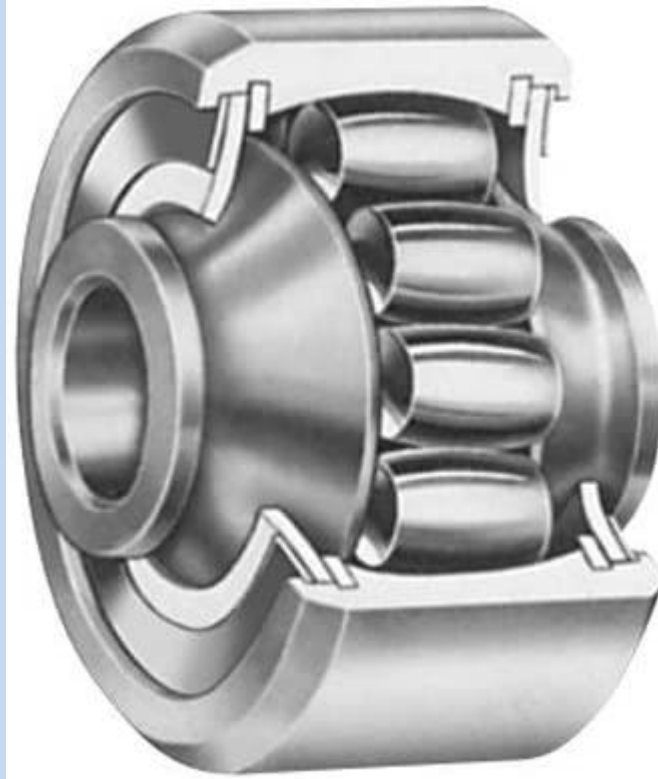


Havacılık Malzemeleri

YATAKLAR- BEARINGS



YRD. DOÇ. DR. TAMER SARAÇYAKUPOĞLU

Yataklar

YATAKLAR

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

Yatakların Gayesi, Yükler, Malzemeler, Yapıları

Yatakların Gayesi

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

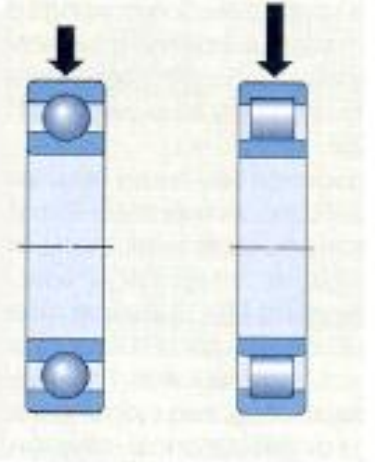
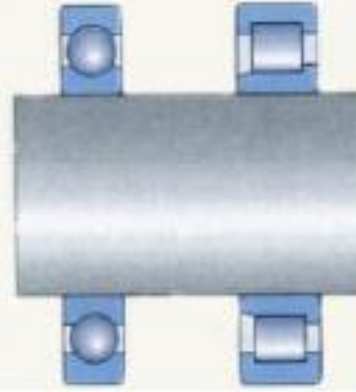
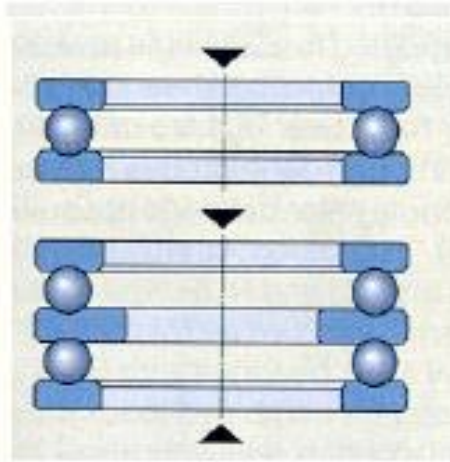
Yataklar

Yükler

Yatak üzerine etki eden kuvvetlerin doğrultusu, yatağın ekseninine göre dikey veya eksenel olabilir. Buna göre radyal (dikey) kuvvetleri taşıyan yatağa **radyal yatak** eksenel kuvvetleri taşıyan yatağa **eksenel yatak** denir



Eksenel

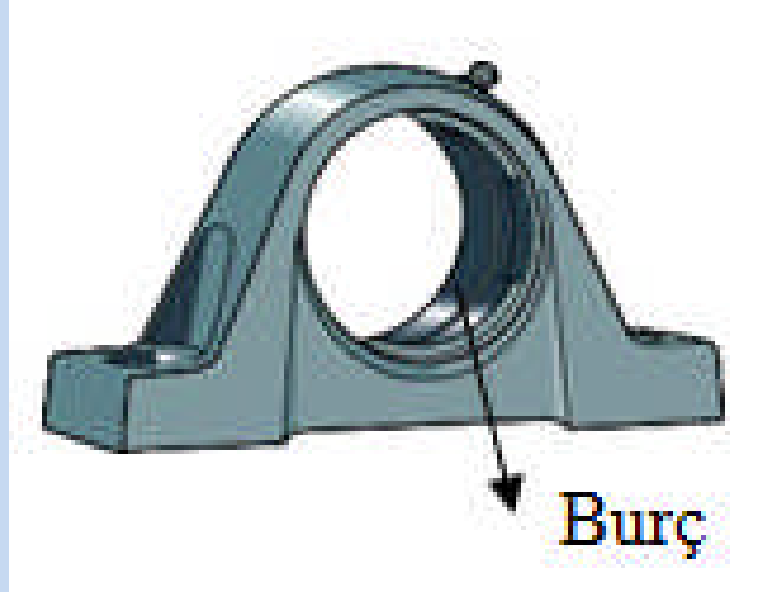


Radyal

Yataklar

Malzemeler

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



Kaymalı yatak

Yataklar

Kaymalı yataklar

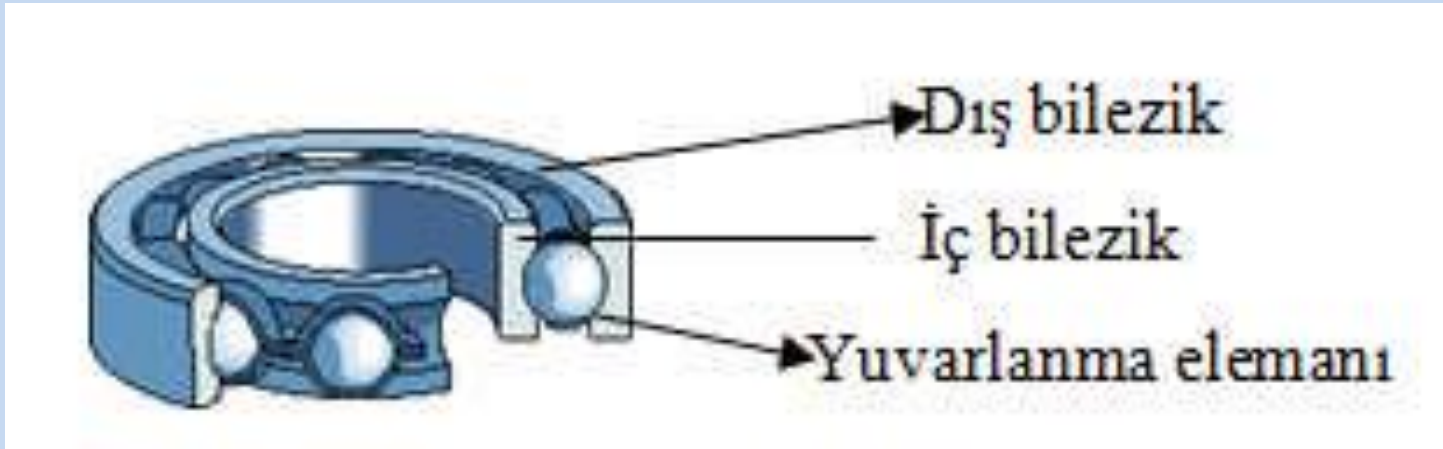
Yatak burcu dökme demir, kızıl döküm, bronz, pirinç plastik alüminyum alaşımları ve beyaz metalden yapılabilir.

- Dökme demir; yavaş işleyen, arada sırada dönen muylularda basıncı 25-30 kg/cm² yi geçmeyen kaldırma araçlarında kullanılır. Aşınma dayanımı yüksek, darbelere karşı hassastır.
- Bronz, çok kaygan fakat pahalı bir malzemedir. 40-60 kg/cm² 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 sönmeler. Dezavantajı ısıyı iyi iletmemesidir. Isıl genleşme katsayıları yüksektir. Plastik yatak malzemesi olarak polyamid (PA), polioximetilen (POM), politetraflüretilen (PTFE) ve teflon kullanılır.

Yataklar

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 krom nikelden yapılır.



Yuvarlanmalı yatak (bilyeli)

Yataklar

Yatakların Yapısı

Yatakların yapısı kaymalı yataklar ve yuvarlanmalı yataklar için farklıdır.

