

**ÇAY İŞLETMELERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
MAKİNE DAİRESİ BAŞKANLIĞI
MALZEME PLANLAMA ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ**



**RULMANLAR
&
RULMANLI YATAKLAR**

Hazırlayan = Mak. Yük. Müh. Metin BIÇAKÇI

**ŞUBAT-1999
RİZE**

İÇİNDEKİLER

Sayfa NO :

BÖLÜM 1

1. RULMAN İMALATI.....	1
2. STANDART RULMAN TİPLERİ.....	2
2.1. BİLYALI RULMANLAR.....	2
2.2. FIÇI MAKARALI RULMANLAR.....	2
2.3. KONİK MAKARALI RULMANLAR.....	3
2.4. SİLİNDİRİK MAKARALI RULMANLAR.....	3
3. RULMANLARDA MÜSAADE EDİLEN ÇALIŞMA ŞARTLARI.....	4
3.1.EĞİK KONUM AÇILARI.....	4
3.2. DEVİR SAYISI VE DEVİR SAYISI SINIRI.....	4
4. RULMAN KAFES TİPLERİ.....	5
5. RULMANLARIN DEPOLANMASI.....	5
6. RULMANLARIN MONTAJI.....	6
6.1. MEKANİK MONTAJ.....	8
6.1.1. RULMAN BOŞLUĞU.....	9
6.2. TERMİK MONTAJ.....	10
6.3. HİDROLİK MONTAJ.....	11
7. RULMANLARIN DEMONTAJI.....	12
8. RULMANLARIN TEMİZLENMESİ.....	14
9. ÇALIŞMA SIRASINDA YAPILACAK İŞLEMLER.....	14

BÖLÜM 2

10.YAĞLAMA.....	18
10.1. TARİHTE YAĞLAMA.....	18
10.2. HAM PETROLDEN GRESE DÖNÜŞÜM.....	18
10.3. YAĞLAMA TEORİSİNE GİRİŞ.....	18
10.4. RULMANLARIN YAĞLANMASI.....	19
10.5. YAĞLAMA ÇEŞİTLERİ.....	20
10.5.1. GRESLE YAĞLAMA.....	21
10.5.1.1. GRESİN ÖZELLİKLERİ.....	21
10.5.1.2. GRESLERİN ÇEŞİTLERİ.....	22
10.5.1.3. DEĞİŞİK TİP GRES VE KATKI MADDELERİ.....	22
10.5.1.4. GRES SEÇİMİ.....	23
10.5.2. SIVI YAĞ İLE YAĞLAMA.....	25
10.5.3. YENİDEN YAĞLAMA ARALIĞI.....	25

BÖLÜM 3

11.RULMAN ARIZALARININ NEDENLERİ.....	27
11.1. ARIZANIN TEPİTİ.....	29
11.2. DÖNER EKİPMANLARDAKİ PROBLEMLER.....	30
11.3. ŞAFT AYARSIZLIKLARI.....	30
11.4. MAKİNE YERLEŞİMİNDE DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR.....	31
11.5. ŞAFT AYARSIZLIK TOLERANSLARI.....	32
11.6. DEĞİŞİK ŞAFT AYARLAMA METOTLARI.....	32
12.RULMAN ÖMRÜ.....	34

BÖLÜM 4

13.RULMAN YATAKLARI.....	35
13.2. RULMAN YATAKLARININ MONTAJI.....	35
13.1. RULMAN YATAKLARININ YAĞLANMASI.....	36

EKLER

EK 1 : İŞLETMELERİMİZDEKİ RULMAN SARFIYATLARI.....	37
EK 2 : İMALAT MAKİNALARINDA KULLANILAN RULMANLAR.....	41

1. RULMAN İMALATI

Rulman dış bilezikleri 29 mm den 110 mm ye kadar soğuk olarak imal edilmiş 4-25 mm et kalınlıklarındaki çelik borulardan 55 mm ile 200 mm dış çapı arasındaki dış bilezikler ise 6- ile 42 mm et kalınlığında sıcak olarak imal edilmiş çelik borulardan üretilmektedir.



Segman kanallı dış bilezik imalatı

RULMAN İMALATINDA KULLANILAN MALZEMELERDEN BAZILARI

Malzeme	DIN Normu	Kimyasal Terkibi (%)				
		C	Si	Mn	Cr	Mo
Sertleştirilmiş Çelik	100Cr6	1.00	0.25	0.35	1.50	
“	(100CrMo6)	0.97	0.30	0.35	1.80	0.35
“	105Cr2	1.05	0.30	0.35	0.50	
“	100CrMn6	1.00	0.60	1.10	1.55	



Dış bilezik İmalatı



Makara ve İç bilezik imalatı



Bilya İmalatı



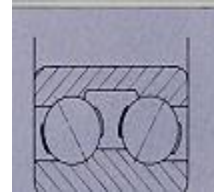
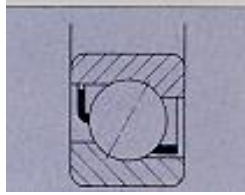
İç Bilezik İmalatı

2. STANDART RULMAN TIPLERİ :

2.1. BİLYALI RULMANLAR

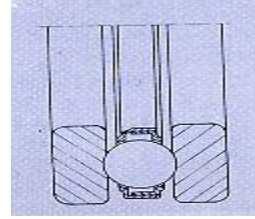
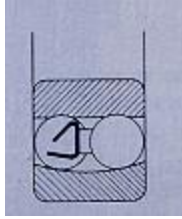
Bu rulmanlar yekpare yapılı, parçalara ayrılması mümkün olmayan radyal rulmanlardır. Tek sıra bilyalı rulmanlarda radyal ve aksenal yük taşıma kabiliyetleri yaklaşık aynı düzeydedir. Bu rulmanlar tüm rulman tipleri içinde en yüksek devir sayısına erişirler. Radyal boşluğa bağlı olarak normal çalışma şartlarında 8-16 dakika açı altında eğik takılmasına müsaade edilir.

A-) Bir sıra bilyalı açısız temaslı rulmanlar B-) İki sıra bilyalı açısız temaslı rulmanlar



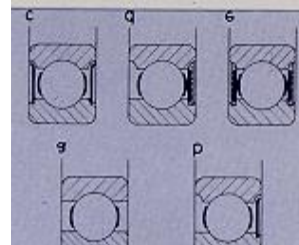
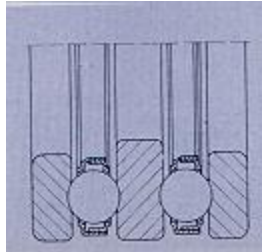
C-) İki Sıra Bilyalı Oynak Rulman

D-) Tek yönlü çalışan aksenal Rulman



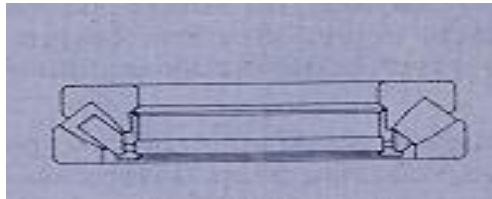
E-) İki yönlü çalışan aksenal Rulman

F-) Bir sıra bilyalı radyal rulmanlar

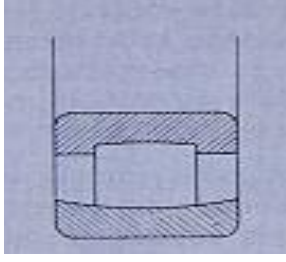


2.2. FIÇI MAKARALI RULMANLAR (OYNAK MAKARALI RULMANLAR)

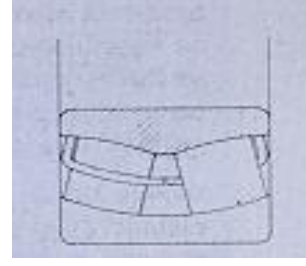
Bu rulmanlar yataklamalarda eksene göre 0.5° ye kadar olan mil esnemelerinden etkilemezler.



A-) Tek yönde çalışan asimetric fiçi makaralı, oynak aksenal rulman



B-) Bir sıra fiçi makaralı oynak
Radyal rulman

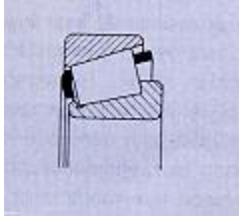


C-) İki sıra fiçi makaralı oynak
Radyal rulman

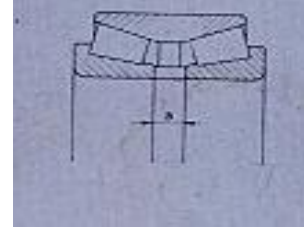
2.3. KONİK MAKARALI RULMANLAR

Bu rulmanlar parçalarına ayrılabilirler. Konik makaralı rulmanlar aksenal yükleri bir yönde taşıyabilirler. Bu rulmanların yataklama yerlerinin eksenleri hatasız olmalıdır. Eksene göre rulman eğikliği 2° (dakika) 'yı geçmez.

(Örnek : 32312, 320, 302, 303, 322 serileri)



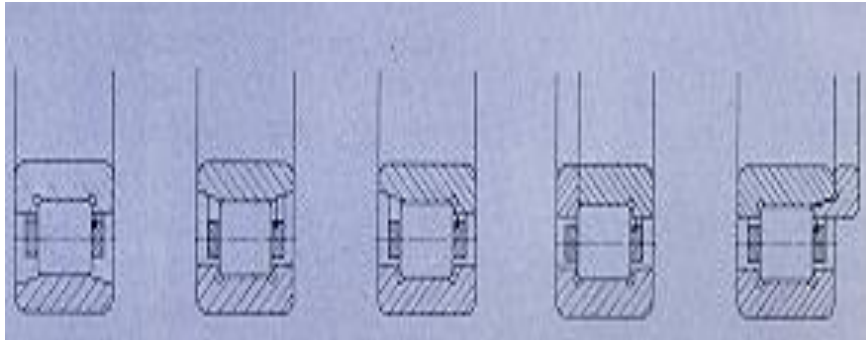
A-) Bir sıra konik makaralı
Radyal rulman



B-) İki sıra konik makaralı
radyal rulman

2.4. SİLİNDİRİK MAKARALI YATAKLAR

Bu rulmanlar parçalarına ayrılabilir radyal rulmanlardır. Makaralar ve yuvarlanma yolları arasındaki çizgisel temas uygun şekle getirilmiştir. Radyal yük taşıma kapasitesi ve devir sayısı sınırı çok yüksektir. Eksene göre $2-4^{\circ}$ dakika arasında bir eğikliğe müsaade edilmektedir. (Örnek : N, NU, NJ, NUP, RNU, RN, NJ, HJ tipi rulmanlar, (N 3129)



Resim 2.4.1. Tek Sıralı Makaralı radyal rulmanlar

3. RULMANLARDA MÜSAADE EDİLEBİLECEK ÇALIŞMA ŞARTLARI

3.1. EĞİK KONUM AÇILARI

Rulmanların montaj konumuna göre eğik olarak normal koşullarda çalışabileceği açılar aşağıdaki tabloda verilmiştir. Tablodan da görüleceği gibi açılal olarak en fazla 4° açıda çalışabilen rulman oynak bilyalı rulmanlar olmaktadır. Bunun akabinde ise oynak makaralı rulmanlar 30 dakika ile gelmektedir. Silindirik makaralı rulmanlar ise en az açılal kaçıklıklara müsaade etmektedir.

Rulman Tipi	Eğik Konum Açısı (° Derece, ' Dakika)
Bilyalı Rulmanlar Normal Boşluklu C3 Boşluklu C4 Boşluklu	8'
	12'
	16'
Oynak bilyalı rulmanlar	4°
Oynak makaralı rulmanlar	30'
Silindirik makaralı rulmanlar	2-4'
Konik makaralı rulmanlar	2'

3.2.DEVİR SAYISI VE DEVİR SAYISI SINIRI

Bir rulmanda devir sayısı sınırını

- Rulman cinsi ve boyutları
- Yükün cinsi ve büyüklüğü
- Rulman boşluğu
- Kafesin yapısı
- Yağ cinsi ve yağlama şekli
- Soğutma

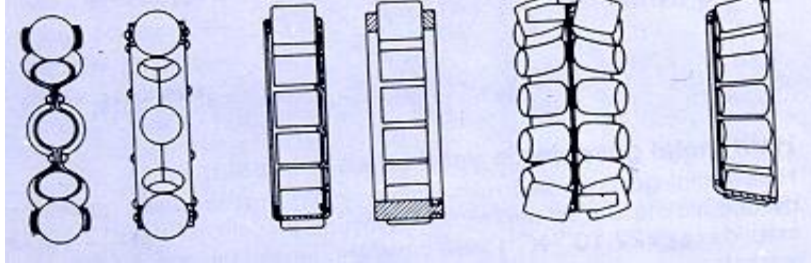
etkilemektedir. Kombine yüklerde devir sayısı sınırı için $n_g = f_n \cdot h_g$ formülünden, devir sayısı azaltma faktörü f_n ;

Rulman Cinsi	Devir Sayısı Azaltma Faktörü (f_n)	
	Yük Oranı (Fa/Fr= 200)	Yük Oranı (Fa/Fr= 0.4)
Eğik Bilyalı Rulmanlar	0.9	0.96
Sabit Bilyalı Rulmanlar	0.8	0.93
Oynak Makaralı Rulmanlar	0.6	0.88
Konik Makaralı Rulmanlar	0.5	0.86
Oynak Bilyalı Rulmanlar	0.3	0.80

Tablodan da görülebileceği gibi eğik bilyalı rulmanlar en yüksek devirlerde çalışabilmekte buna karşın oynak bilyalı rulmanlar ise en düşük devirlerde kullanılabilir.

4. RULMAN KAFES TIPLERİ

Kafesleri görevi yuvarlanma elemanlarını belli mesafelerde ve ayrılabilen rulmanlarda yuvarlanma elemanı takımlarını bir arada tutmaktır. Kuvvet iletiminde kafesler rol oynamaz. Başlıca kafes tipleri ;



- Çelik sacdan yapılmış kafes (J)
- Pirinç sacdan yapılmış kafes (Y)
- Çelikten yapılmış masif kafes (F)
- Hafif metalden yapılmış dolu kafes (L)
- Pirinçten yapılmış masif kafes (M)
- Plastikten (Poliamid) yapılmış masif kafes (TN)

En çok çelik sacdan yapılmış kafesler kullanılır. Değişken yüklerde ve çok yüksek devir sayılarında masif kafesler sac kafeslere tercih edilmelidir.

5. RULMANLARIN DEPOLANMASI :

1. Rulmanlar kirden ve pastan koruyabilmek için orijinal ambalajlı olarak raflarda bekletmek ve ancak montajdan hemen önce paketlerinden çıkarmak en uygun yoldur.

2. Ambarda depolanan rulmanlar, raflarda yatık durumda ve bileziklerinin tüm yüzeyine yaslanacak şekilde dizilmesi gerekir.

3- Sıcaklık +10 ila 25 C arasına tutulmalı ; zararlı olduğundan güneş ışığının doğrudan rulman ve rulman ambalajlarına gelmesi önlenmelidir.

4- Havadaki nem oranı % 60'ı aşmamalıdır. Nem oranı % 65'ten yukarı çıkarsa kısa vadede paslanma gözlenir.

5- Raflar su ve kalorifer borularından uzak olmalıdır.

































6-Raflar yaş tahtadan yapılmış olmamalı, rulmanlar soğuk ve taş döşeme ile temas etmemelidir.

7- Metallerde paslanmaya neden olabilecek her türlü kimyevi maddeler ve bilhassa asit, amonyak, klor ihtiva eden maddeler rulmanlarla aynı ambarda depolanmamalıdır.



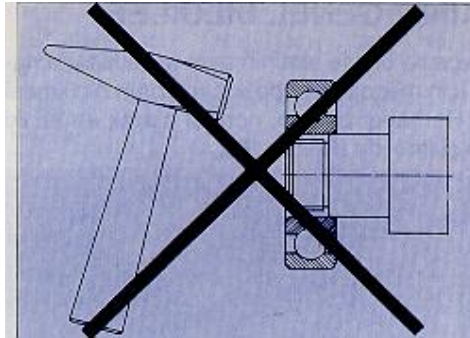
6. RULMANLARI MONTAJI

Rulman montajında doğru yöntem uygulanması için sağlıklı yapılması açısından önem arz etmektedir. Mekanik, hidrolik, basınçlı yağ veya ısıtma yöntemlerinden hangisinin kullanılması gerektiği ekteki tabloda açık olarak verilmiştir.

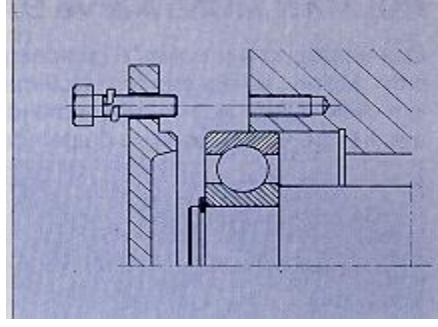
Rulman tertipleri	Montaj aletleri			
	Mekanik	Hidrolik	Basınçlı yağ	Isıtıcılar
Silindirik delikli  Küçük rulmanlar Orta büyüklükte rulmanlar Büyük rulmanlar Silindirik makaralı rulmanların NU, NU, NUP tipleri her büyüklükte				
				
				
				
Konik delikli  Küçük rulmanlar Orta büyüklükte rulmanlar Büyük rulmanlar				
				
				
Germe manşonlu  Küçük rulmanlar Orta büyüklükte rulmanlar Büyük rulmanlar				
				
				
Çıkma manşonlu  Küçük rulmanlar Orta büyüklükte rulmanlar Büyük rulmanlar				
				
				

Dizaynları ve kullanma alanları birbirinden çok ayrı olan rulmanların hepsinin aynı metotla monte edilebilmesi mümkün değildir. Her metot için geçerli en önemli prensipler şunlardır.

