

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

# **ELEKTRİK-ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ**

## **KOLEKTÖRSÜZ MOTOR ELEKTRİK ARIZA TESPİTİ 522EE0055**

**Ankara, 2011**

- 
- 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.
  - Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
  - **PARA İLE SATILMAZ.**

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	iii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. ASENKRON MOTORLAR.....	3
1.1. Asenkron Motor Çeşitleri.....	4
1.1.1. Bir Fazlı Asenkron Motorlar .....	4
1.1.2. Üç Fazlı Asenkron Motorlar .....	9
1.2. Motor Etiket Okuma .....	13
1.3. Klemens Bağlantılarının Kontrolü .....	14
1.4. Asenkron Motorlarda Çıkabilecek Arızalar .....	16
1.4.1. Gövdeye Kaçak.....	16
1.4.2. Bağlantılarda ve Bobinlerde Kopukluk .....	18
1.4.3. Sargı Kısa Devreleri .....	19
1.4.4. Kondansatörler.....	20
1.4.5. Merkezkaç Anahtarı.....	21
1.4.6. Sargıların Yanmasının Nedenleri .....	22
1.4.7. Yanık Sargının Tespiti.....	26
1.5. Motor Koruma Röleleri.....	27
UYGULAMA FAALİYETİ .....	30
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	31
ÖĞRENME FAALİYETİ-2.....	33
2. KONDANSATÖRLER.....	33
2.1. Çeşitleri .....	33
2.2. Yapısı .....	34
2.3. Kapasite.....	35
2.4. Güç Gerilim Akım .....	36
2.5. Kondansatörlerle Çalışırken Dikkat Edilmesi Gerekenler .....	36
UYGULAMA FAALİYETİ .....	38
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	39
ÖĞRENME FAALİYETİ-3.....	41
3. MERKEZKAÇ ANAHTARLAR.....	41
3.1. Merkezkaç Anahtar .....	41
3.2. Çalışma Prensipleri .....	42
3.3. Yapısı .....	42
3.4. Çeşitleri .....	43
UYGULAMA FAALİYETİ .....	45
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	46
ÖĞRENME FAALİYETİ-4.....	48
4. ROTOR .....	48
4.1. Rotor Sargılarından Kaynaklanabilecek Arızalar .....	48
4.2. Bileziklerden Kaynaklanabilecek Arızalar .....	48
4.3. Çubuklarda Çatlağın Sonucu Çıkabilecek Arızalar .....	49
4.4. Çubuklarda Gevşeme Sonucu Çıkabilecek Arızalar .....	50
4.5. Kanatçıklarda Çıkabilecek Arızalar .....	50
UYGULAMA FAALİYETİ .....	52
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	53

ÖĞRENME FAALİYETİ-5 .....	55
5. MOTOR TİPLERİ.....	55
5.1. Bir Fazlı Asenkron Motorlar.....	55
5.2. Üç Fazlı Asenkron Motorlar .....	55
5.3. Rotor Tipleri.....	55
5.3.1. Kısa Devre Çubuklu ( Sincap Kafesli ) Rotor .....	55
5.3.2. Sargılı (Bilezikli) Rotor .....	56
5.4. Motor Yapı Tipleri .....	56
5.4.1. Açık Tip.....	57
5.4.2. Kapalı Tip .....	57
5.4.3. Flanşlı Tip.....	57
5.5. Çalışma Şekilleri .....	58
5.5.1. Yatık Çalışma .....	58
5.5.2. Dik Çalışma .....	58
5.6. Rotor Yapıları .....	59
5.6.1. Yüksek Rezistanslı (Rotor Omik Direnci Yüksek).....	59
5.6.2. Alçak Rezistanslı (Rotor Omik Direnci Küçük).....	59
5.6.3. Yüksek Reaktanslı (Rotor Endüktif Direnci Yüksek) .....	59
5.6.4. Çift Sincap Kafesli.....	60
5.7. Tek İki Üç Telli Sarım Nedenleri.....	60
5.8. Seri Sarım Paralel Sarım .....	61
UYGULAMA FAALİYETİ .....	64
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	65
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	67
CEVAP ANAHTARLARI .....	69
KAYNAKÇA .....	72

# AÇIKLAMALAR

<b>MODÜLÜN KODU</b>	<b>522EE0055</b>
<b>ALAN</b>	<b>Elektrik Elektronik Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Bobinajcılık</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Kolektörsüz Motor Elektrik Arıza Tespiti</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Kolektörsüz elektrik motorlarında elektriki arızalarının tespitinin işlendiği bir öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/24
<b>ÖNKOŞUL</b>	
<b>YETERLİK</b>	Kollektörsüz motorun elektriki bakımını yapmak.
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Gerekli donanımına sahip atölye ortamı sağlandığında kolektörsüz motorun elektriki bakımını yapabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Kolektörsüz motorların elektriki arıza tespitini yapabileceksiniz.</li><li>2. Arızalı kondansatörü değiştirebileceksiniz.</li><li>3. Arızalı merkezkaç anahtar grubunu değiştirebileceksiniz.</li><li>4. Rotor kontrolünü yapabileceksiniz.</li><li>5. Motor tipini tespit edebileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	Atölye ortamı, arızalı veya bakımı yapılacak motor, avometre, seri lamba, kondansatörler, merkezkaç anahtar grubu, çektirme, segman pensi, gerekli araç-gereç
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Her faaliyet sonrasında o faaliyetle ilgili değerlendirme soruları ile kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda size ölçme aracı (uygulama, soru-cevap)uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınızı bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir.



# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

Endüstride elektrik enerjisini mekanik enerjiye çevirmek için motorlar kullanılır. Uygulamaya baktığımızda karşımıza onlarca elektrik motoru çıkmaktadır. Ancak asenkron motorların buradaki payı %90'lar civarındadır. Yani kullanılan her 100 motorun 90 'ı asenkron motordur.

Asenkron motorların yapısı basit, kullanışları ve bakımları kolaydır. Diğer elektrik motorlarına göre daha ucuzdur. Koruyucu elemanlarla birlikte kullanıldıklarında arıza yapma olasılıkları çok azdır. Asenkron motorlar bu özelliklerinden dolayı endüstride en çok kullanılan motorlardır.

Asenkron motorlar en az arıza yapan motorlar olmasına rağmen bazı işletme şartlarına bağlı olarak elektriki arızalar meydana gelmektedir. Bu modül de bu arızaların nasıl oluştuğunu, motordaki arızanın nasıl tespit edileceğini, tespit edilen arıza sonunda, bu arızanın nasıl giderileceğini göreceksiniz. Endüstride kullanılan motorların geneli asenkron motorların oluşturduğunu unutmamalısınız. Bu sebepten bu motorlarda meydana gelen arızalarla her zaman karşı karşıya geleceksiniz.

Gelişen teknolojiyi takip eden ve edindiği teorik bilgileri uygulamaya aktarabilen teknik elemanlara olan ihtiyaç günden güne artmaktadır. Gelişmiş ülkelere baktığımızda bu elemanların sayısının oldukça fazla olduğunu görmekteyiz. Ülkemizi çağdaş ve ileri toplumlar arasına sokmak için bu elemanlardan biri olmak istemez misiniz?





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Uygun atölye ortam sağlandığında kolektörsüz motorun elektriki arıza tespitini yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlardır:

- Atölyenizdeki ve çevrenizde bulunan işletmelerdeki bir ve üç fazlı asenkron motor çeşitlerini inceleyiniz.
- Özel işletmelerde ve kamu işletmelerinin bakım-onarım birimleri ile özellikle özel bobinajcılarda, asenkron motorlarda en fazla görülen elektriki arızalar hakkında araştırma yapınız. Edindiğiniz bilgileri sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.
- Çevrenizdeki motor üreticilerinden veya bu üreticilerin internet sitelerinden fabrika kataloglar temin ederek arkadaşlarınızla birlikte bu katalogları inceleyiniz.
- Asenkron motorlarda kullanılan koruma elemanları hakkında üretici firmalardan, yetkili satıcılardan ve onların internet sitelerinden bilgi ve doküman toplayınız. Edindiğiniz bilgi ve dokümanları sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

## 1. ASENKRON MOTORLAR

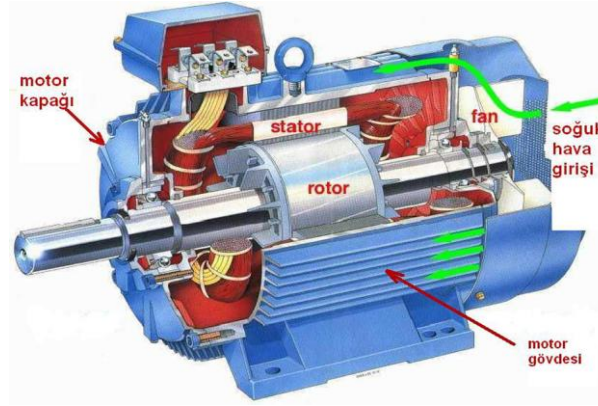
Sanayi tesislerinde elektrik enerjisini dairesel harekete çevirebilmek için motorlar kullanılır.

Motor sargılarına verilen alternatif akımın meydana getirdiği döner manyetik alanın dönme hızı ile rotorun dönme hızı aynı olmayan motorlara asenkron motor denir. Bu motorlara, indüklemeye prensibine göre çalıştıkları için indüksiyon motorları da denilmektedir.

Asenkron motorlar ucuz olmaları, az bakım gerektirmeleri, çalışmaları sırasında ark oluşturmamaları, birkaç wattan 3500 kW'a kadar imal edilebilmeleri, çeşitli fazlarda yapılmaları, momentlerinin yüksek olması ve teknolojiye gelişmeler sonucunda devir sayılarının çok geniş sınırlar içinde değiştirilmesi nedeniyle endüstride en çok kullanılan motorlardır. Uygulamada onlarca çeşitte elektrikli motor karşımıza çıkmaktadır. Ancak, asenkron motorların kullanılma oranı yüksek seviyededir.

Asenkron motorlar genel olarak aşağıdaki parçalardan oluşmaktadır (Resim 1.1).

- Stator
- Rotor
- Gövde
- Yataklar
- Kapaklar
- Pervane( fan)



Resim 1.1: Asenkron motor parçaları

## 1.1. Asenkron Motor Çeşitleri

### 1.1.1. Bir Fazlı Asenkron Motorlar

Üç fazlı motorlar, tek fazlı motorlardan daha iyi çalışma performansı olmasına rağmen, çoğu zaman üç faz bulunmayabilir. Gücü 3 kW' tan büyük olan motorlar üç fazlı olarak çalıştırılır. Bir fazlı motorların çoğu küçük güçlü motorlardır. Bir fazlı asenkron motorlar, küçük el tezgâhları ile buzdolabı, çamaşır makinesi, küçük su pompaları, mikser, vantilatör, aspiratör, teyp, pikap, tıraş makinesi vb. yerlerde kullanılır.

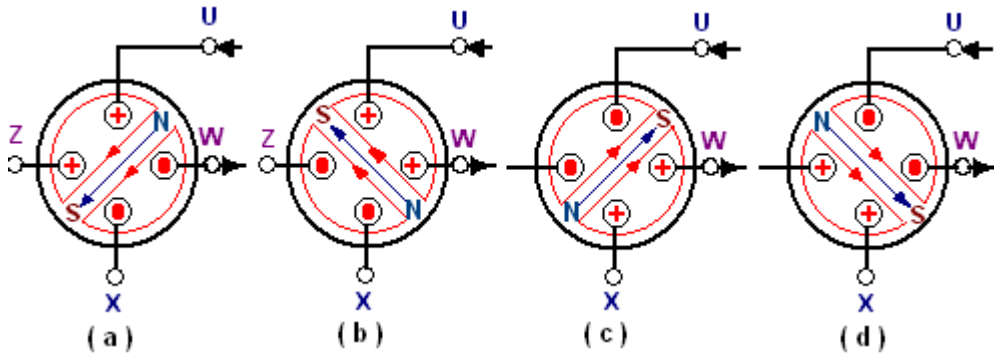
#### 1.1.1.1. Çalışma Prensibi

Bir fazlı yardımcı sargılı asenkron motorlarda ana ve yardımcı sargı olmak üzere iki çeşit sargı bulunur. Ana sargı ile yardımcı sargı bir birine 90° açı farklı olarak statora yerleştirilir. Ana sargı kalın telden çok sipirli (sarımlı) olarak yapılır ve stator oluklarının 2/3 kaplar. Yardımcı sargı ise ince telden az sipirli (sarımlı) olarak yapılır. Yardımcı sargılı motorların rotorları genelde sincap kafesli (kısa devre çubuklu) rotordur.

Bir fazlı asenkron motorlarda yalnız ana sargı ile döner manyetik alan oluşmaz. Bu nedenle bir fazlı motorlarda ana sargının yanında bir de yardımcı sargı bulunur. Ana ve yardımcı sargılar birbirine paralel bağlanıp aralarında 90° elektrik açı olacak şekilde oyuklara yerleştirilir. Bu sargılara bir fazlı alternatif gerilim uygulandığında her iki sargıda da manyetik alanlar meydana gelir. Oyuklar arasında 90° elektrik açı olmasına rağmen sargılara uygulanan gerilimler aynı fazda olduğundan, meydana gelen manyetik alanlarda

aynı fazda olacaktır. Bu nedenle iki sargıda meydana gelen manyetik alanlar döner alan meydana getiremez. İki sargı manyetik alanları arasında bir faz farkı meydana gelmesini sağlamamız gerekir. Bunun içinde;

- Sürekli olarak devrede kalan ana sargı kalın telli çok sipirli, ana sargıya paralel bağlanan yardımcı sargı ise ince kesitli az sipirli olarak yapılır. Yardımcı sargının sipir sayısı ana sargıya göre %25,iletken kesiti ise 1/3 veya 1/4 oranında daha küçüktür. Böylece ana sargının omik direncinin küçük, endüktif reaktansının büyük olması ve akımın gerilimden  $90^0$  ye yakın geri kalması sağlanmış olur. Ayrıca uygulamada ana sargı alta yardımcı sargı üste yerleştirilerek endüktif reaktansın daha da büyümesi sağlanır.
- Yardımcı sargıdan geçen akımın gerilimden ilerde olması içinde, yardımcı sargıya seri olarak bir kondansatör bağlanır. Kondansatör sayesinde ana ve yardımcı sargı akımları arasında  $90^0$  lik faz farkı meydana gelir.



Şekil 1.1: Bir fazlı motorda döner alanın oluşması

Şekil 1.1’de a-b-c-d anlarında stator sargılarından geçen akımların yönleri ve bu anlarda meydana getirdikleri kutupların yerleri gösterilmiştir. ( d ) anından sonra tekrar ( a ) anına dönlür. Statorun iki faz bobininden geçen iki fazlı alternatif akımın bir periyotluk değişmesinde statorda meydana gelen (N-S) kutuplarının bir devir yaptığı görülmektedir.

Bu durumda motor sargılarına bir fazlı alternatif gerilim uygulandığında sargıların meydana getirdiği manyetik alanlar rotor kısa devre çubuklarını kestiğinde, bu çubuklar üzerinde e.m.k indükler. Rotor çubukları her iki tarafından da kısa devre edildiği için kısa devre akımları geçer ve rotorda bir manyetik alan oluşur. Stator döner manyetik alanı, rotor döner manyetik alanını peşinden sürüklemesi sonucu rotor döner.

### 1.1.1.2. Çeşitleri

Bir fazlı asenkron motor çeşitleri şunlardır:

- Yardımcı sargılı asenkron motorlar
  - Direnç yol vermeli

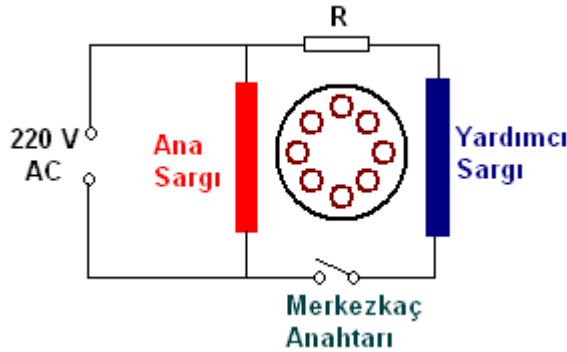
- Kondansatör yol vermeli
  - Kalkış kondansatörlü motor
  - Daimi kondansatörlü motor
  - Kalkış ve daimi kondansatörlü motor
- Yardımcı kutuplu ( gölge kutuplu ) asenkron motorlar
- Relüktans Motorlar

### 1.1.1.2.1. Yardımcı Sargılı Motorlar

Yardımcı sargılı motorlar yardımcı sargıya bağlanan devre elamanlarına göre çeşitlendirilir. Yardımcı sargı bulunmayan motorlarda motor milini hareket ettirmek için elle hareket verilir. Yardımcı sargılı motorlarda miline yol vermek için dört çeşit yöntem kullanılır.

