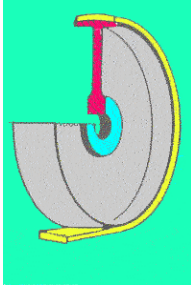
Şekil 3.4: Kavrama izi

Kavramada temas yüzeyinin büyüklüğünü görmek için dişli bir boya ile renklendirilir ve birbirine takılı hâlde döndürülerek mesh pattern (kavrama izi) dişler üzerinde görülür.

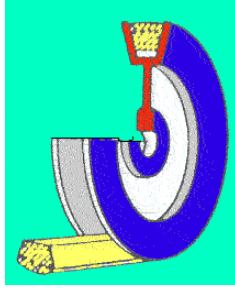
### 3.4. Kayış ve Kasnaklar, Zincirler ve Sprocketler

#### 3.4.1. Kayış ve Kasnaklar

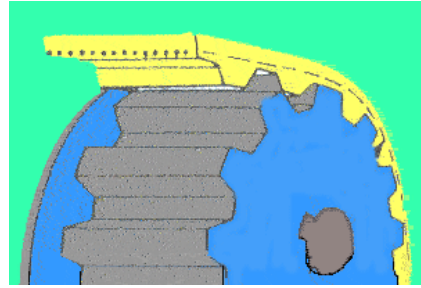
Kayış kasnak mekanizmalar bir milden diğer bir mile hareket iletmek için kullanılır. Kayış kasnak mekanizması, aralarındaki mesafe fazla olan millerde kullanılır. Hareket iletimi sürtünme bağı ile gerçekleşir. Hareket iletilen kasnaklar arasında açı bulunabilir.



Şekil 3.5: Düz



Şekil 3.6: Dişli

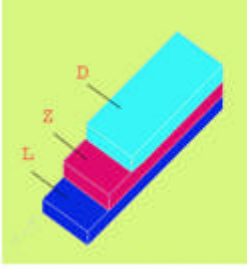


Şekil 3.7: V tipi

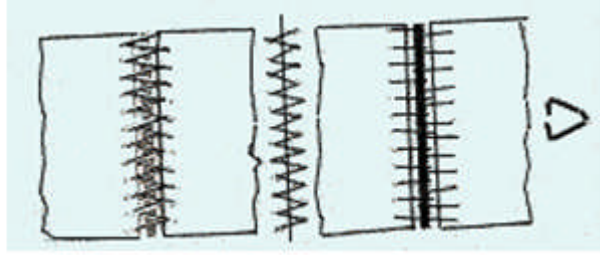
Kayış kasnak mekanizmalar şekil olarak düz kayış kasnak, dişli kayışlı kasnak ve V kayışlı kasnak çeşitlerinde olabilir.

Kullanılan kayışlar malzeme olarak farklı şekillerde olabilir. Bunlar kösele, tekstil, plastik ve çok tabakalı olanlardır. Günümüzde en çok kullanılan tip, çok tabakalı kayışlardır. Büyük güçleri iletmeleri kolaydır. Çok tabakalı kayışlarda L sürtünme tabakası, Z taşıyıcı tabaka, D koruma tabakasıdır (Şekil 3.8).

Kayış uçları yapıştırılarak dikilerek veya kilitler yardımıyla birleştirilir. En çok yapıştırma yöntemi kullanılır. Şekil 3.9'da teller yardımıyla bağlama görünmektedir.

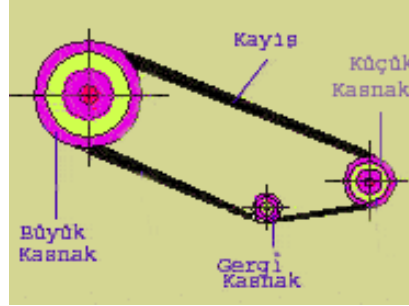


Şekil 3.8: Çok tabakalı kayış



Şekil 3.9: Kayış uçlarının bağlanması

Kayış kasnak mekanizmalarda düz, dişli ve V profile sahip kasnaklar kullanılır. Bunlar kayışlar yardımıyla birbirini çevirerek hareket ve güç iletir. Ayrıca kayışın kasnak tarafından tam olarak kavranabilmesi için gerektiğinde gergi kasnakları kullanılır. Şekil 3.10'da gergi kasnak görülmektedir.



Şekil 3.10: Gergi kasnak

### 3.4.2. Zincirler ve Sprocketler

Zincir farklı şekillerde olabilen ve birçok halkadan oluşan bir hareket elemanıdır. Zincir ve zincirin çevirdiği zincir dişliden (sprocket) oluşan mekanizmalar farklı uygulamalarda ucuz, emniyetli olarak kullanılabilir. Yük kaldırma, transport tekniğinde ve birçok makinede kullanılmaktadır. Hareketi şekle bağlıdır. İletmesi gereken kuvvet arttıkça şekli büyür. Çevrim oranı sabittir. Toz ve kirli yerlerde hassastır. Sürekli yağlanması gerekir ve kayış kasnaklar gibi farklı açılarda hareket iletimine uygun değildir.

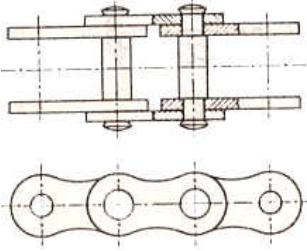
#### ➤ Zincirler

Zincirleri halkalı ve mafsallı tip zincirler şeklinde gruplara ayırabiliriz. Halkalı tip zincirler genelde kaldırma makinelerinde yüklerin taşınması için kullanılır. Mafsallı olanlar ise makine sanayinde yaygın olarak kullanılır. Mafsallı zincirleri; pernolu, burçlu ve makaralı olarak çeşitlendirebiliriz.

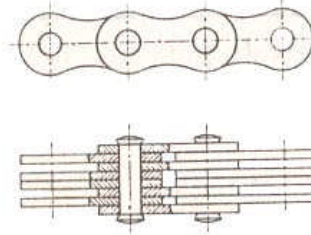
- Pernolu zincirler



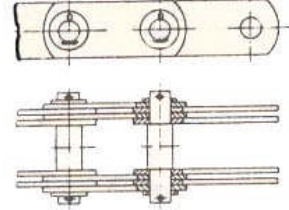
Mafsallı zincirlerin en basit ve ucuz tipleridir. Bu tip zincirlere gall zinciri (Şekil 3.11), fleyer zinciri (Şekil 3.12) ve çekme zincirler (Şekil 3.13) örnek verilebilir.



Şekil 3.11: Gall zinciri



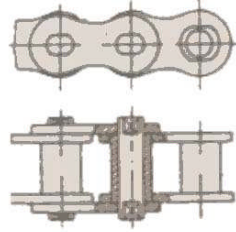
Şekil 3.12: Fleyer zinciri



Şekil 3.13: Çekme zincir

- **Burçlu zincirler**

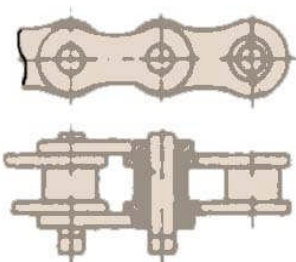
Pernolu zincirlerden daha çok aşınma dayanımı vardır. Küçük adımlıdır ve transport tekiğinde kullanılır.



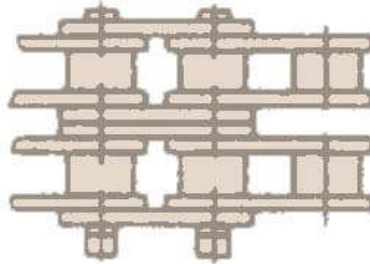
Şekil 3.14: Burçlu zincir

- **Makaralı zincirler**

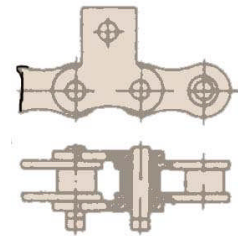
Makaralı zincirlerin uygulama alanı geniş, önemli ve pahalıdır. Aşınmaya karşı daha dayanıklıdır. Daha az gürültülü çalışır. Makaralı zincirler tek sıra, iki sıra, özel sabitleştirme baklalı, uzun baklalı ve rotary zincir gibi çeşitleri vardır.



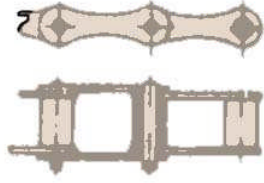
Şekil 3.15: Tek sıralı



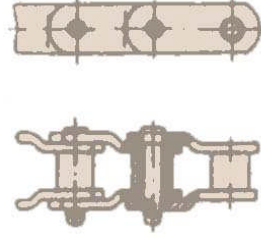
Şekil 3.16: İki sıralı



Şekil 3.17: Özel sabitleştirme baklalı



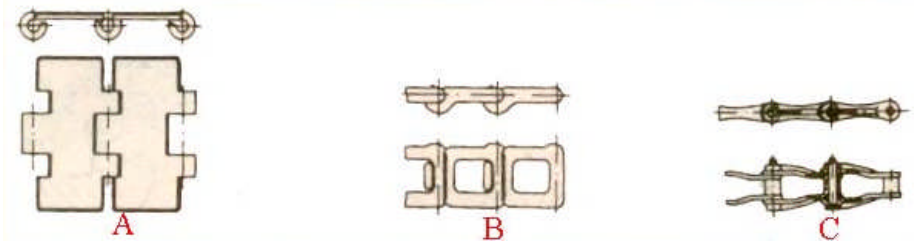
Şekil 3.18: Uzun baklalı



Şekil 3.19: Rotary zincir

- **Özel zincir tipleri**

Özel zincir tipleri Şekil 3.20’de görülmektedir. “A- Menteşeli, B- Ayrılabilen mafsallı, C- Çelik pernelü” zincir tipleri bulunur.

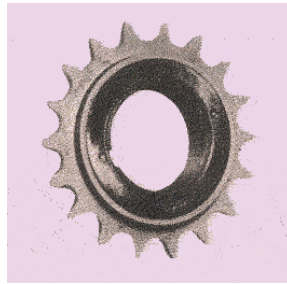


Şekil 3.20: Özel zincir tipleri

- **Sprocketler**

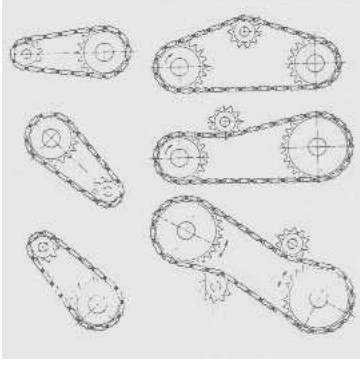
Zincir çarklarının şekli, seçilecek diş sayısına ve iletilmek istenen momente bağlıdır. İletilecek güç miktarı ve zincir çarkının çevresel hızı değiştiğinde diş sayısı da değişir. Çevresel hız arttıkça diş sayısı da artar. Çalışma esnasında zincir ve çarkı yağlanarak performansı artırılır. Gres ile (düşük hızlarda mümkündür) ve sıvı yağ ile (elle, damlatma ve püskürtme ile) yağlama yapılır.

Zincir dişli çarklar kullanıldığı hız ve amaca göre bir malzemeden yapılır. St 60, St 70, semantasyon çeliklerinden ve GG25 ile çelik dökümden yapılır. Resim 3.13’te bir sprocket (zincir çarkı) görülmüyor.

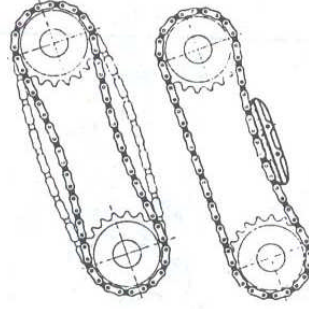


Resim 3.13: Sprocket

Zincir dişli mekanizmalar için ise mil eksenleri yatay düzlemde olması ve eksenler arası mesafenin kısa olması en ideal ve verimli olanıdır. Ancak diğer durumlarda verimi artırmak için gergi çarkları kullanılır.



Şekil 3.21: Zincir ve çark mekanizmaları



Şekil 3.22: Gergi mekanizması

Eksenler arasının fazla olduğu durumlarda zincirde oluşacak titreşimleri önlemek için gergi tertibatları kullanılır (Şekil 3.22).

### 3.5. Transmisyonların Bakım ve Kontrolleri

Transmisyonların bakım ve kontrollerinde dişliler, kayış-makara, zincir-sprocket ve diğer dişli jaklar ile kollu tertiplerin ve it-çek kol sistemlerin bakım ve kontrolleri incelenecektir.

#### 3.5.1. Dişlilerin Kontrolü, Dağılımlar

Dişliler kontrol edilirken dişlinin ait olduğu manual'den kontrol (inspection) prosedürüne göre işlem yapılır. Burada bahsedilecek prosedür özel olmayıp genel işlemlerdir. Dişlilerin kontrolü periyodik olarak yapılmaz. Dişlilerde kontrol işlemleri dişli kutusu (gear box) modifikasyonu yapılacağı zaman veya tamir işlemleri gerektiren hasar tespiti esnasında yapılır. Kontrol işlemlerinin doğru olması için ölçme ve kontrol aletlerinin hassasiyeti, yüzeyde oluşan hata şekillerini iyi bilmek ve genel kontrol işlemlerini takip etmek gerekir.

##### ➤ Ölçü aletleri

Ölçme aletlerinin hassasiyetleri boyutları ile ters orantılıdır. Örneğin, kumpas veya mikrometrenin boyutu arttıkça hassasiyeti azalır. Bu nedenle belirli bir boy için toplam parça toleransı; bu boydaki ölçme aletinin tolerans limitinden daha az ise (Örnek: Parçanın toleransı 0.001 inch ise bunu ancak 0.0001 inch ölçekli 1-2'den 5-6 inch'e kadar olan mikrometre ile ölçebiliriz.) daha hassas bir ölçme aleti kullanılmalıdır. Ölçme aletlerinin limitleri için (Hangi ölçü aleti ile hangi toleranslar ölçülür?) motorda chapter 70-31-01'in limits of measuring devices bölümüne bakılır. Dikkat edilecek başka bir nokta, ölçme limiti 1.202 inch (30.53mm) yapılan ölçüm sonucu 1.2021 inch (30.533mm) ise sonuç limit dışı kabul edilir.

Ölçüm hatası; tüm inspection aletleri tasarım, imalat ve çalışması öyle bir kontrol edilmelidir ki %95'lik bir doğrulukla tekrarlanabilirlik ve kesinlik yetersizliğinin herhangi bir bileşkesinden oluşan toplam ölçme hatası toplam toleransın %25'ini aşmamalıdır (% 95'lik doğruluk 100 ölçümden 95'inin müsaade edilen ölçme hatası içinde olması anlamındadır.).

ÖRNEK: Bir parçanın boyutsal limitleri min 1.200 - 1.202 inch ise tespit edilen ölçme aleti hatası 0,0005 inch i aşmamalıdır (%95'lik doğruluk; toplam toleransın %25' ini geçmemesi gereken ölçme hatası ile  $[1.202 - 1.200] * 0.25 = 0.0005$  olur.).

Bu arada kumpas ya da mikrometre ile yapılan, özellikle kritik ölçümlerde sıcaklık etkileri de göz önünde bulundurulmalıdır. Ölçüm sıcaklığı mümkün olduğunca  $\pm 2,7$  °C ölçme aletinin sıcaklığına yakın olmalıdır. Eğer sıcaklıkta büyük fark varsa ölçü aletinin sıcaklığına yaklaşması için beklenmelidir. Bu sıcaklık farklılığı tamamen parçanın dışındaki aletlerden dolayı da oluşabilir. Projektör, klima çıkışı, ısıtma kaynakları ayrıca dar toleranslı ölçümlerde kullanılan ve elle tutulan takımın ısınarak ölçme kesinliğini etkilememesi için termal tamponlar kullanılır.

#### ➤ **Yüzey hataları**

Yüzey hatalarından, daha önce “Yataklar” konusunda (Bakınız 2.3.3) bahsedilmişti. Bu bölümde ise daha önce anlatılan yüzey hatalarına ilaveten diğer hatalar tanımlanacaktır.

- Bent: Malzemenin keskin köşe yaparak bükülmesi
- Blister: Ana malzemenin veya kaplamanın ayrılması ile yüzey kalkması
- Brittle: Malzemenin elastikiyetinde oluşan değişiklik (kırılgan)
- Bowed: Malzemenin yumuşak bir şekilde orjinal durumundan sapması
- Broken: Kırılma
- Burned: Malzemeninin dayanacağı sıcaklıktan fazlasına maruz kalması ile oksidasyon şeklinde hasar
- Burr: Malzeme yüzeyinde keskin çıkıntılar veya dalgalı köşeler
- Curled: Sütrünmeden dolayı uç kısımların arkaya doğru kıvrılması
- Collapsed: Basınç sebebiyle içe doğru olan göçük
- Deposits: Parça üzerinde başka parçalardan kopan parçacıkların birikmesi
- Flaking: Dökülme
- Disintegrated: Parçalar hâlinde dağılma, parçalara ayrılma ile orijinal durumun değişmesi
- Overheated: Aşırı sıcaklık ile malzemenin renk ve görüntü değiştirmesi
- Peened: Darbe etkisi ile oluşan sık sık çukurlar
- Peeled: Ana malzeme üzerindeki kaplamanın dökülmesi, soyulması, ayrılması
- Pick-up: Yağsız çalışan yüzeylerde bir yüzeyden kalkan malzemenin diğer yüzeye yapışması
- Porous: Döküm veya kaynak sırasında oluşan malzeme içindeki boşluklar

- Rolled-over: Malzeme kenarlarının yuvarlatılması veya dudak şeklinde kıvrılması
- Sheared: Parçanın üzerine gelen farklı kuvvetlerin etkisi ile parçanın etkilendiği kuvvetlere paralel olarak kesilmesi
- Torn: Çekme kuvvetine maruz kalan parçaların kopması, ayrılması

### ➤ **Kontrol işlemleri**

Kontrol (inspection) işlemleri için engine manual veya maintenance manual referans alınır.

Her kontrol işlemi kendine özel prosedür ve limitlere sahiptir.

- Genel olarak kontrol edilecek parça için parçanın kontrolüne ait inspection prosedürü ilgili bakım kitabından bulunur.
- Yıkama işlemleri yapılır. Parça kontrol işlemleri için temizlenir ve uygun sıcaklık koşullarına getirilir. Ölçme ve kontrol işlemleri için beden ısısı dahi etkili olabilmektedir.
- Çatlak kontrol işlemleri yapılmış elemanın magnetic particle inspection (manyetik parçacık testi) işlemleri yapılır.
- Gözle kontrol işlemlerine bölge bölge başlanır.
- Tüm bölgelerde cracks kontrolü yapılır.
- Diş alımları, diş gövdesi, diş dibi radyüslerinde ve diğer tüm yüzeyler için farklı limitlerde olmak üzere pitting ve corrosion kontrolü yapılır.
- Dişler için nick, chipping, flaking-fretting ve scoring kontrolü yapılır.
- Spline için nick ve burr kontrolü yapılır.
- Gözle kontrolde tespit edilen çıkıntılar keskin köşeler ve kabartılar yüzeyde temizlenir. Bu temizleme işlemi manual de belirtilen yöntem (gaz taşı ile hand blending veya machine blending ile) ve limitle yapılır.
- Blending yapılan yüzeyler için gerekiyorsa shootpeen (Bilyelerle yüzeyde dövme yapılarak sertleştirme işlemi) uygulanarak yüzey dövülür.
- Boyutsal kontroller yapılır. Belirtilen her boyut için kendi limitleri ile kıyaslanarak kontrol yapılır.
- Tekrar çatlak kontrol yapılarak dişliler faal ya da gayrifaal olarak ayrılır.

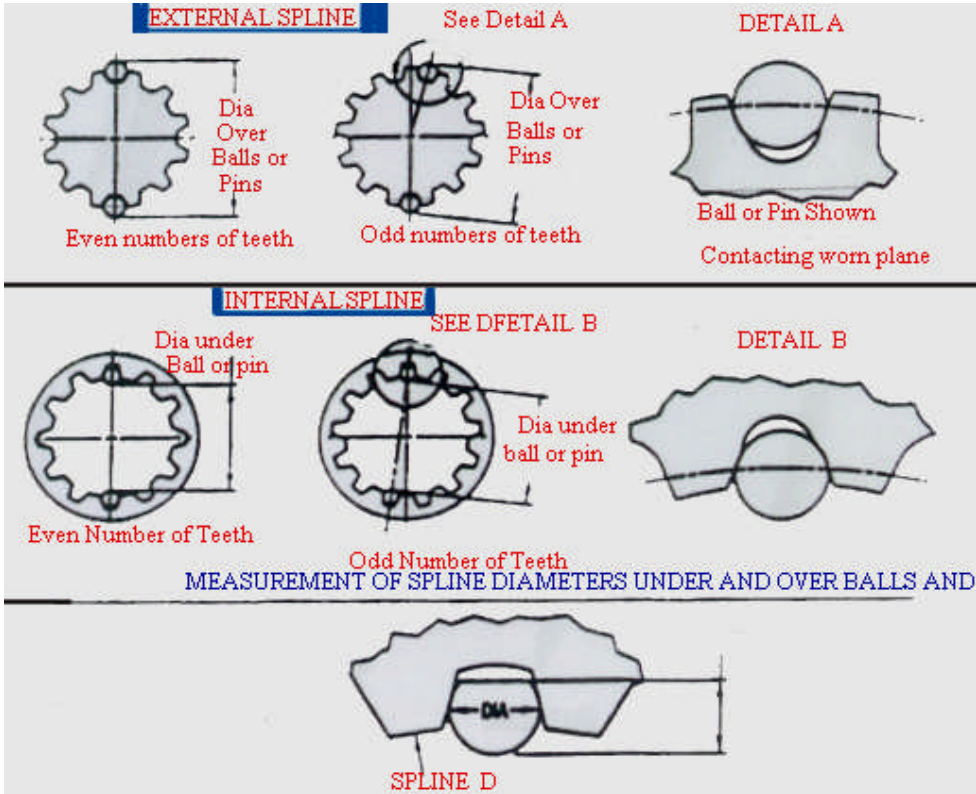
### ➤ **Splines kontrolü**

Eğer spline (diş dolusu ve boşlukların olduğu çevre) üzerine daha önceden markalama amacıyla markalama boyalarından uygulanmışsa önce spline bu boyalardan temizlenmelidir. Spline, aşınma yönünden gözle kontrol edilmelidir. Eğer spline'da bir basamak veya aşınmış bir bölüm saptanırsa dişin aşınmış ve aşınmamış kısımlarını kıyaslayarak aşınmayı ölçünüz. Mümkünse her durumda komparatör kullanınız. Aşınma limitlerini ve bilyelerin ölçüm değerlerini "Engine Manual"de bulabilirsiniz. Her durumda aşınma ölçümünde mümkünse direkt ölçümü tercih ediniz. Bilyelerin altından veya üstünden alınan ölçülere oranla daha güvenlidir.

