

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

ELEKTRİK-ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

**ELEKTRİK MAKİNELERİNDE MEKANİK
ARIZA TESPİTİ
522EE0143**

Ankara, 2011

1. Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
2. Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
3. PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	2
1. MOTORLARIN MEKANİK KISIMLARI.....	2
1.1. Asenkron Motor	2
1.1.1. Parçaları.....	3
1.1.2. Yapısı	6
1.2. Doğru Akım Motoru.....	9
1.2.1. Parçaları.....	9
1.2.2. Yapısı	13
1.3. Klemens.....	17
1.3.1. Yapısı	18
1.3.2. Çeşitleri	19
1.3.3. Görevi.....	19
1.3.4. Meydana Gelebilecek Arızalar	19
1.4. Motor Mili	20
1.4.1. Yapısı	20
1.4.2. Görevi.....	21
1.4.3. Meydana Gelebilecek Arızalar	21
1.5. Soğutucu Pervane	21
1.5.1. Yapısı	21
1.5.2. Görevi.....	21
1.5.3. Meydana Gelebilecek Arızalar	21
1.6. Kapaklar	22
1.6.1. Yapısı	22
1.6.2. Görevi.....	22
1.6.3. Meydana Gelebilecek Arızalar	22
1.7. Aktarma Organları.....	23
1.7.1. Yapısı	23
1.7.2. Görevi.....	24
1.7.3. Meydana Gelebilecek Arızalar	24
UYGULAMA FAALİYETİ.....	26
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	29
ÖĞRENME FAALİYETİ-2.....	31
2. RULMANLAR.....	31
2.1. Rulmanların Yapısı.....	31
2.1.1. İç Bilezik	32
2.1.2. Yuvarlanan Parçalar (Bilye).....	32
2.1.3. Kafes.....	33
2.1.4. Dış Bilezik.....	33
2.2. Rulman Bakımı	33
2.3. Rulmanların Önemi	34
2.4. Rulman Arızalarının Tespit İşlemi	34
2.4.1. Kulaklıklılı Gürültü Dinleme Aleti.....	34
2.4.2. Sıcaklık Ölçüm Tabancası.....	35
2.4.3. Titreşim Ölçüm ve Analiz Cihazları.....	35

2.5. Enfraruj Termometre Kullanımı.....	36
2.6. Titreşim Ölçüm Cihazını Kullanma	36
UYGULAMA FAALİYETİ.....	39
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	42
MODÜL DEĞERLENDİRME	43
CEVAP ANAHTARLARI.....	44
KAYNAKÇA.....	45

AÇIKLAMALAR

KOD	522 EE 0143
ALAN	Elektrik Elektronik Teknolojisi
DAL/MESLEK	Bobinajcılık
MODÜLÜN ADI	Elektrik Makinelerinde Mekanik Arıza Tespiti
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül motorların mekanik arıza tespitinin, bakım ve onarımının yapılması için gerekli bilgi ve becerilerin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40 / 32
ÖN KOŞUL	Tüm alan ortak derslerinden başarılı olmak
YETERLİK	Mekanik kısımların arıza tespitini yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Motorların mekanik kısımlarının arıza tespitini yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Motorun gövde, kapak, klemens, pervane, aktarma organları gibi yerlerinde meydana gelebilecek arızaların tespitini yapabileceksiniz. 2. Motorun rulmanlarında meydana gelebilecek arızaları tespit edebilecek ve rulmanların bakımını yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Elektrik atölyesi, elektrik makineleri laboratuvarı, sınıf, kütüphaneler, bilgisayar ve internet, ilgili işletme ortamı Donanım: Projeksiyon, tepegöz, enfraruj, termometre, titreşim ölçme cihazı, anahtar takımları, rulman sökme ve montaj seti, kulaklıklılı gürültü dinleme aleti
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Elektrik-elektronik teknolojisinin en temel ve en önemli elemanı, hiç kuşkusuz elektrik motorlarıdır. Elektrik motorları, insan hayatına iş üreterek teknoloji alanının vazgeçilmez bir unsuru olmuştur.

Günlük yaşantımızın hemen her alanında kullanılan elektrik motorları adeta hayatımızın bir parçasıdır. Evimizdeki buzdolabı, fırın, DVD, VCD, çamaşır ve bulaşık makinesi gibi ev aletlerinde, endüstri alanında, iş makinelerinin mal ve eşya üretiminde, uzay ve otomotiv teknolojilerinde, tıpta ve daha sayamayacağımız her alanda elektrik motorlarını kullanmaktayız. Kısacası elektriğin icadı ile elektrik motorları da icat edilmiş, günümüze gelinceye kadar geliştirilmiş ve hâlâ geliştirilmektedir.

Bu modül eğitiminden geçtikten sonra hayatın her alanında kullanılan çeşitli elektrik motorlarını tanıyacaksınız. Elektrik motorlarının yapısını, özelliklerini bilerek en son teknoloji ürünü, ölçme ve kontrol cihazlarını kullanarak arıza tespitlerini yapabileceksiniz.

Bu modülü başarıncı iş hayatınızda bilim ve teknolojiyi uygulayarak bilgi, beceri sahibi bir teknik eleman olarak kendinize inanacak, güvenecek ve başarılı olacaksınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Motorun gövde, kapak, klemens, pervane, aktarma organları gibi yerlerinde meydana gelebilecek arızaların tespitini yapabileceksiniz.

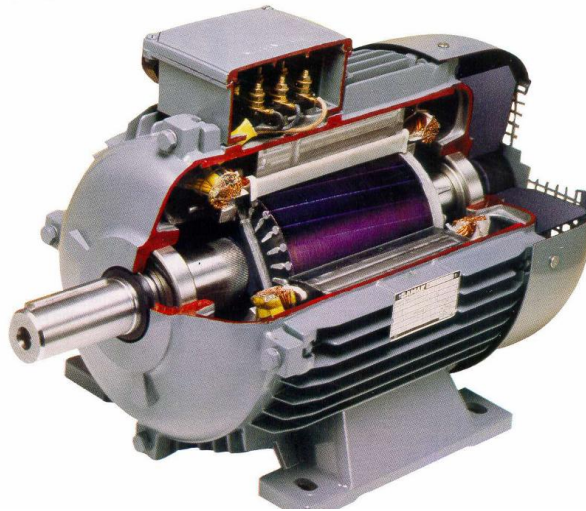
ARAŞTIRMA

- Stator ve rotor sac paketleri ince silisyumlu sacların birleştirilmesiyle meydana gelir. Stator ve rotorun tek parça demirden yapılmışının nedenlerini araştırınız.
- Asenkron motorların dönüş yönü nasıl değiştirildiğini araştırınız.
- Araştırma ve gözlemlerinizi rapor hâline getiriniz.
- Hazırladığınız raporu sınıfta tartışınız.

1. MOTORLARIN MEKANİK KISIMLARI

1.1. Asenkron Motor

Asenkron motorlar, alternatif akım elektrik enerjisini, mekanik enerjiye dönüştüren elektrik makineleridir. Bir ve üç fazlı asenkron motorlar yapı bakımından birbirine benzer.



Resim 1.1: Bir asenkron motor kesiti

1.1.1. Parçaları

Asenkron motorlar genel olarak aşağıdaki parçalardan oluşur.

- Stator
- Gövde
- Rotor
- Yataklar
- Kapaklar
- Pervane
- Muhafaza taşı

Bunların dışında yapı parçaları (vidalar, segmanlar, mil ucu kaması, conta, kablo giriş rekoru, disk yay, vb.) olmak üzere tekrar kısımlara ayrılır.

Stator: Asenkron motorun duran kısmına denir. İnce silisyumlu sacların birleştirilerek paketlenmesiyle stator nüvesi meydana gelir.



Resim 1.2: Stator sac paketi

Gövde: Stator sac paketinin sıkıca içine yerleştirildiği asenkron motorun en dış kısmıdır. Alüminyum veya pik dökümden yapılır. En dış yüzeyinde motorun soğutulması amacıyla gövde boyunca uzanan, birbirine paralel soğutma kanalları vardır. Gövdenin her iki yan tarafına motor kapakları takılır, üst tarafında kaldırma halkası vardır. Gövdenin alt tarafına da motor ayakları monte edilir. Ancak küçük boyutlu asenkron motorlarda ayaklar gövdeye sabit olarak dökülerek imal edilir.



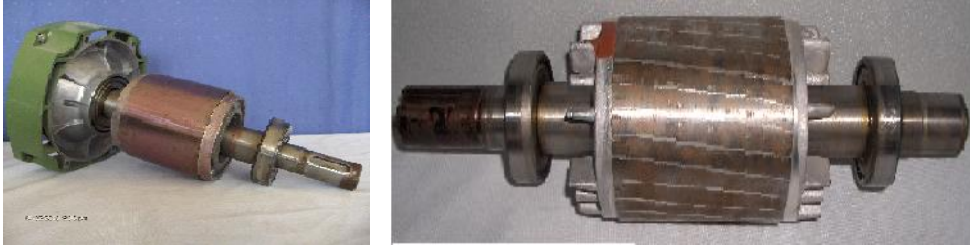
Resim 1.3: Asenkron motor gövdeleri

Rotor: Asenkron motorun dönen kısmıdır. İki çeşit rotor vardır.

Bunlar:

Kısa devre rotor veya sincap kafesli rotor

Sargılı rotor veya bilezikli rotor



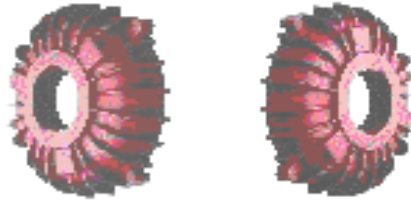
Resim 1.4: Kısa devre (sincap kafesli) rotor

Yataklar: Genellikle bilyeli tip ve silindirik makaralı rulmanlı yataklar kullanılır. Her iki motor kapağının ortasına takılan rulmanlı yataklar, rotorun stator içinde rahatça dönmesine yataklık yapar.



Resim 1.5: Rulmanlı yatak

Kapaklar: Gövdenin her iki tarafına takılan, ortalarında yataklar (bilyeli rulmanlar) bulunan, alüminyum alaşım veya pik dökümden preslenerek yapılır. Kapak üzerinde kapağı gövdeye tutturmak için uygun delikler vardır.



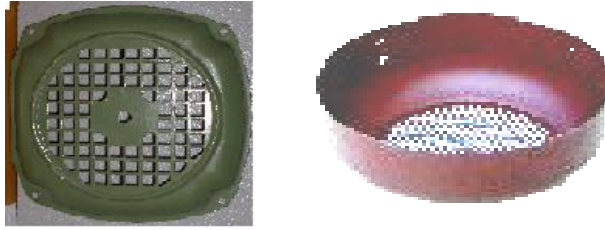
Resim 1.6: Kapaklar

Pervane: Asenkron motorun soğutulması amacıyla kullanılır. Yüksek nitelikli plastik malzemeden imal edilmiştir. Soğutma pervanesi motorun arka tarafındaki rotor mili çıkışına takılır. Pervane dönüş yönüne bağlı olmaksızın çalışır. Muhafaza tasından emilen hava, gövde havalandırma kanallarına üflenerek sargılardan gövdeye geçen ısının dağıtılması ve motorun soğutulması sağlanır.



