

MOTION & CONTROL™

**NSK**

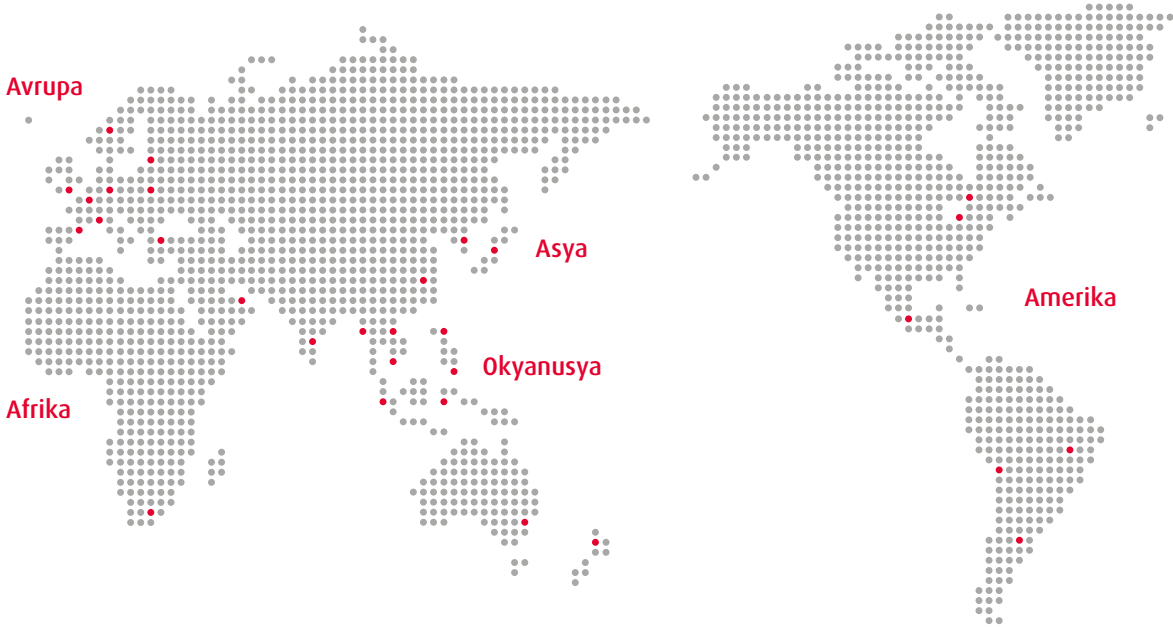
# YENİ RULMAN DOKTORU

## RULMANLARIN BAKIMI



NSK BÜLTENİNE ABONE OLUN 

Dünyanın önde gelen rulman, lineer teknoloji parçaları ve direksiyon sistemleri üreticilerinden biri olarak; müşterilerimizin hızlı karar verme süreci, zamanında teslimat ve yerel hizmeti tercih etmesinden dolayı, hemen hemen her kıtada, üretim tesisleri, satış ofisleri ve teknoloji merkezleri ile faaliyet gösteriyoruz.



### NSK şirketi

NSK olarak faaliyetlerimize, 1916 yılında ilk Japon rulman üreticisi olarak başladık. O tarihten bu yana, sürekli gelişip büyüyerek, sadece ürün portföyümüzü değil, çok çeşitli sektörlere sunmakta olduğumuz hizmet çeşitliliğini de arttırıyoruz. Bu bağlamda, rulmanlar, lineer sistemler, otomotiv endüstrisinde kullanılan bileşenler ve mekatronik sistemler geliştiriyoruz. Avrupa, Amerika ve Asya'daki araştırma ve üretim tesislerimiz global bir teknoloji ağı ile birbirlerine bağlanmıştır.

Bu tesislerde sadece yeni teknolojiler geliştirmeye değil, aynı zamanda süreçlerimizin her adımında, sürekli kalite iyileştirmesine de odaklanıyoruz.

Araştırma faaliyetlerimiz arasında ürün tasarımı, çeşitli analitik sistemleri kullanan simülasyon uygulamaları ve rulmanlar için farklı çelik ve yağ türlerinin geliştirilmesi de yer almaktadır.

## Güvene dayalı ortaklık – kaliteye dayalı güven

NSK'nın toplam kalite anlayışı; NSK Teknoloji Merkezleri'nden oluşan Global Teknoloji ağıımızın yarattığı sinerji. Yüksek kalite gerekliliklerimizi nasıl yerine getirdiğimizin örneklerinden biridir.

NSK, uzun yıllardır makine parçaları konusunda patent uygulamalarına sahip sektör lideri şirketlerden biridir. Dünya genelindeki araştırma merkezlerimizde sadece yeni teknolojiler geliştirmekle kalmıyor, aynı zamanda triboloji, malzeme teknolojileri, analiz ve mekatronik alanlarındaki entegre teknoloji platformlarına dayalı

sürekli kalite iyileştirmesine de odaklanıyoruz.

**NSK ile ilgili daha kapsamlı bilgi edinmek için [www.nskeurope.com.tr](http://www.nskeurope.com.tr) internet sitemizi ziyaret edebilir ya da bize +90 216 4777111 numaralı telefondan ulaşabilirsiniz.**





# Yeni Rulman Doktoru





## İçindekiler

<b>Giriş</b> .....	<b>6</b>
<b>Rulmanın Kullanımı ve Bakımı</b> .....	<b>7</b>
Kullanım Önlemleri.....	7
Montaj.....	8
Çalışmayı Kontrol Edin.....	8
<b>Rulman Performans Faktörleri</b> .....	<b>10</b>
Rulman Sesi.....	10
Rulman Titreşimi.....	10
Rulman Sıcaklığı .....	10
Yağlama Etkileri.....	10
Yağlama Seçimi .....	11
Yağlayıcının Yeniden Doldurulması ve Değiştirilmesi.....	12
<b>Rulmanın Kontrolü</b> .....	<b>14</b>
<b>Çalışma izleri ve Uygulanan Yükler</b> .....	<b>16</b>
<b>Rulman Hasarları ve Alınacak Önlemler</b> .....	<b>18</b>
Pullanma .....	19
Soyulma .....	21
Kazınma .....	22
Sıvanma .....	24
Kırılma.....	26
Çatlaklar .....	27
Kafes Hasarı .....	29
Çentiklenme.....	31
Çukurcuklanma .....	32
Aşınma .....	33
Sürtme .....	34
Çiziklenme .....	35
Sürünme .....	36
Krepaj.....	37
Elektriksel Korozyon .....	38
Pas ve Korozyon .....	39
Montaj Kusurları .....	40
Renk Bozulması .....	41
<b>Ek: Rulman Arıza Teşhis Tablosu</b> .....	<b>42</b>

# Giriş

Makine çalışması esnasında bir rulman hasar gördüğünde, bütün makine ya da donanım takılır ya da arızalanır. Zamanından önce veya beklenmedik şekilde bozulan rulmanlar problem yarattıklarından, mümkünse, hatayı önceden tanımlayabilmek ve öngörebilmek önemlidir ve böylece önleyici tedbirler alınabilir.

Genel olarak, rulman kontrolü veya yatak kontrolü problemin sebebini belirleyebilir. Çoğu kez, bu sebep yetersiz yağlama, yanlış kullanım, yanlış rulman seçimi veya mil ve yatağın yeterli çalışılmamasından kaynaklanmaktadır. Genellikle sebep, arızadan önce rulmanın çalışmasını değerlendirme, yağlayıcı ve yatak koşullarını inceleme ve hasarlı rulmanın dikkatlice incelenmesi yolları ile belirlenebilir.

Bazen rulmanlar hızlı ve beklenmedik bir şekilde arızalanabilir. Söz konusu erken arıza, pullanmadan kaynaklanan yorulma arızasından farklıdır. Rulman ömrü iki tür olarak kategorize edilebilir: vaktinden önce arızalanma ve normal yuvarlanma temas yorulması.



# Rulmanın Kullanımı ve Bakımı

## Elleçleme Önlemleri

Rulmanlar, yüksek hassasiyetli makine parçaları olduğundan, dikkatli bir şekilde ele alınmalıdır. Yüksek kaliteli rulmanlar kullanılsa bile, beklenen ömür ve performansları yanlış kullanıldıkları takdirde elde edilemez. Alınacak temel önlemler aşağıdaki şekildedir:

### (1) Rulmanları ve çevrelerini temiz tutun:

Çıplak gözle görülemez olsa bile tozun ve kirin rulmanlar üzerinde zararlı etkileri vardır. Rulmanları ve çevresini mümkün olduğunca temiz tutarak tozun ve kirin girişini önlemek gerekir.

### (2) Dikkatli taşıyın:

Elleçleme esnasındaki ağır darbeler, rulmanların çizilmesine, hasar görmesine veya arızalanmasına neden olabilir. Güçlü darbeler, çizilmeye, kırılmaya veya çatlamaya neden olabilir.

### (3) Doğru aletleri kullanın:

Rulmanları elleçlerken her zaman doğru aleti kullanın ve genel amaçlı aletlerden kaçının.

### (4) Rulmanları korozyondan koruyun:

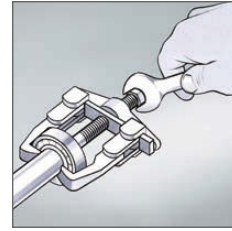
Ellerdeki ter ve çeşitli diğer kirler paslanmaya neden olabileceği için, rulmanları elleçlerken ellerinizi temiz tutun. Mümkünse eldiven giyin.



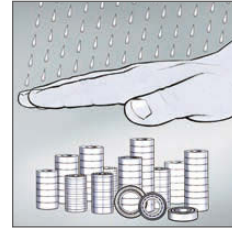
**Rulmanları ve Çevresini Temiz Tutun!**



**Dikkatli taşıyın!**



**Doğru Aletleri Kullanın!**



**Rulmanları Korozyondan Koruyun!**

# Rulmanın Kullanımı ve Bakımı

## Montaj

Rulman montajının kalitesi rulmanın çalışma doğruluğunu, ömrünü ve performansını etkilediği için rulman montajının iyi bir şekilde incelenmesi tavsiye edilir. Montaj metodunun aşağıdaki adımları içermesi önerilir.

- › Rulmanı ve çevresindeki parçaları temizleyin.
- › İlgili parçaların ebatlarını ve toleranslarını kontrol edin.
- › Montaj prosedürünü izleyin.
- › Rulmanın montajının doğru yapıldığını kontrol edin.
- › Doğru cinsten ve miktarda yağlayıcı ile besleyin.

Çoğu rulman mil ile döndüğü için, rulman montaj metodu genellikle, dış bilezik ve yatak için gevşek geçme, iç bilezik ve mil için sıkı geçme şeklindedir.

## Çalışmayı Kontrol edin

Rulmanı monte ettikten sonra, rulmanın doğru bir şekilde monte edilip edilmediğini doğrulamak için çalışma testi yürütmek önemlidir. **Tablo 1** çalışma testi metodlarını göstermektedir. Eğer düzensizlikler tespit edilirse, derhal testi duraklatın ve belirli rulman problemlerine karşı uygun önlemleri listeleyen **Tablo 2**'ye danışın.

Rulman ömrünü maksimum seviyeye çıkarmak için periyodik olarak rulmanın bakımını yapmak ve çalışma koşullarını incelemek gereklidir. Genel olarak, aşağıdaki metod kabul edilmiştir.

## (1) Çalışma koşulları altında kontrol

Rulman değiştirme periyotlarını ve yağlayıcı için yeniden doldurma aralıklarını belirlemek için, yağlayıcı özelliklerini araştırın ve çalışma sıcaklığı, titreşim ve rulman sesi gibi faktörleri gözlemleyin. (Ayrıntılı bilgi için »Performans Faktörleri« Bölümüne bakınız.)