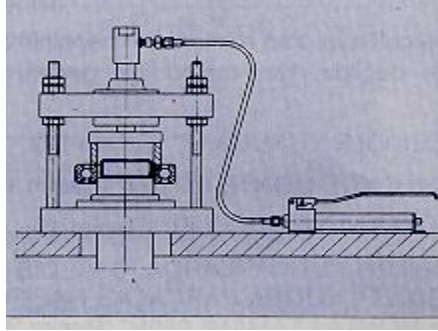
1- ASLA BİR RULMANA ÇEKİÇLE VURULMAZ.



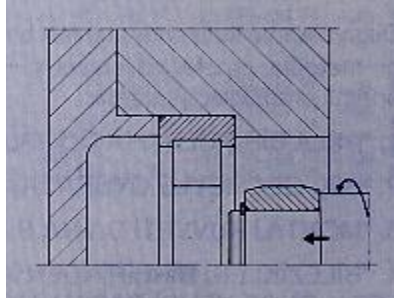
2- SIKI GEÇMEYLE OTURACAK BİLEZİK ÖNCE MONTE EDİLİR.



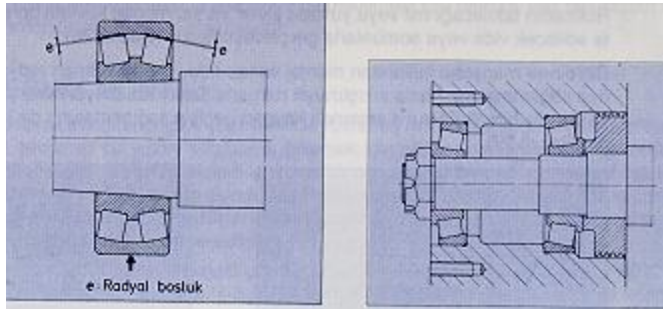
3- MONTAJ KUVVETİ DAİMA BİLEZİK ÜZERİNDEN İLETİLİR.



4- BİLEZİKLERİ BİRBİRİNDEN AYRILABİLEN RULMANLARDA İÇ VE DIŞ BİLEZİK ÖNCE KENDİ BAŞINA MONTE EDİLİR, SONRA PARÇALAR HAFİFÇE DÖNDÜRÜLEREK İÇ İÇE GEÇİRİLİR ve MONTAJ TAMAMLANIR.



5- MONTAJ BİTTİKTEN SONRA GEREKLİ RADYAL ve EKSENEL BOŞLUK KONTROL EDİLMELİDİR.

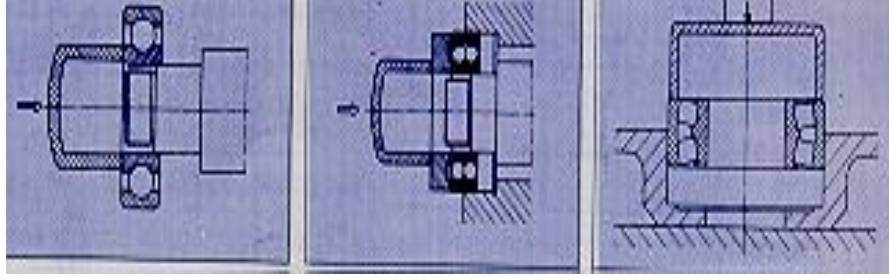


Silindirik makaralı rulmanları monte ederken yuvarlanma yollarında hasar meydana gelmemesi için makaraların bileziklere darbeye çarpmamasını dikkat etmeli, mil eksenini ile yuva eksenini aynı doğrultuda olduğu kontrol edilmelidir.

Rulman çalışırken kısa zamanda aşırı derecede ısıyorsa montajda veya yağlama sisteminde bir hata olduğundan, derhal monte edilerek kontrol edilmesi gerekir.

6.1. MEKANİK MONTAJ

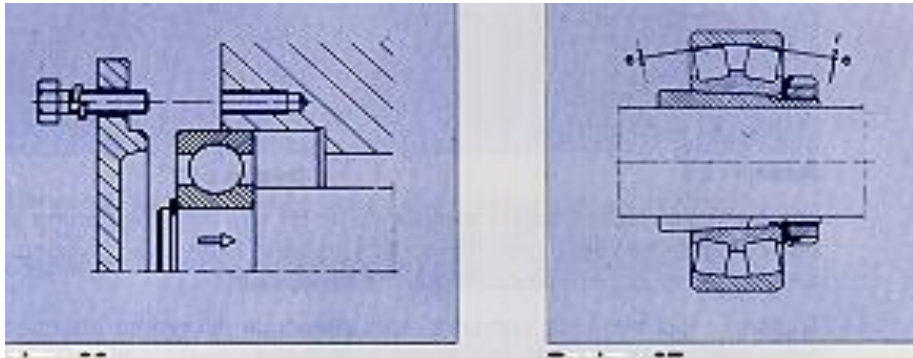
Genelde delik çapı 100 mm den küçük rulmanlar mekanik kuvvetle monte edilirler. Bu mekanik kuvvet, bir çekiçle uygulanacaksa rulman her zaman yumuşak bir alaşımda hazırlanmış burç veya dayama üzerinden iletilmesi doğru olur. Burç veya dayamanın yalnız bileziklere temas etmesi kafes veya rulman elemanlarını asla değmemesi gerekir.



Manşon gerdirilmesi ve sabitleştirilmesi bir somun ve kancalı anahtar sayesinde yapılır. Montajdan sonra somunun gevşememesi için somun ile rulman arasında emniyet sacının tırnaklarının bükülmesi gerekir.



Rulman germe manşon montajından sonra, filler çakısı ile rulman boşluğu ölçülerek uygun sıklıkta olup olmadığı kontrol edilmelidir.



6.1.1. RULMAN BOŞLUĞU

Rulmanlar millere mümkün olduğu kadar hassas bir şekilde yataklanmalıdır. Takılan rulmanın radyal boşluğunu sadece birkaç mikron olmasına müsaade edilir.

Rulman bileziklerindeki ve bağlı parçalardaki farklı ısı genleşmeleri rulmanın kırılmasına yol açar.

Rulman bileziklerindeki sıkı geçmeler rulman boşluğunu küçültür. Genelde ise çalışma boşluğu, takılmasının rulman boşluğundan daha küçüktür.

Daha az radyal boşluğu olan rulmanların son ek sembolü C2 dir. Daha fazla radyal boşluğu olanlar üç rakamlarla boyuna radyal boşluğu ifade eden son ek semboller C3, C4 ve C5 ile tanınırlar.

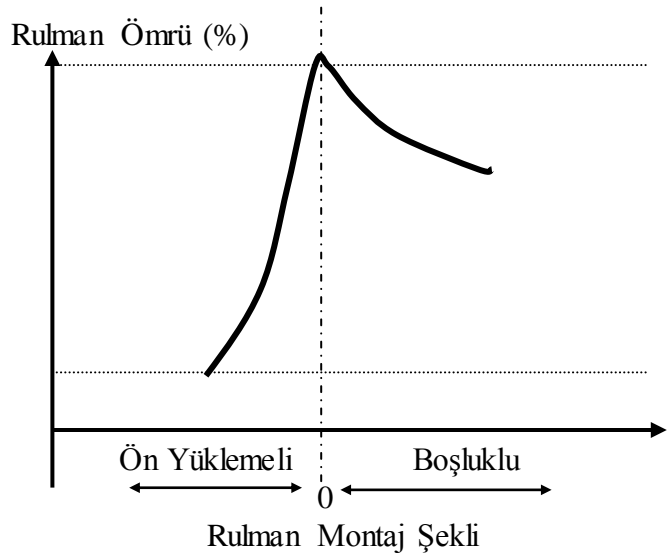
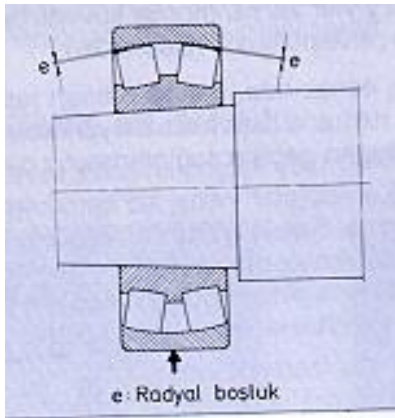
Normal boşluk normal çalışma şartlarında rulman bileziklerinden birinin pres geçme toleranslarına sahip olması halinde seçilir.



Rulman Dış Çapı (mm)	Montajdan Önceki Rulman İç Boşluğu (mm)				Montajdan Sonra Kalacak Boşluk (mm)	
	Normal		C3		Normal	C3
	Min.	Max.	Min.	Max.		
50-65	0,055	0,075	0,075	0,095	0,025	0,035
100-120	0,100	0,135	0,135	0,170	0,050	0,065
160-180	0,140	0,200	0,200	0,260	0,060	0,100
180-200	0,160	0,220	0,220	0,290	0,070	0,100
200-225	0,180	0,250	0,250	0,320	0,080	0,120
400-450	0,330	0,440	0,440	0,570	0,130	0,200
800-900	0,640	0,840	0,840	1,070	0,270	0,390

Eğer mümkün mertebe tatlı sıkı yataklara gerekli ise o zaman azaltılmış radyal boşluk C2 seçilir. Geçmelerin sıkı olmamasına dikkat edilir.

Arttırılmış rulman boşluğu C3, C4, C5 büyük yüklere maruz kalan sıkı geçmeler, yönleri belli olmayan yüke maruz kalan pres geçme iç ve dış bilezikler, dış ve iç bilezik arasında büyük ısı farkı, gövdenin soğutulması veya mil üzerinde ısı artışı gibi özel çalışma şartlarında seçilir.



6.2. TERMİK MONTAJ

Yüzey tahribatını önlemek için rulman ısıtarak deliği geniştirilir. Rulmanın ısıtılması elektrikle ısınan bir pleyt, sıcak bir yağ banyosu, sıcak hava veya endüksiyon akımlı ısıtıcı kullanılarak yapılır. Gerekli sıcaklığı bir alev kaynağı ile tatbik edilmesi, yerel sıcaklığı izin verilen değerlerin üzerine çıkabileceğine tavsiye edilme.



Her metotta dikkat edilmesi gereken husus rulman en fazla ancak +80 °C 'ye kadar ısıtılabilceğini ve bu sıcaklığın ısıtma esnasında bir termometre ile kontrolüdür. Aksi takdirde daha yüksek sıcaklık rulmanın çelik dokusunda değişikliklere ve sertliğin azalmasına sebep olabilir. Sıcak ve lastik kapaklı rulmanlar yağ banyosunda ısıtılmamalıdır.



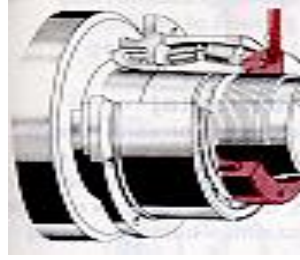
Alüminyum ısıtma halkaları kullanılarak rulmanlar kolayca montaj edilebilir montajdan önce rulmanın takılacağı mil ince bir yağla yağlanarak sıcak halka bilezik üzerine geçirilerek montaj işlemi yapılır.

Ayarlanabilen bir termostat ile bir kutu içerisine yerleştirilmiş olan elektrikli bir ısıtma plakası ile daha çok küçük rulmanların ısıtılması sağlanır. Bu sayede çok sayıda rulman aynı anda ısıtılabilir ve montaja kadar sıcak bekletilebilir.

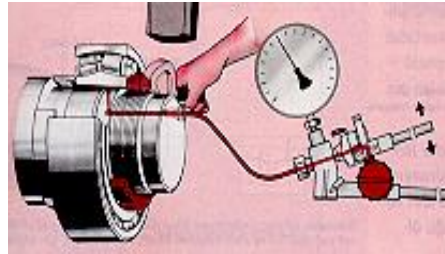


6.3. HİDROLİK MONTAJ

Delik çapı 50 mm büyük rulmanların montajı, hidrolik somun kullanılarak basit ve güvenli bir şekilde yapılabilir. Somun şeklindeki gibi yerleştirilerek el ile sıkılır ve rulman istenen konuma gelinceye kadar yağ pompalanır. Hidrolik somun ile delik çapı 1000 mm kadar olan rulmanların montajı yapılabilir.













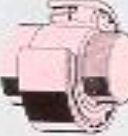


























Benzer şekilde basınçlı yağ yöntemi ile de orta büyüklükte ve büyük rulmanlar montaj edilebilir. Burada rulmanla oturma yüzeyleri arasında yüksek basınçta yağ gönderilmekte, böylece sürtünme hemen hemen ortadan kaldırılarak montaj kolayca yapılabilmektedir.



7. RULMANLARIN DEMONTAJI (SÖKÜLMESİ)

Rulman demontajı (sökülmesi) rulman yapısına zarar vermesi muhtemel olan bir işlemdir. Bu sırada rulmana pislik girebilir veya tekrar takarken yanlışlıklar yapılabilir. Bu nedenle zarara uğramamış bir rulmanı mümkün mertebe sökmekten kaçının.

Rulman demontajında doğru yöntemin seçilmesi rulmana hasar verilmemesi için çok önemlidir. Bu yöntem uygulanırken tabii ki doğru aletlerin kullanılması gerekir.

Rulman tertipleri	Sökme araçları			
	Mekanik	Hydrolik	Basınçlı yağ	Isıtıcı
Silindirik oturma yüzeyli  küçük rulmanlar orta büyüklüğe rulmanlar büyük rulmanlar F167, H600, A6, L, K, U, M, S, P tipi silindirik mekanik rulmanlar	   	 	 	
Konik oturma yüzeyli  küçük rulmanlar orta büyüklüğe rulmanlar büyük rulmanlar	  	 	 	
Görme manganonu  küçük rulmanlar orta büyüklüğe rulmanlar büyük rulmanlar	  	 	 	
Çıkma manganonu  küçük rulmanlar orta büyüklüğe rulmanlar büyük rulmanlar	  	 	 	

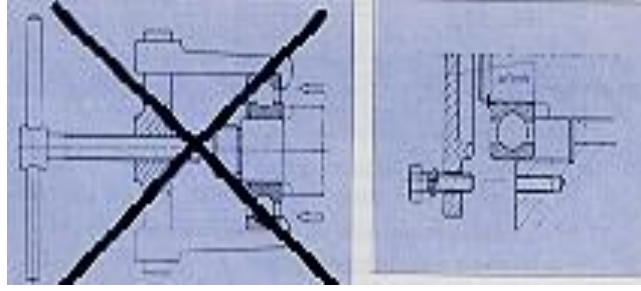
“ ASLA BİR RULMANA DOĞRUDAN ÇEKİÇLE VURULMAZ “ :



Genel olarak sökme işlemi için gerekli kuvvet montaj için sarf edilmiş kuvvetten daha fazladır.

Sökme kuvveti daima sökülecek bileziğe doğrudan iletilmeli, asla kafes veya rulman elemanlarına basmamalıdır.

Bilezikleri ayrılmayan rulmanlarda ilk önce kaygan geçme ile monte edilmiş bilezik sökülmelidir.



Demontaj, özel aparatlar yardımıyla kolaylıkla ve rulmanda hiçbir tahribat oluşturmadan yapılabilir. Bu aparatların tuttuğu tırnakları sıkı geçme ile oturmuş bileziğin yanak yüzeyine dayanır, mile veya yuvaya dayanan bir vida ile de sökme kuvveti tatbik edilir.

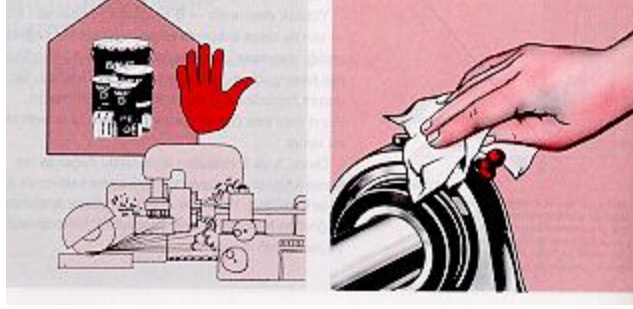


Küçük rulmanlar, iç bileziğe tatbik edilen bir çektirme veya metal bir boru ile hafif darbeli bir çekiç kullanılarak sökülebilir.

Çektirmeyi dış bileziğe tatbik etmek zorunlu ise ve rulman tekrar kullanılacaksa, sökme sırasında dış bileziği döndürün.

8. RULMANLARIN TEMİZLENMESİ

Kullanıldıktan sonra bakım amacıyla demonte edilmiş veya kirlenmiş rulmanlar, dikkatlice gaz yağı veya fırça ile bir temizleme diğeri yıkama olarak en az iki banyoda iyice temizlenmeli ve yıkanmalıdır. Bu temizlenme operasyonu sonucunu kontrol etmek için elde döndürülen rulmanda hiçbir düzensizlik , gürültü olmamalı, pürüzlülük hissedilmemelidir. İmkanlar dahilinde gürültü kontrol cihazı kullanılması en doğru yöntemdir.