#### 1.1.1.2.1.1. Direnç Yol Vermeli Motor

Bu tip motorlarda yardımcı sargıya seri olarak bir direnç bağlanır. Direnç yardımıyla yardımcı sargı akımının gerilimden geri kalma açısı küçülmektedir. Ana sargı akımı ise gerilimden 90° yakın geridedir. Sonuçta motor statorunda bir birinden 90° 'ye yakın faz farkı bulunan iki manyetik alan oluşur. Bu manyetik alanların etkileşimi sonucu rotor dönecektir. Rotor devrini aldıktan sonra yardımcı sargı devreden çıkartılır. Bu tip motorlar günümüzde pek kullanılmamaktadırlar (şekil 1.2).



Şekil 1.2: Direnç yol vermeli motor

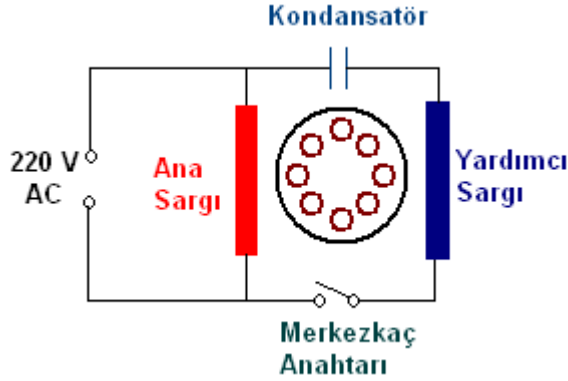
#### 1.1.1.2.1.2. Kondansatörlü Motorlar

##### ➤ Kalkış Kondansatörlü Motorlar

Kalkış kondansatörlü yardımcı sargılı motorlarda ilk kalkınma momenti tam yük momentinin 3,5 ila 4,5 katına kadar çıkabilir. Kalkış kondansatörlü motorların bir üstünlüğü de yardımcı sargıya seri bağlı kondansatör sayesinde motorun ilk kalkınmada şebekeden çektiği akımın azalmasıdır.

Kalkış kondansatörlü motorlar, ilk kalkınmadan sonra yalnız ana sargı ile çalıştıklarından stator paketinden diğer kondansatörlü motor çeşitlerine göre daha az güç elde edilir. Kalkış kondansatörlü motorların kalkınma momentleri yüksek olmasına rağmen verimleri düşüktür.

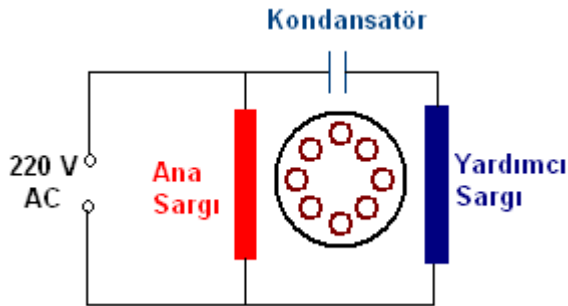
Kalkış kondansatörlerinin kapasiteleri yüksektir. Kısa süreli çalışma için tasarlanmış kondansatörlerdir. Kalkış kondansatörleri üç saniyeden fazla devrede kalmamalıdır (Şekil 1.3).



Şekil 1.3: Kalkış kondansatörlü motor

#### ➤ Daimi Kondansatörlü Motor

Bir fazlı yardımcı sargılı motorlarda uygun bir sargı ve kondansatör ile yardımcı sargı sürekli devrede bırakılabilir. Yardımcı sargısı ve kondansatörü sürekli olarak devrede olan motorlara daimi kondansatörlü motorlar denir. Bu motorlarda kullanılan kondansatörler devamlı devrede kalacak tipte olan metalik polipropilen film kondansatörlerdir. Bu motorlarda merkez kaç anahtarı yoktur (şekil 1.4). Bu sebepten daha az bakıma ihtiyaç duyar. İlk kalkınma momentleri biraz düşüktür. Daimi kondansatörlü motorlar çok sessiz ve düzgün çalışır. Genellikle vantilatör, aspiratör vb. gibi sessiz çalışmanın arzu edildiği yerlerde kullanılır.

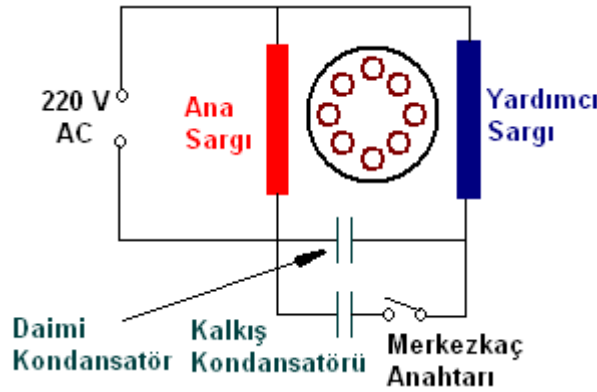


Şekil 1.4: Daimi kondansatörlü motor

### ➤ Kalkış ve Daimi Devre Kondansatörlü Motor

Motorun ilk kalkınma anında büyük kapasiteli kondansatöre ihtiyaç vardır. Motor normal devrini aldıktan sonra daha küçük kapasiteli kondansatörde yeterlidir. Kalkış kondansatörü ilk kalkınma anında devrededir. Motor normal devrinin % 75 aldığı anda merkez kaç anahtarı kalkış kondansatörünü devreden çıkartır. Kalkışını tamamlayan motor daimi kondansatörlü motor gibi çalışır.

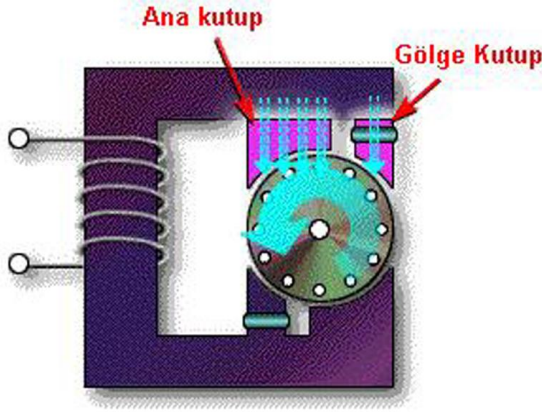
Kalkış ve daimi devre kondansatörlü motorlar, en iyi kalkış ve işletme değerlerinin elde edildiği motorlardır (Şekil 1.5).



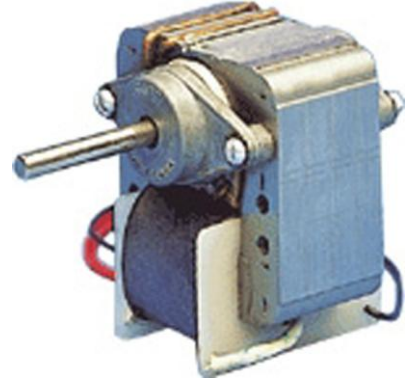
Şekil 1.5: Kalkış ve daimi kondansatörlü motor

#### 1.1.1.2.1.2. Ek Kutuplu (Gölge Kutuplu) Motorlar

Yapımları en ucuz ve en basit olan motorlardan biri de ek kutuplu ( gölge kutuplu ) motorlardır. Bu motorlar küçük güçlü motorlardır. Kutup ayaklarına açılan ve yarıyla ayrılan kısma yerleştirilen bakır halkaya ek kutup veya gölge kutup denir (Resim 1.2). Bu motorlarda kısa devre çubuklu rotor vardır. Gölge kutuplu motorlar daima aynı yönde döner (Şekil 1.6). Devir yönlerini değiştirmek için rotorun stator içinde ters çevrilmesi gerekir. Kalkınma momentleri ve verimleri düşüktür.



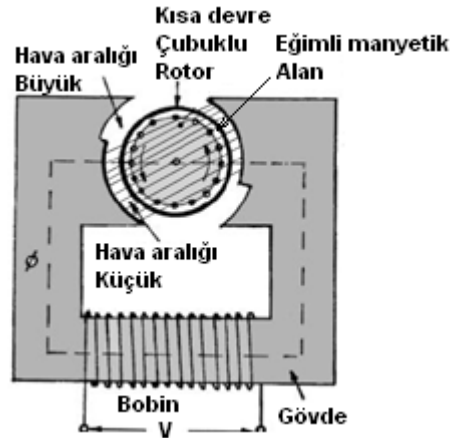
Şekil 1.6: Gölge kutuplu motor yapısı



Resim 1.2: Gölge kutuplu motor

### 1.1.1.2.1.3. Relüktans Motorlar

Relüktans motorlar gölge kutuplu motorlara benzer. Yalnız gölge kutup yerine kutup ayaklarının bir kısmındaki hava boşluğu artırılmıştır. Hava aralığının fazla olduğu kısımda manyetik akının geçişine gösterilen zorluk fazla, hava aralığının az olduğu kısımda manyetik akıya gösterilen zorluk azdır. İşte bu motorlara bunun için manyetik direnç anlamına gelen Relüktans motor denir. Manyetik kuvvet çizgilerinin eğimli olması rotorun dönüşünü kolaylaştırır. Küçük ebatlı olarak yapılan bu motorların kalkınma momentleri küçük olduğu için kullanım alanları azdır (Şekil 1.7).



Şekil 1.7: Relüktans motorun yapısı

### 1.1.2. Üç Fazlı Asenkron Motorlar

Üç fazlı asenkron motorlar, üç fazlı şebekenin bulunduğu her yerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Hemen hemen endüstride kullanılan tüm iş makinelerinde motorlar kullanılmaktadır ve bu motorların çoğunluğu da üç fazlı asenkron motorlardır.

### 1.1.2.1. Çalışma Prensibi

Asenkron motorlarda transformatörler gibi indüksiyon prensibine göre çalışmaktadır. İndüksiyon prensibine göre;

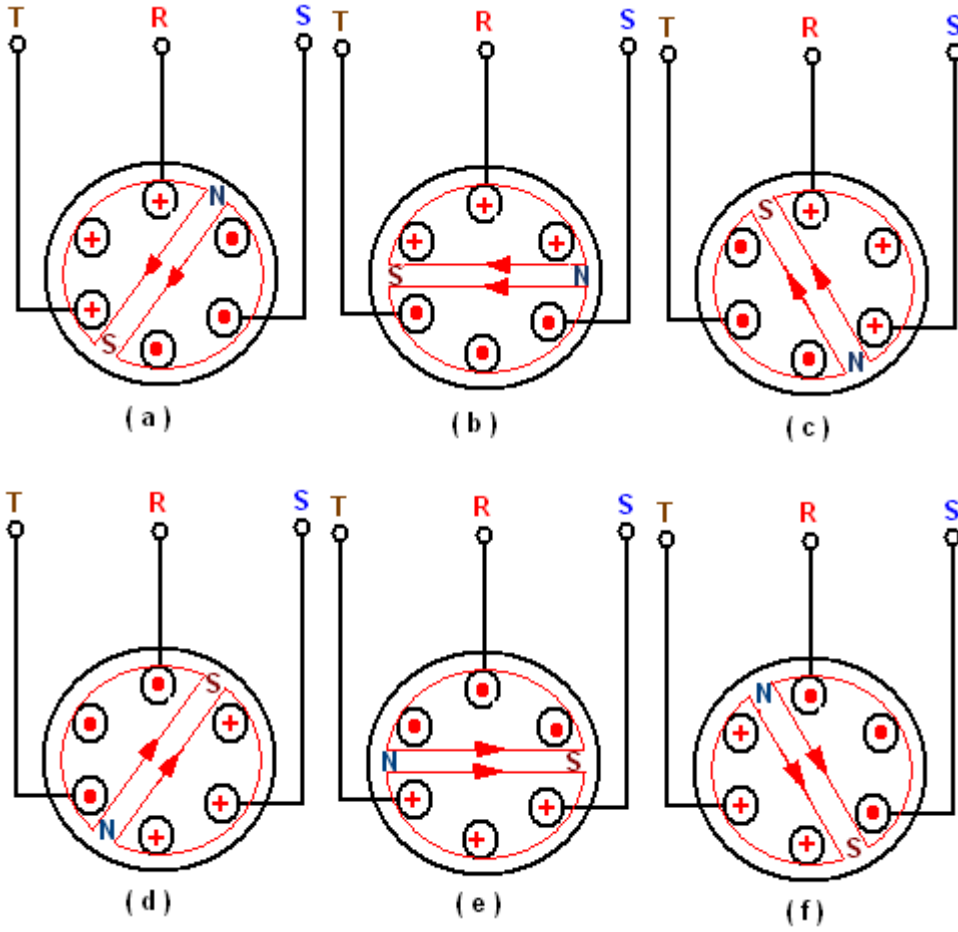
- Dönen bir manyetik alan içerisinde bulunan iletkenlerde gerilim indüklenir.
- Dönen bir manyetik alan içerisinde bulunan iletkenlerden bir akım geçirilirse, iletkenler manyetik alan tarafından itilir.

Asenkron motorlarda rotorun dönebilmesi için;

- Stator sargılarında döner manyetik alan oluşması
- Rotor iletkenlerinden bir akım geçmesi gerekir.

Stator sargılarında manyetik alan oluşması için aralarında faz farkı bulunan en az iki akımın sargılardan geçmesi gerekir. Üç fazlı asenkron motorun statoruna aralarında 120° faz farkı bulunan üç fazlı sargılar yerleştirilir. Bu sargılar kendi aralarında yıldız veya üçgen bağlanır. Statora üç fazlı alternatif gerilim uygulandığında, sargılarda döner manyetik alan meydana gelir. Statorda meydana gelen manyetik alan rotor iletkenlerini kestiğinde bu iletkenlerde gerilim indüklenir. Rotor sargılarının uçları kısa devre edildiğinden, bu sargılardan kısa devre akımı geçer. Rotor akımı, rotor N-S kutuplarını oluşturur. Statordaki döner manyetik alanın kutupları ile rotor kutuplarının etkileşimi sonucu bir döndürme kuvveti meydana gelir. Çünkü stator ve rotor kutuplarından, aynı isimli kutuplar birbirini iter, farklı kutuplar birbirini çeker. Elde edilen bu döndürme kuvvetinin etkisiyle, rotor döner alan yönünde senkron hıza yakın bir hızda dönecektir.



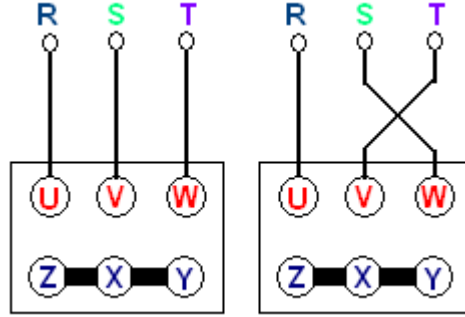


Şekil 1.8: Üç fazlı döner alanın oluşması

Şekil 1.8’de stator faz bobinlerinden geçen alternatif akımın oluşturduğu döner manyetik alanların şeması görülmektedir. Şekil 1.8(a) incelediğimiz zaman R ve S fazlarının akım yönleri pozitif alternansta, S fazının yönü ise negatif alternanstadır. Burada R ve T fazlarının akım yönleri giriş, S fazının akım yönü ise çıkıştır. Bobinlerden geçen akımların oluşturduğu manyetik alanın yönünü sağ el kaidesine göre bulunur. Şekil 1.8 (b) incelediğimizde R fazı pozitif alternansta S ve T fazları ise negatif alternanstadır. R fazı akımı giriş S fazı akımı çıkıştır. Burada (a) ve (b) şekillerini karşılaştırdığımız zaman,(b) deki manyetik alanını (a)’dakine göre saat yönünde döndüğünü görürüz. Diğer şekilleri de incelediğimiz zaman stator sargılarından geçen akımın oluşturduğu manyetik alanın saat ibresi yönünde hareket ettiğini görmekteyiz.

### 1.1.2.2. Dönüş Yönünü Değiştirme

Üç fazlı asenkron motorların devir yönünü değiştirmek son derece kolaydır. Motora uygulanan R-S-T fazlarından herhangi ikisinin yeri şekil 1.9’da görüldüğü gibi değiştirildiğinde stator sargılarının oluşturduğu manyetik alanın dönüş yönü değişir ve rotor önceki dönüş yönünün tersinde hareket etmeye başlar.



Şekil 1.9: Devir yönünün değiştirilmesi

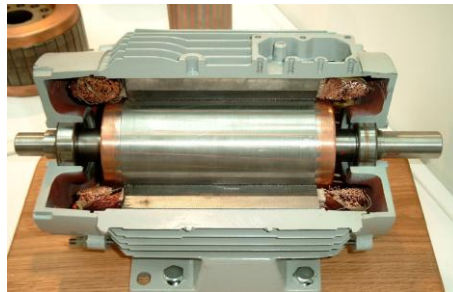
### 1.1.2.3. Çeşitleri

Üç fazlı asenkron motorlar rotor yapısına göre iki çeşittir.

- Kısa devre çubuklu ( sincap kafesli ) asenkron motorlar
- Sargılı rotorlu ( bilezikli ) asenkron motorlar

#### 1.1.2.3.1. Kısa Devre Çubuklu (Sincap Kafesli) Asenkron Motorlar

Üç fazlı kısa devre çubuklu asenkron motorların yapıları basittir ve az bakıma ihtiyaç gösterir. Fiyatlarının ucuz olması, yapılarının sağlam olması ve istenilen çalışma özelliklerine sahip olmaları sebebiyle bu tip motorlar sanayide en çok kullanılan motorlardır. Bu tip motorların ölçüleri aynı güçteki diğer motorlardan daha küçüktür (Resim 1.3).