## (2) Rulmanın kontrolü

Periyodik makine kontrolleri ve parça değişimi esnasında rulmanları tamamen incelediğinizden emin olun. Yuvarlanma yolu durumunu kontrol edin. Hasar olup olmadığını tespit edin. Rulmanın yeniden kullanılıp kullanılmayacağını veya değiştirilmesi gerekip gerekmediğini doğrulayın. (Ayrıntılı bilgi için »Rulman İnceleme« Bölümüne bakınız.)





**Tablo 1** Çalışmayı kontrol etme metotları

Makine ebatı	Çalışma Prosedürü	Rulman durum kontrolü
Küçük makine	Manuel çalışma. Rulmanı eliniz ile çevirin. Eğer herhangi bir problem tespit edilmezse, makineyi çalıştırmaya geçin.	› Takılma-kayma (Döküntü, çatlaklar, çentikler) › Düzensiz Çalışma Torku (Hatalı Montaj) › Aşırı tork (Montajda hata veya yetersiz radyal iç boşluk)
	Güç çalışması. İlk olarak düşük hızda yüksüz olarak başlatın. Güce ulaşmak için adım adım hızı ve yükü artırın.	Anormal bir gürültü olup olmadığını kontrol edin. Rulman sıcaklık yükselmesini kontrol edin. Yağlayıcı sızıntısı. Renk Bozulması
Büyük makine	Rölanti çalışması. Gücü AÇIN ve makinenin yavaşça dönmelerini sağlayın. Gücü KAPATIN ve rulmanın durmasını sağlayın. Eğer test sırasında herhangi bir düzensizlik tespit edilmezse, yüklü dönüş testine geçin.	Titreşim, ses, vs.
	Güç çalışması. Küçük makine testinde kullanılan aynı güç çalışma testini izleyin.	Küçük makine testindeki aynı kontrol noktalarını takip edin.

**Tablo 2** Çalışma düzensizliklerinin nedenleri ve alınacak önlemler

Düzensizlikler	Muhtemel nedenler	Alınacak önlemler	
Ses	Yüksek Metalik Ses	Anormal yük	Toleransı, iç boşluğu, ön yükü, yatak omzunun konumunu, vb. düzeltin.
		Yanlış montaj	Milin ve yatağın işleme hassasiyetini ve hizalamasını, montaj yönteminin hassasiyetini düzeltin.
		Yetersiz veya yanlış yağlayıcı	Yağlayıcıyı yeniden doldurun veya başka bir yağlayıcı seçin.
		Döner parçaların teması	Labirent keçeyi, vb. değiştirin.
	Yüksek Düzenli Ses	Yuvarlanma yolunda kusurlar, korozyon veya çizikler	Rulmanı değiştirin veya temizleyin, keçeleri düzeltin ve temiz yağlayıcı kullanın.
		Çiziklenme	Rulmanı değiştirin ve rulmanları elleçlerken dikkatli olun.
	Düzensiz Ses	Yuvarlanma yolunda pullanma	Rulmanı değiştirin.
		Aşırı boşluk	Toleransı, boşluğu ve ön yükü düzeltin.
Anormal Sıcaklık Yükselmesi	Yabancı maddelerin girmesi	Rulmanı değiştirin veya temizleyin, keçeleri düzeltin ve temiz yağlayıcı kullanın.	
	Bilyalarda kusurlar veya pullanma	Rulmanı değiştirin.	
	Aşırı yağlayıcı miktarı	Yağlayıcı miktarını azaltın, daha katı gres seçin.	
	Yetersiz veya yanlış yağlayıcı	Yağlayıcıyı yeniden doldurun veya daha iyi bir yağlayıcı seçin.	
	Anormal yük	Toleransı, iç boşluğu, ön yükü, yatak omzunun konumunu düzeltin.	
Titreşim (Eksenel salgı)	Yanlış montaj	Milin ve yatağın işleme hassasiyetini ve hizalamasını, montaj hassasiyetini veya montaj yöntemini düzeltin.	
	Montaj yüzeyinde sürünme, aşırı keçe sürtünmesi	Keçeleri düzeltin, rulmanı değiştirin, toleransı veya montajı düzeltin.	
	Çiziklenme	Rulmanı değiştirin ve rulmanları elleçlerken dikkatli olun.	
	Pullanma	Rulmanı değiştirin.	
Sızıntı veya Renk Bozulması	Yanlış montaj	Mil ve yatak omzu veya ara parça tarafı arasındaki kareliği düzeltin.	
	Yabancı maddelerin girmesi	Rulmanı değiştirin veya temizleyin, keçeleri düzeltin.	
Sızıntı veya Renk Bozulması	Çok fazla yağlayıcı. Yabancı maddelerin girmesi	Yağlayıcı miktarını azaltın, daha katı bir gres seçin. Rulmanı veya yağlayıcıyı değiştirin. Yatağı ve bitişik parçaları temizleyin.	

# Rulman Performans Faktörleri

Çalışma sırasındaki anahtar rulman performans faktörleri rulman sesi, titreşim, sıcaklık ve yağ durumudur. Eğer herhangi bir düzensizlik tespit edilirse Tablo 2'ye bakınız.

## Rulman sesi

Çalışma boyunca, ses tespit cihazları (steteskop, NSK Rulman Monitörü, vs) rulman dönüş sesinin volümü ve özelliklerini incelemek için kullanılabilir. Olağan dışı karakteristik ses aracılığıyla küçük pullanma gibi rulman hasarlarını ayırt etmek mümkündür.

## Rulman Titreşimi

Rulman düzensizlikleri çalışan bir makinenin titreşimleri ölçülerek analiz edilebilir. Frekans spektrum çözümü titreşimin büyüklüğü ve frekansların dağıtımını ölçmek için kullanılmaktadır. Sonuçlar rulman düzensizliğinin olası sebebinin belirlenmesini mümkün kılar. Ölçülen veriler, rulmanın çalışma koşullarına ve titreşim sinyalinin yerine bağlı olarak değişir. Bu nedenle, bu yöntem ölçülen her makine için değerlendirme standartlarının belirlenmesini gerektirir. Çalışma sırasında rulman titreşimi ile düzensizlikleri tespit edebilmek faydalıdır. Söz konusu cihaz hakkında daha ayrıntılı bilgi için lütfen NSK Broşürü CAT.No.E410'a (Rulman Monitörü) bakınız.

## Rulman Sıcaklığı

Genel olarak, rulman sıcaklığı yatak dış yüzeyinin sıcaklığı ile tahmin edilebilir ancak tercih edilen yol yağ deliğinin içine giden bir prob ile rulman dış bileziğinden direkt ölçümü elde etmektir. Çoğunlukla, rulman sıcaklığı çalışmanın başlamasından 1 ya da 2 saat sonra sabit durum seviyesine erişene kadar adım adım artar. Rulman sabit durum seviyesi sıcaklığı yük, dönüşel hız ve makinenin ısı transfer özelliklerine bağlıdır. Yetersiz yağlama veya yanlış

montaj rulman sıcaklığının hızla artmasına sebep olabilir. Böyle bir durumda, makine çalışmasını duraklatın ve uygun bir karşı önlem alın.

## Yağlayıcı Etkileri

Yağlamanın iki temel amacı erken arızalanmaya neden olabilecek sürtünmeyi minimum seviyeye indirmek ve rulman iç aşınmasını azaltmaktır. Yağlama aşağıdaki avantajları sağlar:

### › Sürtünme ve Aşınmanın Azaltılması

Bir rulmanın temel parçaları olan rulman bilezikleri, döner elemanlar ve kafes arasındaki doğrudan metalik temas, temas alanlarındaki sürtünme ve aşınmayı azaltan bir yağ filmi ile önlenir.

### › Yorulma Ömrünün Uzatılması

Rulmanların yuvarlanma yorulma ömrü büyük ölçüde viskoziteye ve yuvarlanma temas yüzeyleri arasındaki film kalınlığına bağlıdır. Yüksek film kalınlığı yorulma ömrünü uzatır, ancak yağın viskozitesi çok düşük ise film kalınlığı yetersiz olduğundan yorulma ömrü kısalmaktadır.

### › Sürtünme Isısının Dağılımı ve Soğutma

Rulmanın aşırı ısınmasını ve yağın bozulmasını önlemek amacıyla sürtünme ısısını veya dışarıdan aktarılan ısıyı yaymak için devridaimli yağlama kullanılabilir.

### › Sızdırmazlık ve Pas Önleme

Yeterli yağlama ayrıca yabancı maddelerin rulmanlara girmesini önlemeye yardımcı olur ve korozyon ve pasa karşı koruma sağlar.

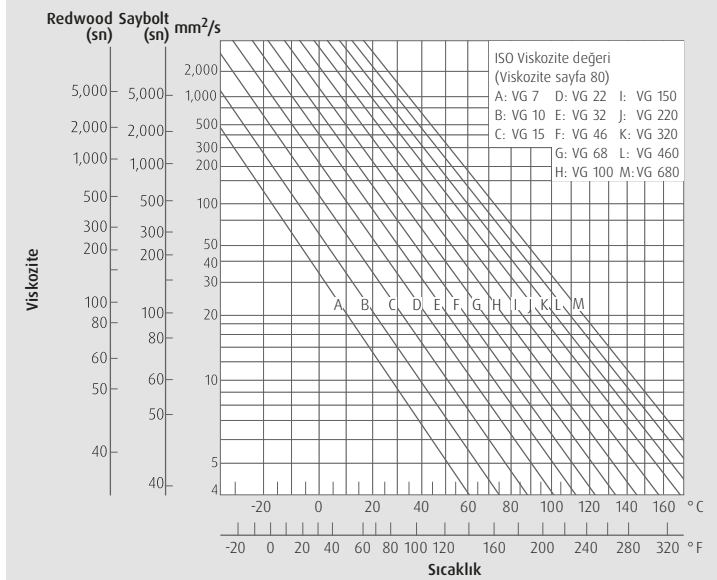
**Tablo 3** Gres ve yağla yağlamanın karşılaştırılması

Madde	Gres yağlaması	Yağ ile yağlama
Yatak yapısı ve sızdırmazlık yöntemi	Basit	Karmaşık olabilir. Dikkatli bakım gerektirir.
Hız	Limit hız, yağla yağlamadaki limit hızın %65 ile %80'i arasındadır.	Yüksek limit hız.
Soğutma etkisi	Zayıf	Cebri yağ sirkülasyonu kullanılarak ısı transferi mümkündür.
Akışkanlık	Zayıf	İyi
Yağlayıcının değiştirilmesi	Bazen zor	Kolay
Yabancı maddenin uzaklaştırılması	Partiküllerin gresten çıkarılması mümkün değildir.	Kolay
Sızıntı nedeniyle dış kirlenme	Çevre sızıntıdan dolayı nadiren kirlenir.	Eğer karşı önlemler alınmazsa sıklıkla sızdırır. Dış kirlenmeden kaçınılması gerekiyorsa uygun değildir.

**Tablo 4** Rulman tipi için gerekli viskozite

Rulman tipi	Çalışma sıcaklığındaki viskozite
Bilyalı rulmanlar silindirik makaralı rulmanlar	13 mm <sup>2</sup> /s veya daha yüksek
Konik makaralı rulmanlar, oynak makaralı rulmanlar	20 mm <sup>2</sup> /s veya daha yüksek
Eksenel oynak makaralı rulmanlar	32 mm <sup>2</sup> /s veya daha yüksek

Notlar: 1 mm<sup>2</sup>/s = 1 cSt (Centi-Stokes)

**Şekil 1** Yağ viskozite ve sıcaklık arasındaki ilişki

### Yağlayıcı Seçimi

Rulman yağlama metotları iki temel kategoriye ayrılmıştır: gres yağlaması ve yağ ile yağlama. Rulmandan en iyi performansı elde etmek için uygulama koşulları ve uygulama amacına uyan yağlama metodu seçilir. **Tablo 3** gres ve yağ yağlaması arasındaki karşılaştırmayı göstermektedir.