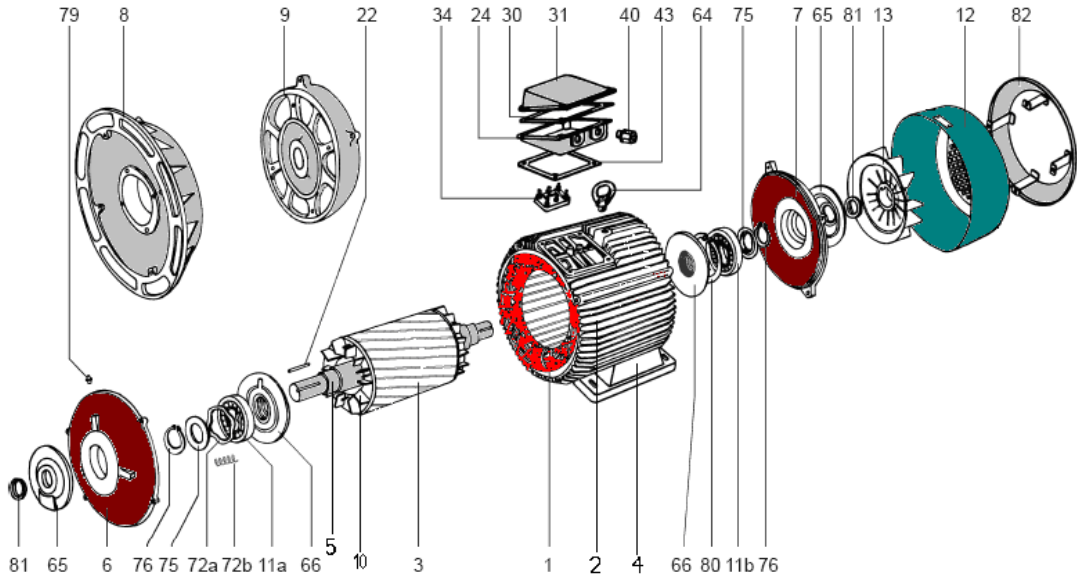
Resim 1.7: Pervane

Muhafaza taşı: Pervaneyi korur ve pervanenin emdiği havanın gövde üzerine yönltilmesini sağlar.



Resim 1.8: Muhafaza taşları

Asenkron motorun bütün parçaları Şekil 1.1’de görülmektedir. İnceleyiniz.



Şekil 1.1: Asenkron motorun parçaları

- 1- Stator sargıları
- 2- Gövde
- 3- Komple rotor
- 4- Ayak
- 5- Rotor mili
- 6- Ön kapak
- 7- Arka kapak
- 8- Flanş
- 9- Flanş
- 10- Rotor kanatçıkları
- 11a- Ön rulman
- 11b- Arka rulman
- 12- Pervane muhafaza taşı
- 13- Soğutma pervanesi
- 22- Mil ucu kaması
- 24- Klemens (uç) bağlantı kutusu
- 30- Conta
- 31- Uç bağlantı kutusu kapağı
- 34- Uç plakası-Klemens
- 40- Kablo giriş rakoru
- 43- Conta
- 64- Motor kaldırma halkası
- 65- Rulman tutucu dış kapak (yağlama nipelli motorlarda)
- 66- Rulman tutucu iç kapak (yağlama nipelli motorlarda)
- 72- Disk yay
- 75- Yağ tutucu disk (yağlama nipelli motorlarda)
- 76- Dış segman (rulman ve yağ tutucu diskin tespiti için)
- 79- Yağlama nipeli
- 80- İç segman (arka rulmanı kapağına sabitlemek için)
- 81- Lastik toz contası
- 82- Keçe sızdırmazlık bileziği

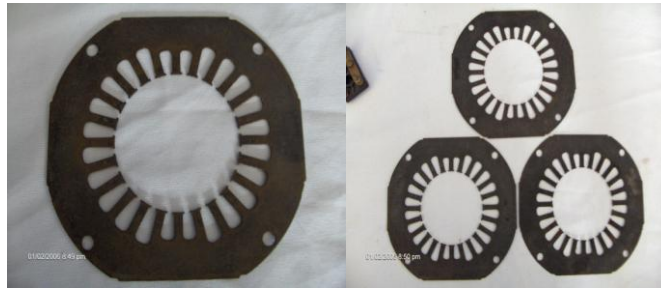
1.1.2. Yapısı

Asenkron motor stator sargılarına uygulanan alternatif akım elektrik enerjisini, rotorundan dönme hareketi yaparak mekanik enerjiye çeviren bir elektrik makinesidir.

Asenkron motorlar başlıca iki kısımdan meydana gelir. Bunlar, hareket etmeyen (duran) stator ve stator döner alanı etkisiyle dönme hareketi yapan (dönen) rotordur.

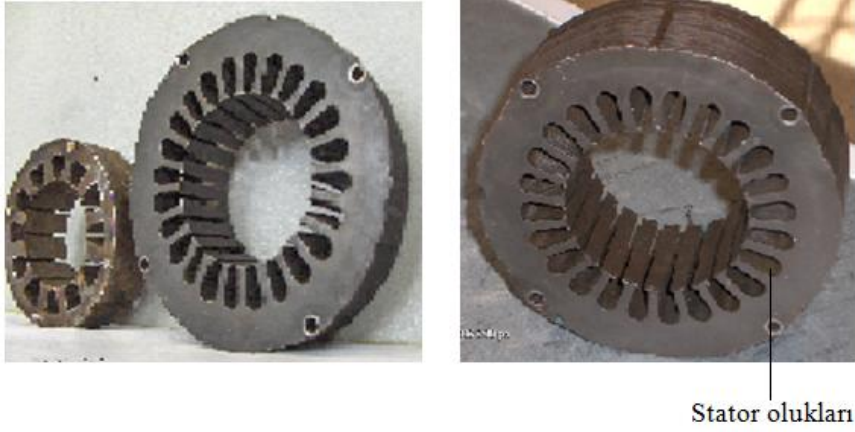
1.1.2.1. Stator

Asenkron motorların duran kısmıdır. Döner manyetik alan bu kısımda oluşur. Stator, 0,35 – 0,40 – 0,50 veya 0,80 mm kalınlıkta silisyumlu saclardan meydana gelir. Silisyumlu stator sacları özel kalıplı baskılarda basılarak yapılır. Belirli sayıdaki saclar birleştirilerek demet hâline getirilir ve paketlenir. Dağılması için dikiş kaynağı veya dış kısmı uygun kalınlıkta saca sıkıştırılır.

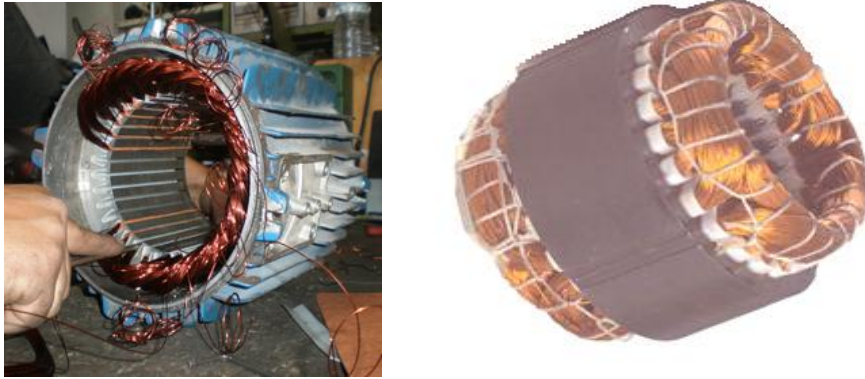


Resim 1.9: Stator sacları

Stator iç kısmına bobinlerin yerleştirilmesi için oluklar açılmıştır. Bu oluklara döner manyetik alanı oluşturacak bobinler sarılır.



Resim 1.10: Stator sac paketleri



Resim 1.11: Stator oluklarına sarılmış olan sargılar

Stator olukları değişik şekillerde yapılır. Bunlar, yarı açık, açık ve kapalı tipte yapılıır.

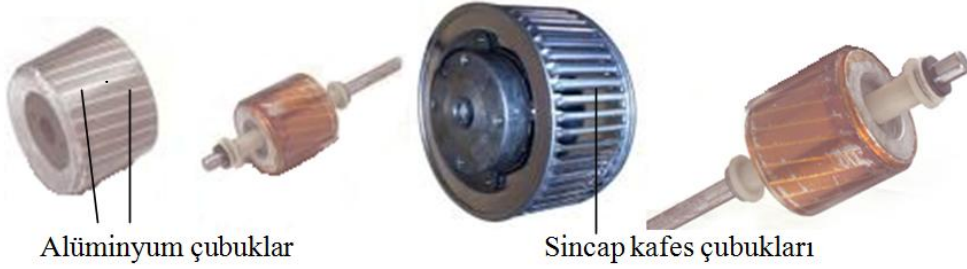


Şekil 1.2: Stator oluk şekilleri

1.1.2.2. Rotor

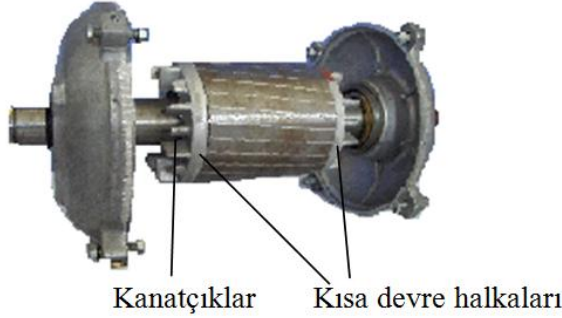
Asenkron motorların dönen kısmıdır. Rotor manyetik nüvesinin yapılışı stator sac paketine (stator nüvesine) benzer. Sargı tipine göre iki çeşit rotor vardır. Bunlar, kısa devre (sincap kafesli) rotor ile sargılı (bilezikli) rotordur.

- **Kısa devre rotor veya sincap kafesli rotor:** Silisyumlu sacların özel kalıplı baskılarda basılması ve demet hâline getirilen sacların paketlenmesiyle oluşur. Sac paketinin tam ortasından rotor mili geçer. Rotorun çevresine dar yarıklı veya tam kapalı oluklar açılır. Bu olukların içine, alüminyum eritilerek baskı dökümüyle kısa devre sincap kafes sargıları oluşturulur. Rotorun her iki tarafında rotor oluklarındaki alüminyum çubuklar yine alüminyum halkalarla kısa devre edilir.



Resim 1.12: Sincap kafesli rotor çeşitleri

Alüminyum döküm yapılırken kısa devre halkaları üzerine küçük kanatçıklar yapılır. Bu kanatçıklar motorun soğumasına yardımcı olur.

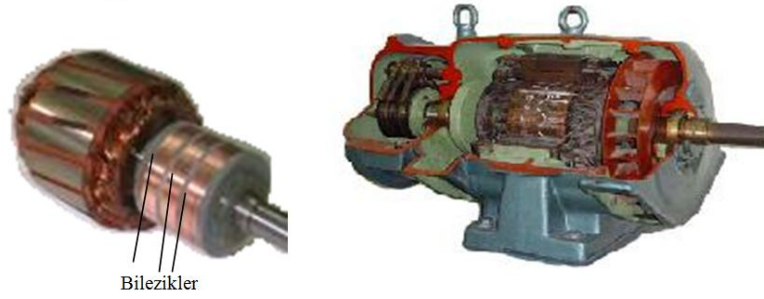


Resim 1.13: Rotor kanatçıkları

Büyük güçlü rotorlarda rotor oluklarına bakır çubuklar yerleştirilir. Bakır halkalarla çubuklar kısa devre edilir.

- **Sargılı rotor veya bilezikli rotor:** Sargılı rotor dış çevresine stator olukları gibi oluklar açılmıştır. Aynı zamanda rotor mili üzerinde, birbirlerine ve mile göre yalıtılmış pirinç veya bronz bilezikler yapılır.