Kirlenme tehlikesi dolayısı ile gresin kaplardan veya fırçalardan alınması için tahta spatula vs. asla kullanılmamalıdır.

Tekrar yağlanacak bir rulmanda yapılacak ilk iş gres nipelini ve çevresini temizlemektir. Tekrar yağlama için kullanılacak gres, orijinal gres kadar temiz olmalıdır.

Hemen akabinde temizlenmiş rulmanın uygun bir yağ veya gresle yağlanması gerekir. Gresleme işlemi yapılırken rulman döndürülerek gresin yuvarlanma yoluna iyice yayılması sağlanmalıdır.

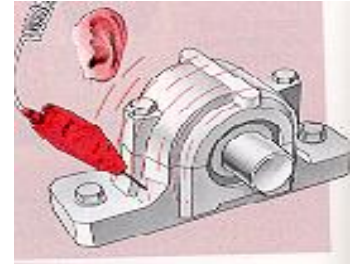
9. ÇALIŞMA SIRASINDA YAPILMASI GEREKEN İŞLEMLER

Bir makinenin çalışma sırasındaki durumuna bakılarak komple bakım planının yapılması, giderek önemini arttırmaktadır. Bu arada dikkatler, dönen parçaları olan bütün makinelerde hayati bir faktör olan rulmanlar üzerinde toplanmaya başlamıştır.

A-) D İ N L E

Çalışmada bir düzensizlik olup olmadığını anlamanın yaygın yollarından biri dinlemektir. Örneğin, elektronik bir dinleme aygıtı kullanılarak, anormal bir gürültünün varlığı anlaşılabilir; hatta deneyimli bir operatör tarafından makinede buna hangi parçanın sebep olduğu dahi teşhis edilebilir. İyi durumda çalışan bir rulmandan yumuşak bir hırıltı gelir. Gıcırtı, yüksek ve tiz ses, ya da bunlara benzer diğeri anormal sesler, genellikle çalışma şartlarının kötü olduğu göstergesidir.

Rulmandan gelen yüksek ve tiz ses, muhtemelen uygun olmayan yağlama durumuna bağlıdır. Yetersiz yatak boşluğu, madeni bir sese sebep olabilir. Dış bilezik yuvarlanma yüzeyindeki ezikler, kendini düzgün ve berrak bir ses şeklinde gösteren bir titreşim doğurur. Montaj veya markalama sırasında vurulan darbelerden meydana gelmiş bilezik hasarı, rulmanın devrine göre değişen sesler verir. Kesikli gürültü ise, muhtemelen yuvarlanma elemanı hasarından ileri gelmektedir.



Ses, hasarlı bir yüzey üzerinde yuvarlanmaktan doğar. Rulman içindeki pislik, ekseriya gıcırtılı bir sesin çıkmasına sebep olur.

Ciddi bir şekilde hasar görmüş bir rulman ise, düzensiz ve yüksek bir gürültü doğurur.

Rulman hasarı, dinlemekle mutlaka ortaya çıkarılabilir; ancak bu durumda hasar, genellikle acil bir rulman değişimi gerektirecek kadar ilerlemiş olur. Bu sebepten daha iyi bir yöntem, örneğin SKF'in Elektronik Durum İzleme cihazları kullanılmalıdır.

Bu yeni cihazların, tahta bir çubuk veya tornavidayı rulman yatağına dayayarak öbür ucu dinlemek şeklindeki eski usulden çok daha güvenli ve hassas sonuçlar verdiği kanıtlanmıştır.

B-) D O K U N

Yüksek sıcaklık, genellikle rulmanın anormal bir şekilde çalıştığını gösterir. Ayrıca, rulman içindeki yağ için de çok zararlıdır. Ancak aşırı ısınma, bazen yağlayıcı maddenin kendisinden de ileri gelebilir. $125^{\circ} C$ ($260^{\circ} F$) den yüksek sıcaklıklarda uzun süre çalışma, rulman ömrünü kısaltır. Yüksek rulman sıcaklığının sebepleri, yetersiz veya aşırı yağlama, yağlayıcı madde içinde pislik olması, aşırı yük rulman hasarı, yatak boşluğunun çok az olması, kasma ve sızdırmazlık tertiplerindeki aşırı sürtünmedir.

Bu sebepten, hem rulmanın kendisinde, hem de diğer hayati elemanlarda, sıcaklığı sürekli olarak ölçmek gerekir. İşletme şartları değişmediği halde sıcaklıkta meydana gelen herhangi bir değişme, bir aksaklığın işaretidir.

Rulman sıcaklığı, bir yüzey termometresi ile rutin ve doğru olarak ölçülebilir. Bozuldukları zaman makineyi durduracak kritik rulmanlar, ideal halde bir ısı probu ile teçhiz edilmelidir.



Şunu da belirtmek gerekir ki, yağlamadan sonra bir veya iki gün süren sıcaklık yükselmeleri normal karşılanmalıdır.

C-) B A K

Gerektiği gibi yağlanarak pislik ve nemden korunan rulmanlarda aşınma görülmez. Bununla birlikte, kutusundan çıkarıldığında gözle muayene edilmesi ve sızdırmazlık elemanını düzenli aralıklarla kontrolden geçirilmesi tavsiye edilir.

Rulmanların yanı başındaki sızdırmazlık elemanlarını durumlarını, mil boyunca sıcak ve korozyona sebep olabilecek sıvı ve gazların nüfuzunu engelleyip engellemediklerine bakarak gözden geçirin. En etkin sızdırmazlığı sağlayabilmek için, koruyucu halkaları ve labirent tertiplerini gresle dolu tutun. Aşınmış keçe ve kauçuk sızdırmazlık elemanlarını vakit geçirmeden yenileyin.

Rulmana pislik girmesini engellemesinin yanı sıra, sızdırmazlık elemanları, yağın yatakta tutulması açısından da önemlidir. Sızdırmazlık elemanlarının buldukları yerlerde yağ kaçağı varsa, durum en kısa zamanda bu elemanların aşınması, kusur veya tapa gevşemesi yönünden incelenmelidir.



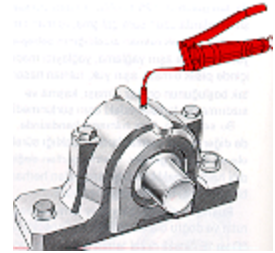
Yağ kaçakları aynı zamanda, rulman yatağında karşılıklı çalışan yüzeyler arasındaki bağın gevşemesinden veya gresin çalkalanarak içindeki sıvı yağın ayrışıp aşırı yağlamaya sebep olmasından ileri gelebilmektedir.

Otomatik yağlama sistemlerinin de, sıvı yağ veya gresle dolup yeteri kadarını rulmana sevk ederek, görevlerini tam yapıp yapmadıklarına bakın. Ayrıca, yağlayıcı maddeye de dikkatle göz atın. Renkte solma veya koyulaşma, ekseriya içinde yabancı madde olduğunu gösterir.

D-) YAĞ LA (SIVI YAĞ VEYA GRES)

Yeniden yağlama, en iyi şekilde, makinenin önceden planlanmış durdurulma periyotlarında yapılır. Her periyotta, azar azar yağlayabilirsiniz. Bu işlemden önce, kullanılmış gresi temizlemeniz veya tapayı açarak boşaltmanız gerekir. Yeni gresi basmadan önce, gres nipellerini silerek temizleyin. Rulman yatağı yağlama nipelini ile donatılmamışsa, bu durumda kullanılmış gresi almak için, yatağın üst veya yan kısmını kaldırmalısınız. Bundan sonra aynı gresin yenisinden koyun.

Her tür rulman uygulaması için, Yağlama düzenekleri ve gres temin etmek mümkündür. Gresle otomatik yağlama düzeneği de serbest piyasalarda mevcuttur. Bu sayede, yağlama işlemi kolaylaştığından, bakım masrafları azalmaktadır.



E-) DURUM İZLEME

Bir rulmanın içinde bulunduğu çalışma şartlarını izlemenin çeşitli yöntemleri vardır. Bu sayede, rulmanın aşağı yukarı ne zaman kullanılamaz hale geleceği belirlenerek, makinelerin pahalıya mal olan arızalı duruş zamanlarından kaçınmak mümkün olabilmektedir.

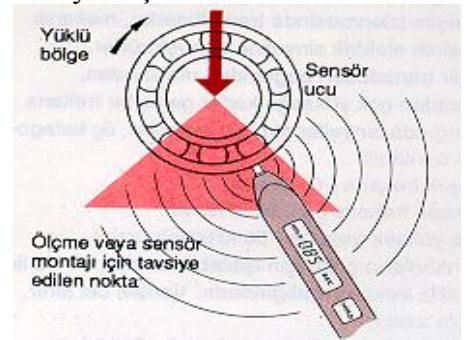
İZLEME TEKNİKLERİ

“ Durum izleme “, çeşitli alet ve cihazlar kullanarak makineleri izlemeyi de içine alan geniş kapsamlı bir terimdir. İzleme işlemi, sürekli yapılabildiği gibi, belirli aralıklarla da yapılabilir. Düşük frekanslı titreşimlerin geleneksel ölçümlerini (ivme, hız, genlik) de içine alan çok parametrelili durum izleme, maksimum veya normal okuma değerlerinin zaman esaslı zarf tespiti ve SEE (Spectral Emitted Energy – Yayılan spektral enerji) ölçümü adı verilen yöntem çok kullanılan izleme tekniklerinden bazılarıdır.

SEE Teknolojisi İzleme Yöntemi

See teknolojisi yöntemi, yüksek frekans akustikliği ile zarf tespit tekniklerini birleştirerek, rulmanda mevcut kusurların araştırılmasında klasik yaklaşımlardan ayrılmıştır.

Kalemin sensor ucunu, yatak yüzeyinde dik konumda rulmanın yüklü bölgesine yerleştirin. Uygulanan basınç kuvveti, 5 ila 20 Newton arasında olmalıdır.



Titreşim Analizi

Titreşim izlenmesinde transdüserler, mekanik hareketi elektrik sinyaline dönüştürürler.

Bir transdüser, bağlandığı makineden, düşükten çok yükseğe kadar geniş bir frekans aralığında sinyaller alır. Bu sinyaller, üç kategoriye ayrılabilir:

Düşük Frekans (0-2 kHz)

Yüksek Frekans (2-50 kHz) ve

Çok Yüksek Frekans (50 kHz'den fazla)

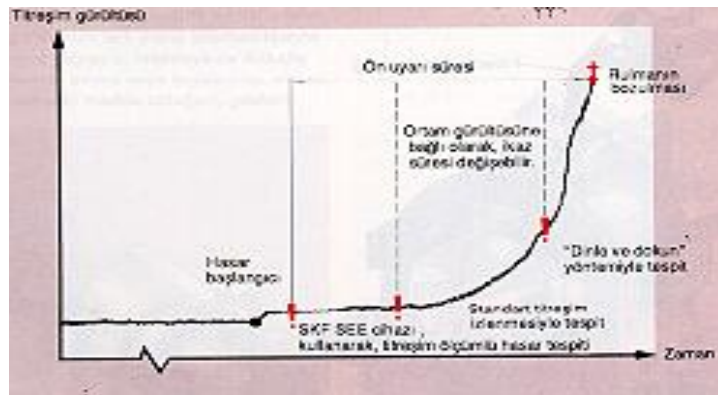
İnsanların çoğu işitilebilir sesler, 20 Hz ile 18 kHz frekans aralığındadır. Verilen üst sınırla, yaşla azalır.



Titreşim ölçme cihazı, yüzeye dik, yerleştirilmelidir.

Rulman Hasarı Frekans Analizi

Titreşim izleme yöntemiyle rulman hasarını ortaya çıkarmanın başka bir şekilde, tipik hasar frekanslarını belirlemektir. Hasarlı bir yüzey üzerinde yuvarlanma olduğunda, titreşim sinyalinde bir sıçrama meydana gelir. Bu tepelerin tekerrürü, hasarın rulman içindeki yerine (iç ve dış bilezik, veya yuvarlanma elemanı gibi), rulman geometrisine ve devrine bağlıdır.



Bu diyagram, titreşim analizi kullanılarak yapılan durum izleme işleminin avantajını göstermektedir. Bu işlemlerle gündeme gelen erken uyarı, düzeltici tedbirlerin alınabilmesi için gerekli zamanın uzun olduğu ve rulman değişim planının güzelce yapılabileceği anlamına gelir.

10. YAĞLAMA

10.1. TARİHTE YAĞLAMA

M.Ö. 400 yıllarında Mısırlıların büyük kütleleri taşırken sürtünme problemlerin başladı. Hayvani yağlar, böcek salyaları, zeytin yağı ve mineral yağları zaman içinde kullanıldı. Toz ile karışan zeytinyağı grese benzer bir madde oluşturuyordu. 1859' da Amerika'da ilk petrol kuyusu açıldı, ham petrolün rafine edilmesi ile endüstriyel yağlar kullanım alanı buldular. Bu arada sürtünmeye karşı mücadelede kuvvetlendi. Bugün SKF rulman yağlamak için özel imal ettiği gresleri ile en az sürtünme ve en uzun ömrü sağlayabilmektedir.

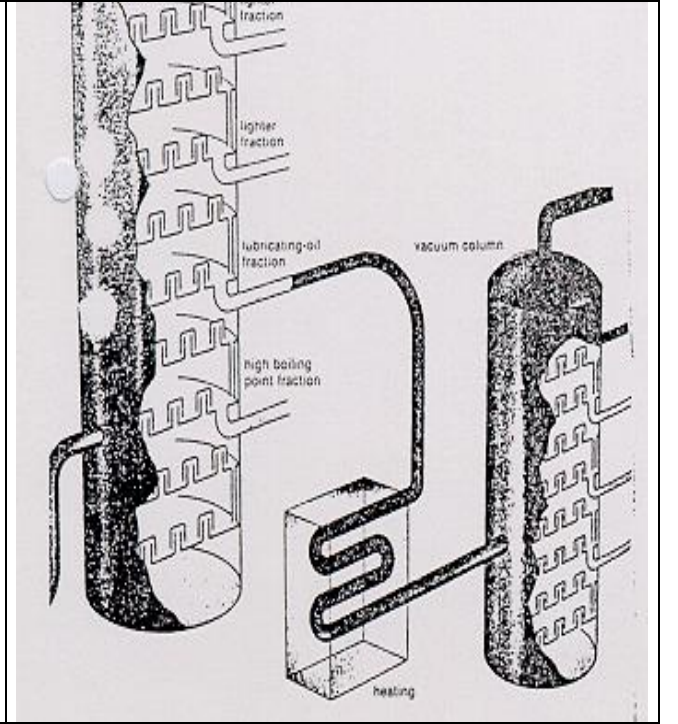
10.2.HAM PETROLDEN GRESE DÖNÜŞÜMÜ

Bütün petrol ürünlerinin bileşiminde hidrokarbon molekülleri vardır, ve ısı ile gaz veya sıvı haline geçebilir işte bu durum ham petrolün distillasyon kolonlarında ayrıştırılabilmesini temin eder.

Ham petrol 370-430°C de buharla ısıtılınca gaz haline dönüşür ve kolonun içine alttan verilince üste doğru çıkmaya başlar.

Kolonların alt kademelerinden ağır, üst kademelerinden ise hafif hidrokarbonlu ürünler elde edilir. Bizim istediğimiz yağ ise ortaya yakın bölümden alınır.

Bu yağ ise daha sonra bir ileri kademe artırmaya tabi tutularak istenen rulman gresini imal edebilecek yağ elde edilir.



10.3.YAĞLAMA TEORİSİNE GİRİŞ

Yağlamanın ana fonksiyonu bir yağ filmi teşekkül ettirerek rulmanın parçalarının birbirine değmesini önler ve sürtünme ve aşınmayı azaltır.

Yağlayıcının hayati özelliği ise viskozitedir ve bu da akışkanlığın ölçülmesidir.

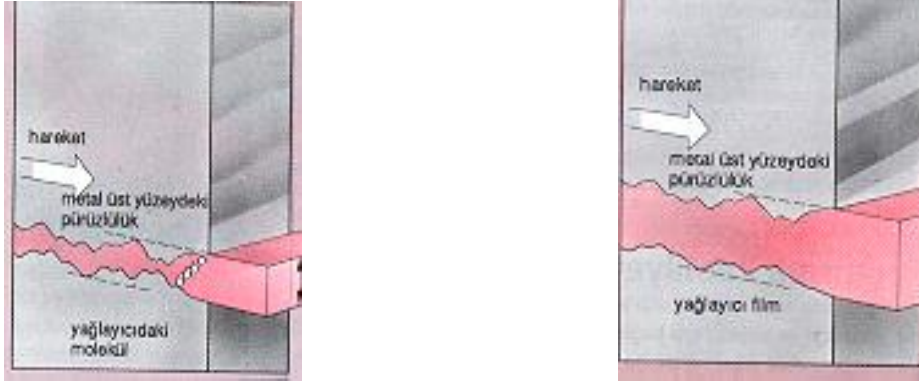
Viskozite

Akışkanların en önemli özelliklerinden biri olup bir sıvı hareket halinde bulunurken değişik katları arasındaki sürtülmenin ölçümüdür.

Viskozite mm^2 / s veya cSt (santistok) olarak belirtilir. Rakamlar genellikle 40 ve 100 °C sıcaklıklarda verilir. Örneğin; suyun viskozitesi düşük, reçinenin viskozitesi ise yüksektir.