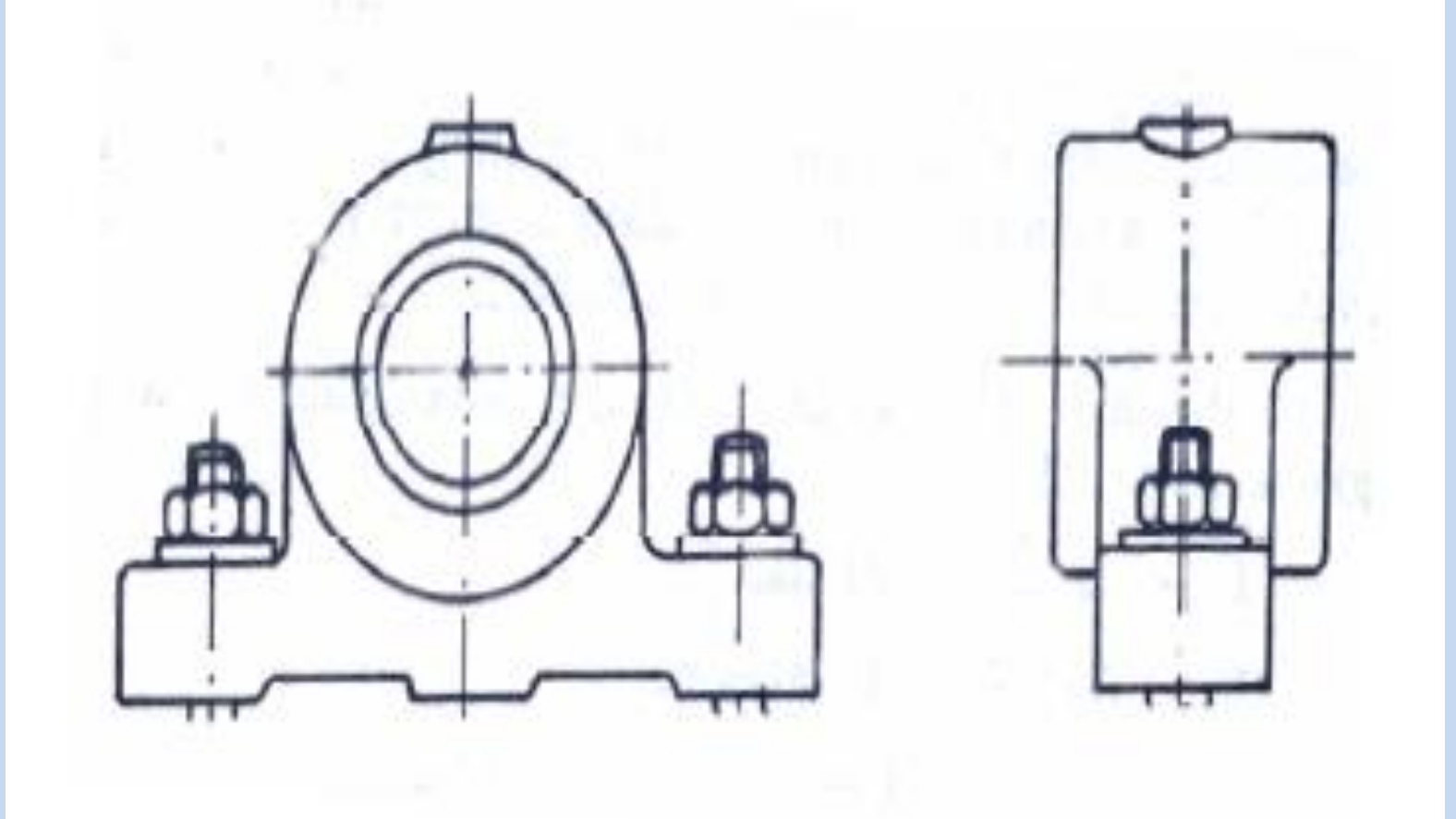
Kaymalı Yatakların Yapısı

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 'i' inceleyiniz.

Yataklar



Tek parçalı kaymalı yatak

Yataklar

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

❖ 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

❖ Yatak gövdesi

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

Yataklar

❖ Yatak kapağı

Yatak gövdesi üzerinde bulunan ve gövdeye cıvata ve saplamalarla bağlanan parçadır.

Yatak kapağı, yatak içini dış etkilere karşı korur. Her sökölüşünde tekrar aynı şekilde bağlanması içi gövdeye boşluksuz geçmeli yapılmıştır.

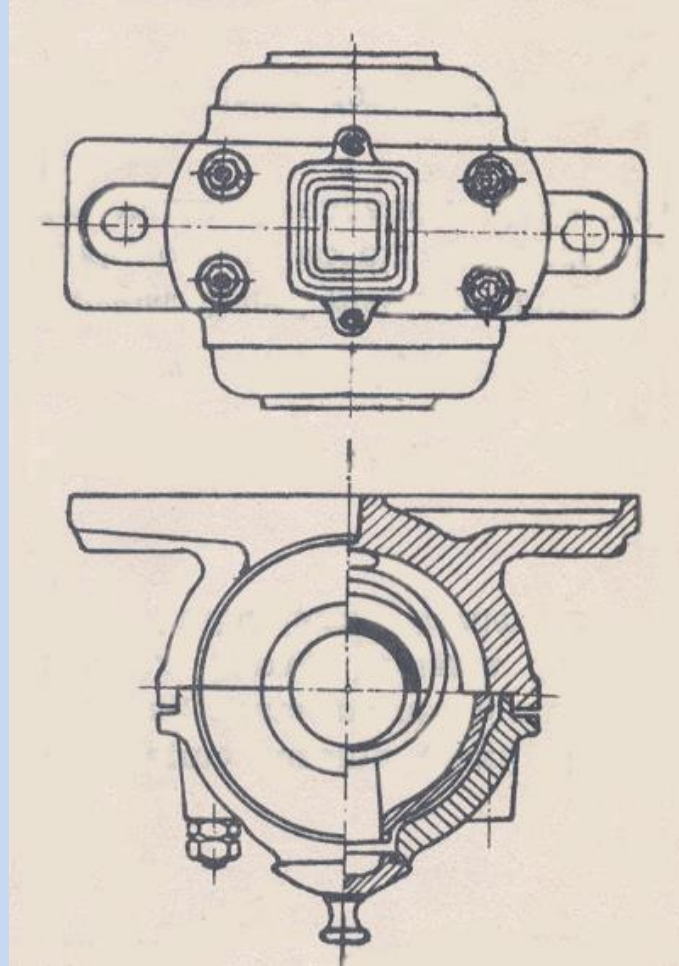
❖ Kapağı gövdeye bağlayan düzen

Kapak ve gövdeyi bağlamak için cıvata ve saplamalar kullanılır.

❖ İç yatak

Yatağın muyluya temas eden iç yüzeyidir. Muylunun imalatı zor ve değıştirmesi 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.

Yataklar



iki parçalı kaymalı yatak

Yataklar

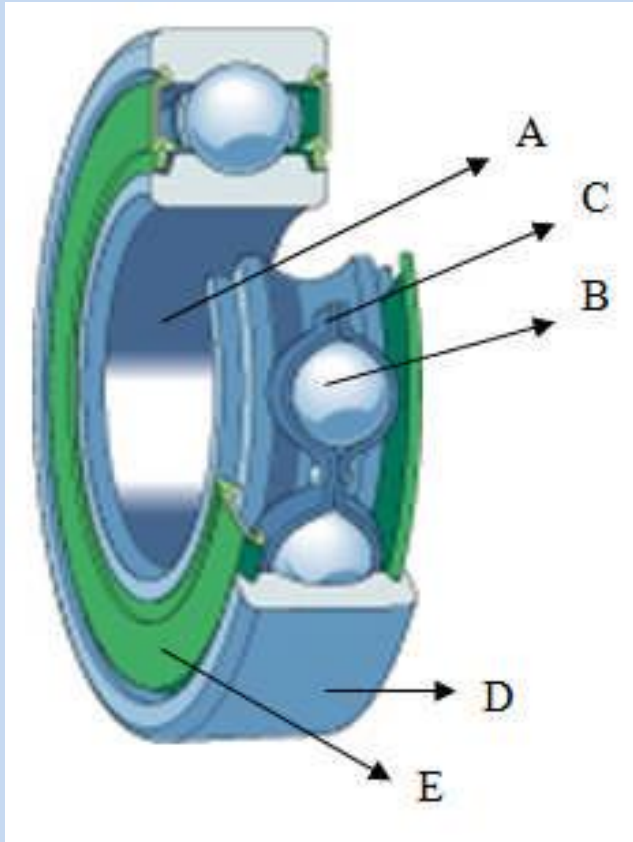
❖ Yağlama düzeni

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.

Yataklar

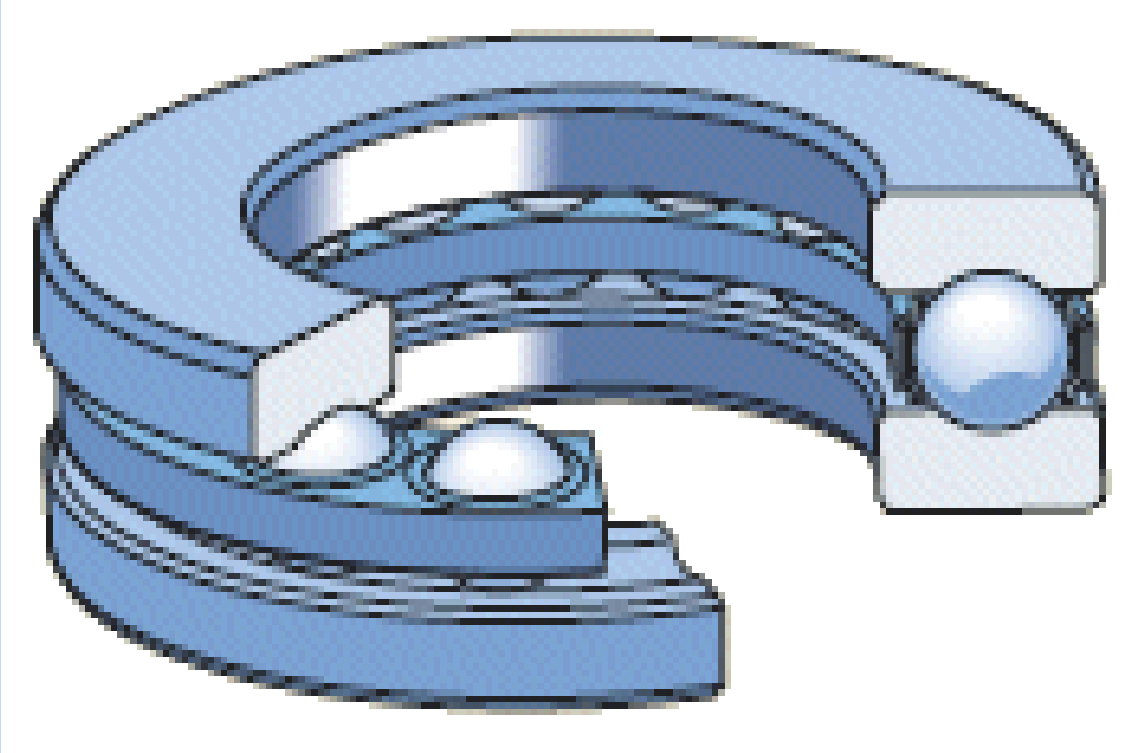
Yuvarlanmalı Yatakların Yapısı

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



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

Yataklar



Rulmanlı aksiyal yatak

Yataklar

➤ İç bilezik

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

➤ Yuvarlanan parçalar

Yatak içindeki 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’de yuvarlanma elemanlarının şekilleri görülüyor.

Yataklar



Yuvarlanma elemanlarının şekilleri

Yataklar

➤ Kafes

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

Yataklar

➤ **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.

Yataklar

Yatak Tipleri ve Uygulamaları

Bu bölümde uçaklarda kullanılan yuvarlanmalı yataklar (Bearing) incelenecektir.