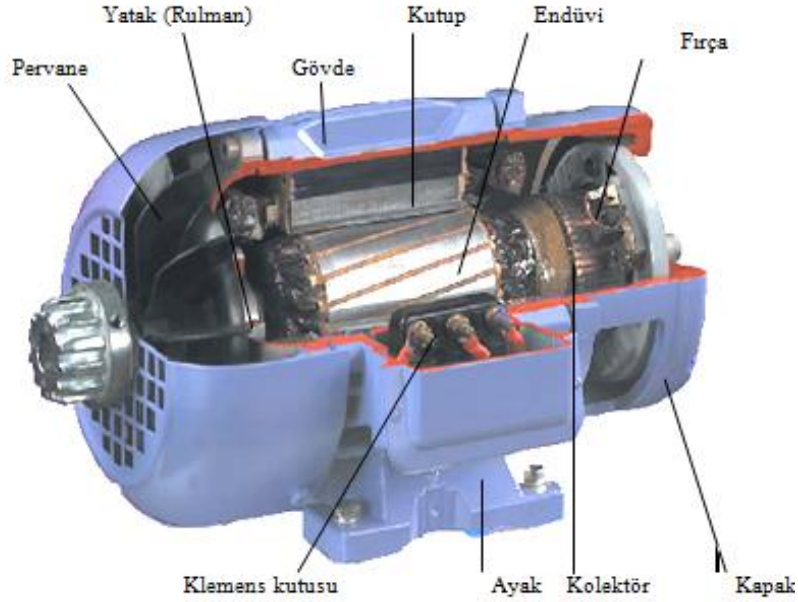
Rotor oluklarına aralarında 120° faz farklı üç fazlı alternatif akım sargısı sarılır. Sargılar üçgen veya yıldız bağlanarak üç adet sargı ucu elde edilir. Bu uçlar rotor miline yalıtılmış olan üç adet bileziğe bağlanır. Bileziklere sürtünen fırçalarla rotor sargılarına yol verme reostası bağlanır.



Resim 1.14: Üç fazlı sargılı rotorlu asenkron motor ve bilezikler

1.2. Doğru Akım Motoru

1.2.1. Parçaları

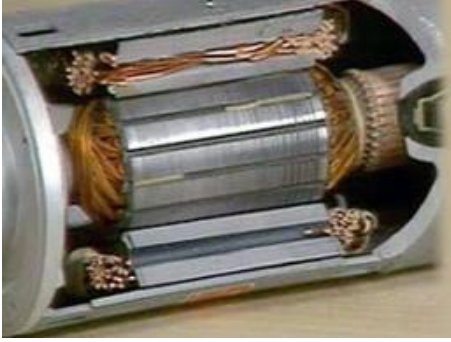


Resim 1.15: Doğru akım motorunun kısımları

- **Gövde:** Doğru akım motorunun en dış kısmı olup dış etkenlere karşı koruyuculuk ve mekanik taşıma görevi vardır. Ana kutup ve yardımcı kutupları üzerinde taşır. Motor manyetik devresinin de bir parçasıdır. Üzerinde motor taşıma halkası ve klemens kutusu vardır. Ayrıca motor ayakları da gövde üzerine monte edilir.

Gövde, çelik dökümden dökülebileceği gibi ince çelik sacların birleştirilmesi veya haddelenmiş levhaların bükülerek açık kısımlarının kaynaklanmasıyla da yapılabilir.

Küçük güçlü motorlarda ana kutup ve yardımcı kutup pabuçları ile tek parça hâlinde dökme çelikten dökülür. Büyük güçlü motorlarda ise kutuplar gövdeye cıvata, vida, perçin veya kırılmaçkuyruğu geçme ile tutturulur.



Resim 1.16: Değişik doğru akım motorları

- **Endüktör:** Doğru akım motorlarının duran kısmıdır. Manyetik alan buradaki kutuplarda oluşur. Endüktörü oluşturan kutuplar 2, 4, 6, 8 veya daha fazla kutuplu olabilir. Endüktör, ana kutuplar ve yardımcı kutuplardan oluşur. Ana kutuplar motorun çalışması için gereken ana manyetik alanı oluşturur. Ana manyetik alan, kutuplara sarılan kutup sargılarından elde edilir. Yardımcı kutuplar ana kutupların arasında bulunur. Ana kutuplara oranla daha dar yapılırlar. Yardımcı kutupların görevi komütasyonu kolaylaştırmaktır.

Kutuplar, küçük güçlü motorlarda doğal mıknatıstan yapılırlar. Büyük güçlü motorlarda ise tek parça dökme çelikten veya ince çelik sacların istenilen şekilde baskılanmasıyla elde edilen sacların paketlenmesiyle yapılırlar.



Endüktör



Kutup



Kutuplar ve sargıları

Resim 1.17: Endüktör ve parçaları

- **Endüvi:** Doğru akım motorlarında mekanik enerjinin alındığı dönen kısımdır. Küçük güçlü motorlarda endüvi sacları tek parça olarak yapılırlar. Büyük güçlü motorlarda ise dökme çelikten yapılan göbek kısmı vardır. Göbek üzerine havalandırma kanalları ve boşluklar yapılırlar. Endüvi sacları göbek üzerine kırılma geçmeleriyle yerleştirilir.

Endüvi ince silisli sacların özel kalıplı baskılarda basılmasıyla elde edilir. Elde edilen sacların üzerine endüvi sargısı yerleştirmek için oluklar açılmıştır.



Resim 1.18: Sargısız endüvi



Resim 1.19: Sargılı endüvi

Olukların yalıtımından sonra endüvi sarımı yapılır. Sarımın bitmesiyle sargı uçları kolektör dilimlerine lehimlenir. Endüvi sargılarını merkezkaç kuvveti etkisinden korumak için sargıların üzerine tahta çubuklar çakılır veya endüvinin çeşitli yerlerine ve sargı başlarına çelik telle bandaj yapılır. Balans ayarı balans makinelerinde yapılarak endüvi sarımı bitirilir.

- **Kolektör:** Kolektörün doğru akım motorlarındaki görevi, doğru akım elektrik enerjisini fırçalardan alarak endüvi sargılarına iletmektir. Endüvi sargılarından geçen akım, endüvi manyetik alanını (endüvi kutuplarını) meydana getirir.

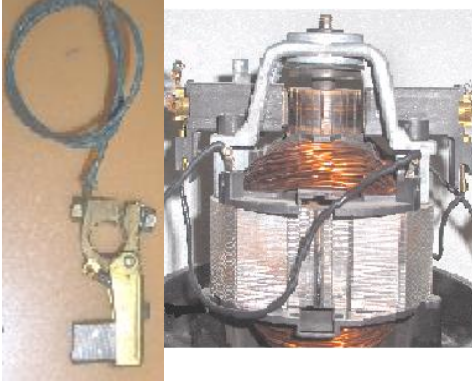
Kolektörler, haddelenmiş sert bakırdan baskılanarak kolektör dilimleri yapılır. Bu dilimler arasında 0,5 ila 1,5 mm kalınlıklı mika mikanit konarak hem dilimler arası hem de kolektörün endüvi miline karşı yalıtımı yapılmış olur. Doğru akım motorlarının en önemli ve en çok arızalanan kısmıdır.



Resim 1.20: Çeşitli kolektörler

- **Fırçalar:** Doğru akım motorlarında fırçaların görevi, doğru akım elektrik enerjisini kolektöre iletmektir. Fırçalar, sürekli olarak kolektör yüzeyi ile temas hâlinindedir.

Fırçalar, karbon-bakır veya yumuşak karbondan imal edilir. Motorun akım ve gerilim değerlerine göre yumuşak, orta yumuşak ve sert olarak yapılır. Fırçaların kolektöre temas direnci çok önemlidir. Temas direnci fırça yuvalarında kullanılan yaylarla sağlanır. İyi bir fırça basıncı için fırça basınçları ara sıra kontrol edilmelidir. Bu iyi bir komütasyon sağlamak için gereklidir. Bunun için de makinenin özelliğine göre uygun sertlikte fırça kullanılmalıdır. Aşınan fırçaların aynı özellikteki benzeri fırçalarla değiştirilmesi oldukça önemlidir. Aksi hâlde komütasyon bozulur ve kolektör-fırça düzeneğinde ark oluşmasıyla birlikte önemli arızalar ortaya çıkar.



Resim 1.21: Fırça tutucu ve fırça yuvası



Resim 1.22: Fırça çeşitleri

Fırçalar kapak üzerinde, yalıtılmış yuvalara konur. Ayrıca sac veya dökümden yapılan fırça yuvaları da kullanılır. Fırça yuvaları yalıtılarak fırça taşıyıcısına tutturulur. Fırça taşıyıcıları genellikle ayarlanabilir tipte yapılarak kapaklara yerleştirilir.

- **Yataklar:** Elektrik makinelerinin en çok arıza yapan kısımlarından biri de yataklardır. Bu nedenle sık aralıklarla kontrol edilmeleri gerekir. Yataklar kapaklar üzerine yerleştirilir.

Doğru akım motorlarında bilezikli tip metal (murç) yataklar veya bilyeli yataklar kullanılır. Metal yataklar sessiz çalışmakla birlikte sürekli bakım gerektirir. Rulmanlı yataklar ise gürültülü olup bakımları kolaydır.

Yataklarda oluşan sürtünme ve aşınmalar komütasyonun bozulmasına ve daha büyük arızaların oluşmasına neden olur.



Bilezikli (murç) yatak



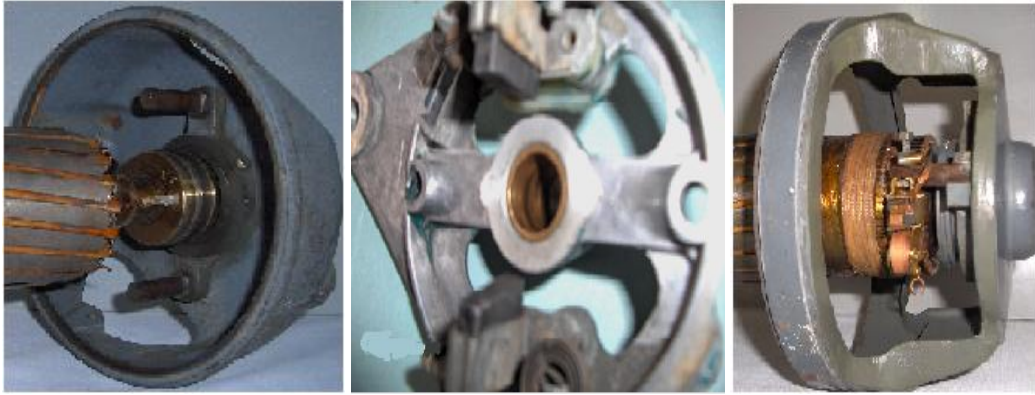
Bilyeli (rulman) yatak

Resim 1.23: Yatak çeşitleri

- **Kapaklar:** Küçük güçlü doğru akım motorlarında kapaklar kalın sacların baskılanmasıyla yapılabildiği gibi genellikle dökümden yapılan kapaklar kullanılır. Kapakların üzerinde yatakların yerleştirileceği kısımlar yapılmıştır.



Resim 1.24: Rulmanlı yatak yuva çeşitleri



Resim 1.25: Doğru akım motorlarına ait kapak çeşitleri

- **Soğutma pervanesi:** Vantilatör olarak da bilinen pervanenin görevi soğutmayı sağlamaktır.



Resim 1.26: Endüvi ve soğutma pervanesi

1.2.2. Yapısı

Doğru akım motorlarının yapısı genel olarak şu parçalardan oluşur:

- Manyetik alan kutupları ve gövde
- Endüvi ve göbek
- Kolektör ve fırçalar
- Yatak, kapak ve diğer parçalar

- **Manyetik alan kutupları ve gövde:** Doğru akım motorlarında manyetik alanın oluştuğu kısımdır, endüktör de denir. Küçük güçlü motorlarda manyetik kutuplar kalıcı mıknatıs malzemelerden yapılırken büyük güçlü olanlarda ise elektromıknatıs kutuplar kullanılır. Elektromıknatıs kutupları oluşturmak için kutup ayaklarına, yeterli manyetik akıyı oluşturacak sipirde sargılar yerleştirilir.