Resim 1.3: Kısa devre çubuklu asenkron motor

### 1.1.2.3.2. Sargılı Rotorlu (Bilezikli) Asenkron Motor

Üç fazlı değişik hızlı motorlara ihtiyaç duyulan yerler için sargılı rotorlu asenkron motorlar geliştirilmiştir. Ayrıca bu motorların kalkınma momentleri yüksektir. Bu sebeple vinç, asansör vb. gibi yük altında kalkınan makinelerde kullanılır. Bu motorlara bilezikli asenkron motorda denilmektedir (Resim 1.4).



Resim 1.4: Sargılı rotorlu ( bilezikli ) asenkron motor

## 1.2. Motor Etiketi Okuma

Her motorun üstünde genellikle alüminyumdan yapılmış dikdörtgen şeklinde etiket bulunur. Motorun kumanda şekli ve kumandasında kullanılacak elemanların özellikleri etiket değerlerine göre tespit edilir.

FİRMA İSMİ					
3 ~ MOTOR	TİP VM 90L-2	TSE	Ⓒ	EFF2	
⊕ S1	IM B3	IP 55	1.CL.F	⊕	
V	Hz	A	kW	COS φ	1 / min
Δ 220 / Y 380	50	8,6/5,0	2,2	0,85	2840
Y 440	60	5,0	2,54	0,84	3380
Seri No					TS 3067

Şekil 1.10: Motor etiketi

Şekil 1.10'da motor tanıtım etiketinde gösterilen işaret ve birimlerin anlamları şunlardır:

- **Motoru yapan firmanın adı**
- 3 ~ Motor ( Motor üç fazlıdır )
- TİP VM 90L-2 ( Motorun model tipi, gövde büyüklüğü 90L,kutup sayısı 2)
- TSE ( Türk Standartları Enstitüsü belge onayı )
- **CE** ( Avrupa Birliği normlarına uygunluk işareti )
- EEF2 ( Verimlilik sınıfı: Orta verimli )
- S1 ( İşletme türü: Sürekli çalışma )
- IMB3 ( Yapı biçimi: Ayaklı tip normal kapaklı tip )
- IP55 (Koruma türü: Toz birikimine ve fişkıran suya karşı korumalı )
- I.CL. F ( Sargı yalıtım sınıfı: F sınıfı yalıtım )
- Δ220 / Y380V ( Anma çalışma: yıldız bağlantıda üç faz 380 V,Üçgen bağlantı da üç faz 220 V )
- Hz 50 ( Anma çalışma frekansı: 50 Hz )
- A 8,6 / 5,0 ( Anma hat akımı: Y 380 V'da 5A, Δ220 da 8,6A )
- Kw 2,2 ( Anma gücü: 2,2 Kw )
- Cos φ 0,85 ( Anma güç katsayısı: 0,85 )
- 1/min 2840 ( Anma devir hızı: 2840 d/d )
- Y440 V, 60 Hz, 5.0 A, 2.54 kW, cosφ:0.84, 1/min:3380 değerleri motorun yıldız bağlı iken 440 V, 60 Hz şebekedeki anma değerleridir.
- Seri Nu ( Bu bölümde motorun seri numarası ile üretim yılı ve haftası yazılır.)
- TS 3067 ( Ü ç fazlı motor standardı )

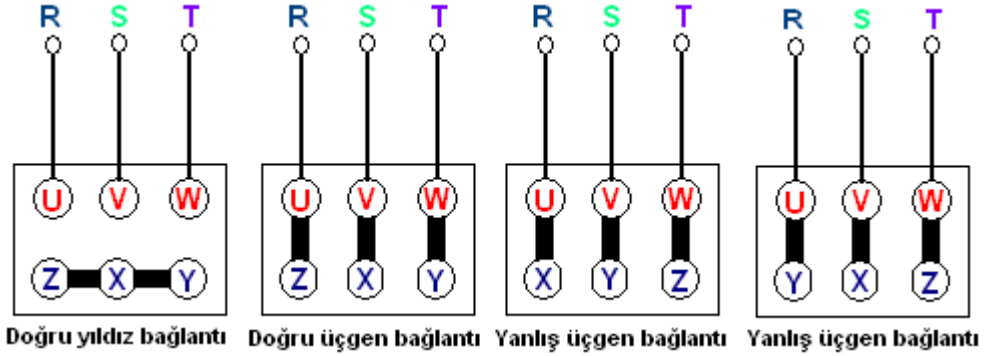
### 1.3. Klemens Bağlantılarının Kontrolü

Üç fazlı asenkron motorlarda stator sargıları motor içersinde değişik şekillerde bağlandıktan sonra, motor dışına genellikle altı uç çıkartılır. Sargı giriş ve çıkış uçlarının motor dışına çıkarıldığı bölüme Klemens Bağlantı Kutusu denir. Kutu içersinde altı uçtan oluşan bir klemens bulunur ve sargıların giriş çıkış uçları bu klemenslere bağlanır. Klemenslerin üç ucuna sargı giriş uçları diğer üç ucuna da çıkış uçları bağlanır. Bu uçlar aşağıdaki tablo 1.1'de olduğu gibi adlandırılır.

FAZ	GİRİŞ UCU	ÇIKIŞ UCU
R	U	X
S	V	Y
T	W	Z

**Tablo 1.1: Faz sargı uçlarının işaretlendirilmesi**

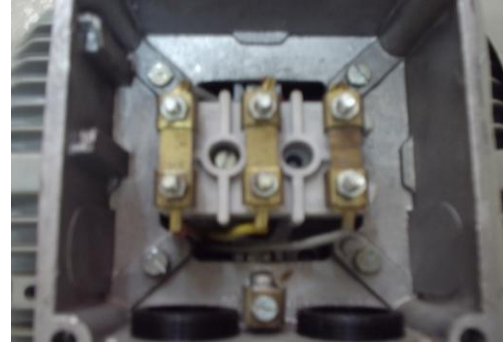
Klemens kutusunda giriş uçları soldan sağa doğru U - V - W çıkış uçları Z - X - Y sırasıyla bağlanır. Çıkış uçları Z - X - Y sırasına göre bağlanmadığında motorun yıldız çalışmasında bir problem olmaz. Ancak üçgen çalışmasında motorun çalışmaması, iki faza kalması, fazla bobinlerinde kısa devre gibi arızalar meydana gelir. Motor içinden çıkarılan sargı uçlarına kablo pabuçları takılarak lehimlenir. Daha sonra alt ve üst kısmına pul konularak somun ile sıkılmak yöntemiyle klemense bağlanır (şekil 1.11). Yıldız ve üçgen bağlantı ise klemens üzerindeki pirinçten yapılmış köprülerle yapılır (resim 1.5 ve resim 1.6).



Şekil 1.11: Motor klemens bağlantıları



Resim 1.5: Yıldız bağlı motor klemensi



Resim 1.6: Üçgen bağlı motor klemensi

Bir fazlı kondansatörlü motorlarda ise aşağıdaki standart klemens tablosu kullanılır (Şekil 1.12).



Şekil 1.12: Bir fazlı motorların standart klemens tablosu

$U_1-U_2$  Ana sargı uçlarını,  $Z_1-Z_2$  Yardımcı sargı uçlarını ve C uçları da kondansatörün bağlanacağı uçları gösterir.

Motor klemens tablosundaki, klemens bağlantılarında vida ve somunların gerektiği gibi sıkılıp sızdırmazlık temin edilmesine dikkat edilmelidir. Gevşek bağlantılarda kablolar yerinden çıkabilir veya bağlantı yerinde gevşek temas meydana gelebilir. Bu durum, akım geçemeyeceği için birtakım arızalara sebep olacaktır.

## **1.4. Asenkron Motorlarda Çıkabilecek Arızalar**

Uygunsuz İşletme koşulları, elektriksel, mekaniksel ya da çevre koşullarından dolayı motorlarda birtakım arızalar meydana gelebilir. Eğer motorda çıkabilecek arızaları daha önceden bilirse, oluşmadan önleyici tedbirler alınabilir.

### **1.4.1. Gövdeye Kaçak**

Motor gövdesi ile bobinler arasında meydana gelen elektriki temasa gövdeye kaçak denir. Bu kaçakların önlenmesi gerekir. Gövdeye fazın kaçak oluşturması sargılara zarar verebileceği gibi motor gövdesine temas eden insanlara da zarar verebilir.

#### **1.4.1.1. Nedenleri**

Gövdeye kaçak şu sebeplerden dolayı meydana gelebilir:

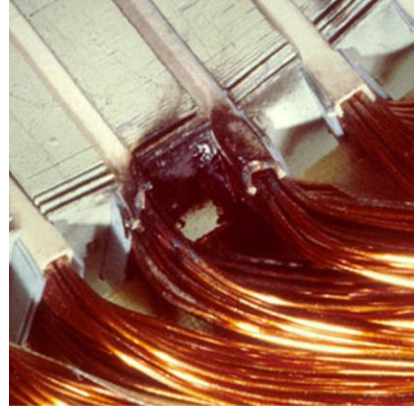
- Kapakların veya kapakları gövdeye tespit eden cıvataların bobinlere temas etmesi
- İletkenlerin oyuk ağızlarına temas etmesi
- Bir fazlı motorlarda merkezkaç anahtarından gövdeye kaçak

#### **1.4.1.2. Zararları**

Motorda herhangi bir sebeple gövdeye kaçak olması durumunda, çekilen akım artar, güç düşer, devir azalır, motor ısısı artar ve gürültülü bir çalışma meydana gelir. Motorda topraklama yapılmamışsa can güvenliği bakımından tehlike meydana gelecektir. Resim 1.7 ve Resim 1.8 gövdeye kaçak sonucu meydana gelen arızalar görülmektedir.



**Resim 1.7: Oyuk içinden gövdeye kaçak**

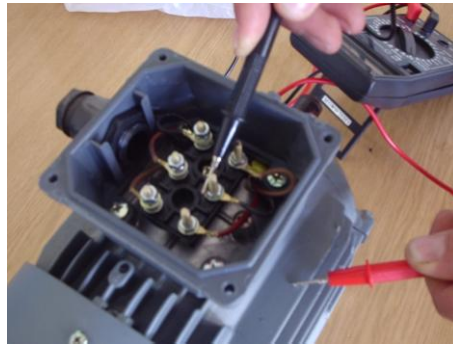


**Resim 1.8: Oluk ağzından gövdeye kaçak**

### 1.4.1.3. Giderilmesi

Bu arızanın giderilmesi için önce hangi iletkenin gövdeye temas ettiği araştırılır. İlk olarak motor klemens kutusundaki yıldız veya üçgen köprüleri sökülür. Daha sonra seri lamba veya avometre ile faz uçları ile gövde arasında kontrol yapılır. Seri lambanın yandığı veya avometrenin bağlantı gösterdiği faza ait bobin grupları açılarak arızanın hangi bobin grubundan kaynaklandığı tespit edilir. Kaçak yeri bulunduktan sonra oyukun yalıtkanı takviye edilir veya bobin grubu yenisi ile değiştirilir.

Bir fazlı motorlarda ise gövdeye kaçak tespiti hem ana sargı hem de yardımcı sargı ile gövde arasında kontrol yapılarak anlaşılır. Ayrıca merkezkaç anahtarının kontak bağlantılarından da gövdeye kaçak arızası olabilir (Resim 1.9). Arızanın hangi sargıdan olduğu tespit edildikten sonra bobin guruplarına bakılarak arızanın hangi bobin gurubundan kaynaklandığı tespit edilir. Tespit yapıldıktan sonra arıza yine aynı şekilde giderilir.



**Resim 1.9: Gövdeye kaçak kontrolü**

## 1.4.2. Bağlantılarda ve Bobinlerde Kopukluk

### 1.4.2.1. Nedenleri

Klemens kutusundaki bağlantılarda gevşeme, bobin gruplarının bağlantı yerlerindeki gevşeme ve kopukluk, herhangi bir nedenle bobin iletkenlerinin kopması bu arızayı meydana getiren sebeplerdir.

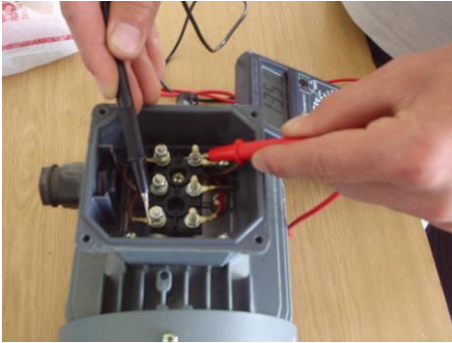
### 1.4.2.2. Zararları

Bağlantılarda veya bobinlerde bir kopukluk varsa motor çalışmasında manyetik bir gürültü (inleme) şeklinde kendini gösterecektir. Eğer yük altında kalkınan bir motorsa, motor kalkınamayacak ve yine aynı şekilde manyetik bir gürültü meydana getirecektir. Eğer kopukluk bir faza ait bobin gruplarında veya bağlantılarında ise motor iki faza kalacağından bir süre sonra aşırı akım çeken diğer faz sargıları ısınacak ve herhangi bir koruma elemanı yoksa yanacaktır.

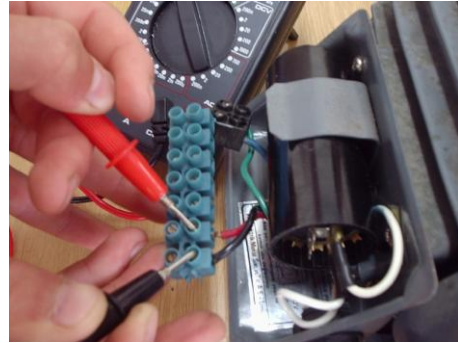
Bir fazlı motorlarda ana veya yardımcı sargı bağlantılarında ve bobinlerinde kopukluk meydana gelebilir. Eğer ana sargı devresinde bir kopukluk varsa motora enerji verildiğinde motor sadece yardımcı sargıyla kalkınamayacak ve bir süre sonra yardımcı sargı herhangi bir koruma elemanı yok ise yanacaktır. Kopukluk yardımcı sargı devresinde ise motora enerji verildiğine motor sadece ana sargı ile kalkınamayacaktır.

### 1.4.2.3. Giderilmesi

Bu arızanın giderilebilmesi için önce klemens kutusundaki bağlantı köprüleri sökülür. Seri lamba veya avometre ile faz uçları arasında kontrol yapılır. Arızalı faz sargısı veya sargıları tespit edildikten sonra bu kez bobin gruplarının bağlantı yerlerindeki makaronlar sıyrılarak seri lamba veya avometre ile arızalı bobin gurubu ve bağlantı yeri aranır. Arıza bağlantı yerinden ise yeniden lehimlenir, bobinden ise yenisi ile değiştirilir. Bir fazlı motorlarda da ana ve yardımcı sargı bobinlerinde aynı şekilde arıza tespiti yapılır ve giderilir.



Resim 1.10: Faz bobinlerinin kontrolü



Resim 1.11: Bir fazlı motor sargı kontrolü



### 1.4.3. Sargı Kısa Devreleri

#### 1.4.3.1. Nedenleri

Sargı kısa devreleri bobin gurupları arasında ve bobinlerin kendi içersindeki kısa devreler olmak üzere iki şekilde oluşabilir.

- **Bobin gurupları arasındaki kısa devreler:** Bobin gurupları arasındaki kısa devre genellikle bağlantılar sırasında bobin guruplarının yanlışlıkla başka fazlara bağlanmasından kaynaklanır. Ayrıca bobinlerin yerleştirilmeleri sırasında iletkenlerin çizilmeleri sonucu değişik fazlara ait bobinlere temas etmesiyle de oluşabilir.
- **Bobinlerin kendi içersindeki kısa devreler:** Bobin iletkenleri içersinde iletkenlerin birbirleriyle elektriki teması sonucu oluşan arızalardır. Bu arızaya bobinlerin oluklara yerleştirilmeleri sırasında çizilen iletkenlerin birbirine temas etmesi neden olur. Ayrıca motorun aşırı yük altında çalışması sonucunda meydana gelen ısının yalıtkanlığı bozması sonucu da kısa devre meydana gelebilir.

#### 1.4.3.2. Zararları

Motorda herhangi bir nedenle sargı kısa devresi meydana geldiyse, bu arıza sonucu motor fazla akım çekecek, ısı artacak ve herhangi bir koruma elemanı yoksa motor yanacaktır.

