

ART BEARINGS

TEKNİK YAYIN

Yayın No : 001

Yayın Tanımı :

**RULMAN YATAKLAMA DÜZENLERİNİN
TASARIMI İÇİN GEREKLİ TEKNİK VERİLER**

Anadolu Rulman İmalat San. ve Tic. A.Ş.

Yaka Mahallesi, 401. Sokak, No:17 Cumayeri / DÜZCE / TÜRKİYE

Tel: +90 380 735 51 54 Faks: +90 380 735 51 77

www.anadolurulman.com.tr

SC.RULMENTI S.A. 1953 yılında Romanya'nın Bartad şehrinde Avrupa'nın en büyük rulman üretim tesisi olarak kurulmuş olup, 2000 yılında gerçekleştirilen özelleştirme ile Türkiye'ye kazandırılmıştır. Özelleştirme sonrası yapılan yatırımlar ve kalite iyileştirmeleri ile Romanya'nın en başarılı şirketler sıralamasında ilk 10 da yer alan S.C. Rulmenti S.A. Dünya'da 80'den fazla ülkeye yaptığı ihracatlar ile adından söz ettirmeye devam ettirmektedir.



"Gücünüzü artıran teknoloji"



Anadolu Rulman İmalat San. Ve Tic. A.Ş. (ART), Avrupa'nın en büyük rulman üretim tesisi ve aynı zamanda 60 yıldan fazla rulman üretim tecrübesine sahip Rulmenti grup üyesi olarak 2005 yılında kurulmuştur.

ART, Türkiye'de ki iki rulman üreticisinden biri olup, yurt içinde ve yurt dışında ki başarılı konumunu sürekli geliştirerek, müşteri odaklı yaklaşımı, dinamik ve yetkin kadrosuyla "ürün ve hizmette mükemmelliği" yakalamaktadır.

ANADOLU RULMAN A.Ş.

Macaristan'ın başkenti Budapeşte de geçmişi 1950 yılına dayanan bölgenin en tecrübeli ve en büyük rulman üretim tesislerinden biri olan MGM, gerçekleştirilen yatırımlar ile 2007 yılında S.C. RULMENTI S.A. grubuna katılmıştır.

MGM, mühendislik deneyimi ve S.C Rulmenti S.A. ortak kalite kavramı anlayışıyla Avrupa'nın önde gelen rulman kullanıcılarına hizmet vermektedir.



İÇİNDEKİLER

RULMAN YATAKLAMA DÜZENLERİNİN TASARIMI İÇİN GEREKLİ TEKNİK VERİLER

| | |
|---|----------|
| 1.1 RULMAN BİLEZİKLERİNİN YÜK ALTINDAKİ DURUMU | 1 |
| 1.2 RULMAN GEÇMELERİNİN TAYİNİ | 3 |
| 1.2.1 MİLLER İÇİN TOLERANS SINIFLARI | 3 |
| 1.2.2 YUVA DELİKLERİ İÇİN TOLERANS SINIFLARI | 3 |
| 1.2.3 BAZI TİP RULMANLAR İÇİN ÖZEL GEÇMELER | 4 |
| 1.3 RULMANLARDA SIZDIRMAZLIK | 6 |
| 1.3.1 STATİK SIZDIRMAZLIK ELEMANLARI | 7 |
| 1.3.2 DİNAMİK SIZDIRMAZLIK ELEMANLAR | 7 |
| 1.3.2.1.1 Temassız tip (sızdırmazlık aralıklı) kauçuk dışı dinamik sızdırmazlık elemanları | 8 |
| 1.3.2.1.2 Labirent Tip Sızdırmazlık Elemanları | 8 |

RULMAN YATAKLAMA DÜZENLERİNİN TASARIMI İÇİN GEREKLİ TEKNİK VERİLER

1.1 Rulman bileziklerinin yük altındaki durumu

Rulmanların takılmasında seçilecek geçme değerleri, belirli çalışma şartları (yağlama, sıcaklık vb) altındaki rulmanın tip ve büyüklüğüne bağlıdır. Döner bileziğe gelen dalgalı yükler ne kadar büyükse, geçme o kadar sıkı yapılır.

Rulmana etkiyen yüklerin yönüne göre, **tablo 1.1**'de gösterildiği üzere, bileziklerin üç türlü yüklenme durumu ortaya çıkar:

- Eğer yük (bileşke) sürekli olarak yuvarlanma yollarının aynı noktasına doğru yönlenebiliyorsa, noktasal yük söz konusu demektir. Noktasal yüke maruz bir bilezik boşluklu geçme toleransına takılır (h6,g6,j6,H7,H8,G7)
- Eğer bileşke yük, rulman yuvarlanma yollarının tüm çevresi ya da sadece bir bölümü boyunca etkin bir şekilde destekleniyorsa, çevresel yük söz konusu demektir. Çevresel yüke maruz bir bilezik sıkı geçme toleransına takılır. (j5,k6,m5,m6,p6,r6,H6,J6,J7,K6, K7,M7,N7)
- Eğer rulmana gelen yükün yönü tanımlanamayacak şekilde değişkenlik gösteriyorsa (darbeli yükler, yüksek devir hızında sahip makinalardaki titreşimli ve balanssız çalışma hali), belirsiz yük söz konusu demektir.