Resim 1.27: Manyetik alan kutupları ve gövde

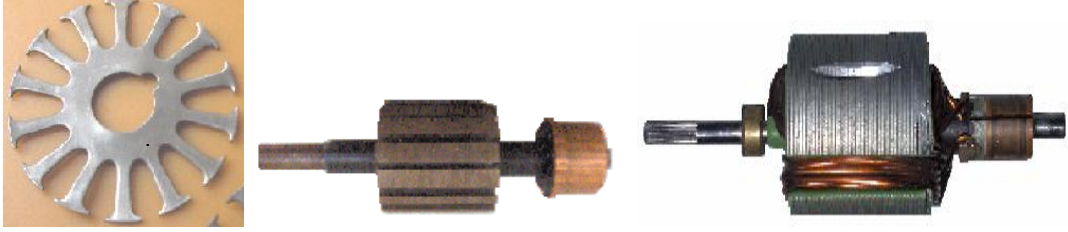
Günümüz teknolojisine uygun yapılan doğru akım motorlarında, kutuplar ince çelik sacların demet hâlinde paketlenmesiyle yapılır. Bunun iki nedeni vardır. Bunlar, kutupların endüviye bakan yüzeylerinin daha geniş yapılabilmesi ve kutup ağızlarında oluşacak nüve kayıplarının azalmasıdır. Bu kutuplar üzerine kutup manyetik alanını oluşturacak sargıların sarılmasından sonra gövdeye civata, perçin vb. ile hava aralığı kalmayacak şekilde tutturulur.

Ana kutuplardan başka komütasyonu kolaylaştırmak amacıyla yardımcı kutuplar yapılır. Yardımcı kutuplar da ana kutup aralarına yerleştirilir. Küçük güçlü motorlarda som çelikten, büyük güçlü motorlarda ise ana kutuplar gibi çelik saclardan yapılır.

Ana ve yardımcı kutupları taşıyan, manyetik devrenin bir parçası olan gövde de endüktörün bir parçası sayılabilir. Gövde aynı zamanda motorun, dış etkenlere ve zorlamalara karşı koruyucusudur.

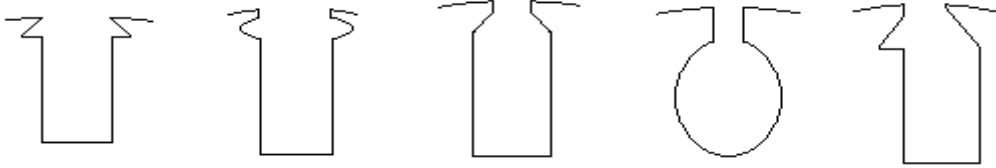
- **Endüvi ve göbek:** Doğru akım motorlarında dönen ve mekanik enerjinin alındığı kısımdır. Endüvi de manyetik kutuplar gibi ince silisyumlu sacların üzerine oluklar açılması ve bu sacların paketlenmesiyle yapılır. Endüvi saclarının ortasına endüvi mili için uygun çapta boşluk oluşturulur. Bu boşluktan da endüvi mili basınçla sıkı geçme yapılarak takılır.

Büyük güçlü doğru akım motoru endüvi mili üzerine, döküm çelikten yapılan göbek ilave edilir. Göbek kısmına açılan kanal ve boşluklar havalandırma ve soğutmayı sağlar. Olukların bulunduğu endüvi sac paketi, göbek üzerine monte edilir. Endüvinin daha iyi soğutulması amacıyla üzerine enine ve boyuna kanallar açılır. Ayrıca endüvi miline soğutma amaçlı pervane, sargı uçlarına da kanatçıklar takılır.



Resim 1.28: Endüvi sacı, endüvi sac paketi ve sarılmış endüvi

Endüvi olukları sarıma başlanmadan önce presbant ya da mikanitle yalıtılır. Sarımda kullanılacak iletkenler de emaye, pamuk, kâğıt, ipek, asbest gibi maddelerle yalıtılır. Sarım endüvi oluklarına makine veya elle yapılır. Sarım bitince uçlar sarım şemasına uygun biçimde kolektör dilimlerine lehimlenir ve sargılara bandaj yapılır. Sargıların merkezkaç etkisinden oluk dışına çıkmalarını engellemek için oluk ağızlarına fiber, tahta gibi çubuklar çakılır. Ayrıca olukların dışındaki sargılara çelik telle bandaj yapılır. Sarımı tamamlanan endüvinin balansı, balans makinelerinde yapılarak kullanıma hazır hâle getirilir.

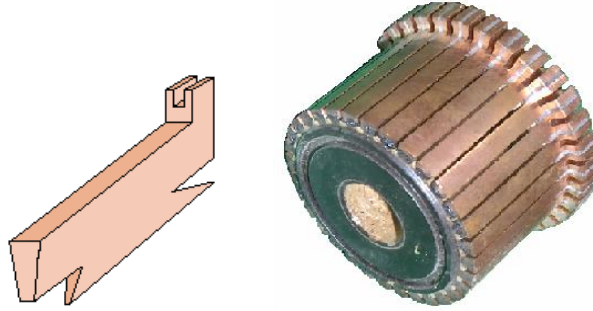


Şekil 1.3: Endüvi oluk şekilleri

- **Kolektör ve fırçalar:** Fırça kolektör düzeneği, doğru akım motoruna uygulanan doğru akımı endüvi bobinlerine iletir. Doğru akım motorlarının en çok arızaya neden olan kısmıdır.

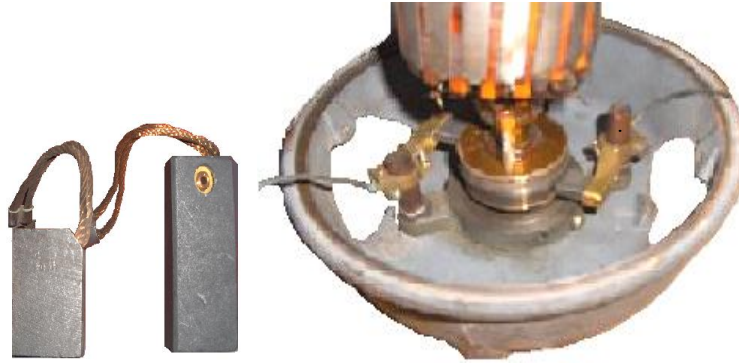
Kolektör dilimleri özel baskı makinesinde haddelenmiş sert bakırdan basılarak yapılır. Kolektör dilimlerinin bir tarafı kırlangıçkuyruğu şeklindedir. Bobin uçlarının kolektör dilimlerine lehimlenmesi için dilimlere bayrakçık da denilen yarıklar açılır. Bakır dilimler kendileri ve endüvi miline karşı aralarına ince mika ya da mikanit konarak yalıtılır. Kolektör dilimleri arasındaki gerilim farkının 15 voltu geçmemesi gerekir.

Fırçalar, endüvi akım ve gerilim değerlerine göre sert, yumuşak ve orta sert yapılı, karbondan veya karbon-bakır alaşımından yapılır. Fırçaların kolektör yüzeyine temas direnci, komütasyona etki ettiğinden çok önemlidir. Bu nedenle iyi bir komütasyon için motorun özelliğine göre uygun sertlikte fırça kullanılması gerekir. Ayrıca fırçaların kolektör yüzeyine sabit basma direncini sağlamak için de fırça yayları kullanılır.



Resim 1.29: Kolektör dilimi ve kolektör

Fırçalar, doğru akım motorlarında fırça yuvaları ile birlikte kullanılır. Fırça yuvaları yalıtılarak fırça taşıyıcısına tutturulur. Fırça taşıyıcılar da ayarlanabilecek tipte yapılarak motor kapağına tutturulur.



Resim 1.30: Fırça çeşitleri

Resim 1.31: Fırçaların kapağına tutturulması

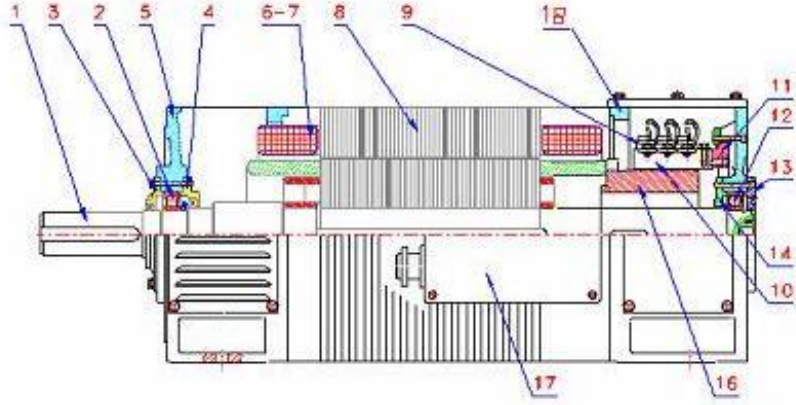
Kolektör fırça düzeneğinin çok arızalanmasının nedeni kömür, toz ve yağ birikintilerinin kolektör dilimleri arasında kirlenmesinden kaynaklanır. Bu kirlenme, dilimler arasında sızıntı akımlarının geçmesine, mika-mikanitin karbonlaşmasına (kömürleşmesine), ve kolektör dilimlerinin kısa devre olmasına neden olur. Arızalanmayı engellemek için sıkça temizlik yapılarak fırça yay basınçları kontrol edilmelidir.

- **Yatak, kapak ve diğer parçalar:** Doğru akım motorlarının en çok bakım isteyen ve arıza yapan kısmı yataklardır. Motorlarda kendi kendine yağlanan, daha çok pirinçten yapılan bilezikli tip metal yataklar kullanılır. Bu tip yataklar sessiz çalışmakla birlikte fazla bakım ister. Bundan başka bilyeli yataklar da kullanılır. Bilyeli yatakların bakımları kolay olmakla birlikte gürültülü çalışır.

Yatak arızası doğru akım motorlarında oldukça sık yaşanan önemli bir konudur. Yataklarda oluşabilecek sürtünme ve aşınma, komütasyonun bozulmasına dolayısıyla daha büyük arızaların oluşmasına neden olur.

Yataklar genellikle motor yan kapaklarına yerleştirilir. Kapaklar yapılırken yataklar için uygun yuvalar yapılır. Metal ya da bilyeli yataklar bu yuvalara uygun bir şekilde yerleştirilir. Kapaklar daha önce de belirtildiği gibi dökümden yapılır. Ancak küçük güçlü motorlarda sac kapaklar da kullanılmaktadır.

Doğru akım motorlarında yukarıda belirtilen kısımlardan başka bağlantı klemensi, taşıma halkası, bağlantı elemanları (somun, cıvata, segman vb.) kullanılmaktadır.



Şekil 1.4: Doğru akım motorunun bütün parçaları

Doğru Akım Motoru Parçaları

- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| 1. Mil | 10. Kömür tutucu |
| 2. Ön rulman | 11. Fırça tablası |
| 3. Ön rulman dış kapağı | 12. Arka rulman |
| 4. Ön rulman iç kapağı | 13. Arka rulman dış kapağı |
| 5. Ön kapak | 14. Arka rulman iç kapağı |
| 6. Yardımcı sargı | 16. Kolektör |
| 7. Armatür sargısı | 17. Klemens kutusu |
| 8. Gövde | 18. Arka kapak |
| 9. Kömür | |

1.3. Klemens

Motor klemensleri çalışma ortamı ve motor ısısına dayanıklı olmalıdır. Buldukları yer bakımından - 40 °C ile +120 °C arasında uzun süreli ısılara dayanımlı olmalıdır. Bunun için motor klemensleri POLYAMİDE 6 + CAM ELYAF'lı yapılır.

1.3.1. Yapısı



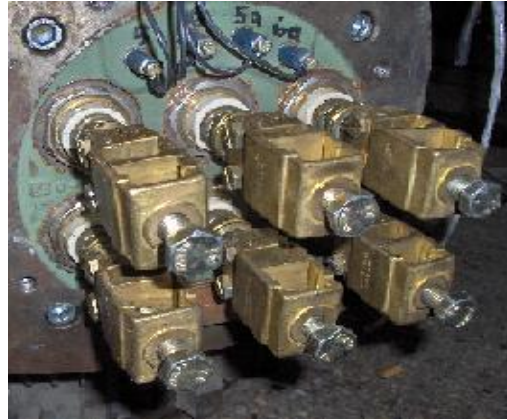
Resim 1.32: Doğru akım motoru bağlantı klemensleri



Resim 1.33: Üç fazlı asenkron motor klemens kutusu



Resim 1.34: Bir elektrik makinesi klemensleri



Resim 1.35: Elektrik makinelerinde kullanılan değişik klemensler

Her türlü elektrik makinesi, cihazlarda ve iletişim devrelerinde iletken bağlantı elemanı olarak kullanılır.

