

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

# **ELEKTRİK-ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ**

**AC VE DC MAKİNELER  
523EO0070**

**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 .....	iv
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. DC GENERATÖRLER VE MOTORLAR .....	3
1.1. Doğru Akım Üretim Esasları .....	3
1.2. İndüklenmiş Gerilimin Güç Etkileri .....	6
1.3. DC Generatörlerin Çalışma Esasları .....	7
1.4. Generatörlerde Komütasyon Kutbu ve Dengeleme Sargısının Kullanımı .....	8
1.5. DC Generatörlerin Yapısı ve Çeşitleri .....	10
1.6. DC Generatörlerin Çalışması .....	11
1.6.1. Dışarıdan Uyarımlı Şönt Generatör .....	13
1.6.2. Kendinden Uyarımlı Şönt Generatör .....	13
1.6.3. Kompunt Generatör .....	15
1.6.4. Seri Generatör .....	16
1.6.5. DC Generatörlerde Gerilim ve Polarite Miktarının Denetimi .....	16
1.6.6. DC Generatörlerde Arıza Giderme .....	16
1.7. DC Motor ve Parçaları .....	18
1.7.1. Endüvi .....	18
1.7.2. Gövde .....	18
1.7.3. Fırçalar ve Donanımları .....	19
1.7.4. Motor Yan Kapakları .....	19
1.8. DC Motorun Çalışma Esasları .....	20
1.9. DC Motor Çeşitleri .....	21
1.9.1. Doğal Mıknatıslı (Permanent-Magnet) Motorların Çalışması .....	21
1.9.2. Seri, Paralel ve Bileşik Sargılı DC Motorların Çalışması .....	21
1.9.3. Fırçasız DC Motorlar .....	22
1.10. DC Motorların Mekanik Özellikleri .....	23
1.11. DC Motorların İstenme (Seçilme) Oranı ve Verimleri .....	23
1.12. DC Motorun Yönünü Değiştirme Basamakları .....	23
1.13. DC Motorun Hız Denetimi .....	24
1.14. DC Motor Kayıp Çeşitleri .....	25
1.14.1. Bakır Kayıpları .....	25
1.14.2. Demir Kayıpları .....	25
1.14.3. Rüzgar ve Sürtünme Kayıpları .....	25
UYGULAMA FAALİYETİ .....	26
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	28
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	31
2. ENDÜSTRİYEL DC MOTORLAR .....	31
2.1. Endüstriyel Uygulamalarda Kullanılan DC Motorların Çalışma Özellikleri ve Üstünlükleri .....	31
2.2. DC Motorlarda Arıza Tespiti .....	32
2.3. DC Motor Denetleyicilerinin Çalışması .....	35
UYGULAMA FAALİYETİ .....	37
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	38
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	39

3. AC MOTORLAR.....	39
3.1. Üç Faz Gerilimin Karakteristikleri	39
3.2. Üç Faz Motor Parçaları	40
3.2.1. Stator.....	40
3.2.2. Rotor.....	40
3.2.3. Motor Yan Kapakları.....	43
3.3. AC Endüksiyon Motorunun Çalışması	43
3.3.1. Rotorda İndüklenen Akım.....	43
3.4. Motor Bağlantıları	43
3.4.1. Tork Hızı ve Beygir (Hp) Gücü İçin.....	43
3.4.2. Dönüş Yönünü Değiştirmek İçin.....	45
3.4.3. Gerilim Değişimi İçin.....	45
3.4.4. Hız Değişimi İçin.....	45
3.5. Motor Bilgi Levhaları	46
3.6. Üç Fazlı Senkron Motorlar	48
3.7. AC Tek Fazlı Motorlar	48
3.8. Tek Fazlı Motor Parçaları	49
3.8.1. Stator.....	49
3.8.2. Klemens (Terminal) Bağlantısı.....	49
3.8.3. Rotor ve Yan Kapaklar.....	49
3.8.4. Merkezkaç Anahtarı.....	49
3.8.5. Aşırı Akım Rölesi.....	49
3.9. Tek Fazlı Motorların Hızını ve Gerilimini Değiştirme	50
3.10. Tek Fazlı Motorun Başlangıç Torkunu Artırma	50
3.11. Küçük (Kesirli) Güçlü Motorlar	50
3.11.1. Küçük (Kesirli) Güçlü Motorların Çalışma Karakteristikleri.....	51
3.12. Yardımcı Sargılı Bir Fazlı Motorlar	51
3.12.1. Zıt EMK (Elektromotor Kuvvet).....	52
3.12.2. Kullanım Alanları (Uygulamalar).....	52
3.13. Yardımcı Sargılı Kalkış Kondansatörlü Bir Fazlı Motorlar	52
3.13.1. Elektrik Diyagramı.....	52
3.13.2. Çift Hız veya Çift Gerilim Kullanımı İçin Motor Bağlantısı.....	53
3.13.3. Devir Yönü Değiştirme.....	53
3.13.4. Kullanım Alanları (Uygulamalar).....	53
3.13.5. Akım Rölesinin Çalışması.....	53
3.14. Yardımcı Sargılı Kalkış ve Daimi Kondansatörlü Bir Fazlı Motorlar	54
3.14.1. Potansiyel Rölesinin Kullanımı.....	54
3.15. Yardımcı Sargılı Daimi Kondansatörlü Bir Fazlı Motorlar	54
3.15.1. Hız Değiştirme.....	55
3.15.2. Gerilim Değiştirme.....	55
3.15.3. Devir Yönü Değiştirme.....	55
3.16. Gölge (Ek) Kutuplu Motorlar	55
3.17. Repülsiyon Motorlar	56
3.18. Üç Fazlı ve Bir Fazlı Motorlarda Arıza Giderme	58
3.18.1. Enerji Uygulandığında Motorun Dönmemesi.....	58
3.18.2. Enerji Uygulandığında Rotorun Dönmemesi (İnilti).....	58
UYGULAMA FAALİYETİ	59

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	61
ÖĞRENME FALİYETİ-4 .....	64
4. AC GENERATÖRLER.....	64
4.1. AC Generatörlerin Çalışması	64
4.2. Statordaki AC Gerilim	67
4.3. Üç Faz Gerilim Üretme	67
4.4. Generatörlerin Bakımı ve Arıza Giderme	70
UYGULAMA FAALİYETİ	73
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	76
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	77
CEVAP ANAHTARLARI .....	79
KAYNAKÇA .....	80

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>523EO0070</b>
<b>ALAN</b>	<b>Elektrik Elektronik Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Endüstriyel Bakım Onarım</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>AC ve DC Makineler</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	AC ve DC makinelerin çalışmasını, devre bağlantısını ve arıza tespitini anlatan bir öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32
<b>ÖN KOŞUL</b>	Doğru Akım Esasları, Alternatif Akım Esasları ve Kumanda Devre Elemanları modüllerinden başarılı olmak.
<b>YETERLİK</b>	AC ve DC makinelerin bağlantısını yapabilmek, arızalarını tespit edip onarabilmek.
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında, AC ve DC makinelerin bağlantısını yapabilecek, arızalarını tespit ederek onarabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. DC generatörleri (dinamo) ve motorları çalıştıracak, arızalarını tespit edebilecek ve onarabileceksiniz.</li><li>2. Endüstriyel DC motorları çalıştıracak, arızalarını tespit edebilecek ve onarabileceksiniz.</li><li>3. AC motorları çalıştıracak, arızalarını tespit edebilecek ve onarabileceksiniz.</li><li>4. AC generatörleri (alternatör) çalıştıracak, arızalarını tespit edebilecek ve onarabileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI ve DONANIMLARI</b>	Ortam: Atölye ortamı ve işletmeler Donanımlar: AC ve DC makineler ve deney setleri
<b>ÖLÇME ve DEĞERLENDİRME</b>	Modülün içinde yer alan her faaliyetten sonra, verilen ölçme araçlarıyla kazandığınız bilgileri ölçerek kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modül sonunda size ölçme aracı (çoktan seçmeli, doğru-yanlış vb.) uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgileri ölçerek değerlendirecektir.

# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

İnsan yaşamında kimi hayati davranışlar mevcuttur. Nefes alıp vermek, yemek içmek, görmek konuşmak gibi. Ama hiç kimse detaylı düşünmedikçe bunların varlığını ve hayati değerini algılayamaz. Eğer nefes alıp veremiyorsak havadaki iyi kötü kokuların ne anlamı olabilir. Görüp konuşamıyorsak ses ve görüntünün ne anlamı olabilir. Hiç farkına varmadığımız ama sürekli kullanmak zorunda olduğumuz yaşam kaynaklarımız olmasa, hayattaki güzelliklerin ne anlamı olur?

Elektriğin olmadığı bir dünyada, zamanından daha hızlı ilerleyen teknolojinin hayatımızda hangi değere sahip olabileceğini, elektrik makinelerinin kullanılmadığı bir dünyada teknolojiden nasıl bahsedeceğimizi hiç düşünmeyiz.

Eğer bir teknolojiden bahsedilebiliyorsa bu, elektrik-elektronik gelişmelerin varlığı sayesinde. Hem kendi hem de diğer bütün mesleklerin gelişimi için çalışan elektrik elektronik teknolojisinin uzuvlarından olan AC-DC makineler, tüm hareketli sistemlerin ana unsurudur. Kalbi olmayan bir insan nasıl yaşayamaz ise, elektrik makinesinden yoksun bir sistemden de hareket beklenemez.