Eğer diş, tüm yüzeyi boyunca düzgün bir şekilde aşınmışsa, bu nedenle bir basamak oluşmamış ve aşıntının derinliği tayin edilemiyorsa aşağıda anlatıldığı gibi bilyelerin altından veya üstünden ölçüm yapılmalıdır. Aşıntı ölçümü için mümkünse pin yerine bilye kullanılması tavsiye edilir. Pinlerde tam oturmama riski mevcuttur. Ayrıca aşıntıyı ölçerken doğru olmayan bilyelerin kullanılması hatalı ölçümlere neden olur. Bilyelerin takılıp kalmasını önlemek için azami dikkat edilmelidir (Şekil 3.23).

Doğru ölçüm için aşağıdaki basamaklara dikkat ediniz.

- Spline çapını şekilde gösterildiği gibi ölçünüz.
- Doğru bilyeleri kullanınız; hafif bir gres tabakası ile bilyeleri yerlerinde tutunuz.
- İç spline'lar için düz bir platforma sahip bilyeler kullanınız. Şekilde gösterildiği gibi taşlanıp düz bir yüzey elde edilmelidir. Ölçüm anında bilyenin diş dibine değmemesi için düz yüzey spline'nin dip tarafına bakılmalıdır.
- Spline çapını, spline'nin uzunluğu boyunca 3 yerde ölçünüz.
- Spline'nin bulunduğu parçayı diğer tip hasar ve kusur yönünden "Engine Manual" kriterlerine göre kontrol ediniz.



Şekil 3.23: External (dıştan) ve internal (içten) spline ölçümü



### ➤ Fretting kontrolü

Fretting ve galling özel kontrol gerektirir. Bu tür hasarların kontrolü sonunda parçanın faal olup olmadığına “Engine Manual”de belirtilen aşağıdaki özel yöntemlerle karar verilir.

- İlk olarak etkilenen sahalar gözle kontrol edilir.
- Etkilenen bölgenin tamamı 0.030" uç yarıçapına sahip scriber ile kontrol edilir. Scriber gelişi güzel hareket ettirilerek etkilenen bölge ile etkilenmeyen bölge arasındaki fark bir titreşim olarak hissedilip hissedilmediğine bakılır.

Eğer scriber ile bir değişim hissedilmiyorsa parça faaldir. Eğer değişim hissediliyorsa “Engine Manual” limitlerine göre karar verilir. “Engine Manual” bize bölgenin temizlenmesini söylüyor ise gaz taşı kullanarak da bölgedeki yığılmış malzemeyi temizleyebiliriz. Bir mercek yardımıyla bu bölgede malzeme kaybı olup olmadığı kontrol edilir; varsa “Engine Manual” kriterlerine göre değerlendirilir. Şekil 3.24’te scriber çeşitleri görülmektedir.



Şekil 3.24: Scriber çeşitleri

### 3.5.2. Kayış ve Makaraların, Zincirlerin ve Tekerleklerin Kontrolü

Kayış kasnak ve zincir mekanizmaları günümüz uçaklarında giderek azalmakta yerini “fly by wire” denilen, elektrikli kumanda ile servo motorları kullanan kumanda sistemleri almaktadır. Boeing uçaklarında nispeten kullanılmalarına rağmen “Airbus” uçaklarında yok denecek kadar az kullanılan sistemlerdir.

#### ➤ **Kayış ve makaralar**

Kayış makara mekanizmalarında kontrol işlemleri yapılırken kontrol edilecek hususlar şunlardır:

- Kayış elemanın yüzeyinde çizik, çentik ve kayışa zarar verebilecek yabancı cisimler kontrol edilmelidir.
- Kayışın uzun süre çalışması ile üzerinde meydana gelen aşınma ve neticesinde kayışın kalınlığı kontrol edilmelidir.
- Hareket ve güç iletimini zorlaştıracak yağ ve benzeri kirlenmeler kontrol edilmelidir.
- Kasnak mekanizmasının bağlantı elemanları kontrol edilir.
- Kasnaklar arası mesafe ölçülerek kontrol edilir.
- Kasnak üzerinde (özellikle göbek kısmında) oluşabilecek yüzey hataları gözle kontrol edilir.

#### ➤ **Zincir ve tekerlekler**

Zincir mekanizmalarında kontrol işlemleri yapılırken kontrol edilecek hususlar şunlardır:

- Zincir mekanizmalarının uygun yöntemlerle yağlanması gerekir.
- Zincir mekanizmalarda zincir dişli, zincir ve gergi mekanizmaları gözle kontrol yöntemleri ile kontrol edilir.
- Mekanizmanın zincir dişliler arası mesafesi kontrol edilir.
- Zincir kontrol edilirken tüm halka elemanları ve halkalara ait pim ve pernelar tek tek gözle kontrol edilir.

### 3.5.3. Dişli Jakların, Kollu Tertiplerin, İt-Çek Kol Sistemlerin Kontrolü

#### ➤ **Dişli jaklar (Screw jack)**

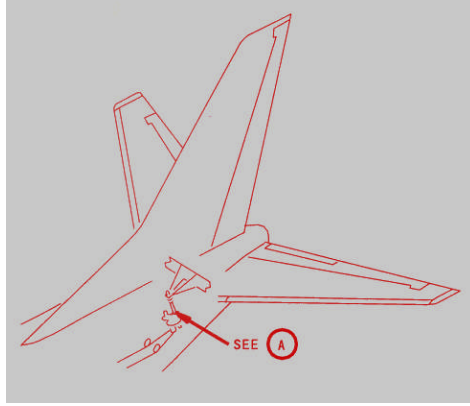
Uçuş kumanda yüzeylerinden yatay stabilizer’i kontrol eden jack screw mekanizmasının kontrol işlemleri şunlardır:

- Jack screw mekanizması ve dişli kutusu sökülür. Boeing 737 için AMM (27-41-81). Bu işlemler için “Tail Compartment Access Door, Tail Cone Access Panel”leri kullanılır.
- Ölçme ve kontrol işlemlerinde 0-1 ve 1-2 inch mikrometre ve verniyerli kumpaslar kullanılır.

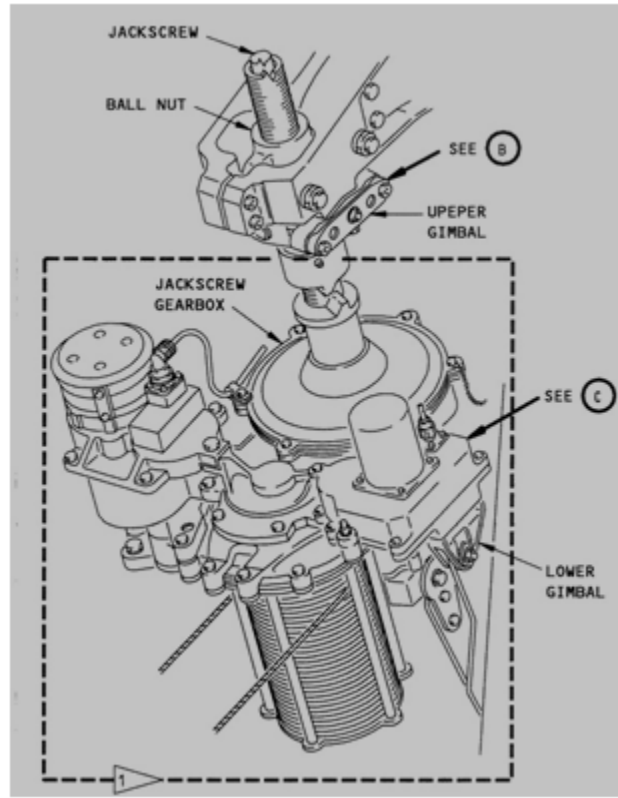


- Ölçme aletleri kullanılarak aşınma bölgeleri ölçülür. Aşınma bölgeleri ve limitleri AMM'de gösterilmektedir.
- Ölçülen değerler müsaade edilen ölçü limitleri ile karşılaştırılır.
- Aşınma toleransına uygun parçalar yerine takılır.

Şekil 3.25'te jack screw'in konumu görülüyor. Şekil 3.26'da ise jack screw mekanizması görülmektedir.



**Şekil 3.25: Horizontal stabilizer'i hareket ettiren jack screw'in konumu**



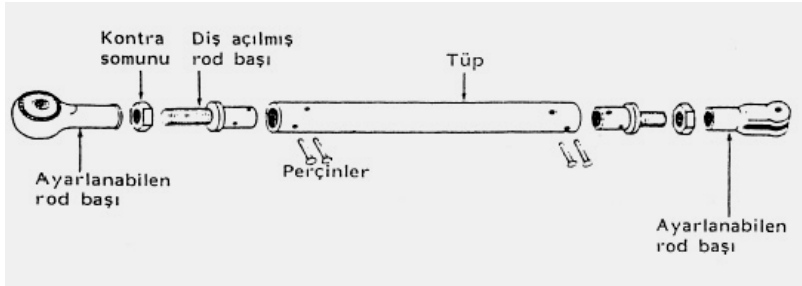
Şekil 3.26: Jack screw mekanizması

➤ **Kollu tertipler ve it-çek kol sistemler**

Kollu tertipler ve it çek kol sistemleri kumanda kablolarıyla beraber uçuş kumanda yüzeylerinin kontrol edilmesinde kullanılan mekanizmaların elemanlarındanıdır. Bu sistemler için kullanılan elemanlardan rotlar ve tork tüpler önemli elemanlardır.

➤ **Rotlar**

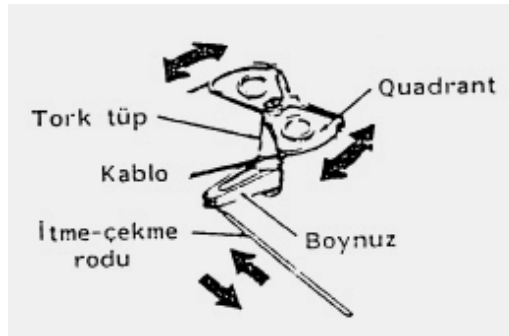
Verilen kumandanın kumandanın düzgün doğrusal hareketi itme ve çekme usulü ile sağlanır. Çeşitli çap ve boylarda imal edilir. İki uçta bulunan rot başı, yerine göre perçin veya cıvata ile monte edilir. Bu perçinler zorlanma durumunda sistemin hasarlanmaması için dayanımı az malzemeden yapılmıştır. Fazla kuvvet uygulandığı takdirde perçin kırılır. Bu kırılabilir perçinler shear rivet olarak adlandırılır. Rot başı sabit olabileceği gibi ayarlanabilir tipte de olabilir. Şekil 3.27’de rot tertibatı görülmektedir.



Şekil 3.27: Ayarlanabilir rot

➤ **Tork tüp**

Kumanda sistemlerinde itme çekme rotlarının hareketlerini döndürerek iletmeyi sağlar. Tork tüplerin başlıkları özel kaplinglerdir. Rotlarda olduğu gibi kırılabilir perçin ve cıvatalarla bağlanmıştır. Burulmaya dayanıklıdır.



Şekil 3.28: Tork tüp

Rotlar ve tork tüpler kontrol edilirken öncelikle kırılabilir perçinler kontrol edilir. Rot başlarının ayar vidalarının dişlerinde ve kontra somunun dişlerindeki aşınmalar kontrol

---

edilir. Rot tüpünde ezilme, çizik ve darbe olup olmadığına bakılır. Tüm elemanlar için çatlaklar ve korozyon izleri kontrol edilir.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Bakım dokümanlarında (AMM, SRM, İPC) belirtildiği şekilde transmisyonların bakım ve kontrollerini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Parçanın kontrol prosedürü için uygun manual'e bakınız.	➤ Her dişlinin ait olduğu sistem ve komponentin maintenace manual'ine göre inspection prosedürüne bakınız.
➤ Uygun yıkama işlemleri ile parçayı kontrole hazırlayınız.	➤ Prosedürüne uygun yöntem ile yıkayınız. ➤ Yıkama işlemleriyle parçanın ölçmeye hazır olmasını sağlayınız.
➤ Çatlak kontrol ve manyetik parçacık kontrolü yaptırınız.	➤ Parçayı kontrole başlamadan önce çatlak kontrol bölümünden parçanın faal olduğuna dair kontrol ettiriniz. ➤ Manyetik özellik kazanarak üzerine partikül tutabilme özelliğine gelip gemediğini kontrol ediniz. ➤ Gerekirse demagnetize ediniz.
➤ Gözle kontrolleri yapınız.	➤ Dişlinin gözle kontrolünde tüm yüzeylerine çatlak kontrolü yapınız. ➤ Diş alınları, dişli gövdesi, diş dibi radyüsleri ve diğer yüzlerde her yüzey için manualde verilen limitlere göre pitting ve korozyon kontrolü yapınız. ➤ Dişler için chipping, flaking, fretting ve nick kontrolü yapınız. ➤ Yüzey hataları kontrol edilirken gerekirse uygun mercekle bakınız. ➤ Scriber kullanılırken uygun uçlu scriber ile fazla baskı uygulamadan scriber'in kendi ağırlığı ile derinlik limitlerini kontrol ediniz.
➤ Tespit edilen kabartı ve keskin köşe yüzeyleri temizleyiniz.	➤ Tesbit edilen hasar derinlikleri limitlerdeyse manuele göre uygun şekilde kabartıları temizleyiniz. ➤ Kabartı ve keskin köşeleri alırken gaz taşı kullanınız.
➤ Malzeme kaybını kontrol ediniz.	➤ Eğer gaz taşı kullandıysanız malzeme kaybına bakınız. ➤ Uygun mercek ile malzeme kaybına bakınız.
➤ Gerekliyse shootpeen uygulayınız.	➤ Blending işlemi yapıldıysa malzemenin sert tabakasının derinliğini tekrar artırmak için dövme işlemi yapınız.
➤ Tekrar çatlak kontrol uygulayınız.	➤ Tamir yapıldıysa tekrar çatlak kontrol işlemleri için parçayı çatlak kontrole gönderiniz.

	➤
➤ Boyutsal kontrolleri yapınız.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Parçanın ölçme işlemi için uygun sıcaklıkta olmasını bekleyiniz.</li> <li>➤ Ölçme kurallarını uygulayınız.</li> <li>➤ Uygun limitlerdeki ölçme aletini kullanınız.</li> <li>➤ Uygun çapta bilyeleri seçiniz.</li> <li>➤ Spline çapının ölçümünde 3 farklı noktadan ölçme yapınız ve ortalamasını alınız.</li> </ul>
➤ Parçanın faal olup olmadığına bakınız.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Yapmış olduğunuz kontrol ve ölçmelerin parçanın manualinde verilen limitleri içinde olup olmadığına bakınız.</li> <li>➤ Ölçme ve kontrol sonuçlarını raporlayınız.</li> <li>➤ Sonuca göre parçanın faal veya gayrifaal olduğunu tespit ediniz.</li> </ul>

## 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. Parçanın kontrol prosedürü için uygun manual'e baktınız mı?		
2. Uygun yıkama işlemleri ile parçayı kontrole hazırladınız mı?		
3. Çatlak kontrol ve manyetik parçacık kontrolü yaptınız mı?		
4. Gözle kontrolleri yaptınız mı?		
5. Tespit edilen kabartı ve keskin köşe yüzeyleri temizlediniz mi?		
6. Malzeme kaybını kontrol ettiniz mi?		
7. Shootpeen uyguladınız mı?		
8. Tekrar çatlak kontrol uyguladınız mı?		
9. Boyutsal kontrolleri yaptınız mı?		
10. Parçanın faal olup olmadığına baktınız 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. Bir dişli çiftinde süren dişli ne demektir?  
A) Hareket alan dişli  
B) Hareket ettiren dişli  
C) Vasat dişli  
D) Pinyon dişli
2. Birlikte çalışan dişlilerin diş sayılarının oranı nasıl ifade edilir?  
A) Çevrim oranı  
B) Diş sayısı oranı  
C) Aşınma oranı  
D) Çap oranı
3. Bir dişli treninde iki dişli arasındaki dişli çevrim oranını değiştirmiyorsa bu dişliye ne ad verilir?  
A) Pinyon  
B) Volan  
C) İdler  
D) Süren
4. Kayış kasnak mekanizmalarında gergi kasnakları neyi sağlar?  
A) Kasnakların hızlı çalışmasını  
B) Kayışın daha az aşınmasını  
C) Kasnakların kolay kavramasını  
D) Kayışın boyunu uzatmaya
5. Dişlilerin kontrolünde parça sıcaklığı ile ortam arasında maksimum sıcaklık farkı nedir?  
A) +20 °C  
B) -20 °C  
C) ±2,7 °C  
D) ±27 °C
6. Fretting kontrolünde derinlik limiti ne ile ölçülür?  
A) Kumpas  
B) Mikrometre  
C) Bilyelerle  
D) Scriber ile

7. Dişli yüzeylerinde oluşan kabarıklıklar ve keskin köşeler ne ile temizlenir?

- A) Gaz taşı
- B) Kimyasallar
- C) Zımpara
- D) Eğe

Aşağıdaki cümlede boş bırakılan paranteze verilen bilgi doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

8. ( ) Dişlilerin kontrolleri manual'de yer alan parçanın prosedürüne göre yapılır.

### **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, SRM, İPC) belirtildiği şekilde boru ve bağlantılarının bakım ve kontrollerini yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Uçakta kullanılan boru tiplerinin kullanım yerine göre farklarını inceleyiniz.
- Uçakta borular için kullanılan bağlantıları araştırınız.
- İncelemelerinizi sınıfta arkadaşlarınız ile paylaşınız.

## 4. BORULAR VE BİRLEŞTİRİCİLER

### 4.1. Uçakta Kullanılan Rijit ve Bükülebilir Borular ile Bağlantı Elemanlarının Tanımlanmaları ve Tipleri

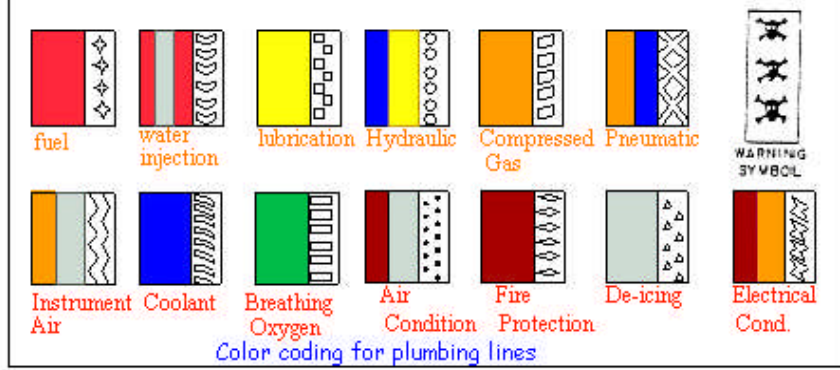
#### 4.1.1. Borular

Akışkanların (su, yağ, hava ve yakıt) bir yerden başka bir yere kontrollü olarak istenilen şekilde, istenilen yere taşınmasında kullanılan kapalı yollara boru denir. Sistem basıncına dayanımlı ve basıncı her mesafeye kayıpsız olarak iletebilme özelliğine sahiptir.

Borular uçakta farklı yerlerde kullanılır. Bu sistemlere bakacak olursak yakıt, hidrolik, air data (hava bilgisi), de-icing (buzdan korunma), rain protection (yağmurdan korunma), extinguishing (yangın söndürme), pressurization (basınçlandırma), water (su), waste water (atık su), air conditioning (klima) ve oxygen (oksijen) sistemidir.

Uçak sistemlerinde kullanılan boru sistemler; metal borular, metal fittingler (bağlantı elemanı) ve flexible hortumlardan oluşur. Borular kullanılacağı yerlere göre çeşitli testlerden geçirilir. Bu işlemler sonucu hangi borunun nerede kullanılacağına karar verilir. Bu testler borunun kullanılacağı sistemdeki basınç değerlerine dayanımı için yapılır. Ayrıca boruların magnetic veya non-magnetic oluşları da test edilir. Örnek olarak karbon alaşımlı çelikler, hafif alaşımlı çelikler, saf nikel magnetic fakat nikel alaşımlı çelikler non-magnetic yapıdadır. Bütün borular uçağa takılmadan önce gerekli testler yapılır. Borular çalışma esnasında hasarlanabilir. Hasarlar genellikle aşırı titreşim, kötü montaj, sürtünme ve çarpmadan oluşur. Hasarlı borular tespit edilerek gereken önlemler alınmalıdır.

Boruların üzerinde hangi sisteme ait olduklarını gösterir semboller bulunur. Borunun hangi sisteme ait olduğunu anlamak için bu simgeleri bilmek gerekir.



**Şekil 4.1: Uçakta kullanılan boruların simgeleri**

Eğer sistem hareketli ve titreşime maruz kalan yerden geçiyorsa sistemde esnek (flexible) veya halka borular, herhangi bir zorlamayla karşılaşmayan yerlerde ise düz borular kullanılır. Bu borular genelde alüminyum ve paslanmaz çelikten imal edilir.

Alüminyum borular hafiflikleri ve işlenme kolaylıkları nedeniyle uçak sistemlerinde genellikle 1500 PSI'ya kadar olan basınçlarda kullanılır. Fakat bunların alaşımında kullanılan malzemeler farklı olduğu için her alüminyum boru 1500 PSI basınç altında kullanılmadığı gibi sert alaşımlı olanları 3000 PSI gibi yüksek basınç altında kullanılabilir. Paslanmaz çelikten yapılan borular ise yüksek basınç hatlarında ve dış etkilere maruz kalan noktalarda (hücum kenarlarında) kullanılır. Pahalıdır ve sert oluşu sebebiyle işlenmesi için özel cihazlar gerekir. Uçakta kullanılan malzemelere ait standartlar BMS, MIL ve diğer standartlar Tablo 4.1'de verilmiştir.