Endüstri alanında kullanılan değişik amaçlı klemenslerin ısıya dayanımları ile ilgili değişik ham maddelerden üretilen çeşitleri vardır. Polietilen, polyamide 6, polikarbonat, polyamide 6+cam elyaf vb. ham maddelerle üretilen klemenslerin ısıya dayanımları da değişmektedir.

Elektrik makinelerinde kullanılan klemensler, cam elyaf gövde üzerine pirinç vida ve somunlu yapıldığı gibi belli bir boyuta kadar bakalit gövde üzerine demir vida ve somunlu olarak da yapılmaktadır. Değişik ölçü ve özelliklerde yapılan klemensler de vardır.

1.3.2. Çeşitleri

Elektrik makinelerinde kullanılan klemens çeşitleri şunlardır:



Resim 1.36: Born klemensler

- **Born klemensler:** Somun, mil ve pullardan oluşan iletken kısım ile bakalitten oluşan yalıtkan kısımdan yapılır. Değişik akımlara göre (63 A, 100 A vb.) ölçü ve kalınlığı değişir. Bağlantının sıkça sökülüp takıldığı yerlerde kullanılır.
- **Somunlu vidalı klemensler**

Üç fazlı, cam elyafı, metal vidalı klemensler
Üç fazlı, cam elyafı, pirinç vidalı klemensler
Özel ölçü klemensleri



Resim 1.37: Somunlu vidalı klemens çeşitleri

1.3.3. Görevi

Klemenslerin görevi, elektrik akımının değişik tip ve şekildeki iletkenler arasındaki iletimini sağlamaktır. Elektrik arızalarının büyük çoğunluğu iletimden kaynaklanır. Bu nedenle elektrik akımının uygun, güvenli ve çalışma emniyeti bakımından kesintisiz biçimde iletilmesi oldukça önemli bir konudur.

1.3.4. Meydana Gelebilecek Arızalar

Elektrik makinelerinde, elektrik akımının devre elemanları arasında iletilmesi oldukça önemlidir. Bu anlamda motor klemenslerinde meydana gelebilecek arızalar şunlardır:

- Klemenslere bağlanan iletkenlerin gevşek bir şekilde bağlanmasıdır
- Klemenslere bağlanan iletkenlerin klemens somunlarının pul, rondela veya kontra somun kullanılmadan yapılan bağlantılardan dolayı, zamanla ortaya çıkan gevşekliklerdir.
- İletken bağlantı elemanlarının vida veya somun dişlerinin bozulması, aşınması, diş sıyırması vb.dir.
- Klemens yapımında kullanılan yalıtkan malzemenin onarım, mekanik darbeler vb. durumlardan dolayı çatlaması ya da kırılmasıdır.
- Motorun sürekli çalışma şartlarından dolayı motor klemensinin yalıtkan maddesinin aşırı ısıdan dolayı kavrulması, yanması sonucu yalıtkanlığının zayıflaması gibi nedenlerden dolayı klemens arızaları görülebilir.

1.4. Motor Mili

1.4.1. Yapısı

Dönme hareketi yapan, dik kesitleri daire ve boyları uzun olan makine parçalarına mil denir.

Motor milinin bir kısmı mili destekleyen, dönmesi için ona yuvalık yapan yatakların içindedir. Milin ikinci kısmı kasnak, kaplin, dişli çark vb. parçaların içindedir. Milin bu gibi makine parçalarıyla birleştirilmesi kamalarla yapılır. Elektrik motor mili ucuna bu nedenle kama yuvası açılır ve bu kısma kama yuvası denir. Milin üçüncü kısmı da motor yan kapaklarındaki yataklar ve diğer makine elemanları arasında bulunur.

Miller daha fazla haddeden sıcak olarak geçirilerek biçimlendirilir. Milin aşınmasını azaltmak ve dayanım ömrünü uzatmak için değişik yöntemlerle sertleştirilir ve taşlanır. Millerin radyal yataklar içinde çalışan bölümleri sert krom ile kaplanır. Elektrik motorlarında kullanılan miller genellikle dolu malzemeli yapılır.



Resim 1.38: Mil kaması ve mil yuvası

Mil ucu kamalar gömme tip olarak yapılır. Bunun nedeni, mil ucuna takılacak olan kasnak, kaplin vb. şeylerin çakılması sırasında sıyrarak çatlamaya neden olmaması içindir.

1.4.2. Görevi

Elektrik motoru milinin görevi, motorun rotorunda meydana gelen mekanik enerjinin diğer makinelere iletilmesidir. Miller, mekanik enerjinin iletiminde yataklarla birlikte çalışır. Yataklarla birlikte eksensel, radyal ve kombine yükleri en iyi şekilde taşımaktadır. Uzun ömürlü olmaları ise mil ve yataklarda aranan özelliklerdir.

1.4.3. Meydana Gelebilecek Arızalar

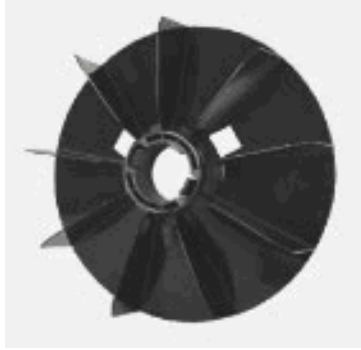
Milde aşırı, ani ve büyük yüklenmeler ya da mekanik zorlanmalar nedeniyle mil burulması veya kırılması olabilir. Bilye yatağının aşınması, mil kama yuvasının veya kamanın bozulması, motor bakım ve onarımları esnasında mil başının şişmesi, mil çapının iletilecek güce uygun olmaması gibi nedenlerden motor milinde arızalar meydana gelir.

Bütün bu görülebilecek arızalara rağmen motor mili en az arızalanan kısımdır.

1.5. Soğutucu Pervane

1.5.1. Yapısı

Elektrik makinelerinde bulunan soğutucu pervane, milin arka kısmında bulunur. Polyamide 6 adı verilen yüksek nitelikli plastik malzemeden akıtma yoluyla yapılır. Sürekli çalışmada $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ aralığındaki ısılara dayanıklıdır.



Resim 1.39: Motor soğutma pervanesi

1.5.2. Görevi

Elektrik motorlarında soğutucu pervane, soğutma görevini yapar. Emdiği havayı motor yüzeyine (kaburgalara) üfleyerek soğutmayı gerçekleştirir. Pervane muhafaza taşı ile birlikte kullanılır. Pervane muhafaza taşı soğutucu pervaneyi koruduğu gibi pervanenin emdiği havayı gövde üzerine yönlendirir. Böylece soğutma daha verimli yapılmış olur.

1.5.3. Meydana Gelebilecek Arızalar

Motor milinin uzun süreli, aşırı ısınması sonucu soğutucu pervane göbeği (mile temas yüzeyi) eriyerek bollaşır.

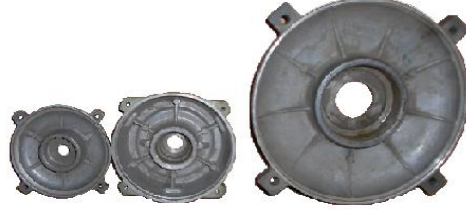
Bakım ve onarımlar sırasında veya mekanik darbelerden kaynaklanan, soğutucu pervane gövde veya kanatçıklarında çatlama, kırılma, kopma vb. nedenlerden rotor balansı bozulabilir.

1.6. Kapaklar

1.6.1. Yapısı

Elektrik motor kapakları gövdeye iki taraftan bağlantı elemanlarıyla birlikte monte edilir. Genellikle alaşımli alüminyum baskılı dökümden veya küçük güçlü doğru akım elektrik makinelerinde kalın sacların baskılanmasıyla ya da dökümden yapılıır.

Kapakların üzerinde yatak yuvaları bulunur. Küçük güçlü elektrik makinelerinde yataklar kapakların üzerine monte edilir. Daha büyük güçlü olanlarda rulmanlara uygun yatak yuvaları yapılıır.



Resim 1.40: Muhtelif motor kapakları

1.6.2. Görevi

Elektrik motorlarının dönen kısmı olan rotorun veya endüvinin duran kısım ortasında, eşit hava aralığı ile dönmesini sağlamaktır.

Üzerinde bulunan yataklar sayesinde dönen kısmın en az yatak sürtünmeyle balanssız bir şekilde dönmesi sağlanmaktadır. Böylece motorun verimi de artmaktadır.

Döner kısmın mile eksensel doğrultuda, mekanik kayma olmadan yataklanmasını sağlamaktır.

1.6.3. Meydana Gelebilecek Arızalar

Kapaklarda bulunan yatak (rulman-bilye) yuvalarının aşınması sonucu yataklar boşluk yapar.

Kapağın gövde ile birleşme yüzeylerinde aşınma sonucu döner kısmın eşit hava aralığı bozulur veya duran kısma sürter.

Motor bakım ve onarımları esnasında kapaklarda çatlama, kırılma sonucunda döner kısımda balans bozukluğu olur.

Kapakların gövdeye tutturulmasını sağlayan vida deliklerinin aşınması, çatlaması, kırılması gibi arızalar meydana gelir.

1.7. Aktarma Organları

1.7.1. Yapısı

Mekanik gücün döndürülecek makinelere aktarılması, değişik güç aktarma elemanlarıyla yapılır. Bu elemanların yapısı birbirine göre farklılık gösterir. Aşağıda değişik güç aktarma organları incelenmiştir.

- **Kaplinler:** Kaplinler milleri birbirine bağlayan elemanlardır. İki mil arasında mekanik bir bağlantı yapılarak mekanik güç aktarılır.



Resim 1.41: Kaplin çeşitleri

Yüksek alaşımlı çelikten yapılır. Çok değişik tip ve çaplarda imal edilen kaplinler vardır. Kullanılacak yere uygun kaplinler seçilerek kolayca montajları yapılır.

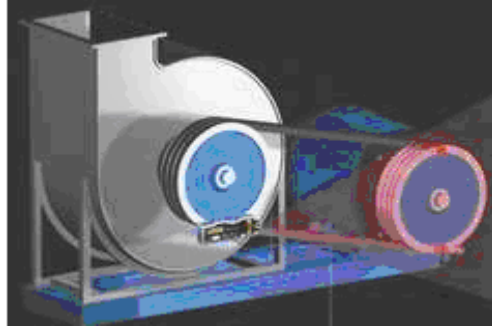
- **Redüktörler:** Hareket iletimi sessiz ve darbesiz bir şekilde yapılır. Redüktörler, titreşimsiz, yüksek verimli, dayanıklı, uzun yıllar sorunsuz çalışma özellikleri olan aktarma organıdır. Aynı zamanda çok değişik devir sayıları elde etme seçenekleri ve bakım kolaylıkları vardır.



Resim 1.42: Redüktörlü motorun kesit görünüşü

Redüktörler mekanik enerji üreten motor ile aynı gövdeye monte edilir. Mekanik enerji aktarımı kendiliğinden yağlanan dişlilerle sağlanır. Bu sayede verimleri oldukça artar.

- **Kasnak kayış sistemleri:** Kasnaklar, iki mil arasında kayışlar yardımıyla hareket ve kuvvet ileten makine elemanlarıdır. Kullanılan kayış biçimine bağlı olarak kasnak biçimleri de değişir. En çok kullanılan kasnaklar, düz kayış kasnakları ve V kayışı kasnaklarıdır.