Yağlama Filmi

Boundary-Layer Yağlama : Eğer yağlama maddesi yeterli miktarda değilse ve iki yüzeyin relatif hareketi az ise sürtünme kat sayısı M yüksek olur ve 0,1'e çıkabilir. (Metalik kontak durumunda 0,5'e kadar yükselir.) Sürtülmenin artması ile kayıplar artar ve ısıya dönüşür. Bu ısı da yağın viskozitesini azaltır ve netice itibariyle yağ filminin yük taşıma kapasitesini düşürür. Hatta iki yüzey birbiri ile temas edebilir.



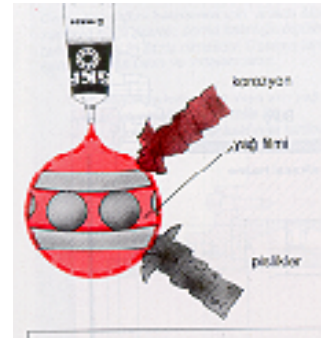
Hidrodinamik Yağlama : Bu yıl yağlama kalın yağ filmi olan yüzeyler arasındadır. Film yüzeyler arasındaki minik çukurları da kapladığından parçalar birbirlerine değmeyecektir. Sürtünmede 0,005 e kadar düşebilecektir. Böylece hareketli parçaların aşınması önlenmiş olur.

Elasto-Hidrodinamik Yağlama : Bu şartlar ağır bir elastik yükte yüklenen yüzeylerin durumunu anlatır. Ağır yükte yüzey şekli değişir, daha sonra tekrara ski durumunu alır. Bir rulman bilyası yük altında iken bilezik-yuvarlanma yüzü ile arasında yüksek bir basınç teşekkül eder. Deforme olan yüzeyler yük etkisi geçince tekrar eski durumlarına döner. Yağlayıcının bu basınç etkisi ile dışarı atılacağı düşünülse de böyle olmaz. Yağın viskozitesi artar. Bilya geçtikten sonra da viskozite tekrar düşer.

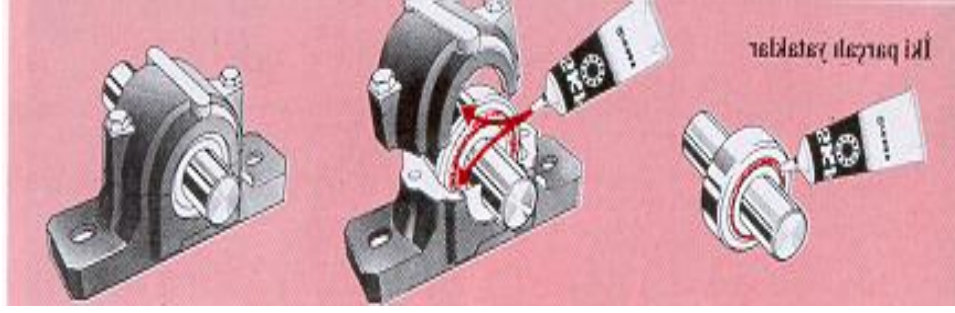
10.4.RULMANLARIN YAĞLANMASI :

Yuvarlanma yüzeylerinde taşıyıcı bir yağ tabakası oluşumu;

- Rulmanın parçaları arasında bir film teşekkül eder ve metal-metale kontağı engeller eğer iyi bir yağlama yapıldıysa film ağır yüklerden, sıcaklık değişimleri ve vibrasyondan etkilenmeyecek şekilde yeterince kalındır.
- Sürtme ve yuvarlanma kuvvetini azaltır.
- Aşınmayı azaltır, pası önler
- Rulmanın çalışma sesini en az seviyeye indirir.
- Gres belli bir dereceye kadar rulmanın içine yabancı maddelerin girmesini önler .
- Yağ rulmanda oluşan ısının azalmasını sağlar.



Yağlama maddesinin seçimi; işletme şartları, sıcaklık, dönme hızı ve çevre şartlarına bağlıdır.



Yağ ve greslerde zamanla yük taşıma ve yukarıda saydığımız diğer kabiliyetlerini kaybederler bu yüzden belli dizaynlara, rulmanın cinsine ve yağın yağlamanın türüne bağlı olarak “Yağlama Bakım “ yapılmalıdır.

10.5.YAĞLAMA ÇEŞİTLERİ

- 1- GRESLE YAĞLAMA
- 2- SIVI YAĞ İLE YAĞLAMA

10.5.1- GRESLE YAĞLAMA :

10.5.1.1. GRESİN ÖZELLİKLERİ :

Kullanıcı için gresin aşağıdaki özellikleri önemlidir.

- Yük taşıma kapasitesi
- Çalışma sıcaklığı arası
- Pas önleme özelliği
- Konsistensi (consistency)
- Mekanik sitabilite
- Karışabilme özelliği
- Esas yağın viskozitesi

Bu şartlara önem verilerek bir uygulamada kullanılacak gres seçilmelidir.

Sıcaklık Aralığı : Gresin çalıştığı ortam sıcaklığına uygun olması istenir. Aksi takdirde sıcakta güneşteki tereyağı gibi eriyecektir. Soğukta ise katılaşarak çok zayıf bir yağlama özelliği gösterecektir. Yuvarlanma elemanları yüksüz bölgede dönmeyecek yüke gelince dönmek isteyecektir. Bu çeşit kayma ise yağ filmini zedeleyecek ve metale temas ederek yüzeyi tahrip edecektir.

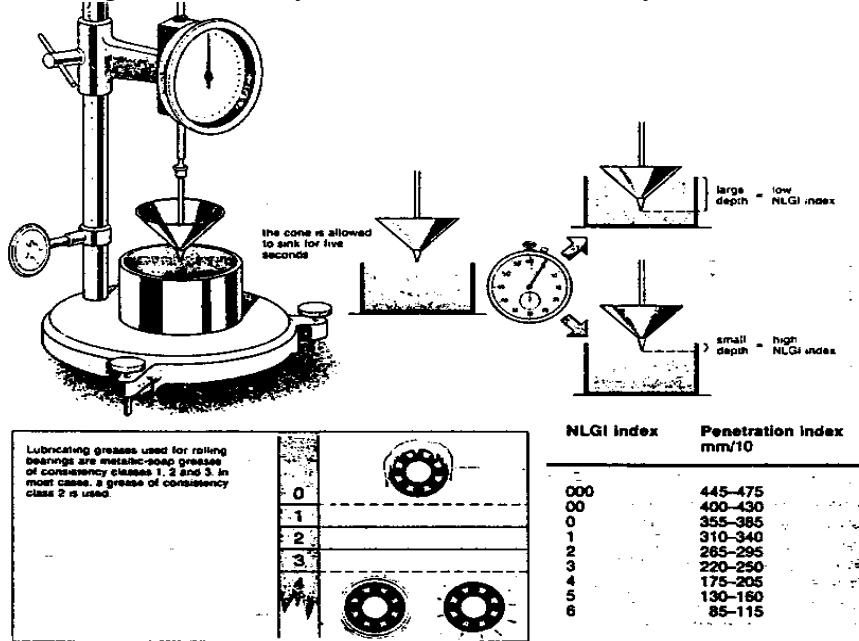
Greslerin kullanım ısı aralığı genellikle $-30 +140$ °C arasındır.

Pas önleme Özelliği : Rulmanların daima pas önleme özellikli greslerle yağlanmaları gerekir. Katkı maddesinin suda çözünerek suyun ortamdan uzaklaştırılması gerekir.

Konsistens : Bir gresin katılık oranı konsistensisi ile anlatılır bu da katılaştırıcı yağın tipi ve miktarı çalışma sıcaklığı ve mekanik çalışma şartları ile ilgilidir.

Genellikle konsistens aşağıdaki sıklarda belirtilen Amerikan National Lubricating Grease Institute (NLGI) index numaraları ile anılır.

Aşağıdaki şekilde görülen standart koninin 25 ° C de 5 saniyede (1-10mm lik birimle) grese dalma miktarı olarak NLGI index'i tespit edilir. Yumuşak grese dalma boyu çok ve NLGI index nosu düşük, sert grese dalma boyu az ve NLGI index nosu yüksek olur.



Rulmanlar için genellikle konsistensisi 2 olan gres kullanılır.

Sızdırmazlık : Sızdırmazlık elemanlarının çevredeki toz, pislik ve suyun rulmana girmesini önlemesi istenir.

Mekanik Stabilite : Vibrasyonlu ve benzeri ortamlarda gresin yumuşamada çalışmaya devam etmesi aranır. Aksi takdirde gresin rulmandan sızma ihtimali ortaya çıkar.

Karışabilme : Eğer gresleri karıştırmak şartsa NLGI indexleri aynı olanları karıştırınız. Aksi takdirde karışım yumuşak olacağından rulmandan sızabilir.



10.5.1.2. GRESLER SICAKLIK VE YÜK ŞARTLARINA UYGUN SINIFLANIR :

Çalışma sıcaklığı greslerin yağlama gücü ve konsistensi üzerinde büyük etkisi vardır. Dolayısıyla çeşitli kompozisyonlardaki gresler değişik çalışma sıcaklığı aralıkları için imal edilir.

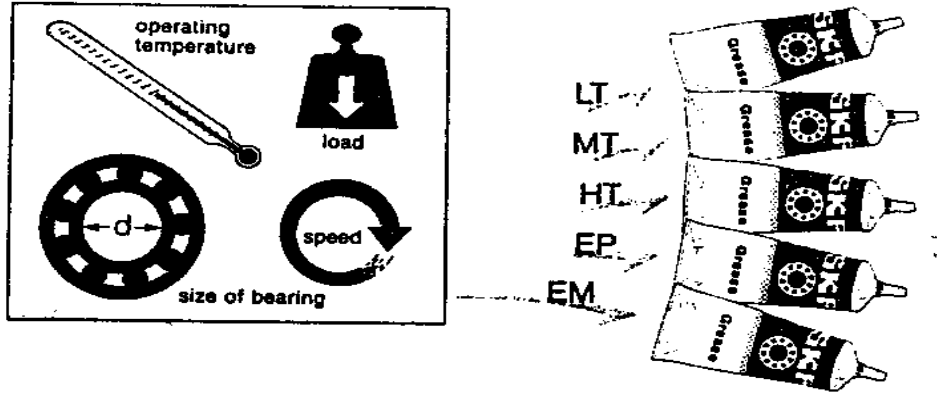
LT-Düşük Sıcaklık Gresleri : Viskoziteleri $15 \text{ mm}^2 / \text{s}$ (40°C de) olup konsistensleri NLGI 0 ile NLGI 2 arasındadır ve -50°C ye kadar düşük sıcaklıklarda çalışırlar.

MT- Orta Sıcaklık Gresleri : Çok maksatlı gresler olup $-30 + 110^\circ \text{C}$ civarında çalışırlar. $75-200 \text{ mm}^2 / \text{s}$ (40°C de) viskoziteleri vardır ve NLGI index noları 2 veya 3 olmaktadır.

HT- Yüksek Sıcaklık Gresleri : $+150^\circ \text{C}$ sıcaklık uygun olup $110 \text{ mm}^2 / \text{s}$ (40°C) NLGI index noları 3 tür.

EP- Gresleri : EP katkıları " film "i kuvvetlendirme özelliğine sahiptir. Dolayısıyla yüksek yüklerde çalışabilirler. Viskozitelerin $175 \text{ mm}^2 / \text{s}$ (40°C de) ve NLGI index noları 2 dir. Kullanıldıkları sıcaklık aralıkları $-30^\circ \text{C} + 110^\circ \text{C}$ dir.

EP – Gresleri kullanılmayan ağır yüklerde ağır yüklerde yağ filmi kuvvetli değilse ve yüzeyde girinti çıkıntı var ise birbirine temas eden bu yüzeyler metal kaynağı yapıp bileziklerin aşınmasına sebep olur.



10.5.1.3. DEĞİŞİK TİP GRES VE KATKI MADDELERİ :

En bilinen tip gresler katkılaştırıcı madde olarak kalsiyum, sodyum veya lityum sabunu ihtiva eder. Lityum sabunu ise özellikle rulman yağlanmasına uygundur.

- **Kalsiyum sabunlu gresler** sadece 60°C sıcaklıklara kadar çalışır fakat kaliteli, 120°C ye kadar çalışabilir. Bunlar kağıt makineleri ile deniz endüstrisinde kullanılır.

Katkı maddesi olarak kurşun kullanılır. Suda çözülmezler ve % 1-3 su ihtiva ederler.

- **Sodyum sabunlu gresler** kalsiyum esaslılardan daha yüksek sıcaklıklarda çalışır, sızdırmazlık özellikleri yüksektir. Suyu emdikleri için paslanmayı önlerler fakat bu özellikleri sebebiyle yağlama etkinlikleri düşer. Sulu çalışan ortamlarda kullanılmamalıdır.

- **Lityum sabunlu gresler** kalsiyum esaslıları andırır; fakat onların iyi özelliklerini bulundurup kötü özelliklerine ise sahip değildir. Metal yüzeylere yapışma gücü iyidir. Yüksek sıcaklıklarda stabilitesi çok iyidir ve diğer greslerde daha geniş bir sıcaklık aralığında çalışırlar.

- Komplex sabunlu gresler bünyelerinde tuz da bulundurur.
- İnorganik katkıyla katılaştırılan gresler daha yüksek sıcaklık suya dayanıklılık özelliği gösterirler fakat düşük ıslarda yağlama özelliği iyi değildir.

Sentetik greslerin yağları sentetik esastır ve mineral yağlar gibi kolayca okside olmazlar. Katılaştırıcı maddeleri lityum sabunu olduğu gibi betonite ve PTFE de olabilir. Bu tip gresler – 70 °C derece gibi düşük sıcaklıklarda çalışabildiği gibi instrumentation, hava taşıtları kontrol mekanizması, robotlar ve uydularda da kullanılabilir.

Greslerin katkı maddeleri:

Greslere birtakım özellikler verilmek istendiğinde katkı maddeleri kullanılır.

- Pas önleme
- Oksitlenmeme
- Yüksek basınca dayanıklılık
- Evsafını koruyabilme
- Sıcaklıktan etkilenmeme

gibi özellikler katkılarla sağlanabilir.

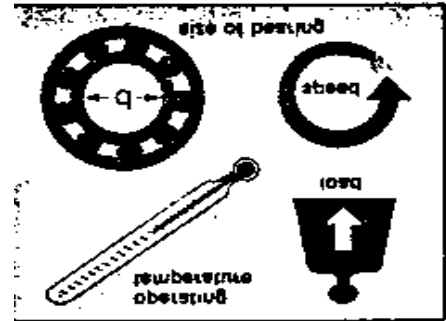
10.5.1.4.GRES SEÇİMİ

Kullanılacağı yere uygun olmayan gres rulman ömrüne etki eder. İşletme şartlarına uygun yeterli yükü taşıyıp iyi bir film taşıyabilecek bir gres seçilmelidir.

Rulman gresi seçimini tayin eden hususlar;

- Yük
- Çevresel hız
- İşletme sıcaklığı
- Rulmanın ebadı

Ayrıca işletme şartları (shaftın pozisyonu) soğutma durumu, sızdırmazlık ve çevre de etkilidir.



a_{23} faktörü ömür hesabında kullanılır ve rulman malzemesi ile yağlama maddesinin viskozitesinin rulman ömrüne etkisini belirtir. Bu faktörün 1 den büyük olması istenir, fakat yüksek viskoziteli yağların rulman çalışma sıcaklığını artırdığı da göz önünde bulundurulmalıdır.

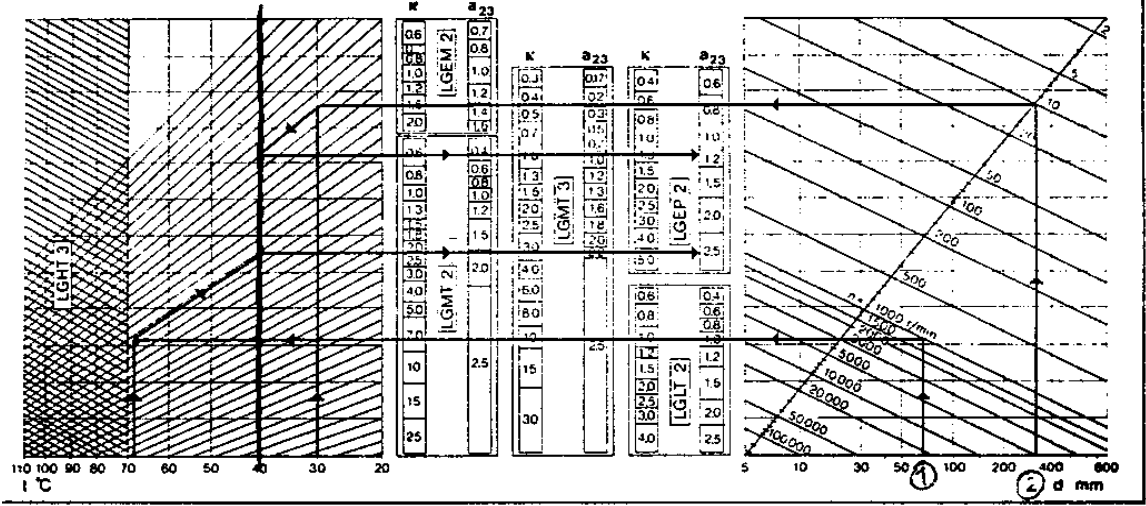
K : Viskozite oranı kat sayısıdır ve $\frac{V}{V_1}$ ile ifade edilir.