#### › Gres yağlaması

Gres, baz yağ, koyulaştırıcı ve katkı maddelerinden oluşan bir yağlayıcıdır. Bir gres seçerken, rulman uygulama koşulları için uygun olan gres seçilmelidir. Aynı tip ancak farklı marka gresler arasında dahi büyük performans farklılıkları vardır. Gres seçimine özel dikkat sarf edilmelidir.

**Tablo 5** (sayfa 12) uygulamalara ve gresin koyuluğuna dair örnekler vermektedir.

#### › Yağ ile yağlama

Birçok yağ ile yağlama metodu bulunmaktadır: Yağ banyosu, damla besleme, püskürtme, dolaşan, jet, yağ buharı ve yağlı hava. Yağ ile yağlama metotları yüksek hız ve yüksek sıcaklık uygulamaları için gres ile yağlama metotlarına kıyasla uygundur. Yağ ile yağlama özellikle ısının dışarı dağıtılması gerektiği durumlarda etkilidir. Rulman çalışma sıcaklığında uygun viskoziteye sahip yağlayıcı yağ seçmeye özen gösterin. Genellikle, yüksek viskoziteli bir yağ ağır yüklü uygulamalar için kullanılırken düşük viskoziteli bir yağ yüksek hızlı uygulamalar için kullanılır. Normal uygulama koşulları için, **Tablo 4** çalışma sıcaklığı için uygun viskozite aralığını listelemektedir.

Seçim yaparken referans olması için, **Şekil 1** yağlayıcı yağ için viskozite ve sıcaklık arasındaki ilişkiyi göstermektedir. **Tablo 6** (sayfa 13) farklı rulman uygulama koşulları için yağlayıcı yağın nasıl seçileceğine dair örnekler sunmaktadır.

# Rulman Performans Faktörleri

## Yağlayıcının Yeniden Doldurulması ve Değiştirilmesi

### (1) Yeniden doldurma aralığı

Yüksek kalite gres kullanılsa dahi, zamanla özelliklerinde bozulma meydana gelir; bu sebeple periyodik olarak yeniden doldurma gereklidir. **Şekil 2 (1)** ve **(2)** farklı hızlarda çalışan çeşitli rulman tipleri için yeniden doldurma aralıklarını göstermektedir. **Şekil 2 (1)** ve **(2)** 70°C rulman sıcaklığında ve normal yük (P/C=0.1) altında yüksek kalite sabun-mineral yağ gresi göstermektedir.

#### › Sıcaklık

Rulman sıcaklığı 70°C'yi aşarsa, doldurma zamanı aralığı, rulmanların her 15°C'lik sıcaklık artışı için yarı yarıya indirilmelidir.

#### › Gres

Özellikle bilyalı rulman durumunda, doldurma zamanı aralığı kullanılan gres tipine bağlı olarak uzatılabilir. (Örneğin, yüksek kaliteli lityum sabun-sentetik yağ gresi, **Şekil 2**'de gösterilen doldurma zamanı aralığının yaklaşık iki katı kadar sürebilir.

**(1)** Rulmanların sıcaklığı 70°C'den daha az ise, lityum sabun-mineral yağ gresi veya lityum sabun-sentetik yağ gresinin kullanımı uygundur.) NSK'ya başvurulması tavsiye edilir.

#### › Yük

Doldurma zamanı aralığı, rulman yükünün büyüklüğüne bağlıdır. Lütfen **Şekil 2 (3)**'e bakınız ve yeniden doldurma zaman aralığını yük faktörü ile çarpınız. P/C 0.16'yı aşarsa, NSK'ya başvurulması tavsiye edilir.

### (2) Yağlayıcı yağ değiştirme aralığı

Yağ değiştirme aralıkları, çalışma koşullarına ve yağ miktarına bağlıdır. Genellikle, 50°C çalışma sıcaklığı ve temiz bir ortamda değiştirme aralığı 1 yıldır. Eğer yağ sıcaklığı 100°C'nin üzerindeyse, yağ en az üç ayda bir değiştirilmelidir.

**Tablo 5**

Uygulama ve gres koyuluğu örnekleri

Koyuluk Numarası	Koyuluk (1/10 mm)	Uygulama	
#0	355 - 385	Merkez gres beslemesi	Sürtmenin rahatlıkla olduğu yere
#1	310 - 340	Merkez gres beslemesi, Düşük sıcaklık	Sürtmenin rahatlıkla olduğu yere
#2	265 - 295	Genel gres	Keçeli bilyalı rulmanlar
#3	220 - 250	Genel gres Yüksek sıcaklık	Keçeli bilyalı rulmanlar
#4	175 - 205	Yüksek Sıcaklık	Gresin keçe olarak kullanıldığı yere



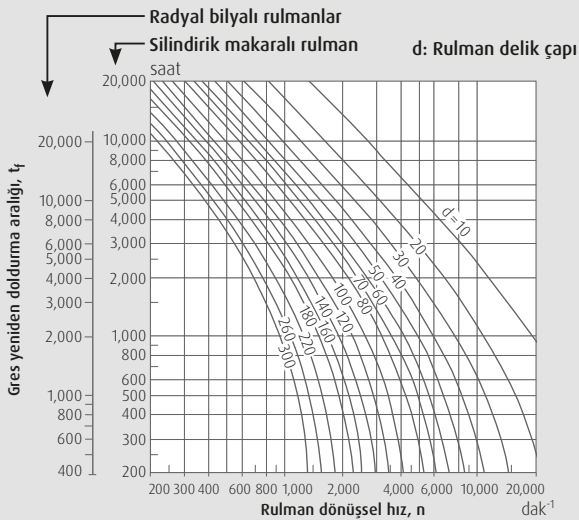
**Tablo 6** Farklı rulman uygulamaları için yağlayıcı yağların seçimi

Çalışma sıcaklığı	Hız	Hafif veya Normal Yük	Ağır Yük veya Darbe Yükü
-30 - 0°C	Limit hızın altında	ISO VG 15, 22, 32 (Soğutma makinesi yağı)	—
0 - 50°C	Limit hızın %50 altında	ISO VG 32, 46, 68 (Rulman yağı, Türbin yağı)	ISO VG 68, 46, 100 (Rulman yağı, Türbin yağı)
	Limit hızının %50'si ile 100'ü arasında	ISO VG 22, 15, 32 (Rulman yağı, Türbin yağı)	ISO VG 32, 46, 46 (Rulman yağı, Türbin yağı)
	Limit hızın üzerinde	ISO VG 10, 15, 22 (Rulman yağı)	—
50 - 80°C	Limit hızın %50 altında	ISO VG 100, 150, 220 (Rulman yağı)	ISO VG 150, 220, 320 (Rulman yağı)
	Limit hızının %50'si ile 100'ü arasında	ISO VG 46, 68, 100 (Rulman yağı, Türbin yağı)	ISO VG 68, 100, 150 (Rulman yağı, Türbin yağı)
	Limit hızın üzerinde	ISO VG 32, 46, 68 (Rulman yağı, Türbin yağı)	—
80 - 110°C	Limit hızın %50 altında	ISO VG 320, 460 (Rulman yağı)	ISO VG 460, 680 (Rulman yağı, Dişli yağı)
	Limit hızının %50'si ile 100'ü arasında	ISO VG 150, 220 (Rulman yağı)	ISO VG 220, 320 (Rulman yağı)
	Limit hızın üzerinde	ISO VG 68, 100 (Rulman yağı, Türbin yağı)	—

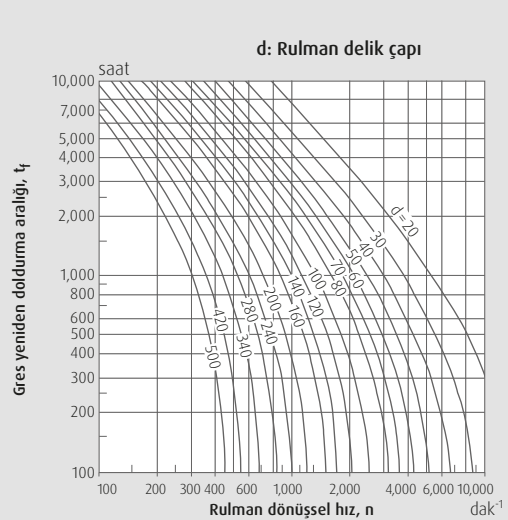
**Notlar:** 1 Limit hız için, "NSK Rulman Kataloğunda" yer alan (No. E1102) Rulman Boyut Tablolarındaki yağ ile yağlama altında listelenen değeri kullanın.  
2 Soğutucu yağ (JIS K 2211), Rulman yağı (JIS K 2239), Türbin yağı (JIS K 2213), Dişli yağına (JIS K 2219) bakınız.  
3 Sıcaklık aralıkları yukarıdaki tabloda sol kolonda gösterilmiştir. Yüksek sıcaklık tarafında bulunan çalışma sıcaklıkları için yüksek viskoziteli yağlayıcı yağ önerilmektedir.

**Şekil 2** Gres yeniden doldurma aralıkları

(1) Radyal bilyalı rulman ve silindirik makaralı rulman



(2) Konik makaralı rulman ve oynak makaralı rulman



(3) RYük faktörü

P/C	≤0.06	0.1	0.13	0.16
Yük faktörü	1.5	1	0.65	0.45

**Notlar:**  
P: Eşdeğer yük  
C: Temel yük değeri

## Rulman Kontrolü



Ekipmanın periyodik incelemesi, çalışma incelemeleri veya ek parçaların değişimi sırasında rulmanı incelerken, rulmanın durumunu ve tekrar kullanımının önerilip önerilmediğini belirleyin.

Demonte edilmiş rulmanların dış görünümüne ve incelenmesine dair bir kayıt tutulmalıdır. Gres örneği alındıktan ve arta kalan gresin miktarı ölçüldükten sonra, rulman temizlenmelidir. Ayrıca, kafes, montaj yüzeyleri, makara elemanlarının yüzeyleri ve yuvarlanma yüzeylerinde herhangi bir anormallik veya hasar olup olmadığını tespit edin. Yuvarlanma yüzeyindeki çalışma izlerinin gözlemlenmesi ile ilgili olarak Bölüm 6'ya bakınız.

Bir rulmanın yeniden kullanılıp kullanılmayacağını değerlendirirken aşağıdaki noktaların değerlendirilmesi gerekir. Rulman hasarının derecesi, makinenin performansı, uygulamanın kritik niteliği, çalışma koşulları, inceleme aralıkları. Eğer inceleme sonucunda, rulmanda bir hasar veya anormallik tespit edilirse, sebebi bulmaya çalışın ve Bölüm 7'ye bakarak bir karşı önlem belirleyin ve daha sonra karşı önlemi uygulayın. Eğer kontrolde rulmanın tekrar kullanılmasını engelleyecek aşağıdaki hasarlardan biri görülürse rulman yenisiyle değiştirilmelidir.

- (1) Kafeste, yuvarlanma elemanlarında veya bileziğinde çatlaklar veya çentme
- (2) Yuvarlanma elemanlarında veya bileziğinde pullanma
- (3) Yuvarlanma elemanlarında, omuz yüzünde (bilezik) veya yuvarlanma yolu yüzeyinde önemli ölçüde kazınma
- (4) Kafes veya gevşek perçinlerde önemli ölçüde aşınma
- (5) Yuvarlanma elemanlarında veya yuvarlanma yolu yüzeyinde pullar veya pas
- (6) Yuvarlanma elemanlarında veya yuvarlanma yolu yüzeyinde önemli ölçüde çentikler
- (7) Dış bileziğin dış yüzeyinin veya iç bilezik deliğinin önemli ölçüde sürünmesi
- (8) Isınmaya bağlı olarak renk bozulması
- (9) Gres kaplı rulmanların kapak veya keçesinde ciddi hasar.