| Bilezik | | İşletme şartları | | Bilezik | |
|---|---------|--|------|---------|---------|
| İç | Dış | Yük | Şema | İç | Dış |
| Dönüyor | Dönüyor | Bileşke yükün yönü sabittir | | Dönüyor | Durağan |
| Dönüyor | Dönüyor | Bileşke yükün yönü dış bileziğin dönme yönündedir | | Dönüyor | Durağan |
| Dönüyor | Dönüyor | Bileşke yükün yönü iç bileziğin dönme yönündedir | | Dönüyor | Durağan |
| Dönüyor | Dönüyor | Bileşke yükün yönü sabittir | | Dönüyor | Durağan |
| Dönüyor | Dönüyor | P_{P_1} yükü iç bilezikte beraber döner P_2 yükünün yönü sabittir $P_{P_1} < P_2$ | | Dönüyor | Dönüyor |
| Dönüyor | Dönüyor | P_{P_2} yükü dış bilezikte beraber döner P_1 yükünün yönü sabittir $P_{P_2} < P_1$ | | Dönüyor | Dönüyor |
| Her iki bilezik aynı veya zıt yönde farklı devir hızlarıyla döner | | Bileşke yükün yönü sabittir | | Dönüyor | Dönüyor |
| | | Bileşke yük iç bilezikte beraber döner | | Durağan | Durağan |
| | | Bileşke yük dış bilezikte beraber döner | | Dönüyor | Durağan |

Tablo 1.1

Belirsiz yük altında çalışma durumunda, her iki bileziğin de sıkı geçme toleranslarında takılması gerekmektedir.

Yük sayısı, dinamik eşdeğer yük (P_r) ile rulmana ait ISO 281'e göre hesaplanmış temel dinamik yük (C_r) arasındaki orandan faydalanılarak bulunur.

Bu orana göre üç ana yük tipi vardır:

- Hafif yük**
 $P_r/C_r < 0,06$; delik çapı $d < 100$ mm için
 $P_r/C_r < 0,1$: $d < 100$ mm için
- Normal yük**
 $P_r/C_r > 0,06$; $d < 60$ mm için
 $0,06 < P_r/C_r < 0,12$; $d < 60$ mm için
- Ağır yük**
 $P_r/C_r > 0,6$: $d < 60$ mm için
 $P_r/C_r > 0,12$: $d > 60$ mm için

| Çalışma şartları | Örnekler | Mil çapı [mm] | | | |
|--|---|--|--|---|--|
| | | Bilyalı rulmanlar | Silindirik iğneli ve konik makaralı rulmanlar | Oynak makaralı rulmanlar | Tolerans sınıfı |
| SİLİNDİRİK DELİKLİ RADYAL RULMAN | | | | | |
| İç bilezik için noktasal yük | | | | | |
| Kayabilir iç bilezikli serbest yataklama | Hareketsiz mil üzerindeki çarklar | Tüm çaplar | | | g6 (f6) |
| İç bileziğin mil üzerinde ekstenel kaymasına gerek yoktur | Çerçeve kasnakları, Tahrik kasnakları | | | | h6 |
| İç bilezik için çevresel yük | | | | | |
| Hafif ve değişken yükler (P<0,06C) | Konveyörler, hafif yüklü mekanizma rulmanları | 18÷100 >100÷140 | ≤40 >40÷100 | | j6 k6 |
| Normal ve ağır yükler (P>0,06C) | Genel makina mühendisliği elektrik motorları, türbinler, pompalar, dişli kutuları, ağaç işleme makineleri | ≤18 > 18÷100 >100÷140 >140÷200 >200÷280 - - - | - ≤40 >40÷100 >100÷140 >140÷200 >200÷400 - - - | - ≤40 >40÷65 >65÷100 >100÷140 >140÷280 >280÷500 >500 | j5 k5(k6) m5(m6) n6 p6 r6 r7 |
| Ağır yükler ve darbeli yükler, ağır çalışma şartları (P>0,12C) | Ağır iş raylı taşıt aks rulmanları, cer motorları, hadde rulmanları | - - - | >50÷140 >140÷200 >200 | >50÷100 >100÷200 >200 | n6 p6 r6 |
| Yüksek çalışma hassasiyeti, hafif yükler (P<0,06C) | Takım tezgahları | ≤18 > 18÷100 >100÷200 - | - ≤40 >40÷140 >140÷200 | - - - - | h5 j5 k5 m5 |
| Eksenel yükler | | | | | |
| | Tüm rulman uygulamaları | ≤250 >250 | ≤250 >250 | <250 >250 | j6 js6 |
| ÇAKMA YA DA GERME MAÑŞONLU KONİK DELİKLİ RULMANLAR | | | | | |
| | Raylı taşıtların aks milleri | Tüm çaplar | | | h9 |
| | Genel makina mühendisliği | | | | h10 |
| THRUST BEARINGS | | | | | |
| Eksenel yükler | | | | | |
| Eksenel-bilyalı rulmanlar | | Tüm ölçüler | | | h6 |
| Eksenel-silindirik ve iğne makaralı rulmanlar | | Tüm ölçüler | | | h6(h8) |
| Eksenel-silindirik ve iğne makaralı rulman ve çemberler | | Tüm ölçüler | | | h8 |
| Karma yükler etkisinde ekstenel-oynak makaralı rulmanlar | | | | | |
| Mil için noktasal yük | | ≤250 >250 | | | j6 js6 |
| Mil için çevresel yük veya belirlenemeyen yük yönü | | ≤200 >200÷400 >400 | | | k6 m6 n8 |