Resim 1.43: Hareketin kasnak kayış sistemiyle aktarılması

Mekanik enerji millere takılan kasnakların uygun kayışlarla birleştirilmesiyle aktarılır. Gürültülü çalışır. Kasnak ayarlarının çok iyi ve hassas bir şekilde yapılması gerekir. Yatay ve dikey iki kasnak pozisyonlu çalışabilir. Titreşim ölçüm yapılarak azaltılabilir.

Kasnak ve kayış aşınmaları ve kasnakların birbirine göre montaj hataları görülebilir.

1.7.2. Görevi

Aktarma organlarının görevi, milleri birbirine bağlamaktır. Mekanik güç aktarımı, mekanik güç kaynağı olan motor milinden alınan mekanik gücün, döndürülecek elemanın miline mekanik bir bağla aktarılmasıyla gerçekleştirilir. Yani mekanik güç aktarımı iki mil arasındaki mekanik bir bağ ile yapılır.

1.7.3. Meydana Gelebilecek Arızalar

Aktarma organlarında oluşan her türlü balans bozukluğu, eksensel ve paralel kaçıklık yüksek maliyetli kazalara neden olur. Aynı zamanda rulmanların, kaplin ve kasnak-kayış sisteminin ömrü de azalır.



Resim 1.44: Arızalı bir kaplin lastiği



Resim 1.45: Çeşitli kasnak kayış arızaları


Aktarma organlarından kasnak-kayış sisteminde kasnak çatlağı, kayış kopması, kasnaklarda eksensel, radyal ve açısal kaymalar oluşması, kasnak ayarsızlığı enerji sarfiyatı, malzeme ömrünün kısalması ve verimsiz çalışma anlamına gelir. Bu konuda en uygun kasnak ayarı lazer teknolojisi ile imal edilen titreşim analizrleriyle yapılmaktadır.



Kaplin dişlerinde, esnek kavrama elemanlarında veya kaplin lastiklerinde aşınmalar, kasnak ya da kaplin yuva aşınması gibi arızalar görülebilir. Kaplin ayarsızlığı da lazerli titreşim analizörleri ile giderilebilmektedir.

Redktrlerde ise yağsızlıktan dolayı diş aşınması veya sıkışması, yağ keelerinden yağ kaçırma, aşırı ve dengesiz yüklemelerden dolayı ısınma ve yanma gibi arızalar görülebilir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Öğretmeninizin size vereceği elektrik motorunun mekanik kısımlarının arızasını aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek tespit ediniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Klemens sağlamlık kontrolünü yapınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ Arızalı motorun klemens kutusundaki kapak vidalarını sökünüz. Önceden hazırladığınız boş bir eleman kutusuna atınız.➤ Klemens vidalarına bağlı olan motor sargı uçlarını etiketleyerek sökünüz. Söktüğünüz somun, köprüleme parçalarını eleman kutusuna bırakınız.➤ Klemensi motor gövdesinden sökünüz.➤ Klemensin toz, nem, yağ, kir, pas gibi oluşumlarını, basınçlı hava veya fırça ile iyice temizleyiniz.➤ Klemens vida ve somun dişlerini kontrol ederek sağlamlığını kontrol ediniz.➤ Klemensde hiç arıza tespit etmediyseniz tekrar klemensi, klemens kutusuna vidalayınız.
<p>➤ Motor milinin kontrolünü yapınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ Arızalı motorun her iki yan kapaklarına ve gövdesine noktalama işlemini yaparak kapakları dikkatlice sökünüz.➤ Rotoru gövde içerisinden çıkarınız.➤ Rotor milinin rulmanla birleşim yerlerini, milin her iki ucunu, kama yuvasını ve kamayı ilgili modül bilgilerini anımsayarak inceleyiniz. Arıza olup olmadığını tespit ediniz.
<p>➤ Motor pervanesinin kontrolünü yapınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ Motor pervanesini rotor milinden uygun sökme aletleri (segmanlıysa uygun segman pensi, çektirme vb.) kullanarak dikkatlice sökünüz.➤ Pervane üzerindeki kir, yağ, toz vb. oluşumları fırça ile temizleyiniz.➤ Motor pervane kanatçıklarını ve gövdesini fazla zorlamadan hafif hafif esnetiniz.➤ Herhangi bir çatlama, kopma ve kırılma olup olmadığını tespitini yapınız.➤ Pervanenin mil yuvasında aşınma, bollaşma olup olmadığına bakınız.➤ Arıza tespit etmediyseniz pervaneyi dikkatlice yerine tekrar takınız.

<p>➤ Motor kapaklarının kontrolünü yapınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Motor kapakları söküldükten sonra kapakların yağ, kir, toz, pas vb. oluşumlarını iyice temizleyiniz. ➤ Kapaklar üzerinde çatlama, kırılma, aşınma gibi oluşumlar olup olmadığını kontrol ediniz. ➤ Kapakların gövdeye bağlandığı vida yuvalarında aşınma, bozulma, kırılma vb. olup olmadığını kontrolünü yapınız. ➤ Yatak yuvaları kontrol edilerek aşınma, eksantriklik gibi olumsuz oluşumların olup olmadığını kontrol ediniz.
<p>➤ Motorun aktarma organlarının kontrolünü yapınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Motorun miline bağlanmış olan kaplin, kasnak vb. aktarma organını uygun bir çektirme kullanarak rotor milinden sökünüz. ➤ Aktarma organının pas, kir, yağ, toz, talaş vb. oluşumlarını iyice temizleyiniz. ➤ Aktarma organının mil yuvası ve kama yuvasında aşınma, bollaşma olup olmadığını kontrol ediniz. ➤ Kaplin lastiği veya esnek kaplin elemanlarında aşınma olup olmadığını inceleyerek kontrol ediniz. ➤ Kaplin veya kasnak ayarsızlığı olup olmadığını da uygun montaj yapıldıktan sonra kontrol ediniz.
<p>➤ Söktüğünüz bütün paçaları tekrar toplayarak motorun montajını yapınız.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sökme işlem sırasını anımsayarak motorun tüm parçalarını eksiksiz monte ediniz. ➤ İşlem sırasını karıştırdığınızda modül bilgi sayfalarından yararlanınız veya öğretmeninizden yardım isteyiniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş güvenliği kurallarına uygun çalışma yaptınız mı?		
2. Klemensden sargı uçlarını sökerken etiketleme yaptınız mı?		
3. Motor kapaklarını sökmeden önce kapaklarla gövdeye noktalama işaretlemesi yaptınız mı?		
4. Klemens, pervane, kapakları, kaplin gibi motor parçalarının toz, kir, pas, yağ, talaş vb. olumsuz oluşumlarını yeterince temizlediniz mi?		
5. Kapaklarda bulunan rulman yuvalarını iyice kontrol ettiniz mi?		
6. Aktarma organlarını milden sökerken çektirme kullandınız mı?		
7. Motoru yeniden topladıktan (montaj) sonra aktarma organlarının ayarlarını kontrol ettiniz mi?		
8. Motoru sökme ve toplama (montaj) işlemlerinde yerine uygun takım ve malzeme kullandınız mı?		
9. Kullandığınız takım ve aletlerin temizliğini yaparak sağlam ve eksiksiz olarak yerlerine bıraktınız mı?		
10. Motoru yeniden toplamayı başardınız mı?		
11. Çalışma yaptığınız atölyenin temizliğini yaptınız mı?		
12. Uygulama faaliyetini size verilen sürede tamamladınız mı?		
13. Çalışmalarınızı iş önlüğü giyerek mi yaptınız?		

DEĞERLENDİRME

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

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere getirilecek bilgilerin bulunduğu seçeneği işaretleyiniz.

- Doğru akım motorlarında manyetik alanın meydana geldiği kısma denir.
A) Endüktör
B) Endüvi
C) Kolektör
D) Fırçalar
- ve doğru akım elektrik enerjisini endüviye ileten kısımlardır.
A) Fırça-Kutuplar
B) Fırça-Kolektör
C) Klemens-Endüktör
D) Kolektör-Yataklar
- Asenkron motorun rotoru iki çeşittir. Bunlar rotor ve rotordur.
A) Bakırlı- Alüminyumlu
C) Kısa Devreli-Sincap Kafesli
B) Kısa Devreli-Sargılı
D) Bilezikli-Sargılı
- Asenkron motorlarda soğutma emdiği havanın, vasıtasıyla gövde kanallarına yönlendirilmesiyle yapılır.
A) Pervanenin-kasnak
B) Pervanenin-Rotor Kanatçıkları
C) Rotorun- Pervane
D) Pervanenin- Muhafaza Tası
- Stator yapılır.
A) Çelik dökümden
B) İnce silisyumlu sacların paketlenmesiyle
C) Alüminyum pres dökümden
D) Tek parça pik dökümden
- Sargılı rotor oluklarına aralarında faz farklı alternatif akım sargısı sarılır. Sargılar veya bağlanarak elde edilen üç adet sargı ucu bağlanır.
A) 120° - Yıldız-Üçgen-Bileziklere
B) 180° -Üçgen -Yıldız-Kolektöre
C) 120° -Seri-Paralel-Bileziklere
D) 360° - Paralel-Seri-Fırçalara
- Motor milinin kasnak, kaplin, dişli gibi aktarma organlarıyla birleştirilmesiyapılır.
A) Klemenslerle
B) Yataklarla
C) Kamalarla
D) Kayışlarla

8. Motorların ürettiđi mekanik güç döndürülecek makinelere.....ile iletilir.
A) Rulman
B) Rotorla
C) Kama
D) Kaplin
9. Motorların hareket iletimi sessiz, darbesiz ve verimli bir şekilde yapılır.
A) Zincirle
B) Kasnakla
C) Kaplinle
D) Redüktörle
10. Aktarma organlarındaki ayarsızlık artırır.
A) Enerji Tüketimi
B) Verimi
C) Kaplin Ömrü
D) Rulman Ömrü

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Motorun rulmanlarında meydana gelebilecek arızaları tespit edebilecek ve rulmanların bakımını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

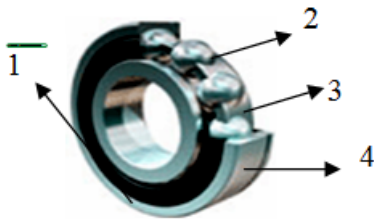
- Elektrik makineleri satışı ve tamiri yapan iş yerlerini, bobinajcıları ve rulman satıcılarını ziyaret ederek rulman çeşitlerini öğreniniz.
- Rulman bakımının nasıl yapıldığını ve en çok hangi rulman arızalarının oluştuğunu öğreniniz.
- Kulaklıkları gürültü dinleme, enfraruj termometre ve titreşim ölçüm cihazlarını veya aletlerini görebilerek inceleyiniz. Mümkünse birer uygulama yapınız.
- Yukarıdaki konularda internetten de araştırma yapınız.
- Araştırma ve incelemelerinizi rapor hâline getirerek atölye veya sınıfta tartışınız.