# Çalışma İzleri ve Uygulanan Yükler

Rulmanlar dönerken, iç bilezikle dış bileziğin yuvarlanma yolları döner elemanlarla temas ederler. Bunun sonucunda, hem döner elemanlarda hem de yuvarlanma yollarında aşınma hattı oluşur. Yükleme koşullarını belirttikleri için çalışma izleri faydalıdır ve rulman söküldüğünde dikkatli bir şekilde gözlemlenmelidir.

Çalışma izleri iyi incelenirse, rulmanın radyal yük mü, aksel yük mü, yoksa moment yükü mü taşıdığı tayin edilebilir. Ayrıca, rulmanın dairesellik durumu da belirlenebilir. Beklenmeyen yüklerin veya büyük montaj hatalarının oluşup oluşmadığını kontrol edin. Ayrıca, rulman hasarının olası sebebinin belirleyin.

**Şekil 3** farklı yük koşullarında sabit bilyalı rulmanlarda meydana gelen çalışma izlerini göstermektedir.

**Şekil 3** (a) yalnızca radyal yük altındayken iç bileziğin dönüşü sırasında en sık meydana gelen çalışma izini göstermektedir. **Şekil 3** (e)'den (h)'ye ise rulmanlar üzerindeki olumsuz etki sebebiyle ömrün kısalmasıyla sonuçlanan çeşitli çalışma izleri gösterilmektedir.

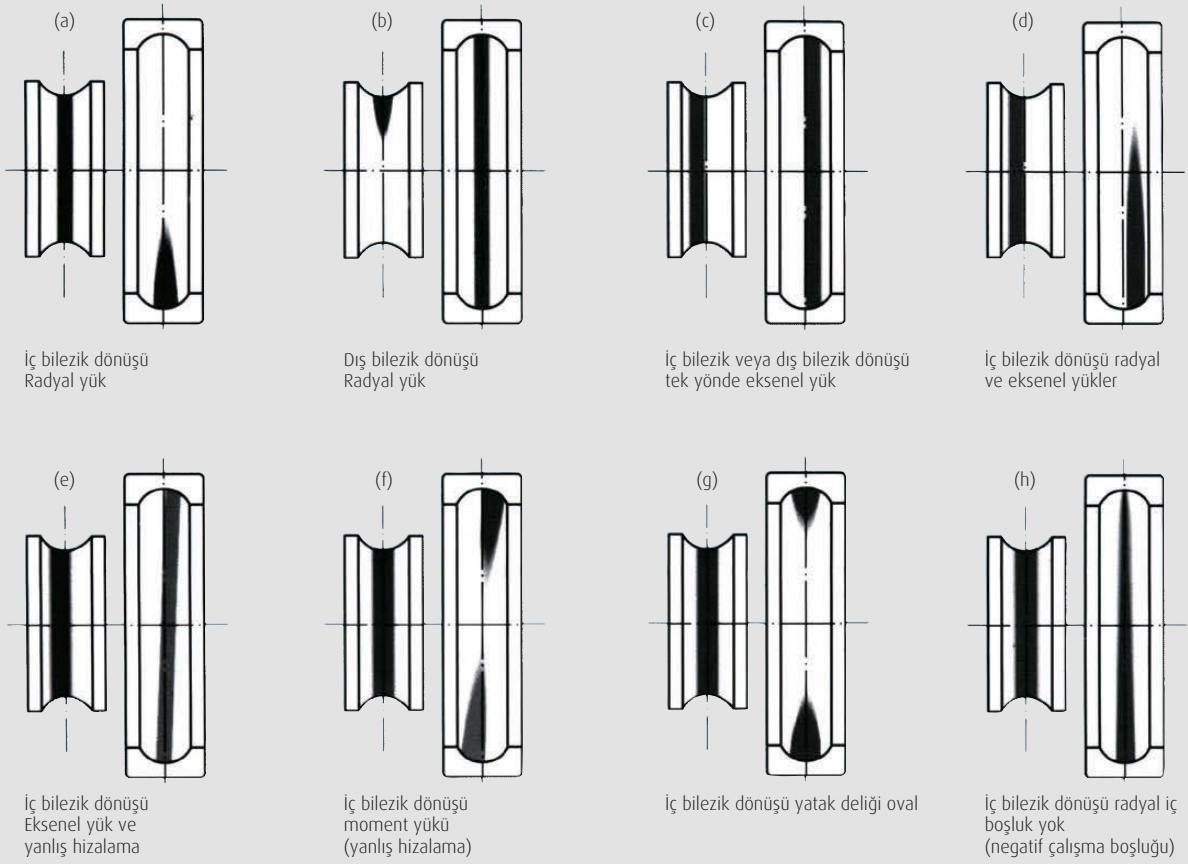
Benzer şekilde, **Şekil 4** farklı rulman çalışma izlerini göstermektedir:

**Şekil 4**, dönen iç bileziği üzerinde yükü taşıyan silindirik makaralı rulmana doğru bir şekilde uygulanan radyal yük sırasında oluşan dış bilezik çalışma izini göstermektedir.

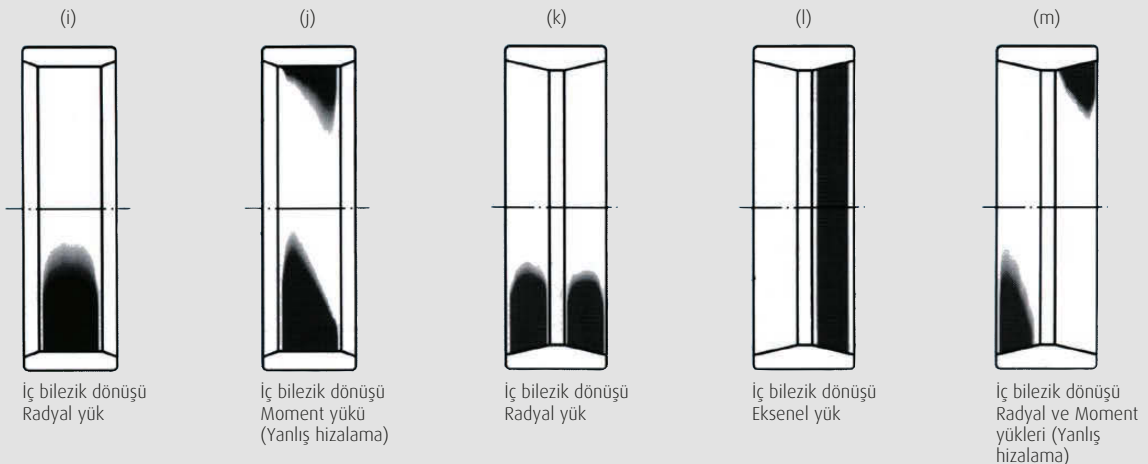
**Şekil 4** (j)'de mil bükülmesi veya iç ve dış bilezikler arasındaki göreceli eğimin çalışma izleri gösterilmektedir. Bu hizalama kaçıklığı, enlemesine hafifçe gölgeli (donuk) şeritler oluşmasına yol açar. Yükleme bölgesinin başında ve sonunda izler diyagonal/çapraz'dır. Döner iç bileziğine tek bir yükün uygulandığı çift-sıralı konik makaralı rulmanlar için, **Şekil 4** (k) radyal yük altındaki dış bilezikteki çalışma izlerini gösterir **Şekil 4** (l) ise aksel yük altındaki dış bilezikteki çalışma izlerini gösterir. İç ve dış bilezikler arasında yanlış hizalama olduğunda, bir radyal yük uygulanması dış bilezikte **Şekil 4** (m)'de görülen çalışma izlerinin oluşmasına yol açar.



Şekil 3 Tek-sıralı bilyalı rulmanlarda tipik çalışma izleri



Şekil 4 Makaralı rulmanlarda tipik çalışma izleri



# Rulman Hasarları ve Alınacak Önlemler

Genellikle, rulmanlar doğru bir şekilde kullanılırsa, yorulma ömürleri tahmin edildiği gibi olacaktır. Rulmanlar, önlenemez hatalar nedeniyle çoğunlukla vaktinden önce arızalanırlar. Yorulma ömrünün aksine, bu erken arızalar yanlış montaj, hatalı elleçleme veya zayıf yağlama, yabancı madde girişi veya anormal ısı üretiminden kaynaklanır.

Erken arızalara bir örnek yetersiz yağlama, yanlış yağın kullanılması, arızalı yağlama sistemi, yabancı madde girişi, rulman montaj hatası, milin aşırı sapması veya bunların bir kombinasyonundan dolayı meydana gelen omuz aşınmasıdır.

Arızadan önce ve sonra; uygulama, çalışma koşulları ve çevre de dâhil bütün koşullar biliniyorsa o zaman hatanın doğası ve olası nedenleri araştırılarak bir karşı önlem belirlenebilir. Başarılı bir karşı önlem, benzer arızaların sayısını azaltacaktır ve tekrar meydana gelmelerini engelleyecektir.

Bölüm 7.1'den 7.18'e kadar rulman hasarı ve karşı önlemlere dair örnekler verilmiştir. Rulman arızasının nedenini belirlemeye çalışırken lütfen bu bölümlere bakın. Ayrıca, ekteki rulman arıza teşhis tablosu hızlı bir kılavuz olarak faydalı olabilir.

# Pullanma

Hasar Durumu	Muhtemel Nedenler	Alınacak Önlemler
Rulmandan yuvarlanma yorulmasına bağlı olarak yuvarlanma yolu ya da döner elemanlarından parça ayrılmasıyla pullanma oluşur. Bu, yüzeyde dalgali ve kaba dokulu bölgeler yaratır.	<ul style="list-style-type: none"><li>› Aşırı yük</li><li>› Yetersiz montaj (yanlış hizalama)</li><li>› Moment yükü</li><li>› Yabancı döküntü, su girişi</li><li>› Yetersiz yağlayıcı, yanlış yağlayıcı</li><li>› Uygun olmayan rulman boşluğu</li><li>› Mil veya yatak için uygun olmayan hassasiyet, yatak rijitliğinde düzensizlik, milde büyük oranda eğilme</li><li>› Pas, korozyon çukurları, sıvanma, çentiklerde (çiziklenme) ilerleme</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Rulman uygulamasının doğru olduğunu kontrol edin, yük koşullarını kontrol edin</li><li>› Montaj yöntemini geliştirin</li><li>› Sızdırmazlık mekanizmasını geliştirin, çalışmıyor durumdayken oluşacak paslanmayı engelleyin</li><li>› Uygun bir viskoziteli bir yağ kullanın, yağlama yöntemini geliştirin</li><li>› Mil ve yatak hassasiyetini kontrol edin</li><li>› Rulman iç boşluğunu kontrol edin</li></ul>