TABLO 1.2

1.2 Rulman Geçmelerinin Tayini

Rulman geçme toleransları aşağıdaki kriterler esas alınarak seçilir:

- Rijit yakalama ve rulmanın homojen olarak desteklenmesi;
- Kolay takma ve sökme;
- Oynar yataklamada aksel kayabilirlik.

İç bilezik ile mil arasındaki ve keza dış bilezik ile yuva arasındaki geçme türünün; boşluklu mu, tatlı mı yoksa sıkı geçme mi olacağı, rulmanın çalışma şartları göz önünde bulundurularak belirlenir.

Geçme türü seçilirken, diğer bir dikkat edilecek husus da , iç bilezik ile mil, ve dış bilezik ile yuva arasında meydana gelebilecek sıcaklık farklarıdır. Rulmanlar için geçme tolerans sınıfları, çalışma boyunca +120 derece'nin aşılması halinde doğru kullanım için geçerlidir.

Makaralı ve büyük rulmanlar için aynı boyutlarda bilyalı rulmanlara nazaran daha sıkı bir geçme tavsiye edilir. Sıkı geçme halinde, iç bilezik, milin tüm temas yüzeyi tarafından desteklenir. Bu taktirde rulman, yükün tamamını taşıyacak kapasiteye ulaşmış olur.

Bir geçme toleransı tayin edilirken, gereğinden fazla boşluk ve aşırı sıklıktan

kaçınmak için, dönen bileziğe gelen yükler dikkate alınmalıdır. Aşırı sıklıkta geçmeler, rulmanın takılmadan önceki radyal boşluğunu ortadan kaldıracığı gibi aynı zamanda, montaj işlemi esnasında bilezikte oluşabilecek iç gerilmeler nedeniyle; bileziğin tahrip olmasına da sebep olur.

Ayrıca gereğinden fazla boşluk, sistemdeki mafsalların aşırı hareketliliğinden dolayı, tüm sistemin rijitliğinin azalmasına ve temas yüzeylerinin paslanmasına sebebiyet verir.

1.2.1 Miller için tolerans sınıfları





Rulman tipine, yük durumuna ve mil çapına göre, miller için tolerans sınıflarının tayinine yönelik tavsiye değerleri, **tablo 1.2'**de verilmektedir.

1.2.2 Yuva delikleri için tolerans sınıfları

Tablo 1.4'de yuva için tolerans sınıflarına ait tavsiye değerleri erilmektedir.

Mile ve yuva oturma yüzeylerine ait pürüzlülükleri **tablo 1.5'**de gösterilmektedir.

Rulmanların germe veya çakma manşonları ile takılmaları halinde, mil yüzey pürüzlülüğü en fazla $R_a = 1,6 \mu m$ olmalıdır.

| Tolerans adı | Geçme | Sapmaya ait sembol | Toleransa bağlı izin verilen sapmalar | | | | | |
|--|-------|---|---------------------------------------|---------------|---------------|-------|---------|---------|
| | | | | P0 P6X | P6 | P5 | P4 (SP) | P2 (UP) |
| Boyut toleransı | mil | | - | IT6(IT5) | IT5 | IT4 | IT4 | IT3 |
| | yuva | | | IT7(IT6) | IT6 | IT5 | IT4 | IT4 |
| Dairesellik ve silindiriklik toleransı | mil |  | t_1, t_1 | IT4/2 (IT3/2) | IT3/2 (IT2/2) | IT2/2 | IT1/2 | IT0/2 |
| | yuva | | t_1, t_1 | IT5/2 (IT4/2) | IT4/2 (IT2/2) | IT3/2 | IT2/2 | IT1/2 |
| Yüzey aşınma toleransı | mil |  | t_2 | IT4(IT3) | IT3(IT2) | IT2 | IT1 | IT0 |
| | yuva | | | IT5(IT4) | IT4(IT3) | IT3 | IT2 | IT1 |
| Merkezlendirme toleransı | mil |  | t_3 | IT5 | IT4 | IT4 | IT3 | IT3 |
| | yuva | | | IT6 | IT5 | IT5 | IT4 | IT3 |
| Açısal tolerans | mil |  | t_4 | IT7/2 | IT6/2 | IT4/2 | IT3/2 | IT2/2 |

Notlar: Rulmanların germe ya da çakma manşonları ile takıldığı hallerde, biçim ve konuma ait sapmalar için mil toleransları, çalıştığı deliğin toleransı h9 olması halinde IT5/2 tolerans sınıfında, h10 olması halinde ise IT7/2 tolerans sınıfında alınmalıdır.