2. RULMANLAR

2.1. Rulmanların Yapısı

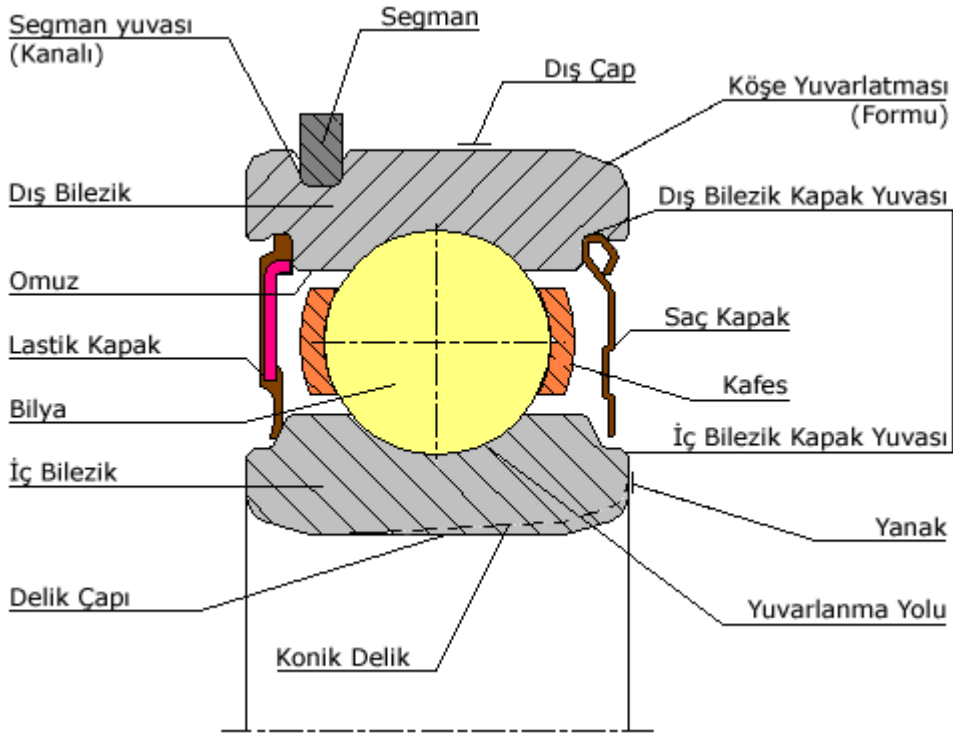
Milin dönmesini kolaylaştırmak için değişik biçimlerde yuvarlanan parçaları bulunan yataklara rulmanlı yataklar denir.

Rulmanlı yataklar genellikle şu ana kısımlardan oluşur:



1. İç bilezik
2. Yuvarlanan parçalar (bilye)
3. Kafes
4. Dış bilezik

Resim 2.1: Rulmanın kısımları



Şekil 2.1: Rulmanın (ayrıntılı kesit görünüşü) yapısı

2.1.1. İç Bilezik

İç bilezik çelikten yapılır, sertleştirilir ve taşlanır. Bileziğin mil ile beraber dönebilmesi için mile sıkıca geçirilir.

2.1.2. Yuvarlanan Parçalar (Bilye)

Yatak içindeki sürtünme direncini azaltmak amacıyla kullanılan iç bilezik ile dış bilezik arasındaki parçalardır. Yüksek kaliteli çelikten yapılan bu parçalara rulman dendiğinden bu tür yataklara da rulmanlı yataklar adı verilir.

Rulmanlar, mil dönerken kendi ekseninde döner ve iç bileziğin çevresinde yuvarlanma hareketi yapar. Rulmanlar çeşitli biçimdedir ve yatağın adlandırılması, bunların biçimine göre olur.

Günümüz teknolojisinde hibrid rulmanlar kullanılmaktadır. Hibrid rulmanlarda yuvarlanan parça seramik, bilezikler ise çelikten yapılır. Hibrid rulmanlar yüksek sıcaklıkta ve yüksek hızlarda başarılı olarak görev yapar. Bu rulmanlar, günümüzde özellikle başta havacılık ve uzay endüstrisi (gaz türbinleri) olmak üzere elektrik motorları, dişli kutuları, pompalar, takım tezgâhları ve kompresörler gibi çeşitli sistemlerde kullanılmaktadır. Hibrid rulmanlar, yüksek sıcaklıkta ve yüksek hızlı sistemlerde düşük titreşimle üstün bir performans sergilemektedir. Hibrid rulmanların ömürleri daha uzundur. Bu gibi özelliklerden dolayı seramik esaslı rulmanların kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır.

2.1.3. Kafes

Rulmanlı yataklarda kafes, rulmanlara kılavuzluk yaptığı için kılavuz bileziği de denir. Eğer kafes kullanılmazsa rulmanlar birbirine değer. Mil dönme hareketi yapınca da rulmanlar kısa zamanda birbirlerini aşındırır. Kafes, rulmanları eşit mesafede tutarak birbirini aşındırmasını önler. Aynı zamanda rulmanların eşit değerinde yüklenmesini sağlar. Bu nedenlerden dolayı kafes önemli görevler yüklenmiştir.

Kafes, sürekli rulmanlarla sürtüneceğinden aşınmanın rulman yerine kafeste olması için yumuşak gereçlerden (yumuşak çelik, pirinç, bronz, cam elyaf takviyeli polyamid vb.) yapılır. Hatasız montajlarda kafese fazla yük gelmez ve kafes olarak çelik sac yeterli olur.

2.1.4. Dış Bilezik

Dış bilezik çelikten yapılır, sertleştirilerek taşlanır. Dış bileziğin yatak kutusuna, makine gövdesine sıkıca geçmesi veya özel bir konstrüksiyonla alından sıkıtılarak dönmesi önlenir.

2.2. Rulman Bakımı

Rulmanlı yataklarda işletme sıcaklığı +120 °C'yi geçmemelidir. Ancak özel olarak hazırlanmış yataklarda bu sıcaklık +150 °C'ye kadar yükselebilir.

Rulmanlı yatak ne kadar az ısınır o derecede rahat ve sessiz çalışır. Yağın viskozitesi düşmez, yağ çabuk eskimez ve yatak uzun ömürlü olur.

Normal işletme koşullarında rulmanlı yataklar genellikle gres yağı ile yağlanır. Gres yağının yapışma yeteneği fazla, nem ve pisliklere karşı koruyucu özelliği de üstündür.

Rulman yatağına ait boşluğun %30 ila %50 kadarı gres yağı ile doldurulmalıdır. Aksi hâlde yağ rulmanlar ile iç bileziğin dönüşünü güçleştirerek gereksiz ısınmalara neden olur. Böylece yağın ömrü azalmış olur.

Rulmanlı yatak çok az dönüşle çalışıyorsa ve çalışma yeri rutubetliyse gres yağı kullanılmalıdır.

Rulmanlı yatak çalışma sırasında en çok +60 °C'ye kadar ısınıyorsa kalsiyum sabunlu gresler kullanmak uygundur. -30 °C ile 80 °C arasında ısınıyorsa sodyum sabunlu gresler kullanmak uygundur.

Özellikle küçük çaplı ve sabit yataklar takılacağı zaman yağlanır. Yağın ömrü yatağın ömründen fazla olduğundan sonraki yağlamalar gereksizdir. Büyük ve oynak rulmanlı yataklar yağı fazla eskitir. Bu durumda yatağın bir veya iki yılda bir sökülerek yıkama benzini ya da temiz benzinle yıkanması ve temizlenmesi gerekmektedir.

Temizlenmiş yatak iyice gözden geçirilmeli ve iyice yağlandıktan sonra yerine takılmalıdır. Yataktan yersiz ses alınıyorsa hemen yenisiyle değiştirilmelidir.

Yağın yatak içinden dışarıya sızmasını ve dışarıdan toz, talaş, su vb. zararlı şeylerin yatak içine girmesini önlemek için yağ keçeleri kullanılmalıdır. Yatağın taşıdığı milin yatak kutusundan çıkış yerlerinde birer yağ keçesi bulunmalıdır. Böylece yağ keçesi mili iyice sardığından dolayı yağ sızması önlenmiş olur.

Rulmanlı yatakların paslanmaya karşı korunması için yatak ambalajlanmadan önce bir madde ile işlem görür. Yatak ambalajından, çalışacağı yere takılacağı anda çıkarılmalı ve gereksiz şekilde açıkta bırakılmamalıdır.

2.3. Rulmanların Önemi

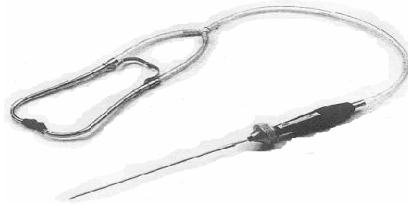
- Rulmanlı yatakların sürtünme direnci daha az olduğu için kayıp güç miktarı azalır. Makinenin verimi artar. Mil daha kısa zamanda harekete geçer. Çalışma hızı yüksek olan mil için kullanılmaya elverişlidir.
- Yatak boşluğu azaldığından daha hassas makine yapımı kolaylaşır.
- Yatakta bozulma olursa kısa zamanda değiştirilebilir.
- Az yer kapladığı için makinelerin küçük hacimli yapılmasını sağlamışlardır.
- Yağ sarfiyatları azdır. Bazı rulmanlarda yağ ömrü rulman ömründen de fazladır.
- Standartlara göre üretildiklerinden her zaman piyasada, her çeşidini bulmak mümkündür.
- Mil gerecinin yapılarına etkisi yoktur.

2.4. Rulman Arızalarının Tespit İşlemi

Rulman arızalarının tespitinde en önemli arıza bildircisi rulmanın sesi olarak bilinir. Örneğin, klasik arıza tespitleri kulağımızın doğrudan duyduğu rulmanın sesine göre yapılmaktaydı. Ancak gelişen günümüz teknolojisinde çok değişik yöntemlerle rulman arızalarında doğru teşhisler koyan cihazlar yapılmıştır. Bu cihazlar kullanılarak rulman arızalarının tespiti, çok kolay, çabuk ve doğru bir şekilde yapılmaktadır.

2.4.1. Kulaklıklılı Gürültü Dinleme Aleti

Kulaklıklılı gürültü dinleme aleti ile rulman gürültüsü kolaylıkla ve hızlı bir şekilde kontrol edilebilmektedir. Bu alet tıpkı bir doktor stetoskobu gibi kullanılmaktadır.



Resim 2.2: Kulaklıklılı gürültü dinleme aleti

2.4.2. Sıcaklık Ölçüm Tabancası

Bu cihazlar, gönderdikleri kızıl ötesi ışın ile bir noktadaki sıcaklığı ölçer. Uzaktan nokta sıcaklıklarını ölçmek için kullanılan pratik ve ekonomik cihazlardır. Seçimi uzaklık ve sıcaklık aralığı bazında yapmak gerekir.

Rulmanların ısı bu cihazlarla aralıklı bir şekilde ölçülmek suretiyle ısı değişimleri izlenir ve rulmanların arızası tespit edilir.

2.4.3. Titreşim Ölçüm ve Analiz Cihazları

Titreşim ölçümü yapabilmek için gerekli ilk şart bir titreşim ölçüm cihazı ve probudur. Çoğu zaman cihaz beraberinde bir kalibratör kullanılması da gerekli olmaktadır.



Resim 2.3: Titreşim ölçüm cihazı

Titreşim ölçüm problemlerini aşağıdaki gruplara ayırabiliriz:

- Akselerometre: Geniş frekans ve dinamik aralığa sahip ve nispeten ufak yapıda olması sebebiyle en genel amaçlı transdüserdir.
- Hız probu, çoğunlukla orta frekans bölgesini içeren izleme sistemlerinde kullanılmaktadır.
- Deplasman probu, özellikle düşük frekanslı deplasman ölçümünün gerektiği şaft titreşimi, eksen kaçıklığı gibi ölçümlerde faydalı olmaktadır.
- Titreşimetreler: Sadece sayısal bir değer olarak makine üzerindeki titreşim seviyesi öğrenilmek isteniyorsa titreşimetre kullanılmalıdır.
- Titreşim arıza detektörleri: Sayısal değerlerin yanında rulman arızaları, kaplin ayarsızlığı, balans bozukluğu gibi basit arızalar spektrum (titreşim grafiği) analizi yapılmadan tanımlanmak isteniyorsa titreşim arıza dedektörleri kullanılmalıdır.
- Titreşim spektrum analizörleri: Spektrum analizi yapabilmek için ölçüm sonuçlarının kaydedilebileceği bilgisayar destekli bir titreşim ölçüm cihazıdır.

Balans bozukluğu
Kaplin ayarsızlığı
Rulman arızası
Kaymalı yatak arızası
Ankraj ve şase gevşekliği
Mekanik gevşeklikler

Fanlarda ve pompalarda akış bozuklukları
Elektrik motorlarında bazı elektriksel arızalar titreşim analizi ile bulunabilir.