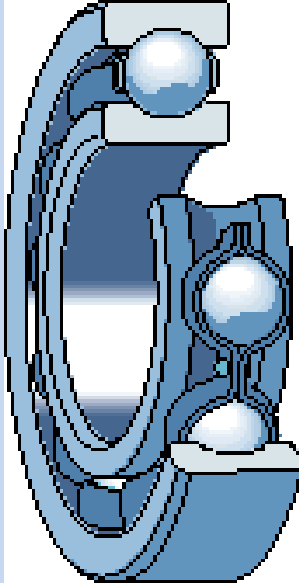
Rulmanlı Radyal Yataklar

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.

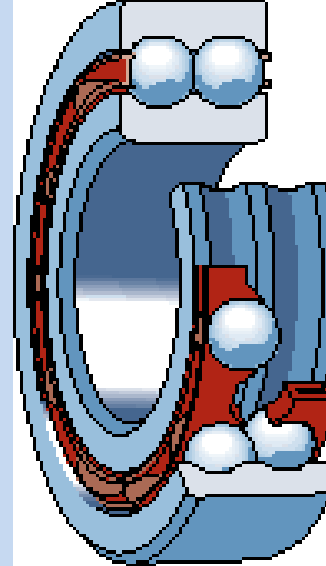
Yataklar

Bilye Rulmanlı, Radyal Yataklar

En çok kullanılan türüdür. Bir sıra bilye rulmanlı veya iki sıra bilye rulmanlı olarak yapılır.



Tek sıra bilyeli



İki sıra bilyeli

Yataklar

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 paralelliği 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.

Yataklar

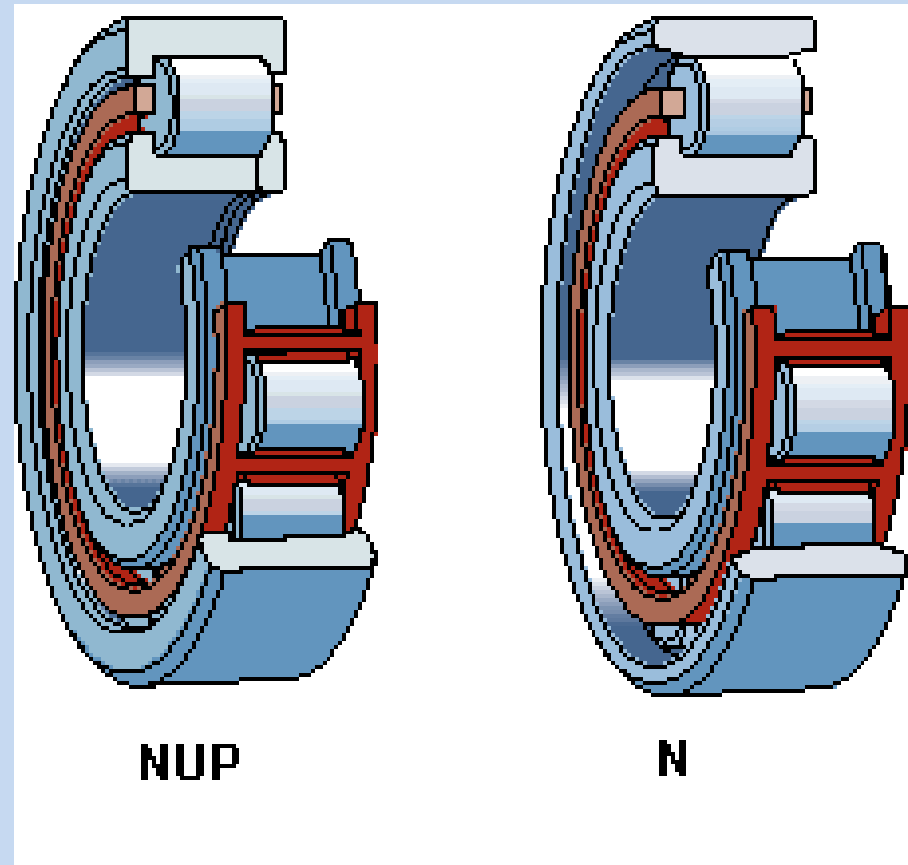
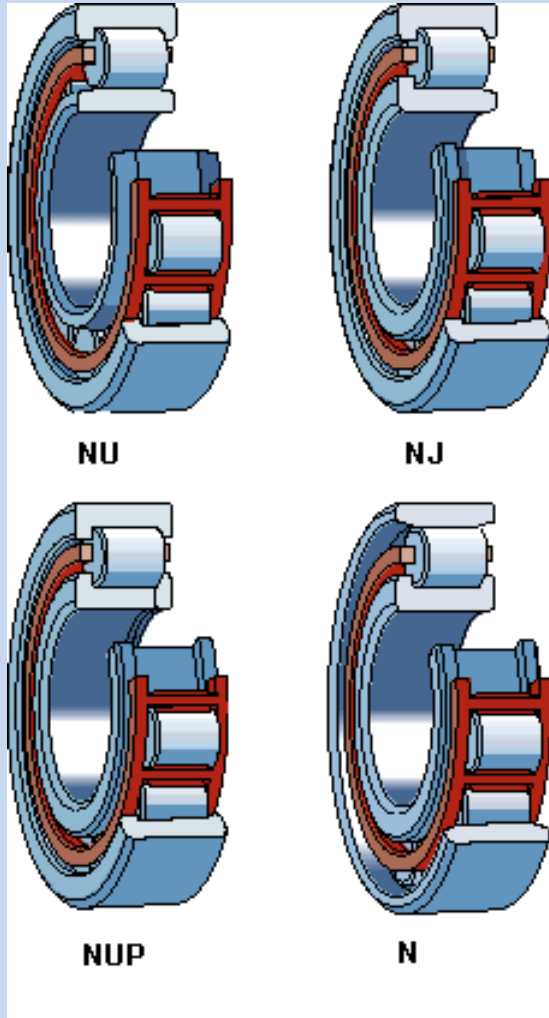
Silindirik Makara Rulmanlı, Radyal Yataklar

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’de değişik silindirik makara rulmanlı yataklar görülmektedir.

Yataklar

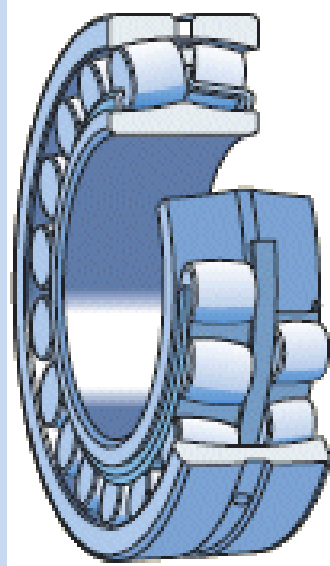


Yataklar

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° kadar açı ile dönme hareketinde bulunabilir.

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



Çift sıralı fıçı rulmanlı

Yataklar

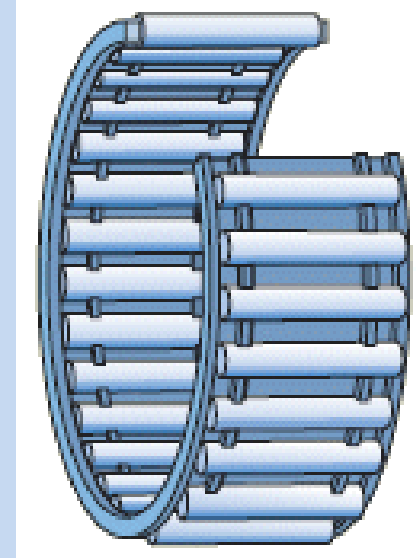
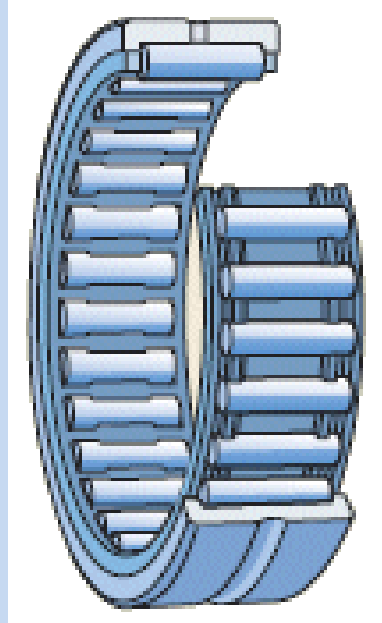
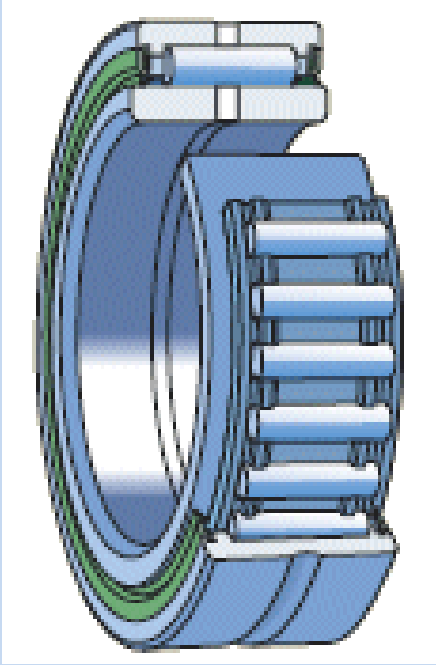
İğne Rulmanlı, Radyal Yataklar

İğne rulmanlı yatakların yuvarlanma elemanları incedir ve iğneye benzer.

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.