TABLE I CROSS REFERENCE OF TUBING TO BMS/MIL SPECIFICATION			
TUBING MATERIAL	BMS	MIL	OTHER
ALUMINUM 6061-T4, 6061-T6	---	WW-T-700/6 *E1] T-7081	--- AMS 4083
CRES 21-6-9	7-185	---	---
1/8 HARD CRES 304-1/8h	---	T-6845	AMS 5566
ANNEALED CRES 304	---	T-8504	AMS 5567
ANNEALED CRES 321	---	T-8808	AMS 5556 AMS 5557
TITANIUM 3AL-2.5V	7-234	---	AMS 4945

**Tablo 4.1: Boru malzemelerinin standartlarının BMS/MIL karşılıkları**

### ➤ **Boruların kodlandırılması**

Boruların kodlandırılmasında boruya ait fittingler, sleeve'ler, nutlar, boru bükme aparatlarının sonunda yer alan ortak bir numarada ( – Nu.) birleşir. Aynı boru çapı için kullanılan tüm elemanların “– Nu.”ları aynıdır. Burada 1 inch'e karşılık gelen Nu = 16'dır.

Örnek verecek olursak 1 inch'lik borunun ve elemanlarının “– Nu”'sı 16'dır. Bu sayı 16'ya bölünerek boru çapı elde edilir.

6061T6 -16 (Al boru)  
MS21922-16 (Sleeve)  
MS21921-16 (Nut)  
MS21902-16 (Union) örneğinde olduğu gibi “– Nu.” aynı birleştirme elemanları için ortaktır. Hepsinin çap ölçüsü  $16/16 = 1$  inch olur.

Bir başka örnekle MS21902 – 4 eleman için  $4/16 = 1/4$  inch olur.

Boru çapı  $5/8$  inch olan borunun ve birleştirme elemanlarının “– Nu.”sının, boru çapının bayağı kesir değerinin paydası 16 olacak şekilde pay ve paydayı genişleterek buluruz.  $5/8 = 10/16$  olduğuna göre “– Nu.” 10 olacaktır.

### ➤ **Boru hasarları ve tamir edilecek malzeme**

Boru hasarları incelenirken hasar tipine göre; eğer hasar  $90^\circ$  veya daha küçük açılı bir aşınma ise A ( $A < 5\% T$ ), dairesel aşınma ise B ( $B < 10\% T$ ), çarpmadan dolayı bir eğilme ise C ( $C < 2\% OD$ ) kabul edilir ve boru kalınlığı (T) ve boru çapı (OD) bilinmelidir. Bu limitleri aşıyorsa boru yenisiyle değiştirilir veya tamir edilir.

Boru hasarlıysa ve tamir edilecekse aynı malzeme boru kullanılır. Eğer mümkün olmuyorsa alüminyum alaşımları için çelik veya titanyum alaşımı, çelik boru için titanyum boru ve titanyum boru çelik boru ile değiştirilir. Alüminyum veya titanyum için çelik kullanılacaksa borunun ağırlığı dikkate alınmalıdır.

Borular, yapıldığı malzemeye göre isimlendirilir. Uçakta kullanılan rijit borular, malzeme olarak incelendiğinde kullanıldıkları yere göre farklı olabilmektedir.

### ➤ **Hidrolik sistemler için**

- 6061-T6 ALUMINUM - MIL-T-7081, WW-T-700/6 (Alaşımlı alüminyum)
- ANNEALED CRES - MIL-T-8504, MIL-T-8606, MIL-T-8808 (Tavllanmış Corrosion Resistant Steel)
- 1/8 HARD CRES - MIL-T-6845 (Sert Cres)
- 21-6-9 CRES - BMS 7-185 (Cres)
- TI-3AL-2.5V - BMS 7-234 (Titanyum alaşımı)

Alüminyum, cres (Corrosion Resistant Steel: Korozyon dayanımlı çelik), titanyum borular yukarıda standartları ve muadil MIL ve BOEING standartlarında verilmiştir.

Aşağıdaki tabloda hidrolik sistemde kullanılan farklı boruların çap ölçülerine göre kalınlıkları verilmiştir. Bu tabloda “nominal diameter” boru çapını, “thickness” ise boru kalınlığıdır. Kalınlık için (in) inch ölçüyü, (mm) de milimetrik ölçüyü gösterir.

NOMINAL DIAMETER		THICKNESS					
		STAINLESS STEEL 21.6.9		LIGHT ALLOY 6061.T6.		TITANIUM Ti 3AL 2.5V	
in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm
1/4	6.35	0.016	0.41	0.035	0.89	0.016	0.40
3/8	9.53	0.020	0.51	0.035	0.89	0.019	0.48
1/2	12.70	0.026	0.66	0.035	0.89	0.026	0.66
5/8	15.88	0.033	0.84	0.035	0.89	0.032	0.81
3/4	19.05	0.039	0.99	0.035	0.89	0.039	0.99
1	25.40	0.052	1.32	0.048	1.22	0.051	1.30
1.1/4	31.75	0.024	0.61				
1.1/2	38.10	0.024	0.61	0.035	0.89		

Tablo 4.2: Hidrolik sistemde boru kalınlıkları

TABLE 2 Hidrolik sistem basınçları HYDRAULIC SYSTEM DESIGN PRESSURES			
COMPONENT	Maximum Working Pressure ps1 mwp	Proof Pressure ps1 pp	Burst Pressure ps1 Bp
Pressure lines (including hoses and fittings) and units with air under full system pressure (such as accumulators). P	3000	6000	12000
Return and case drain lines, fittings and units R	600	900	1500
Return line hoses R(h)	600	1500	3000
Pump Supply reservoirs, A units, lines and fittings	65	100	200
Airbleed Line (Upstream of regulator) U	250	500	1000
Drains and vents open to atmosphere D	15	50	75

Tablo 4.3: Hidrolik sistem basınçları

Hidrolik sistemde basınç değerleri Tablo 4.3'te verilmiştir. Tablodaki komponent sütununda P basınç hattı elemanlarını, R dönüş hattı elemanlarını, R(h) dönüş hattı hortumları, A depo besleme hattını, U regülatör sonrası basınç, D atmosfer drain basıncıdır.

---

Basıç değerlerinden (mwp) maksimum çalışma basıncı, (pp) alışma basıncı, (Bp) ise hattın dayanabileceği basınçtır.

Hidrolik sistemde tamir yapılırken borular sökülürken dikkatli olmak gerekir. Hidrolik sıvısı (SKYDROL 500- B- BMS 3- 11 Typ IV) menekşe renkli, çalışma dercesi 1100 °F - 593.3 °C olup solunum sisteminde, deri üzerinde, gözde, lastik, plastik ve kauçukta tahribat yapar. Dolayısıyla dikkatli olmak gerekir. Hidrolik sistemle çalışan kısımların çalışma sahasında insan ve teçhizat bulunmamalıdır. Hidrolik sistemden sökme işlemi yaparken sistem depo basıncı sıfırlanmalıdır.

➤ **Yakıt sistemler için**

Yakıt sisteminde depolardan motorlara ve APU'ya giden borular çelik borular olup alüminyum shroud ile kaplanmıştır. Basıncılı kabin içindeki borular tek parçadır. Pylondan motora giden yakıt boruları ise ısıya dayanıklı ve bükülebilir borulardır.

➤ **Su sistemi ve hava sistemi için**

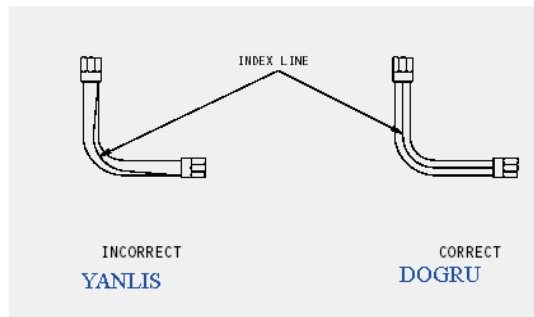
Su sistemi ve hava sistemleri için kullanılan boruların malzemesi stainless steel ve cres malzemeli borulardır.

➤ **Bükülebilir borular**

Bükülebilir borular titreşimli çalışan bölgelerde ve sistem hattının bükülüp kıvrıldığı bölgelerde ve hareketli elemanların sisteme bağlanmasında flexible bağlantı oluşturabilmek için kullanılır. Genellikle sentetik esaslı borulardır.

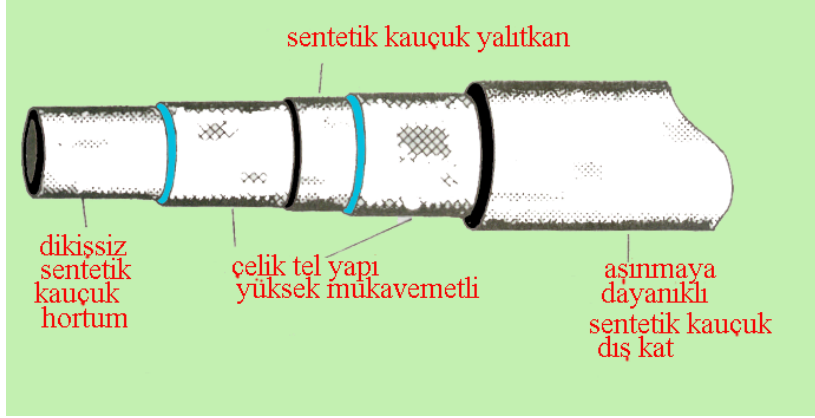
- Buna-N (Yakıtı karşı dayanıklıdır. Hidrolikte kullanılmaz.)
- Neoprene (Yakıtı karşı dayanıksızdır. Pasa karşı dayanımlıdır. Hidrolikte kullanılmaz.)
- Butyl (Hidrolikte skydrol ve phosphate ester sıvısı ile kullanılır. Petrole karşı kullanılmaz.)
- Teflon (Dupont idmiyle satılır vr 65 F ila -450 F ısılar arasında kullanılır ancak ömrü kısadır.)

Bükülebilir bağlantılarda bağlantının doğru yapılabilmesi için üzerindeki endeks çizgisi (index line) bağlantının uzunluğu boyunca düz bir çizgi olarak devam etmelidir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2: İndex line (endeks çizgisi)

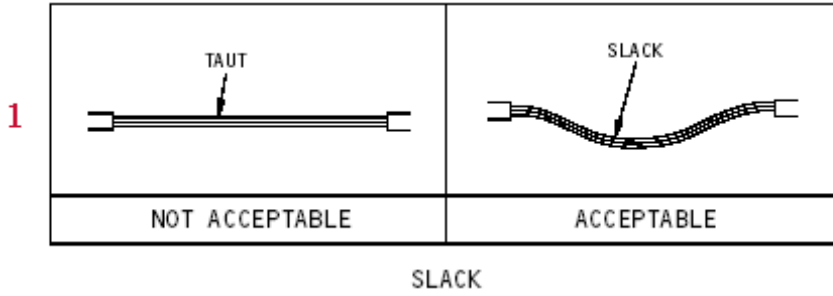
Bu elemanlar malzeme olarak plastik, çelik tel örgü ve sentetik kauçuk katmanlarından meydana gelir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3: Hortumların yapısı

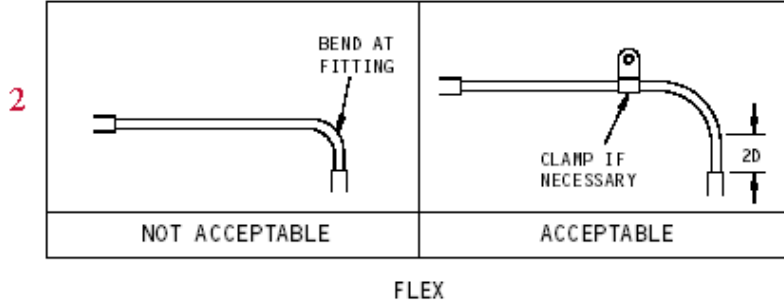
Bükülebilir boruların bağlantılarında dikkat edilmesi gereken noktalar aşağıda doğru ve yanlış usulleri ile örneklenmiştir. Örneklerde kabul edilebilir (ACCEPTABLE) ve kabul edilemez ( NOT ACCEPTABLE ) şekiller görülmektedir.

- Bağlantının gergin olmaması gerekir. Gevşek (slack), esnek yapıda olmalı.



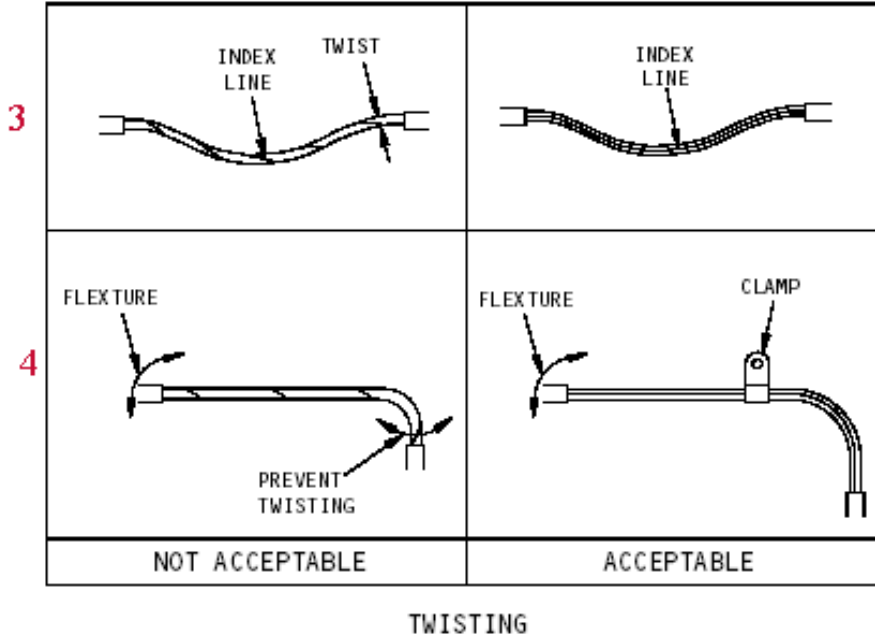
Şekil 4.4: Slack

- Birleştirme noktaları boru çapının iki katı uzunlukta (2D) ve düz olmalı ve gerekirse kelepçe (clamp) kullanılmalı.



Şekil 4.5: Flex

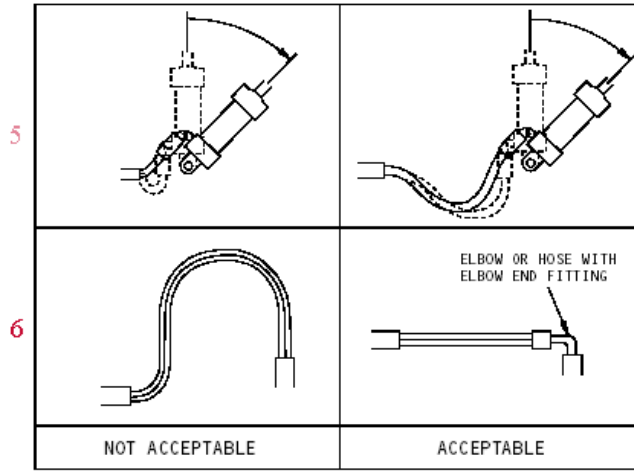
- Index çizgisi boru hattında burulmamalı, düz olmalı.



Şekil 4.6: Twisting (burulma)

- Bükülme bölgeleri, hareketli elemanlar üzerinde çalışıyorsa hareket esnasında bir gerginlik oluşturmayacak esneklikte bükülmelidir. Bükülme boyu çok uzun bırakılmamalı: Gerektiğinde dirsek bağlantılar da (elbow fitting) kullanılabilir.

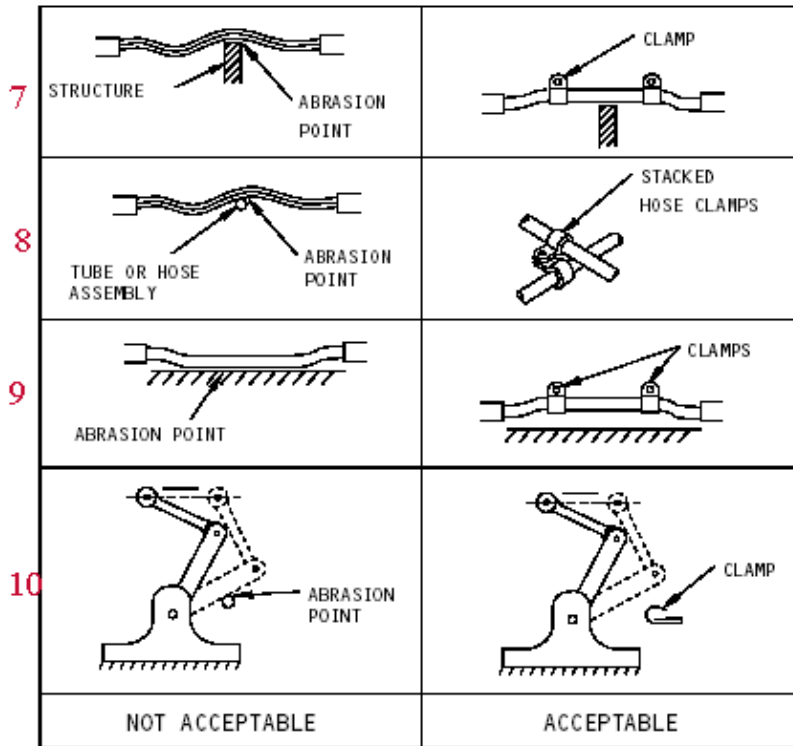




BENDING

Şekil 4.7: Bending

- Hortumların bağlandıkları noktalarda sistem ile etrafındaki bir yapı elemanı veya bir başka mekanizma ile bir boşluk (clearance) bırakılmalıdır.

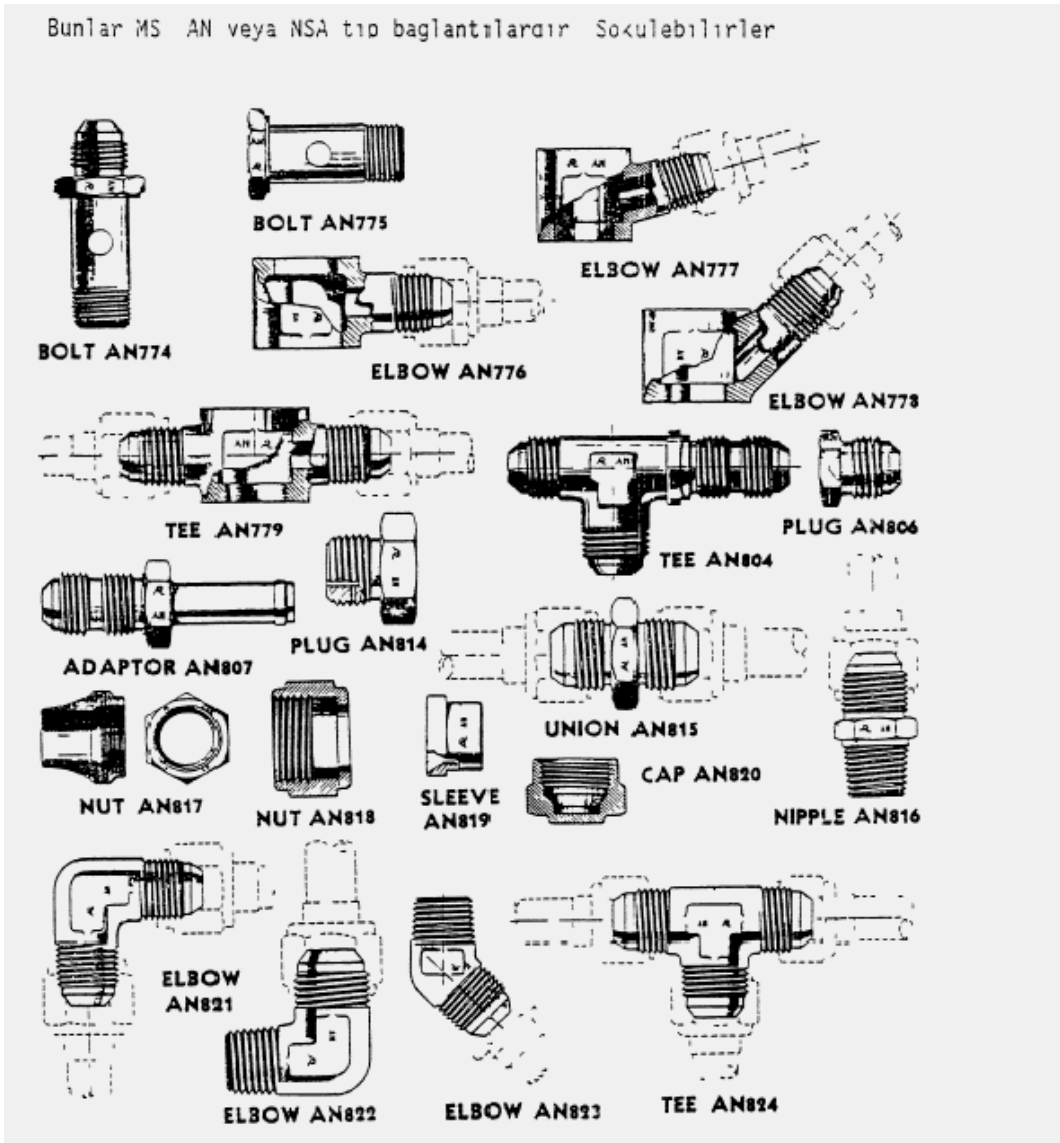


CLEARANCE

Şekil 4.8: Clearance

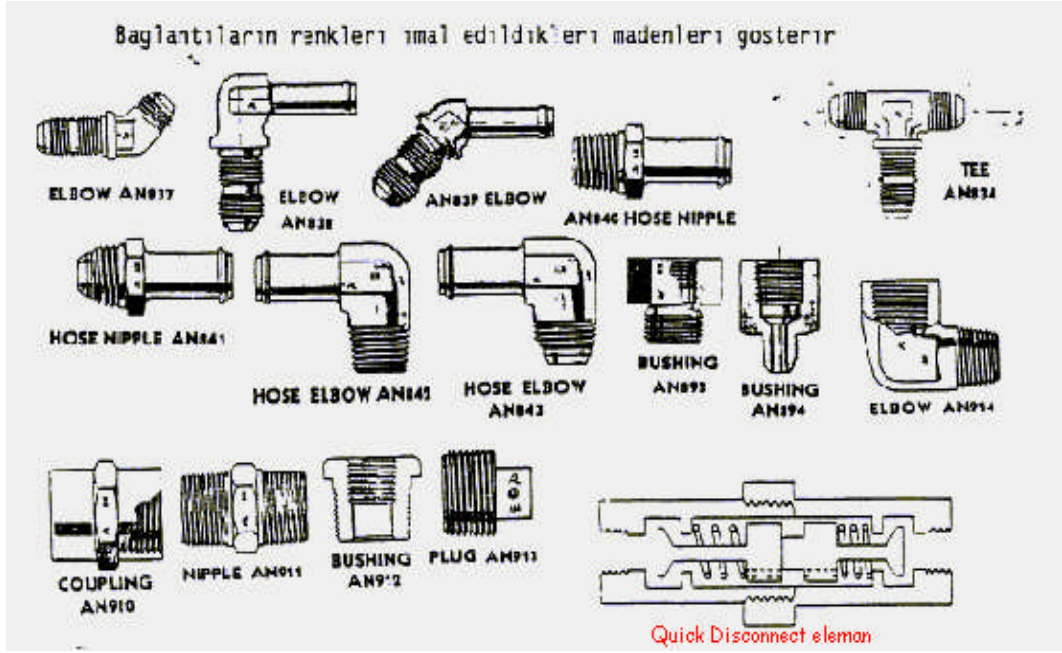
#### 4.1.2. Bağlantı Elemanları

Boru sistemlerinde kullanılan bağlantı elemanlarının çeşitleri, isimleri, şekil ve görevleri aynı olmakla birlikte ölçü bakımından farklı standartlarda olmaktadır. Sökülen bir bağlantının değiştirilmesi veya tamir edilmesi ancak kendi standardındaki bir eleman ile mümkündür. Bu standartlar MS (Military Standarts) , AN (Air Force-Navy) ve NAS (National Aircraft Standart) standartlarıdır. Uçaklarda kullanılan bağlantılarda uçak tipine göre imalatçının patentindeki standartlara müsaade edilir. (Şekil 4.9 ve 4.10)'da bağlantı elemanlarının çeşitleri görülmektedir.