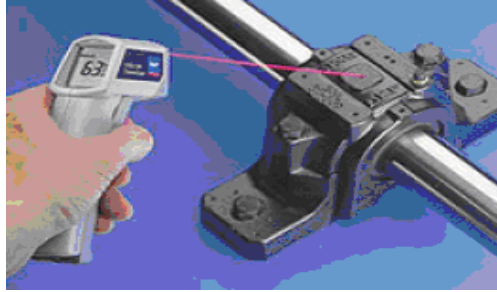
2.5. Enfraruj Termometre Kullanımı

Enfraruj termometre kullanımı son derece pratik, hassas bir termometredir. Sadece sıcaklığı ölçmek istenen cisme kırmızı ışık noktası doğrultulursa MAX, MIN, ΔT gibi ölçümleri enfraruj termometre ekranından C veya F birimleri ile okunur.



Resim 2.4: Değişik enfraruj termometreler

- **Termal görüntüleme:** Termal görüntüleme dönen ya da sabit sistemlerde ısısal farklılık oluşturan problemlerin tespitinde yüksek verimlilikle kullanılan bir önleyici bakım tekniğidir. Rulman arızaları, elektriksel bağlantılardaki problemler ve soğutma problemleri infrared termal görüntüleme ile tespit edilebilmektedir.



Resim 2.5: Termal görüntüleme

2.6. Titreşim Ölçüm Cihazını Kullanma

Makinelerin çalışma koşulları altında yaydıkları titreşim, onların durumları hakkında fikir vermektedir. Rulmanlar, dişli kutuları, elektrik motorları, fanlar gibi her tür dönen donanım üzerinde bir kereye mahsus veya periyodik olarak titreşim analizi yapılarak arıza nedenleri tespit edilmektedir.



Resim 2.6: Doğrudan ölçme yapan ve okunabilen titreşim ölçüm cihazı

El tipi titreşim ölçüm cihazları ile titreşim ölçümüne dayalı makine bakımına yönelik tüm ölçümler yapılabilmektedir. Tüm rulman markalarının titreşim arıza frekansları veri tabanını da içeren yeni bilgisayar programlarıyla donatılan bu cihazlar kullanıcıya çabuk, etkin ve kolay analiz olanağı sağlamaktadır. Aynı zamanda önceki ölçüm verilerine kolayca ulaşmak da mümkün olmaktadır.

Bu tip cihazlarla yapılan ölçmeler, çabuk ve kolay doğrudan ölçme yapılarak okunabildiği için kullanımları da oldukça kolaylaşmıştır.

Bu özellik sayesinde, tesis içerisinde yer alan makinelerin titreşim değerlerinin periyodik olarak kontrol edilerek olası bir hatanın önceden fark edilmesi bakım alanında kolaylık ve avantaj sağlamaktadır.

Bozulması beklenen makine veya parçaların yedeklerinin temin edilerek zamanında değiştirilmesi sayesinde işletme üretimi kaybı en aza indirilmiş olur.

Günümüzde bu yöntemle,

- Rulman
- Elektrik motoru
- Kompresör
- Jeneratör
- Pompa
- Fan
- Dişli kutusu
- Redüktör
- Türbin
- Şaft ve diğer dönen aksama sahip makinelerde bakıma yönelik titreşim ölçümleri yapılmaktadır.

Bu makinelerde problemin ne olduğunu anlayabilmek için frekans analizi yapabilen ölçüm cihazlarına da ihtiyaç vardır. Bilgisayar programı üzerinde tanımlanan tesis yapısı üzerinde ölçülecek makineler ve ölçüm noktaları belirlenerek veri toplama cihazına transfer edilir. Bu sayede, veri toplama cihazı açıldığında üzerinde hangi makinenin hangi noktasında

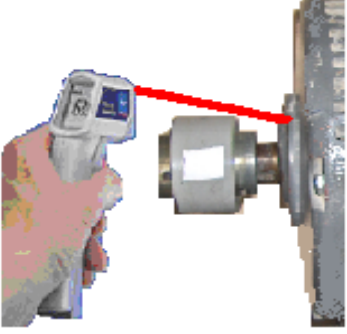
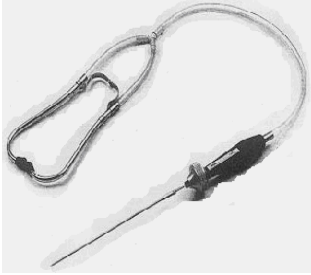
ne ölçümü yapılacağı gösterilecektir. Kullanıcı bu ölçümleri (rota) tamamladıktan sonra toplanan data tekrar bilgisayara transfer edilir.

Bilgisayar üzerinde her noktada yapılan ölçümlerin kayıtları saklanmaktadır. Bu sayede, aynı noktada daha önce elde edilmiş ölçüm sonuçları ile yenileri karşılaştırılarak herhangi bir hata oluşup oluşmadığı anlaşılabilir. Hata tespiti için değişik analiz teknikleri bulunmaktadır.

Yukarıda belirtilen işlem el tipi bir cihazla periyodik aralıklarla yapılabileceği gibi kritik makinelerin izlenmesi için sürekli izleme ve analiz sistemleri de bulunmaktadır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Öğretmeninizin size vereceği elektrik motorunun rulmanlarını aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek kontrol ediniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Rulmanların ısınmasını kontrol ediniz.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ Enfraruj termometreyi rulman ısısı kontrol edilecek motorun rulman yataklarına yönlendiriniz.➤ Enfraruj termometre butonuna basarak lazer ışınının rulman yatağına yönelmesini sağlayınız.➤ Enfraruj termometre LCD ekranında görülen ıslıyı dondurunuz ve kaydediniz.➤ Daha önceki ölçülen ıslılarla karşılaştırarak aşırı ve anormal ısı yükselmesi olup olmadığını kontrol ediniz.➤ Farklı ve yüksek ısı tespit edilirse rulmanların bakımları ile ilgili bilgiler ışığında gerekenleri yapınız.
<p>➤ Rulmanların sesini kontrol ediniz.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ Kulaklıklılı stetoskobun dinleme başlıklarını doktorların yaptığı gibi kulaklarınıza takınız.➤ Stetoskobun rulman sesini dinleme kısmını, kontrol edilecek rulmana dokundurunuz.➤ Rulman dönerken kulaklıktan duyulan sesi dikkatli bir şekilde dinleyiniz.➤ Duyulan sesin arızalı rulman sesine benzeyip benzemediğine karar veriniz.➤ Arızalı rulman sesini tanımak için bu konuda yaptığınız araştırmanın sonuçlarını hatırlayınız veya sonuçları tekrar inceleyiniz.
<p>➤ Rulmanların titreşimlerini kontrol ediniz.</p>	<ul style="list-style-type: none">➤ Seyyar titreşim ölçme cihazını alarak inceleyiniz.➤ Cihazın probunu titreşimi ölçülecek rulman yatağına tutarak cihazda okunan değeri kaydediniz.➤ Kaydettiğiniz titreşim değeriyle normal titreşim değerlerini karşılaştırınız.➤ Farklı bir titreşim gözlemlediyseniz rulman veya yatakların arızalı olup olmadığına karar veriniz.➤ Arızalı rulman ve yatak onarımı konularını da hatırlayarak gerekli bakım ve onarımları

	yapınız.
<p>➤ Rulmanların yağını kontrol ediniz.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ Rulman muhafaza kapağını açınız.➤ Rulman yatağındaki yağı kontrol ediniz.➤ Yağında eskime, azalma, kirlenme (toz, talaş, vb.) olup olmadığını inceleyiniz.➤ Rulman yatağının yağlanması gerekiyorsa “ Rulman Bakımı ” ile ilgili bilgileri hatırlayınız.➤ Öğrendiğiniz bilgiler ışığında rulmanların yağlanmasını yapınız.➤ Yağlanan rulmanı kontrol ederek kullanıma hazır hâle getiriniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadıklarınız için **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak öğrendiklerinizi kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş güvenliği kurallarına uygun çalışma yaptınız mı?		
2. İnfraruj termometreyi incelediniz mi?		
3. İnfraruj termometre ışığını arızalı çalışan bir rulmana		
4. yönlendirerek LCD ekranda sıcaklık değerini okudunuz mu?		
5. Okuduğunuz ısı değerinin hangi birimde olduğunu biliyor		
6. musunuz?		
7. Kulaklıklılı stetoskop kullandınız mı?		
8. Seyyar titreşim ölçüm cihazını incelediniz mi?		
9. Titreşim ölçüm cihazının probunu arıza tespiti yapılacak olan		
10. rulman yatağına tuttunuz mu?		
11. Kaydettiğiniz rulman titreşiminin analizini yaptınız mı?		
12. Rulman yatağı yağ seviye kontrolü yaptınız mı?		
13. Arıza tespiti yaptığınız bir rulmanda arıza giderici bakım		
14. çalışması yaptınız mı?		
15. Çalışma yaptığınız atölyenin temizliğini yaptınız mı?		
16. Uygulama faaliyetini size verilen sürede tamamladınız mı?		
17. Çalışmalarınızı iş önlüğü giyerek mi yaptınız?		

DEĞERLENDİRME

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

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere getirilecek bilgilerin bulunduğu seçeneği işaretleyiniz.

1. İç bilezik, bilye, kafes ve dış bilezikkısımlarıdır.
A) Asenkron motorun
B) Kapakların
C) Rulmanların
D) Rotorun
2. Rulman arızasını hiçbir alet olmadan tespit edebiliriz.
A) El ve göz kontrolü yaparak
B) Gres yağı miktarını kontrol ederek
C) Doktor steteskopuyla
D) Sesini dinleyerek
3. Rulmanlı yataklarda bilyeleri eşit mesafede tutarak birbirini aşındırmasını önleyen kısım tir.
A) İç bilezik
B) Kafes
C) Dış bilezik
D) Yatak kutusu

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

4. () Rulmanlı yatakların sürtünme dirençleri azdır.
5. () Enfraruj termometreyle rulmanların ses ölçümü yapılır. Bununla da rulmanın arızası tespit edilir.
6. () Bilyeli rulmanların yatak boşluğunun tamamı gres yağı ile yağlanmalıdır.
7. () Titreşim ölçüm cihazlarıyla motorların yatak titreşimi ölçülerek rulman arızaları tespit edilir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1.alternatif akım elektrik enerjisini, mekanik enerjiye dönüştüren elektrik makineleridir.
2.asenكرون motorun dönen kısmıdır
3. Küçük güçlü motorlarda ana kutup ve yardımcı kutup pabuçları ile tek parça hâlinde dökülür
4. Kutuplar, küçük güçlü motorlarda yapılıdır
5. doğru akım motorlarında mekanik enerjinin alındığı dönen kısım'dır.
6. İç bilezik yapılıdır
7. Rulmanlı yataklarda işletme sıcaklığı 'yi geçmemelidir
8. Rulman yatağına ait boşluğun kadarı gres yağı ile doldurulmalıdır
9. Rulman arızalarının tespitinde en önemli arıza olarak bilinir.
10. Enfraruj termometre ekranından birimleri ile okunur.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmenimize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	B
3	B
4	D
5	B
6	A
7	C
8	D
9	D
10	A

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

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

MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1	Asenkron motorlar
2	rotor
3	dökme çelikten
4	doğal mıknatıstan
5	endüvi
6	çelikten
7	+120 °C
8	%30 ila %50
9	bildirici rulman sesi
10	C veya F

KAYNAKÇA

- PEŞİNT Adnan ATEŞ Hüsamettin **Elektrik makinelerinin esasları** 1990
- GÖRKEM Abdullah, Elektrik Makinalarında Bobinaj, Özkan Matbaacılık,Ankara, 1999.ALTUNSACLI Adem, **Elektrik Makineleri**
- ALTUNSACLI Adem, **Elektrik Makineleri**, İskenderun 2003