#### 1.4.3.3. Giderilmesi

Motor kısa bir süre yüksüz olarak çalıştırılır ve her faz akımı ölçülür. Akımlardan birinde dengesizlik varsa o fazda kısa devre olduğu anlaşılır. Ayrıca arızalı faz bobininde ısınma meydana gelir. Bunun dışında avometre ile faz bobinlerinin dirençleri ölçülerek bobin gurupları arasında ve bobinlerin kendi içindeki kısa devreler tespit edilebilir. Bobin gurupları arasındaki kısa devreyi tespit etmek için, motorun klemensindeki bağlantı köprüsü sökülür. Faz girişleri veya çıkışlarının kendi aralarında avometre ile ölçüm yapılır (resim 1.12 ve resim 1.13). Eğer fazların kendi arasındaki ölçümde direnç görülürse o fazların bobinleri arasında kısa devre olduğu anlaşılır. Bobinlerin kendi içindeki kısa devreleri tespit etmek içinse her fazın giriş ve çıkışları arasından dirençleri ölçülür. Ölçüm sonunda faz dirençlerinden birinde farklılık varsa o faza ait bobinlerin kendi içersinde kısa devre olduğu anlaşılır. Arızalı bobinler yenileriyle değiştirilir.

Bir fazlı motorlarda da ana sargı ile yardımcı sargı bobinleri arasında ve bobinlerin kendi içersinde kısa devreler meydana gelebilir. Ana sargı ile yardımcı sargı arasında avometre ile ölçüm yapılır. Eğer direnç görülürse sargılar arasında kısa devre var demektir. Bobinlerin kendi içersindeki kısa devreleri tespit etmek için ana ve yardımcı sargı dirençleri ölçülür ve bunlar normal işletme durumundaki dirençleriyle karşılaştırılır. Arızalı bobinler tespit edildikten sonra yenileriyle değiştirilir.



**Resim 1.12: Fazlar arası kısa devre kontrolü**



**Resim 1.13: Bir fazlı motor sargı kontrolü**

Daha önce bahsettiğimiz arızalar dışında motorun yapımından kaynaklanan birtakım elektrikli arızalar meydana gelebilir. Bu arızalar şunlardır:

- **Bobin gruplarındaki bobinlerdeki terslik:** Bobin grubu bağlantılarındaki çıkış çıkışa ya da çıkış girişe uygulamasının yanlış yapılmasından kaynaklanır. Ayrıca bobin grupları içerisindeki bobinlerin oluklara ters yatırılmasından da kaynaklanır. Bu arıza durumunda motor faz akımlarında dengesizlik meydana gelir ve motor iniltili bir şekilde çalışır.
- **Bobin gruplarında terslik:** Bir faza ait bobin grubunun diğer faza ait bobin grubu ile bağlanması sonucu meydana gelir.
- **Bobinlerde yanlış gruplandırma:** Kutupta faz başına düşen oyuk sayısının fazla olması durumlarında bobinler ikili veya üçlü guruplar şeklinde sarılır. Daha sonra bu bobinler statora yerleştirildikten sonra bir birlerine eklenerek bobin gurubu oluşturulur. Bu bağlantılar yapılırken yanlışlıkla değişik faza ait bobinler bir birine bağlanırsa yanlış gruplandırma meydana gelir. Bunu önlemek için ya çoklu kalıplar kullanılmalı ya da bobin grupları stator dışında bağlanmalıdır. Bu durumda çalışan motorda faz akımlarında eşitsizlik ve iniltili çalışma meydana gelir.
- **Çalışma gerilimine göre yanlış bağlantı:** Motor bağlantılarının seri-yıldız, seri-paralel, paralel-yıldız ve paralel-üçgen şeklindeki bağlantılarının yanlış yapılmasından kaynaklanır. Eğer yanlış bağlantı yapıldıysa motor boşta çalışırken gürültülü çalışır ve ısınır. Ayrıca boşta çalışırken yüklendikçe de devir sayısı ve gücünde düşme meydana gelir.

#### 1.4.4. Kondansatörler

Bir fazlı yardımcı sargılı motorlarda, yardımcı sargıya seri olarak kondansatör bağlanır. Kondansatör bağlanarak, yardımcı sargı ile ana sargı arasında faz farkı oluşturulur. Ayrıca kondansatör motorun kalkınma momentini de artırır.

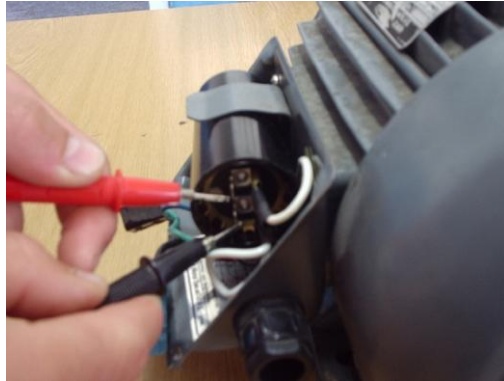
Bir fazlı kondansatörlü motorlarda, kondansatöre bağlı olarak birtakım arızalar meydana gelebilir. Bu arızalar şunlardır:

- Daimi kondansatörlü motorlarda, kondansatör kısa devre halinde ise yardımcı sargı akımı artar, sargılar ısınır ve yanabilir. Kondansatör açık devre halinde ise yardımcı sargıdan akım geçmeyeceği için motor kalkınmaz.
- Kalkış kondansatörlü motorlarda, kondansatör arızası sonucu motor daimi kondansatörlü motor gibi çalışır. Kalkınma momenti düşük olur. Yük momenti kalkınma momentinden büyükse motor kalkınmaz.

Kondansatörün arızalı olup olmadığını öğrenmek için sağlamlık kontrolünü yapmamız gerekir. Kondansatörlerin sağlamlık kontrolü şu şekilde yapılır:

Kondansatör ölçümlerinde LCR metrelerden yararlanır. LCR metrenin komütatörü kondansatör kapasitesini ölçmek için uygun kademeye alınır. Kondansatör uçları LCR metre uçlarına bağlanır. LCR metre kondansatör üzerindeki kapasite değerini gösteriyorsa sağlamdır. Aksi takdirde arızalıdır.

Eğer elimizde LCR metremiz yoksa kondansatörün sağlamlık kontrolünü analog avometre ile yapabiliriz. Kondansatörü analog avometre uçlarına bağladığımızda, ibre hızlıca sağa doğru saparak geri eski haline yavaş yavaş geliyorsa kondansatör sağlamdır. İbre sağa doğru saptıktan sonra geri eski haline dönmüyorsa kondansatör kısa devre olmuş demektir. İbre hiç sapmıyorsa kondansatör açık devre olmuştur (Resim 1.14).



**Resim 1.14: Kondansatörün sağlamlık kontrolü**

#### **1.4.5. Merkezkaç Anahtarı**

Bir fazlı yardımcı sargılı motorlarda, motor kalkınırken yardımcı sargıyı devrede tutan ve motor normal devrinin %75'ine ulaştığında devreden çıkartan elemana merkezkaç (santrifüj) anahtarı denir (resim 1.15 ve resim 1.16).



**Resim 1.15: Kapağa montajlı merkezkaç anahtarı Resim 1.16: Rotor üzerindeki hareketli parça**

Bir fazlı yardımcı sargılı motorlarda en çok görülen arıza merkezkaç anahtarının kontaklarının açılmaması sonucu yardımcı sargının yanması durumudur.

Merkezkaç anahtarı arızalarında şu durumlar gözlenir:

- Merkezkaç anahtarı göbek sacı rotor mili üzerine sabitlenmiştir. Eğer rotor mili üzerinde serbestçe dönüyorsa, itme bileziği kontağı kapatamaz ve kalkış kondansatörü çalışmaz.
- Kontak ayarları bozulmuş olabilir. Eğer kontak motor normal devrini aldığı halde açılmazsa kondansatör sürekli devrede kalacağı için bozulur. Kontak kapanmazsa kondansatör ve yardımcı sargı devreye girmeyeceği için motor kalkınmaz.
- Kontak, açma sırasında oluşan arkla kaynak olması sonucu yapışık kalabilir. Bu durumda kalkış kondansatörü sürekli devrede kalır ve hemen bozulur.
- Uygun palet veya yay kullanılmamışsa merkezkaç anahtarı ya devreyi erken açar ya da geç açar. Erken açarsa motor kalkışını tamamlamadan kalkış kondansatörü devreden ayrılacağı için kalkış momenti yük momentini karşılayamayacak ve motor aşırı yükte çalışma durumuna girecektir. Eğer kontak geç açılırsa, kalkış kondansatörü uzun süre devrede kalacağı için bozulabilir.

#### **1.4.6. Sargıların Yanmasının Nedenleri**

- **Motorun iki faza kalması:** Besleme kaynağının tek fazının motora olan bağlantısının kopuk olması sonucudur. Bu kopukluk genelde bir sigortanın atmasından, açık bir kontaktör kontağından, kabloların birinin kopuk olmasından ya da kötü bir bağlantıdan kaynaklanabilir. Resim 1.17’de bu arıza sonucu yanan motorun stator sargıları görülmektedir.

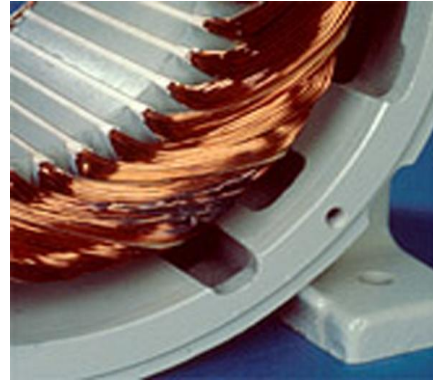


**Resim 1.17: İki faza kalarak yanan stator sargıları**

- **Sargı kısa devresi:** Bobinlerin kendi sargıları arasında veya bobinler arasında kısa devre oluşabilir. Bu arızalarda motor fazla akım çeker, ısı hızla artar ve motor koruması yapılmamışsa sargı yanar (Resim 1.18 ve Resim 1.19).

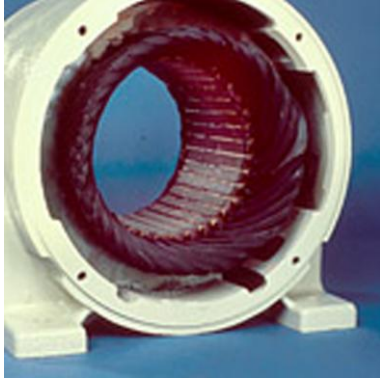


**Resim 1.18: Bobinler arası (faz-faz) kısa devre**



**Resim 1.19: Bobin içi kısa devre**

- **Motorun aşırı akım çekerek çalışması:** Motorun aşırı akım çekerek çalışması sargı yanmasına neden olabilecek sıkça gözlenen arıza durumudur. Aşırı yükler, iki faza kalarak çalışmaya devam etme, mekanik zorlanmalar sonucu milin sıkışması, rulmanların bozulması, düşük voltajda çalıştırma, yol alma ve frenleme sürelerinin uzun tutulması, sık durma ve kalkış yapılması, şebeke frekansındaki aşırı dalgalanmalar, bağlantı hatası, standart ortam koşulları dışında motorun anma yükünün üzerinde çalıştırılması durumlarında motor aşırı akım çeker. Aşırı akım sonucu sargılardaki ısı oldukça artar. Motorda koruyucu önlemler alınmamışsa sargı kısa sürede yanar. Resim 1.20'de bu arıza sonucu yanan motorun stator sargıları görülmektedir.



**Resim 1.20: Aşırı akım sonucu yanan stator**      **Resim 1.21: Aşırı yük altında çalışan bir motor**

- **Gövdeye kaçak:** Sargının stator saç paketine temas yerlerinde, yalıtım bozukluğu sonucu ve gövde kaçağı oluşabilir. Motor fazla akım çeker, güç düşer, devir azalır, ısı artar, gürültülü çalışma olur ve sargı yanabilir. Resim 1.22 ve resim 1.23'te bu arıza sonucu ortaya çıkan stator sargı durumları görülmektedir.

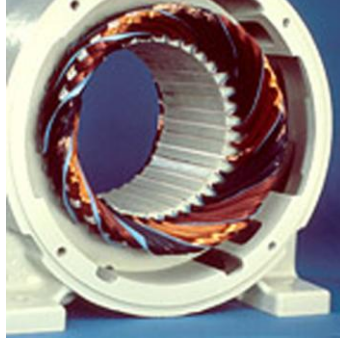


**Resim 1.22: Oyuk içinden gövdeye kaçak**



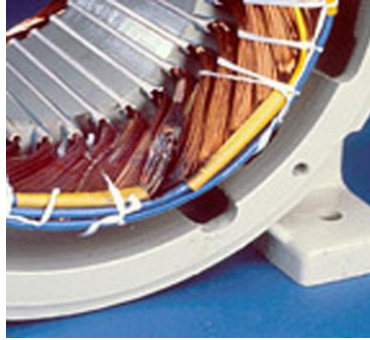
**Resim 1.23: Oyuk ağzından gövdeye kaçak**

- **Üç fazlı gerilimdeki dengesizlikler:** Motora uygulanan üç fazlı şebekenin, faz gerilimleri arasındaki düzensiz değişimler, düşük ve yüksek gerilim koşullarını doğurur. Bu durum motorun ısınmasına yol açar. Motorun verimi düşer. Faz gerilimleri arasındaki %3,5 kadarlık voltaj dengesizliği motor ısısında %25'lik bir ısı artışına sebep olabilir. Resim 1.24'te bu arıza sonucu yanan stator sargılarının durumu görülmektedir.



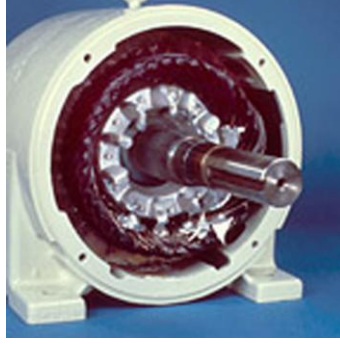
Resim 1.24: Arıza sonucu yanan stator sargıları

- **Aşırı gerilim yükselmeleri:** Aşırı gerilim yükselmeleri çoğunlukla güç devrelerinin açılıp kapanmasından, yıldırım düşmesinden, kondansatör boşalması gibi olayların sonucu ortaya çıkar. Bu gerilim yükselmeleri darbe akımlarının oluşmasına ve sargıların yanmasına neden olabilir. Resim 1.25'te bu arıza sonucu yanan stator sargılarının durumu görülmektedir.



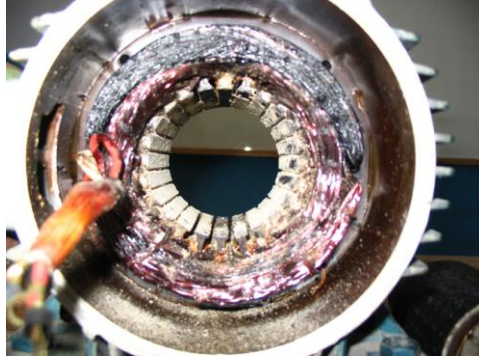
Resim 1.25: Arıza sonucu yanan stator sargıları

- **Rotorun herhangi bir nedenle kilitlenmesi:** Normal işletme ortamında rotorun herhangi bir nedenle kilitlenmesi (dönmemesi) durumunda motor şebekeden fazla akım çeker. Çünkü rotorun kilitlenmesi demek motorun kısa devre olması demektir. Motor bu durumda kalırsa, herhangi bir koruma elemanı yok ise sargılar kısa sürede yanacaktır. Resim 1.26' da rotor kilitlenmesi sonucu yanan stator sargıları görülmektedir.



**Resim 1.26: Rotor kilitlemesi sonucu yanan stator sargıları**

- **Bir fazlı motorlarda merkezkaç anahtarı ve kondansatör arızası:** Bir fazlı motorlarda en çok karşılaşılan arıza merkezkaç anahtarın arızalanarak yardımcı sargıyı devreden çıkarmaması ve bunun sonucunda da ince kesitli az sipirli olan yardımcı sargının yanmasıdır. Ayrıca daimi devre kondansatörlü motorlarda kondansatör kısa devre olursa yardımcı sargı akımı artar, sargı ısınarak yanabilir. Resim 1.27’de yardımcı ve ana sargısı yanmış bir motor görülmektedir.



**Resim 1.27: Ana ve yardımcı sargısı yanmış bir fazlı motor**

#### **1.4.7. Yanık Sargının Tespiti**

Arıza sonucu motor sargılarında bir yanma olup olmadığı, motor sökülmeden kesin olarak tespit edilemez. Yalnız stator sargıları yanmış motorda klemens kutusu açıldığında dışarıya bobin tellerinin üzerindeki izolasyon maddesinin ve yalıtım için kullanılan verniğin yanması sonucu ağır bir koku gelir. Motor söküldüğünde stator sargıları gözlemlendiğinde yanık bobinlerin kavrulmadan dolayı renk değiştiği açıkça görülür (Resim 1.29).