V : Yeterli yağ filmini teşkil edebilecek bir yağın (40 °C deki) viskozitesi

V_1 : Bu yağın işletme sıcaklığındaki viskozitesini ifade eder.

K değerinin de 1 den büyük olması gerekir aksi takdirde EP katkı gres kullanılmalıdır. Eğer K 0,4 ten daha küçük ise ilave katkı maddeleri kullanılmalıdır.

Diagram 2



Gres Seçim Örneği :

1. $d = 70$ mm shaft çapı
 $n = 1000$ rpm devri
 $t = 69$ °C çalışma sıcaklığı

Abakta çapın gösterildiği yerden dik ok çıkın, devir açılı çizgisini kestiği yerden sola 69 °C sıcaklık doğrusu ile kestirin ve buradaki açılı çizgiyi devam ettirip 40 °C sıcaklık çizgisini kestirin, bu noktadan sağa bir çizgi çizdiğinizde K, a_{23} ve kullanılacak gresi tespit edeceksiniz. Burada LGMT 2 K = 2-2,5 veya daha yüksek K = 5 olan LEGEP 2 veya LGMT 3 seçilebilir.

Bir yağlama gresi genellikle yarı sıvı-yarı katı bir madde gibi anılabilir. & 85-90'ı mineral veya sentetik yağ ve bir kalınlaştırıcı (katılaştırıcı) vardır. Greslerin hemen tamamında katılaştırıcı madde metalik esastır.

Eğer gresin diğer bazı özellikleri de olması istenirse pas önleme, oksitlenme, yağ filmini kuvvetlendirmeye yarayan ilave katkı maddeleri de kullanılabilir.

Bir Rulmanda Gres Nasıl Çalışır ?

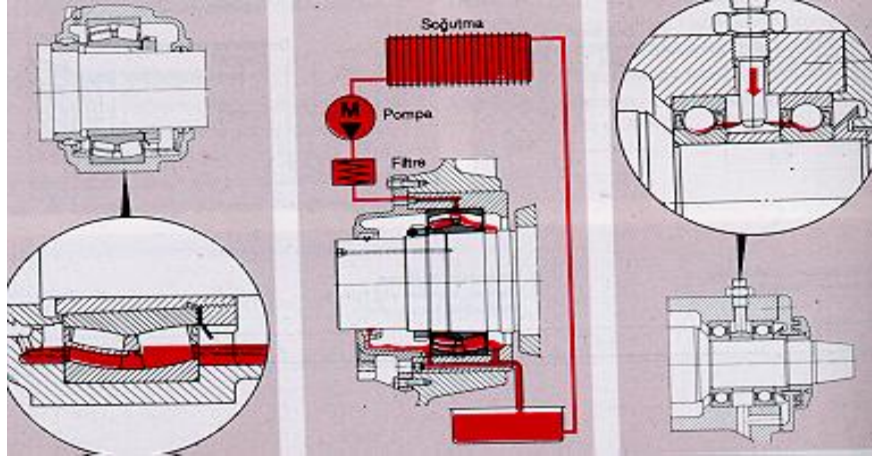
Katılaştırıcı yağ-metalik sabun-yağlayıcı yağ için bir kap görevi yapar. Sabun lifler halindedir, boşlukları ise yağ doldurur. Tıpkı gözenekli bir süngerin boşluklarının suyla dolması gibi, ıslak süngeri de sıkarsanız emmiş olduğu suyu dışarı atar. Gres bir rulmandaki boşlukları doldurarak orada çok uzun servis periyodu boyunca kalır, basınç altında greste ki yağ kanar gibi ayrılarak çalışan yüzeyleri yağlar. Bu kanamaya en çok etki eden sıcaklığın artmasıdır. Dolayısıyla seçilecek gresin çalışma yerine uygun olması gerekir. Mesela vibrasyonlu bir ortamda çalışan rulmanda kullanılacak gres mekanik stabilitesi yok ise vibrasyonlu rulmandan dışarı atılır dolayısıyla metal metale kontak başlar ve mekanik arıza meydana gelir.

GRESLERİN TESTLERİ

- Pas önleme testi (DIN 51802)
- Yağlama özelliği
- Mekanik stabilite testi
- Akma veya darbeyle yumuşama testi
- Düşük sıcaklık testi
- Yüksek sıcaklık testi

10.5.2. SIVI YAĞ İLE YAĞLAMA

Yüksek hızda çalışan veya yüksek sıcaklık ortamında çalışan rulmanların yağlanması için gres yerine sıvı yağ kullanılması gerekir. Rulmanlar için kullanılan madeni sıvı yağlarda son derece saflık, yaşlanmaya mukavemet sıcaklık bağımlılığında uygun bir viskozite ve suyla karışmaması gibi özellikler aranır.



Rulmana verilecek sıvı yağ miktarı normal olarak en alttaki bilyanın yarısını geçmemelidir. Daha fazla yağ rulman çalışırken çalkalanma sürtünmesini, köpükleşmeye ve çalışma sıcaklığı aşırı derecede artırır.

10.5.3. YENİDEN YAĞLAMA ARALIĞI

Bir rulmanın yeniden yağlama ihtiyacı gerekene kadar kaç saatlik işletmeyi tamamlaması gerektiği rulmanın tipine ebadına hızına kullanılan grese ve işletme sıcaklığına bağlıdır. Aşağıdaki diyagram 70 °C (dış bilezikte) olduğuna göre hazırlanmıştır ve bu sıcaklığın üzerindeki her 15 derecelik fark burada bulunan yağlama aralığını ikiye böler.

Küçük çaplı sabit bilyalı rulmanlarda genellikle yeniden yağlama aralığı rulman ömründen daha uzundur. Riskli uygulamalarda ise ; sürekli su altında çalışan vb. rulmanların yeniden gresleme aralığı azaltılır.

Yağlamada konulacak gres miktarı formülü :

$$G = 0,005 D.B.$$

G = Gres miktarı, g (gran)

D = Rulman Dış çapı mm

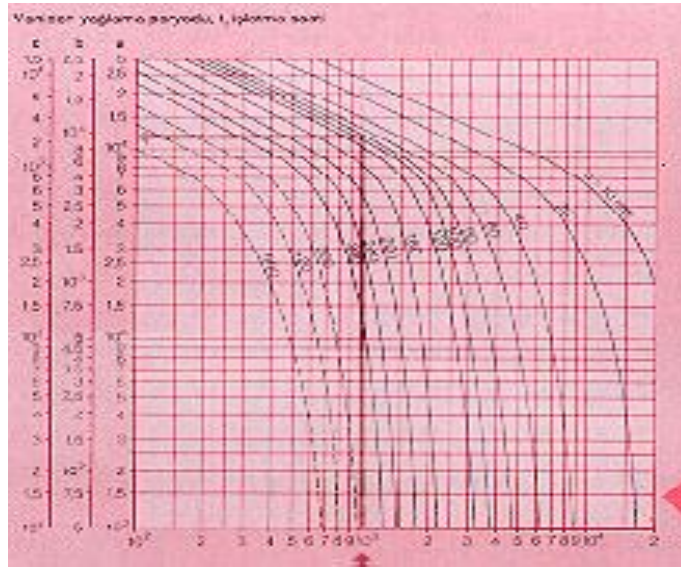
B = Rulman genişliği, mm

Örnek yağlama aralığı ve miktarı hesabı :

Bir çimento fabrikasının döner fırınının altındaki fanlarda 22224 CCK/C3 W33 kullanılmakta olup yuvaları SNH 524-620 dir. Yuvasına başlangıçta 1000 gr gres konur.

$$\begin{aligned} G &= 0,005 D.B \\ D &= 215 \text{ mm} \\ B &= 58 \text{ mm} \\ G &= 62,35 \text{ gr} \end{aligned}$$

Her yeniden yağlamada ilave edilecek $n = 1100$ rpm ise grafikten $d = 120$ mm şaft miktarı eğrisini kestirip solda t/c dikeyinde 650 saat işletme aralıkları ile 62,35 gram yeniden yağlama yapılacağını tespit ederiz.



a ölçüğü : radyal-bilyalı rulmanlar

b ölçüğü : silindirik makaralı rulmanlar, iğneli rulmanlar

c ölçüğü : oynak makaralı rulmanlar, konik makaralı rulmanlar, eksenel-bilyalı rulmanlar:

kafesiz silindirik makaralı rulmanlar ($0,2 t_f$) :

kafesli, çapraz silindirik makaralı rulmanlar ($0,3 t_f$)

eksenel- silindirik makaralı, eksenel-iğneli ve eksenel-oynak makaralı rulmanlar ($0,5 t_f$)

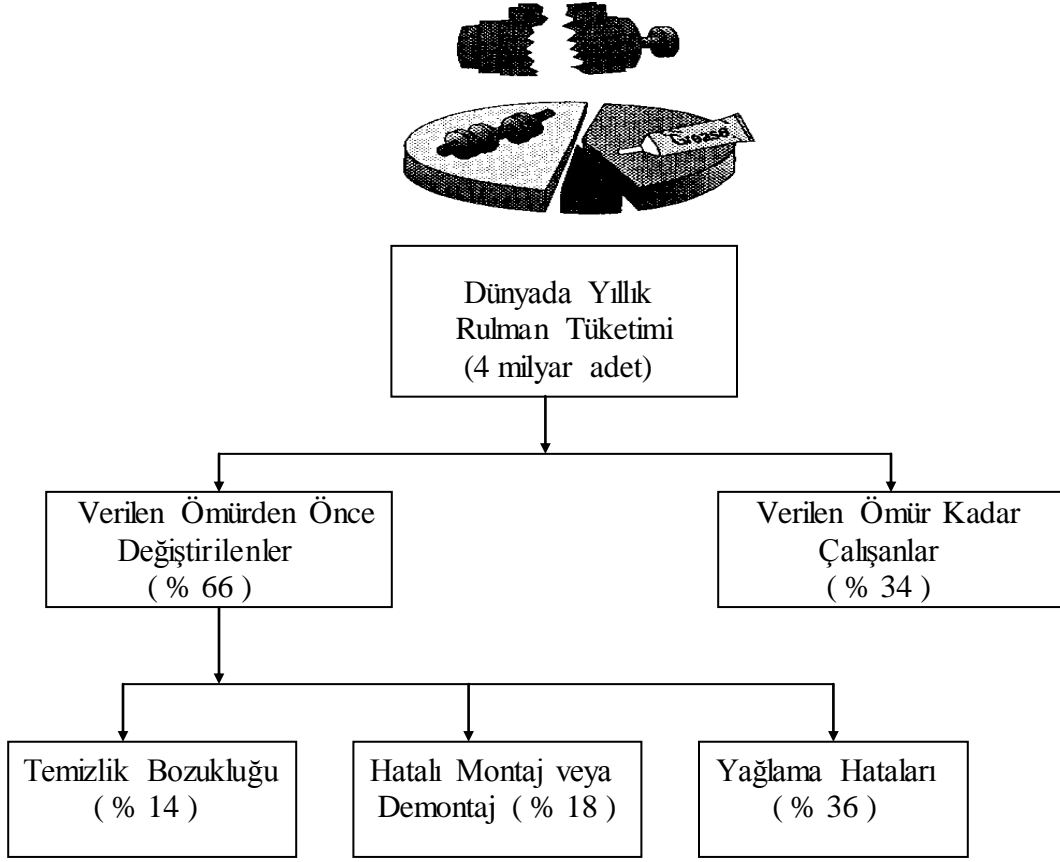
Birçok rulman pas önleyici ile yağlanıp sevk edilir Kapalı rulmanlar ise ömür boyu yağlanmış olarak teslim edilir.

Pas önleyici beyaz ispiroto ile temizlenebilir, sonra tamamen kurutulmalıdır. Çünkü gres ile karışırsa iyi netice vermez. Montaj sırasında rulman ve yuvası greslenir. Vibrasyonsuz ortamda yuvanın % 90'ı vibrasyonlu durumda ise % 60'ı doldurulur. Rulmanların ise bütün boşluğu gresle doldurulur.

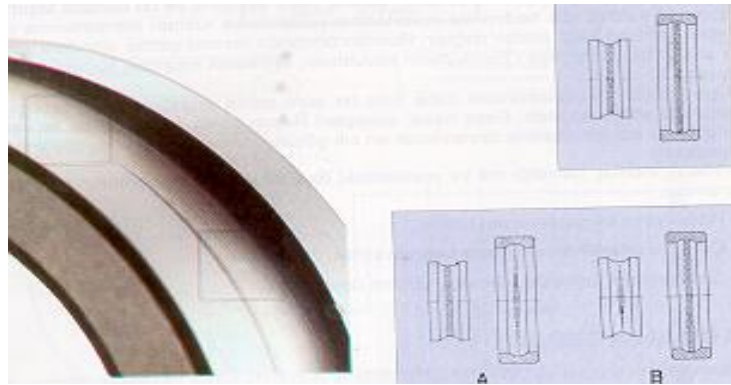
Rulmanların kullandıkları yuvalarda duruma göre daimi yağlamayı temin eden otomatik yağlama elemanları olabileceği gibi bazılarında da gres boşaltma delikleri bulunabilir.

11. RULMAN ARIZALARININ NEDENLERİ

Rulman tüketiminde genellikle ortaya çıkan hasar şekilleri aşağıdaki şemada verilmiş olup şemadan da görüleceği gibi rulmanların sadece % 34'ü ömrünü tamamlayarak değiştirmektedir.



Yuvarlanma yollarında yerel olarak gözlenen çizik, sıyrık, ezik gibi hasarlar montajın kurallara uyulmadan yapıldığını gösterir bilhassa montaj kuvvetinin rulman elemanları üzerinde iletilmesi, bu elemanların yuvarlanma yollarında derin ezikler oluşturur (şekil 1).

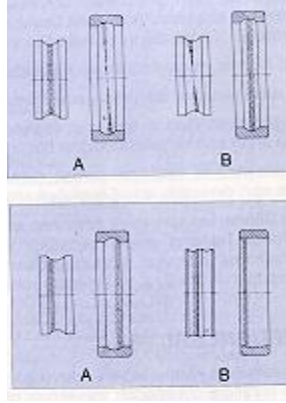


Şekil : 1

Böyle hatalı monte edilmiş rulmanlar dikkatle demonte edilip sökülürse yuvarlanma yolundaki eziklerin çevresinin de kabardığı ölçülebilir. Normal şartlar altında ve bilinen bir yükte çalışan rulmanların yuvarlanma yollarında kısa bir çalışma süresinden sonra yük taşıyan alanlarda hafiften bir matlaşma görülür. Matlık izlerinin dikkatle incelenmesi bile bindirilen yükün doğrultusu, rulmanın geometrik eksenini ile, takıldığı milin ekseninin ne derece çekiştiği, yuva veya milin dairelilikten sapması tespit edilebilir.

Şekil : 2 A ; Hatalı olarak aşırı derecede aksenal yüke maruz kalmış bir sıra bilyalı rulmana ve iki sıra bilyalı oynak rulmana örnek olabilir.

Rulman içine giren yabancı maddelerin rulman elemanlarıyla yuvarlanma yolları arasında ezilmesi de kısa vadede malzemenin yaşlanıp yerel olarak kopmasına sebep olurlar hele bu yabancı maddeler çok sert partiküller ise, o zaman etkilerinde bir de aşındırıcı karakter eklenir ki bu da rulmanın ömrünü en zararlı şekilde etkiler. (Şekil : 3)



Şekil: 2



Şekil : 3

Rulmanın ambalajlarda uygunsuz depolanmasından, çalışma ortamında buhar ve nemden korunmasına kadar çeşitli kaynakları olan pas, önce rulmanın düzensiz dönmesine, dolayısıyla gürültüye sebep olur. Bunun akabinde de sıyrılıp kopan pas, önce rulmanın düzensiz dönmesine, dolayısıyla gürültüye sebep olur bunun akabinde de sıyrılıp kopan pas partikülleri zımpara gibi aşındırıcı bir etki gösterirler (Şekil : 4). Sık görülen diğer bir paslanma türü de rulmanın terli ellerle tutulmasından oluşan pastr. (şekil : 5)

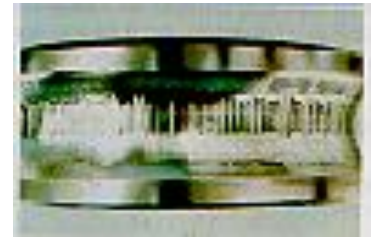


Şekil: 4



Şekil : 5

Sık rastlanan diğer bir arıza da, rulmanın bir iletken olarak elektrik akımlarına maruz kalmasıdır. Rulman elemanları ile yuvarlanma yolları birbirlerine ancak çizgisel veya çok küçük yüzeylerle temas ettiği dikkate alınırsa geçen elektriğin böyle alanlarda konsantrasyonunun minik kraterlere kaynak olduğu ve bu kraterlerden malzeme parti küllerinin koptuğu hemen ispatlanabilir. (Şekil : 6)



Şekil : 6

Çok rastlanan hasarlardan biri de yağlama sisteminden doğmaktadır. Yetersiz veya uygun olmayan bir madde ile yağlama, yuvarlanma esnasında taşıyıcı bir yağ tabakası oluşturamayınca, malzemenin en yüksek derecede aşınmasına sebep olan metalik temas hızlanır, aşınma artar böyle hallerde en kısa zamanda “ pitting” adı verilen partikül sıyrılma olayı ile rulmanın ömrü sona erer (Şekil : 7)



Şekil : 7

Kafes Hasarı

Kafes hasarı ortaya çıktığında, sebebini belirlemek her zaman kolay olamaz. Genelde, rulmanın diğer parçalarının da kafesle birlikte zarar görmüş olması, sebebini teşhisini zorlaştırır. Kafes hasarının başlıca sebepleri, titreşim, aşırı dönme hızı, aşınma, blokaj ve eksen kaçıklığıdır.