Yataklar



İğne rulmanlı radyal yataklar

Yataklar

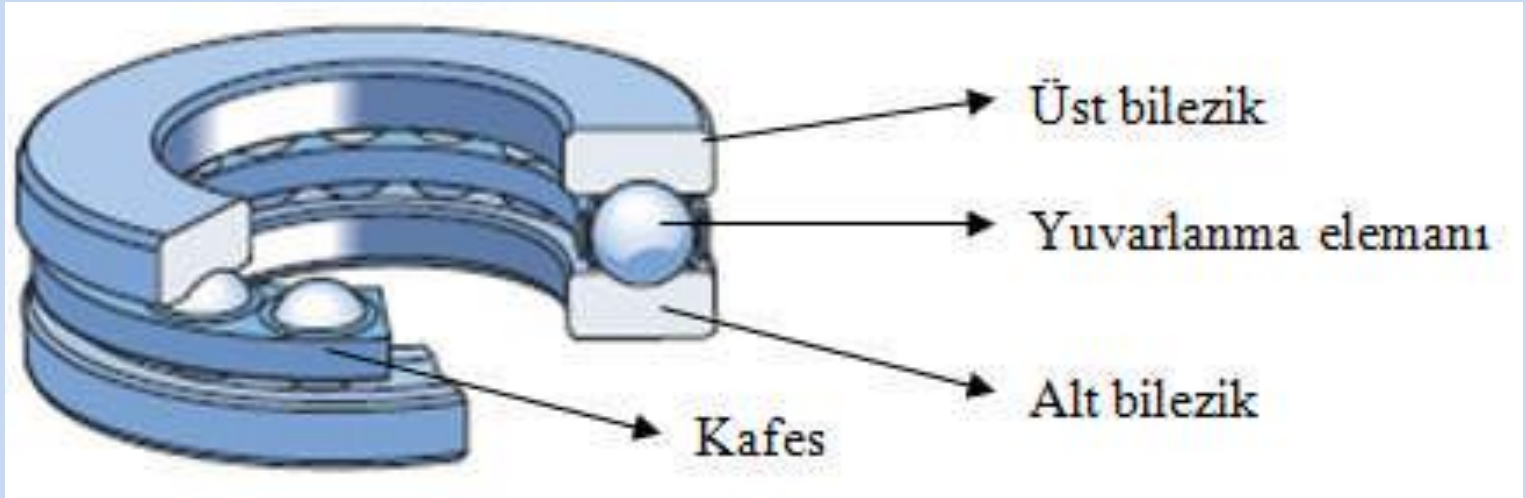
Rulmanlı Aksiyal (Eksenel) Yataklar

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.

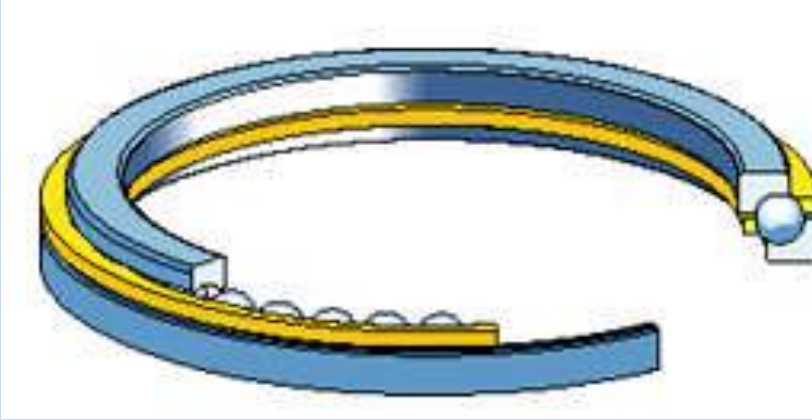
- Eksenel sabit bilyeli yataklar
- Eksenel eğik bilyeli yataklar
- Eksenel oynak makaralı yataklar

Yataklar



Eksenel sabit bilyeli yatak

Yataklar



Eksenel eğik bilyeli yataklar



Eksenel oynak makaralı yataklar

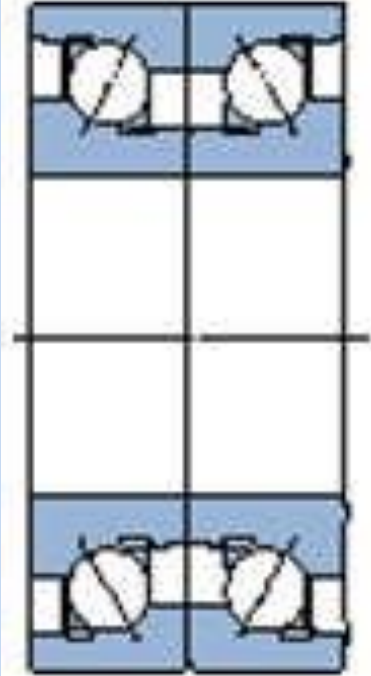
Yataklar

Rulmanlı, Radyal ve Aksiyal Yataklar

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

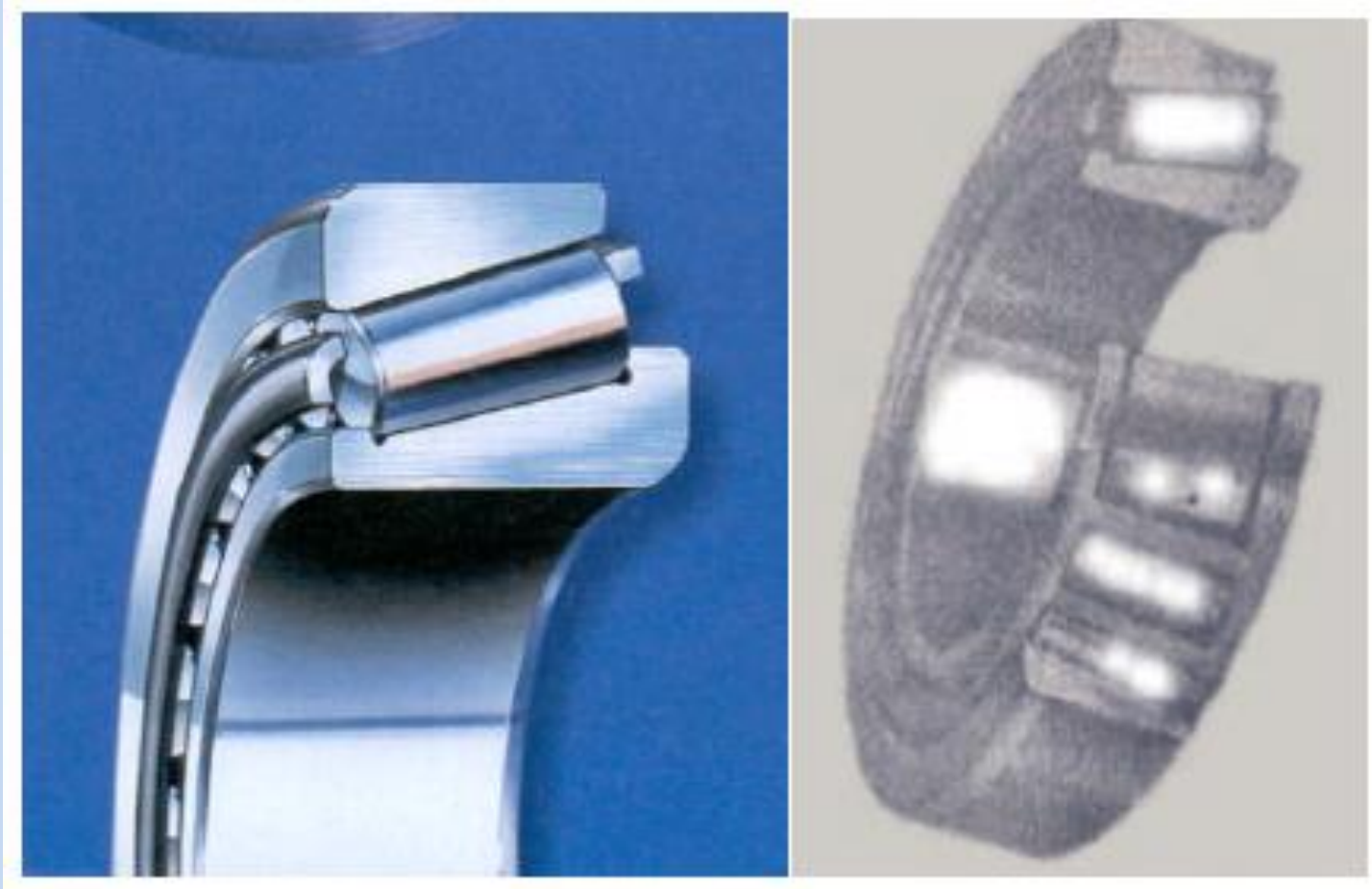
- Konik makara rulmanlı yataklar
- Eğik bilyeli yataklar

Yataklar



Eğik bilyeli yataklar

Yataklar



Konik makaralı rulmanlı yatak

Yataklar

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.)

Yataklar



Tek parça, yarı parçalı ve tam parçalı rulmanlar

Yataklar

Yatakların Bakımı

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.

Yataklar

- 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.

Yataklar

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 olamayacağı gibi aynı zamanda bahsedilen istenmeyen maddelerin bearing yüzeylerine zarar vermesi mümkündür.

Yataklar

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 ısıнын yatak boşluklarının ve diğer ölçülerinin ısı 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

Yataklar

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.

Yataklar

Gres ile yaşlama iki şekilde olur. Birincisi; k yataklar için yatak ömrü yaşlama sresinden az olduğundan bir daha yaşlanmasına gerek yoktur. İkincisi; yaşlama yatak gövdesi üzerine yerleştirilen yaşlama memesinden el pompası ile gres yağı sıkılarak yapılır.

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

Yataklar

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.

Yataklar

➤ **Püskürtme ile yağlama**

Yağ püskürtme yönteminde yüksek devirli yataklar için püskürtme bilezikleri ve diskleri kullanılabileceği gibi dişli sistemlerin yağ banyosundan geçerken sıçrattığı 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.

Yataklar

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 manuele 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.

Yataklar

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.

Galling Korozyonu

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

Glazing

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

Varnishing

Açık kahverengiden siyaha kadar olabilen zararsız bir yüzey filmidir.

Stains

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

Yataklar

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.

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.

Yataklar

True brinelling

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

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.

Cracks (Çatlaklar)

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

Yataklar

Pits (Çukurlar)

İçlerinde malzeme kalkmış küçük düzensiz biçimli oyuklardır.