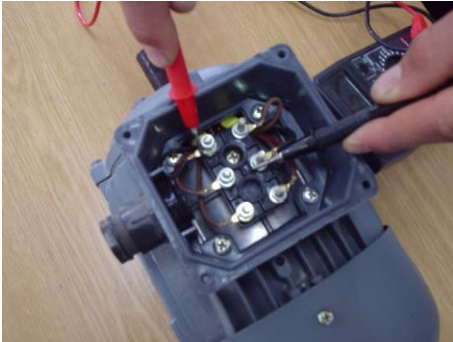
**Resim 1.28: Sağlam stator sargıları**



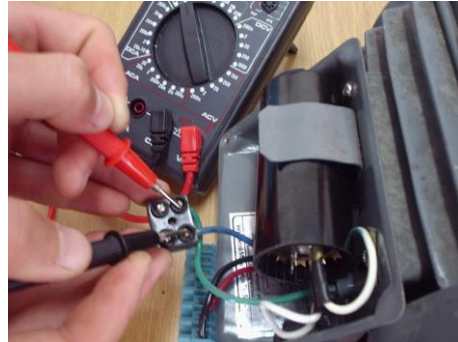
**Resim 1.29: Yanmış stator sargıları**

Yanık faz bobininin tespitini yapabilmek için önce motorun klemens bağlantı kutusundaki köprü sökülür. Daha sonra her faz sargısının giriş ve çıkış uçlarından ohmmetre aracılığı ile dirençleri ölçülür. Bu ölçüme her faz sargısının direnci aynı olmalıdır. İki aynı bir tanesi farklı direnç gösteriyorsa faz sargısında yanma sonucu veya başka bir nedenle bobin iletkenlerinin kendi arasında kısa devre var demektir. Yanmadan dolayı kopuk bir sargı varsa ohmmetre ile ölçüm yaptığımızda yanan sargının giriş ve çıkışları arasında direnç görünmeyecektir. Aynı şekilde bir fazlı motorda da ana ve yardımcı sargı kontrolleri yapılır.

Klemens bağlantısından ohmmetre ile ölçümün nasıl yapılacağı Resim 1.30 ve 1.31’de görülmektedir.



**Resim 1.30: Motor faz sargılarının kontrolü**



**Resim 1.31: Bir fazlı motor sargı kontrolü**

## 1.5. Motor Koruma Röleleri

Motorların kullanımında en önemli unsur, motorun korunmasıdır. Motorda meydana gelebilecek bir arıza veya sargıların yanması, iş akışında aksama ve büyük ekonomik kayıplara neden olabilir. Bu olumsuzlukları önlemek için motoru tehlikeye sokacak arızalar, motor sargıları yanmadan önce engellenmelidir. Motorlar, herhangi bir nedenle fazla akım çektiğinde sargıların ve devrenin zarar görmemesi için, en kısa zamanda şebekeden ayrılmalıdır. Aynı şekilde motorlara normal değerlerinin altında veya üstünde gerilim uygulandığında da yine kısa bir zaman içerisinde motorun enerjisi kesilmelidir. Aksi takdirde sargılar yanacak veya zarar görecektir.

Motor devrelerinde kullanılan başlıca koruma elemanları şunlardır:

- Aşırı akım röleleri
  - Manyetik aşırı akım rölesi
  - Termik aşırı akım rölesi
    - Direk ısıtılmalı aşırı akım rölesi
    - Endirekt ısıtılmalı aşırı akım rölesi
  - Elektronik aşırı akım rölesi
- Manyetik açıcı
- Termik manyetik devre koruma şalteri
- Termistör koruyucular
  - Bimetal devre kesicileri
  - Yarı iletken sıcaklık hissedicileri ( PTC Termistörler )
- Motor ( faz ) koruma rölesi
- Faz sırası rölesi
- Aşırı ve düşük gerilim röleleri
  - Aşırı gerilim kontrol rölesi
  - Düşük gerilim kontrol rölesi
  - Gerilim kontrol rölesi
- Kaçak akım koruma rölesi
- Sigortalar
  - Vidalı ( buşonlu-eriyen telli ) sigortalar
  - Anahtarlı tip ( W ) otomatik sigortalar
    - L Karakterli otomatlar
    - G Karakterli otomatlar
  - Bıçaklı sigortalar

Genel olarak çok kullanılan koruma tipi, termik aşırı akım rölesi ile korumadır. Şebeke geriliminin çok düzensiz değiştiği yerlerde, gerilim kontrol rölesi, beklenmeyen nedenler sonucunda faz sırasının değişimi, motorun dönüş yönü değişiminin güvensiz koşullar yaratacağı yerlerde faz kontrol rölesi kullanılmalıdır.



Resim 1.32: Termik aşırı akım rölesi



Resim 1.33: Gerilim koruma rölesi

## UYGULAMA FAALİYETİ

- **Uygulama:** Arızalı bir fazlı asenkron motorun elektriki arıza tespitini aşağıda verilen işlem basamaklarına göre yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Klemens bağlantısını kontrol ediniz.	➤ Çeşitli araç ve gereçlerin kullanımında el ve parmaklarınızı yaralamamaya dikkat ediniz.
➤ Kondansatörün sağlamlık kontrolünü yapınız.	➤ Kondansatörün sağlamlık kontrolünü yaparken, kondansatör uçlarına dokunmayınız.
➤ Merkezkaç anahtarının kontrolünü yapınız.	➤ Merkezkaç anahtarının kontrolünü yaparken kontakların açılıp açılmadığını ve kontaklarda ark sonucu bir yıpranma olup olmadığını kontrol ediniz.
➤ Sargılar ile gövde arası kaçak kontrolünü yapınız.	➤ Sargı kontrollerini yaparken motorun yıldız veya üçgen köprüsünü sökmeyi unutmayınız.
➤ Sargıların kopukluk kontrolünü yapınız.	➤ Sargıların kopukluk kontrollerini sargı giriş çıkışları arasını seri lamba veya avometre ile ölçerek yapınız.
➤ Sargılar arası kısa devre kontrolünü yapınız.	➤ Bobin grupları arasındaki kısa devreleri tespit etmek için faz girişleri veya çıkışları arasında bağlantı olup olmadığını tespit etmek amacıyla seri lamba veya avometre ile ölçüm yapınız.
➤ Sargıların omik dirençlerinin eşitliğini kontrol ediniz.	➤ Bobinlerin kendi içindeki kısa devreleri tespit etmek için sargıların omik dirençlerini avometre ile ölçünüz.
	➤ Sargıların kontrolünü seri lamba ile yapıyorsanız, enerji altında çalıştığınızı unutmayınız.
	➤ Sargıların kontrolünü avometre ile yapıyorsanız işiniz bittikten sonra, avometreyi kapatmayı unutmayınız.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

### OBJEKTİF TESTLER (ÖLÇME SORULARI)

Aşağıdaki soruların cevaplarını Doğru (D) veya Yanlış (Y) olarak değerlendiriniz.

S.N		D	Y
1	Bir fazlı yardımcı sargılı motorlarda, yardımcı sargının görevi kalkınma momentini artırmaktır.		
2	Bir fazlı yardımcı sargılı motorlarda kondansatör kullanılarak ana sargı ile yardımcı sargı arasında faz farkı oluşturulur.		
3	Faz gerilimindeki %3,5 kadarlık bir voltaj dengesizliği motor ısını %25 kadar artırabilir.		
4	Bir fazlı motorlarda en fazla görülen arıza kalkış kondansatörünün açık devre olması sebebiyle, motorun fazla akım çekerek yanmasıdır.		
5	Motor sargılarının yanmasının nedenlerinden biri de şebeke gerilimdeki aşırı dalgalanmalardır.		
6	Üç fazlı asenkron motorların devir yönünü değiştirmek için motora uygulanan fazlardan ikisinin yerini değiştirmek yeterlidir.		
7	Bir fazlı kalkış kondansatörlü motorların kalkınma momentleri düşüktür.		
8	Aşırı gerilim yükselmeleri çoğunlukla güç devrelerinin açılıp kapanmasından, yıldırım düşmesinden, kondansatör boşalması gibi olayların sonucu ortaya çıkar.		
9	Bobin içi kısa devreleri tespit etmek için sargıların omik dirençlerini avometre ile ölçmemiz ve karşılaştırma yapmamız gerekir.		

Aşağıda verilen boşlukları doldurunuz.

1. Asenkron motorların çalışma prensibi ..... esaslarına dayanır.
2. Bir fazlı motorlarda yardımcı sargıyı devreden çıkartan anahtara .....denir.
3. Motor sargılarının yanık olup olmadığını tespit etmek için her faz sargısının direnci ..... ölçülür.
4. Döner alanın oluşması için en az ..... fazlı bir sisteme ihtiyaç vardır.
5. Klemens uçlarına giriş uçları soldan sağa doğru .....sırası ile çıkış uçları ise .....sırası ile bağlanır
6. Genel olarak çok kullanılan koruma tipi..... ile korumadır.
7. Gücü .....dan büyük motorlar üç fazlı olarak çalıştırılır.
8. Bir fazlı yardımcı sargılı motorlarda kondansatör yardımcı sargıya .....bağlanır.
9. Motor gövdesi ile bobinler arasında meydana gelen elektriki temasa .....denir.

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar inceleyiniz.

## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
Klemens bağlantılarını kontrol ettiniz mi?		
Kondansatörün sağlamlık kontrolünü yaptınız mı?		
Merkezkaç anahtarının kontrolünü yaptınız mı?		
Sargılar ile gövde arası kaçak kontrolünü yaptınız mı?		
Sargıların kopukluk kontrolünü yaptınız mı?		
Sargılar arası kısa devre kontrolünü yaptınız mı?		
Sargıların omik dirençlerinin eşitliğini kontrol ettiniz mi?		

### DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksikliklerinizi araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz.

Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Uygun atölye ortamı sağlandığında bir fazlı motorlarda arızalı kondansatörü değiştirebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlar olmalıdır:

- Kondansatörlerin yapıları, çeşitleri, kapasiteleri ve kapasitelerini etkileyen faktörleri, güç-gerilim-akım değerlerini araştırınız.
- Bir fazlı asenkron motorlarda neden kondansatör kullanıldığı ve kullanılan kondansatör çeşitlerini araştırınız.
- Bir fazlı asenkron motorlarda güce göre kullanılması gerekli kondansatör kapasitesinin nasıl tespit edildiğini araştırınız.
- Kondansatör firmalarından kataloglar temin ediniz. Bu katalogları sınıf ortamında arkadaşlarınızla inceleyiniz.

Araştırma işlemlerinizi için internet ortamını, kondansatör üreticilerini, bir fazlı motor üreticilerini ve elektronik kitaplarını kullanabilirsiniz. Edindiğiniz bilgi ve tecrübeleri sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

## 2. KONDANSATÖRLER

Karşılıklı iki iletken ve bunların arasında bulunan bir yalıtıktan oluşan, elektrik yükü depo edebilme yeteneğine sahip devre elemanlarına kondansatör denir.

Bir fazlı yardımcı sargılı motorlar genellikle kondansatörlü olarak kullanılır. Kondansatör hem motorun kalkınma momentini artırır hem de ana sargı ile yardımcı sargı arasında faz farkı oluşmasını sağlar. Ayrıca kalkış kondansatörlü motorlarda, yardımcı sargıya seri olarak bağlanan kondansatör sayesinde motorun ilk kalkınmada çekeceği akımda biraz düşük olur.

### 2.1. Çeşitleri

Bir fazlı yardımcı sargılı motorlarda iki çeşit kondansatör kullanılır.

- Kalkış kondansatörlü motorlar için elektrolitik kondansatörler
- Daimi kondansatörlü motorlar için metalik polipropilen film kondansatörler

## 2.2. Yapısı

- **Elektrolitik kondansatörler:** İlk hareket kondansatörü olarak kullanılan elektrolitik kondansatörler alüminyum folyolardan yapılıdır. Folyonun iki yüzü de çok ince ve mikroskobik girinti ve çıkıntıları olan dielektrik vazifesi gören alüminyum oksit ile kaplıdır. Bu folyolar elektrolit sıvısı emdirilmiş kâğıtlar ile birlikte sarılır. Alüminyum şeritler tek veya çift terminallere bağlanarak bakalit tüp muhafazaların içine konur.

Elektrolitik kondansatörler üç saniyeden fazla devrede kalmamalıdır. Aksi takdirde kısa sürede bozulur. Elektrolitik kondansatörler çok yüksek kapasitelerde yapılabilir.



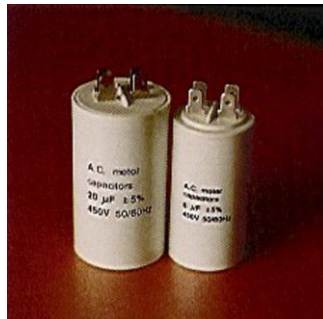
Resim 2.1: Elektrolitik kondansatörler



Resim 2.2: 1~ motora bağlanmış kondansatör

- **Metelik polipropilen film kondansatörler:** Yapısında metalize polipropilen film ve poliüretan reçine kullanılmaktadır. Dış yapısı dip vidalı, vidasız plastik veya alüminyum tüpten oluşmaktadır. Metalize film iki kat silindirik şekilde sarılarak kondansatör elemanı oluşturulur. Daha sonra kondansatör elemanları plastik tüpler içinde yüksek izolasyon seviyesine sahip poliüretan reçine ile kaplanır ve hava ile ilişkisi kesilir.

Bu kondansatörler küçük kapasitelerde imal edilmektedir. Dayanma gerilimleri yüksektir. Kutupsuzdur. Bir fazlı daimi devre kondansatörlü motorlarda kullanılır.



Resim 2.3: Metelik polipropilen film kondansatörler



## 2.3. Kapasite

Kondansatörün yük depo edebilme yeteneği kapasite olarak adlandırılır.

Bir fazlı yardımcı sargılı motorlarda kullanılacak kondansatörün kapasitesi motor gücüne ve motor tipine göre değişir. Kullanılacak kondansatör kapasitesinin tespiti için hazır tablolardan faydalanılır (Tablo 2.1).

GÜÇ ( HP )	GÜÇ ( kW )	KONDANSATÖR	
		İLK HAREKET ( $\mu\text{F}$ )	DAİMİ DEVRE ( $\mu\text{F} / \text{Volt}$ )
0.35	0.25	43 – 53	10 / 400
0.40	0.30	53 – 64	15 / 400
0.50	0.35	64 – 77	15 / 400
0.55	0.40	72 – 88	15 / 400
0.70	0.50	88 – 108	20 / 400
0.80	0.60	108 – 130	20 / 400
0.90	0.70	124 – 149	25 / 400
1.10	0.80	145 – 175	25 / 400
1.20	1.00	161 – 193	30 / 400
1.30	1.10	189 – 227	30 / 400
1.50	1.20	216 – 259	30 / 400
1.75	1.30	233 – 280	40 / 400
2.00	1.50	280 – 333	40 / 400

**Tablo 2.1: Motor güçlerine göre kullanılacak ilk hareket ve daimi devre kondansatörleri**

## 2.4. Güç Gerilim Akım

Kondansatörlü devrelerde akım gerilimden ileri fazdadır. Kondansatörler reaktif güç çeken elemanlardır ve bu reaktif güç kapasitif reaktif güç olarak adlandırılır.

Kondansatörlerin gerilimleri de çok önemlidir. Uygulamada kullanılan kondansatörler standart gerilimlerde yapılır. Kondansatörlerin standart çalışma gerilimleri 3-6,3-10-16-25-35-50-63-100-160-250-350-400-450-630-1000 V'tur. 24 voltla çalışan elektronik bir devrede gerilimi 16 volt olan kondansatör kullanmak doğru değildir. Özellikle elektrolitik kondansatörlere çalışma gerilimlerinin üzerinde gerilim uygulanırsa, ısınarak patlar.

Kondansatörler alternatif akımın maksimum değeri ile şarj olur. Bu sebepten kondansatörün çalışma gerilimini belirlerken bu hususu göz önünde bulundurmanız gerekir. Alternatif akımda çalışma gerilimi belli bir devreye bağlayacağımız kondansatörün gerilimi:

$VC = V_{\text{etkin}} \times 1,41$  formülü ile hesaplanır.

Örnek: 220V alternatif akım devresinde çalışan bir fazlı yardımcı sargılı motora bağlanacak kondansatörün çalışma gerilimi kaç volt olmalıdır?

$$VC = V_{\text{etkin}} \times 1,41 = 220 \times 1,41 = 310,2 \text{ V}$$

Motora bağlayacağımız kondansatörün gerilimi en az 310,2 V olmalıdır. Yalnız standart kondansatör gerilimlerinde böyle bir değer yoktur. Bunun için en yakın üst gerilim değeri olan 350 V'luk kondansatör kullanmamız gerekir. Bazı kondansatörlerin üzerinde 250 V değerinin yanında ~ işareti bulunur. Bu kondansatörün 250V alternatif akıma dayanabileceğini göstermektedir.

Kondansatörler doğru akımı geçirmeyip alternatif akımı geçiren devre elemanlardır. Alternatif akımı geçirirken göstermiş oldukları dirence kapasitif reaktans denir.

## 2.5. Kondansatörlerle Çalışırken Dikkat Edilmesi Gerekenler

Kondansatörlerle çalışırken ve kondansatör seçimi yaparken aşağıdaki hususlara dikkat etmemiz gerekir.

- Motor kontrolü yaparken, kondansatör uçlarında gerilim olduğunu unutulmamalıdır. Şayet çıplak elle kondansatör uçlarına dokunursak, kondansatör bizim üzerimizden deşarj olacağı için, çarpılma durumu ortaya çıkacaktır.
- Kondansatörler alternatif akımın maksimum değeri ile şarj olur. Bu nedenle kondansatörün çalışma gerilimi, uygulanacak gerilimin en az 1,41 katı büyüklüğünde olmalıdır. Örneğin; 220 V' luk bir fazlı şebekede çalışan bir cihaza kondansatör bağlanacak ise bu kondansatörün gerilimi en az  $220 \times 1,41 = 310 \text{ V}$  olmalıdır.