Tüm teknolojiler ve yaşantımız için çok büyük bir öneme sahip olan AC-DC makineler modülü ile; hareketin, elektrik enerjisine ve elektrik enerjisinin, harekete çevrilmesini öğreneceksiniz. Bu modülü başarı ile tamamladığınızda, AC-DC üreten makineleri ve AC-DC ile çalışan elektrik makinelerini ihtiyaç olan yerde devreye bağlayabilecek ve arızalarını onarabileceksiniz.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Bu faaliyette verilen bilgiler sonucunda DC motorları devreye bağlayabilecek, arızalarını tespit ederek onarabileceksiniz.

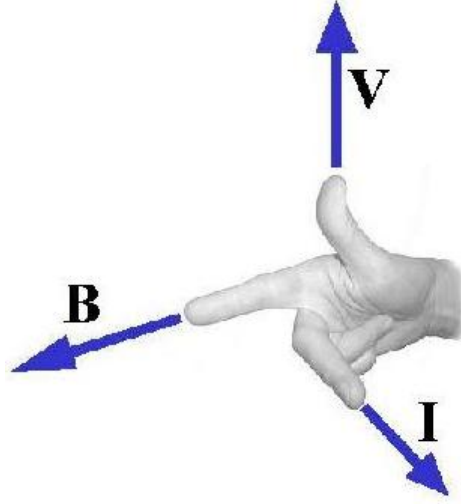
## ARAŞTIRMA

- Doğal mıknatıs ve elektromıknatıslar ile manyetik alan elde ediniz. Manyetik alanın yönünü ve davranışını öğreniniz.
- DC makinelerin yapısı hakkında bilgi edininiz. Mümkünse bir DC motoru (örneğin bir teyp motoru) ve DC üretici (örneğin bisiklet dinamosu) sökerek yapılarını ve nasıl çalıştıklarını inceleyiniz.

## 1. DC GENERATÖRLER VE MOTORLAR

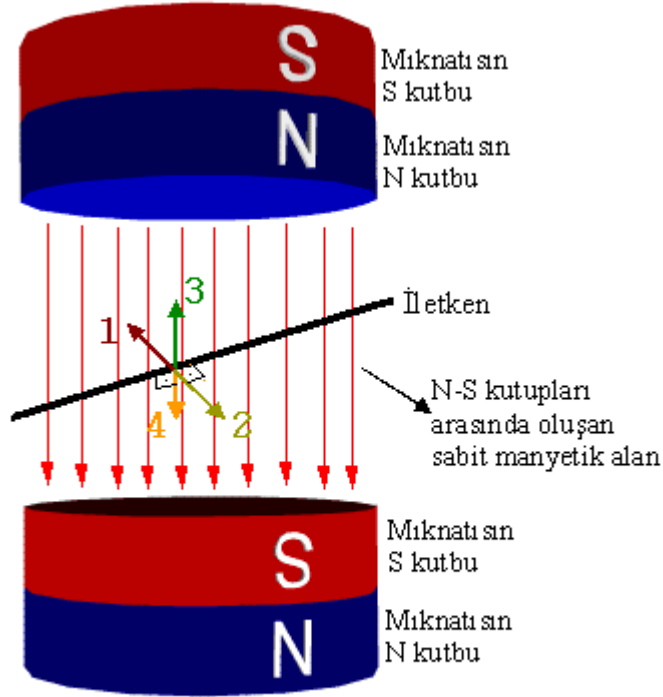
### 1.1. Doğru Akım Üretim Esasları

Bir iletkende gerilim oluşturabilmek endüksiyon prensibine dayanır. Endüksiyon prensibine göre; iletken ve manyetik alanın birbirlerini etkileyecek şekilde konumlandırılıp, en az birinin hareket ettirilmesi sonucunda iletkendeki yükler harekete geçer. Bu olay sonucunda iletkende bir gerilim meydana gelir. İletkende meydana gelen akımın yönü sağ el kuralına göre bulunabilir. Şekil 1.1'i inceleyiniz.



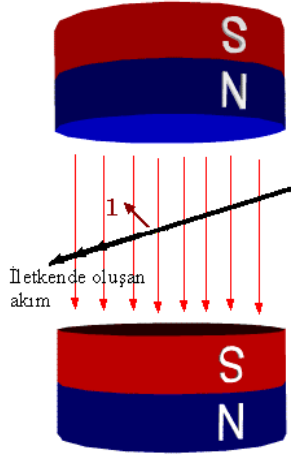
Şekil 1.1: Sağ el kuralı

- **Sağ el kuralı:** Birbirlerine dik tutulan; baş, işaret ve orta parmaklardan, baş parmak hareket yönünü (V), işaret parmağı manyetik alan yönünü (B) gösterecek şekilde tutulursa, orta parmak iletkeninden geçecek olan akımın yönünü (I) gösterir.

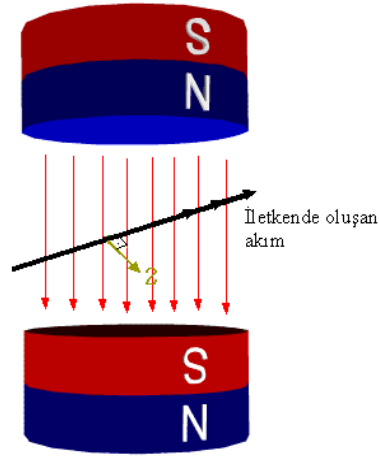


Şekil 1.2: Sağ el kuralının uygulanması

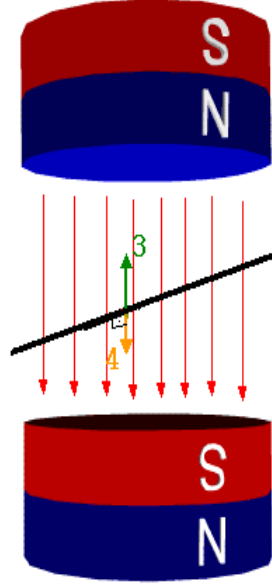
Şekil 1.2’de mıknatısın N-S kutupları arasında iletken 1,2,3 ve 4 yönlerinde ayrı ayrı hareket ettirilmektedir. İletkenin bu yönlerdeki hareketi sonucunda iletken üzerinde sağ el kuralına uygun olarak akımlar meydana gelir. Şekil 1.3, 1.4 ve 1.5’te bu akımların oluşumu görülmektedir.



Şekil 1.3: İletken 1 yönünde hareket ediyor.



Şekil 1.4: İletken 2 yönünde (sayfa düzleminde dışarı) hareket ediyor.



Şekil 1.5: İletken 3 ve 4 yönlerinde hareket ediyor.

Dikkat edilirse Şekil 1.5'te akım oluşmamıştır. Sağ el kuralına göre de akım oluşması mümkün değildir.

Manyetik alanda hareket ettirilen iletkende akım oluşabilmesi için; iletkenin alan kuvvet çizgileriyle arasında bir kesişme açısı olmalıdır. Şekil 1.5'te iletken, alana paralel hareket etmektedir.

## 1.2. İndüklenmiş Gerilimin Güç Etkileri

Manyetik alan içerisinde hareket ettirilen bir iletkende indüklenen (oluşan) elektromotor kuvvetinin (EMK) değeri, birim zamanda kesilen kuvvet çizgisi sayısı ile orantılıdır. İletkenin hareket ederken kuvvet çizgileriyle yaptığı açı kesilen kuvvet çizgisi sayısını etkiler.

$$e = B * l * v * \sin \alpha * 10^{-8}$$

e: İletkende indüklenen elektromotor kuvvet.....Volt

B: Birim yüzeydeki manyetik kuvvet çizgisi sayısı.....Gaus/cm<sup>2</sup>

l: Manyetik alan içerisinde hareket eden iletkenin boyu.....cm

$\alpha$ : İletken ile manyetik kuvvet çizgileri arasındaki açı.....Derece

10<sup>-8</sup>: Sonucun volt olarak bulunması için gerekli olan sabit çarpan

**Örnek 1:** Kuvvet çizgilerini 90°'lik bir açı ile kesecek şekilde hareket eden iletkenin boyu 40 cm, hareket hızı 250 cm/sn ve içerisinde bulunduğu alanın değeri 10000 gaus/cm<sup>2</sup> dir. İletkende indüklenen EMK'nin değerini bulunuz?

**Çözüm 1:**

$\alpha=90^0$ ,  $v=250$  cm/sn,  $B=10000$  gaus/cm<sup>2</sup> verilmiş.

$\alpha=45^0$  ise  $\sin 90^0=1$

$e = B * l * v * \sin \alpha * 10^{-8}$  formülünde değerler yerine konursa;

$e = 10000 * 250 * 40 * 1 * 10^{-8} = 1$  Volt bulunur.

**Örnek 2:** Kuvvet çizgilerini  $45^0$ 'lik bir açı ile kesecek şekilde hareket eden iletkenin boyu 40 cm, hareket hızı 250 cm/sn ve içerisinde bulunduğu alanın değeri 10000 gaus/cm<sup>2</sup>'dir. İletkende indüklenen EMK'nin değerini bulunuz?

**Çözüm 2:**

$\alpha=45^0$ ,  $v=250$  cm/sn,  $B=10000$  gaus/cm<sup>2</sup> verilmiş.

$\alpha=45^0$  ise  $\sin 45^0=0,707$

$e = B * l * v * \sin \alpha * 10^{-8}$  formülünde değerler yerine konursa;

$e = 10000 * 250 * 40 * 0,707 * 10^{-8} = 0,707$  Volt bulunur.