TABLO 1.3

1.2.3 Bazı tip rulmanlar için özel geçmeler

Bazı özel durumlarda, rulman için ideal geçme şartlarından feragat edilmesi zorunluluğu vardır. Böyle durumlardan biri, rulmanın, işletme süresince çok sık olarak sökölüp montaj yerinden uzaklaştırılmasının gerektiği mekanizmalardır. Mildeki geçme yüzeylerinin hassas ve çok operasyonlu işlenmesinin ekonomik olmadığı ucuz ve düşük önemde makine donanımları için sıkı geçme kullanılmaz. Mil ömrünün, üzerinde takılı rulmanların herhangi birinin ömründen çok daha uzun olması halinde de ; rulmanın sıkça değiştirilmesi, kaçınılmaz olarak milin aşınmasına yol açacağından; aynı öneri geçerlidir. Tüm bu durumlarda, teorik geçme toleranslarına göre daha geniş tolerans aralıkları kullanmak, yani olması gerekenden az sıklıkta bir geçme gerçekleştirmek, daha verimli bir netice verir. Bileziklerin takıldıkları yerden oynamasını önlemek içinse pim, kama ve muhtelif diğer tespit sistemleri kullanılır.

Genelde normal hassasiyette rulmanlar kullanılmakla birlikte, nadiren karşılaşılan bazı özel hallerde daha yüksek hassasiyette rulmanlar tercih edilir. Örneğin, hassas torna tezgahları ile taşlama

tezgahlarının fener mili rulmanları; dönmekte olan balanssız makine elemanlarından dolayı, santrifüj kuvvetlerinin sınırlandırılmasının gerektiği, yüksek devirde dönen mil rulmanları ve elektrik motorları gibi. Yüksek hassasiyet sınıfından rulmanların kullanılması durumunda, mil ve yuva da, imalat hassasiyetleri söz konusu rulmanlarla aynı seviyede olacak şekilde rijit bir yapıya sahip olmalıdır. Milin ve yuva deliğinin yapısından kaynaklanan sapma hassasiyeti değerleri, normal hassasiyet sınıfından bir rulmanın sapma değerlerinden iki veya üç sınıf daha hassas olmak zorundadır. Takım tezgahlarında kullanılan hassas rulmanlar (p5 ve daha yukarı) için, bu değerler, yuva deliğinin boyutsal sapması için K6, yapısal sapması içinse IT3 standartlarındandır.

Eğer rulman deliği konik ise, yuva deliğinin yapısal sapmasına ait tolerans IT2 olacak şekilde, daha dar seçilir. Genellikle tavsiye olunan husus, milin dinamik balansının yapılmasıdır. Rulman bilezikleri, takma işlemi süresince, takıldıkları parçanın formunu almaya eğilimli olduğu için; büyük yapısal sapmalara sahip mil ve yuvalara yüksek hassasiyette rulmanların takılması, ekonomik olmayacağından, anlamsızdır.

| İşletme şartları | Örnekler | Tolerans sınıfı sembolü | Notlar | |
|--|--|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| RADYAL RULMANLAR | | | | |
| TEK PARÇA YUVALAR | | | | |
| Dış bilezik için çevresel yük | | | | |
| İnce cidarlı yuvalardaki rulmanlara gelen ağır yükler, ağır darbeli yükler ($P > 0,12C$) | Makaralı rulman tekerlek poyraları, biyel kolu rulmanları | P7 | Eksenel sabit dış bilezik | |
| Normal ve ağır yükler ($P > 0,06C$) | Bilyalı rulman tekerlek poyraları, biyel kolu rulmanları, vinçlerin gezer tekerlekleri | N7 | | |
| Hafif ve değişken yükler ($P \leq 0,06C$) | Konveyör makaraları, kayış kasnak mekanizmaları, kayışlı gergi kasnakları | M7 | | |
| Belirsiz yük yönü | | | | |
| Ağır darbeli yükler | Cer motorları | M7 | Eksenel sabit dış bilezik | |
| Normal ve ağır yükler ($P > 0,06C$). Dış bileziğin kayabilir olması gerekli değildir | Elektrik motorları, pompalar, krank mili ana rulmanları | K7 | | |
| İKİ VEYA TEK PARÇALI YUVALAR | | | | |
| Belirsiz yük yönü | | | | |
| Hafif ve normal yükler. Dış bilezik istenilen miktarda eksenel kayabilir. ($P \leq 0,12C$) | Orta büyüklükte elektrik motorları, pompalar, krank mili ana rulmanları | J7 | Eksenel kayabilir dış bilezik | |
| Dış bilezik için noktasal yük | | | | |
| Her türde yük | Genel mekanik raylı taşıt aks rulmanları | H7 | Rahatça eksenel kayabilir dış bilezik | |
| Basit işletme şartlarındaki hafif ve normal yükler ($P \leq 0,12C$) | Dişli mekanizmaları | H8 | | |
| Mil üzerinden ısı iletimi | Kurutma silindirleri, oynak makaralı rulmanların kullanıldığı büyük elektrik makineleri | G7 | | |
| İKİ PARÇALI YUVALAR | | | | |
| Hassas dönme, sessiz çalışma | | | | |
| Değişken yükler altında yüksek montaj ayar kabiliyeti | Makaralı rulmanların kullanıldığı takım tezgahı ana milleri | $D \leq 125$ $D > 125$ | M6 N6 | Eksenel sabit dış bilezik |
| Hafif yükler, belirsiz yük yönü | Bilyalı rulmanların kullanıldığı taşıma tezgahlarının mil çalışma yüzeyi, aşırı dolumlu yüksek hız kompresörlerin serbest rulmanları | | K6 | Eksenel sabit dış bilezik |
| Dış bilezik istenilen miktarda eksenel kayabilir | Bilyalı rulmanların kullanıldığı taşıma tezgahlarının mil çalışma yüzeyi, aşırı dolumlu yüksek hız kompresörlerin serbest rulmanları | | J6 | Eksenel kayabilir dış bilezik |
| Sessiz çalışma | Küçük ebatta elektrik motorları | | H6 | Rahatça kayabilir dış bilezik |