11.1. ARIZANIN TESPİTİ

Rulmanların arızası halinde demonte edilmiş durumda gözle kontrol ve ölçme yöntemleri ile kesin bir şekilde belirlenebilir. Yalnız bu imkan her çalışma ortamında mevcut olmayabilir. Bu hallerde periyodik bakımlarda rulmanların bakımına daha büyük bir özen gösterilmesi faydalı olur. Pratikte ise bazı basit denebilecek gözlemlerle arızaları veya arıza başlangıçlarını büyük bir kısmı aza bir zahmetle tespit edilebilir . Örnek olarak şu hususları sıralayabiliriz.

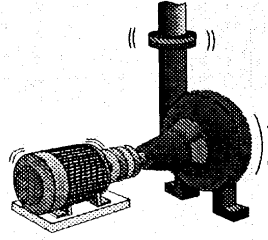
- a-) Normal çalışma seslerinin dinlenmesi esnasında
 - Isık veya siren tipi sese gerekli radyal boşluğu olmadığını
 - Gittikçe değişen bir ses tonu değişen çalışma sıcaklığı veya yuvarlanma yollarında artan aşınma sonucu radyal boşluğun değiştiğini
 - Düzensiz ve hoplayan gürültü, rulmanda kirlilik, yuvarlanma yollarında arıza yada aşırı derecede radyal boşluğun olduğunu gösterir.

b-) Dönme hassasiyetinin azalması, salgının artması bilhassa takım tezgahlarında (torna, taşlama) işlenen parçaların kısa periyodik dalgalanmaların görünmesi rulmanın yetersiz yağlanma veya kirlenme sonucu aşınarak radyal boşluğunun arttığına , yuvarlanma yollarında yerel arızaların oluştuğuna işarettir.

11.2. DÖNER EKİPMANLARINDAKİ PROBLEMLER

Bu ekipmanlarda şaft ayarsızlıkları sonucunda ;

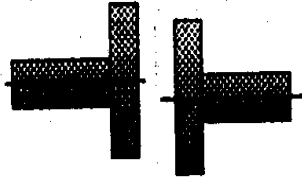
- Rulman bozulmaları
- Şaft arızaları, fatik vb.
- Kaplin ve kaplin lastiği bozulmaları
- İç ısınma
- Yüksek enerji sarfıyatı
- Titreşim
- Yağ keçelerinde sızıntı



11.3 ŞAFT AYARSIZLIKLARI

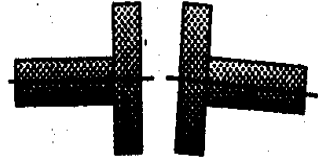
1. Merkezkaçlıkları (paralel offset) ;

Şaftlar eksen çizgileri birbirine paralel ancak bir noktada birleşmiyor.

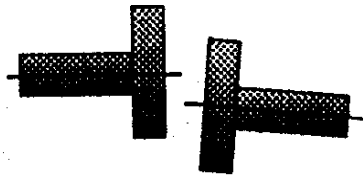


2. Açısal hatalar :

Şaftların eksen çizgileri birbirine paralel değil



Merkez kaçıklıkları ve açısal hatalar genelde aynı anda ortaya çıkar.



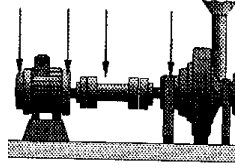
11.4. MAKİNE YERLEŞİMİNDE DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

1- Her iki makinenin de yerleştireceği zemin rijit, düzgün ve pürüzsüz olmalıdır.

2- Makine ayaklarının altındaki yüzey temiz, passız olmalıdır.

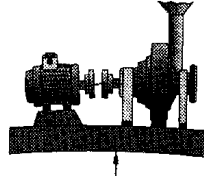


3- Beton zeminler sertleştikten sonra makine yerleşimi yapılmalıdır. Aksi takdirde zeminde çatlaklar olur.



4- Makine ayakları beton zemin üzerinde serbest monte edilmeli ve bir plate kullanılmalıdır.

5- Makinenin yerleştireceği zemin sabit ve hareketsiz olmalıdır.



6- Makinelerde olabilecek termal genişlemeler dikkate alınmalıdır. Elektrik motorlarında her 1 °C lik sıcaklık artışında 1 mt ' de 0.01 mm lik bir termal genişleme olur. Örneğin,

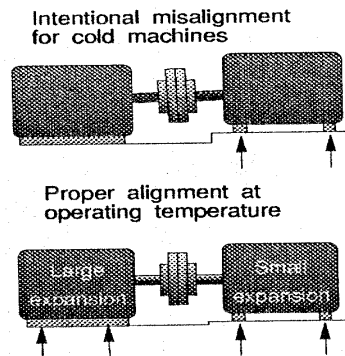
Şaft Boyu = 1 mt

Çalışma sıcaklığı = 50 °C

Montaj anındaki

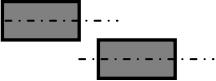
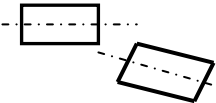
(Ortam) sıcaklık = 20 °C

Termal genişleme = $1.0 \times 30 \times 0.01 = 0.3 \text{ mm}$ olur.



11.5. ŞAFT AYARSIZLIK TOLERANSLARIN

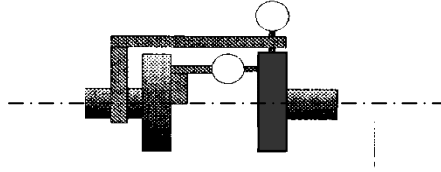
Şaft ayarsız toleransı, şaft devrine büyük ölçüde bağlıdır. Genel hatlarıyla bu toleranslar aşağıda verilmiştir.

Kaçıklık Şekli	Dönme Hızı	İstenilen (En uygun) Tolerans		Kabul edilebilir Tolerans	
		mils	mm	mils	mm
Paralel kaçıklıklar (miller, kaplinler arasında) MTBM and SM 	Devir/dk				
	0-1000	3,0	0,07	5,0	0,13
	1-2000	2,0	0,05	4,0	0,10
	2-3000	1,5	0,03	3,0	0,07
	3-4000	1,0	0,02	2,0	0,04
	4-5000	0,5	0,01	1,5	0,03
	5-6000	< 0,5	< 0,01	< 1,5	< 0,03
Açısal Hatalar MTBM and SM (100 mm deki) (4 inch) 	Devir/dk	mils/4 inch	mm/100 mm	mils/4 inch	mm/100 mm
	0-1000	3,0	0,06	4,0	0,10
	1-2000	2,5	0,05	3,5	0,08
	2-3000	2,0	0,04	2,5	0,07
	3-4000	1,5	0,03	2,0	0,06
	4-5000	1,0	0,02	1,5	0,05
	5-6000	0,5	0,01	1,5	0,04

11.6. DEĞİŞİK ŞAFT AYARLAMA METODLARI

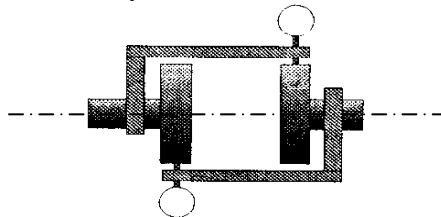
11.6.1. Rim ve Face metodu :

Burada bağlanan iki komparatör ile açısal ve eksenel paralellik durumları tespit edilebilir.



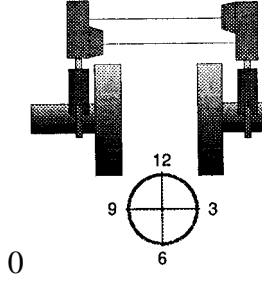
11.6.2. Reverse İndikatör Metodu :

Burada kaplinin her iki tarafı birer ölçüm aleti takılarak, şafttaki paralellik ölçülür. Açısal sapma ise her iki ölçümün birbirine bölünmesiyle bulunur.



11.6.3. KOMBİLASER Metodu :

Burada iki dedektör ünitesi kaplin şaftının her iki tarafına bağlanarak açısal ve eksenal sapmalar tespit edilir.



Bu cihaz detay makinelerde düşey makinelerde, karda millerinde kolaylıkla kullanılabilir.

12. RULMAN ÖMRÜ

L_h = Hesaplanabilir çalışma ömrü (h)

n = rulman devir sayısı (1/dakika)

$$L_h = \frac{10^6 L}{60 \cdot n} \quad \text{burada } L = \left(\frac{C}{P} \right)^P \quad L = \text{milyon Dakika/devir}$$

$P = 3$ bilyalı rulmanlar için

$P = \frac{10}{3}$ makaralı rulmanlar için

ÇALIŞMA ŞARTLARI	L_h (h)
Kısa süreli çalışmalar <i>Örnek</i> : Binek otomobil	2000-4000
Sürekli çalışma <i>Örnek</i> motor, kompresörler	40000-80000
Günlük uzun süreli çalışmalar tam kapasite olarak kullanılmayan <i>Örnek</i> : Kaldırma tehzatı, vinç, careskal	12000-20000
Günlük uzun süreli çalışmalar. Tam kapasite kullanılan <i>Örnek</i> : Takım tezgahları	20000-40000

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^P$$

↓

$$L_{na} = a_1 a_{23} L_{10}$$

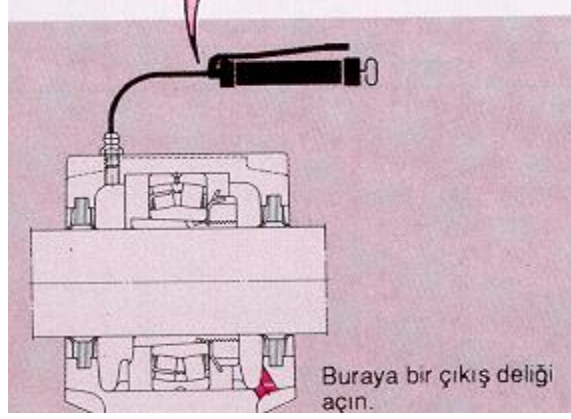
↓

$$L_{na} = a_1 a_{skf} L_{10}$$

4. Karşılıklı çift yataklanmış olarak kullanılan sistemlerde sabit olan yatak içerisinde rulman tespit bilezikleri ile sabitleştirilmiş olmalıdır.

5. Rulman yatak içerisinde germe manşonları ile monte edilirken aşırı gevşeklik veya aşırı sıkılık olmamalıdır. Bu durum rulman ömrünü % 60-80 civarında azaltmaktadır. Eğer boşluk ölçme aparatı “filler çakısı” var ise bununla yok ise el becerisi ile rulmanın sıkılık derecesi kontrol edilmelidir.

13.2 RULMANLI YATAKLARIN YAĞLANMASI



1. Rulman yataklarına ilk doldurmada doldurulacak gres yağı miktarı aşağıdaki gibi olmalıdır.

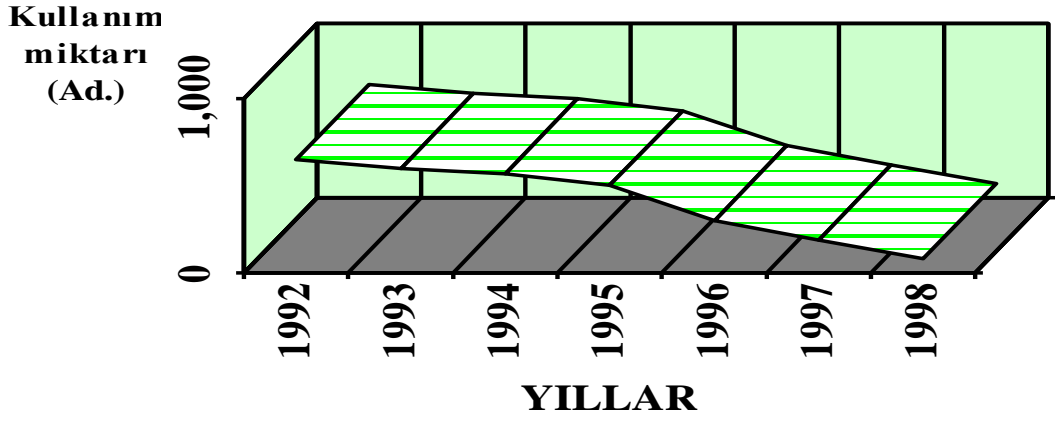
2. Yataklar çalışma esnasında kontrol edilmeli ve ısınp ısınmadıklarına dikkat edilmelidir. Isınma durumunda yağları incelenmeli gerekirse değiştirilmelidir. Yukarıda belirtilen rulman yataklarındaki yağlar her 750-1500 saat arası kullanımdan sonra belirtilen miktar kadar yağ ilave edilmelidir.

Yatak Tipi	İlk doldurmada konulacak Gres yağı miktarı (Gram)	750 saat (1 ay) kullanımdan sonra, İlave edilecek gres miktarı (Gram)
SN 509 (Mil çapı 40 mm)	60-80	8-10
SN 510 (Mil çapı 45 mm)	80-100	10-14
SN 511 (Mil çapı 50 mm)	100-120	12-16
SN 515 (Mil çapı 65 mm)	200-250	17-25

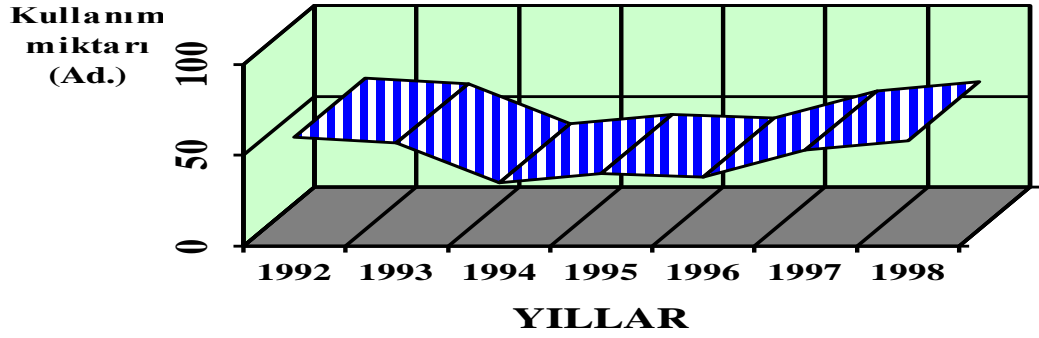
EKLER :**EK 1 : İŞLETMELRİMİZİN YILLIK ORTALAMA RULMAN
SARFIYATLARI (1993-1998 ORTALAMASI)**

RULMAN CİNSİ	KULLANIM MİKTARI (AD)	BİRİM FİYATI	TOPLAM TUTARI (TL)
Rulman 6203 ZZ	10,000	285.000	2,850.000.000
“ 6204 ZZ	300	350.000	105.000.000
“ 6205 ZZ	1,500	400.000	600.000.000
“ 6206 ZZ	200	528.300	105.660.000
“ 6207 ZZ	150	600.000	90.000.000
“ 6208 ZZ	150	741.000	111.150.500
“ 6209 ZZ	100	914.550	91.455.000
“ 6304 ZZ	350	368.550	128.992.000
“ 6305 ZZ	200	503.850	100.770.000
“ 6306 ZZ	240	619.500	148.680.000
“ 6307 ZZ	200	800.000	160.000.000
“ 6308 ZZ	400	1.000.000	400.000.000
“ 6309 ZZ	300	1.282.050	384.615.000
“ 6310 ZZ	100	1.663.950	166.395.000
“ 6312 ZZ	300	2.970.750	891.225.000
“ 6313	20	2.969.550	59.391.000
“ 6405 ZZ	30	1.416.450	42.493.500
“ 2308	100	12.000.000	120.000.000
“ 2309, 2309 K	50	13.500.000	675.000.000
“ 7313 B	70	11.000.000	770.000.000
“ 51314 (Eksenel)	50	12.000.000	600.000.000
“ 32312	150	11.000.000	1,650.000.000
“ 1207 K+H 207	100	1.200.000	120.000.000
“ 1208 K+H 208	200	1.300.000	260.000.000
“ 1209 K+H 209	300	1.500.000	450.000.000
“ 1210 K+H 210	1,500	1.600.000	2,400.000.000
“ 1211 K+H 211	200	2.150.000	430.000.000
“ 1311 K+H 311	30	2.300.000	69.000.000
“ 1215 K+H 215	200	3.500.000	700.000.000
“ N 312	200	6.000.000	1,200.000.000
“ 22210 K+H 310	200	2.300.000	460.000.000
“ 22219 CK+H 319	20	35.000.000	700.000.000
“ 22317 CK+H 317	40	48.000.000	1,920.000.000
“ 22319 CK+H 2319	30	60.000.000	1,800.000.000
“ Diğer Muhtelifler	400	2.000.000	800.000.000
TOPLAM	18,480		21,560.826.000