Dents and Nicks

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

CONTACT INFORMATION

dr.tamer@tamersaracyakupoglu.com.tr
tsaracyakupoglu@gelisim.edu.tr

0532 130 18 80





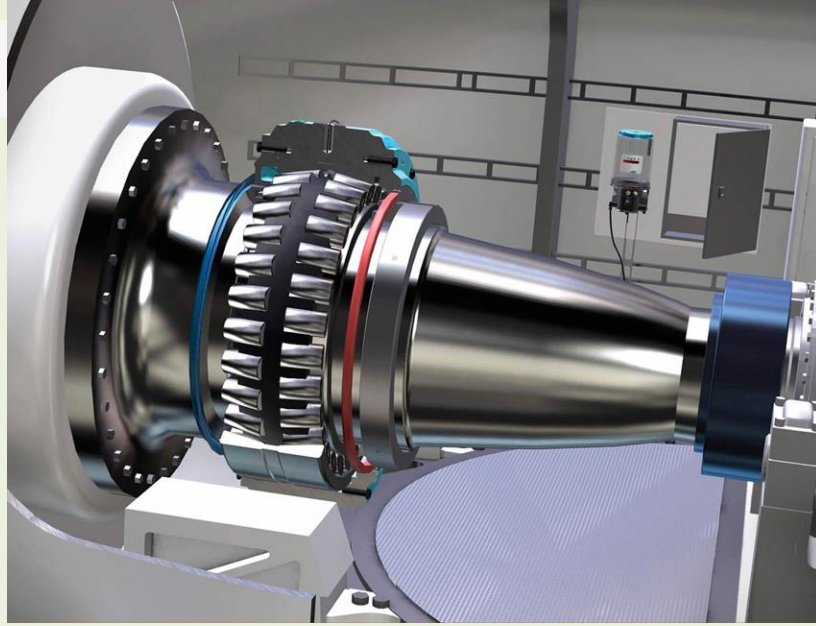
Ekolojik, Ekonomik ve Sosyal Sürdürülebilirlik İçin

istanbul Gelişim Üniversitesi

www.gelisim.edu.tr

🐦 f gelisimedu 📷 igugelisim

Uçak Bakım ve Onarım Bölümü



Gaz Türbinli Motorlar ve Uygulamaları -1

Week : 10'uncu Hafta

Instructor : Assist. Prof. Dr. Tamer Saraçyakupoğlu

E-Mail: tsaracyakupoglu@gelisim.edu.tr

Mobile: 0 532 130 18 80



Gaz Türbinli Motorlar ve Uygulamaları 10'uncu Hafta

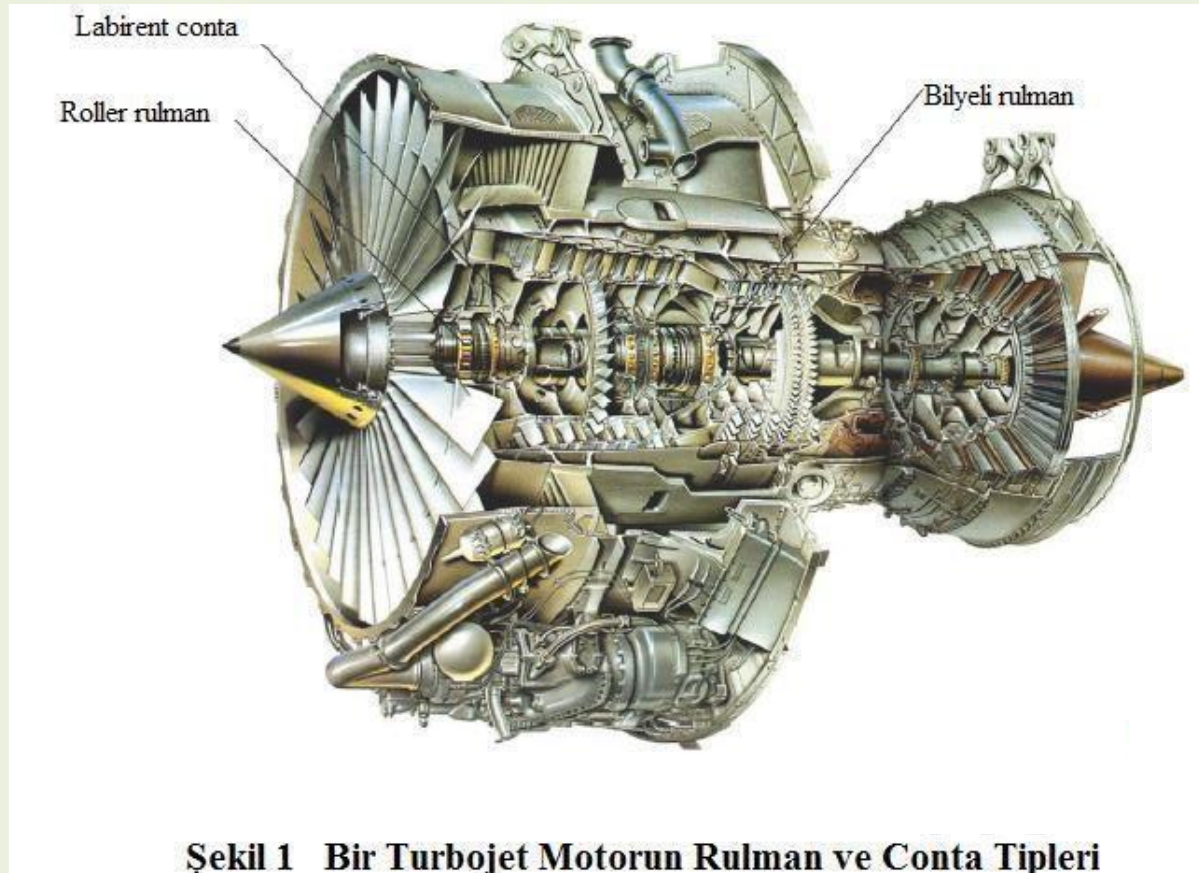
Rulmanlar ve Sızdırmazlık Elemanları

Rulmanlar ve Sızdırmazlık Elemanları

Rulmanlar

Jet-Motoru Rulmanları

Ana Rulman Tipleri



Şekil 1 Bir Turbojet Motorun Rulman ve Conta Tipleri

Ana Rulman Tipleri

Bir gaz türbinli motorun ana rulmanları ya bilye ya da roller anti-sürüklenme tiptir. Bilyeli rulmanlar oluklu bir iç yatakta döner ve hem eksenel (itki) hem de radyal (santrifüj) yükler için ana motor rotorunu destekler. Roller rulmanlar yassı bir iç yatakta döner.

Bilyeli rulmanlardan daha büyük yüzey temas alanlarından ötürü radyal yüklemenin büyük kısmını soğuracak ve çalışma esnasında motorun eksenel büyümesine olanak tanıyacak şekilde konumlandırılırlar.

Ana Rulman Stresleri

Ana rulmanlar üzerinde etkili başlıca yükler aşağıdaki kaynaklardan çıkar:

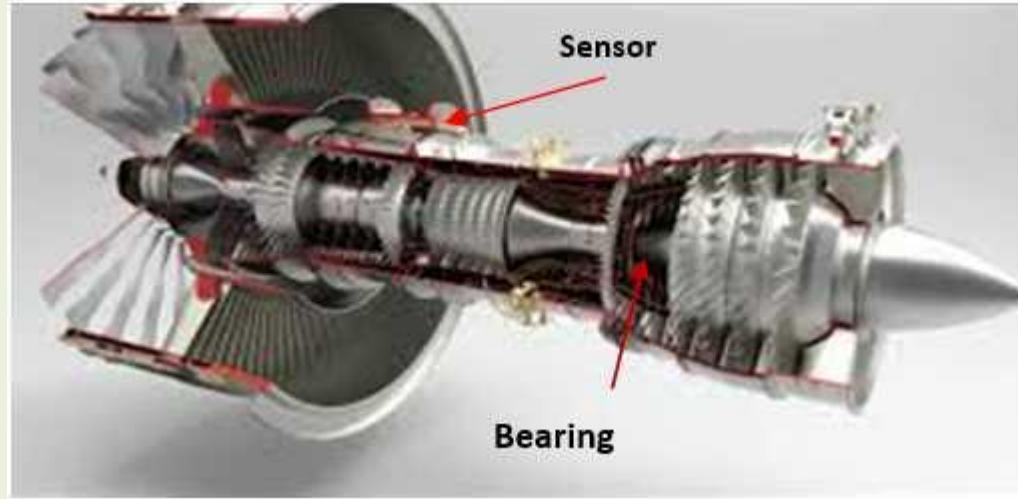
- Radyal g-kuvvetlerinin binlerce katı büyüklüğündeki dönen kütle ağırlığı(kompresör ve türbin).
- Güç değişimlerinden kaynaklanan aksenal kuvvetler.
- Uçak yön değiştirdikçe yerinde kalmaya çalışan ağır dönel kütlelerin jiroskopik etkisi.
- Termal genişlemeden dolayı sabit muhafazalar ve rotor sistemi arasındaki sıkıştırma ve germe yükleri.
- Hava akımı, uçak ve motorun kendisi tarafından indüklenen titreşim.



Ana Rulmanların Kullanımı

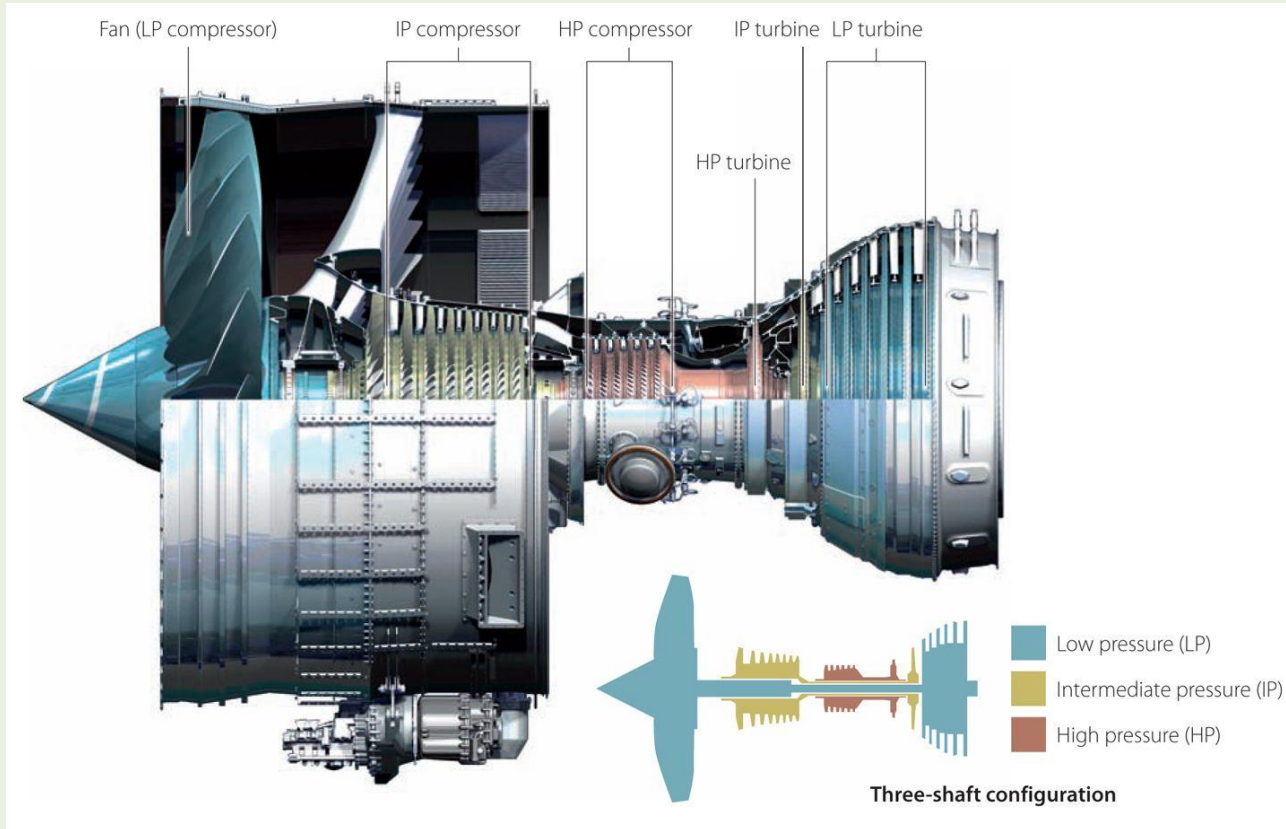
Ana rulmanlar rotor düzeneklerini destekler ve sonra rulman gövdeleri ve destek kolları vasıtasıyla çeşitli yükleri motorun dış mahfazalarına ve en nihayetinde uçak montajlarına iletir.