**Dikkat:** İletken ile alan çizgileri arasındaki açı  $\alpha=90^0$  iken  $\sin 90^0=1$  olacağından, iletkende indüklenen gerilim maksimum olur.  $\alpha=0^0$  iken  $\sin 0^0=0$  değerini alacağından indüklenen gerilim minimum olur. Şekil 1.3 ve Şekil 1.4'te  $\alpha=90^0$  iken, Şekil 1.5'te  $\alpha=0^0$ 'dir.

### 1.3. DC Generatörlerin Çalışma Esasları

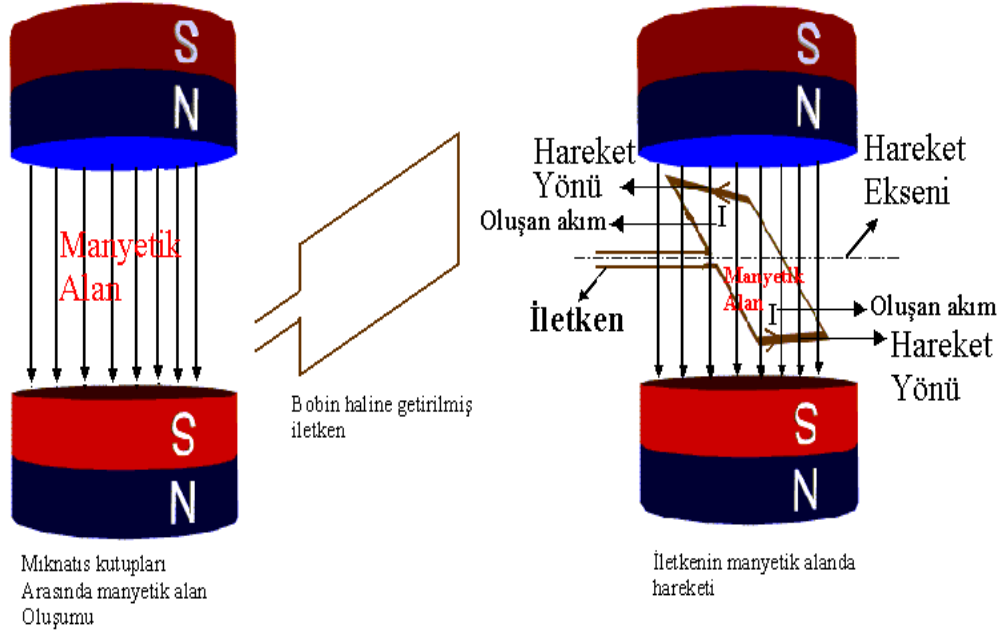
Generatörlerin çalışma esasları endüksiyon prensibine dayanır. Harici bir manyetik alan içerisinde dönen bobinde gerilim indüklenir. İndüklenen gerilimin yönü Lenz kanununa göre kendisini oluşturan harici manyetik alana zıt bir EMK üretecek yöndedir. Üretilen bu EMK, dış devreye alınarak enerji ihtiyacı olan alanlarda kullanılır.

Kısaca açıklamak gerekirse; elektrik enerjisi üretmek için iki temel eleman ve bir işleve ihtiyacımız vardır. Bunlar;

**Manyetik alan: Doğal mıknatıs veya elektromıknatıs ile elde edilebilir.**

- **İletken:** Elektrik akımını ileten maddedir. (Bakır telden yapılan bir bobin olabilir.)
- **İşlev:** İki elemandan en az birinin hareket etmesidir. (Genellikle iletken hareketlidir.)

Şekil 1.6'da bu temel elemanlar ve işlevleri görülmektedir.



**Şekil 1.6: İki temel eleman ile işlevin bir araya getirilmesi ve generatörün çalışma prensibi**

Geriye kalan bunların uygun biçimde bir araya getirilmesinden ibarettir. Bir araya getirilirken dikkat edilmesi gereken husus; hareket gerçekleşirken iki temel elemanın birbirlerinden etkilenmesini sağlamaktır. Bunun için de, ya manyetik alan iletken demetinin içerisinde oluşturulur veya iletken demeti manyetik alan içerisinde tutulur. Yani döner mıknatıslı veya döner bobinli olur.

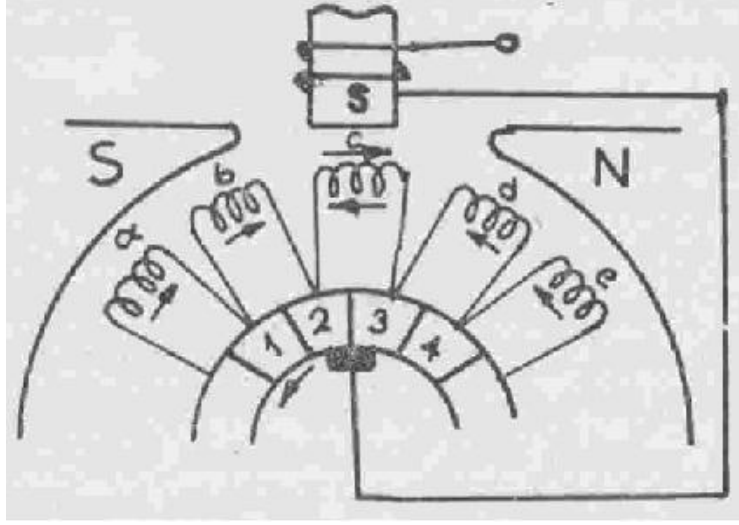
Küçük güçlü generatörlerde genellikle manyetik alan dışta iletken demeti ise içte bulunur. Elde edilen gerilimin yönü hareketin ve manyetik alanın yönüne bağlı olarak değişir. Hareketin yönü veya manyetik alanın yönü değişirse oluşan gerilimin dolayısıyla dışarı alınan akımın yönü değişir. Elektrik makineleri dairesel hareket gerçekleştirdikleri için oluşacak olan akımın yönü, hareket yönüne bağlı olarak sürekli değişir. Şekil 1.6'da dikkat edilirse, bobinin üst (N kutbu) kısmında ve alt (S kutbu) kısmında akım yönleri farklıdır. Sağ el kuralı ile de oluşacak akımın yönü tespit edilebilir.

Buraya kadar anlatılanlar generatörün temel çalışma esasıdır.

#### **1.4. Generatörlerde Komütasyon Kutbu ve Dengeleme Sargısının Kullanımı**

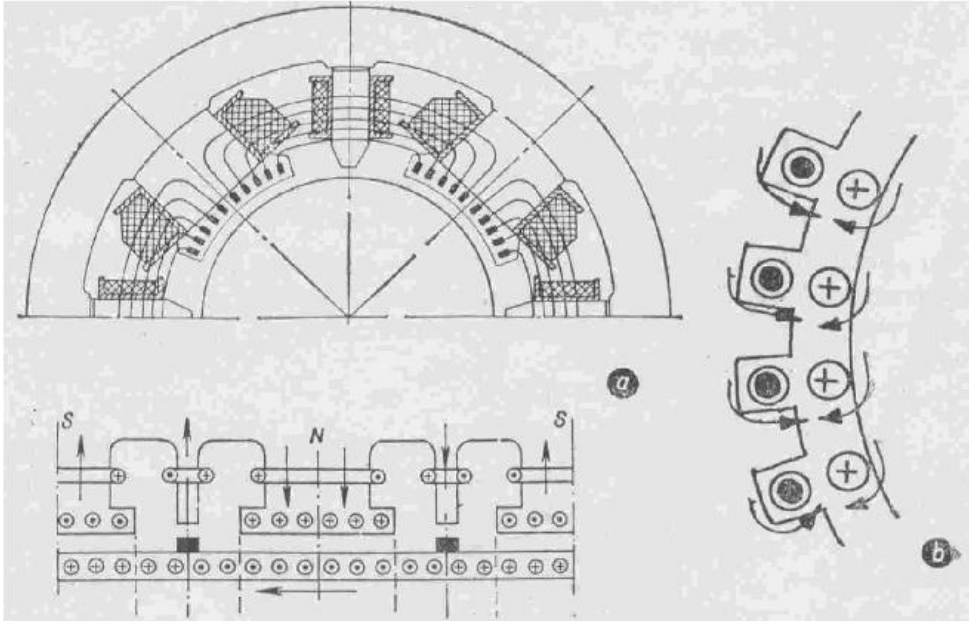
Generatörlerin bir bobininde akımın fırçalar ve kolektör yardımı ile yön değiştirmesine komütasyon denir. Komütasyonu kolaylaştırmak için çeşitli yöntemler kullanılır. Bunlardan biri komütasyon kutbu adı verilen yardımcı kutupların kullanılmasıdır.

Komütasyon kutupları ana kutupların arasına tam nötr bölgesine konur. Şekil 1.7’de komütasyon kutbunun kullanımı görülmektedir.



Şekil 1.7: Komütasyon kutbunun kullanımı

Endüvi manyetik alanının kutup manyetik alanına karşı gösterdiği zorluğa endüvi reaksiyonu denir. Büyük güçlü generatörlerde endüvi reaksiyonunun etkisi dengeleme (kompanzasyon) sargısı kullanılarak giderilir.