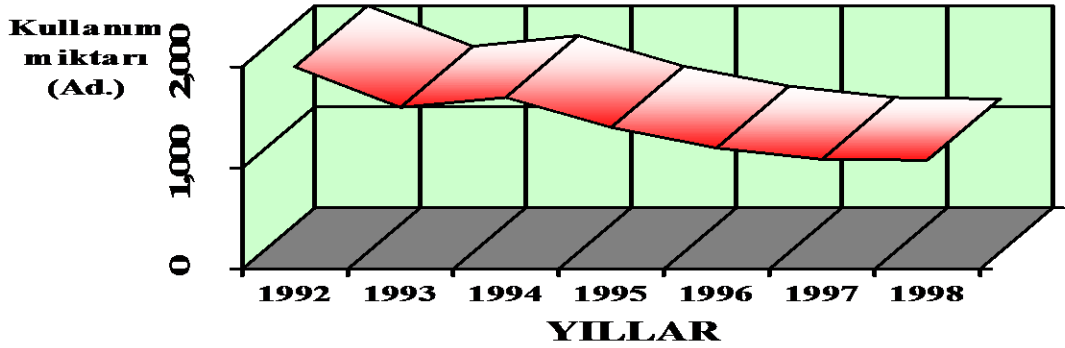
RULMAN SARFIYATININ YILLARA GÖRE DEĞİŞİMİ (N 312)



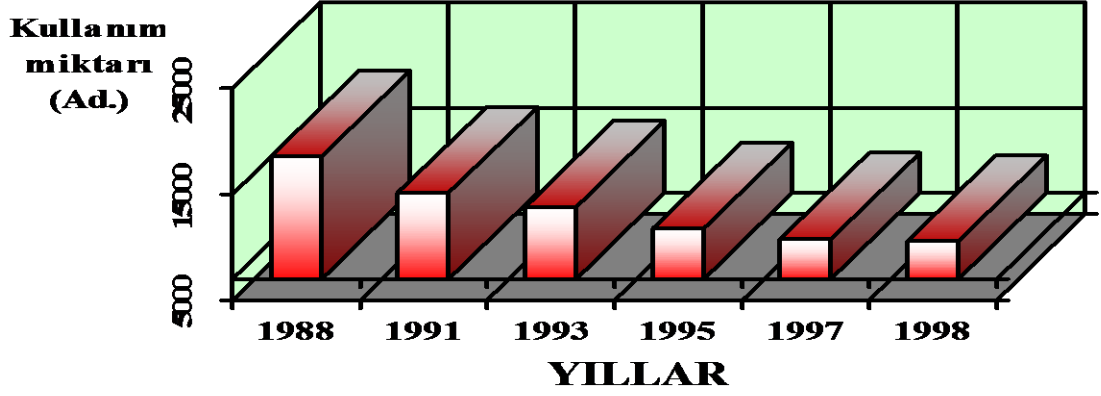
RULMAN =51314



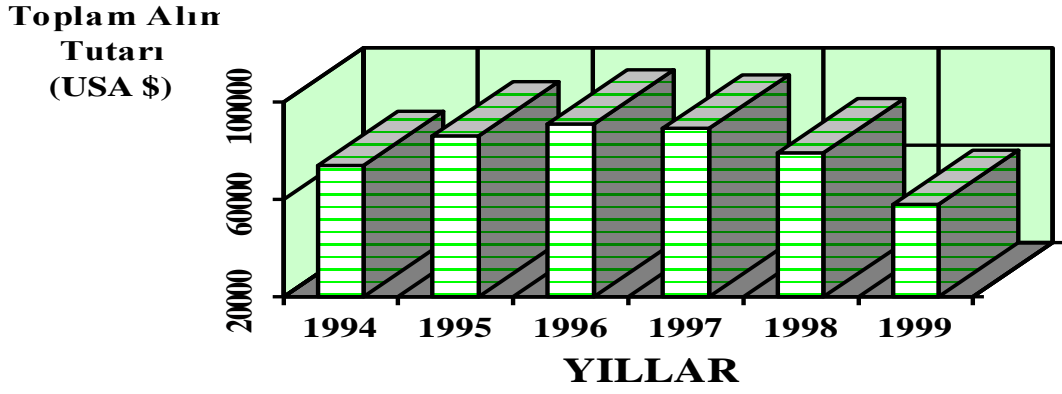
RULMAN =1210 K + H210



RULMAN =6203 2Z



YILLAR İTİBARI İLE YILLIK SARF RULMAN ALIM TUTARLARI (USA \$)

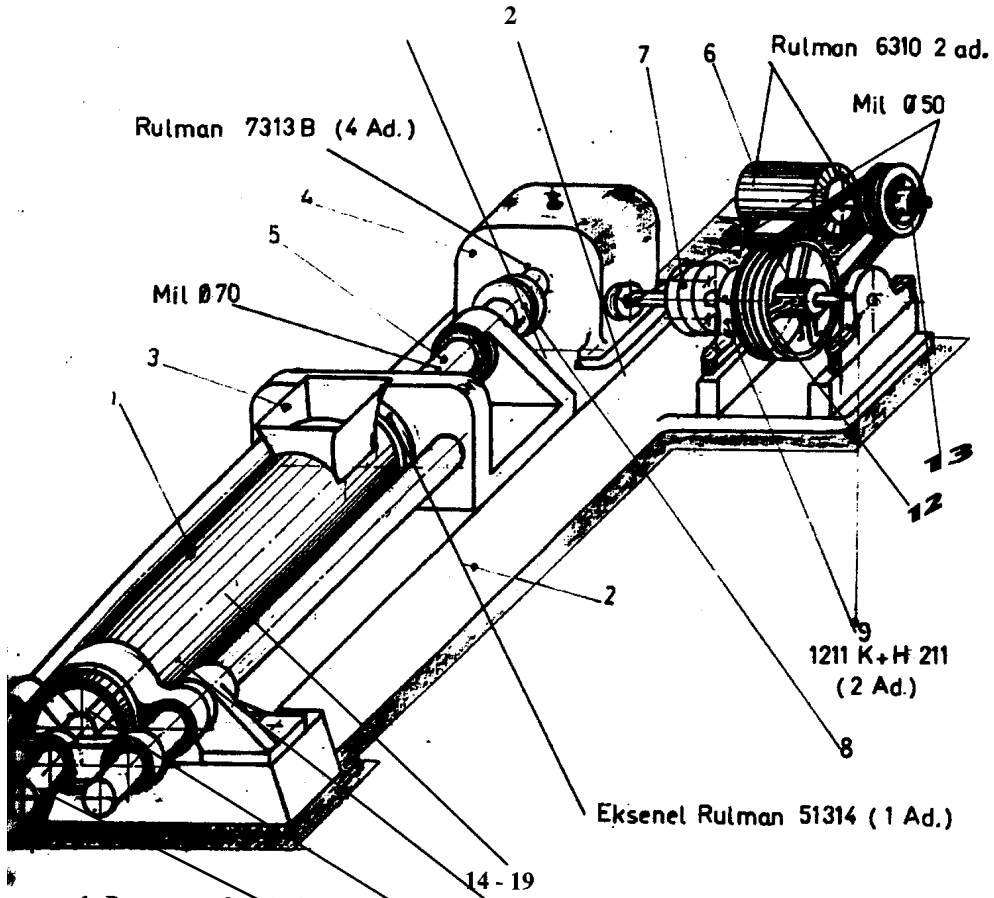


YILLARA GÖRE RULMAN SARFIYATLARI

RULMAN SARFIYATI							
Rulman Cinsi	1988	1990	1991	1992	1993	1995	1998
6203	20023	11911	15131	7893	13808	7856	7620
6204	275	378	348	334	128	185	156
6205	1891	1995	1740	946	806	1210	1150
6206	228	292	87	124	260	245	189
6207	106	116	47	35	68	56	60
6208	90	171	150	43	122	105	110
6209	48	92	38	-	37	35	42
6210	28	Yok	17	-	17	15	22
6304	903	352	185	241	131	254	289
6305	188	182	218	196	213	195	175
6306	207	245	217	128	149	175	172
6307	189	Yok	137	66	116	98	119
6308	438	592	580	414	356	358	325
6309	411	344	390	313	266	275	289
6310	132	86	178	84	44	48	35
6312	334	293	390	341	249	115	42
2308	154	185	160	63	61	46	38
2309	74	60	26	45	36	29	24
1209 K+H 209	82	452	252	29+481	98	245	154
1210 K+H 210	2236	922	1401	1328	1000	958	856
1211 K+H 211	106	60	136	105	76	97	85
1215 K+H 215	188	378	121	58+170	202	86	76
N-312	478	513	499	189	565	75	35
22210	610	106	154	242	366	215	190
22317 CK + H	47	45	28	16	32	28	32
22319 CK + H	52	56	44	38	41	35	27
22219 CK + H	49	38	46	51	35	38	28
32312	171	125	95	57	90	156	185
51314	57	34	48	30	46	128	115
6405	46	32	4	5	-	15	12
7313 B	84	36		82	34	126	116

EK 2: İMALAT MAKİNALARINDA KULLANILAN RULMANLAR

ROTE RVANE

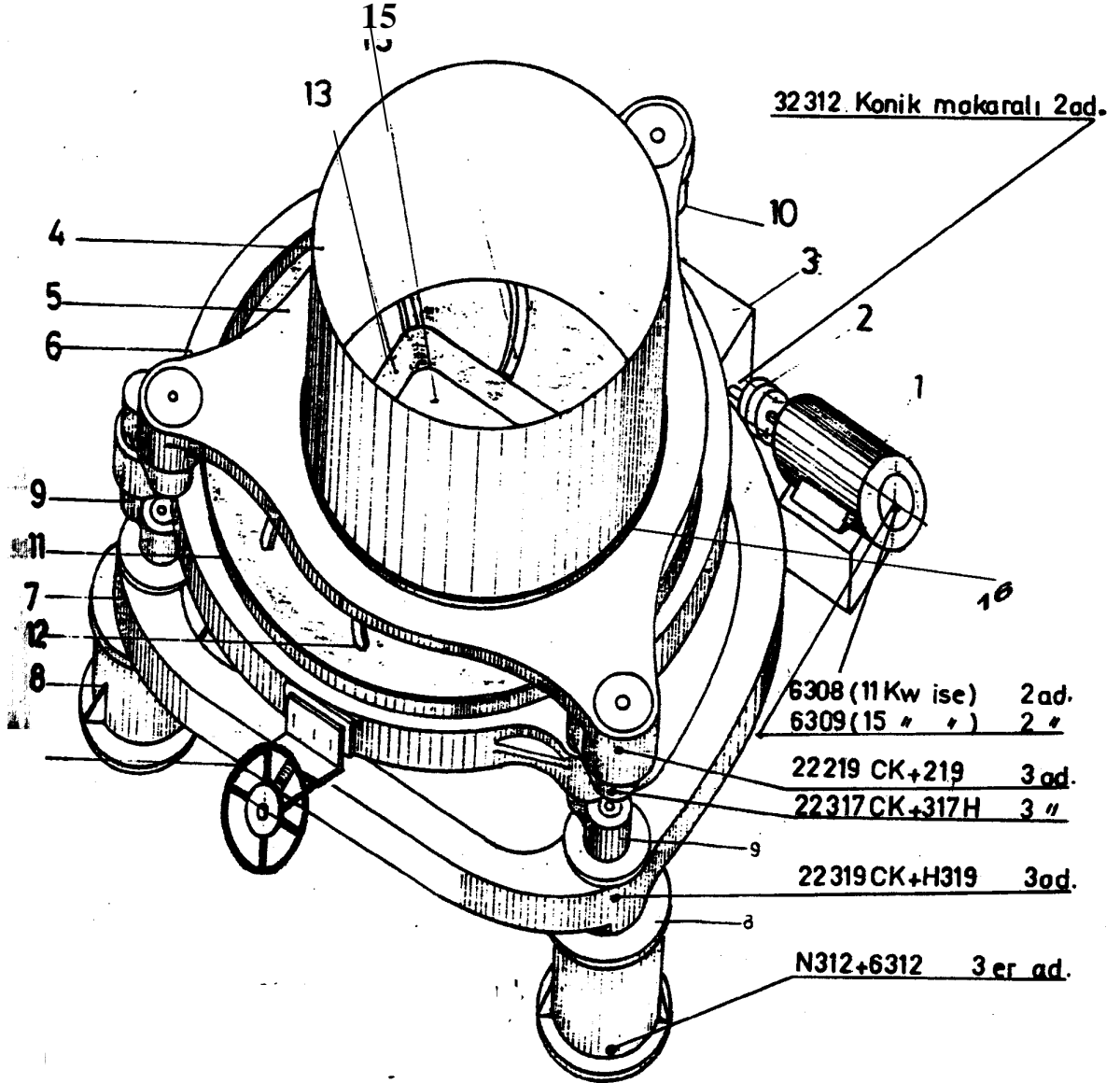


- 1- Rotervane Gövdesi
- 2- Rotervan Sehpaı
- 3- Çay Yükleme Konisi
- 4- Redüktör (Kullanılan Yağ SAE EP-140)
- 5- Ana Mil (Ç 1050)
- 6- Elektrik Motor (18.5 KW, 1000 d/dk)
- 7- Burçlu kavrama (Ø 200 mm, GG 25)
- 8- Burçlu kavrama (Ø 280 mm, GG 25)
- 9- Rulman Yatağı ve Rulmanı (SN 511,1211, K + H 211)
- 10- Lastik Keçe 55x75x10 (2 ad)
- 11- Lastik Keçe 65x100x13 (2 ad)
- 12- Trapez Kasnak 17x6x382 mm
- 13- Trapez Kasnak 17x6x225 mm
- 14- Rotervan Çenesi (Krom) (48 adet)
- 15- Rotervan Kanadı (11 ad)
- 16- Rotervan Bıçağı 1 ve 2 (2 ad)
- 17- V- Kayış 17x2240 mm (6 ad)
- 18- Bronz Sıkma Somunu
- 19- Çelik Cıvata M 16X50 (96 ad)

** Elektrik motor rulmanı 6310 değil 6313 dür.

Şekil Ek 2.1: KR 38 Rotervan Makinası (Kapasite = 1600 kg/saat-yaş çay)

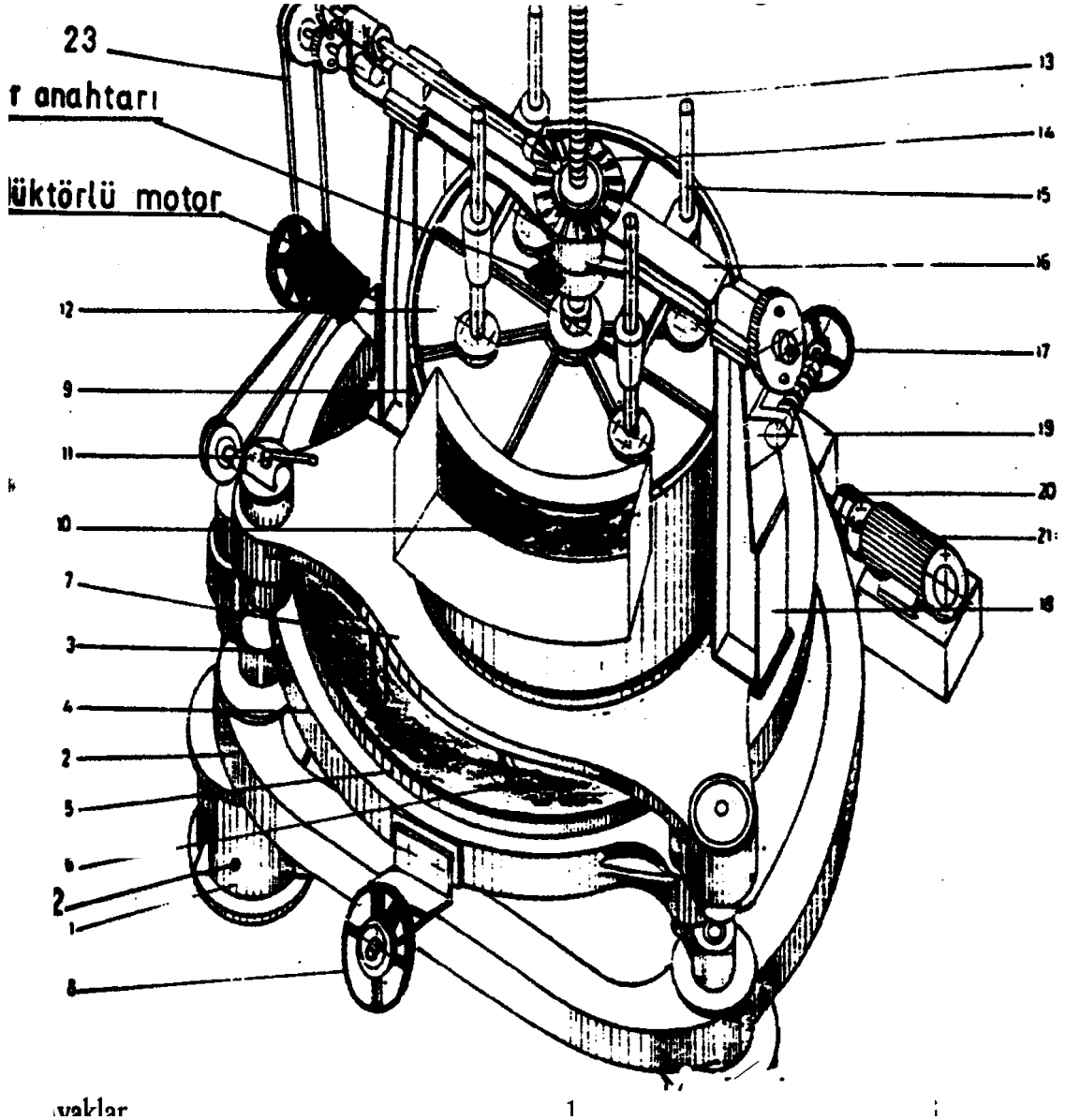
KIVIRMA



- 1- Tahrik Motoru (11KW,1400d/dk, Termik=11-16 A)
- 2- Yıldız Kaplin Ø 180 mm
- 3- Redüktör (Bronz Dişli = 41 Diş, Nihayetsiz mil = 3 ağızlı, Ç 8620)
- 4- Kazan Ø 90 cm, h= 100-130 cm, Krom
- 5- Kazan Çemberi (GG 25 Döküm, 200-250 kg)
- 6- Kıvrma Tablası (CrNi,550 kg)
- 7- Ayak ve Krank bağlantı gövdesi (GG 25)
- 8- Ayak (GG 25,50 KG)
- 9- Krank (Ç 1060)
- 10- Tahrik Krankı (Ç 1060)
- 11- Muhafaza Çemberi (3 mm Krom, h= 60 mm)
- 12- Kıvrma Ay'ı (1.8 kg, 8 ad)
- 13- Kıvrma Çenesi (3.750 kg, 4 ad)
- 14- Boşaltma Kapağı Kolu
- 15- Boşaltma Kapağı (Krom, 60-70 kg)
- 16- Tampon Cıvata ½ x40 mm (12 ad)