Resim 1.1

**Parça:** Eğik bilyalı rulmanın iç bileziği

**Bulgu:** Yuvarlanma yolu yüzeyinin çevresinin yaklaşık yarısında pullanma meydana gelir

**Neden:** Kesme soğutma sıvısının rulman içine sızmasına bağlı olarak yağlama zayıflaması.



Resim 1.2

**Parça:** Eğik bilyalı rulmanın iç bileziği

**Bulgu:** Yuvarlanma yolu boyunca diyağonal olarak pullanma meydana gelir.

**Neden:** Montaj sırasında mil ve yatak arasında kötü hizalanma



Resim 1.3

**Parça:** Sabit bilyalı rulmanın iç bileziği

**Bulgu:** Bilya hatvesinde yuvarlanma yolu pullanması

**Neden:** Montaj sırasında darbe yüküne bağlı çentikler



Resim 1.4

**Parça:** Eğik bilyalı rulmanın iç bileziği

**Bulgu:** Bilya hatvesinde yuvarlanma yolu pullanması

**Neden:** Sabit dururken gelen darbe yüküne bağlı çukurlar

# Pullanma



**Resim 1.5**

**Parça:** Resim 1.4 Dış bilezik

**Bulgu:** Bilya hatvesinde yuvarlanma yolu pullanması

**Neden:** Sabit dururken gelen darbe yüküne bağlı çentikler



**Resim 1.6**

**Parça:** Resim 1.4 Bilyalar

**Bulgu:** Bilya yüzeyinde pullanma

**Neden:** Sabit dururken gelen darbe yüküne bağlı çentikler



**Resim 1.7**

**Parça:** Oynak makaralı bir rulmanın iç bileziği

**Bulgu:** Tüm çevresi boyunca sadece bir yuvarlanma yolunda pullanma

**Neden:** Aşırı aksel yük



**Resim 1.8**

**Parça:** Resim 1.7 Dış bilezik

**Bulgu:** Tüm çevresi boyunca sadece bir yuvarlanma yolunda pullanma

**Neden:** Aşırı aksel yük



**Resim 1.9**

**Parça:** Oynak makaralı bir rulmanın iç bileziği

**Bulgu:** Yuvarlanma yolunun sadece bir sırasında pullanma

**Neden:** Yetersiz yağlama



**Resim 1.10**

**Parça:** Silindirik makaralı rulmanın makaraları

**Bulgu:** Döner yüzeylerde aksel olarak meydana gelen erken pullanma

**Neden:** Yanlış montaj sırasında oluşan çizikler



# Soyulma

Hasar Durumu	Muhtemel Nedenler	Alınacak Önlemler
Hafif aşınma ile birlikte yüzeyde sönük ya da bulanık lekeler ortaya çıkar. Böyle sönük lekelerden 5 µm'den 10 µm derinliğe kadar uzanan küçük çatlaklar oluşur. Küçük parçacıklar düşer ve geniş çapta küçük pullanma oluşur.	<ul style="list-style-type: none"><li>› Uygun olmayan yağlayıcı</li><li>› Yağa döküntü karışması</li><li>› Yetersiz yağlamadan dolayı pürüzlü yüzey</li><li>› Eşleşen döner parçaların yüzey pürüzlülüğü</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Uygun bir yağ seçin</li><li>› Sızdırmazlık sistemini geliştirin</li><li>› Eşleşen döner parçaların yüzey pürüzlülüğünü iyileştirin</li></ul>



**Resim 2.1**

**Parça:** Oynak makaralı bir rulmanın iç bileziği  
**Bulgu:** Yuvarlak şekilli soyulma yuvarlanma yolu yüzeyinin merkezinde oluşur.  
**Neden:** Yetersiz yağlama



**Resim 2.2**

**Parça:** 2.1 Resmindeki desenin büyütülmüş hali



**Resim 2.3**

**Parça:** Resim 2.1 Dışbükey makaralar  
**Bulgu:** Yuvarlak şekilli soyulma yuvarlanma yüzeyinin merkezinde oluşur.  
**Neden:** Yetersiz yağlama



**Resim 2.4**

**Parça:** Oynak makaralı bir rulmanın dış bileziği  
**Bulgu:** Yuvarlanma yolunun omzuna yakın yerlerinde çepeçevre soyulma oluşur  
**Neden:** Yetersiz yağlama

# Kazınma

Hasar Durumu	Muhtemel Nedenler	Alınacak Önlemler
Kazınma, yanlış yağlama koşullarında veya ağır çalışma koşullarında kaymanın sebep olduğu küçük çiziklerin birikmesi sonucu oluşan yüzey hasarıdır. Çizgisel hasar, yuvarlanma yolu ve yuvarlanma yüzeylerinde çepeçevre olarak ortaya çıkar. Makara uçlarında dairevi şekilli hasar. Makara ucuna temas eden omuz yüzeyinde kazınma.	<ul style="list-style-type: none"><li>› Aşırı yük, aşırı ön yük</li><li>› Yetersiz yağlama</li><li>› Partiküller yüzeyde yakalanır</li><li>› İç ve dış bileziklerin eğilmesi</li><li>› Mil bükülmesi</li><li>› Mil ve yatağın yetersiz hassasiyeti</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Yükün büyüklüğünü kontrol edin</li><li>› Ön yükü ayarlayın</li><li>› Yağ ve yağlama yöntemini geliştirin</li><li>› Mil ve yatağın hassasiyetini kontrol edin</li></ul>



Resim 3.1

**Parça:** Oynak makaralı bir rulmanın iç bileziği  
**Bulgu:** İç bileziğin büyük omuz yüzünde kazınma  
**Neden:** Ani hızlanma ve yavaşlamaya bağlı makara kayması



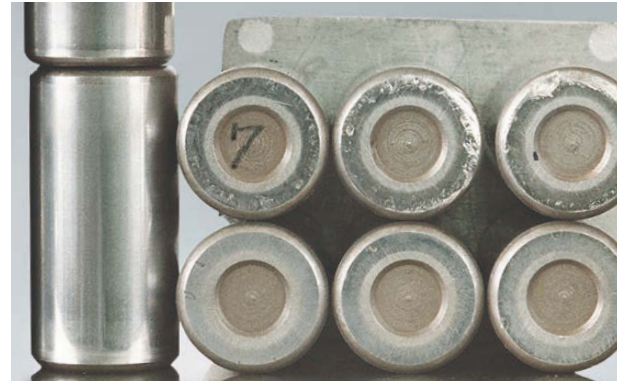
Resim 3.2

**Parça:** Resim 3.1 Dışbükey makaralar  
**Bulgu:** Makara uç yüzeyinde kazınma  
**Neden:** Ani hızlanma ve yavaşlamaya bağlı makara kayması



Resim 3.3

**Parça:** Konik makaralı eksenel rulmanın iç bileziği  
**Bulgu:** İç bileziğin omuz yüzünde kazınma  
**Neden:** Aşınmış partiküller yağ ile karışır ve aşırı yük nedeniyle yağ filminin yırtılması meydana gelir



Resim 3.4

**Parça:** Çift-sıralı silindirik makaralı bir rulmanın makaraları  
**Bulgu:** Makara uç yüzeyinde kazınma  
**Neden:** Yetersiz yağlama ve aşırı eksenel yük



**Resim 3.5**

**Parça:** Oynak makaralı eksenel rulmanın iç bileziği  
**Bulgu:** İç bileziğin omuz yüzünde kazınma  
**Neden:** Yüzeyde yakalanmış döküntü ve aşırı eksenel yük



**Resim 3.6**

**Parça:** Resim 3.5 Dışbükey makaralar  
**Bulgu:** Makara uç yüzeyinde kazınma  
**Neden:** Yüzeyde yakalanmış döküntü ve aşırı eksenel yük



**Resim 3.7**

**Parça:** Sabit bilyalı bir rulmanın kafesi  
**Bulgu:** Preslenmiş çelik kafes ceplerinde kazınma  
**Neden:** Döküntü girişi

# Sıvanma

Hasar Durumu	Muhtemel Nedenler	Alınacak Önlemler
Sıvanma, yağ film tabakasının kırılması ve/veya kayması sonucu rulman elemanları arasında küçük çiziklerin birikmesiyle oluşan yüzey hasarıdır. Erimenin yanı sıra yüzey pürüzlenmesi meydana gelir.	<ul style="list-style-type: none"><li>› Yüksek hız ve hafif yük</li><li>› Ani hızlanma/yavaşlama</li><li>› Uygun olmayan yağlayıcı</li><li>› Su girişi</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Önyüklemeyi geliştirin</li><li>› Rulman boşluğunu iyileştirin</li><li>› İyi yağ film tabakası oluşturma yeteneğine sahip bir yağ kullanın</li><li>› Yağlama yöntemini geliştirin</li><li>› Sızdırmazlık sistemini geliştirin</li></ul>



Resim 4.1

**Parça:** Silindirik makaralı bir rulmanın iç bileziği  
**Bulgu:** Yuvarlanma yolu yüzeyinde çevresel olarak sıvanma meydana gelir.  
**Neden:** Aşırı gres yağı miktarına bağlı makara kayması



Resim 4.2

**Parça:** Resim 4.1 Dış bilezik  
**Bulgu:** Yuvarlanma yolu yüzeyinde çevresel olarak sıvanma meydana gelir.  
**Neden:** Aşırı gres yağı miktarına bağlı makara kayması



Resim 4.3

**Parça:** Oynak makaralı bir rulmanın iç bileziği  
**Bulgu:** Yuvarlanma yolu yüzeyinde çevresel olarak sıvanma meydana gelir.  
**Neden:** Yetersiz yağlama



Resim 4.4

**Parça:** Resim 4.3 Dış bilezik  
**Bulgu:** Yuvarlanma yolu yüzeyinde çevresel olarak sıvanma meydana gelir.  
**Neden:** Yetersiz yağlama



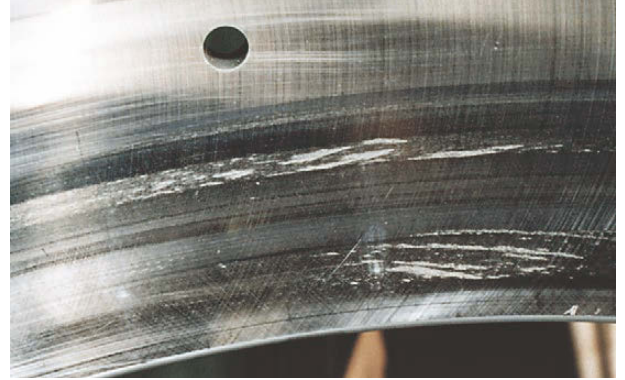


**Resim 4.5**

**Parça:** Oynak makaralı bir rulmanın iç bileziği

**Bulgu:** Yuvarlanma yolu yüzeyinde çevresel olarak kısmi sıvanma meydana gelir.

**Neden:** Yetersiz yağlama



**Resim 4.6**

**Parça:** Resim 4.5 Dış bilezik

**Bulgu:** Yuvarlanma yolu yüzeyinde çevresel olarak kısmi sıvanma meydana gelir.

**Neden:** Yetersiz yağlama



**Resim 4.7**

**Parça:** Resim 4.5 Dışbükey makaralar

**Bulgu:** Yuvarlanma yüzeyinin merkezinde sıvanma meydana gelir

**Neden:** Yetersiz yağlama



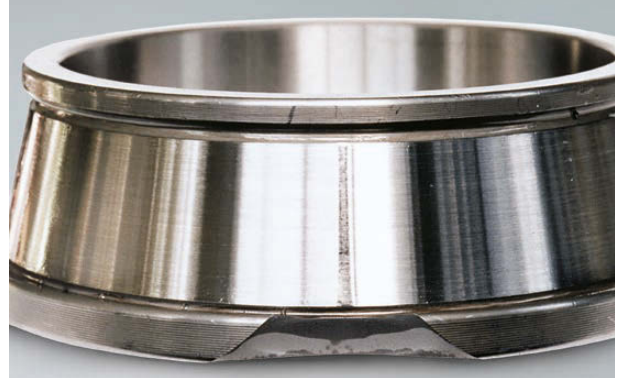
# Kırılma

Hasar Durumu	Muhtemel Nedenler	Alınacak Önlemler
Kırılma, bir makara köşesine veya bileziğin omzuna lokal olarak etki eden aşırı yük ya da darbe yükü nedeniyle kırılmış olan küçük parçacıkları ifade eder.	<ul style="list-style-type: none"><li>› Montaj sırasında darbe</li><li>› Aşırı yük</li><li>› Düşürme gibi kullanım hataları</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Montaj yöntemini geliştirin (Sıkı geçme, doğru aletlerin kullanımı)</li><li>› Yükleme koşullarını gözden geçirin</li><li>› Rulman omzu için yeterli destek temin edin</li></ul>



Resim 5.1

**Parça:** Çift-sıralı silindirik makaralı bir rulmanın iç bileziği  
**Bulgu:** Merkez omuzda ufalanma  
**Neden:** Montaj esnasında aşırı yükleme



Resim 5.2

**Parça:** Konik makaralı bir rulmanın iç bileziği  
**Bulgu:** Koni arka yüz omzunda kırık  
**Neden:** Montaj esnasında büyük darbe



Resim 5.3

**Parça:** Oynak makaralı eksenel rulmanın iç bileziği  
**Bulgu:** Geniş omuzda kırık meydana gelir  
**Neden:** Yineleyen yük



Resim 5.4

**Parça:** Masif iğneli makaralı bir rulmanın dış bileziği  
**Bulgu:** Dış bilezik omzunda kırık meydana gelir  
**Neden:** Aşırı yüklemeye bağlı makara eğilmesi (İğneli makaraların boyları çaplarına oranla hayli uzundur. Aşırı ya da düzensiz yüklerde, makaralar eğilir ve omuzlara baskı yapar.)