TABLO 1.4

| İşletme şartları | Tolerans sınıfı sembolleri | Notlar |
|---|----------------------------|--|
| EKSENEL RULMANLAR | | |
| Eksenelyük | | |
| Eksenel-bilyalı rulmanlar | H8 | Daha az hassasiyette rulman mekanizmaları için, yuvadaki boşluk 0,001D'ye kadar olabilir |
| Eksenel-silindirik ve iğne makaralı rulmanlar | H7 (H9) | |
| Eksenel-oynak makaralı rulmana gelen karma yükler | | |
| Yuva tespit bileziği için noktasal yük | H7(H9) | |
| Yuva tespit bileziği için çevresel yük | M7 | |
| Eksenel-oynak makaralı rulmana gelen eksenel veya karma yükler | | |
| Rulmanın radyal yataklanması başka bir rulman tarafından sağlanır | - | Yuva tespit bileziği 0,001D'ye kadar olan boşluklarla takılabilir |

TABLO 1.4(devam)

Mil ve yuvanın montaj yüzeylerinin pürüzlülüğü

| Rulmanın tolerans sınıfı | MIL | | | Yuva | | |
|--------------------------|------------------------|-----------|----------|------------|-------------|----------|
| | d çapı, mm | | | D çapı, mm | | |
| | ≤ 80 | >80...500 | > 500 | ≤ 80 | > 80... 500 | > 500 |
| | Pürüzlülük R_a [µm]. | | | | | |
| P0, P6X ve P6 | 0,8 (N6) | 1,6 (N7) | 3,2 (N8) | 0,8 (N6) | 1,6 (N7) | 3,2 (N8) |
| P5, SP ve P4 | 0,4 (N5) | 0,8 (N6) | 1,6 (N7) | 0,8 (N6) | 1,6 (N7) | 1,6 (N7) |
| P2 ve UP | 0,2 (N4) | 0,4 (N5) | 0,8 (N6) | 0,4 (N5) | 0,8 (N6) | 0,8 (N6) |

TABLO 1.5

1.3 Rulmanlarda Sızdırmazlık

Doğru sızdırmazlık sistemleri rulman ömrünü uzatacağı gibi, aynı zamanda da rulmana yabancı maddelerin (toz, malzeme tanecikleri, nem, asit ve alkali buharı, vb) girmesini önlemek ve yağlama maddesini rulman içerisinde tutmak suretiyle de, tüm sistemin düzgün çalışmasını sağlar.

Sızdırmazlığın hatalı gerçekleştiği ya da hiç yapılmadığı sistemlerdeki rulmanlara, rulmanda aşındırıcı iç sürtünmelere veya rulmanın aktif yüzeylerinde paslanmaya yol açan muhtelif yabancı maddelerin girmesi kaçınılmaz olur.

Çalışma sırasında yağın rulmandan dışarı sızması yağın israfına neden olur. Bu sızıntı zamanında tespit edilemezse, hızlı bir sıcaklık artışı ve/veya rulman hasarı meydana gelebilir.

Nasıl bir sızdırmazlık sisteminin seçileceği aşağıdaki kriterlere bağlı olup, sızdırmazlık sisteminin yapısı rulmanlarının çalışma şartları üzerinde çok önemli bir rol oynar:

- a) Rulman devir hızı;
- b) kullanılan yağın türü;
- c) yağlama sistemi;
- d) yataklama düzeninin işletme sıcaklığı;
- e) çevre şartları;
- f) yataklama düzeninin yapısal özelliği

Fonksiyonel ve yapısal açıdan bakıldığında, sızdırmazlık sistemleri aşağıdaki gibidir;

-Statik (hareketsiz/sabit) sızdırmazlık elemanları, hareketsiz parçalar arasında (yuva ve kapak)

-Dinamik (hareketli/döner) sızdırmazlık elemanları, dönen yataklama

elemanları arasında;

-Kauçuk Dışı Malzemeden

Yağlanan rulmanın çalıştığı çevreye ait işletme şartlarına göre, her iki tür sızdırmazlık sistemi (özel sızdırmazlık sistemleri) birlikte kullanılabilir. Bu tür özel sistemleri tanımlarken, rulmanın iç bileziğinin döndüğünü, dış bileziğinin sabit (hareketsiz) olduğunu varsaymalıyız.