Şekil Ek 2.2: Düz Kıvrma Makinası (Kapasite = 325 kg/saat)

PRESLİ KIVIRMA



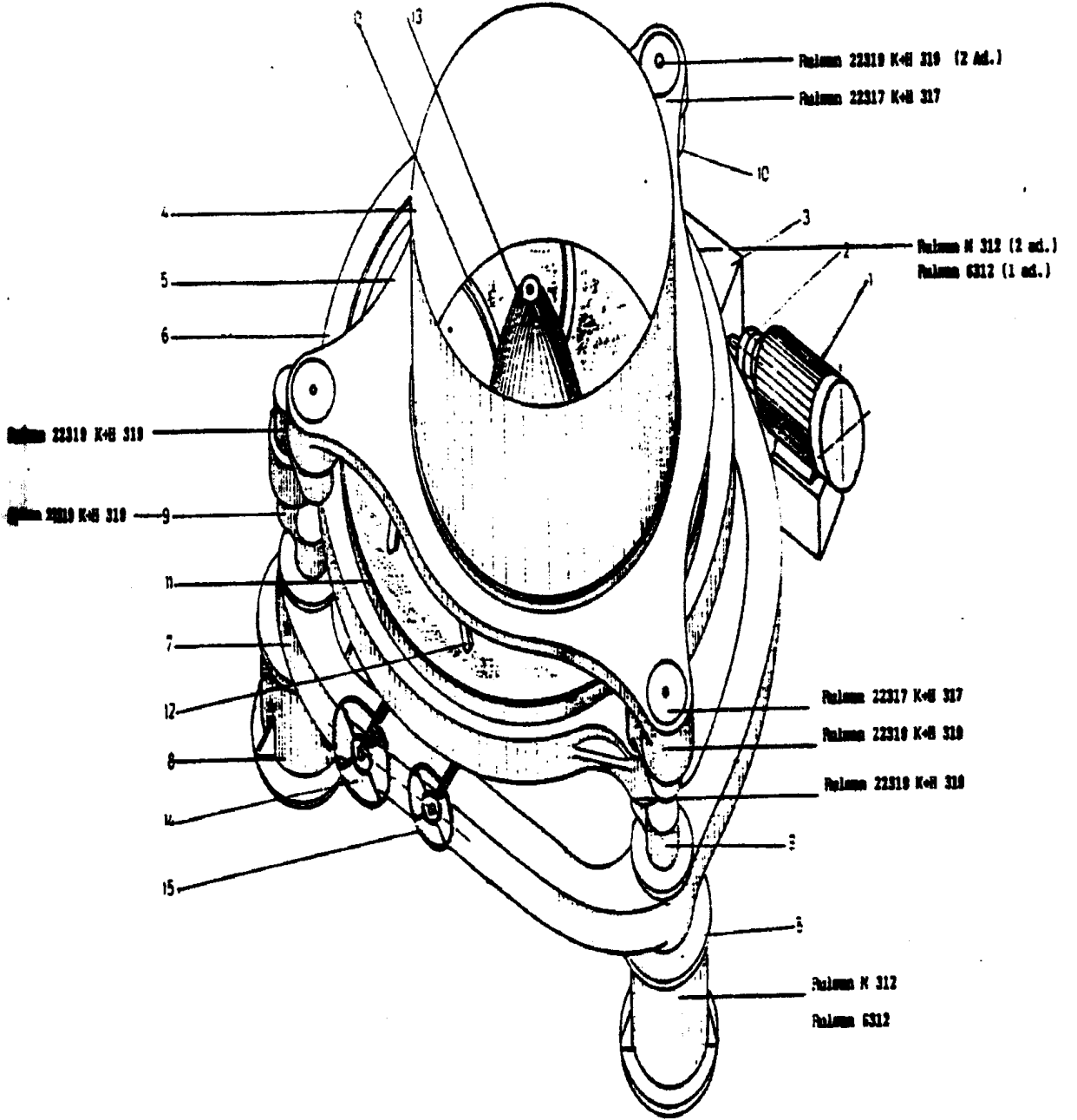
1- Ayaklar

- 1- Ayaklar
- 2- Ayak ve Krank Bağlantı Gövdesi
- 3- Krank
- 4- Kıvrırma Tablası
- 5- Muhafaza Çemberi
- 6- Ay
- 7- Kazan Çemberi
- 8- Boşaltma Kapağı Kolu
- 9- Kazan \varnothing 90 cm, h= 100-130 cm
- 10- Kazan Yükleme Ağızı
- 11- Pres Şanzumarı
- 12- Pres Tablası (Al Döküm)
- 13- Tabla Baskı Mili

- 14- Baskı Mil Hareket Dişlisi
- 15- Tabla Baskı Kolları, \varnothing 48 mm
- 16- Tabla Kayıt'ı
- 17- Tabla Yatırma Kolu
- 18- Kayıt Kolları
- 19- Redüktör (Yağ=SAE 90-140,35 kg)
- 20- Yıldız Kaplin \varnothing 180 mm
- 21- Tahrik Motoru (11Kw, 1400d/dk)
- 22- Redüktörlü Motor (0.75 KW, 63 dk)
- 23- V-Kayışı 17x1250 mm

Şekil Ek 2.3: Presli Kıvrırma Makinası (Kapasite = 280 kg/saat)

GÖBEKLİ KIVIRMA

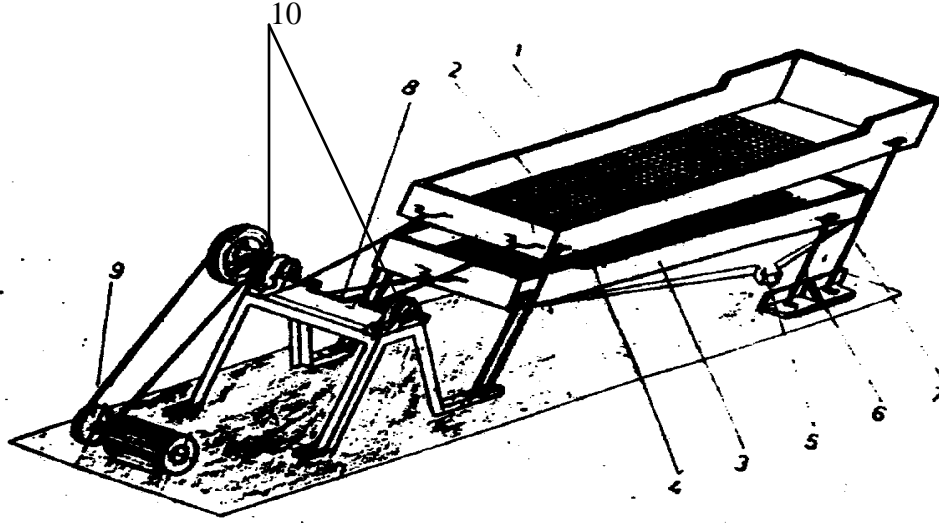


- 1- Tahrik Motoru 11 KW
- 2- Yıldız Kaplin
- 3- Kazan
- 4- Kazan Çemberi
- 5- Ayak ve Krank Bağlantı Gövdesi
- 6- Kırırma Tablası
- 7- Kırırma Tablası
- 8- Ayak

- 9- Krank
- 10- Tahrik Krankı
- 11- Muhafaza Çemberi
- 12- Ay (Krom)
- 13- Kırırma Göbeği (AL)
- 14- Göbek Açma Kolu
- 15- Sabitleme Kolu

Şekil Ek 2.4: Göbekli Kırırma Makinası (Kapasite = 300 kg/ 20 dakika)

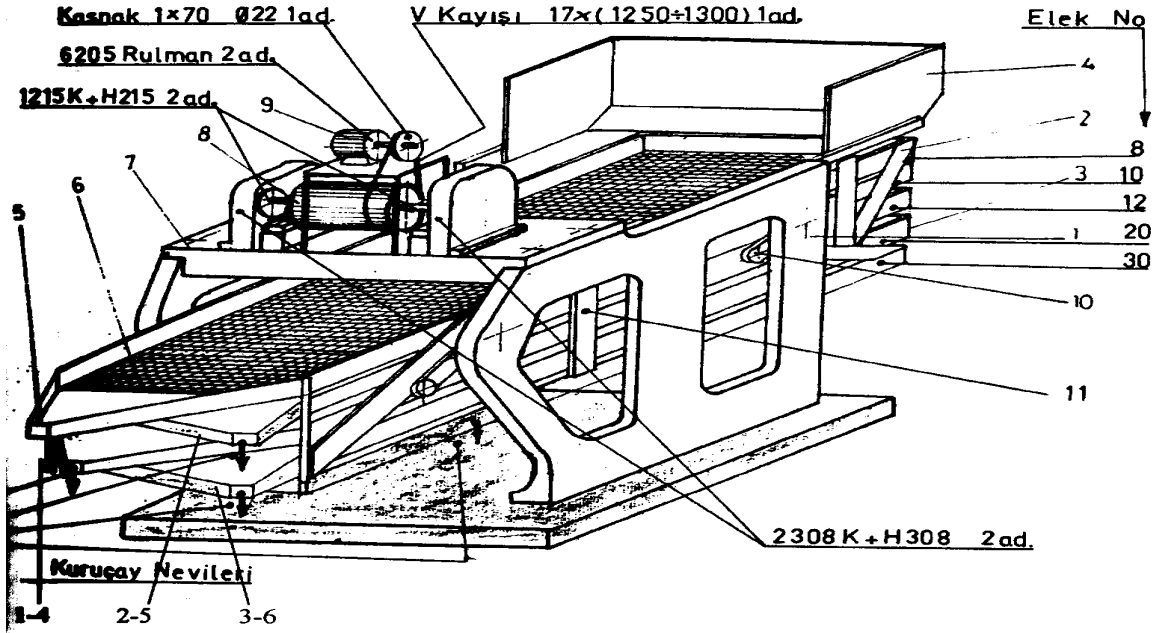
ÇÖP AYIRMA ELEĞİ(MİDİLTON)



- | | |
|----------------------------------|---------------------------------|
| 1- Üst Kasa | 6- Küçük Ayak Makası |
| 2- Delikli Alüminyum Levha (üst) | 7- Büyük Ayak Makası |
| 3- Alt Kasa | 8- Krank Mili |
| 4- Delikli Alüminyum Levha (alt) | 9- Motorlu Tahrik Sistemi |
| 5- Çay Boşaltma Kanalı | 10- Rulman 1209 K+H 209 (2 ad) |

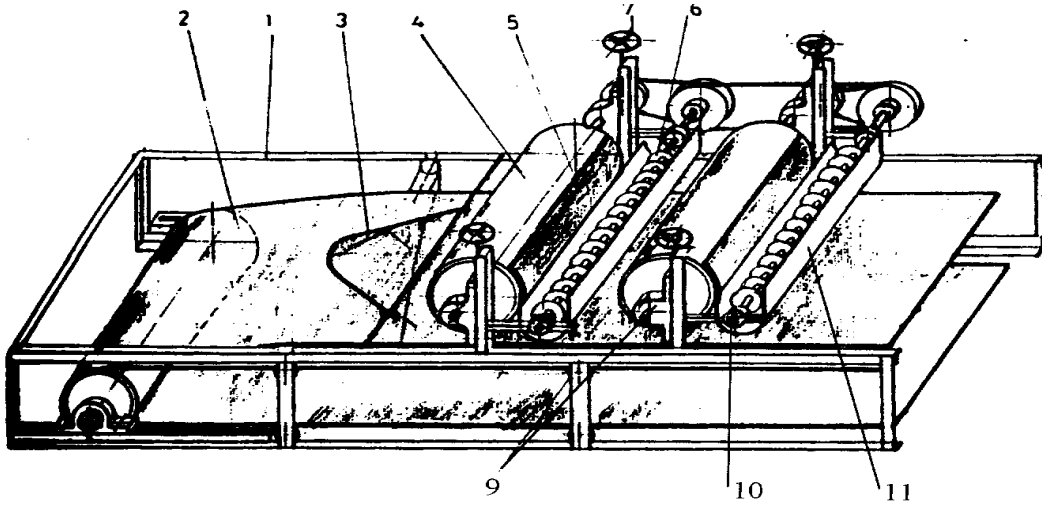
Şekil Ek 2.5: Çöp Ayırma Eleği (Midilton)

KURU ÇAY ELEĞİ(PAKKA)



- | | |
|--------------------------|---------------------------------|
| 1- Gövde (Ayak) | 6- Numaralı Elek Telleri |
| 2- Kasa | 7- Motor ve tambur Sehpa |
| 3- Elek Gözleri (5 adet) | 8- Eksantrik Tambur |
| 4- Kuru Çay Haznesi | 9- Motor |
| 5- Numaralı Çay Olukları | 10- Kasa Bağlantı Kolları |
| | 11- Elek Mili Ø 25 mm, L=110 cm |

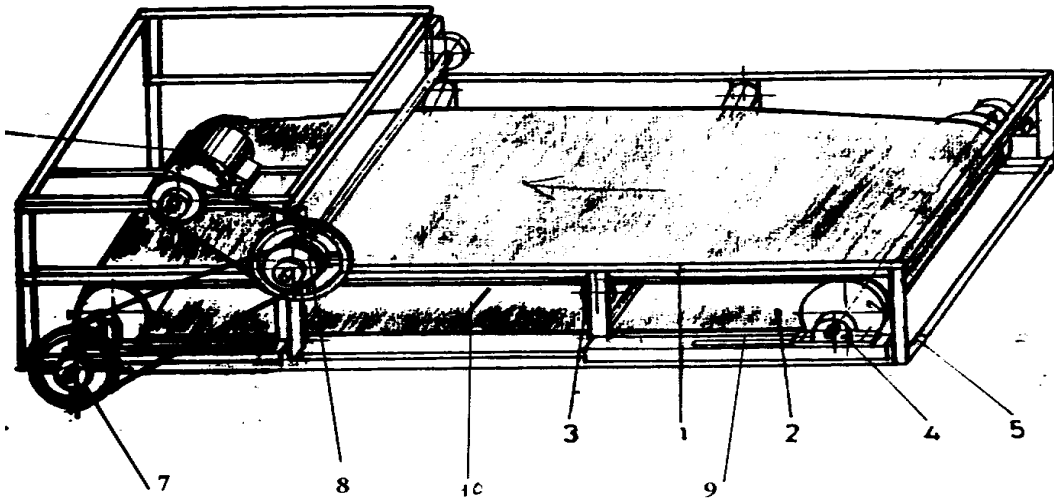
Şekil Ek 2.7 : Kuru Çay eleği genel görünüşü



- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1- Kasa | 6- Helezon (Ø 100) |
| 2- Taşıyıcı Bant | 7- Ayar Kızağı (NPU 65) |
| 3- Yayıcı Sistem | 8- Titreşim Sistemi |
| 4- PVC Tambur (Ø 225 mm, Boy=90 cm) | 9- Rulman ve Yatağı 1210 K+H210 |
| 5- Yün Keçe (10 mm kalınlıkta) | 10- Rulman 6205 |
| | 11- Lif toplama ve taşıma helezon sacı |

Şekil Ek 2.8 : Lif Toplama grubu genel görünüşü

TRANSPORT (TAŞIYICI)



- | |
|---|
| 1- Kasa (120x60-100x40 Dikdörtgen Profil Yada Köşebent) |
| 2- Taşıyıcı Bant (TS 547 A) |
| 3- Taşıyıcı Rulolar (Ø 60/57 mm Demir Boru) |
| 4- Rulman yatağı Ø 45 mm (1210 K+H210 Rulmanlı) |
| 5- Kuyruk Tamburu (Ø 220 veya 273 mm Demir Boru) |
| 6- Motor Tahrik Sistemi |
| 7- Tahrik Kasnağı |
| 8- Avare Kasnağı |
| 9- Gerdirme Mili ¾" x 650 mm (4 ad.) |
| 10- Sac Raptiye 35 veya 45 No (Bant ekleme kancası) |

Şekil Ek 2.9 : Transport konveyör (Taşıyıcı) genel görünüşü