# Çatlaklar

Hasar Durumu	Muhtemel Nedenler	Alınacak Önlemler
Bilezikte ve döner elemanlarda çatlaklar. Bu durumda kullanıma devam etmek, daha büyük çatlaklara veya kırıklara yol açar.	<ul style="list-style-type: none"><li>› Aşırı sıklık</li><li>› Aşırı yük, darbe yükü</li><li>› Pullanmanın ilerlemesi</li><li>› Montaj parçaları ve bilezik arasında temastan kaynaklanan ısı oluşumu ve sürtme</li><li>› Sürünmeden kaynaklanan ısı oluşumu</li><li>› Konik milin zayıf konik açısı</li><li>› Milin zayıf silindirikliği</li><li>› Büyük mil köşe yarıçapından kaynaklanan rulman oluğu girişimi</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Geçme toleransını düzeltin</li><li>› Yük koşullarını kontrol edin</li><li>› Montaj yöntemini geliştirin</li><li>› Uygun şekilli bir mil kullanın</li></ul>



Resim 6.1

**Parça:** Çift-sıralı silindirik makaralı bir rulmanın dış bileziği  
**Bulgu:** Dış bilezik yan yüzünde ısı çatlakları  
**Neden:** Eşleşen parça ve dış bileziğin yüzü arasında temas kayması sonucu anormal ısı oluşumu



Resim 6.2

**Parça:** Konik makaralı eksenel rulmanın makarası  
**Bulgu:** Makaranın büyük uç yüzeyinde ısı çatlakları meydana gelir  
**Neden:** Yetersiz yağlama ile iç bilezik omzunun kaymasına bağlı olarak ısı oluşumu



Resim 6.3

**Parça:** Çift-sıralı silindirik makaralı bir rulmanın dış bileziği  
**Bulgu:** Yuvarlanma yolu yüzeyinde pullanmanın başladığı noktadan dışarıya doğru eksenel ve çevresel yönlerde oluşan çatlaklar  
**Neden:** Darbeden kaynaklanan pullanma



Resim 6.4

**Parça:** Dış bileziği dönen çift sıralı silindirik makaralı bir rulmanın dış bileziği  
**Bulgu:** Dış yüzeyde çatlaklar meydana gelir  
**Neden:** Dış bileziğin dönmemesi nedeniyle düz aşınma ve ısı oluşumu

# Çatlaklar



**Resim 6.5**

**Parça:** Resim 6.4 Dış bileziğin yuvarlanma yolu yüzeyi  
**Bulgu:** Yuvarlanma yolu üzerinde yayılan dış yüzey çatlağı



**Resim 6.6**

**Parça:** Oynak makaralı bir rulmanın iç bileziği  
**Bulgu:** Yuvarlanma yolu yüzeyinde eksenel çatlaklar meydana gelir  
**Neden:** Mil ve iç bilezik arasındaki sıcaklık farkından kaynaklanan büyük ölçekli geçme gerilimi



**Resim 6.7**

**Parça:** Resim 6.6 Kırılmış iç bileziğin kesit alanı  
**Bulgu:** Başlangıcı hemen yuvarlanma yolu yüzeyinin altında



**Resim 6.8**

**Parça:** Oynak makaralı rulmanın makarası  
**Bulgu:** Makara yüzeyinde eksenel çatlaklar meydana gelir

# Kafes Hasarı

Hasar Durumu	Muhtemel Nedenler	Alınacak Önlemler
<ul style="list-style-type: none"><li>› Kafes hasarı, kafes deformasyonu, kırılma ve aşınmayı kapsar</li><li>› Kafes sütununun kırılması</li><li>› Yan yüzeyde deformasyon</li><li>› Cep yüzeyinin aşınması</li><li>› Kılavuz yüzeyinin aşınması</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Yetersiz montaj (yanlış hizalama)</li><li>› Kötü kullanım</li><li>› Büyük moment yükü</li><li>› Darbe ve büyük titreşim</li><li>› Aşırı dönüş hızı, ani hızlanma ve yavaşlama</li><li>› Yetersiz yağlama</li><li>› Sıcaklık yükselmesi</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Montaj yöntemini kontrol edin</li><li>› Sıcaklığı, dönüşü ve yük koşullarını kontrol edin</li><li>› Titreşimi azaltın</li><li>› Kafes tipi seçin</li><li>› Yağlama yöntemi ve yağlayıcı seçin</li></ul>



Resim 7.1

**Parça:** Sabit bilyalı bir rulmanın kafesi  
**Bulgu:** Preslenmiş çelik kafes cebinin kırılması



Resim 7.2

**Parça:** Eğik bilyalı bir rulmanın kafesi  
**Bulgu:** Dökme demirden işlenmiş bir kafesin cep sütunu kırıkları  
**Neden:** İç ve dış bilezikler arasındaki yanlış hizalanmış montaj nedeniyle kafeste anormal yük hareketi



Resim 7.3

**Parça:** Eğik bilyalı bir rulmanın kafesi  
**Bulgu:** İşlenmiş yüksek-gerilimli piring kafeste kırık



Resim 7.4

**Parça:** Konik makaralı bir rulmanın kafesi  
**Bulgu:** Preslenmiş çelik kafeste sütun kırıkları



# Kafes Hasarı



Resim 7.5

**Parça:** Eğik bilyalı bir rulmanın kafesi  
**Bulgu:** Preslenmiş çelik kafes deformasyonu  
**Neden:** Kötü kullanıma bağlı darbe yükü



Resim 7.6

**Parça:** Silindirik makaralı bir rulmanın kafesi  
**Bulgu:** İşlenmiş yüksek-gerilimli piring kafesin yan yüzünde deformasyon  
**Neden:** Montaj esnasında büyük darbe



Resim 7.7

**Parça:** Silindirik makaralı bir rulmanın kafesi  
**Bulgu:** İşlenmiş yüksek-gerilimli piring kafesin deformasyonu ve aşınması



Resim 7.8

**Parça:** Eğik bilyalı bir rulmanın kafesi  
**Bulgu:** İşlenmiş yüksek-gerilimli piring kafesin dış yüzeyinde ve cep yüzeyinde kademeli aşınma



# Çentiklenme

Hasar Durumu	Muhtemel Nedenler	Alınacak Önlemler
Küçük metalik parçalar gibi döküntüler yuvarlanma yolu temas alanında yakalandığında yuvarlanma yolu yüzeyinde veya yuvarlanma elemanlarının yüzeyinde çukurlaşma meydana gelir. Eğer montaj sırasında darbe olursa yuvarlama elemanının hatve aralığında çukurlaşma meydana gelir (Brinell çentikleri).	<ul style="list-style-type: none"><li>› Metalik partiküller gibi döküntüler yüzeyde tutulur</li><li>› Aşırı yük</li><li>› Taşıma veya montaj sırasında darbe</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Yatağı yıkayın</li><li>› Sızdırmazlık sistemini geliştirin</li><li>› Yağlama yağını filtreden geçirin</li><li>› Montaj ve elleçleme yöntemlerini geliştirin</li></ul>



Resim 8.1

**Parça:** Çift-sıralı konik makaralı bir rulmanın iç bileziği

**Bulgu:** Donmuş yuvarlanma yolu yüzeyi

**Neden:** Yüzeyde yakalanan döküntü

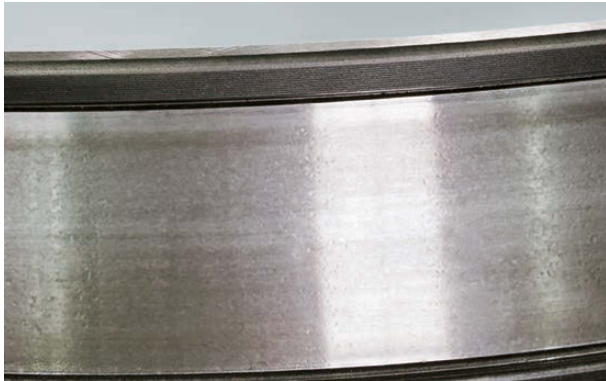


Resim 8.2

**Parça:** Çift-sıralı konik makaralı bir rulmanın dış bileziği

**Bulgu:** Yuvarlanma yolu yüzeyinde çentikler

**Neden:** Yüzeyde yakalanan döküntü



Resim 8.3

**Parça:** Konik makaralı bir rulmanın iç bileziği

**Bulgu:** Bütün yuvarlanma yolu yüzeyinde küçük büyüklükte çentikler oluşmuş

**Neden:** Yüzeyde yakalanan döküntü



Resim 8.4

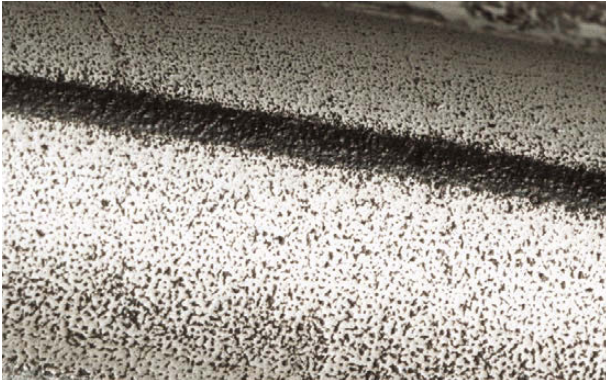
**Parça:** Resim 8.3 Konik makaralar

**Bulgu:** Dönen yüzeylerde küçük büyüklükte çentikler oluşmuş

**Neden:** Yüzeyde yakalanan döküntü

# Çukurcuklanma

Hasar Durumu	Muhtemel Nedenler	Alınacak Önlemler
Çukurcuklanmış yüzeyde yuvarlanma elemanı yüzeyi veya yuvarlanma yolu yüzeyinde görünen donuk bir parlamaya sahiptir	<ul style="list-style-type: none"><li>› Döküntü yağlayıcı içinde tutulur</li><li>› Atmosferdeki neme maruz</li><li>› Yetersiz yağlama</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Sızdırmazlık sistemini geliştirin</li><li>› Yağlama yağını tamamen filtreden geçirin</li><li>› Doğru bir yağ kullanın</li></ul>



Resim 9.1

**Parça:** Dönen bir rulmanın dış bileziği  
**Bulgu:** Yuvarlanma yolu yüzeyinde çukurcuklanma meydana gelir  
**Neden:** Çentiklerin alt kısımlarında pas