---

**Şekil 4.9: Bağlantı elemanlarının çeşitleri**

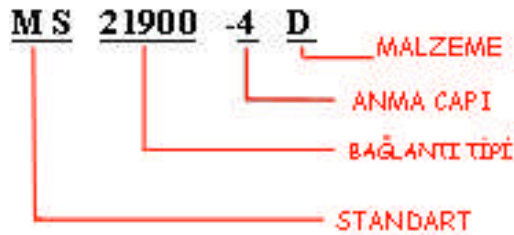


Şekil 4.10: Bağlantı elemanlarının çeşitleri

Bağlantı elemanları nut, bolt, nipple, sleeve, tee, elbow, plug olmak üzere değişik tiplerdedir. Ayrıca bunlardan başka quick disconnect elemanlarda hızlı söküp takılan sisteme yabancı madde girmesini engelleyen istenildiğinde akışı kesen tip elemanlardır.

Bağlantı elemanları sınıflandırılırken iki gruba ayrılır. Swage (sıkı, emin) bağlantılar ve swage olmayan bağlantılar. Swage bağlantılardan daha sonra standart birleştiriciler konusunda bahsedilecektir (Bakınız 4.2). Yukarıda gösterilen bağlantılar swage olmayan tür bağlantılardır ve sökülebilir tip elemanlardır.

Bağlantı elemanlarının standart gösterilişi önemlidir. Örnek olarak (MS 21900 -4 D ) bağlantı elemanının standart gösterilişini açıklayalım:



Şekil 4.11: Bağlantı elemanlarının gösterilişi

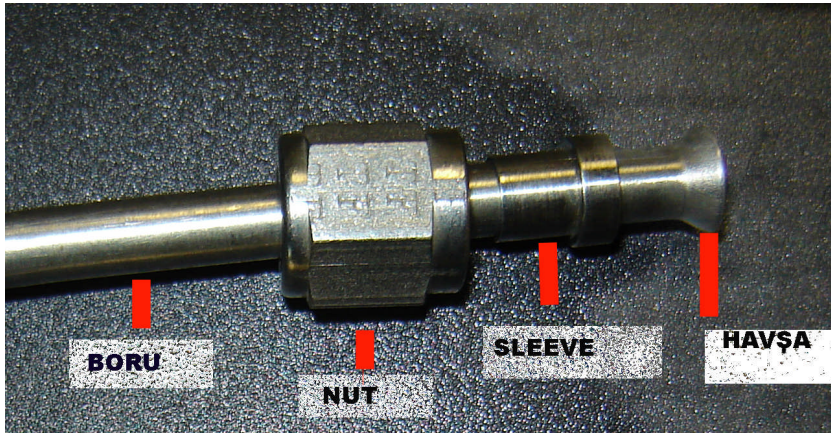
Anma çapı 16'ya bölünerek inch olarak ölçüsü verilir. 4 için  $4/16 = 1/4$  inch olur. Malzeme ifadesi ise "D" alüminyum alaşımları için, "C" çres malzeme için, "B" piring alaşımları için ve "Z" alüminyum bronz alaşımları için kullanılır.

## 4.2. Uçak Hidrolik, Yakıt, Yağ, Pnematik ve Hava Sistem Borularındaki Standart Birleştiriciler

Sistemlerde kullanılan standart birleştiriciler bağlantı elemanları kullanılarak yapılan birleştirme şekilleridir. Bunlar en yaygın olarak AN birleştirme, MS birleştirme, permaswage birleştirme ve H-fitting (Harrison) birleştirmedir.

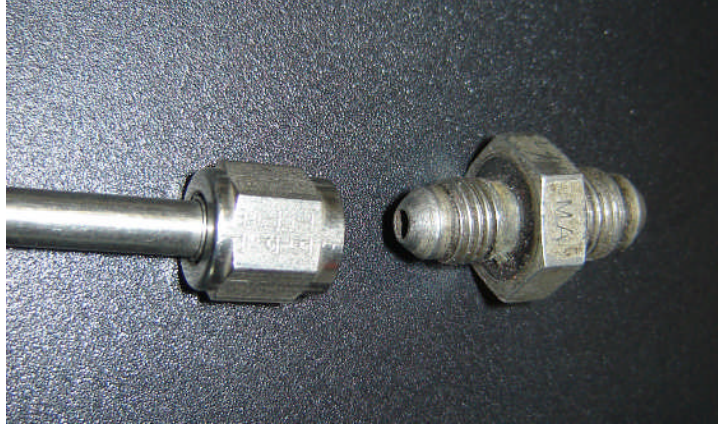
### ➤ AN birleştirme

AN birleştirmeler, AN standart birleştirme elemanları ile yapılan ve havşalı bir birleştirme şeklidir. Birleştirilen boruların uçlarına havşa açılan birleştirme şeklidir. Swage olmayan sökülebilir bir bağlantıdır. Resim 4.1'de AN birleştirme ve elemanları görülmektedir. Boruya nut (rakor) ve sleeve (yüksük) yerleştirilerek ağız açılır. Bir nippel yardımıyla aynı şekilde hazırlanmış diğer boru ucu ile ANM'ye göre birleştirilir. Resim 4.2'de ise AN birleştirme elemanları ve birleştirilecek nippel görülüyor.



Resim 4.1: AN birleştirme için boru ve elemanları

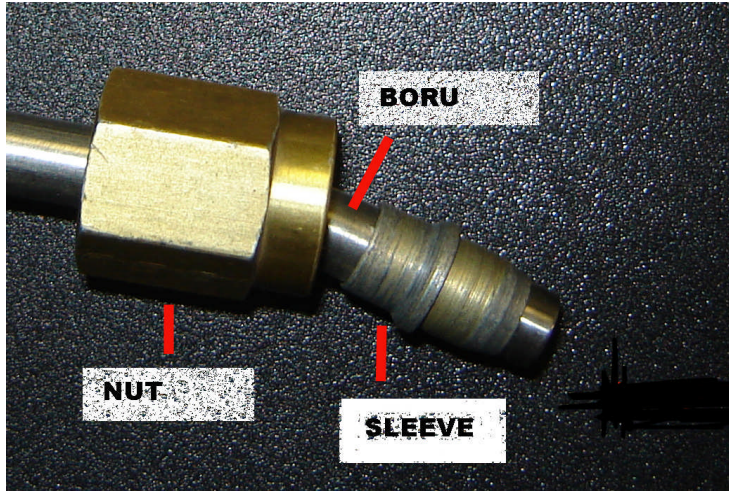




Resim 4.2: AN birleştirme ve nippel

➤ **MS birleştirme**

MS birleştirme, AN birleştirme gibi swage olamayan sökülebilir bir birleştirmedir. AN birleştirmeden farkı havşasız oluşudur. MS birleştirme için MS standart fittigler (bağlantı elemanı) kullanılır. MS birleştirme, genellikle yüksek basınç hatlarında kullanılır. Resim 4.3'te MS birleştirme elemanları görülmektedir. MS birleştirmede boru hazırlandıktan sonra nut takılarak boru ağzına uygun sleeve yerleştirilir. Diğere borunun bağlantı elemanları da aynı şekilde hazırlanarak bir nippel yardımıyla borular birleştirilir (Resim 4.4).

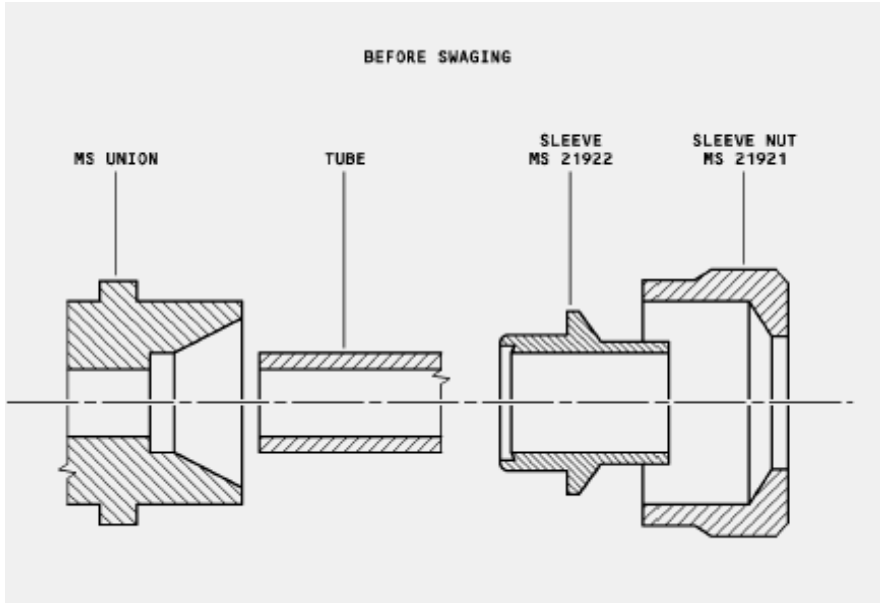


Resim 4.3: MS birleştirme ve elemanları

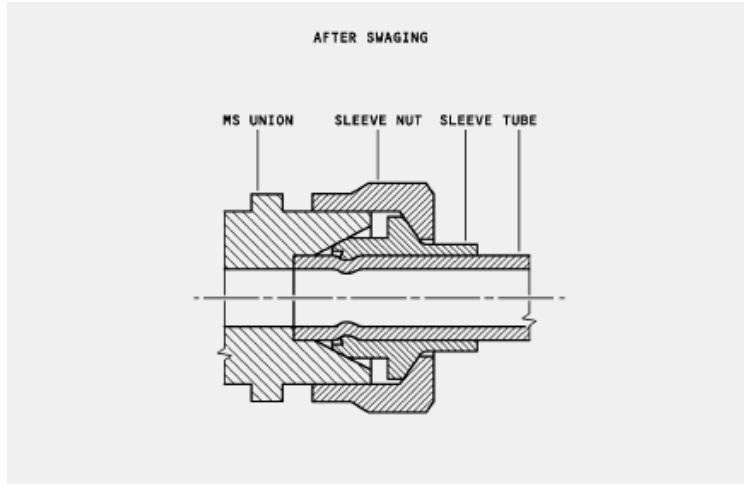


**Resim 4.4: MS birleştirme ve nippel**

MS birleştirme için sleeve takılmadan önce kesilmiş ve ağzı temizlenmiş (deburring) boru hazırlanır. Sleeve (yüksük) takılmadan önce nut (rakor) takılır. Sleeve yapıldıktan sonra nut çıkmayacaktır. Sleeve'in boruyu kavraması için nut ve nippel birbirine torklanarak sleeve ucunun ezilmesi ile boruyu sarması ve sıkı şekilde kavraması sağlanır. Sleeve boruya takılırken AMM'deki ölçüsüne göre boru ucundaki mesafesi -yaklaşık olarak nippel içindeki havşa ölçüsüne oturacak kadar- ayarlanır. Şekil 4.12'de MS birleştirme takılmadan önce, Şekil 4.13'te ise MS birleştirme yapıldıktan sonra görülmektedir.



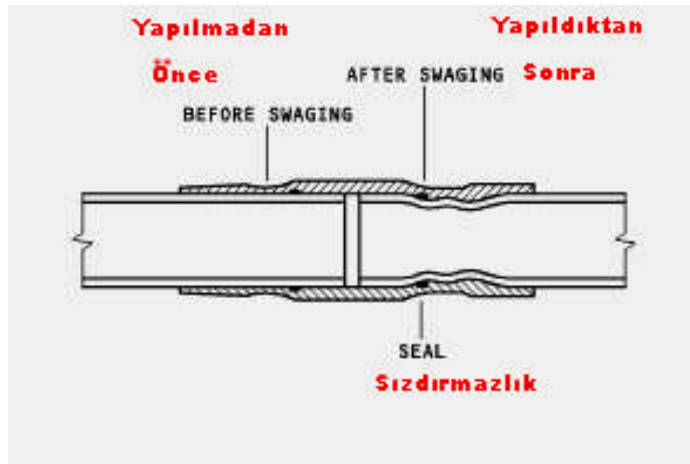
**Şekil 4.12: MS birleştirme yapılmadan önce elemanları**



Şekil 4.13: MS birleştirme yapıldıktan sonra elemanları

➤ **Permaswage birleştirme**

Permaswage birleştirme, swage bir birleştirme türüdür. Permaswage birleştirme sökülemeyen bir bağlantıdır. Ulaşılamayan ve sökülemeyecek yerlerde kullanılır. Tek bir kez kullanılan bağlantı sökülünce bir daha kullanılamaz. Permaswage bağlantı için boru ve bağlantı elemanları özel kit ile tamir edilir. Permaswage tamir kiti tamir edilen boru çapına göre seçilir.



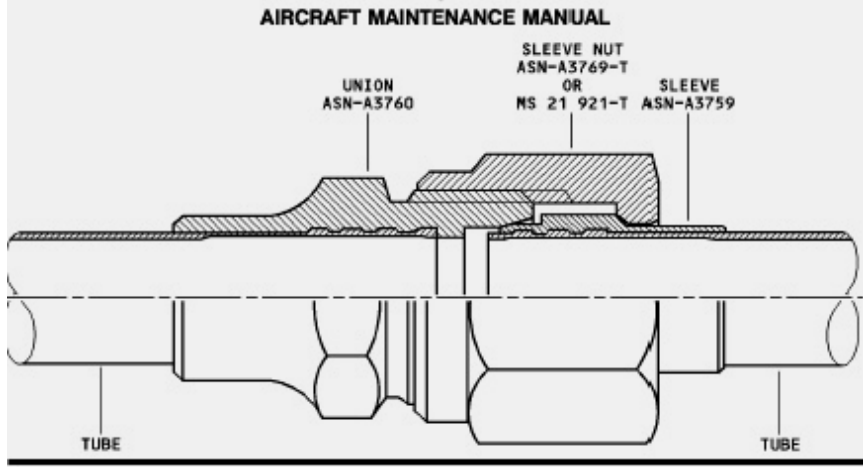
Şekil 4.14: Permaswage bağlantı

Permaswage bağlantı Şekil 4.14'te görüldüğü gibi borunun içerden şişirilmesi ile yapılan ve seal uygulanarak sızdırmazlık sağlanan sıkı bir bağlantıdır.

➤ **H-fitting (Harrison) birleştirme**

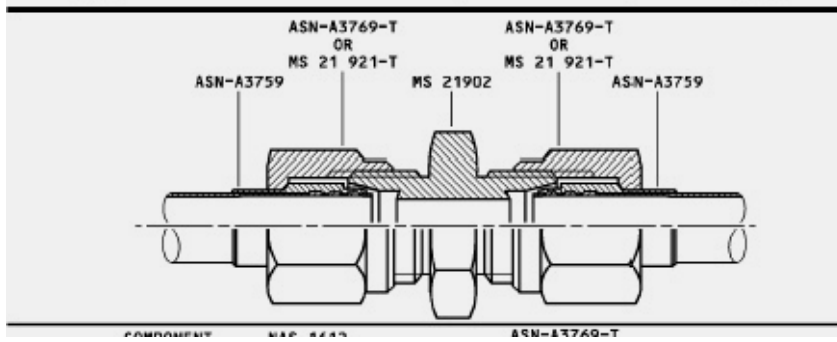


Harrison fitting birleştirme çok kez sökölüp takılan yerlerde kullanılan birleştirme şeklidir. Farklı şekilleri Şekil 4.15, 16 ve 17'de görölmektedir.



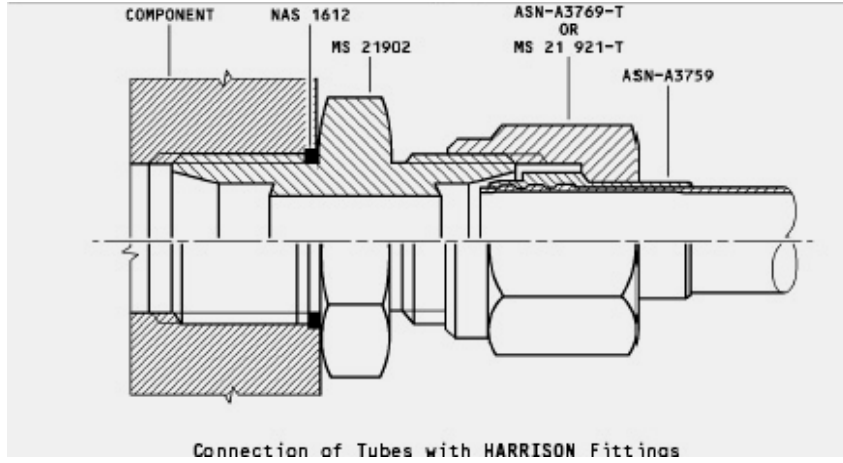
Şekil 4.15: Harrison fitting

Şekil 4.15'te borular h-fitting ile birleştirilirken sleeve (yüksük), nut (rakor) ve union (birleştirme elemanı) kullanılmıştır.



Şekil 4.16: Harrison fitting

Şekil 4.16'da borular h-fitting ile birleştirilirken nut, sleeve ve union görölmektedir.



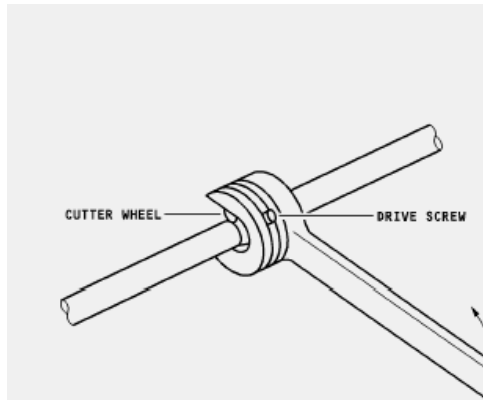
**Şekil 4.17: Harrison fitting**

Şekil 4.17’de borunun bir komponente h-fitting ile birleştirilmesi görülüyor.

### 4.3. Borular ve Hortumlar

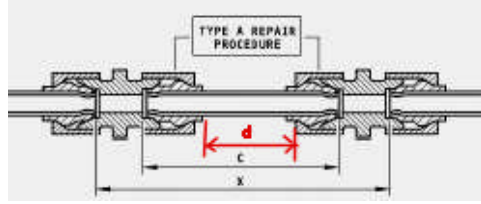
Borular ve hortumların öğrenmiş olduğumuz standart birleştirme şekilleriyle standart bağlantı elemanları kullanılarak birleştiriminin AMM’de belirtildiği şekilde hazırlanması gerekir. Yapılan tüm işlemler için AMM prosedürleri esas olmakla birlikte birleştirme işlemleri için genel olarak yapılan işlemler aşağıda anlatılmıştır.

- Tamir edilecek boru bağlantısının sökülmesi veya hasarlanmış borunun hasar bölgesinin kesilmesi: Bağlantı sökülürken sistem basıncının sıfır olması ve basınç hatlarının tamamen basınçsızlandırılması gerekir. Özellikle hidrolik sistemlerde kullanılan hidrolik sıvısına hiçbir şekilde temas edilmemeli ve solunumu yapılmamalıdır.
- Hasarın boyutuna göre limitleri tespit edilerek boruda yapılacak birleştirimin büyüklüğü ve kesilecekse, kesilecek kısım tespit edilir.