- Daimi devre kondansatörlü motorlarda boş çalışmada kondansatör geriliminin artış yapması da düşünülerek, kondansatör gerilimi yüksek seçilir.220 V' luk şebekede 400 – 450V gibi.
- Motora bağlanacak kondansatörü seçimini yaparken, güce ve tipe göre uygun kapasite ve çeşitte kondansatör tespiti yapılması gerekir.
- Elektrolitik kondansatörlerin depolama süreleri yaklaşık bir yıldır. Bu sürenin aşılması halinde kondansatör kullanılmadan önce teste tabi tutulmalıdır.

## UYGULAMA FAALİYETİ

- **Uygulama:** Öğrenme faaliyeti-1’de arıza tespit işlemlerini yaptığımız bir fazlı motorun kondansatörünü aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek değiştiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Klemens kapağını ve koruyucusunu sökünüz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Klemens kapağını ve koruyucusunu sökerken, vidalar için uygun tornavida seçimi yapınız.</li><li>➤ Araç ve gereçlerin kullanımında el ve parmaklarınızı yaralamamaya dikkat ediniz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kondansatör uçlarını tornavida ile deşarj ediniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kondansatör uçlarını deşarj ederken, çıplak elle uçlara dokunmamaya dikkat ediniz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Arızalı kondansatörü sökünüz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kondansatörü sökerken yuvasına zarar vermeyiniz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Uygun kondansatörün seçimini yapınız.</li><li>➤ Kondansatörü yerine takınız.</li><li>➤ Klemens kapağını yerine takınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kondansatör seçimi yaparken, arızalı kondansatör üzerindeki değerlere, motor gücüne ve tipine dikkat ediniz.</li><li>➤ Kondansatör bağlantısını yaparken, kablo uçları ile kondansatör uçlarının iyi temas etmesini sağlayınız.</li></ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

### A- OBJEKTİF TESTLER (ÖLÇME SORULARI)

Aşağıdaki cümleleri Doğru (D) ve Yanlış (Y) olarak değerlendiriniz.

		D	Y
1	Bir fazlı motorlarda kondansatör sadece kalkınma momentini artırmak için kullanılır.		
2	Kalkış kondansatörlü motorlarda elektrolitik tip kondansatörler kullanılır.		
3	Elektrolitik kondansatörler uzun süre devrede kalsa dahi zarar görmez.		
4	Elektrolitik tip kondansatörler çok yüksek kapasiteli olarak yapılabilir.		
5	Alternatif akımda çalışan bir cihaza kondansatör bağlanacak ise, kondansatörün gerilimi şebeke gerilimine eşit olmalıdır.		
6	Kondansatörler alternatif akımın ortalama değeri ile şarj olur.		
7	Metalik polipropilen film kondansatörler kutupsuz olarak yapılır.		
8	Metalik polipropilen film kondansatörler yüksek gerilimlere dayanabilir.		
9	Daimi devre kondansatörlü motorlarda boş çalışmada kondansatör gerilimindeki düşme nedeniyle, düşük gerilim değerli kondansatör seçimi yapılabilir.		

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar inceleyiniz.

## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
Klemens kapağını ve koruyucu kapağı söktünüz mü?		
Kondansatör uçlarını tornavida ile deşarj ettiniz mi?		
Kondansatörü yerinden söktünüz mü?		
Uygun kondansatör seçimini yaptınız mı?		
Kondansatörü yerine taktınız mı?		
Klemens kapağını ve koruyucu kapağı yerine taktınız mı?		

### DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksikliklerinizi araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz.

Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Uygun atölye ortamı sağlandığında bir fazlı motorlarda arızalı merkezkaç anahtar grubunu değiştirebileceksiniz

## ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlar olmalıdır:

- Merkezkaç anahtarının çalışma prensibi, yapısı ve çeşitleri hakkında araştırma yapınız. Araştırma işlemleri için merkezkaç anahtar üreticilerini, internet ortamını, elektrik makineleri kitaplarını ve çevrenizde bulunan bobinaj atölyelerini kullanınız.
- Çevrenizdeki işletmelerin bakım – onarım birimleri ile özel bobinajcılara giderek, burada merkezkaç anahtarının nasıl değiştirildiğini gözlemleyiniz. Edindiğiniz bilgi ve tecrübeleri sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.
- Merkezkaç anahtarı üreticilerinden veya bu üreticilerin internet sitelerinden kataloglar temin ederek, bu katalogları arkadaşlarınızla sınıf ortamında inceleyiniz.

## 3. MERKEZKAÇ ANAHTARLAR

### 3.1. Merkezkaç Anahtar

Bir fazlı yardımcı sargılı motorlarda, motor kalkınırken yardımcı sargıyı devrede tutan normal devrinin %75'ine ulaştığında yardımcı sargıyı devreden ayıran anahtara merkezkaç veya santrifüj anahtar denir (Resim 3.1 ve Resim 3.2).



Resim 3.1: Merkezkaç anahtarı hareketli parça



Resim 3.2: Merkezkaç anahtarının kontağı

### 3.2. Çalışma Prensibi

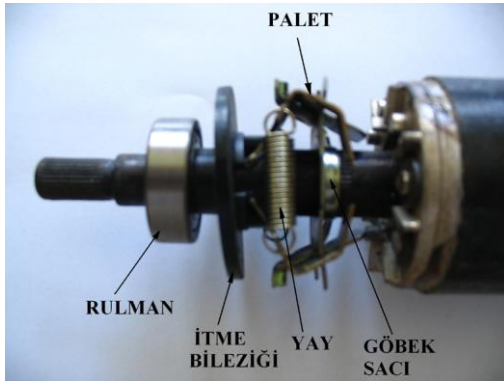
Merkezkaç anahtarı isminden de anlaşılacağı gibi merkezkaç kuvvetinin etkisiyle çalışır. Dairesel hareket yapan her cismi merkez dışına itmeye çalışan bir kuvvet vardır. Bu kuvvete merkezkaç kuvveti denir. Motor çalışmaz iken merkezkaç anahtarın kontakları kapalıdır ve yardımcı sargıyı devreye sokar. Motor çalışmaya başladığında devir sayısı artıka merkezkaç kuvvetinin etkisi de artar. Motor normal devrinin %75'ine ulaştığında hareketli kısım merkezkaç kuvvetinin etkisiyle dışarı doğru çekilerek kontak üzerindeki basıncı kaldırır. Bu sırada kontak açılarak yardımcı sargıyı devreden çıkartır.

Bir fazlı yardımcı sargılı motorlarda yardımcı sargıyı devreden çıkartmak için en çok kullanılan yöntem merkezkaç anahtarıdır. Yapısı basit sağlam ve kullanışlıdır. Tek olumsuz yanı herhangi bir arıza sonucu, merkezkaç anahtarının kontrol edilmesi için motorun sökülmesi gerektiğidir. Kullanılan diğer ayırma elemanları motorun dışında yer alır. Herhangi bir arızada kontrol işlemi için motoru sökmeye gerek yoktur.

### 3.3. Yapısı

Merkezkaç anahtarı iki kısımdan meydana gelir. Duran kısmı motor arka kapağında, hareketli kısmı ise rotor üzerindedir. Hareketli kısmı bir göbek sacı, bir itme bileziği, iki adet palet ve iki adet yaydan oluşur. Duran kısım ise motorun arka kapağına monte edilmiş kontakta meydana gelir.

Merkezkaç anahtarının hareketli kısmı arka rulmandan önce arka milin tırtıklı yerine monte edilir. Göbek sacı ile itme bileziği mil üzerine monte edilir. Göbek sacı ile itme bileziği arasına ikişer adet palet ve yay takılır. Kontak motorun arka kapağına monte edilir. Normal durumda merkezkaç anahtarının itme bileziği kontakta bastığından, kontak kapalıdır (Resim 3.4). Merkezkaç kuvveti ile itme bileziğinin çekilmesini sağlayan hız değerini etkileyen elemanlar, paletler ve yaylardır (Resim 3.3). Kullanılacak palet ve yaylar motorun hız değerine uygun seçilmelidir.

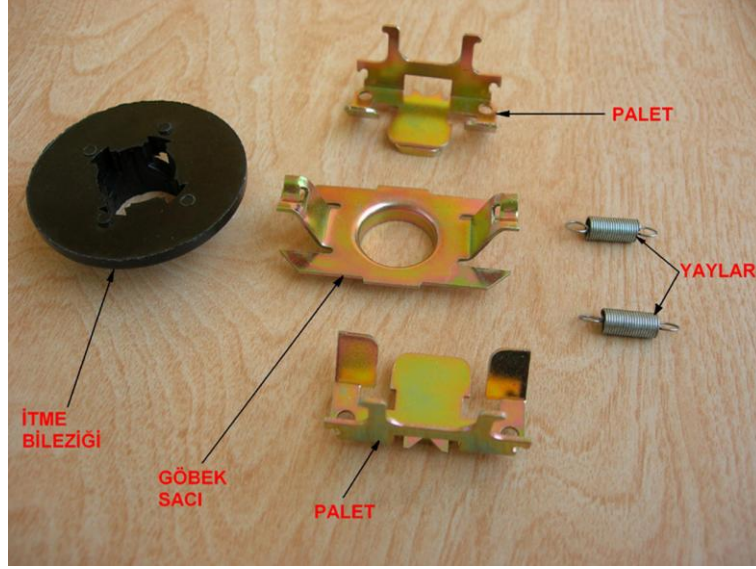


Resim 3.3: Hareketli kısım parçaları



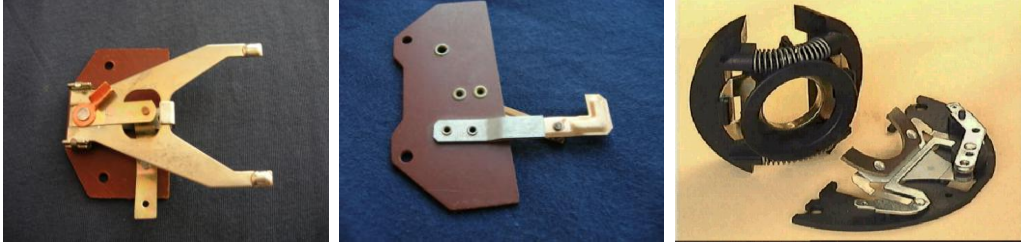
Resim 3.4: Merkezkaç anahtarının kontakta





**Resim 3.5: Merkezkaç anahtarının rotor üzerindeki hareketli parçaları**

Merkezkaç anahtarının arka kapağında bulunan kontaklar değişik yapı şekillerinde yapılabilmektedir (Resim 3.6).

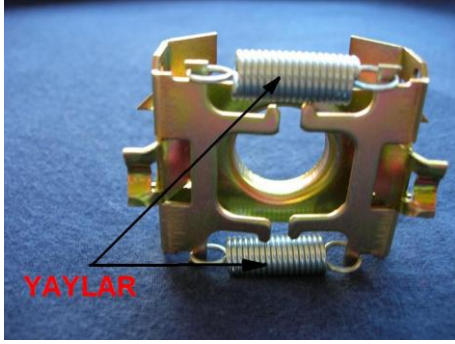


**Resim 3.6: Merkezkaç anahtarında kullanılan çeşitli kontak yapı tipleri**

### 3.4. Çeşitleri

Merkezkaç anahtarları kullanılacak motorun devir sayısına göre değişmektedir. Motor hızına bağlı olarak merkezkaç kuvvetinin yaptığı etki de değişmektedir. Bu sebepten merkezkaç anahtarlarda devir sayısına göre kullanılacak yaylar ve paletlerde değişir. Genel olarak hıza göre merkezkaç anahtarları şu şekilde sınıflandırılır.

- 2 kutuplu ( 3000 d/d ) motorlarda kullanılan merkezkaç anahtarları (Resim 3.7 ve Resim 3.8):

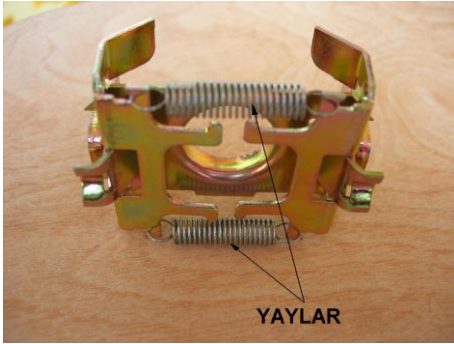


**Resim 3.7: 3000 devirde kullanılan yaylar**

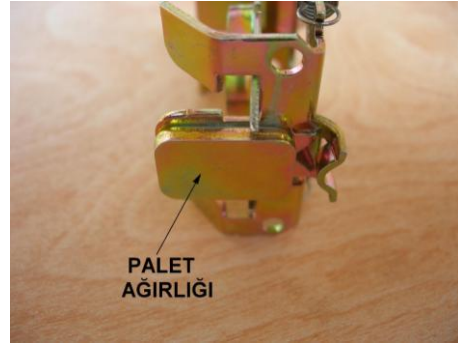


**Resim 3.8: 3000 devirde kullanılan palet**

- 4 kutuplu ( 1500 d/d) motorlarda kullanılan merkezkaç anahtarları (Resim 3.9 ve Resim 3.10)



**Resim 3.9: 1500 devirde kullanılan yaylar**



**Resim 3.10: 1500 devirde kullanılan paletler**

Resim 3.10'da görüldüğü gibi 4 kutuplu ( 1500 d/d) motorlarda kullanılacak merkezkaç anahtarının paletlerine ağırlıklar konmuştur. Böylece merkezkaç kuvvetinin etkisiyle daha erken bir devirde kontakların açılması sağlanmıştır.

- 6 kutuplu ( 1000 d/d) motorlarda kullanılan merkezkaç anahtarları

Kullanılan parçalar 1500 devirde kullanılanlarla aynıdır. Sadece yaylar farklılık gösterir.

Ayrıca motorun gövde büyüklüğüne göre de merkezkaç anahtarları büyük boy ve küçük boy olmak üzere iki çeşittir.

## UYGULAMA FAALİYETİ

- **Uygulama:** Öğrenme faaliyeti-1’de arıza kontrollerini yaptığımız bir fazlı asenkron motorun merkezkaç anahtarını aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek değiştiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Arızalı merkezkaç anahtar grubunu yerinden sökünüz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Rotor üzerindeki rulmanı sökmek için çektirme kullanınız.</li><li>➤ Rulmanı sökerken ve yerine takarken zarar vermemeye dikkat ediniz.</li><li>➤ Söktüğünüz merkezkaç anahtarının çeşidini tespit ediniz ve aynı özellikte yeni merkezkaç anahtarını takınız.</li><li>➤ Kullanılacak palet ve yayların motorun hız ve frekansına uygun olmasına dikkat ediniz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yeni merkezkaç anahtar grubunu yerine takınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Merkezkaç anahtarının kontak kısmının montajını yaparken, kontakların gövdeye temasını önleyecek tedbirleri almayı unutmayınız.</li><li>➤ Araç ve gereçlerin kullanımında el ve parmaklarınızı yaralamamaya dikkat ediniz.</li></ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

### A- OBJEKTİF TESTLER (ÖLÇME SORULARI)

1. Merkezkaç anahtarı yardımcı sargıya ..... bağlanır.
2. Merkezkaç etki ile itme bileziğinin çekilmesini sağlayan hız değerini etkileyen elemanlar ..... ve .....dır.
3. Merkezkaç anahtarının duran kısmını motor kapağında bulunan ..... oluşturur.
4. Merkezkaç anahtarının kontakları normalde ( motor dururken ) .....dır
5. Yardımcı sargıyı devreden ayırmak için en çok kullanılan yöntem merkezkaç anahtarı kullanmaktır.
6. Yardımcı sargıyı devreden çıkarmak için kullanılan merkezkaç anahtarlarının tek sakıncası herhangi bir arıza durumunda, merkezkaç anahtarının kontrol edilmesi için motorun sökülmesi gerektirir.

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar inceleyiniz.

## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
Arızalı merkezkaç anahtar grubunu yerinden söktünüz mü?		
Yeni merkezkaç anahtar grubunu yerine taktınız mı?		

### DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksikliklerinizi araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz.

Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-4

## AMAÇ

Uygun atölye ortam sağlandığında motorların rotor kontrolünü yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlar olmalıdır:

- Rotoru sargılı asenkron motorlarda, rotorda meydana gelebilecek arızaları araştırınız.
- Kısa devre çubuklu asenkron motorlarda, rotorda meydana gelebilecek arızaları araştırınız.