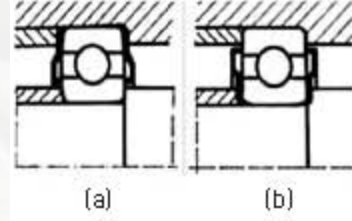
1.3.1 Statik Sızdırmazlık Elemanları

Rulmanlarda en çok kullanılan en basit sızdırmazlık tipi yaylı rondela olarak görev yapan kapaklardır. Bu tip sızdırmazlık, temiz ve kuru çevre şartlarının hüküm sürdüğü, 6m/s'ye kadar olan çevresel hızlarda kullanılır ve verimliliği, kapak ile dönen milin ya da kapak ile yuvanın arasındaki boşluk miktarına ve rulmanın radyal boşluğuna bağlıdır. Bu nedenden dolayı, düşük radyal boşluktaki, rulmanlar için ayar pulu kullanılabilir. Bu tip bir kapağın takılması halinde ise; bunun, her türlü şart altında, milin(veya yuvanın) ve rulmanın temas yüzeylerine mükemmel bir şekilde oturtulması zorunludur.

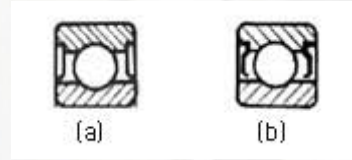
Şekil 1.1a , kalın greslerin kullanılması durumunda yaylı rondela gibi çalışan sabit kapak ile sağlanmış sızdırmazlığı göstermektedir. **Şekil 1.1b** ise, sıvı yağın uygulandığı merkezkaç kuvvetlerinin etkisinden rulmanların kullanıldığı hallerde yaylı rondela gibi çalışan döner kapak ile sağlanmış sızdırmazlığı göstermektedir. Aynı zamanda kapaklar, yanal olarak, toz zerreciklerini ve diğer pislikleri dışarı püskürtür.

Sızdırmazlık elemanları;

-Kauçuk sızdırmazlık elemanları



Şekil 1.1



Şekil 1.2

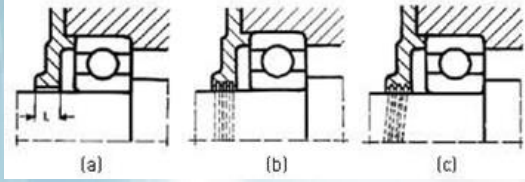
Şekil 1.2'de rulman sızdırmazlığına dair, biri 2RS veya 2RSR olarak conta kapaklı sızdırmazlık için (**Şekil 1.2a**), diğeri de 2Z ya da 2ZR olarak metal kapaklı sızdırmazlık için iki örnek verilmektedir. Conta ve metal kapaklı rulmanlar, yeterli ömrü ve uygun işletme şartlarını sağlayacak şekilde, içleri gereken miktarda gresle dolu olarak teslim edilir.

1.3.2 Dinamik Sızdırmazlık Elemanları

1.3.2.1 Kauçuk dışı malzemeden sızdırmazlık elemanları

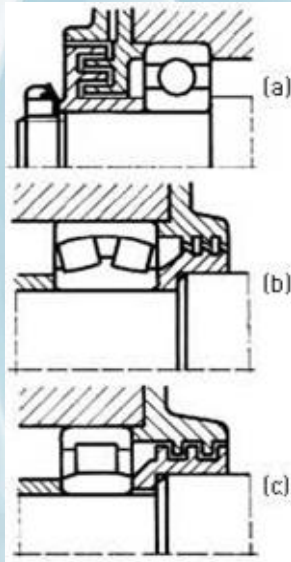
Yüksek sıcaklık ve devir hızı şartlarında kullanılan bu tür sızdırmazlıkların ömrü çok uzundur. Dinamik tipte kauçuk dışı sızdırmazlık elemanlarına örnek olarak sızdırmazlık aralıklı elemanlar (temassız tip sızdırmazlık elemanları) ile labirent halkalar ve bunların kombinasyonları verilebilir.

1.3.2.1.1 Temassız tip (sızdırmazlık aralıklı) kauçuk dışı dinamik sızdırmazlık elemanları



Şekil 1.3

Şekil 1.3a'da gösterildiği üzere, özellikle basit sistemler için, gresi rulman içinde tutmaya yönelik dizayn edilmiş uygun miktarda sızdırmazlık aralığı mevcuttur. Sızdırmazlığın verimi, aralığın uzunluğuna ve mil (veya yuva) ile sızdırmazlık elemanı arasındaki bu aralığın miktarına bağlıdır. Eğer mil ya da yuvada gresle doldurulmaya müsait bir veya daha çok kanal varsa (şekil 1.3b), gresin dışarı sızmasının azaltılması ve içeri pislik girmesinin önlenmesiyle, daha iyi bir sızdırmazlık elde edilmiş olur.