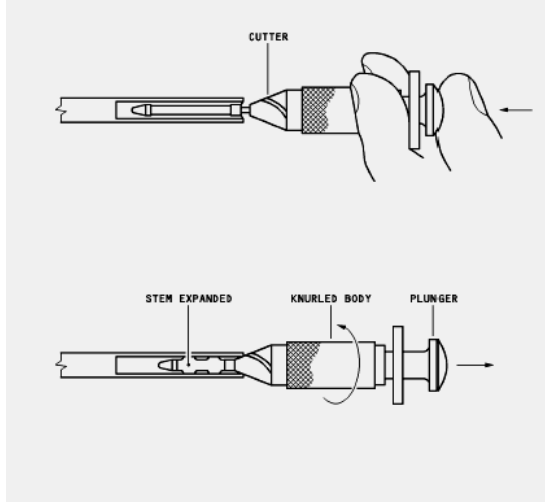
#### Şekil 4.18: Boru kesme aparatı ve kesme işlemi

- İki birleştirme arasındaki minimum ölçü AMM'de belirtilen değerden az olamaz. Bu ölçü Şekil 4.19'da (d) olarak gösterilmiştir.



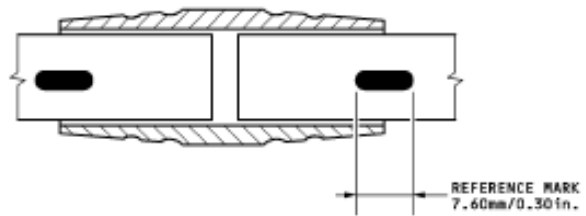
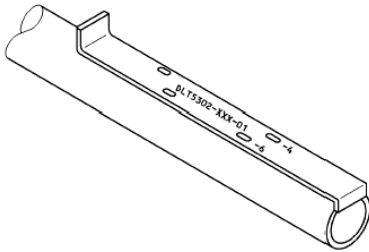
#### Şekil 4.19: Birleştirmeler arası mesafe

- Kesilen borular için çapak alma (deburring) işlemi yapılır. Bu işlem ile kesilen boru temizlenerek pah kırma işlemi yapılır.



#### Şekil 4.20: Boruya deburr tool'un yerleştirilmesi ve deburring

- Birleştirmenin boru üzerindeki konumu standart bir işaretleme cetveli (marking tool) ile işaretlenir.

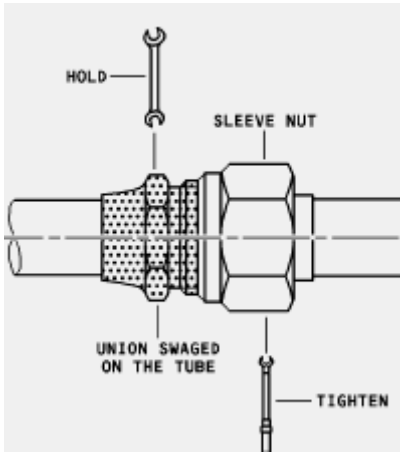


**Şekil 4.21: Boruyu marking tool ile işaretleme**

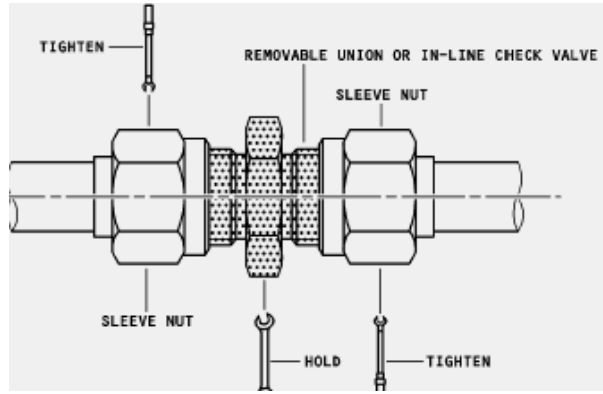
**Şekil 4.22: İşaretlenmiş boru**

İşaretlerin konulması ile yapılan birleştirmenin boru ucu ile mesafesinin maksimum ve minimum olarak iki işaret ile gösterilmesi sağlanır. İşaretlenmiş boru ile işarete göre fitting'in konumu Şekil 4.20'de görülmektedir.

- Borular hazırlandıktan sonra birleştirme elemanları ile birleştirilir. Birleştirme elemanlarının torklanmasında tork miktarı ve torklama noktaları AMM'de gösterildiği gibi olmalı. Bağlantının tipine göre tork değeri ve tork noktaları farklı olabilir. AL boru ile çelik boru birleştirilirken AL boruya göre tork uygulanır.



**Şekil 4.23: Tork şekilleri**



**Şekil 4.24: Tork şekilleri**

Şekil 4.23 ve 24'te tork şekillerine örnek verilmiştir. A340 için AMM (20-23-11)'de diğer örnekler bulunabilir. Örneklerde (tighten) anahtarı, sıkılacak tarafı ve (hold) anahtarı tutulacak tarafı gösterir.

- Birleştirme yapıldıktan sonra sızdırmazlık sağlanır ve boruların kelepçelenerek titreşimlerden ve çalışma basıncından etkilenecek çözülmelere maruz kalması önlenir. Kelepçeleme işleminde kelepçeler arası mesafe ve boru ya da hortumun yakınında bulunan yapı ya da başka bir yapı elemanına mesafesi minimum değerler olarak AMM'de verilmiştir. Tablo 4.4'te clamp (kelepçe) mesafeleri verilmiştir. \* [1] değerleri kanat arka spur, motor dikmesi ve motor arka fairingleri için kullanılan değerlerdir.

Normal Tube Clamp Maximum Spacing Table 402			
Tubing OD (Inches)	Material	Usual Clamp Spacing (Inches)	Special Clamp Spacing *[*1]
1/4	Steel, Titanium	16.0	12.0
3/8	Steel, Titanium	20.0	15.0
3/8	Aluminum	16.5	12.0
1/2	Steel, Titanium	23.0	17.0
1/2	Aluminum	19.0	14.0
5/8	Steel, Titanium	22.0	18.5
5/8	Aluminum	22.0	16.5
3/4	Steel, Titanium	27.5	20.5
3/4	Aluminum	24.0	18.0
1.0	Steel, Titanium	30.0	22.5
1.0	Aluminum	26.5	19.5
1 1/4	Steel, Titanium	31.5	23.5
1 1/4	Aluminum	28.5	21.0

\*[\*1] Use special clamp spacing for the Wing Rear Spar, Engine Strut, Engine Aft Fairing

**Tablo 4.4: Clamp ölçüleri**

#### 4.3.1. Uçak İnce Borularını Eğme ve Ağız Açma

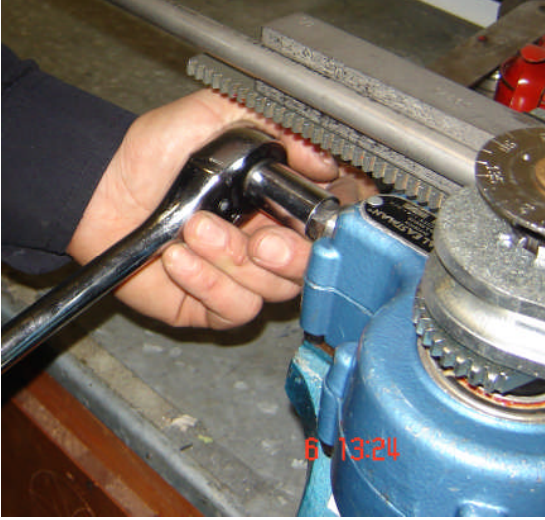
##### ➤ Boruları eğme

Borularda belli açılarda bükülme sistem içerisinde gerekli olduğu zaman borular uygun aparat ve yöntemlerle bükülür. Boru bükülmeden önce gerekli boyda hazırlanır. Borunun hazırlanmasında yapılan tesviye ve düzeltme işlerinde borunun zarar görmemesi için özel bağlama aparatları kullanılır. Hadde de denilen bu aparatlar, boruyu ezmeden sıkarak mengeneye bağlamak için farklı boru çaplarına uygun olarak yapılmış bir tür kalıptır (Resim 4.5).

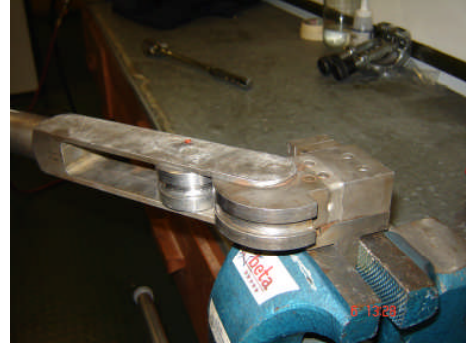


#### Resim 4.5: Boru bağlama aparatı

Borunun boyu ve ağızı uygun şekilde işlendikten sonra boru eğme için kullanılan uygun aparatlar ile boru, istenilen derecede bükülebilir. Bükme işleminde kullanılan aparatlar ve aparatlara ait tüm parçalar boru çapına uygun olmalıdır. Resim 4.6 ve 4.7’de farklı boru bükme aparatları görülmektedir.



Resim 4.6: Farklı çapları bükülebilen bükme kiti

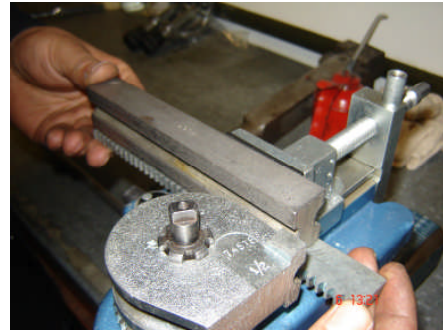


Resim 4.7: 3/8 boru bükme aparatı

- Borunun uygun şekilde boyu hazırlanır ve bağlama aparatı kullanılarak tesviyesi yapılır.
- Bükme aparatının parçaları sırayla yerleştirilerek boru bükme işlemi için hazırlanır. Aparatın tüm parçaları bükülecek boru çapı için uygun olmalıdır.
- Aparatın gövdesi mengeneye bağlama kısmından bağlanır.
- Üzerine radyüs parçası takılır (Resim 4.8).



Resim 4.8: Radyüsün yerleştirilmesi



Resim 4.9: Dayama ve kremayer takılışı

- Boru dayaması ile birlikte radyüsün çevirdiği kremayer dişli dayamanın altına gelecek şekilde yerleştirilir (Resim 4.9).

- Dayama ve dayama ile radyüs arasındaki boru hareketli çene sıkılarak bağlama yapılır (Resim 4.10).
- Radyüs ve dayama boru ile birlikte kelepçelenir (Resim 4.11).
- Bükme açısını ölçebilmek için açölçer yerleştirilir (Resim 4.12).
- Bükme kolu takılarak çevrilir ve radyüsle birlikte borunun dayama üzerinde bükülmesi sağlanır (Resim 4.13).



**Resim 4.10: Borunun sıkılması**



**Resim 4.11: Kelepçenin takılması**



**Resim 4.12: Açölçerin takılması**



**Resim 4.13: Bükme kolunun çevrilmesi**



### ➤ İnce borulara ağız açma

Havşalı birleştirmeler için borulara ağız (havşa) açılır. Havşanın ölçüsüne göre AMM'den bakılarak boruya havşa açılır. Resim 4.14'te ağız açılmış boru görülmektedir. Bu işleme flaring de denilir.



**Resim 4.14: Boru ağız (havşa) açılmış**

Ağız açma işlemi için boru hazırlanıp tesviye edildikten sonra özel aparatı ile mengeneye bağlanır. Havşa açılmadan önce boruya nut takılmış ve sleeve yapılmış olmalı. Havşa açıldıktan sonra bu elemanlar boruya takılamaz.

- Bağlama aparatı ile boru mengeneye bağlanır.
- Havşa açma aparatı bağlama aparatının alt kısmına çekirme ayaklarından tutturulur.
- Havşa açma konisi boru ağzına sıfırlanır.
- Aparatın üzerinde yükseklik ayarı için bulunan hilal uygun konuma getirilerek havşa yüksekliği ayarlanır.
- Vida sonuna kadar sıkılarak boruya ayarlanan yükseklikte havşa açılır.



**Resim 4.15: Havşa açma (flaring) aparatı ve boru bağlama aparatı**

### 4.3.2. Uçak İnce Borularını ve Hortumlarını Kontrol ve Test Etme

Sistem bağlantılarında yapılan gözle kontrollerde birleştirme yerlerinde bağlantı elemanlarına ait sızıntı (leakage) olup olmadığı gözlenir. Sistem hatları üzerinde darbe izleri yuvarlak veya keskin izler ve eğilmeler kontrol edilir. Ayrıca sistem hattını taşıyan ve titreşimleri sönmüleyen kelepçelerin durumları kontrol edilir.



Boru sistemlerinde hasarın derinliği limitlere göre kontrol edilir. Bu limitler için boru malzemesine göre tablolardan hafif alaşımlar için olanına örnek verilmiştir (Tablo 4.5). Diğer tüm malzemeler için aynı Şekilde hasar limitleri AMM’de verilmektedir.

TUBE MATERIAL: LIGHT ALLOY 6061-T6 (ASN-A3410/DAN40)									
OUTER DIAMETER	OD	in.	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 - 1/2
		mm	6.350	9.525	12.700	15.875	19.050	25.400	38.100
THICKNESS	T	inch	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.048	0.035
		mm	0.889	0.889	0.889	0.889	0.889	1.219	0.889
OPERATING PRESSURE		PSI	1000	1000	1000	1000	1000	1000	80
		Bar	70	70	70	70	70	70	5.5
SHARP-BOTTOMED DEFECT	A	in.	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		mm	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.061	0.044
ROUND-BOTTOMED DEFECT	B	in.	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.004
		mm	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.122	0.089
ROUND-BOTTOMED IMPACT	C	in.	0.005	0.007	0.010	0.012	0.015	0.020	0.030
		mm	0.127	0.191	0.254	0.318	0.381	0.508	0.762

A < 5% T  
 B < 10% T  
 C < 2% OD

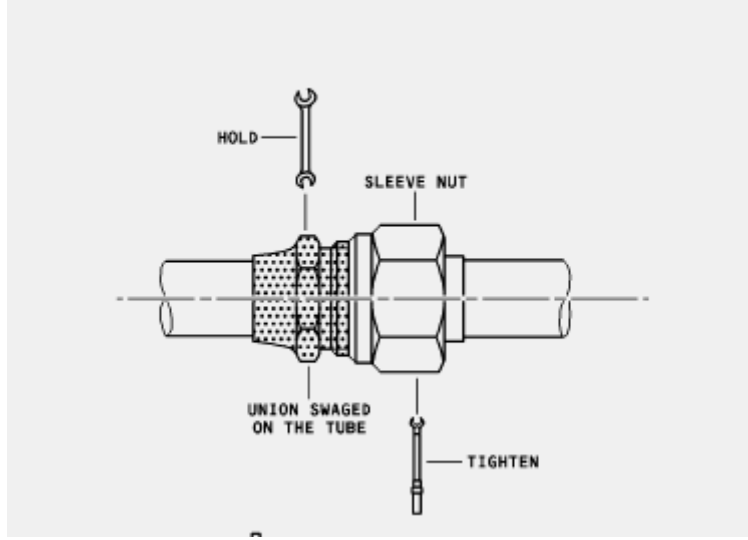
**Tablo 4.5: Hasar limitleri**

Borular üzerinde kontrol edilen diğer hasarlar ise boruda oluşabilecek nick, scratch, scoring, bending, corrosion ve pits olabilir. Bu hasarlar AMM limitlerine göre kontrol edilir.

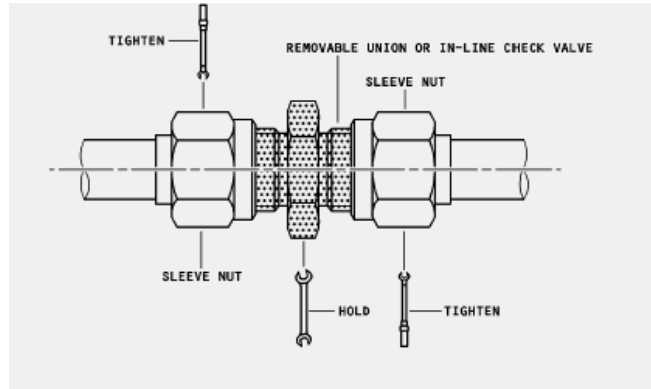
Test işlemleri ise borular ve hortumlar için sisteme takılmadan önce yapılan basınc testi ve manyetik partikül özelliğinin test edilmesidir. Basınc testlerinde borunun et kalınlığı ve çapına göre dayanabileceği basınc uygulanarak borunun dayanımı kontrol edilir. Manyetik partikül testi ise borunun manyetik özelliğini gösterir.

#### **4.3.3. İnce Boruların Yerleştirilme ve Kelepelenmesi**

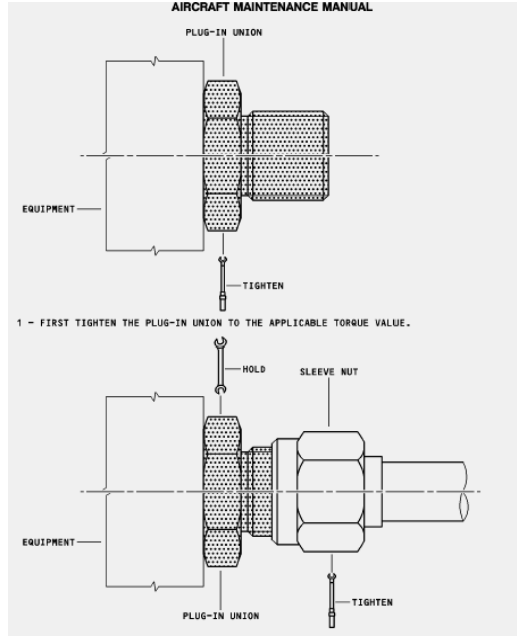
İnce borular yerleştirilirken AMM’de belirtildiği Şekilde doğru olarak torklanır. Bunlara ait örnekler birleştirme tipine göre aşağıdaki Şekillerde gösterilmektedir. “hold” tutulacak anahtar, “tight” sıkılacak anahtar gösterir.



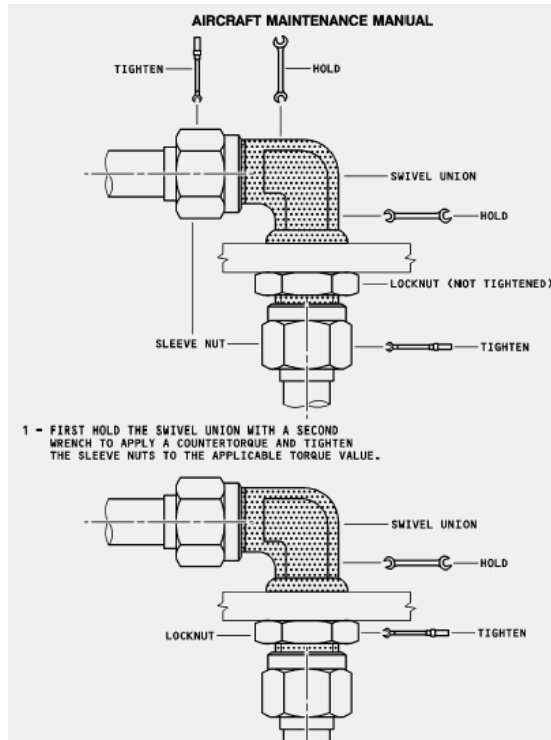
Şekil 4.25: Birleştirmelerin torklama şekilleri



Şekil 4.26: Birleştirmelerin torklama şekilleri

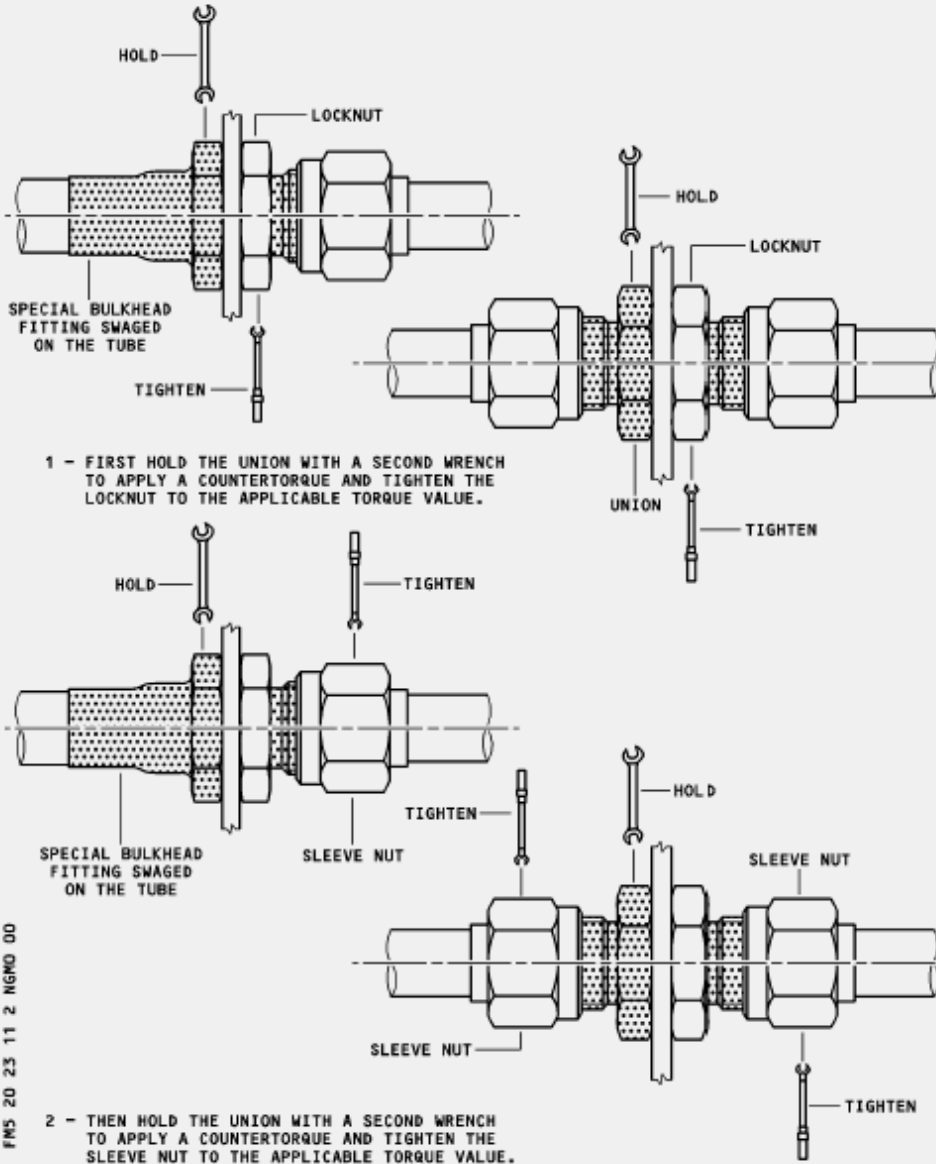


**Şekil 4.27: Birleştirmelerin torklama şekilleri**

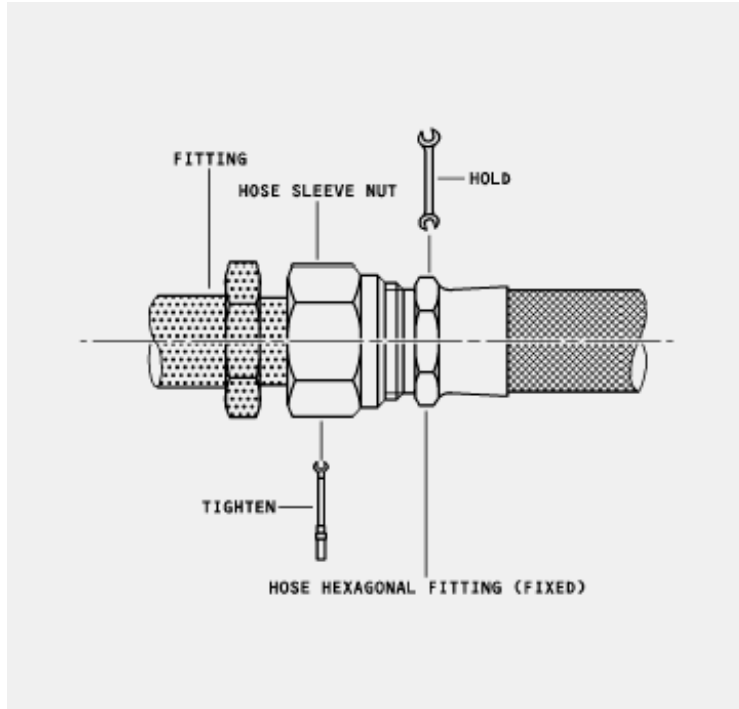


**Şekil 4.28: Birleştirmelerin torklama şekilleri**

AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL



Şekil 4.29: Birleştirmelerin torklama şekilleri



**Şekil 4.30: Birleştirmelerin torklama şekilleri**

AMM’de belirtilen standart ölçülere göre belirtilen aralıklar ile borular kelepçelenir. Kelepçelenen borular için mesafeler Tablo 4.4’te görülmektedir (Bakınız 4.30).