Resim 9.2

**Parça:** Resim 9.1 Bilyalar  
**Bulgu:** Bilya yüzeyinde çukurcuklanma meydana gelir

# Aşınma

Hasar Durumu	Muhtemel Nedenler	Alınacak Önlemler
Aşınma; yuvarlanma yolunun, döner elemanların, makara uç yüzlerinin, omuz yüzünün, kafes ceplerinin ve yüzeyindeki kayma sürtünmesine bağlı yüzey bozulmasıdır.	<ul style="list-style-type: none"><li>› Döküntü girişi</li><li>› Pas ve elektriksel korozyonda ilerleme</li><li>› Yetersiz yağlama</li><li>› Makara elemanlarının düzensiz hareketinden kaynaklanan kayma</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Sızdırmazlık sistemini geliştirin</li><li>› Yatağı temizleyin</li><li>› Yağlama yağını tamamen filtreden geçirin</li><li>› Yağı ve yağlama yöntemini kontrol edin</li><li>› Yanlış hizalamaya engel olun</li></ul>



Resim 10.1

**Parça:** Silindirik makaralı bir rulmanın iç bileziği  
**Bulgu:** Yuvarlanma yolu yüzeyinde elektriksel korozyon ve dalga-şekilli aşınmaya bağlı olarak bir çok çukur oluşur  
**Neden:** Elektriksel korozyon



Resim 10.2

**Parça:** Oynak makaralı bir rulmanın dış bileziği  
**Bulgu:** Yuvarlanma yolu yüzeyinin yüklü tarafında dalgalı yapıda veya içbükey-dışbükey yapıda aşınma  
**Neden:** Sabit dururken, tekrarlanan titreşimler nedeniyle döküntü girişi



Resim 10.3

**Parça:** Çift-sıralı konik makaralı bir rulmanın iç bileziği  
**Bulgu:** Yuvarlanma yolunun sürtme aşınması ve omuz yüzündeki kademeli aşınma  
**Neden:** Sabit dururken aşırı yükte bağlı olarak sürtme ilerlemesi



Resim 10.4

**Parça:** Resim 10.3 Konik makaralar  
**Bulgu:** Makara başında ve yüzeyinde kademeli aşınma  
**Neden:** Sabit dururken aşırı yükte bağlı olarak sürtme ilerlemesi

# Sürtme

Hasar Durumu	Muhtemel Nedenler	Alınacak Önlemler
İki yüzey arasında yinelenen kayma sebebiyle aşınma meydana gelir. Sürtme, montaj yüzeyinde ve ayrıca bilezik ve yuvarlanma elemanlarının arasındaki temas alanında meydana gelir. Sürtme korozyonu kırmızımsı kahverengi veya siyah aşınmış partikülleri ifade etmek için kullanılan bir başka terimdir.	<ul style="list-style-type: none"><li>› Yetersiz yağlama</li><li>› Küçük genlik ile titreşim</li><li>› Yetersiz sıklık</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Doğru bir yağ kullanın</li><li>› Bir ön yük uygulayın</li><li>› Sıkı geçmeyi kontrol edin.</li><li>› Temas yüzeyine bir yağ filmi uygulayın</li></ul>



Resim 11.1

**Parça:** Sabit bilyalı bir rulmanın iç bileziği  
**Bulgu:** Delik yüzeyinde sürtme meydana gelir  
**Neden:** Titreşim



Resim 11.2

**Parça:** Eğik bilyalı rulmanın iç bileziği  
**Bulgu:** Delik yüzeyinin tüm çevresinde önemli ölçüde sürtme meydana gelir  
**Neden:** Yetersiz sıkı geçme



Resim 11.3

**Parça:** Çift-sıralı silindirik makaralı bir rulmanın dış bileziği  
**Bulgu:** Makara hatve aralıklarında yuvarlanma yolu yüzeyinde sürtme meydana gelir



# Çiziklenme

Hasar Durumu	Muhtemel Nedenler	Alınacak Önlemler
Farklı sürütme tipleri arasında yatak çiziklenmesi, brinell çukurcuklarını andıran boş lekeler oluşmasıdır. Döner elemanlarla yuvarlanma yolu arasındaki temas noktalarında titreşim ve sallantının sebep olduğu aşınmadan kaynaklanır.	<ul style="list-style-type: none"><li>› Sabit duran bir rulmanın taşınma gibi durumlardaki titreşmesi ve sallantısı</li><li>› Küçük genlikli salınım hareketi</li><li>› Yetersiz yağlama</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Nakliye esnasında mil ve yatağı emniyete alın</li><li>› İç ve dış bilezikleri ayrı ayrı paketleyerek nakledin.</li><li>› Önyükleme ile titreşimi azaltın</li><li>› Doğru bir yağ kullanın</li></ul>



Resim 12.1

**Parça:** Sabit bilyalı bir rulmanın iç bileziği  
**Bulgu:** Çiziklenme yuvarlanma yolunda meydana gelir  
**Neden:** Sabit dururken bir dış kaynaktan gelen titreşim



Resim 12.2

**Parça:** Resim 12.1 Dış bilezik  
**Bulgu:** Çiziklenme yuvarlanma yolunda meydana gelir  
**Neden:** Sabit dururken bir dış kaynaktan gelen titreşim



Resim 12.3

**Parça:** Bir bilyalı aksenal rulmanın dış bileziği  
**Bulgu:** Bilya hatvesinde yuvarlanma yolu yüzeyinde çiziklenme  
**Neden:** Küçük bir salınım açısıyla tekrarlanan titreşim



Resim 12.4

**Parça:** Bir silindirik makaralı rulmanın makaraları  
**Bulgu:** Çiziklenme makara yüzeyinde meydana gelir  
**Neden:** Sabit dururken bir dış kaynaktan gelen titreşim



# Sürünme

Hasar Durumu	Muhtemel Nedenler	Alınacak Önlemler
Sürünme, rulmanlarda eşleşen yüzeyler arasında meydana gelen göreceli kayma sonucu bu yüzeyler arasında bir boşluk oluşturan olaya verilen isimdir. Sürünme genellikle aşınma veya kazınma sonucu parlak bir görünüm yaratır.	<ul style="list-style-type: none"><li>› Yetersiz sıklık veya gevşek geçme</li><li>› Yetersiz manşon sıkılaması</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Sıklığı kontrol edin ve dönmeyi önleyin</li><li>› Manşon sıkılamasını düzeltin</li><li>› Mil ve yatağın hassasiyetini inceleyin</li><li>› Eksenel yönde ön-yüklemeyi yapın</li><li>› Bilezik yanal yüzünü sıkılayın</li><li>› Montaj yüzeyine yapıştırıcı sürün</li><li>› Montaj yüzeyine bir yağ filmi uygulayın</li></ul>



Resim 13.1

**Parça:** Oynak makaralı bir rulmanın iç bileziği  
**Bulgu:** Delik yüzeyindeki kazınmanın eşlik ettiği sürünme  
**Neden:** Yetersiz sıklık



Resim 13.2

**Parça:** Oynak makaralı bir rulmanın dış bileziği  
**Bulgu:** Dış yüzeyin tüm çevresi boyunca sürünme  
**Neden:** Dış bilezik ve yatak arasındaki gevşek geçme

# Krepaj

Hasar Durumu	Muhtemel Nedenler	Alınacak Önlemler
Dönme sırasında ani aşırı ısınma oluştuğunda rulmanın rengi bozulur. Sonra bilezikler, döner elemanlar ve kafes, hasar arttıkça yumuşar, erir ve deforme olurlar.	<ul style="list-style-type: none"><li>› Yetersiz yağlama</li><li>› Aşırı yük, aşırı ön yük</li><li>› Aşırı dönüşel hız</li><li>› Aşırı küçük boşluk</li><li>› Döküntü ve su girişi</li><li>› Mil ve yatağın yetersiz hassasiyeti, mil bükülmesi</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Yağı ve yağlama yöntemini inceleyin</li><li>› Seçilen rulman tipinin uygunluğunu yeniden inceleyin.</li><li>› Ön yükü, rulman boşluğunu ve geçme toleransını inceleyin</li><li>› Sızdırmazlık sistemini geliştirin</li><li>› Mil ve yatağın hassasiyetini kontrol edin</li><li>› Montaj yöntemini geliştirin</li></ul>



Resim 14.1

**Parça:** Oynak makaralı bir rulmanın iç bileziği  
**Bulgu:** Yuvarlanma yolu rengi bozulmuştur ve erimiştir. Kafesten aşınmış partiküller yuvarlanmış ve yuvarlanma yoluna yapışmıştır.  
**Neden:** Yetersiz yağlama



Resim 14.2

**Parça:** Resim 14.1 Dışbükey makaralar  
**Bulgu:** Makara döner düzeyinin renginin atması ve erimesi, kafesten aşınmış partiküllerin yapışması  
**Neden:** Yetersiz yağlama



Resim 14.3

**Parça:** Eğik bilyalı rulmanın iç bileziği  
**Bulgu:** Yuvarlanma yolu renk bozulması, bilya hatve aralıklarında erime  
**Neden:** Aşırı önyükleme



Resim 14.4

**Parça:** Resim 14.3 Dış bilezik  
**Bulgu:** Yuvarlanma yolu renk bozulması, bilya hatve aralıklarında erime  
**Neden:** Aşırı önyükleme



Resim 14.5

**Parça:** Resim 14.3 Bilyalar ve kafes  
**Bulgu:** Kafes eriyerek hasar görmüştür, bilyaların renkleri atması ve erimiştir  
**Neden:** Aşırı önyükleme

# Elektriksel Korozyon

Hasar Durumu	Muhtemel Nedenler	Alınacak Önlemler
Bir rulmandan elektrik akımı geçtiğinde, yuvarlanma yolu ve döner elemanlar arasındaki temas noktalarında ince yağ filminden arklar ve yanıklar oluşur. Temas noktaları eriyerek çıplak gözle görülebilen yer yer "yivler" veya oluk görünümlü kıvrımlar oluşturur. Bu oluklar büyütüldüğünde, ark sonucu oluşan erimeyi gösteren krater türü bozulmalar meydana geldiği anlaşılır.	<ul style="list-style-type: none"><li>› İç ve dış bilezikler arasındaki elektrik potansiyel farkı</li><li>› Rulman yakınında kullanılan araçlardan kaynaklanan yüksek frekanslı elektrik potansiyel farkı</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Elektrik akımının rulmanlar üzerinden geçmesini önleyecek elektrik devreleri tasarlayın</li><li>› Rulmanın yalıtımı</li></ul>



**Resim 15.1**  
**Parça:** Konik makaralı bir rulmanın iç bileziği  
**Bulgu:** Yuvarlanma yolu yüzeyinde çizgi desenli bir korozyon oluşur



**Resim 15.2**  
**Parça:** Resim 15.1 Konik makaralar  
**Bulgu:** Yuvarlanma yolu yüzeyinde çizgi desenli bir korozyon oluşur



**Resim 15.3**  
**Parça:** Silindirik makaralı bir rulmanın iç bileziği  
**Bulgu:** Yuvarlanma yolu yüzeyinde çukurcuklarla birlikte elektriksel korozyon kayış deseni



**Resim 15.4**  
**Parça:** Bilyalı rulmanın bilyaları  
**Bulgu:** Elektriksel korozyon tüm bilya yüzeyini kaplayan koyu bir renge sahiptir



**Resim 15.5**  
**Parça:** Sabit bilyalı bir rulmanın iç bileziği  
**Bulgu:** Yuvarlanma yolu yüzeyinde yivler meydana gelir (yüksek frekans)



**Resim 15.6**  
**Parça:** Sabit bilyalı bir rulmanın dış bileziği  
**Bulgu:** Yuvarlanma yolu yüzeyinde yivler meydana gelir (yüksek frekans)