Şekil 1.4

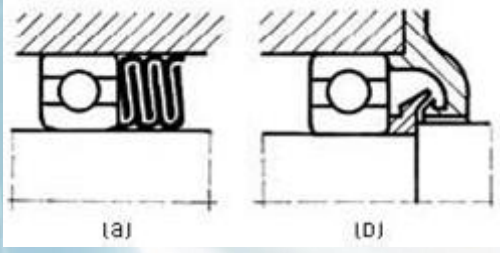
Bunlar, rulmanın maruz kaldığı çalışma bölgesine nem ve pislik girişi tehlikesinin nispeten az olduğu yataklamalarda kullanılırlar.

Sıvı yağ ile yağlamada, mildeki kanallar, halisel (şekil 1.3c) ve yönleri de milin dönme yönüyle aynı olmalıdır. Bu tip sızdırmazlık için izin verilen çevresel hız 5m/s'ye kadardır. Tüm çalışma boyunca, sızdırmazlık kanalları, temiz ve yüksek kalitede kalın gresle dolu olmalıdır.

1.3.2.1.2 Labirent Tip Sızdırmazlık Elemanları

Bunlar, toz ya da yuvanın basınçlı suya maruz kalması gibi kirli ortamlarda çalışan yüksek çevresel hıza sahip rulmanlar için kullanılırlar. Bu tip uygulamalar şekil 1.4'de gösterilmektedir.

Sızdırmazlık aralıklarının sayısının artmasıyla, verim oldukça yükselir. Labirent tip sızdırmazlık elemanlarının kanalları, suyla temas durumunda paslanmayı önleyen kalsiyum ya da lityum sabunu bazlı gresle doldurulmalıdır. Ağır çalışma şartlarında, kirli gresi uzaklaştırmak ve sızıntılardan ötürü kaybolan gresi tamamlamak için, labirent boşluklarına (haftada 2 veya 3 kez) taze gres basılması tavsiye edilir. Labirent tip sızdırmazlık elemanları, gerek aksel (a) gerekse radyal (c) olarak yerleştirilebildiği gibi, sarkık dudaklı (taşma kenarlı) da olabilirler (b). Hem radyal hem de aksel labirentlerin kullanıldığı hallerde, kanal sayısı artacağından verimlilik yükselir.



Şekil 1.5

Demir plakalar (şekil 1.5a) kullanmak ya da labirent halka kenarlarını; mil burulmalarına neden olan, gresin yuva boşluğundan dışarı atılması olayını önlemeye yönelik; daire yayı formunda (şekil 1.5b) işlemek suretiyle; şekil

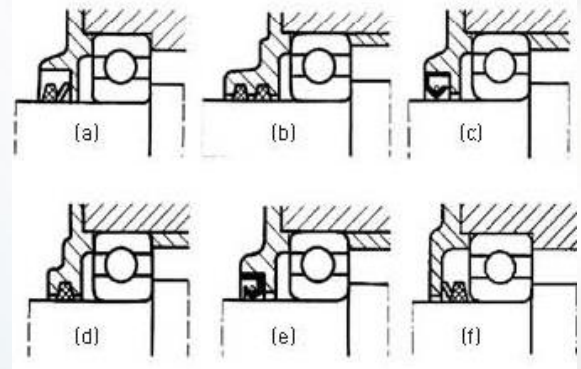
1.3.2.2 Kauçuk Sızdırmazlık Elemanları

Dinamik tipte en uygun kauçuk sızdırmazlık elemanını seçerken, malzeme ve malzeme esnekliği (keçe, kauçuk, plastik malzemeler, deri, grafit, asbest, metaller vb), farklı sıcaklıklara dayanıklılık, sızdırmazlık yüzeyinde maks. çevresel hız, sızdırmazlık yönü ve diğerleri gibi faktörler göz önüne alınmalıdır.

Özellikle çok yüksek çevresel hızlarda, sızdırmazlık elemanının temas ettiği yüzeylerin pürüzlülüğü çok düşük olmalıdır. Ayrıca, takılmaları sırasında, sızdırmazlık elemanlarına bir zarar verilmemelidir.

Şekil 1.6a ve 1.6b, çoğunlukla gres ya da madeni sıvı yağlama için, tek veya çift halka keçelerle yapılan sızdırmazlığı göstermektedir. Bunlar, basit yapıda ve ucuz olup; çevresel hızların genellikle 4 ila 7m/s arasında (temas yüzeyleri hassas işlenmiş) olması kaydıyla 100 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda, rulmanın etkin bir şekilde korunmasını ve yağın dışarı sızmasını sağlar.

1.5'de gösterildiği gibi farklı tipte sızdırmazlıklar ele edilebilir. Özellikle yüksek devir hızlarında ortaya çıka bu durumun önlenmesi için, mil ile sızdırmazlık elemanı arasındaki boşluğu yaratan mil yüzeylerinin salgısı en az düzeyde olmalı ve yüzey pürüzlülük değerleri de $Ra > 1.25 \mu m$ olmalıdır.