Şekil 1.8: Dengeleme sargısının kullanımı (a) ve bu sargının endüvi reaksiyonuna etkisi (b)

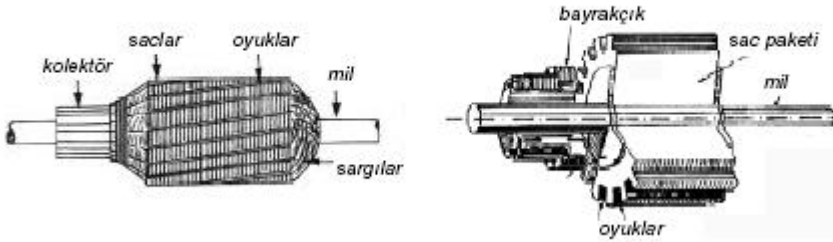
## 1.5. DC Generatörlerin Yapısı ve Çeşitleri

DC generatörlerin yapısı başlıca dört kısımdan oluşur. Bunlar:

- Gövde ve kutuplar (Şekil 1.9)
- Endüvi ve göbek (Şekil 1.10)
- Kolektör ve fırçalar (Şekil 1.11)
- Yatak, kapak ve diğer parçalar (Şekil 1.12)

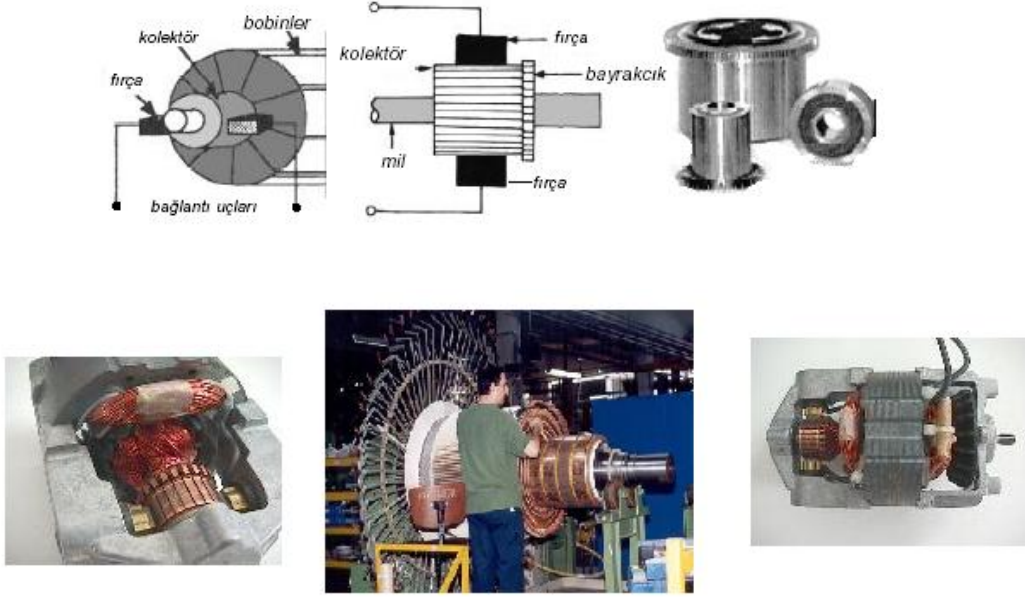


Şekil 1.9: Gövde ve manyetik alan kutup sargıları

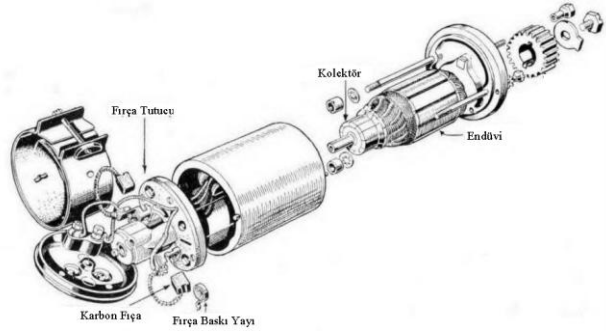


Şekil 1.10: Değişik endüvi örnekleri





Şekil 1.11: Değişik kolektör ve fırça örnekleri

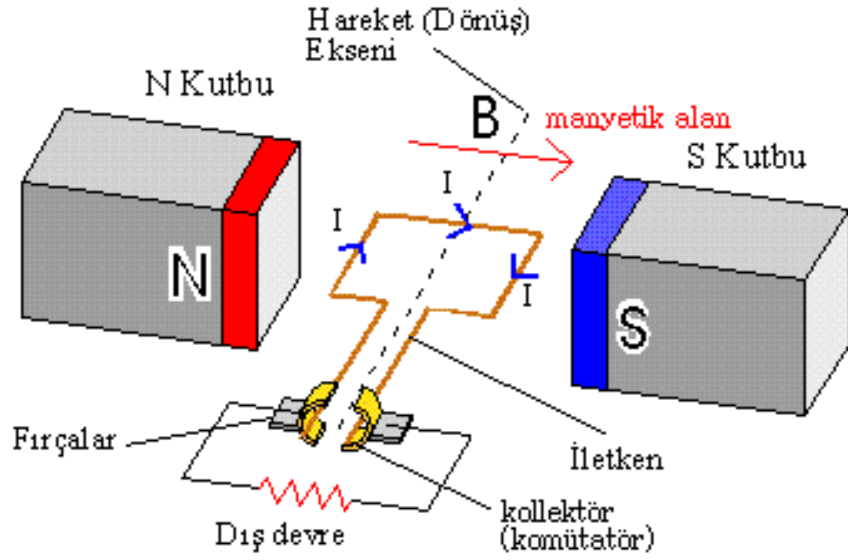


Şekil 1.12: Kapaklar ve diğer parçalar

## 1.6. DC Generatörlerin Çalışması

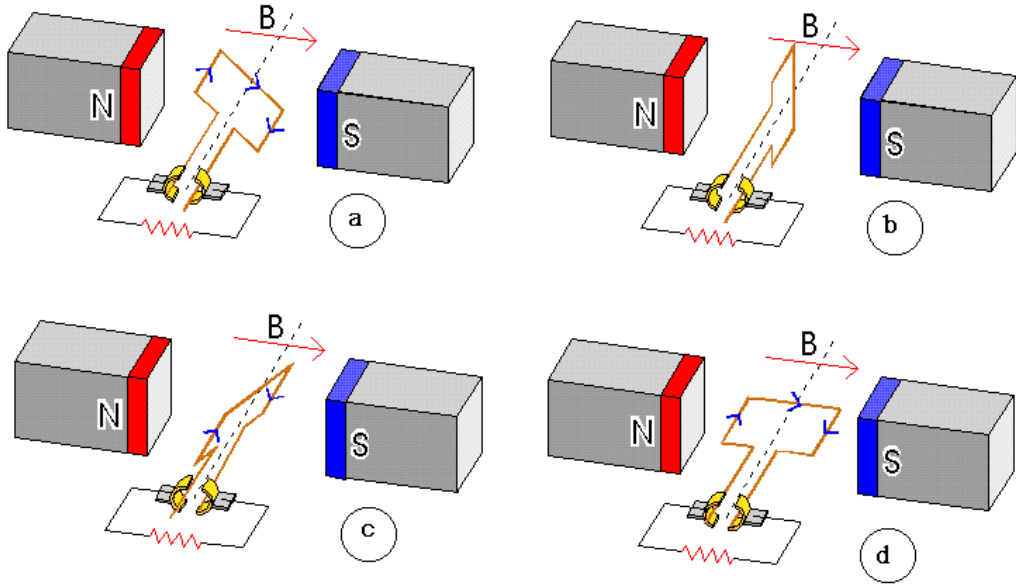
Generatörlerin çalışma esaslarında anlatılan ve şekil 1.6'da oluşumu gösterilen akım her yarım turda yön değiştirir. Büyük güçlü generatörlerde kutuplar elektromıknatıslardan oluşur. Kutupları oluşturan bu elektromıknatıslara uyarım sargısı ismi verilir.

Yönü değişken olan bu akımı tek yönlü olarak dışarı alabilmek için kolektör (komütatör) ve fırçalardan oluşan bir düzenek kullanılır. Şekil 1.13 ve Şekil 1.14'ü inceleyiniz.