## UYGULAMA FAALİYETİ

Bakım dokümanlarında (AMM, SRM, İPC) belirtildiği şekilde boru ve bağlantılarının bakım ve kontrollerini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Kaçak kontrolü yapınız.	➤ Sistem hatlarında basınç olmamasına dikkat ediniz. ➤ Kaçakları tespit edebilmek için birleştirme yerlerine bakınız. ➤ Boru üzerini de gözle kontrol ediniz.
➤ Boru üzerinde hasar kontrolü yapınız.	➤ Boru üzerinde belirtilen hasar tiplerine bakınız. ➤ Boru malzemesine göre hasar limit tablosunu AMM’de bulunuz. ➤ Varsa hasarın limitlerini ölçerek AMM’ye göre kıyaslayınız.
➤ Korozyon izlerine bakınız.	➤ Korozyon izlerini boru yüzeylerinde gözle kontrol ediniz. ➤ Tespit edilen izlerin derinliğine bakınız.
➤ Kontrol edilecek sistem basıncı kapatınız.	➤ Sistem basınç hattını besleyen pompaları, kapatınız. ➤ Depoları basınçsızlandırınız. ➤ Borulardaki basıncı boşaltınız. ➤ Basıncı kontrol eden valflere ve sigortalara ikaz yazıları asınız.
➤ Hasar yeri için yapılacak tamiri tespit ediniz.	➤ AMM’de verilen tamir örneklerine bakarak yapılacak tamiri seçiniz.
➤ Hasar yeri uygun olarak kesiniz.	➤ Yapılacak birleştirmenin özelliğine göre kesilecek boyu AMM’den bakarak kesiniz.
➤ Deburring yapınız.	➤ Kesilen boru uçlarını temizleyiniz.
➤ Boruya fittinglerini hazırlayınız.	➤ Yapılacak birleştirme için boru fittinglerini boru çapına AMM’den bakarak hazırlayınız.
➤ AMM’de belirtilen şekilde ve torkta fittingleri bağlayınız.	➤ Torklama şekli AMM’de gösterilir. Birleştirmeye göre bakınız. ➤ Tutulacak ve döndürülecek anahtarlara dikkat ediniz. ➤ Sealing işlemlerini tatbik ediniz.
➤ Kaçak testi yapınız.	➤ Tamir işleri bitince birleştirme için sızıntılara bakınız.

## 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. Kaçak kontrolü yaptınız mı?		
2. Boru üzerinde hasar kontrolü yaptınız mı?		
3. Korozyon izlerine baktınız mı?		
4. Kontrol edilecek sistem basıncı kapattınız mı?		
5. Hasar yeri için yapılacak tamiri tespit ettiniz mi?		
6. Hasar yeri uygun olarak kestiniz mi?		
7. Deburring yaptınız mı?		
8. Boruya fittinglerini hazırladınız mı?		
9. AMM de belirtilen şekilde ve torkta fittingleri bağladınız mı?		
10. Kaçak testi 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 uçak borularının malzemelerinden değildir?  
A) Çelik döküm  
B) CRES  
C) Titanyum alaşımları  
D) AL alaşımları
2. Uçak boru bağlantılarında kullanılan standartlar nelerdir?  
A) AN  
B) MS  
C) NAS  
D) Hepsi
3. Uçak boru bağlantılarından MS ve AN birleştirmenin özelliği nedir?  
A) Sıkı ve sökülemez.  
B) Kaynaklıdır.  
C) Sökülebilir bağlantıdır.  
D) Geçme bağlantıdır.
4. Permaswage birleştirme nerelerde kullanılır?  
A) Sık sökülen yerlerde  
B) Her yerde  
C) Sökmesi zor olan yerlerde  
D) fark etmez
5. Boruların kontrolünde aşağıdakilerden hangisine bakılmaz?  
A) Borunun hasarına  
B) Boru malzemesinin cinsine  
C) Borunun kelepçelerine  
D) Ek yerlerindeki sızıntıya
6. MS 21922 – 12 bir bağlantının çapı nedir?  
A) 5/32 inch  
B) 3/16 inch  
C) 1 inch  
D) 3/4 inch



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

7. ( ) Boru ağzı (havşa) açmaya flaring denir.
8. ( ) Birleştirme işleminde kullanılan tüm bağlantılar aynı dash numarasında olmayabilir.

## 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-5

## AMAÇ

Bakım dokümanlarında (AMM, SRM, IPC) belirtildiği şekilde kumanda kablolarının bakım ve kontrollerini yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Kablo sistemlerin kullanım alanlarını araştırınız. Edindiğiniz bilgileri arkadaşlarınıza sınıfta sununuz.

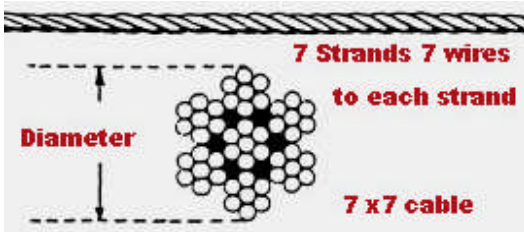
## 5. KUMANDA KABLOLARI

### 5.1. Kablo Tipleri

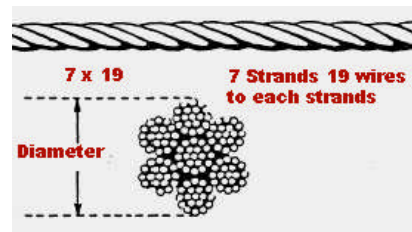
Kumanda kabloları, uçuş kumanda yüzeylerinin kontrol edilmesinde ve iniş takımlarının ve frenlerin manuel kumandasında kullanılan elemanlardır. Kontrol hareketinin elemanlara hareket ve kuvvet olarak aktarılmasını sağlar.

Kablolara yapıldığı malzeme bakımından carbon steel (karbonlu çelik) ve cres (korozyon dirençli çelik) olmaktadır.

Yapı olarak çok farklı kablo tipleri olmakla birlikte uçakta kullanılan kablolar 7x7 ve 7x19 yapıdaki kablolardır. Örnek olarak 7x19'u incelersek 7 demet sayısını, 19 ise demetlerin her birinde demeti oluşturan tel sayıdır. Şekil 5.1'de 7x7, Şekil 5.2'de ise 7x19 kablunun kesitinde demet ve tel sayıları görülmektedir.



Şekil 5.1: 7x7 kablo



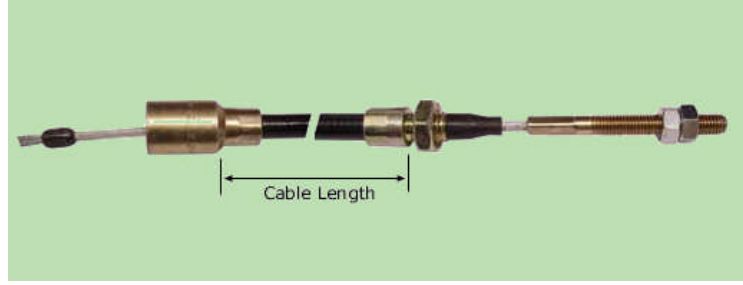
Şekil 5.2: 7x19 kablo

### 5.2. Bowden Kablolar

Bowden kablolar yeni nesil uçaklarda görülmeyen, eskiden kullanılan bir kablo türüdür. Genellikle bisikletlerin fren mekanizmalarında kullanılan kablolar da bowden kablodur. Resim 5.1 ve 5.2'de bowden kablo çeşitleri görülmektedir.



**Resim 5.1: Bowden kablo**



**Resim 5.2: Bowden kablo**

Bowden kablolar Frank Bowden tarafından bulunan flexible (bükülebilir) bir kablo türüdür. İç içe iki kablodan oluşur. İç kablo çelik ya da paslanmaz çelikten olup bunun etrafındaki içi boş dış kablo kompozit bir yapıdadır. Dış kablo spiral çelik ve plastik dış kaplamadan meydana gelir. Mekanik güç veya enerjiyi iç kablosu iletir.

İç kablo liner (doğrusal) hareket yaparak kuvvet iletir. Bowden kablolar genellikle çekme kuvveti iletmek için daha uygun olmasına rağmen nadiren kısa mesafeler için itme kuvveti uygulamak için de kullanılabilir (Bisiklet fren mekanizmalarında olduğu gibi). Üzerindeki ayar vidası ile bowden kablo uzatılıp kısaltılarak kablonun gerginliği ayarlanır.

### 5.3. Makara ve Kablo Sistemi Elemanları

#### ➤ Makara (Pulley)

Makaralar kabloların yuvalandığı, üzerinden hareket iletilen elemanlardır. Tekli makara, duble makara ve yataklı çeşitleri vardır.

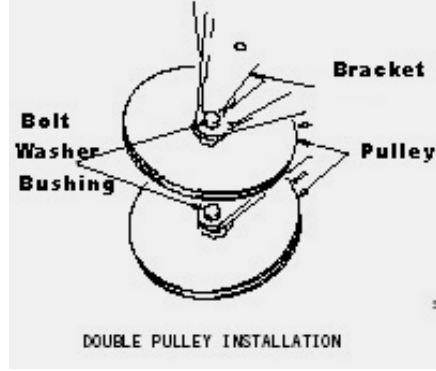
Tekli makara gövdesine (bracket) bir vida, pul ve somun ile yuvalandırılmıştır (Şekil 5.3).



---

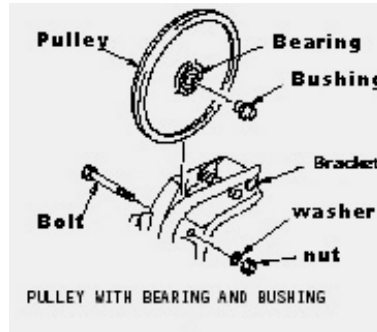
**Şekil 5.3: Tekli makara**

Duble makara, bir çift makaranın civata, pul ve burç ile bracket'e montajından oluşur (Şekil 5.4).



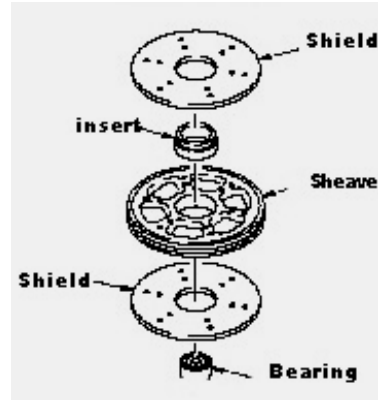
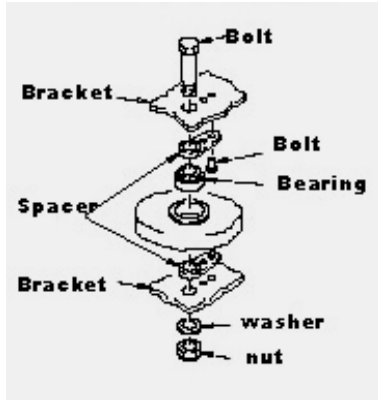
Şekil 5.4: Duple makara

Yataklandırılmış makaranın yapısında bearing, burç civata somun ve pul ile bracket'e yerleştirilmiştir (Şekil 5.5).



Şekil 5.5: Yataklı makara

Bir makaranın bracket'e takılışı Şekil 5.6'da görülmektedir. Makaranın parçaları ise şekil 5.7'de görülüyor.



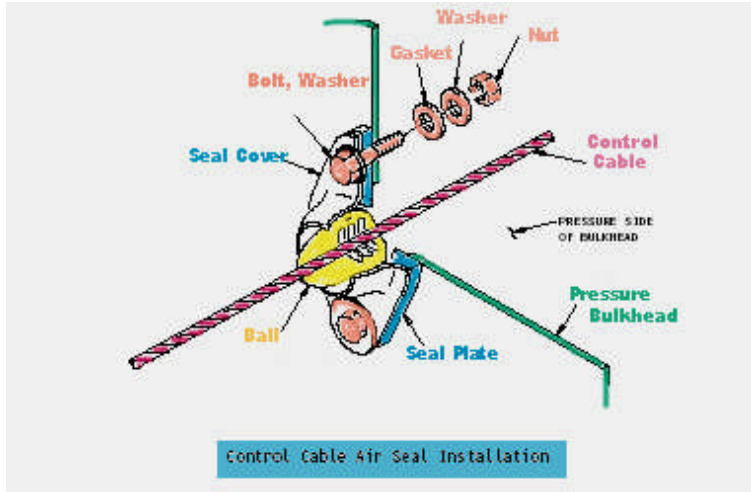
---

**Şekil 5.6: Makaranın bracket'e montajı**

**Şekil 5.7: Makaranın elemanları**

➤ **Kontrol kablosu hava sızdırmazlık (Air seal)**

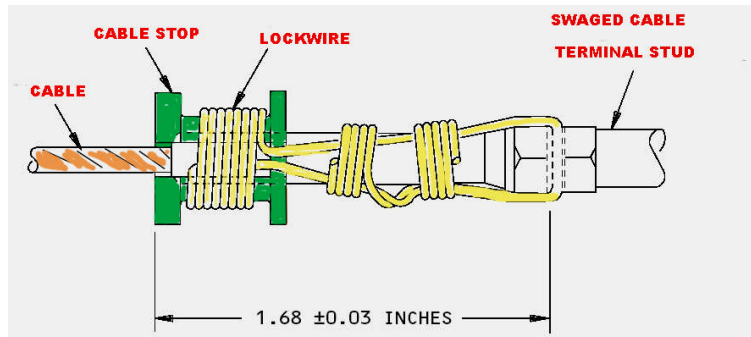
Uçakta kontrol kabloları için kullanılan air seal'lar, birer hava ve basınç sızdırmaz elemandır. Kumanda kablolarının pressure bulkhead (basınç duvarı) içinden geçerken basınçlı bölge ile basınçsız bölge arasında hava ve basınç sızdırmazlığı için kullanılır. Air seal'ler kontrol kablolarının geçişi ile oluşacak basınç kayıplarını azaltır. Şekil 5.8'de Pressure bulkhead üzerinde seal plate (sızdırmaz tabaka), kablunun içinden geçtiği ball'lar ve bu montajın civata, pul, conta ve somun ile cover'ın bulkhead'e bağlanması görülmektedir.



Şekil 5.8: Air seal

➤ **Kontrol kablosu quick stop**

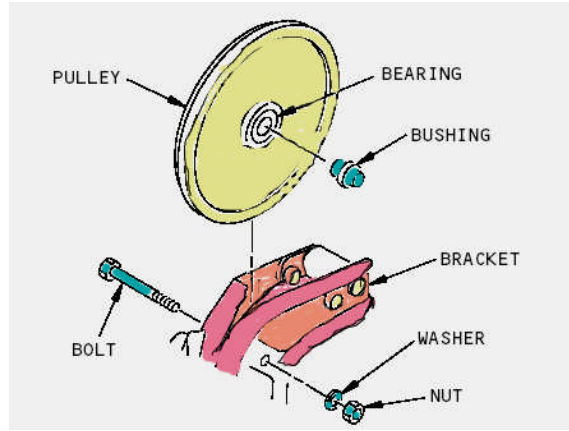
Kontrol kablolarının kumandasında motorlar kesildiğinde kablunun boşta kalmasıyla kontrol standındaki kablo tamburunun (drum) korunması için quick stoplar kullanılır. Şekil 5.9'da görülen quick stop'un kablo uç bağlantısı üzerindeki konumu ve emniyet teli ile (lockwire) bağlantısı görülmektedir.



Şekil 5.9: Quick stop

➤ **Makara destekleri (Brackets)**

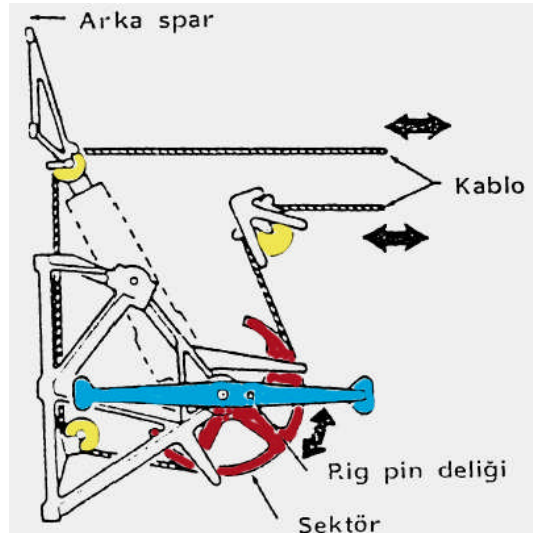
Makara bracket'leri makaralara yataklık yaparak dönmelerini sağlayan ve aynı zamanda makara yapılarının gövde (structure) üzerinde tutturulmasını sağlayan basit yapılardır. Şekil 5.10'da bracket ve makaranın (pulley) montajı görülmektedir.



Şekil 5.10: Bracket

➤ **Sectorlar**

Kumanda kabloları ile çalışan elemanlardan olan sectorlar kumanda iletiminin şeklini ve yönünü değiştirir. Şaft hareketini kablo hareketine veya kablo hareketini şaft hareketine çeviren elemandır. Daire şeklinde olup bir ucundan şaftta diğer ucunda kabloya bağlıdır (Şekil 5.11).



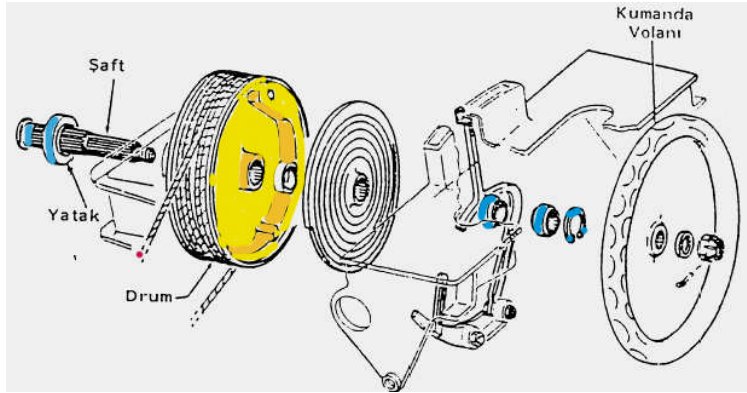
Şekil 5.11: Sector



## ➤ Drum

Kablo hareketini iletmekte kullanılan bu elemanlar, karşılıklı olarak çalışır. İki drum karşılıklı olup bir tanesi kumanda verilen bölümde diğeri ise kumanda iletilen bölümde bulunur. Makara gibi çalışır. Kablo birinden boşalırken diğeri üzerine sarılır. Dolayısıyla kablo hareketini actuator hareketine çevirir. Örneğin, stabilizer jack screw'inin manuel hareketinde kullanılması gibi. Şekil 5.12'de drum ve parçaları görülmektedir.

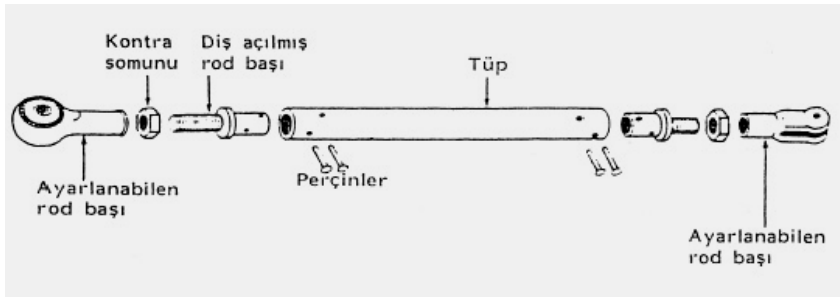
Drum mekanizmasının montajı için kullanılan cıvata, somun, segman ve şaft parçası ile drum'un kumandasını sağlayan kumanda volanı şekilde görülmektedir.