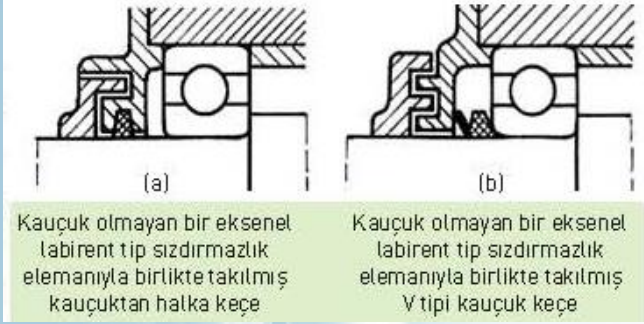


Şekil 1.6

Halka keçeler, takılmadan önce, sızdırmazlık etkisinin güçlendirilmesi ve sürtünmelerin azaltılabilmesi için, 70..90°C sıcaklıkta 1 saat boyunca %66 oranında madeni yağ ve %33 oranında parafinden oluşan bir karışım ile doyurulmalıdır. Esas itibarıyla bu tip sızdırmazlığın verimi keçe kalitesine bağlıdır (uzun elyafli). Düşük kalitede keçelerin kullanılması sadece çok sık değiştirilmelerine neden olmayacağı gibi rulmana da zarar verir.

Şekil 1.6c ve 1.6e içine, sentetik kauçuktan ya da özel plastikten yapılmış bir yay konuşmuş olan, çoğu halde metal sertliğinde bir yapıya sahip kauçuk sızdırmazlık elemanını göstermektedir.

Keçe dudağının basma gücünü mümkün olduğu kadar uzun süre koruyabilmek için halka keçenin çevresine spiral bir yay geçirilir. Keçe dudağının bozulmaması için, keçe , yuvaya pres kullanılarak geçirilmelidir.



Şekil 1.7

Yaylı kauçuk keçeler, daha çok , 5 ila 10 m/s çevresel hızda ve -40..+120 dereceler arasındaki sıcaklıklarda çalışan sıvı yağla yağlanan rulmanlar için uygundur.

Bu tür bir sızdırmazlık kullanarak rulmana toz ve başka pisliklerin girmesi engellenmek isteniyorsa; yağın dışarı sızması, içe dönük yaylı (şekil 3.6c) veya dışa dönük yaylı (şekil 3.6e) bir keçenin takılmasıyla önlenebilir.

Bu kauçuk keçeleri, çiftli takılmak suretiyle, sızdırmazlık güvenliğini ve sızdırmazlığın dayanıklılığını artırmak da mümkündür.

Labirent halka sızdırmazlık elemanlarındaki; rulmanın sağlıklı çalışabilmesi bakımından sınırlı önem taşıyan, kanal ve sızdırmazlık aralığına ait boyutlar; normal işletme

Şekil 1.6'e'de sıvı yağlama, şekil 1.6fde gresle yağlama için olan V-ring'leri tanıtmaktayız. V-ring sızdırmazlık elemanları,sızdırmazlık yüzeyinin yüzey pürüzlülüğü Ra= 1.5-3 µm olacak şekilde -40...+100 °C sıcaklık aralığında kullanılır.

V-ring'ler,eksantrik ve (2..3)° lik açılmalara maruz millerde de kullanılabilir 15 m/s'ye kadar olan çevresel hızlarda V-ring'ler bir kauçuk keçe, 15 m/s'nin üzerindeki çevresel hızlarda ise, keçe dudağının sızdırmazlık yüzeyinden uzaklaşması nedeniyle,bir savurma keçe gibi çalışır. Sızdırmazlıktan en üst seviyede netice alabilmeye yönelik ,şekil 3.7a ve 3.7b'de gösterildiği üzere, söz konusu sızdırmazlık elemanı kombine olarak takılır ya da, her tür çalışma şartları için yataklama düzeninin sızdırmazlığını en iyi biçimde sağlayan,diğer kombine sızdırmazlık elemanları kullanılır.

Dikey rulmanların yatık çalışmasından dolayı meydana gelebilecek yağ sızıntısını önlemek için özel bir donanım kullanılması haricinde, bu millerin sızdırmazlık sistemleri, yatay millerin sızdırmazlık sistemlerinden pek bir farklılık göstermez.

Burada bahsedilen sızdırmazlık sistemleri, mevcut tüm uygulama alanlarına yönelik bütün sızdırmazlık sistemi türlerini kapsama

sıcaklıkları için geçerli olacak şekilde verilmiştir

Rulmanın maruz kaldığı aşırı sıcaklık değişimleri durumunda ve rulmana ağır aksel yüklerin etkimesi halinde bu boyutların büyütülmesi gerekmektedir.

Fabrika

Anadolu Rulman İmalat Sanayi ve Ticaret A.Ş.

Adres: Yaka Mahallesi 401. Sokak No:17 Cumayeri / DÜZCE –
TÜRKİYE

Telefon: +90 380 735 51 54

Faks: +90 380 735 51 75

e-mail: info@anadolurulman.com.tr

Web site: www.anadolurulman.com.tr