I: Oluşan akımın yönünü göstermektedir

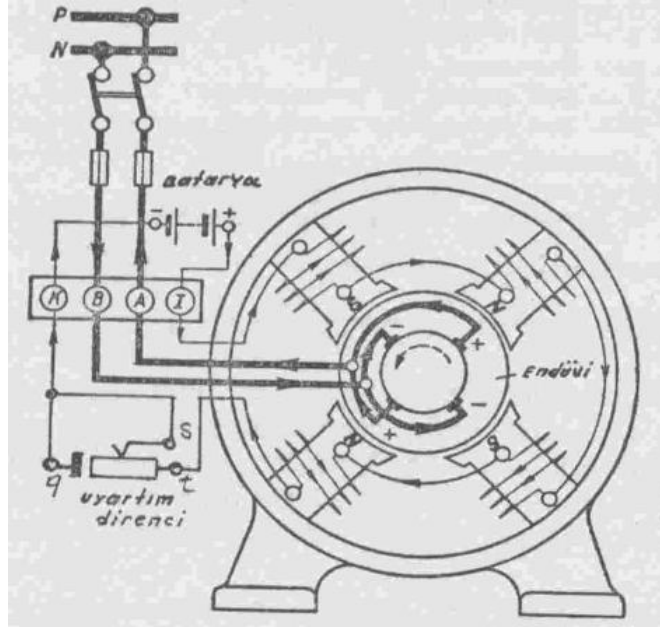
Şekil 1.13: DC generatör ve kısımları



Şekil 1.14: DC generatörlerinin çalışması

### 1.6.1. Dışarıdan Uyartımlı Şönt Generatör

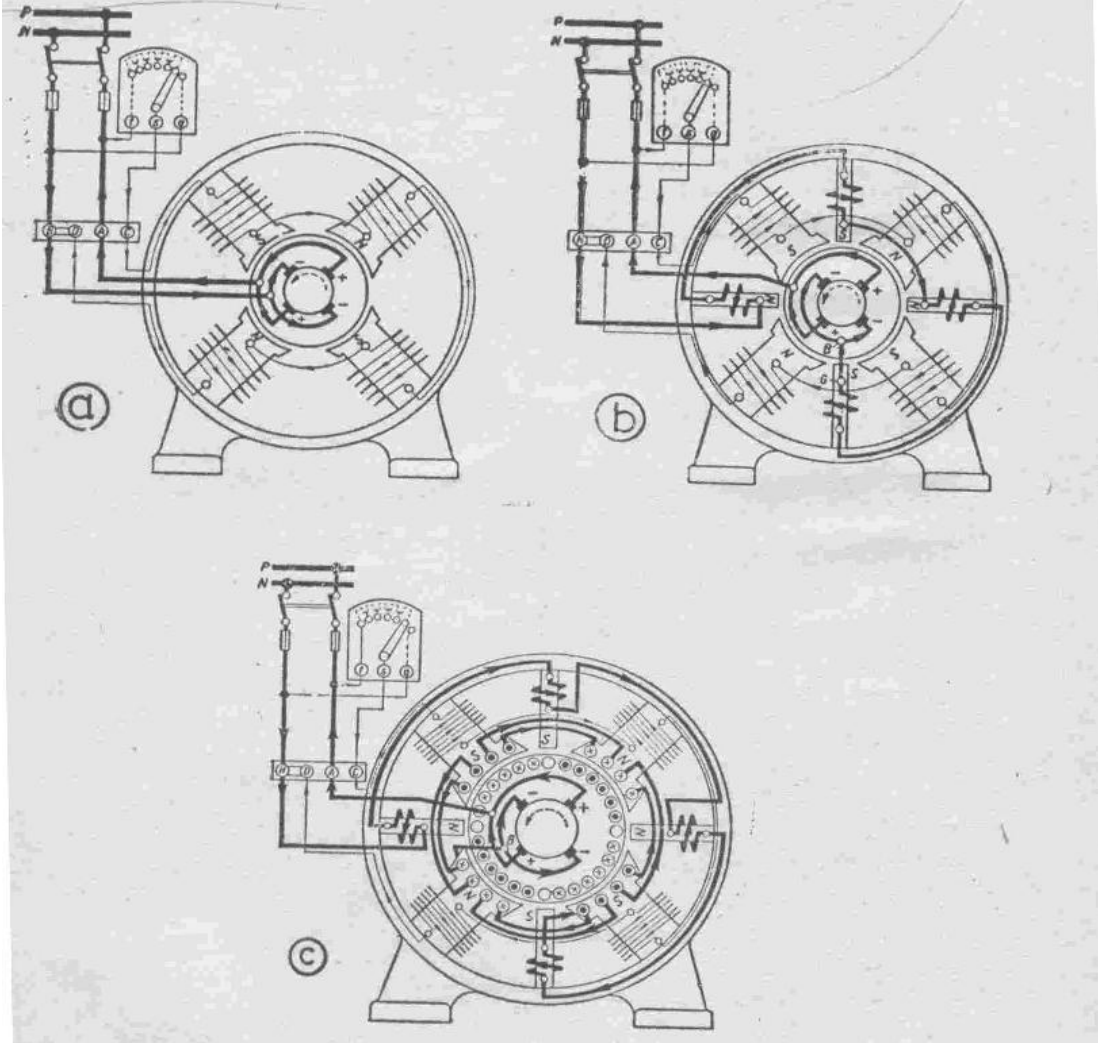
Uyartım sargısı harici bir DC kaynak tarafından beslenen generatörlere dışarıdan uyartımlı generatörler denir. Şönt generatörlerde uyartım (indüktör) sargısı endüvi sargılarına paralel bağlanmıştır. Şönt dinamolarda endüvi uçları A-B, kutup sargı uçları I-K, yardımcı kutup sargı uçları ise G-H harfleri ile belirtilir. Uyartım direncinin uçları t-s-q ile gösterilir. Şekil 1.15'i inceleyiniz.



Şekil 1.15. Dışarıdan uyartımlı şönt generatör

### 1.6.2. Kendinden Uyartımlı Şönt Generatör

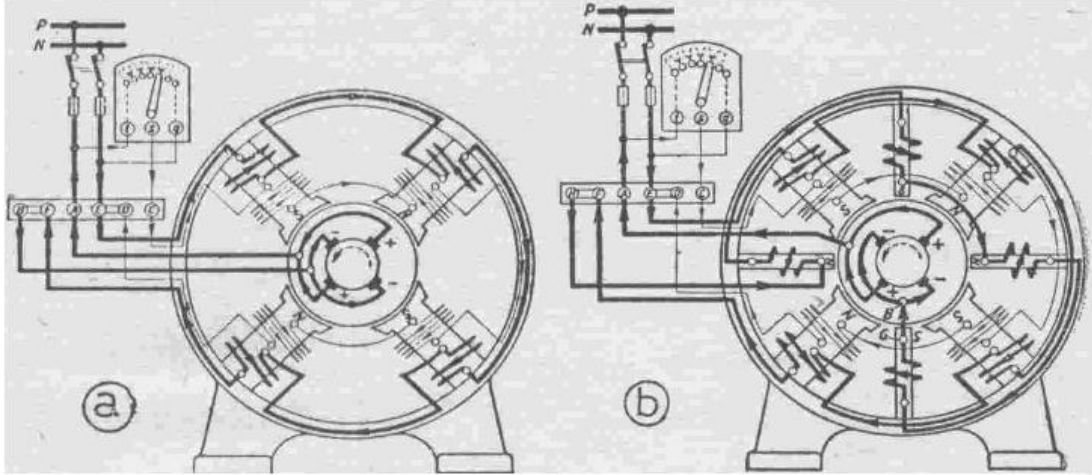
Uyartım sargısını kendi ürettiği enerji ile besleyen generatörlere kendinden uyartımlı denir. Sargı uçları harfle gösterilirken dışarıdan uyartımlı şönt generatörden farklı olarak kutup sargı uçları C-D ile gösterilir. Şekil 1.16'yı inceleyiniz.



**Şekil 1.16: Kendinden uyarımlı şönt generatörler ve bağlantıları**  
**a- Yalnız ana kutuplu şönt generatör b- Ana kutup ve yardımcı kutuplu şönt generatör**  
**c- Ana kutup, yardımcı kutup ve dengeleme sargılı şönt generatör**

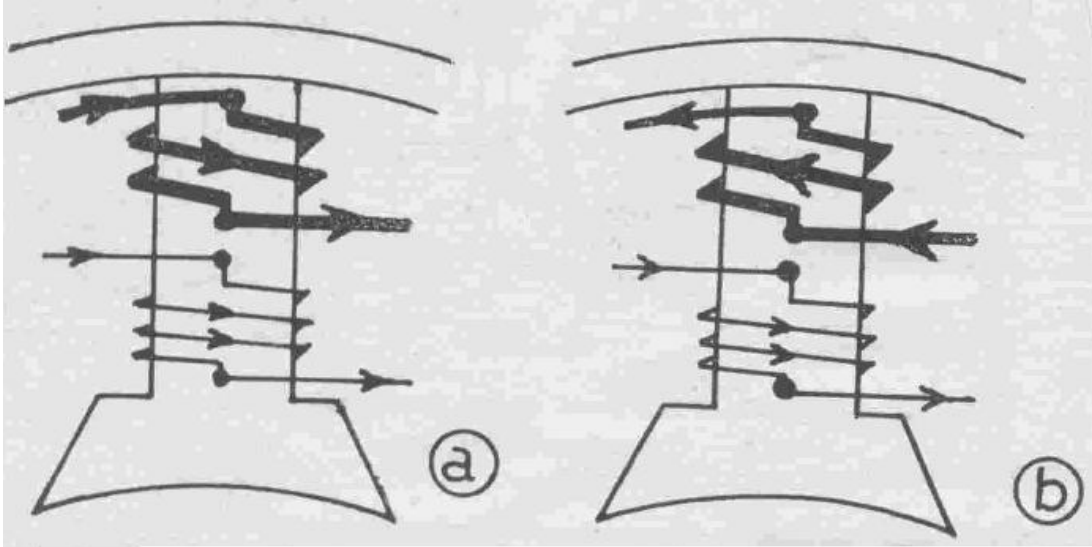
### 1.6.3. Kompunt Generatör

Hem seri hem de paralel iki farklı kutup sargısı bulunan generatörlerdir (Şekil 1.17).