# Pas ve Korozyon

Hasar Durumu	Muhtemel Nedenler	Alınacak Önlemler
Rulman pası ve korozyonu bileziklerin ve döner elemanların yüzeyindeki çukurcuklardır ve bileziklerdeki döner eleman hatvesinde veya rulman yüzeylerinin tamamında oluşabilirler	<ul style="list-style-type: none"><li>› Korozif gaz veya suyun girişi</li><li>› Uygun olmayan yağlayıcı</li><li>› Nemin yoğunlaşması ile oluşan su damlacıkları</li><li>› Sabit durumdayken yüksek sıcaklık ve nem</li><li>› Taşıma sırasında yetersiz pas koruması</li><li>› Uygun olmayan saklama koşulları</li><li>› Yanlış elleçleme</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Sızdırmazlık sistemini geliştirin</li><li>› Yağlama yöntemini inceleyin</li><li>› Çalışmadığı zamanlarda pas önleyici tedbir alın</li><li>› Depolama yöntemlerini geliştirin</li><li>› Elleçleme yöntemini geliştirin</li></ul>



Resim 16.1

**Parça:** Silindirik makaralı bir rulmanın dış bileziği

**Bulgu:** Omuz yüzü ve yuvarlanma yolu yüzeyinde pas

**Neden:** Su girişinden dolayı yetersiz yağlama



Resim 16.2

**Parça:** Döner bir rulmanın dış bileziği

**Bulgu:** Yuvarlanma yolu yüzeyinde bilya hatve aralıklarında pas

**Neden:** Hareketsiz duruş zamanlarında rutubet yoğunlaşması



Resim 16.3

**Parça:** Oynak makaralı bir rulmanın iç bileziği

**Bulgu:** Yuvarlanma yolu yüzeyinde bilya hatve aralıklarında pas

**Neden:** Yağa su karışması



Resim 16.4

**Parça:** Oynak makaralı rulmanın makarası

**Bulgu:** Döner temas yüzeyinde çukurcuk şeklinde paslanmış kısımlar

**Neden:** Depolama esnasında rutubet yoğunlaşması

# Montaj Kusurları

Hasar Durumu	Muhtemel Nedenler	Alınacak Önlemler
Rulmanın takılması ve sökülmesi esnasında yuvarlanma yollarının veya döner elemanların yüzeyinde oluşan düz çizikler	<ul style="list-style-type: none"><li>› Montaj veya demontaj esnasında iç ve dış bileziklerin eğilmesi</li><li>› Montaj veya demontaj sırasında darbe yükü</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Uygun kılavuz ve aletleri kullanın</li><li>› Pres makinesi kullanımından dolayı oluşan darbe yükünden kaçının</li><li>› Montaj esnasında, eşleşen ilgili parçaları ortalayın</li></ul>



Resim 17.1

**Parça:** Silindirik makaralı bir rulmanın iç bileziği  
**Bulgu:** Yuvarlanma yolu yüzeyinde aksel çizikler  
**Neden:** Montaj esnasında iç ve dış bileziklerin eğilmesi



Resim 17.2

**Parça:** Çift-sıralı silindirik makaralı bir rulmanın dış bileziği  
**Bulgu:** Yuvarlanma yolu yüzeyinde makara hatve aralıklarında aksel çizikler  
**Neden:** Montaj esnasında iç ve dış bileziklerin eğilmesi



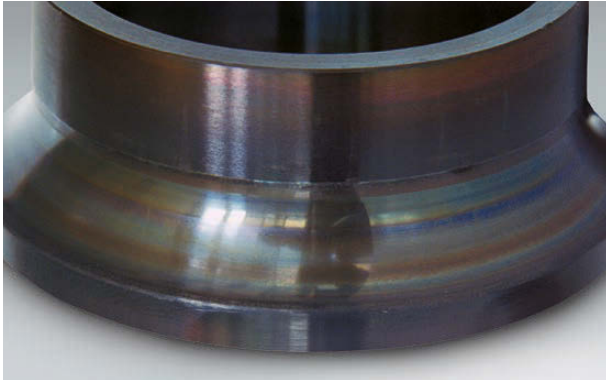
Resim 17.3

**Parça:** Bir silindirik makaralı rulmanın makaraları  
**Bulgu:** Makara yüzeyinde aksel çizikler  
**Neden:** Montaj esnasında iç ve dış bileziklerin eğilmesi



# Renk Bozulması

Hasar Durumu	Muhtemel Nedenler	Alınacak Önlemler
Kafesler, döner elemanlar ve bileziklerde renk atması, onların yüksek sıcaklıklarda yağla tepkimeye girmesiyle oluşur.	<ul style="list-style-type: none"><li>› Yetersiz yağlama</li><li>› Yağlayıcı ile reaksiyondan kaynaklanan yağ lekesi</li><li>› Yüksek sıcaklık</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Yağlama yöntemini geliştirin</li></ul>



Resim 18.1

**Parça:** Eğik bilyalı rulmanın iç bileziği

**Bulgu:** Yuvarlanma yolu yüzeyinde mavimsi veya morumsu renk atması

**Neden:** Yetersiz yağlama sonucu ısı oluşumu



Resim 18.2

**Parça:** Bir 4-nokta temaslı bilyalı rulmanın iç bileziği

**Bulgu:** Yuvarlanma yolu yüzeyinde mavimsi veya morumsu renk atması

**Neden:** Yetersiz yağlama sonucu ısı oluşumu

# Ek Rulman Arıza Teşhis Tablosu

Hasar adı	Konum (Olay)	Neden											Notlar		
		Kullanım		Rulman çevresi			Yağlama		Yük			Hız			
		Stok - Nakliye	Montaj	Mil yatağı	Sızdırmaz cihaz Su - Döküntü	Sıcaklık	Yağlayıcı	Yağlama metodu	Aşırı yük Darbe yükü	Moment	Ultra küçük yük	Yüksek hız, yüksek hızlanma ve yavaşlama		Sarsıntı - Titreşim Sabitlik	Rulman seçimi
1. Pullanma	Yuvarlanma yolu, yuvarlanma yüzeyi	●	●	●			●	●	●	●				●	
2. Soyulma	Yuvarlanma yolu, yuvarlanma yüzeyi				●		●	●			●	●			
	Rulman dış yüzeyi (Yuvarlanma teması)			*	●		●	●							*Eşleşen döner parça
3. Kazınma	Makara uç yüzeyi, omuz yüzeyi		●	●	●		●	●	●	●		●			
	Kafes kılavuz yüzeyi cep yüzeyi		●		●		●	●							
4. Sıvanma	Yuvarlanma yolu, yuvarlanma yüzeyi				●		●	●			●	●			
5. Kırılma	Bilezik, makaralar	●	●	●					●	●					
6. Çatlaklar	Bilezikler, yuvarlanma elemanları		●	●		●			●	●					
	Omuz yüzeyi, makara uç yüzeyi kafes kılavuz yüzeyi (Termal çatlak)			●				●	●	●					
7. Kafes hasarı	(Deformasyon), (Kırık)		●	●					●	●					
	(Aşınma)		●		●		●	●	●	●		●			
8. Çentiklenme	Yuvarlanma yolu, yuvarlanma yüzeyi (Sayısız küçük çentik)				●			●							
	Yuvarlanma yolu (Yuvarlanma elamanı hatvesinde döküntü)	●	●						●				●		
9. Çukurcuklanma	Yuvarlanma yolu, yuvarlanma yüzeyi				●		●	●							
10. Aşınma	Yuvarlanma yolu, yuvarlanma yüzeyi omuz yüzeyi, makara uç yüzeyi		●		●		●	●							
11. Sürtme	Yuvarlanma yolu, yuvarlanma yüzeyi	●	●	●			●	●	●			●	●		
	Rulman dışı ve deliği, yan yüzey (Mil ve yatak ile temas)		●	●					●						
12. Çiziklenme	Yuvarlanma yolu, yuvarlanma yüzeyi	●					●	●					●		
13. Sürünme	Montaj yüzeyi		●	●		●	●*	●*	●			●			*Boşluklu geçme
14. Isınma	Bilezik, yuvarlanma elemanı, kafes		●	●	●		●	●	●	●		●		●	
15. Elektriksel korozyon	Yuvarlanma yolu, yuvarlanma yüzeyi		●*	●*											*Makara ve bilya gibi döner elemanlardan geçen elektrik
16. Pas ve korozyon	Bilezik, yuvarlanma elemanları kafes	●	●		●	●	●	●							
17. Montaj kusurları	Yuvarlanma yolu, yuvarlanma yüzeyi		●	●											
18. Renk bozulması	Bilezik, yuvarlanma elemanları, kafes					●	●	●							

**Not:** Bu tablo kapsamlı değildir. Yalnızca en sık oluşan hasarları, sebeplerini ve konumlarını listelemektedir.



## NSK Satış Ofisleri – Avrupa, Ortadoğu ve Afrika

### Türkiye

NSK Rulmanları Orta Doğu Tic. Ltd. Şti.  
Cevizli Mah. D-100 Güney Yan Yol  
Kuriş Kule İş Merkezi No:2 Kat:4  
Kartal - İstanbul  
Tel. +90 216 5000 675  
Fax +90 216 5000 676  
turkey@nsk.com

### Almanya, Avusturya, İsviçre, İskandinav Ülkeleri

NSK Deutschland GmbH  
Harkortstraße 15  
40880 Ratingen  
Tel. +49 (0) 2102 4810  
Fax +49 (0) 2102 4812290  
info-de@nsk.com

### Fransa & Benelüks

NSK France S.A.S.  
Quartier de l'Europe  
2, rue Georges Guynemer  
78283 Guyancourt Cedex  
Tel. +33 (0) 1 30573939  
Fax +33 (0) 1 30570001  
info-fr@nsk.com

### Güney Afrika

NSK South Africa (Pty) Ltd.  
25 Galaxy Avenue  
Linbro Business Park  
Sandton 2146  
Tel. +27 (011) 458 3600  
Fax +27 (011) 458 3608  
nsk-sa@nsk.com

### İngiltere

NSK UK Ltd.  
Northern Road, Newark  
Nottinghamshire NG24 2JF  
Tel. +44 (0) 1636 605123  
Fax +44 (0) 1636 643276  
info-uk@nsk.com

### İspanya

NSK Spain, S.A.  
C/ Tarragona, 161 Cuerpo Bajo  
2ª Planta, 08014 Barcelona  
Tel. +34 93 2892763  
Fax +34 93 4335776  
info-es@nsk.com

### İtalya

NSK Italia S.p.A.  
Via Garibaldi, 215  
20024 Garbagnate  
Milanese (MI)  
Tel. +39 02 995 191  
Fax +39 02 990 25 778  
info-it@nsk.com

### Ortadoğu

NSK Bearings Gulf Trading Co.  
JAFZA View 19, Floor 24 Office 2/3  
Jebel Ali Downtown,  
PO Box 262163  
Dubai, UAE  
Tel. +971 (0) 4 804 8205  
Fax +971 (0) 4 884 7227  
info-me@nsk.com

### Polonya & Orta ve Doğu Avrupa

NSK Polska Sp. z o.o.  
Warsaw Branch  
Ul. Migdalowa 4/73  
02-796 Warszawa  
Tel. +48 22 645 15 25  
Fax +48 22 645 15 29  
info-pl@nsk.com

### Rusya

NSK Polska Sp. z o.o.  
Russian Branch  
Office I 703, Bldg 29,  
18<sup>th</sup> Line of Vasilievskiy Ostrov,  
Saint-Petersburg, 199178  
Tel. +7 812 3325071  
Fax +7 812 3325072  
info-ru@nsk.com

Lütfen web sitemizi de ziyaret ediniz: [www.nskeurope.com.tr](http://www.nskeurope.com.tr)  
Global NSK: [www.nsk.com](http://www.nsk.com)