Araştırma için motor üreticilerini, bu üreticilerin internet sitelerini, çevrede bulunan işletmelerin bakım-onarım atölyelerini ve özel bobinaj atölyelerini gezmeniz gerekir. Buralarda edinmiş olduğunuz bilgi ve gözlemlerinizi sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

## 4. ROTOR

### 4.1. Rotor Sargılarından Kaynaklanabilecek Arızalar

Sargılı rotorlu (bilezikli) asenkron motorlarda, rotor üzerine açılmış oyuklara aynı statorda olduğu gibi üç fazlı sargılar yerleştirilir. Bu sargılar genelde yıldız bağlanarak rotor mili üzerindeki bileziklere bağlanır.

Rotor sargılarında aynı stator sargılarındaki gibi elektriki arızalar meydana gelebilir. Sargılarda kopukluk, gövdeye kaçak, sargı kısa devreleri vb. arızalar görülebilir. Bu arızaların tespiti ve giderilmesi aynı stator sargılarındaki gibidir. Rotor sargılarındaki arızaları sonunda asenkron motorlarda akım artar, moment ve verimde düşmeler meydana gelir.

### 4.2. Bileziklerden Kaynaklanabilecek Arızalar

Rotoru sargılı asenkron motorlarda bileziklere ve bileziklere basan fırçalara bağlı olarak birtakım arızalar meydana gelebilir. Bu arızalar şunlardır:

- Bilezikler arasındaki izolasyon maddesindeki çatlaklar ve kırılmalar sonucu, bilezikler arasında kısa devreler meydana gelebilir.

- Kullanılan fırçaların kalitesi motorun çalışma karakteristiğine uygun seçilmemiş ise bilezikler üzerinde çizikler ve lekelenmeler meydana gelebilir. Bu durum bileziklerin yıpranmasına neden olur. Yıpranma sonucu bileziklerin arası dolar ve kısa devreler meydana gelebilir. Bu nedenle hafif çizgili ve dalgalı bilezikler taşlanarak düzeltilmelidir. Bazı motorlarda kalkınma sağlandıktan sonra, bileziklerin bulunduğu tarafa ilave edilen bir mekanik düzen yardımı ile fırçalar kaldırılır ve bilezikler kısa devre edilir. Motor bu andan sonra kısa devreli rotor gibi çalışmaya devam eder. Fırçalar da bileziklere sürtünmediği için hem bileziklerde hem de fırçanın kendisinde yıpranma meydana gelmez.
- Dönen kısımdaki rotor devresine akım, fırçalar ve bilezikler aracılığı ile iletilir. Fırçalardaki yıpranmalar nedeniyle birtakım arızalar meydana gelebilir. Fırçaların yıpranması sonucu, bilezikle olan temasında problemler yaşanır. Yıpranmış fırçalar bilezik yüzeyinde ark oluşmasına ve bileziğin bozulmasına neden olur. Akım rotor devresine iletilemez. Motorun momenti düşer. Diğer sargılardan fazla akım geçeceği için rotorda ısınma meydana gelir. Herhangi bir koruma elemanı yoksa sargılar yanabilir. Bu gibi arızalar motor devrindeki azalmayla kendini belli eder.

Bileziklerin kontrolünü yaparken özellikle fırçalara dikkat etmemiz gerekir (resim 4.1). Çünkü sargılı rotorlu ( bilezikli ) asenkron motorlarda aynı doğru akım motorlarında olduğu gibi en çok arıza görülen ve arızaya sebep olan eleman fırçalardır. Fırçaların boyu kontrol edilmeli ve fırça yuvasındaki birikmiş karbon ve tozlar temizlenmelidir. Baskı yayları kontrol edilmelidir. Çünkü fırçanın bileziğe az veya çok basması zararlıdır. Fırça az basarsa ark meydana gelir ve bilezikler yıpranır eğer fırça çok basarsa kısa sürede kendisinin yıpranmasına neden olur.



**Resim 4.1: Sargılı rotorlu asenkron motorların bilezikleri**

### **4.3. Çubuklarda Çatlağın Sonucu Çıkabilecek Arızalar**

Kısa devre rotorlu asenkron motorlarda rotor arızaları ender görülen arızalardır. Rotor arızaları genelde alüminyum döküm boşluklarından ya da rotor ile stator arasındaki hava boşluğunun düzensizliğinden meydana gelir.

Kısa devre çubuklarının kırılması veya çatlamasına kalkış anındaki zorlanmalar, aşırı ısınma vb. problemler sebep olur (resim 4.2). Kısa devreli rotor çubuklarında herhangi bir sebeple kırılması veya çatlama oluşması durumunda bu kısa devre çubuğundan akım geçemeyecektir. Bu durum diğer komşu kısa devre çubuklarının aşırı ısınmasına sebep olacaktır. Motor momenti düşecek, verim azalacak, akım artacak ve gürültülü bir çalışma meydana gelecektir



**Resim 4.2: Kısa devre çubukları kırılmış bir rotor**

#### **4.4. Çubuklarda Gevşeme Sonucu Çıkabilecek Arızalar**

Rotor kısa devre çubuklarında gevşeme meydana gelebilir. Gevşemenin sebebi rotor kısa devre bileziği ile kısa devre çubukları arasındaki bağlantıda kopukluk meydana gelmesidir. Bu arıza durumunda yine diğer komşu kısa devre çubukları aşırı ısınacaktır. Motor momenti azalacak, verim düşecek, akım artacak ve gürültülü bir çalışma meydana gelecektir. Arıza kopan kısa devre çubuklarının tekrar kısa devre bileziğine kaynak yapılmasıyla giderilebilir.



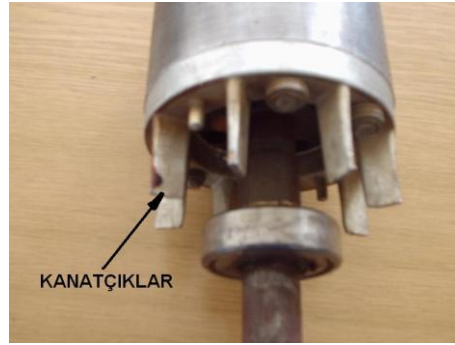
**Resim 4.3: Kısa devre çubukları gevşemesinden dolayı arızalanan bir rotor**

#### **4.5. Kanatçıklarda Çıkabilecek Arızalar**

Rotorun iki tarafında rotor çubuklarının kısa devre eden halkalarda, alüminyum döküm yapılırken küçük kanatçıklar meydana getirilir. Bu kanatçıklar pervane görevi görerek motorun soğumasını sağlar.



Bu kanatçıklarda kırılmalar ve eğilmeler meydana gelebilir. Rotor kanatçıklarının kırılması motorda çok önemli arızaların oluşmasına neden olabilir. Ender görülen arızalardandır. Kanatçıklarda meydana gelen eğilmeler ise rotorun balans ayarını bozacaktır. Bu da dönme eksenini üzerindeki yataklara etki eden merkezkaç kuvvetlerini doğuracaktır. Motorda gürültülü bir çalışma meydana gelecektir.



**Resim 4.4: Rotor kanatçıkları**

## UYGULAMA FAALİYETİ

- **Uygulama 1:** Sargılı rotorlu asenkron motor için aşağıdaki 1 ve 2. işlem basamaklarını uygulayınız.
- **Uygulama 2:** Öğrenme faaliyeti-1’de elektriki arıza tespitini yaptığınız bir fazlı asenkron motorun rotor kontrolünü 3.4.5. işlem basamaklarına göre yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Rotor sargılarının kontrolünü yapınız.	➤ Rotor sargılarının kontrolünü stator sargılarının kontrolü gibi yapınız. ➤ Sargıların kontrolünü yaparken seri lamba kullanıyorsanız, enerji altında çalıştığınızı unutmayınız. ➤ Sargıların kontrolünü avometre ile yapıyorsanız, işiniz bittikten sonra kapatmayı unutmayınız.
➤ Bileziklerin kontrolünü yapınız.	➤ Bileziklerin kontrolünü yaparken, bileziklere basan fırçaların seviyesini ve baskı yaylarının durumunu da kontrol ediniz. ➤ Bileziklerin kontrolünü yaparken üzerlerinde çizik veya lekeler olup olmadığına dikkat ediniz.
➤ Rotor çubuklarında çatlaklık kontrolü yapınız.	➤ Kısa devre çubuklarında çatlaklık ve gevşeklik kontrolü yaparken, rotor yüzeyini dikkatli bir şekilde inceleyiniz.
➤ Rotor çubuklarında gevşeklik kontrolü yapınız.	
➤ Kanatçıkların kontrolünü yapınız.	➤ Kanatçıkların kontrolünü yaparken kanatçıklarda bir kırılma çatlama veya eğilme olup olmadığını gözlemleyiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

### A- OBJEKTİF TESTLER (ÖLÇME SORULARI)

Aşağıdaki cümleleri Doğru ( D ) veya Yanlış ( Y ) olarak değerlendiriniz.

		D	Y
1	Rotor üzerindeki sargılar genelde üçgen bağlandıktan, sonra rotor mili üzerindeki bileziklere bağlanır.		
2	Rotor arızaları genelde alüminyum döküm boşluklarından ya da rotor ile stator arasındaki hava boşluğunun düzensizliğinden meydana gelir.		
3	Kısa devre çubuklu asenkron motorlarda en çok arıza görülen parça rotorlardır.		
4	Rotor kısa devre çubuklarında meydana gelen çatlama sonucu, diğer kısa devre çubuklarının akımı artacağı için motorun momenti artacaktır.		
5	Rotor kısa devre çubuklarındaki gevşemenin sebebi çubukların kısa devre bileziğinden kopmuş olmasıdır.		
6	Kısa devre çubuklu rotorlarda meydana gelen rotor arızaları sonunda motor momenti azalır, verim düşer, akım artar ve gürültülü bir çalışma meydana gelir.		
7	Rotor üzerindeki kanatçıklar balans dengesi sağlanmak amacıyla kullanılır.		

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar inceleyiniz.

## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
Rotor sargılarının kontrolünü yaptınız mı?		
Bileziklerin kontrolünü yaptınız mı?		
Rotor çubuklarındaki çatlaklık kontrolünü yaptınız mı?		
Rotor çubuklarındaki gevşeklik kontrolünü yaptınız mı?		
Kanatçıkların kontrolünü yaptınız mı?		

### DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksikliklerinizi araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz.

Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-5

## AMAÇ

Uygun atölye ortamı sağlandığında motor tipini tespit edebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlar olmalıdır:

- Bir ve üç fazlı asenkron motor tiplerini araştırınız.
- Çeşitli tipte kullanılan rotor saçlarını ve özelliklerini araştırınız.
- Bir ve üç fazlı asenkron motorlarda uygulanan sarım çeşitlerini araştırınız.
- Asenkron motorlarla ilgili standartlar hakkında araştırma yapınız.

Araştırma için motor üreticilerini, bu üreticilerin internet sitelerini, çevrede bulunan işletmelerin bakım-onarım atölyelerini ve özel bobinaj atölyelerini gezmeniz gerekir. Buralarda edinmiş olduğunuz bilgi ve gözlemlerinizi sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

## 5. MOTOR TIPLERİ

### 5.1. Bir Fazlı Asenkron Motorlar

Evlerde, bürolarda, küçük tamir atölyelerinde vb. yerlerde genelde bir fazlı şebeke bulunmaktadır. Bu bakımdan bir fazlı şebekede çalışan motorlara hala gereksinim vardır.

### 5.2. Üç Fazlı Asenkron Motorlar

Üç fazlı asenkron motorların çalışma performansı bir fazlı motorlara göre daha iyidir. Üç fazlı şebekenin bulunduğu her yerde çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Sanayi işletmelerinde kullanılan makinelerdeki motorların çoğu üç fazlı asenkron motordur.

### 5.3. Rotor Tipleri

#### 5.3.1. Kısa Devre Çubuklu ( Sincap Kafesli ) Rotor

Silisyumlu saçlar kalıpla preste kesilerek paket edildikten sonra rotor kanalları içine alüminyum eritilerek pres dökümle kısa devre kafes sargıları meydana getirilir. Küçük güçlü motorlarda rotor çubukları alüminyumdan, büyük güçlü motorlarda bakırdan yapılır. Bu çubuklar rotorun her iki tarafında da alüminyum halkalar tarafından kısa devre edilir. Bunun için bu tip rotolara kısa devreli rotor denir.

Asenkron motorlarda rotor oluk sayısı ile stator oluk sayısına eşit olduğu zaman motor kalkınamaz. Bu sebeple rotor oluk sayısı hiçbir zaman stator oluk sayısına eşit olarak yapılmaz.

Manyetik sesleri azaltmak ve iyi bir kalkınma momenti elde etmek için rotor kısa devre çubukları mile paralel değil de eğik bir şekilde yerleştirilir (Resim 5.1).



**Resim 5.1: Asenkron motorun kısa devre çubuklu rotoru**

### 5.3.2. Sargılı (Bilezikli) Rotor

Saçları presle paketleyerek silindir şeklinde yapılan rotorun üzerindeki oluklara üç fazlı alternatif akım sargıları yerleştirilir. 1200 faz farklı olan bu sargılar genelde yıldız bağlanarak rotor mili üzerindeki üç bileziğe bağlanır. Bu rotolara bilezikli rotorda denilmektedir (Resim 5.2).



**Resim 5.2: Sargılı ( bilezikli ) rotor**

## 5.4. Motor Yapı Tipleri

Bir asenkron motorun yapılış tipi makineden istenen özelliklere bağlıdır. Motorun alçak veya yüksek devirli olması, soğutma şekli, korunma türleri, işletme şeklinin sürekli, kısa veya değişik aralıklarda olması yapım tipine etki eden faktörlerdir.

### 5.4.1. Açık Tip

Açık yapı tipinde motor kapaklarında ve gövdesinde açıklıklar bulunur. Açık yapı tipinde soğutucu havayı makinenin ortasından geçirip ısı kaynaklarına ulaştırma olanağı vardır. Böylece rotor, stator ve stator saç paketi ile sargılar hava akımı içinde bulunur. Fakat bu yapı tipinde en büyük sorun soğutucu havanın makine içinden en uygun bir şekilde geçirilmesini sağlamaktır. Ayrıca sargılar hava ile direk temas ettiği için izolasyondaki bozulmalar daha çabuk olmaktadır. Bu tip motorlar koruma bakımından zayıf olan motorlardır (Resim 5.3).



Resim 5.3: Açık tip motor

### 5.4.2. Kapalı Tip

En çok kullanılan yapı tipidir. Koruma bakımından en uygun yapı tipi kapalı tiptir (Resim 5.4).



Resim 5.4: Kapalı tip motorlar

### 5.4.3. Flanşlı Tip

Flanşlı yapı tipi, iş makinesine doğrudan doğruya bağlanabilmek için en elverişli yapı tipidir. Flanşlı motorlarda (resim 5.5) motor milinin bulunduğu kapakta dairesel biçimde metal bir kapak bulunur. Bu kapağa flanş denir. Aynı kapak motorun bağlanacağı sistemde de bulunur. Bu kapaklar birbirine monte edilerek motor mekanik enerjiyi aktaracağı sisteme bağlanmış olur.



Resim 5.5: Flanlı tip motorlar

## 5.5. Çalışma Şekilleri

Asenkron motorun çalışma şekli mekanik enerjiyi aktaracağı sisteme göre değişir.

### 5.5.1. Yatık Çalışma

Motor milinin yatay olarak durduğu çalışma şeklidir (Resim 5.6).



Resim 5.6: Yatık çalışan motor

### 5.5.2. Dik Çalışma

Motor milinin dikey olarak durduğu çalışma şeklidir (Resim 5.7).





**Resim 5.7: Dik çalışan motorlar**

## **5.6. Rotor Yapıları**

### **5.6.1. Yüksek Rezistanslı (Rotor Omik Direnci Yüksek)**

Asenkron motorlarda kalkınma momenti rotor omik direnci ile doğru orantılıdır. Omik direnci büyük olan rotorların kalkınma momenti büyük, kalkınma akımı küçük olur. Bu sebepten yüksek kalkınma momenti istenen uygulamalar için rotor omik direncini artıran birtakım düzenlemeler yapılmaktadır. Örneğin kısa devre çubuklu asenkron motorlarda, rotor kısa devre çubukları alüminyumdan değil de öz direnci daha yüksek olan bir maddeden yapılarak, kalkınma momentinin yüksek ilk yol verme akımının düşük olması sağlanabilmektedir. Bu tip rotorların kısa devre çubukları incedir. Metal kesmelerde, haddelerde ve preslerde kullanılan motorların rotorları bu şekildedir.

Yalnız bu tip rotorlu motorlarda kalkınma momentinin yükselmesi ve ilk kalkınma akımlarının düşük olması avantajına karşın, rotor direncinin artması bakır kayıplarını artıracak için motorun verimi azalacaktır. Ayrıca rotor direncinin büyümesi motordaki kayma hızını da artırır. Yani motorun devir sayısı daha düşüktür.

### **5.6.2. Alçak Rezistanslı (Rotor Omik Direnci Küçük)**

Bu tip rotorlu motorların yol alma akımları yüksek ve kalkınma momentleri düşüktür. Yalnız rotor omik direncinin azalması kayıpları azaltacak ve verimi artıracaktır. Kayma daha az olacağı için rotor hızı daha fazla olacaktır.