Şekil 5.12: Drum ve kumanda volanın montajı

## ➤ Rotlar

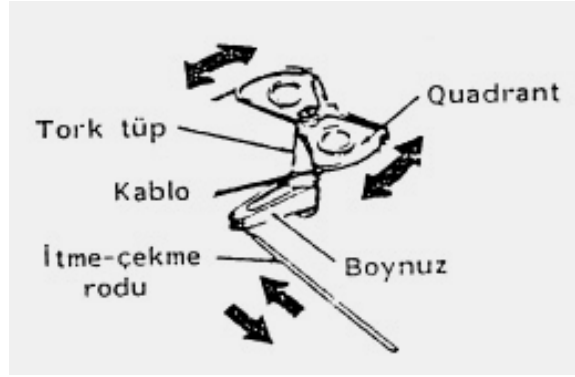
Verilen kumandanın düzgün doğrusal hareketi, itme ve çekme usulü ile sağlanır. Çeşitli çap ve boylarda imal edilir. İki uçta bulunan ROT başı yerine göre perçin veya cıvata ile monte edilir. Bu perçinler, zorlanma durumunda sistemin hasarlanmaması için dayanımı az malzemeden yapılmıştır. Fazla kuvvet uygulandığı takdirde perçin kırılır. Bu kırılabilir perçinler "Shear Rivet" olarak adlandırılır. ROT başı sabit olabileceği gibi ayarlanabilir tipte de olabilir. Şekil 5.13'te ROT tertibatı görülmektedir.



Şekil 5.13: Ayarlanabilir rot

### ➤ **Tork tüp**

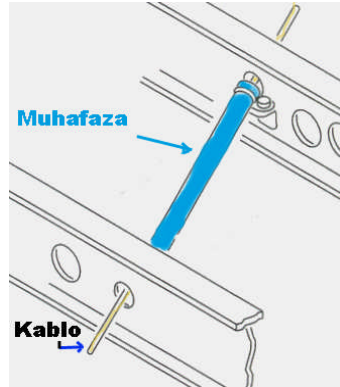
Kumanda sistemlerinde itme/çekme rotalarının hareketlerini döndürerek iletmeyi sağlar. Tork tüplerin başlıkları özel kaplinglerdir. Rotlarda olduğu gibi kırılabilir perçin ve cıvatalarla bağlanmışlardır. Burulmaya dayanıklıdır.



Şekil 5.14: Tork tüp

### ➤ **Kablo muhafazaları**

Kablo sistemlerinin hatlarında kabloların içinden geçtiği boru şekilli, parçalı yapılardır. Kabloları dış etkilere karşı korur (Şekil 5.15).



Şekil 5.15: Kablo muhafazası

## 5.4. Uç Fitingleri, Gergi Yerleri ve Telafi (Compensation) Düzenleri

### ➤ **Uç fittingleri (Terminal fittings)**

Uç bağlantıları kabloların birbirine veya kabloların diğer mekanik düzenlere bağlanması için tasarlanmış değişik tip ve şekilde elemanlardır. AN standartlarına göre değişik tip uç bağlantılar aşağıda gösterilmektedir.

- AN 663 double shank ball end terminal: Çift taraflı kablo bağlantı ucu olan, küre uçlu bağlantı (Şekil 5.16)



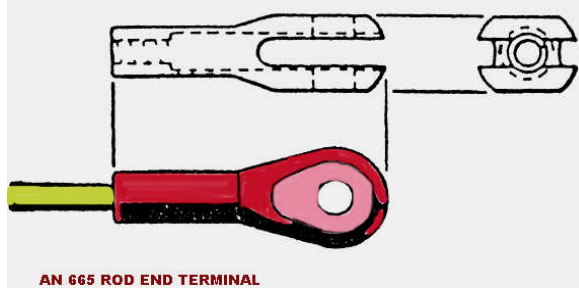
Şekil 5.16: AN 663 double shank ball end terminal

- AN 664 single shank ball end terminal: Tek taraflı kablo bağlantı ucu olan, küre uçlu bağlantı (Şekil 5.17)



Şekil 5.17: AN 664 single shank ball end terminal

- AN 665 rot end terminal: Rot uçlu kablo ucu bağlantı (Şekil 5.18)



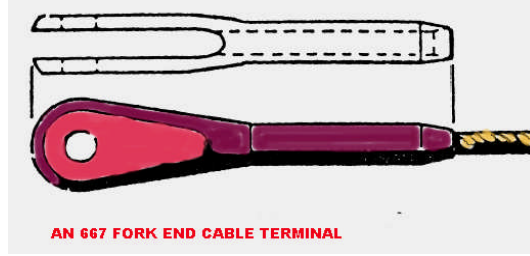
Şekil 5.18: AN 665 rot end terminal

- AN 666 threaded cable terminal: Vidalı kablo ucu bağlantı (Şekil 5.19.)



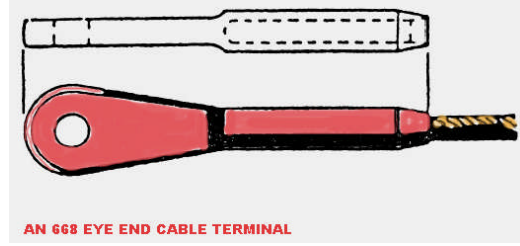
Şekil 5.19: AN 666 threaded cable terminal

- AN 667 fork end cable terminal: Çatal uçlu kablo ucu bağlantı (Şekil 5.20)



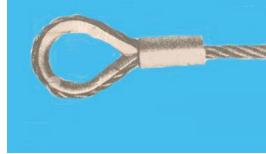
**Şekil 5.20: AN 667 fork end cable terminal**

- AN 668 eye end cable terminal: Gözlü kablo ucu bağlantısı (Şekil 5.21)



**Şekil 5.21: AN 668 eye end cable terminal**

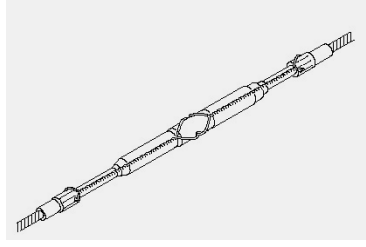
- Manşonlu kablo ucu bağlantısı



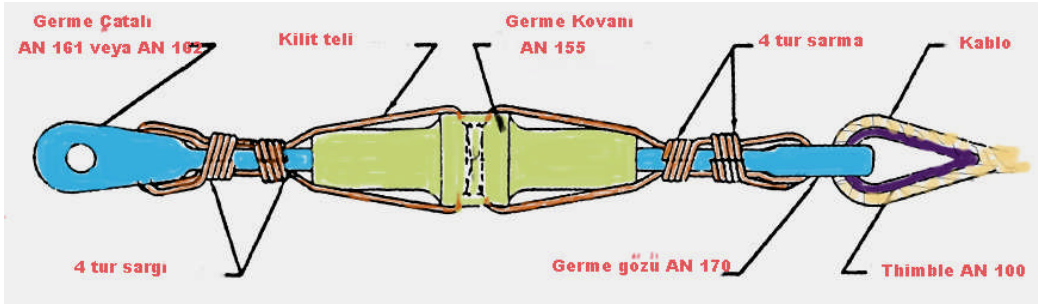
**Resim 5.3: Manşonlu kablo ucu**

➤ **Gergi yerleri (Turnbuckles)**

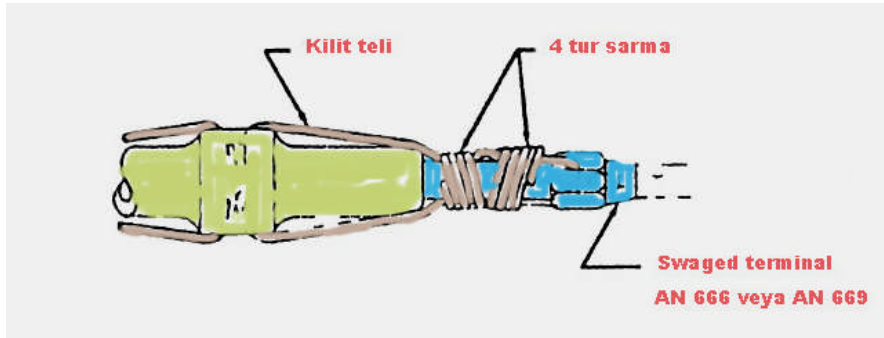
Gergi yerleri kabloları gerginliğini ayarlamak için kullanılır. Kumanda kablolarının rigging (ayar) işlemleri için uygulanacak germe yükünün tatbik edilmesini sağlayan elemanlardır. Bu elemanlar şekil 5.23'te görüldüğü gibi germe kovanının içinde çalışan iki vidalı rot ile germe işlemini yapar. Germe kovanın içindeki rotlar sıkılınca boy kısalmır, açılınca boy uzar ve bu usulle germe işlemi yapılır. Germe yapılıncaya kadar vidalı rotların çözülmemesi için kilit telleri takılır (Şekil 5.24).



Şekil 5.22: Turnbuckle



Şekil 5.23: Turnbuckle ve elemanları



Şekil 5.24: Kilit telleri

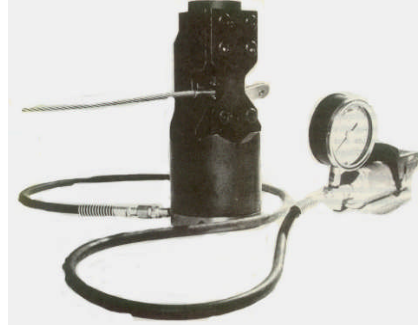
➤ **Telafi (compensation ) düzenleri**

Kabloların gerginliklerinde oluşan farkların işletme performansına etki etmemesi için kullanılan düzenlerdir. Oluşan gerginlik farklarını telafi ederek kablo sistemlerinin yapıldıkları ayarda stabil olarak çalışmalarını sağlarlar. Kabloların gerginliklerinde oluşan farkların sebepleri, ayar işlemlerinin yapıldığı sıcaklık ile sistemin çalışma sıcaklığı arasındaki fark ve diğer çalışma koşulları olabilir.

## 5.5. Kumanda Kablolarının Bağlantıları

### 5.5.1. Uç Bağlantılarının Alıştırılması (Swaging)

Uç bağlantılarının kontrol kablolarına alıştırılması işlemine swaging denir. Swaging işlemi kablo ucunun dövülerek ezilmesi suretiyle kablo ve uç terminali arasında sıkı bir bağlantı oluşturmaktır. Swaging işlemleri için farklı swaging kitleri veya el aparatları kullanılabilir. Bu aparatların farklı ölçüleri ve paftaları (die) bulunur. Bu ölçüler kablo çapı ve birleştirilen uç bağlantısının şekline göre değişir.



**Resim 5.4: Swaging kit**



**Resim 5.5: Swaging kit**



**Resim 5.6: Kablonun takılışı**

Resim 5.7’de swaging makinesinin çift taraflı küre uçlu bağlantısı için kullanılan pafta görülmektedir. Resim 5.8 ise tek taraflı küre uçlu bağlantı için kullanılır. Resim 5.9 düz top uçlu bağlantının swage edilmesi için kullanılır. Resim 5.7, 8, 9 ve 10’da kablo kesme paftaları görülmektedir.



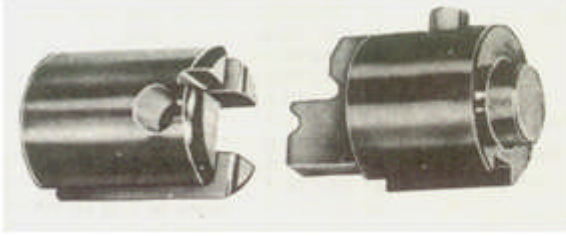
**Resim 5.7: Swaging die**



**Resim 5.8: Swaging die**



**Resim 5.9: Swaging die**



**Resim 5.10: Swaging die**



**Resim 5.11: El swaging aparatı**

Uçaklarda kablonun alıştırma işlemleri için kablo boyu hazırlanıp kesildikten sonra genellikle Resim 5.4 ve 5.5'te görülen kablo swager aparatları ile kablo istenilen bağlantıya sıkı ve emin olarak bağlanır. Swaging işlemlerinde kullanılan aparat için dövme işleminde kullanılan paftalar (swaging die) uç bağlandının standartına göre seçilir. Aynı zamanda birleştirilen kablonun çapı da önemlidir. Bu arada bağlantısı yapılacak uç bağlantı elemanının ölçüsü de kablo çapına uygun olmalıdır. Kablo, kablo ucuna takılarak, swager ile ezilerek sıkı birleştirme yapılır.

### **5.5.2. Uçak Bükülebilir Kumanda Sistemleri**

Uçak bükülebilir kumanda sistemleri iki grup olarak sınıflandırılabilir. Birincisi uçuş kumandaları, ikincisi ise iniş takımlarıdır.

- Uçuş kumandalarındaki sistemler
  - Aileron ve aileron trim
  - Spoiler
  - Speed brake
  - Rudder
  - Stabilizer trim
  - Elevator
  - Trailing edge flaps
- İniş takımları
  - Brake
  - Extension / Retraction
  - Nose wheel steering
  - Manuel extension MLG ve NLG için

### **5.5.3. Bükülebilir Kablolar, Uçak Hareketli Kumanda Sistemleri**

Kablolar kumanda sistemleri içinde harfler ile kodlanmıştır. Bu kodlar kablonun sistem içindeki fonksiyonunu tanımlar. Kumanda sistemleri için kabloların kodları Tablo 5.1 ve 5.2'de verilmiştir.

Table 1		
CONTROL SYSTEM	CABLE CODE	CABLE FUNCTION
Spoilers	WSA1	Wing Spoilers-Outboard spoilers up
	WSB1	Wing Spoilers-Outboard spoilers down
	WSA2	Wing Spoilers-Inboard spoilers up
	WSB2	Wing Spoilers-Inboard spoilers down
Speed Brakes	SBA	Speed Brake Control-Speed Brake on
	SBB	Speed Brake Control-Speed Brake off

**Tablo 5.1: Kabloların kodları ve fonksiyonları**

Table 1		
CONTROL SYSTEM	CABLE CODE	CABLE FUNCTION
Aileron	AA	Aileron Control-Left aileron down, Right aileron up
	AB	Aileron Control-Left aileron up, Right aileron down
	ACBA	Aileron Control Bus-Left aileron down, Right aileron up
	ACBB	Aileron Control Bus-Left aileron up, Right aileron down
	ABSA	Aileron Bus System-Left aileron down, Right aileron up
	ABSB	Aileron Bus System-Left aileron up, Right aileron down
Rudder	RA	Rudder Control-Rudder left
	RB	Rudder Control-Rudder right
Elevator	EA	Elevator Control-Elevator down
	EB	Elevator Control-Elevator up
Stabilizer Trim	STA	Stabilizer Trim-Stabilizer leading edge up
	STB	Stabilizer Trim-Stabilizer leading edge down
Wing Flaps	WFA	Wing Flap Control-Flaps up
	WFB	Wing Flap Control-Flaps down
	WFFA	Wing Flap Follow-up-Flaps up
	WFFB	Wing Flap Follow-up-Flaps down

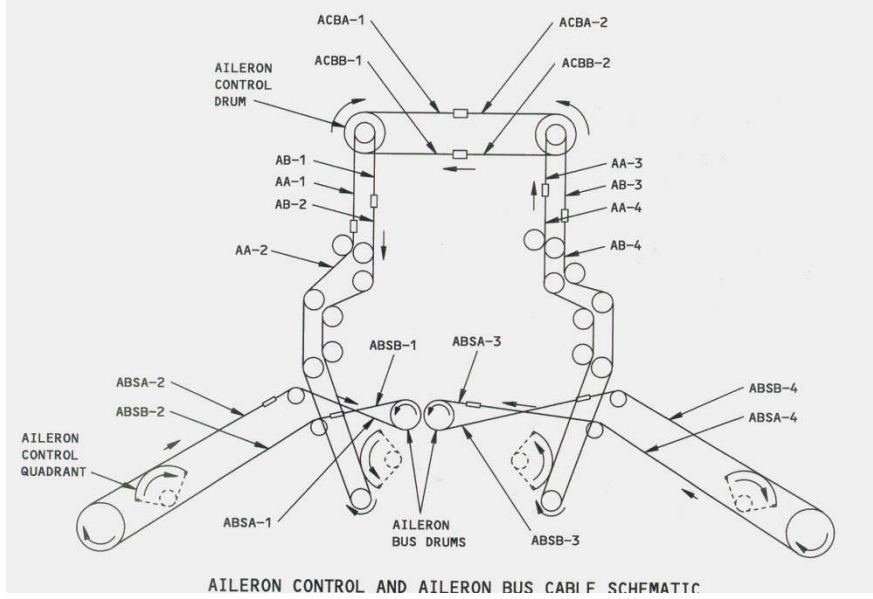


---

**Tablo 5.2: Kabloların kodları ve fonksiyonları**

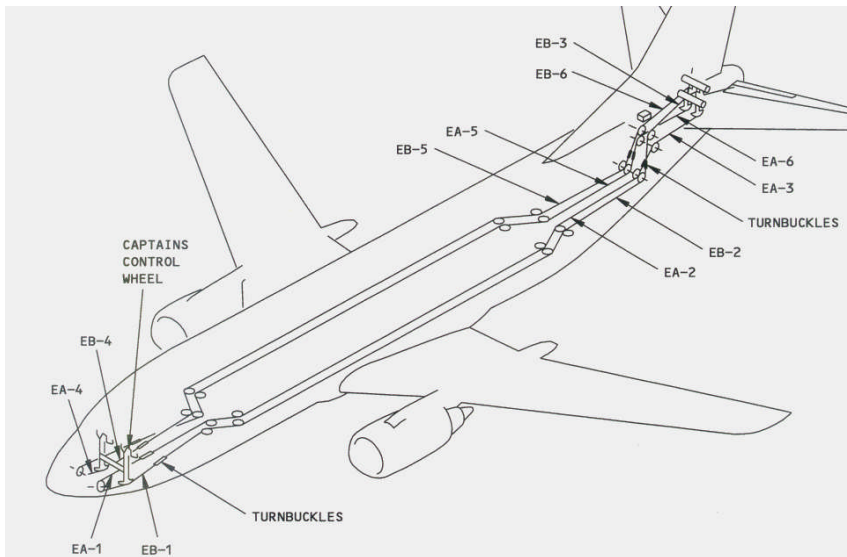
Uçak hareketli kumanda sistemlerinin çeşitleri 5.5.2’de verilmiş olup sistem şemaları bu bölümde gösterilecektir. Sistem şemalarındaki kablo kodlarının anlamları ve bu kabloların fonksiyonlarını anlamak için Tablo 5.1 ve 5.2’ye bakınız. Tablo 5.1 ve 5.2’de control system (kontrol sistemini), cable code (kablo kodunu), cable function (kablunun fonksiyonunu) tanımlar.