Ana rulmanların sayısı bir motor modelinden bir diğerine değişiklik gösterir. Aynı yük faktörlerini bağdaştırmak için üreticilerden biri üç ağır rulman kurmayı tercih edebiliyorken diğeri beş veya altı hafif rulmanı tercih edebilir.



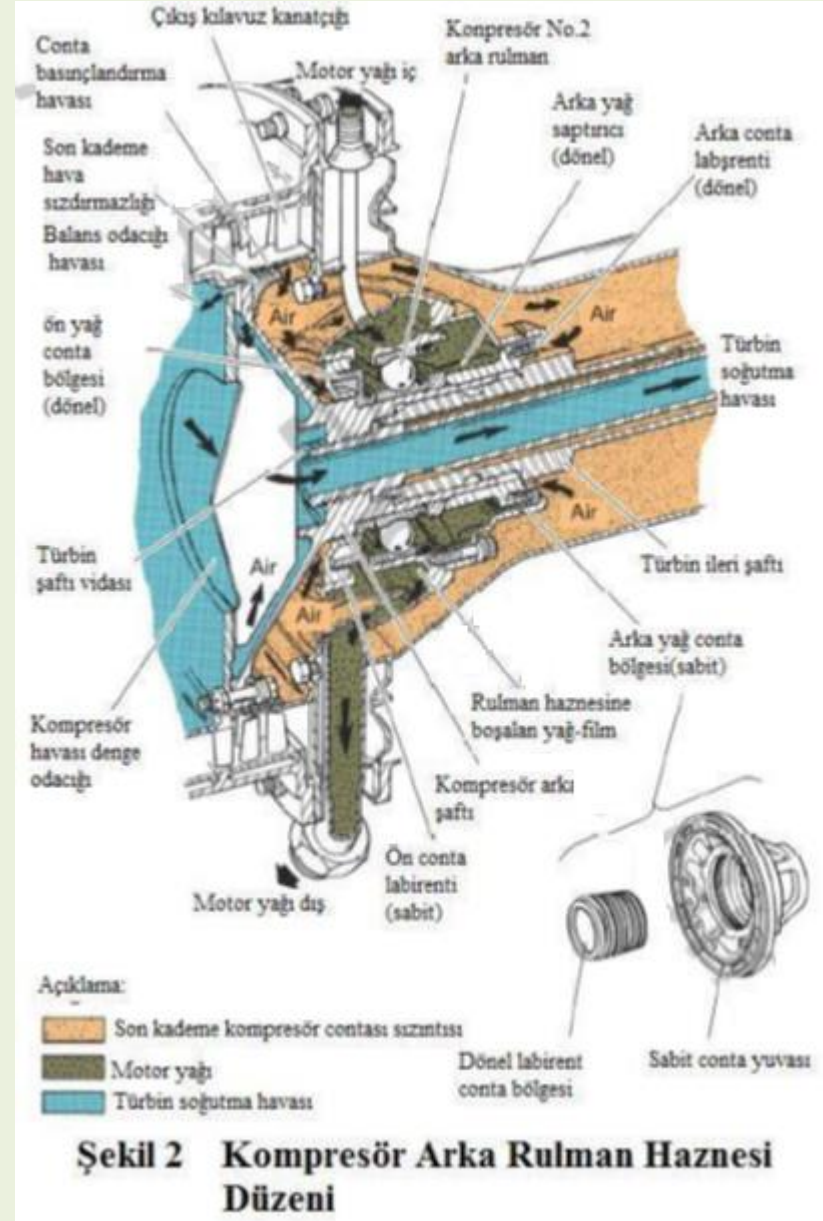
Rulman Sızdırmazlıkları

Çoğu rulman mahfazası gaz yoluna yağ kaybını önlemek için contalar kullanır. Yağ contaları genellikle labirent veya karbon silme tiptir. Aynı motorda birini veya diğerini veya ikisinin kombinasyonunu görmek olağandır.



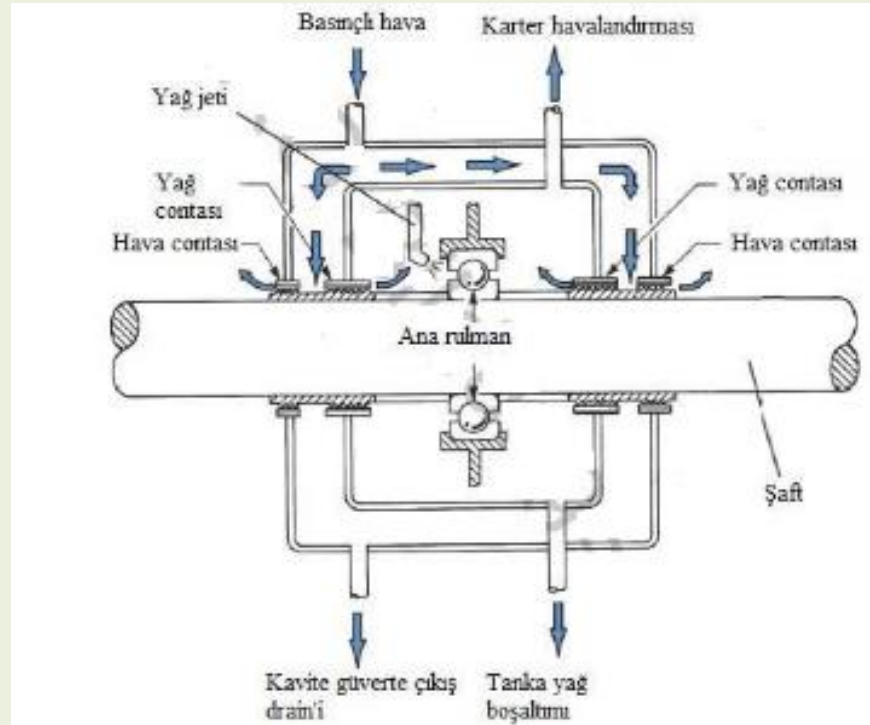
Labirent Contalar

Yandaki şekilde gösterilen iki labirent conta, rulmanın yerleştirildiği bir kompartımanı oluşturur. Rulman kompartımanının dışında bulunan gaz yolundan gelen hava, labirent contaya açılan yivler boyunca içe doğru boşalır.



Labirent Contalar

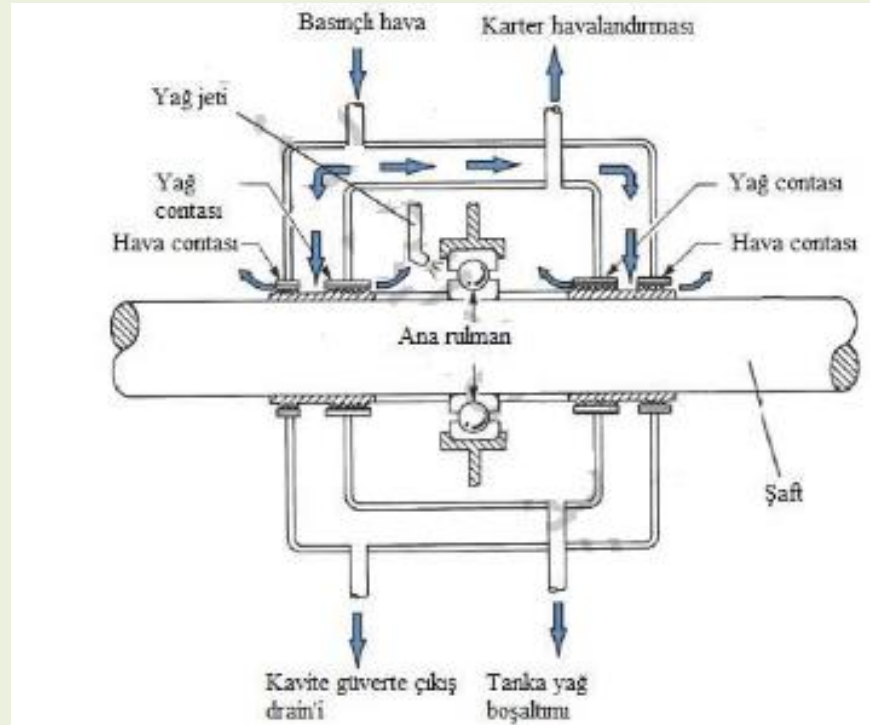
Bu yivler bir vida dişine benzeyen eş merkezli bir yolda veya her halka kendi düzleminde olacak şekilde eş merkezli olmayan bir yolda sızdırmazlık halkalarını oluşturur. Herhangi bir durumda halkalar tarafından şekillendirilen conta setleri motor gaz yolundan gelen ölçülmüş bir miktardaki havanın içeriye doğru akmasına olanak tanır. Rulman kompartımanı içerisindeki basınç çoğu motorda atmosferik seviyenin biraz üzerinde sağlanır.