### **5.6.3. Yüksek Reaktanslı (Rotor Endüktif Direnci Yüksek)**

Rotor sargılarındaki akım ile gerilim arasında, faz farkı ne kadar küçük olursa, döndürme momenti o kadar büyük olur. İlk yol alma anında sargıların endüktif direncinin büyük olması rotor akımı ile gerilimi arasındaki faz açısının büyük olmasına sebep olur. Bu durum yol alma momentini azaltır. Rotor döner alan yönünde döndürüldüğünde, rotor akımının frekansı küçülmeye başlar. Bununla birlikte sargıların endüktif direnci  $X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$  azalır, ancak omik dirençte bir değişiklik olmaz. Bunun sonucu faz farkı küçülür ve döndürme momenti büyür.

Bu tip rotorlu motorların kalkınma akımları ve momentleri de düşük olmaktadır. Ventilator, aspiratörler vb. cihazlarda kullanılır

#### 5.6.4. Çift Sincap Kafesli

Çift sincap kafesli rotorlarda, rotor saç paketi üzerinde alt alta iki sincap kafes bulunur. Üstteki kafesin kısa devre çubukları incedir. Direnci yüksek endüktif reaktansı küçüktür. Altındaki kafesin kısa devre çubukları kalındır. Direnci düşük endüktif reaktansı yüksektir. Altındaki kafes işletme kafesi, üstteki kafes ise yol verme kafesi olarak adlandırılır. İlk yol verme anında kısa devre akımı üstteki yol verme kafesinden geçer. Rotor devri artıkça rotor frekansı düşer ve direnç azalır. Normal çalışma durumunda iki kafesinde çalışmaya katkısı vardır.

Çift sincap kafesli rotorlu asenkron motorların ilk kalkınma momentleri yüksek yol alma akımları düşüktür. Yalnız bu üstünlükleri yanında verimleri ve güç katsayılarının düşük olması ve kayma değerlerinin yüksek olması gibi sakıncaları vardır.

#### 5.7. Tek İki Üç Telli Sarım Nedenleri

Küçük güçlü asenkron motorlarda faz bobinleri genelde tek telli olarak yapılır. Yalnız motor gücü artıkça, doğru orantılı olarak stator bobinlerinin iletken kesiti ve çapı da artar. Kesit ve çap artıkça stator sarımında birtakım zorluklar ve olumsuzluklar meydana gelir. Bunlar:

- İşçilik zorlaşması
- Stator oyuklarındaki boşlukların fazla olmasıdır.

Bu olumsuzlukları önlemek için, özellikle büyük güçlü motorlarda sargılar ikili, üçlü veya daha fazla telli olarak yapılır. Yani faz bobinleri hazırlanırken ikili, üçlü veya daha fazla olarak paralel şekilde sarılır. Burada genel prensip tel kesitinin değişmemesidir. Bu durumu bir örnekle açıklayalım.

**Örnek:** Üç fazlı asenkron motorun statorundaki faz bobinleri 2mm<sup>2</sup> iletkenin tek telli olarak sarılmıştır. Bu statorda iki telli sarım uygulansaydı kullanılacak iletkenin çapını bulunuz.

Tek telli sarımda iletkenin kesiti 2mm<sup>2</sup> dir. Burada tel çapını hesaplayarak veya hazır tabloları kullanarak bulabiliriz.( formül  $S = \pi \cdot d^2 / 4$  )  $d = 1,60$  mm'dir. İki telli sarım yapacağımız için kesiti ikiye böleriz  $S_2 = 2 / 2 = 1$ mm<sup>2</sup> dir. Kesiti 1mm<sup>2</sup> olan iletkenin tel çapını yine hazır tablolardan veya hesap yoluyla bulabiliriz.  $d = 1,15$  mm'dir.

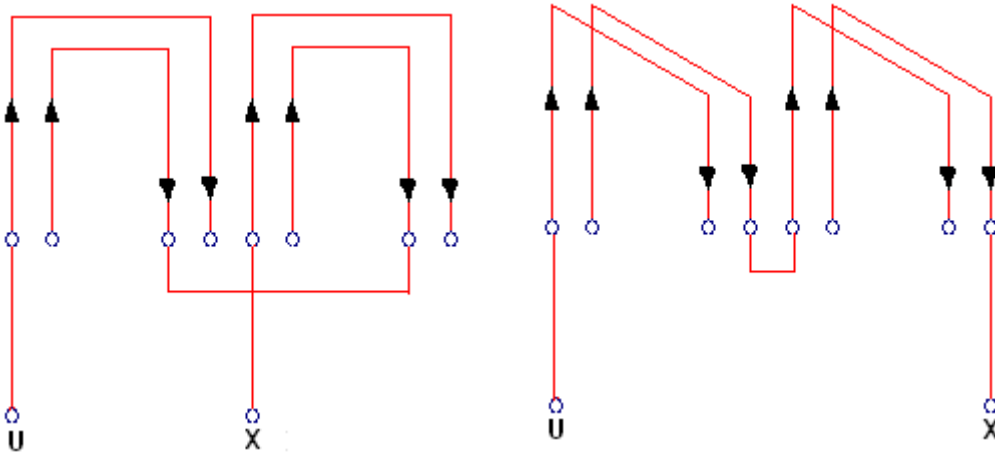
Sonuç olarak kesiti 2mm<sup>2</sup> çapı 1,60 mm olan stator faz bobinlerini 2 telli olarak tel çapı 1,15mm olan iletkenin sarabiliriz (Tablo 5.1).

Kesit mm <sup>2</sup>	Tel Çapı mm	Çift Tel Karşılığı	Üç Tel Karşılığı
0,28	0,60	2×0,42	3×0,35
0,78	1,00	2×0,70	3×0,58
1,76	1,50	2×1,05	3×0,85
3,14	2,00	1,40+1,45	3×1,15
7,06	3,00	2,10+2,15	2×1,75+1,70

Tablo 5.1: Örnek tel kesitleri ve iki tel-üç tel karşılıkları

## 5.8. Seri Sarım Paralel Sarım

- **Seri bağlantı:** Asenkron motorlarda faz bobinleri kendi aralarında genelde seri olarak bağlanırlar (Şekil 5.1).



Şekil 5.1: Faz bobinleri arasında düz ve ters seri bağlantı

- **Paralel bağlantı:** Üç fazlı asenkron motorun stator sargıları seri bağlantının dışında paralelde bağlanır. Paralel bağlantı, stator içinde ve stator dışında olmak üzere iki şekilde yapılır.

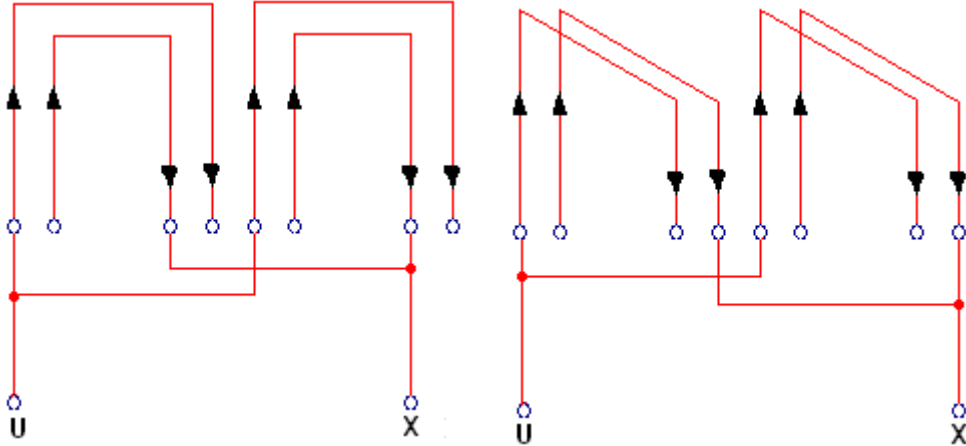
- **Stator içinde paralel bağlantı:** Bobin gruplarının paralel bağlanmasındaki temel prensip bobin giriş uçlarını bir noktada birleştirmek, çıkış uçlarını bir noktada birleştirmek ve kaç bobin olursa olsun dışarıya bir giriş bir de çıkış ucu çıkartmaktır.

Daha önce motor gücü artıka iletken kesitinin ve apanında artığını, bunun sonucunda sarımda birtakım zorluklarla karşılaşıldığını belirtmiştik. Bu zorlukları ortadan kaldırmak için kullanılan yöntemlerden biri de faz bobinlerinin stator içinde paralel bağlamaktır.

Burada dikkat edilecek husus motor hat akımını dolayısıyla motor gücünü değiştirmemek gerektiğidir. Bu durumu bir örnekle açıklayalım.

- Seri bağlı bobin guruplarının iletken kesiti:  $2\text{mm}^2$
- Bir oyuktaki iletken sayısı : 60 sipir

Bu bobin guruplarını paralel bağlayabilmek için genel prensip bir oyuktaki amper-tur ( amper×sipir ) sabit tutulacağıdır. Bu durumda iletken kesitini yarıya ( $2 / 2 = 1\text{mm}^2$ ) düşürüp, sipir sayısını iki katına ( $2 \times 60 = 120$  sipir ) çıkarırsak amper-tur sabit kalmış olur.



**Şekil 5.2: Faz bobinleri arasında paralel bağlantı**

Paralel bağlamada bobin guruplarının akım yönlerine dikkat etmemiz gerekir (Şekil 5.2). Eğer yanlış şekilde paralel bağlama yaparsak kutuplaşma bozulur.

- **Stator dışında paralel bağlantı:** Üç fazlı motorları etiketlerinde yazılı gerilim değerı dışında çeşitli gerilimlerde çalıştırılmak istenebilir. Bunun için asenkron motorların stator sargıları seri yıldız, seri üçgen, paralel yıldız ve paralel üçgen şeklinde bağlanır.

Bobin guruplarının stator dışında paralel bağlantısı yapılırken aşağıdaki hususlara dikkat etmek gerekir.

---

a-Seri ve paralel bütün bağlantı şekillerinde her gerilim değeri için bir faz bobin grubuna düşen gerilim ve her bir faz bobin grubundan geçen akım aynı olmalıdır.

b-Bütün gerilim değerleri için güç aynı olmalıdır.

## UYGULAMA FAALİYETİ

- **Uygulama:** Öğretmeninizin size vereceği elektrik motorunun tipini aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Faz sayısını tespit ediniz.</li><li>➤ Rotor tipini belirleyiniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Motorun faz sayısını tespit etmek için motorun klemens kutusunu inceleyiniz.</li><li>➤ Klemens kapağını ve koruyucusunu sökerken, vidalar için uygun tornavida seçimi yapınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Motor yapısını tespit ediniz.</li><li>➤ Motorun çalışma şeklini tespit ediniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Motorun yapı tipini ve çalışma şeklini tespit etmek için motor dış gövdesini inceleyiniz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Rotor yapısını belirleyiniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Rotor tipini belirlemek için rotorda sargı olup olmadığını kontrol ediniz.</li><li>➤ Rotor yapısını belirlemek için rotor saç paketinin şeklini inceleyiniz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Sargıların statora yerleştirme şeklini kontrol ediniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Sargıların bağlantı şeklini tespit etmek için bobin giriş çıkış uçlarını ve bobin grup bağlantılarının ek yerlerini kontrol ediniz.</li></ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

### A- OBJEKTİF TESTLER (ÖLÇME SORULARI)

Aşağıdaki cümleleri Doğru (D), Yanlış (Y) şeklinde değerlendiriniz.

		D	Y
1	Rotor kısa devre çubuklarının eğik yapılmasının sebebi manyetik gürültüyü azaltmaktır.		
2	Kısa devre çubuklu rotorlarda, kısa devre çubukları büyük motorlarda alüminyumdan küçük motorlarda bakırdan yapılır.		
3	Motorlar çalışma şekline göre dik çalışma, eğik çalışma ve yatay çalışma olarak üç çeşittir.		
4	En çok kullanılan motor yapı tipi kapalı tiptir.		
5	Rotor omik direncinin artması kalkınma momentini ve kalkış akımını artırır.		
6	Sargılı rotorlu ( bilezikli ) motorlarda rotor sargıları genelde yıldız bağlandıktan sonra rotor mili üzerindeki bileziklere bağlanır.		
7	Omik direnci yüksek rotorların kısa devre çubukları kalın tellidir.		
8	Çift sincap kafesli rotorlar da kalkınma momenti düşüktür.		
9	Bobin gruplarının paralel bağlanmasının sebebi işçiliği kolaylaştırmak ve oluklardaki hava boşluklarını azaltmaktır.		

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar inceleyiniz.

## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
Faz sayısını tespit ettiniz mi?		
Rotor tipini belirlediniz mi?		
Motor yapısını tespit ettiniz mi?		
Motor çalışma şeklini tespit ettiniz mi?		
Rotor yapısını belirlediniz mi?		
Sargıların statora yerleştirme şeklini kontrol ettiniz mi?		

### DEĞERLENDİRME

Öğrenme faaliyetlerindeki eksikliklerinizi faaliyete tekrar dönerek, araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz. Hepsine doğru cevap verdiyseniz modül değerlendirmesi için öğretmeninize başvurabilirsiniz.



# MODÜL DEĞERLENDİRME

Modül ile kazandığınız yeterliği aşağıdaki ölçütlere göre değerlendiriniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
Klemens bağlantılarını kontrol ettiniz mi?		
Kondansatörün sağlamlık kontrolünü yaptınız mı?		
Merkezkaç anahtarın kontrolünü yaptınız mı?		
Sargılar ile gövde arasında kaçak kontrolü yaptınız mı?		
Sargıların kopukluk kontrolünü yaptınız mı?		
Sargılar arası kısa devre kontrolünü yaptınız mı?		
Sargıların omik dirençlerinin eşitliğini kontrol ettiniz mi?		
Klemens kapağını ve koruyucu kapağı söktünüz mü?		
Kondansatör uçlarını tornavida ile deşarj ettiniz mi?		
Kondansatörü söktünüz mü?		
Kondansatör seçimini yaptınız mı?		
Kondansatörü yerine taktınız mı?		
Klemens kapağını ve koruyucu kapağı yerine taktınız mı?		
Arızalı merkezkaç grubunu yerinden söktünüz mü?		
Yeni merkezkaç grubunu yerine taktınız mı?		
Rotor sargılarının kontrolünü yaptınız mı?		
Bileziklerin kontrolünü yaptınız mı?		
Rotor çubuklarında çatlaklık kontrolü yaptınız mı?		
Rotor çubuklarında gevşeklik kontrolü yaptınız mı?		
Kanatçıkların kontrolünü yaptınız mı?		
Faz sayısını tespit ettiniz mi?		
Rotor tipini belirlediniz mi?		
Motor yapısını tespit ettiniz mi?		
Çalışma şeklini tespit ettiniz mi?		
Rotor yapısını belirlediniz mi?		
Sargıların statora yerleştirme şeklini kontrol ettiniz mi?		

## **DEĞERLENDİRME**

Yapılan değerlendirme sonunda hayır cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız modülü tekrar ediniz.

Bütün cevaplarınız evet ise modülü tamamladınız, tebrik ederiz. Öğretmeniniz size çeşitli ölçme araçları uygulayacaktır. Öğretmeninizle iletişime geçiniz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1	Y
2	D
3	D
4	Y
5	D
6	D
7	Y
8	D
9	D

1	İndüksiyon
2	Merkezkaç Anahtarı
3	Avometre- Ohmmetre
4	2 ( iki )
5	U-V-W Z-X-Y
6	Termik Aşırı Akım Rölesi
7	3 ( Üç ) KW
8	Seri
9	Gövdeye Kaçak

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1	Y
2	D
3	Y
4	D
5	Y
6	Y
7	D
8	D
9	Y

### ÖĞRENME FAALİYETİ-3 CEVAP ANAHTARI

1	Seri
2	Paletler- Yaylar
3	Kontak
4	Kapalı
5	D
6	D

### ÖĞRENME FAALİYETİ-4 CEVAP ANAHTARI

1	Y
2	D
3	Y
4	Y
5	D
6	D
7	Y

### ÖĞRENME FAALİYETİ-5 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	Y
3	Y
4	D
5	Y
6	D
7	Y
8	Y
9	D

## ÖNERİLEN KAYNAKLAR

- Asenkron Motor katalogları
- İnternette asenkron motor üretimi, bakım ve onarımını yapan firmaların, kondansatör üreticilerinin siteleri

# KAYNAKÇA

- ARSLAN Ali, **Atölye 2**
- ALACACI Mahmut, Adem ALTUNSAÇLI, **Alternatif Akım Elektrik Makinaları**, İskenderun, 2000.
- BODUROĞLU Turgut, **Elektrik Makinaları Dersleri**, İstanbul, 1994.
- GÖRKEM Abdullah, **Elektrik Makinalarında Bobinaj**, Çorum, 1994.
- GÖRKEM Abdullah, **Atölye 2**, Çorum, 2002.
- NACAR Mahmut, **Temel Elektronik**, İskenderun, 2004.
- SAÇKAN Ahmet Hamdi, **Elektrik Makinaları III**, MEB, İstanbul, 1988.
- **Asenkron Elektrik Motorları**, Volt Elektrik, İzmir, 2003.