Şekil 1.17: Kompunt dinamoların sargıları ve bağlantıları  
a- Yalnız ana kutuplu kompunt generatör  
b- Ana ve yardımcı kutuplu kompunt generatör

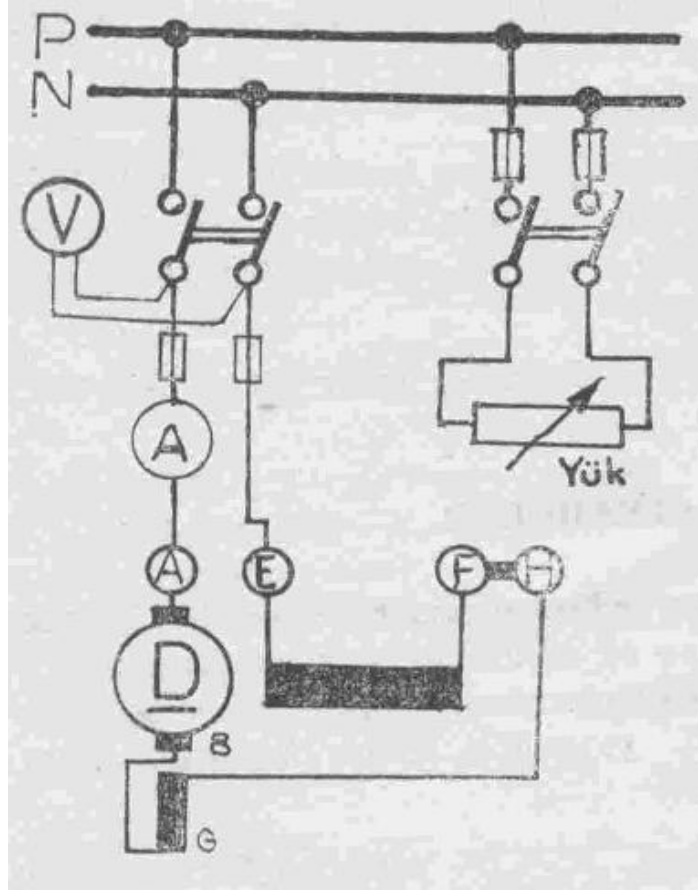
Seri ve paralel kutup sargıları birbirlerinin alanlarını destekliyorsa buna eklemeli kompunt, birbirlerinin alanlarını zayıflatıyorsa buna ters kompunt denir (Şekil 1.18).



Şekil 1.18: Kompunt generatörlerde kutup sargıları  
a- Eklemeli kompunt  
b- Ters kompunt

#### 1.6.4. Seri Generatör

Uyartım sargısının endüvi sargısına seri bağlı olan generatörlerdir. Sargı uçları gösterilirken şönt generatörlerden farklı olarak kutup sargı uçları E-F harfleri ile gösterilir. Şekil 1.19'u inceleyiniz.



Şekil 1.19: Seri generatör ve devre bağlantısı

#### 1.6.5. DC Generatörlerde Gerilim ve Polarite Miktarının Denetimi

Generatörlerde gerilim ayarı yapabilmek için; kutuplardan geçen uyartım akımının, dolayısıyla kutupların manyetik alanlarının denetlenmesi gerekir.

#### 1.6.6. DC Generatörlerde Arıza Giderme

Generatörlerde arızalar; kutuplarda, kolektör ve fırçalarda, endüvide ve yatak-kapak gibi elemanlarda meydana gelir.

### 1.6.6.1. Kutup Arızaları

- **Devre kopukluğu:** Sarım dikkatsizliği, sarsıntı, çekme, dışarıdan darbe veya bobin içerisinde meydana gelen bir kısa devre sonucu oluşabilir. Sargı uçları devreden ve endüviden ayrılarak seri lamba ile kontrol edilerek kopukluğun hangi sargıda olduğu bulunabilir.
- **Kısa devre:** Bobin uçlarının veya sarımların birbirlerine veya gövdeye değmesidir. Kısa devre kontrolü voltmeter ile yapılır. Kutup sargılarına gerilim uygulanarak her bobinin ucundaki gerilim ölçülür. Farklı gerilim ölçülen bobinin içerisinde kısa devre vardır.
- **Gövdeye kaçak:** Kutup sargılarının yalıtkanlığının bozulması, bağlantı ve kutup bobinlerinin birbirlerine değmesi ile olabilir. Kontrol için, bobin bağlantıları çözümlenip seri lamba ile ölçülür.

### 1.6.6.2. Kolektör ve Fırça Arızaları

Kolektörde oluşan arızalar, gövdeye kaçak ve iki veya daha fazla dilimin kısa devre olmasıdır. Dilimler arası temizlenerek giderilebilir.

Fırçaların kolektöre bastığı noktada şerare meydana geliyorsa fırçada arıza vardır. Çeşitli sebeplerden kaynaklanan bu arıza fırçanın değiştirilmesiyle giderilir.

### 1.6.6.3. Endüvi Sargı Arızaları

- **Endüvide kısa devre:** Arızalı bobinde yüksek ısı oluşur ve bağlı olduğu kolektör dilimlerinde kararmalar meydana gelir. Arızalı endüvi, endüvi ölçüm cihazı (Growler) üzerine konularak bobin olukları üzerine ince bir sac konulur. Sac hangi bobin üzerinde titirse o bobin arızalıdır.
- **Kopukluk:** Endüvinin ısınması, kolektörde kararma ve fırçalarda şerare ile kendini gösterir. Arızalı endüvi growler cihazına konularak kolektör dilimleri arasındaki gerilim ölçülür. Kopuk olan bobinde gerilim ölçülemez.
- **Gövdeye kaçak:** Kolektörde şerare ve endüvide aşırı ısınma ile kendini gösterir. Seri lamba ile kontrolden sonra, bobin uçları kolektörden ayrılarak yine seri lamba ile kaçağa sebep olan bobin veya bobinler bulunabilir.

### 1.6.6.4. Yatak ve Mekanik Arızalar

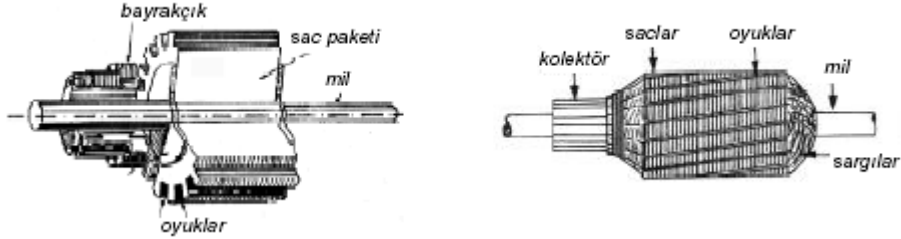
DC makinelerinde en çok arıza yapan parçalardan biri yataklardır. Uzun süre çalışmaktan veya bakımsızlıktan bozulabilir. Gürültülü ve vuruntulu çalışma ile kendini gösterir. Yatakların değiştirilmesi ile düzeltilir.

## 1.7. DC Motor ve Parçaları

Doğru akım motorları, doğru akım elektrik enerjisini dairesel mekanik enerjiye dönüştüren elektrik makineleridir. Yapıları DC generatörlere çok benzer.

### 1.7.1. Endüvi

Endüvi; DC dinamo, DC motor ve AC seri motorun, dönen kısmıdır. Bu eleman, 0,3-0,7 mm kalınlığında çelik saclardan yapılmış silindirik gövde üzerine açılmış ve oluklara yerleştirilmiş sargılardan oluşmuştur. Endüvi sargılarının uçları, bakır dilimlerinden yapılmış olan ve üzerine fırçaların temas ettiği kısma (kolektöre) bağlanmıştır. Şekil 1.20'de endüvinin yapısı verilmiştir.



Şekil 1.20: DC motor endüvisinin yapısı

### 1.7.2. Gövde

DC ya da AC ile çalışan makinelerde N-S kutuplarının oluşturulması için yapılmış olan sargıların yerleştirildiği kısma indüktör denir. Küçük makinelerin indüktörleri doğal mıknatıstan yapılırken, yüksek güçlü makine indüktörleri Şekil 1.21'de görüldüğü gibi bobinlerle oluşturulur.

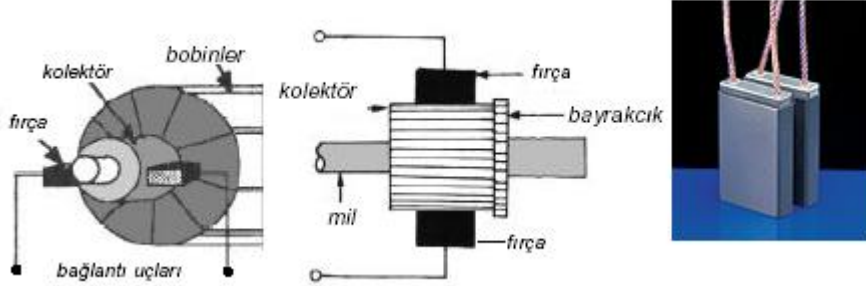


Şekil 1.21: DC-AC motorların gövde ve statorları



### 1.7.3. Fırçalar ve Donanımları

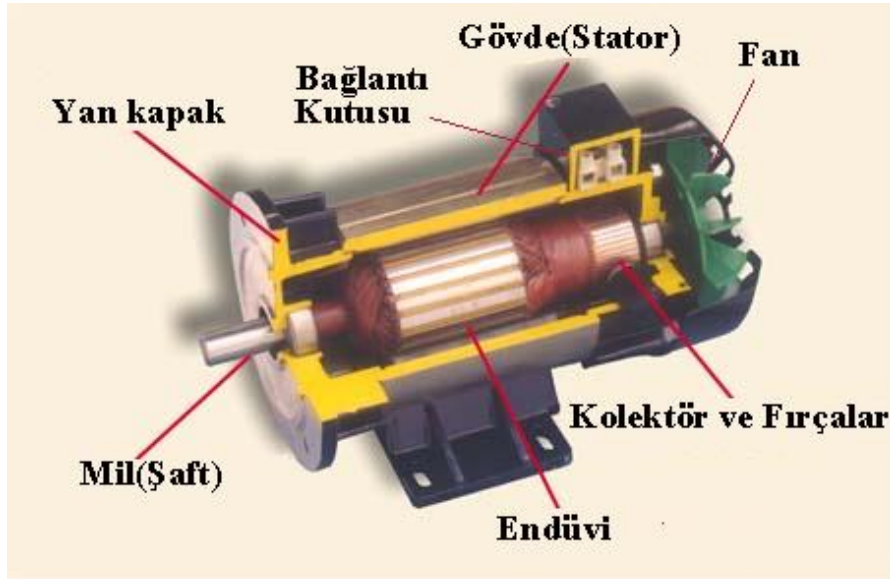
DC ve AC ile çalışan kolektörlü makinelerin kolektöre basan parçalarına fırça (kömür) denir. Şekil 1.22’de görülen fırçalar, makinenin akım ve gerilim değerine göre farklı özelliklerde (sert, orta sert, yumuşak karbon, karbon-bakır alaşımlı vb.) üretilir. Fırçaların kolektöre düzgünce basmasını sağlamak için baskı yayları kullanılır. Fırçalar aşınıcı olduğundan zamanla biter. Bu durum makinenin sesinden, kolektörde aşırı kıvılcım oluşmasından anlaşılabilir.