Şekil 3 Ana Rulman Labirent Hava/Yağ Contaları

Labirent Contalar

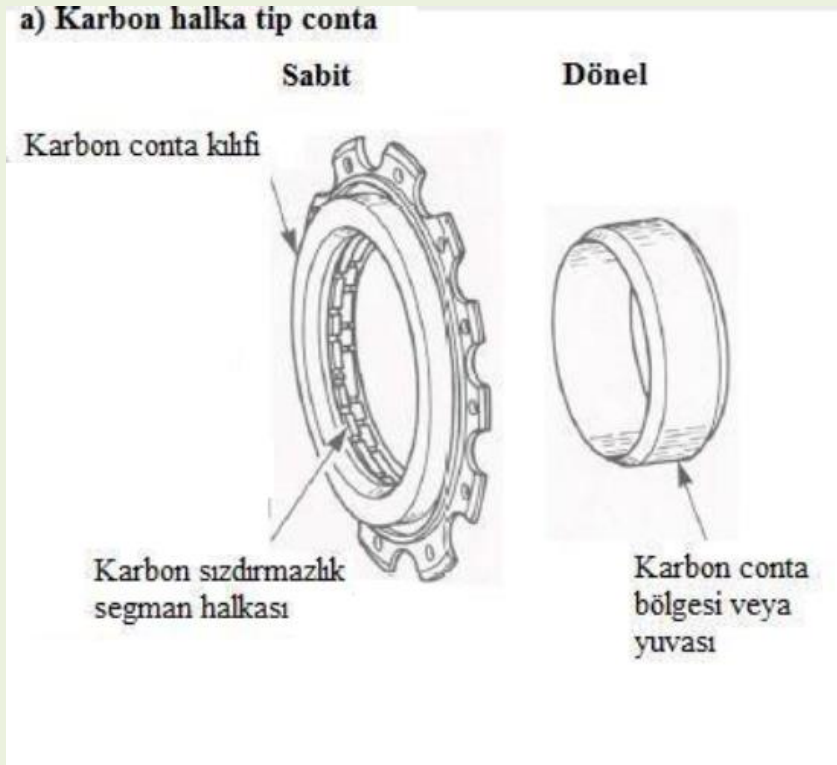
Dönel rulmana püskürtülen, yağ memesi tarafından oluşturulan yağ buharının rulman kompartımanından çıkması labirent conta boyunca giren hava tarafından önlenir. Havayı basınçlandıran conta daha sonra süpürme yağı sistemiyle rulman alanından çıkarılır(şekil 2'ye bakınız). Balans odacığı motor güç değişimleriyle rulman üzerindeki ani itki yüklemelerini önler. Aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi çoğu yüksek sıkıştırımlı motor ayrı bir havalandırma sistemiyle tasarlanır.



Şekil 3 Ana Rulman Labirent Hava/Yağ Contaları

Karbon Contalar

Karbon contalar bir karbon ve grafit harmanından yapılır. İşlev ve konum olarak labirent contalarla benzerdir fakat tasarım olarak değil. Labirent conta bir hava boşluğu açıklığı sağlarken karbon conta yüksek parlaklıkta bir krom karbür yüzeye biner. Karbon conta genellikle yay yüklüdür ve bazen birleşme yüzeyine karşılık karbon kısmına üniform bir ön yükleme basıncı oluşturmak ve daha pozitif bir yağ ölçüm kabiliyeti sağlamak için havayla basınçlandırılır. Aşağıdaki şekilde gösterilen karbon conta, dönen bir shafta tutturulmuş bir conta yüzeyine binen karbon-halka tip bir conta olarak sınıflandırılır.



Karbon Contalar

Diğer bir yaygın tasarım aşağıdaki şekilde görülen karbon-yüz tip conta. Eklentileri taşıyan çoğu akışkandaki tahrik shaftı contaları olarak kullanılanlarla benzerdir. Karbon yüzeyler yüksek parlaklıktaki birleşme yüzeyleriyle genelde sabittir, bir conta plakası olarak adlandırılır (veya conta yuvası), ana rotor shaftına bağlıdır ve birlikte dönerler.



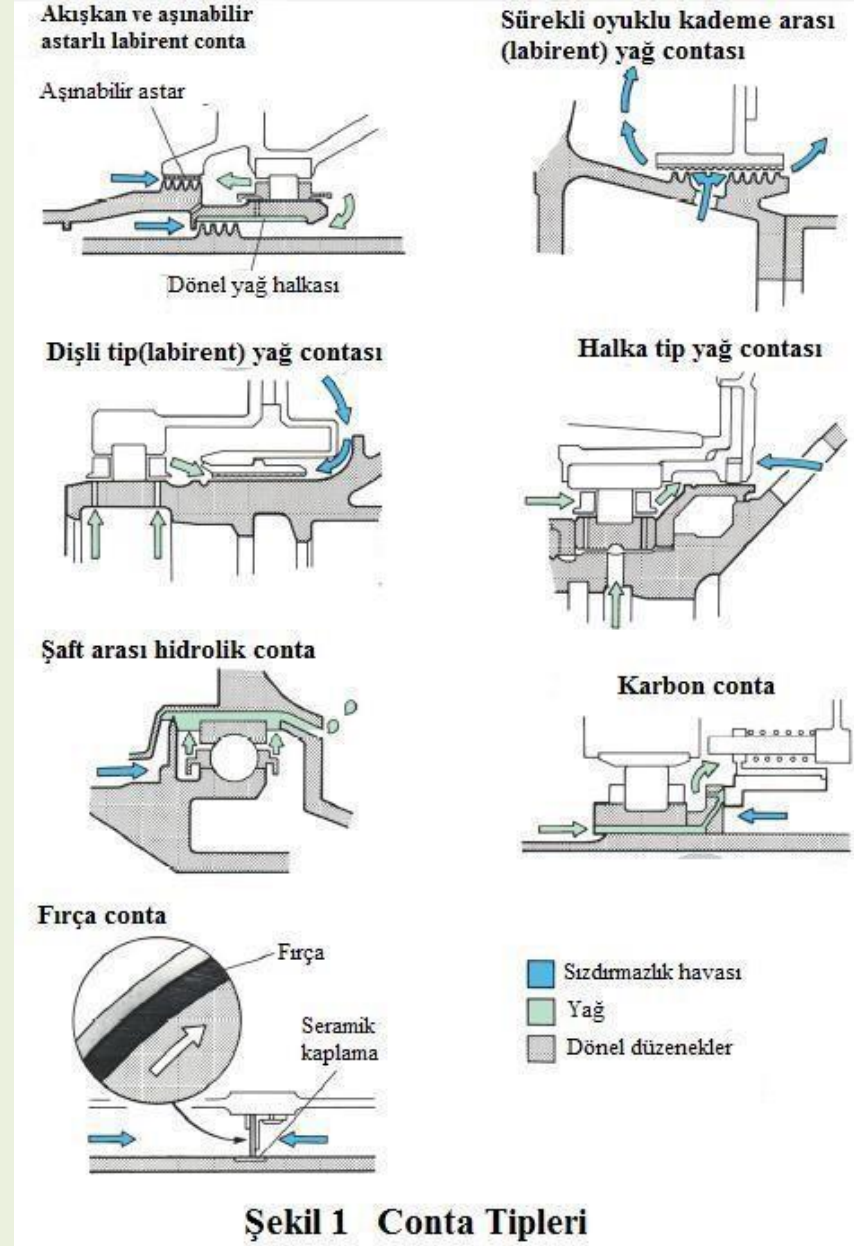
Rulman hazneleri akan hava akışı üzerinde daha pozitif bir kontrol gerektiğinde veya süpürülmeden önce bazen birikinti haline gelebilen yağı saklamak için tam-temas tip bir containın gerekli olduğu yerde karbon conta bulunacaktır. Buna karşılık, labirent sızdırmazlık genellikle daha yüksek havalandırma alt sistemi basınçlarıyla tasarlanan yağ sistemi konumlarıyla ilgilidir.

Contalar motor rulmanı odacıklarından yağ sızıntısını önlemek, soğutma havasının akışını kontrol etmek ve türbin diski boşluklarına ana akım gazının girişini önlemek için kullanılırlar.

Gaz türbinli motorlarda çeşitli sızdırmazlık metotları kullanılır. Metodun seçilimi çevre sıcaklığına ve basıncına, aşınabilirliğe, ısı üretimine, ağırlığa, alan mevcudiyetine, üretim kolaylığına ve kurulum ve söküm kolaylığına bağlıdır.

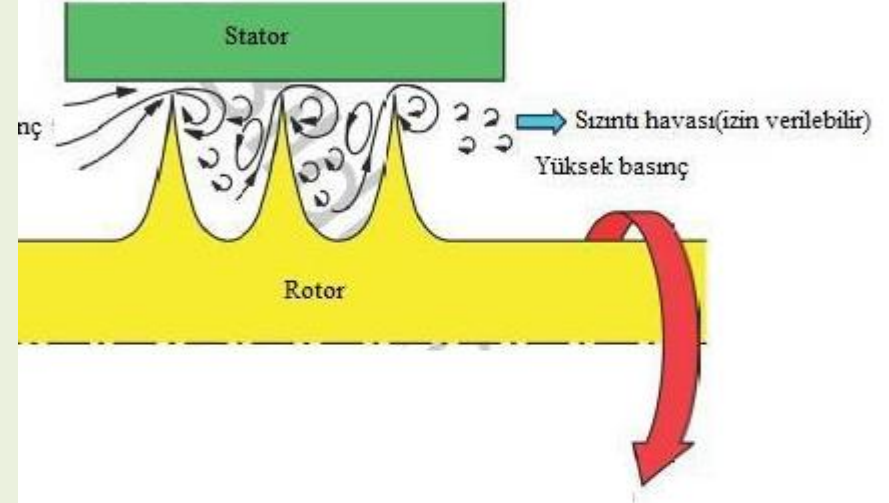
Labirentli Contalar

Labirent contalar büyük ölçüde dahili hava akımlarını kontrol etmek için bir ölçüm cihazı olarak ve rulman odacıklarındaki yağı tutmak için kullanılırlar. Birkaç labirent conta tasarımı aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



Labirentli Contalar

Bir labirent conta yumuşak bir aşınabilir malzemeye veya bir yüksek-sıcaklık bal peteği yapısalıyla kaplı bir statik oyukla yüzgeçli bir dönel elemanı içerir. Motorun başlangıç çalışmasında finler kaplamaya hafifçe sürter, minimum bir açıklık vermek için ayırır. Uçuş çevrimi boyunca açıklık değişiklik gösterir, parçaların termal büyümesine ve dönel elemanların doğal esnekliğine dayalıdır. Her conta fini boyunca contanın bir tarafından diğerine sızdırmazlık havasının kısıtlı bir akışını doğuran bir basınç düşüşü vardır. Bu conta rulman odacığı sızdırmazlığı için kullanıldığında havanın dışardan odacığın içine akmasına olanak tanıyarak yağ sızıntısını önler. Bu akış yağ dönüş sistemine yardımcı olan pozitif bir basınç da indükler.