➤ **Aileron kontrol**



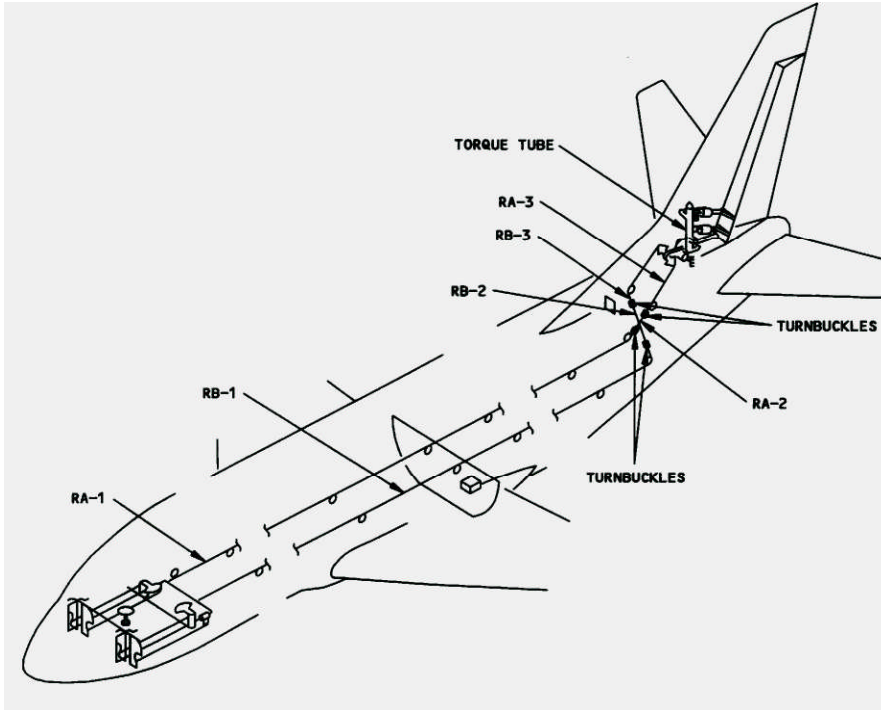
**Şekil 5.25: Aileron kontrol**

➤ **Elevator kontrol**



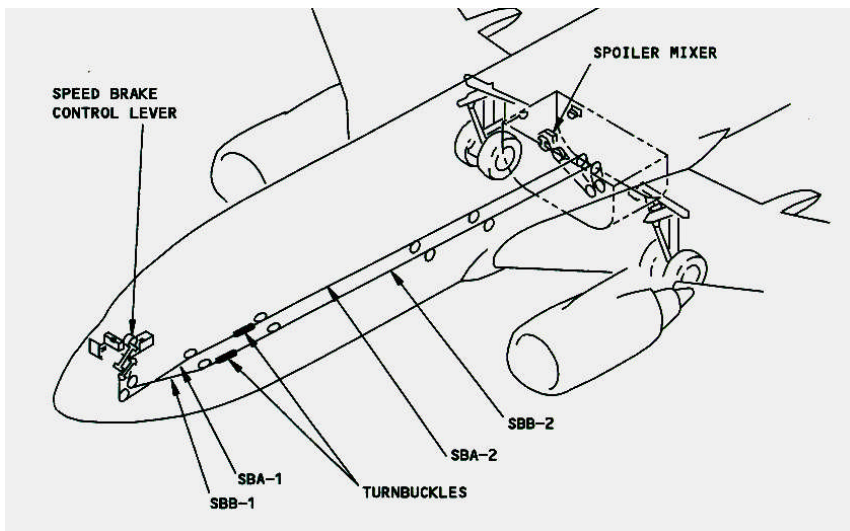
Şekil 5.26: Elevator kontrol

➤ Rudder kontrol



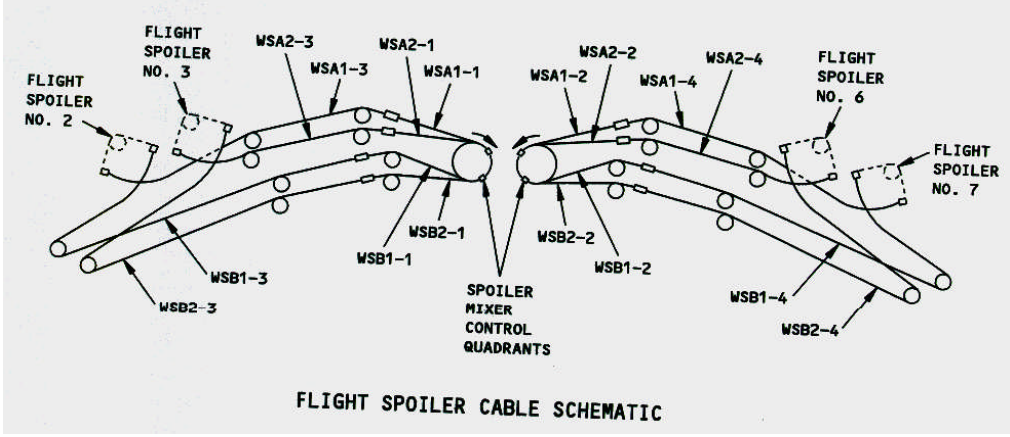
Şekil 5.27: Rudder kontrol

➤ Speed brake kontrol



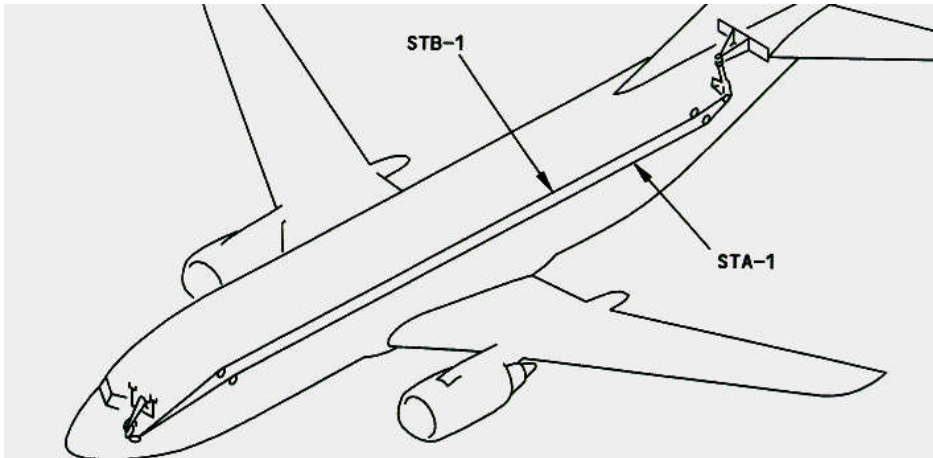
Şekil 5.28: Speed brake kontrol

## ➤ Spoiler kontrol



Şekil 5.29: Spoiler kontrol

## ➤ Stabilizer trim kontrol



Şekil 5.30: Stabilizer trim kontrol

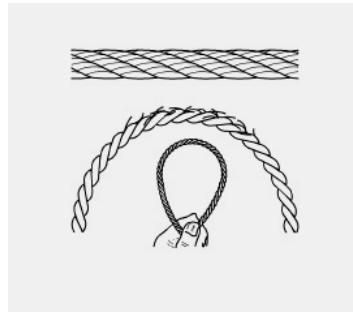
### 5.5.4. Kumanda Kablolarının Kontrol ve Testleri

#### ➤ Kabloların kontrolü

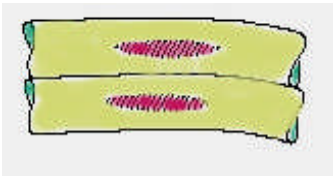
- Kırık telleri kontrol ediniz.
  - Fairlead ve makaralar etrafındaki kablo telleri kırılabilir.
  - Kırılan tellerden emin olmak için her iki yönde bir bezi kablo üzerinde hareket ettiriniz.
  - Eğer bez kabloya takılırsa kırık teli bulmak için gözle kontrol ediniz.
  - Kırık teller için limitler; 7x19 kablolarda 1 inch boyunca her demet için 3'ten fazla olmamak şartıyla en fazla 6 kırık tel, 7x7

kablolarda ise 1 inch boyunca her demet için 2'den fazla olmamak şartıyla en fazla 3 kırık tel olabilir. Kablolarda makara, fairlead ve pressure seal etrafında 3'ten fazla kırık tel olmamalı.

- Kablonun harici aşınmasını kontrol ediniz.
  - Gözle kontrol ediniz.
  - Limit: Kablo boyunca 1 inch boyda; 7x19 kablolarda en çok 6 tel için çapının %50 veya fazlası; 7x7 kablolarda en çok 3 tel için çapının %50 veya daha fazlası olabilir (Eğer kırık tel yok ise).
  - Aşınma limitleri kırık tel olan kablolar için düşecektir. Eğer kırık tel sayısı limitler içinde ise aşınma limiti her kırık tel için bir tel azalır. Ayrıca %60'tan fazla aşınan teller kırık tel kabul edilir.
- Kablonun dâhilî aşınmasını kontrol ediniz. Dâhilî aşınma makara ve quadrantların çevresinde oluşur. Kontrol için bu bölgedeki kablo demetleri ayrılarak bakılır.
- Korozyon kontrolü yapınız. Korozyon batarya kompartmanında, tuvaletlerde, iniş takım yuvasında ve diğer bölgelerin duman, buhar ve sıvı etkisi olan kısımlarında olur.
  - Kırık tellerin temas noktalarında korozyon olabilir. Kırık telleri hemen tespit edip korozyon olmadığından emin olunuz.
  - Gerekirse kablo sökülerek bükülür ve iç demetlerde korozyona bakılır.
  - Korozyon varsa kablo gevşetilir ve iç demetlerde tam bir kontrol yapılır.
  - İç demetlerde korozyon varsa kablo atılır.
  - Eğer hafif yüzey korozyonu ise temizlenir ve kablo tekrar korumaya alınır.



Şekil 5.31: Kablonun bükülerek kontrolü



---

**Şekil 5.32: Haricî aşınma**

**Şekil 5.33: Haricî aşınma**

**Şekil 5.34: Haricî aşınma**

Şekil 5.32’de haricî aşınma her kablo için % 40’tan az ve aşınma bölgeleri birbirine karışmıyor. Şekil 5.33’te haricî aşınma kablolar için % 40-50 ve aşınma bölgeleri birbirine karışmış. Şekil 5.34’te ise kablolarda aşınma % 50’den fazla olup kablolar arasında açıklık görülür.

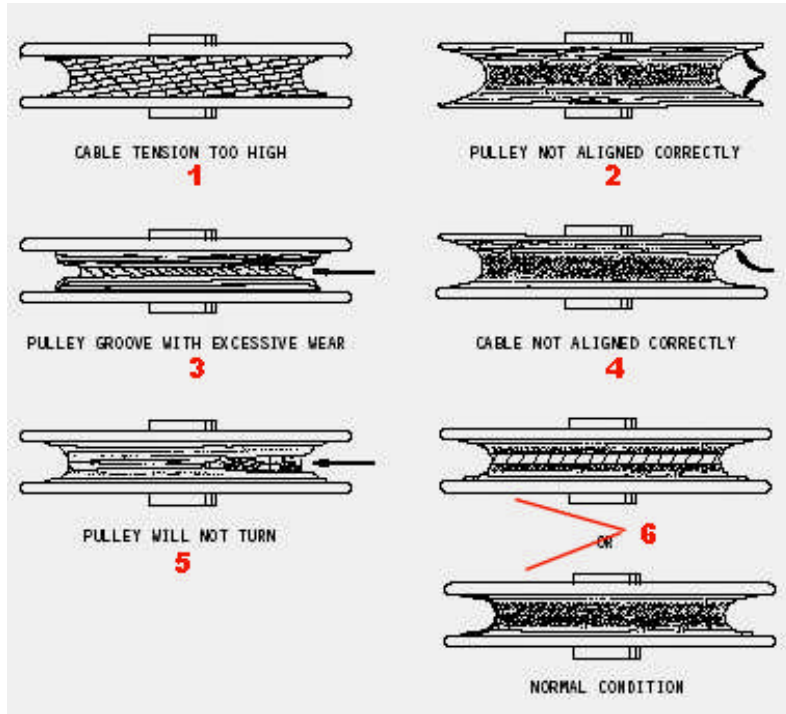


Şekil 5.35: İç aşınma

➤ **Fittinglerin kontrolü**

- Kitleme gereçlerini (tel kilitler, çatal pimler, gergilerin klipsleri) kontrol edilir. Eksikler tamamlanır.
- Swaged end fittinglerin uçlarında çatlak ve korozyon varsa değiştirilir.
- Unswaged end fittinglerin uçlarında çatlak, korozyon ve 2° den fazla eğilme varsa değiştirilir.
- Germe tertibatlarında çatlak ve korozyon varsa değiştirilir.

➤ **Makaraların kontrolü**



---

**Şekil 5.36: Makaralardaki aşınma izleri**



Şekil 5.36'da 1- Kablo tansiyonunun fazla olması, 2-Makaranın dizilişinin yanlış olması, 3- Makara oluklarında aşınma olması, 4- Kablonun yanlış hizalanması, 5- Makaranın dönmeyecek olması, 6- Normal şartlardaki makaranın izi demektir.

Makaraların kontrol edilmesinde bakılacak hususlar:

- Makaralarda köşelerde ve göbek kısımlarında çatlaklara bakılır. Doğru olmayan aşınma izleri kontrol edilir.
- Makara çalışırken serbest olarak döndüğünden ve kablonun makara oluşunda kaymadığından emin olunur.
- AMM'deki limitlere göre eksantriklik değerlerini kontrol ediniz.
- Makaranın yalpalamasını kontrol ediniz. 80 mm'den küçük çaplar için yalpalama 0.25 mm'den fazla olmamalı. 80 mm ve büyük çaptaki makaralar için yalpalama 0.30 mm'den fazla olmamalı.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Bakım dokümanlarında (AMM, SRM, IPC) belirtildiği şekilde kumanda kablolarının bakım ve kontrollerini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Kırık telleri kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Fairlead ve makaralar etrafındaki kablo tellerine özellikle bakınız.</li><li>➤ Kırılan tellerden emin olmak için her iki yönde bir bezi kablo üzerinde hareket ettiriniz.</li><li>➤ Eğer bez kabloya takılırsa kırık teli bulmak için gözle kontrol ediniz.</li><li>➤ Kırık tellerin limitleri için AMM'den kablo tipine göre bakınız.</li></ul>
➤ Kablonun haricî aşınmasını kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Gözle kontrol ediniz.</li><li>➤ AMM'den limitlerine bakarak haricî aşınmayı değerlendiriniz. Aşınma şekillerini inceleyiniz.</li></ul>
➤ Kablonun dâhilî aşınmasını kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Dâhilî aşınma makara ve quadrantların çevresinde oluşur. Bu bölgelere bakınız.</li><li>➤ Kontrol için bu bölgedeki kablo demetleri ayırarak kontrol ediniz.</li></ul>
➤ Korozyon kontrolü yapınız.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kırık tellerin temas noktalarında korozyon olabilir. Kırık telleri hemen tespit edip korozyon olmadığından emin olunuz.</li><li>➤ Gerekirse kabloyu sökerek bükünüz ve iç demetlerde korozyona bakınız.</li><li>➤ Korozyon varsa kabloyu gevşetiniz ve iç demetlerde tam bir kontrol yapınız.</li><li>➤ İç demetlerde korozyon varsa kabloyu atınız.</li><li>➤ Eğer hafif yüzey korozyonu ise temizleyerek kabloyu tekrar korumaya alınız.</li></ul>
➤ Fittingleri kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kilitleme gereçlerini (tel kilitler, çatal pimler, gergilerin kilipsleri) kontrol ediniz. Eksik olanları tamamlayınız.</li><li>➤ Swaged end fittinglerin uçlarında çatlak ve korozyon varsa değiştiriniz.</li><li>➤ Unswaged end fittinglerin uçlarında çatlak, korozyon ve 2° den fazla eğilme varsa değiştiriniz.</li><li>➤ Germe tertibatlarında çatlak ve korozyon varsa değiştiriniz.</li></ul>
➤ Makaraları kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Makaralarda köşelerde ve göbek kısmında çatlaklara bakınız.</li><li>➤ Makara çalışırken serbest olarak döndüğünden</li></ul>

	<p>ve kablonun makara oluğu içinde kaymadığından emin olunuz.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ AMM'deki limitlere göre eksantriklik değerlerini kontrol ediniz.</li><li>➤ Makaranın yalpalamasını AMM limitlerine göre kontrol ediniz.</li></ul>
--	---

## 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. Kırık telleri kontrol ettiniz mi?		
2. Kablonun haricî aşınmasını kontrol ettiniz mi?		
3. Kablonun dâhilî aşınmasını kontrol ettiniz mi?		
4. Korozyon kontrolü yaptınız mı?		
5. Fittingleri kontrol ettiniz mi?		
6. Makaraları kontrol ettiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

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

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Bir kablunun 7 demeti ve her demetinin 19 teli varsa nasıl gösterilir?  
A) 7/19  
B) 19/7  
C) 7 x19  
D) 19x7
2. Kablo sistemlerinde turnbuckle ne amaçla kullanılır?  
A) Emniyet  
B) Sarma  
C) Kontrol  
D) Germe
3. Kabloların kontrol işlemlerinde hangisine dikkat edilir?  
A) Kablo çapına  
B) Kırık tellere  
C) Kablo uzunluğuna  
D) Sıcaklığına
4. Makaralar kontrol edilirken hangisine bakılmaz?  
A) Eksantiriklik  
B) Yalpalama  
C) Çatlaklar  
D) Çapına
5. Kablo uç bağlantılarının kablo ile sıkı birleştirilmesine ne ad verilir?  
A) Swaging  
B) Scoring  
C) Pitting  
D) Deburring
6. Kablolarda haricî aşınma nasıl kontrol edilir?  
A) Demetler ayrılır.  
B) Gözle aşınma oranına bakılır.  
C) Makaradaki izlere bakılır.  
D) Çapına bakılır.
7. Swaged fittiglerde kontrol edilirken çatlak tespit edilirse ne yapılır?  
A) Temizlenir.  
B) Değiştirilir.  
C) Derinliğine göre bakılır.  
D) Kullanılır

Aşağıdaki cümlede boş bırakılan paranteze verilen bilgi doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

8. ( ) Korozyon kontrolü için kablo bükülerek bakılır.

### **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 “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Yaylar test edilirken hangisi referans alınır?  
A) SRM (Structure Repair Manual)  
B) IPC (Illustrated Parts Cataloge)  
C) AMM (Aircraft Maintenance Manual)  
D) Engine Manual
2. Yayların testi ile hangisi ölçülür?  
A) Gerilimi  
B) Sıcaklığı  
C) Kullanıldığı süre  
D) Isıl genleşmesi
3. Radyal bearing (yatak) hangi kuvvetler altında kullanılır?  
A) Millerin eksenine paralel kuvvetler  
B) Millerin ekseninde oluşan kuvvetler  
C) Millerin eksenine dik kuvvetler  
D) Tüm kuvvetler
4. "Yatakların karşılaştıkları dirençleri kolay yenebilmesi için ..... " cümlesinde boş bırakılan yere aşağıdakilerden hangisi getirilmelidir?  
A) Sık sık yıkanır.  
B) Fazla zorlanmaz.  
C) Yüksek hızda çalıştırılır.  
D) Uygun şekilde yağlanır.
5. Yatakların kontrol işlemlerinin yapıldığı yerlerde hangisi önemli değildir?  
A) Oda sıcaklığı  
B) Rengi  
C) Temizlik  
D) Nem oranı
6. Yatakların boyutsal kontrollerinde neler ölçülür?  
A) ID, OD ve radyal boşluk  
B) Roller ve ball çapları  
C) Bearing genişliği  
D) Ağırlığı
7. Birlikte çalışan dişlilerin diş sayılarının oranı nasıl ifade edilir?  
A) Çevrim oranı  
B) Diş sayısı oranı  
C) Aşınma oranı  
D) Çap oranı

8. Bir dişli treninde iki dişli arasındaki dişli çevrim oranını değiştirmiyorsa bu dişliye ne ad verilir?  
A) Pinyon  
B) Volan  
C) İdler  
D) Süren
9. Dişlilerin kontrolünde parça sıcaklığı ile ortam arasında maksimum sıcaklık farkı nedir?  
A) +20 °C  
B) -20 °C  
C) ±2,7 °C  
D) ±27 °C
10. Fretting kontrolünde derinlik limiti ne ile ölçölür?  
A) Kumpas  
B) Mikrometre  
C) Bilyelerle  
D) Scriber ile
11. Dişli yüzeylerinde oluşan kabarıklıklar ve keskin köşeler ne ile temizlenir?  
A) Gaz taşı  
B) Kimyasallar  
C) Zımpara  
D) Eğe
12. Uçak boru bağlantılarından MS ve AN birleştirmenin özelliği nedir?  
A) Sıkı ve sökülemez.  
B) Kaynaklıdır.  
C) Sökülebilir bağlantılardır.  
D) Geçme bağlantıdır.
13. Permaswage birleştirme nerelerde kullanılır?  
A) Sık sökülen yerlerde  
B) Her yerde  
C) Sökmesi zor olan yerlerde  
D) Farketmez
14. MS 21922 – 12 bir bağlantının çapı nedir?  
A) 5/32 inch  
B) 3/16 inch  
C) 1 inch  
D) 3/4 inch

15. Bir kablunun 7 demeti ve her demetinin 19 teli varsa nasıl gösterilir?  
A) 7/19  
B) 19/7  
C) 7 x19  
D) 19x7
16. Kablo sistemlerinde turnbuckle ne amaçla kullanılır?  
A) Emniyet  
B) Sarma  
C) Kontrol  
D) Germe
17. Kablo uç bağlantılarının kablo ile sıkı birleştirmesine ne ad verilir?  
A) Swaging  
B) Scoring  
C) Pitting  
D) Deburring
18. Kablolarda harici aşınma nasıl kontrol edilir?  
A) Demetler ayrılır.  
B) Gözle aşınma oranına bakılır.  
C) Makaradaki izlere bakılır.  
D) Çapına bakılır
19. Swaged fittinglerde kontrol edilirken çatlak tespit edilirse ne yapılır?  
A) Temizlenir.  
B) Değiştirilir.  
C) Derinliğine göre bakılır.  
D) Kullanılır.

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

20. ( ) Yay, test cihazına yerleştirilmeden sıfırlama işlemi yapılır.
21. ( ) Thrustyataklaraksiyalıyataklarolarakisimlendirilir.
22. ( ) Boru ağzı (havşa) açmaya flaring denir.
23. ( ) Birleştirme işleminde kullanılan tüm bağlantılar aynı dash numarasında olmayabilir
24. ( ) Korozyon kontrolü için kablo bükülerek bakılır.

## 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	B
2	C
3	A
4	Yanlış
5	Doğru

## ÖĞRENME FAALİYETİ 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	D
3	D
4	B
5	A
6	Doğru
7	Yanlış

## ÖĞRENME FAALİYETİ 3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	A
3	C
4	C
5	C
6	D
7	A
8	Doğru

## ÖĞRENME FAALİYETİ 4'ÜN CEVAP ANAHTARI

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

### ÖĞRENME FAALİYETİ 5'İN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	D
3	B
4	D
5	A
6	B
7	B
8	Doğru

### MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	A
3	C
4	D
5	B
6	A
7	A
8	C
9	C
10	D
11	A
12	C
13	C
14	D
15	C
16	D
17	A
18	B
19	B
20	Doğru
21	Doğru
22	Doğru
23	Yanlış
24	Doğru

## KAYNAKÇA

- AIRBUS INDUSTRIE, **Aircraft Maintenance Manual A340 Chapter-20**, France 2006.
- ATEŞ Osman, **Temel Genel Uçak Teknikleri**, THY Teknik Eğitim Müdürlüğü, 2002.
- BOEING, **Aircraft Maintenance Manual 737-300/400/500 Chapter-20**, USA 2005.
- BOEING, **Aircraft Maintenance Manual 737-300/400/500 Chapter-27**, USA 1999.
- Bozkurt Yüksel, **Eğitim Notları-Borular ve Hortumlar**, THY Uygulamalı Eğitim Müdürlüğü, 2005.
- CFM, **Engine Manual CFM56-3 Chapter 72**, 2005.
- ÇERİK H. Vefa, **Makina Bilgisi ve Makina Elemanları 1-2**, İstanbul 1996.
- DEMİRCİ Murat, **Uçak Teknik Temel Hidrolik**, THY Teknik Eğitim Müdürlüğü, 2002.
- ESİ E, **Uçak Teknik Temel Uçuş Kumandaları**, THY Teknik Eğitim Müdürlüğü, 2002.
- GE AIRCRAFT ENGINES, **Standard Practice Manual Chapter-70**, USA 2004.
- PINCHES Michael J, John G. ASHBY, **Güç Hidroliği**, Ankara 1994.
- RENDE Hikmet, **Makina Elemanları 1-2**, İstanbul 1996.
- SATAİR, **Aircraft Tool Support PROTuct List**, Georgia/USA 1991.
- SERVİ Muharrem, Cumhur ERGÜN, Ali TATAR, **Makine Elemanları**, İstanbul 1991.
- THY A.O, **Yatağın Tüm Kontrolleri ve Depolanması ile İlgili Eğitim Dokümanları**, İstanbul 2005.
- TUNCA Mehmet, **Uçak Teknik Temel Yakıt Sistemi**, THY Teknik Eğitim Müdürlüğü, 2002.