Şekil 1.22: Fırça ve kolektör

### 1.7.4. Motor Yan Kapakları

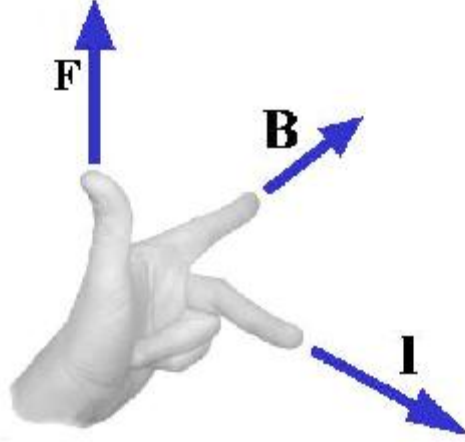
Gövde ve kapaklar motoru dış etkilere karşı korumak için alüminyum, demir ya da demir alaşımından üretilir. Rotorun stator içinde merkezi olarak yataklanması görevini ise kapaklar yapar. Şekil 1.23’ü inceleyiniz.



Şekil 1.23: DC motor kesit görünümü

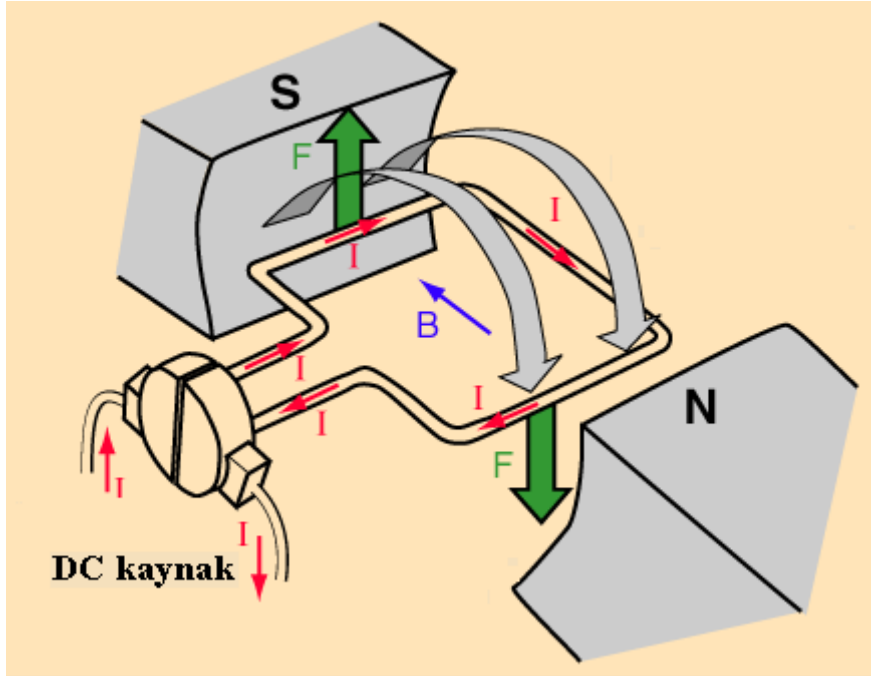
## 1.8. DC Motorun Çalışma Esasları

İçerisinden akım geçen iletken, manyetik alana sokulursa iletkene bir kuvvet etkir. Etkiyen bu kuvvetin yönü sol el kuralı ile bulunabilir.

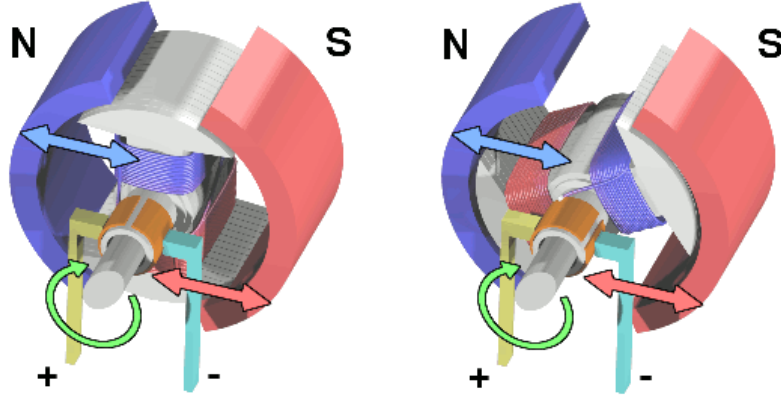


Şekil 1.24: Sol el kuralı

Şekil 1.24'te sol el kuralı görülmektedir. Sol el kuralına göre; işaret parmağı yönünde bir manyetik alanın (B) olduğu ortama, üzerinden orta parmak yönünde akım (I) geçen bir iletken sokulursa, iletkene baş parmak yönünde bir kuvvet (V) etki ettiği görülür. Buna göre DC motorun çalışması, Şekil 1.25 ve 1.26'da görülmektedir.



Şekil 1.25: DC motorun çalışması



Şekil 1.26: DC motorun dairesel hareketi

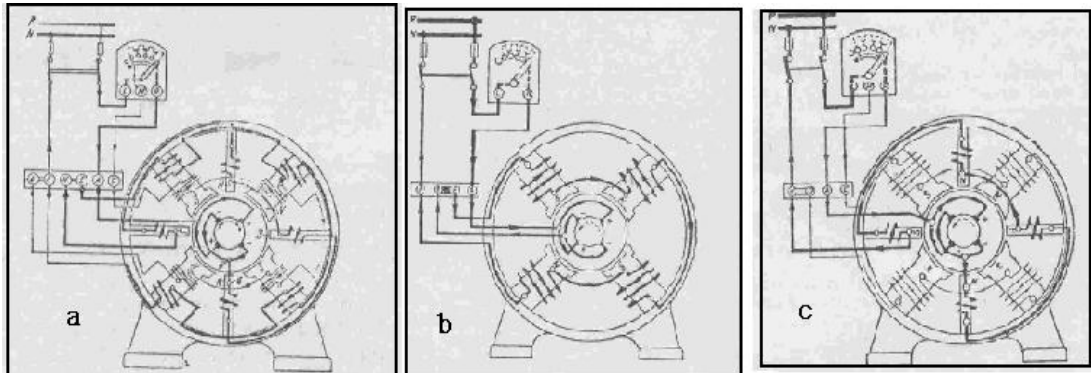
## 1.9. DC Motor Çeşitleri

### 1.9.1. Doğal Mıknatıslı (Permanent-Magnet) Motorların Çalışması

Şekil 1.26’da görüldüğü gibi, manyetik alanı oluşturan kutupların doğal mıknatıs olduğu motorlardır.

### 1.9.2. Seri, Paralel ve Bileşik Sargılı DC Motorların Çalışması

Seri, paralel (şönt) ve bileşik (kompunt) motorların çalışması aynı adlarla anılan DC generatörlerin çalışmasına benzer. Motorun endüvi uçları A-B, uyarım sargı uçları C-D, yardımcı kutup varsa endüviye seri bağlanıp çıkışı H ile belirtilir. Motora yol vermek için kullanılan yol verme direncinin uçları ise L ( Şebekeye bağlanır.), M ( Uyarım sargısının C ucuna bağlanır.) ve R ( Endüvinin A ucuna bağlanır.) harfleri ile belirtilir.



Şekil 1.27: Bileşik (a), seri (b) ve paralel (c) motorların bağlantısı

### 1.9.3. Fırçasız DC Motorlar

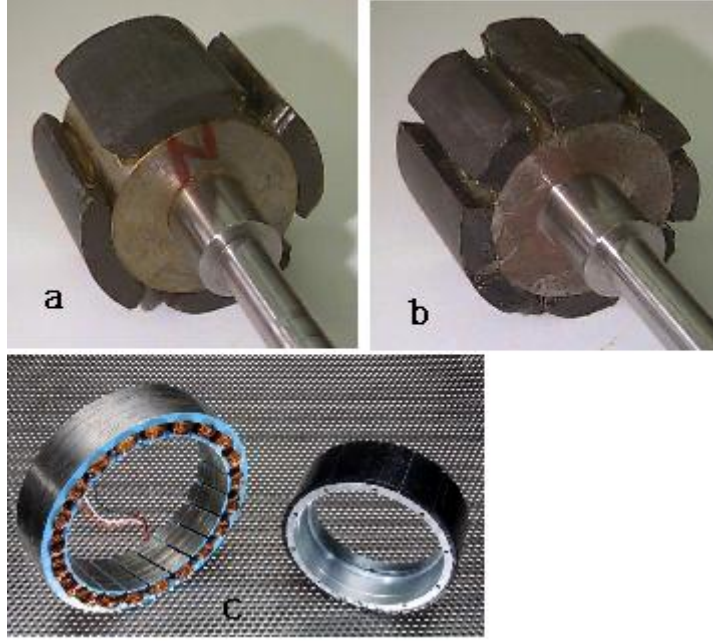
DC motorların dönen kısımları sabit mıknatıstan, duran kısımları ise mini bobinli sargılardan oluşmuştur. Bu tip motorlarda kolektör ve fırça düzenekleri yoktur. Duran kısımda bulunan sargıların üzerinden geçen akımlar, optik ya da manyetik sensörlerle kontrol edilmektedir.