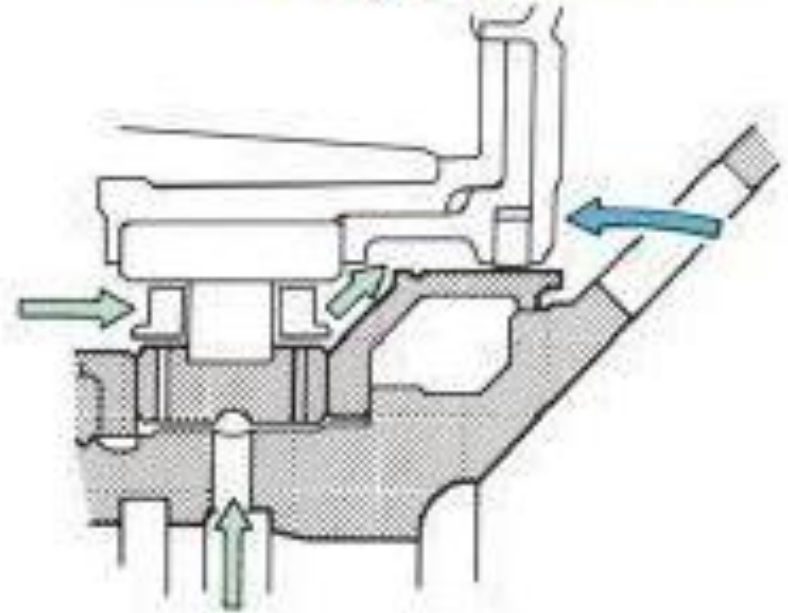


Şekil 2 Bir Labirent Contanın İşlevi

Halka Contalar

Bir halka conta, statik yuvadaki yakın geçmeli bir oyuğa geçirilmiş metal bir halka içerir. Halka ve dönel şaft arasındaki normal çalışma açıklığı labirent contayla elde edilenden daha küçüktür. Bunun sebebi şaft ne zaman temas etse halkanın yuva içerisinde hareket etmesine olanak tanınmasıdır. Halka contalar, ısının yuva içinde halka tutulmasına yol açmasından ötürü yağın bozulduğu sıcak alanların dışında, rulman odacığı sızdırmazlığı için kullanılırlar.

Halka tip yağ contası



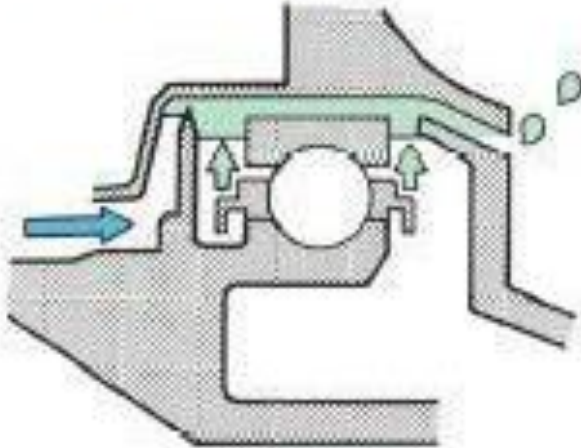
- Sızdırmazlık havası
- Yağ
- Dönel düzenekler

Hidrolik Contalar

Bu sızdırmazlık metodu bir rulman odacığının sızdırmazlığı için çoğunlukla dönel elemanlar arasında kullanılır. Labirent veya halka contanın aksine, kontrollü bir hava akışının conta boyunca çaprazlama geçmesine izin vermez.

Hidrolik contalar santrifüj kuvvetler tarafından oluşturulan bir yağ halkasına daldırılan bir conta finni ile şekillendirilir. Rulman odacığının içindeki ve dışındaki hava basıncındaki herhangi bir farklılık finnin her iki tarafındaki yağ seviyesindeki bir farkla dengelenir.

Şaft arası hidrolik conta

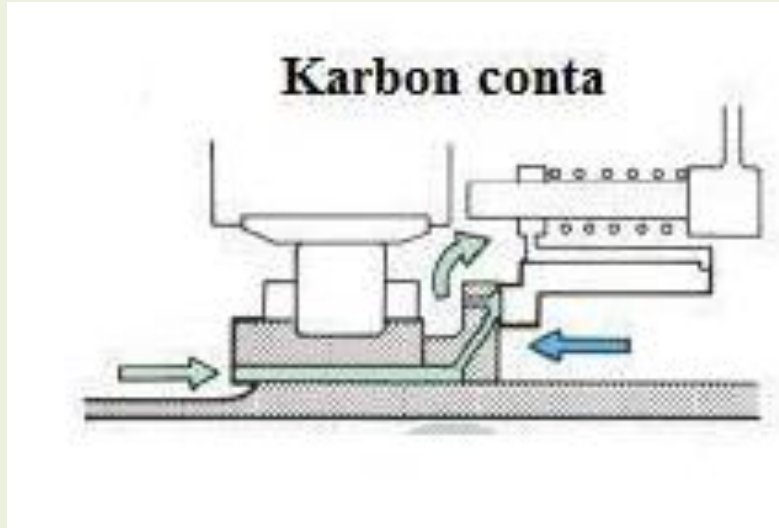


-  Sızdırmazlık havası
-  Yağ
-  Dönel düzenekler

Karbon Contalar

Bu sızdırmazlık metodu bir rulman odacığının sızdırmazlığı için çoğunlukla dönel elemanlar arasında kullanılır. Labirent veya halka contanın aksine, kontrollü bir hava akışının conta boyunca çaprazlama geçmesine izin vermez.

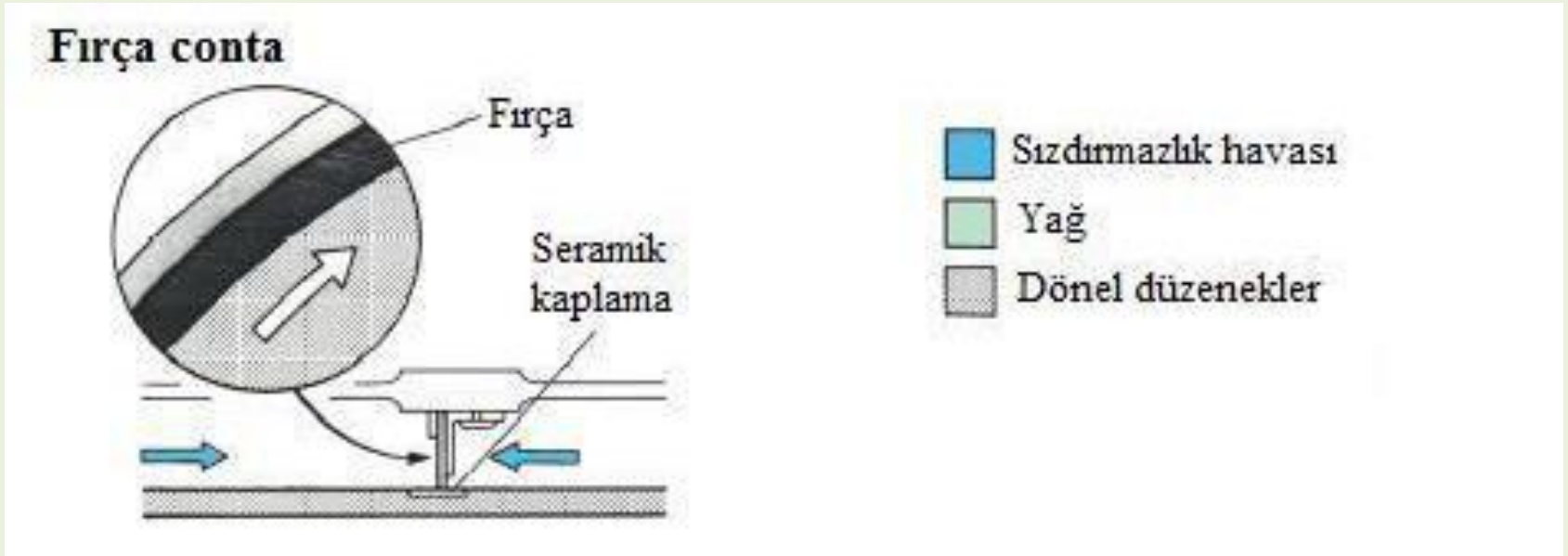
Hidrolik contalar santrifüj kuvvetler tarafından oluşturulan bir yağ halkasına daldırılan bir conta finin ile şekillendirilir. Rulman odacığının içindeki ve dışındaki hava basıncındaki herhangi bir farklılık finin her iki tarafındaki yağ seviyesindeki bir farkla dengelenir.



-  Sızdırmazlık havası
-  Yağ
-  Dönel düzenekler

Fırça Contalar

Fırça contalar ince telli statik bir halka içerir. Dönel bir shaftla sürekli temas içindedirler, sert seramik bir kaplamaya sürterler. Bu conta tipinin sızıntıyı artırmadan radyal sürtünmelere dayanım avantajı vardır.



Sıcak Gaz Emilimi

Aşırı ısınmaya neden olduğundan ve istenmeyen termal genişlemeyi ve yorulmayı doğurduğundan dolayı türbin diski boşluklarına sıcak ana akım gazının emilimini önlemek önem arz eder. Dönel diskler ve bitişik statik parçalar arasında, türbin halkasındaki basınç sıcak gazı türbin diski kenar boşluklarına iter. Ek olarak, dönel disklerin yüzeyine yakın olan hava dışarıya pompalanmasına neden olan sürtünmeyle ivmelendirilir. Bu, sıcak gazın içeri doğru tamamlayıcı bir akışını indükler.



Sıcak Gaz Emilimi

Sıcak gazın içeri yönlü akışını karşılamak için gerekli miktarda soğutma ve sızdırmazlık havasının disk boşluklarına sürekli olarak sağlanmasıyla sıcak gaz emiliminin önlenmesi sağlanır. Soğutma ve sızdırmazlık havasının basıncı ve akışı kademeler arası contalarla kontrol edilir.



Teşekkürler



Dr. Tamer SARAÇYAKUPOĞLU