Temel prensip ve çalışma şekli DC motorlarla aynıdır. Tek fark bobinlerin sabit, sabit mıknatısların rotora bağlı olmasıdır. Yani bu motorda rotor ve stator yer değiştirmiştir. Bunun avantajı, fırça ve komütatör sisteminin kalkması, dolayısı ile sürtünmeden ve fırça/komütatör (kolektör) ikilisinin oluşturduğu dirençten dolayı oluşan elektrik/mechanik kayıpların ortadan kalkmasıdır. Aynı zamanda bu tasarım, mekanik olarak denetlenmediğinden ve bobinlerin sayısının artırılmasına da izin verdiğinden, bu motorlardan çok yüksek tork almak mümkündür. Mahzurları ise, komütatörün yerini elektronik bir devrenin alması yani motorun çalışabilmesi için ek donanımlar gerektirmesidir.

Komütatör/fırça sistemi ile kolayca elde edilen karmaşık ateşleme sistemi, dış devreler tarafından yapılmalıdır. Bu da motor için olmasa da motoru kullanmak isteyen kişilere ek maliyet getirmektedir. Aynı güçteki bir motora oranla daha küçük, daha hafif olması, sağlıklı devir kontrolü yapılabilmesi, ek maliyeti affettirebilir. Şekil 1.28 ve 1.29’u inceleyiniz.



Şekil 1.28: Fırçasız DC motorlar



**Şekil 1.29: Dört kutuplu doğal mıknatıslı rotor (a), sekiz kutuplu doğal mıknatıslı rotor (b) ve fırçasız DC motor rotor ve stator (c)**

## 1.10. DC Motorların Mekanik Özellikleri

Endüvi iletkenlerinden akım geçtiğinde, iletkenler manyetik alan tarafından alanın dışına doğru itilir. Böylece endüvi çevresinde endüviyi döndüren bir kuvvet veya bir moment meydana gelir. DC motorunun endüvisinde meydana gelen moment, kutupların manyetik alanı ve endüviden geçen akımla doğru orantılıdır.

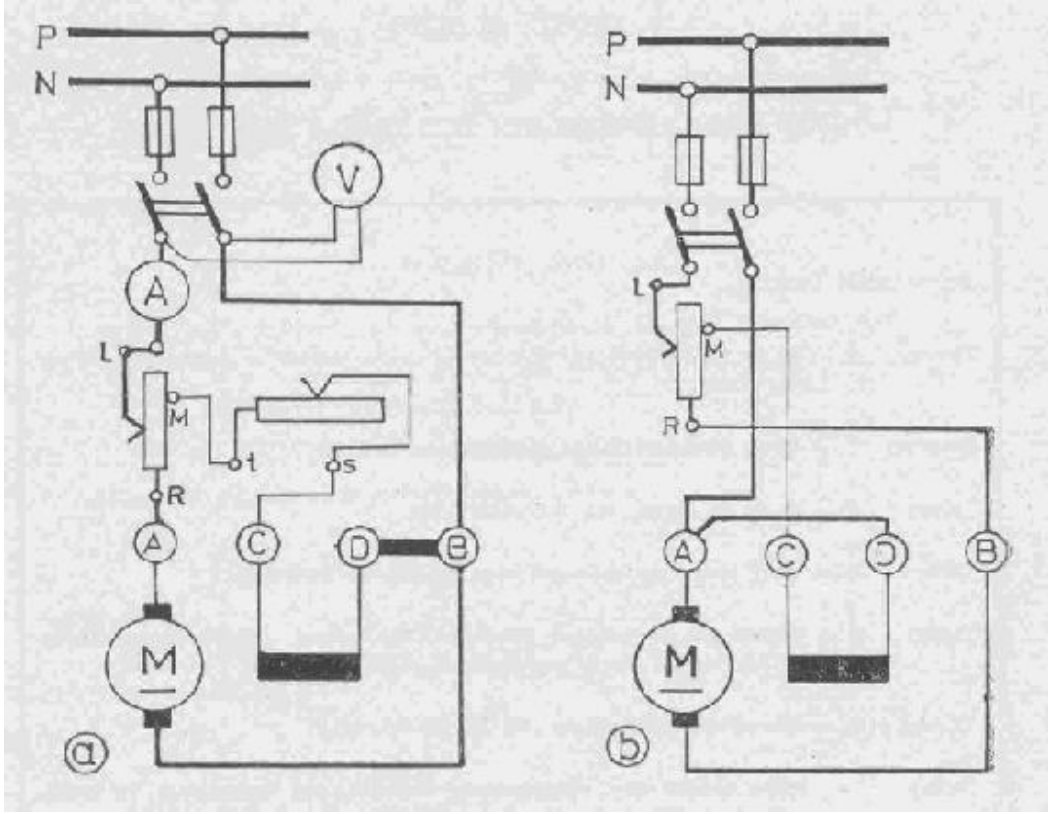
## 1.11. DC Motorların İstenme (Seçilme) Oranı ve Verimleri

Bir makineden alınan gücün ( $P_a$ ), makineye verilen güce ( $P_v$ ) oranına, verim denir. Diğer taraftan makineye verilen güçten kayıpları çıkarırsak, makineden alınan gücü buluruz.

$$P_A = P_V - P_k \quad \text{Verim } \eta = P_a/P_v$$

## 1.12. DC Motorun Yönünü Değiştirme Basamakları

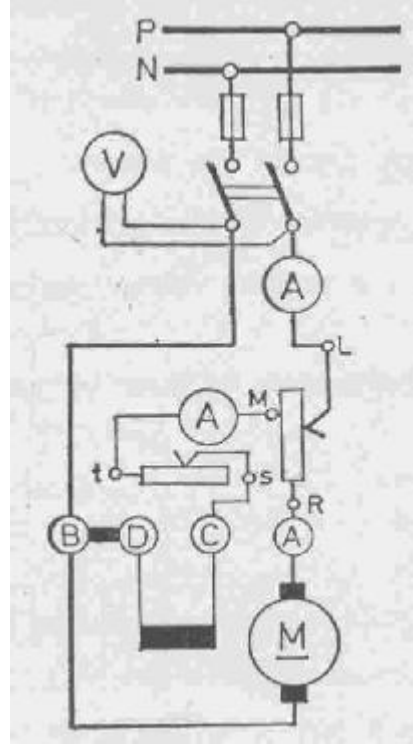
DC motorun devir yönünü değiştirmek için endüvi veya kutuplardan geçen akımın yönünü değiştirmek gerekir. Şekil 1.30'da DC motorun devir yönü değişim bağlantısı görülmektedir.



Şekil 1.30: DC şönt motorun devir yönü değiştirme bağlantısı

### 1.13. DC Motorun Hız Denetimi

DC motorlarında devir sayısı, kutup gerilimi ve kutup manyetik akışına bağlıdır. Uyarım direnci ayarlanarak devir ayarlanır. Şekil 1.31'de DC şönt motorun hız denetim devresi verilmiştir.



Şekil 1.31: Şönt motor hız kontrol devre bağlantısı

## 1.14. DC Motor Kayıp Çeşitleri

DC makinelerinde meydana gelen kayıplar üç grupta incelenir.

### 1.14.1. Bakır Kayıpları

Bakır kayıpları akımdan dolayı meydana geldiği için, akım geçen her kısımda bakır kayıpları mevcuttur. DC motorlarda bakır kaybı; endüvi sargısında, şönt sargıda, seri sargıda, yardımcı kutup sargısında ve kompanzasyon sargısında meydana gelir.

### 1.14.2. Demir Kayıpları

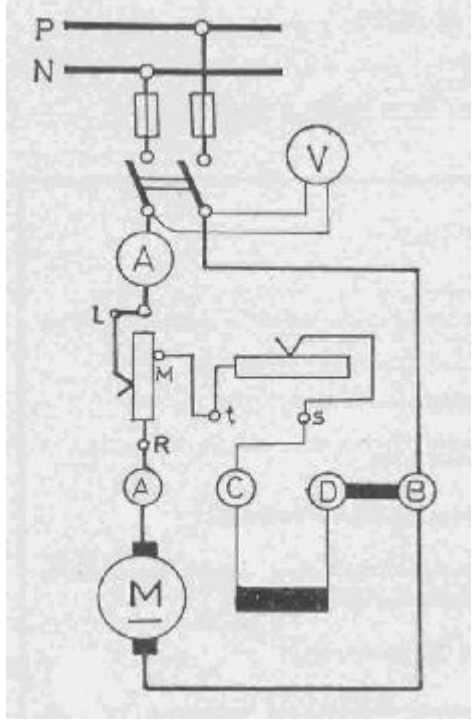
Kutupların manyetik alanından dolayı makinenin hareket eden kısımlarında, endüvi manyetik alanından dolayı kutup uçlarında kayıplar meydana gelir. Bu kayıplara demir kayıpları denir. Histerisiz ve fukolt kayıpları olarak adlandırılan demir kayıpları, yükte çok az değişme gösteren sabit kayıplardır.

### 1.14.3. Rüzgar ve Sürtünme Kayıpları

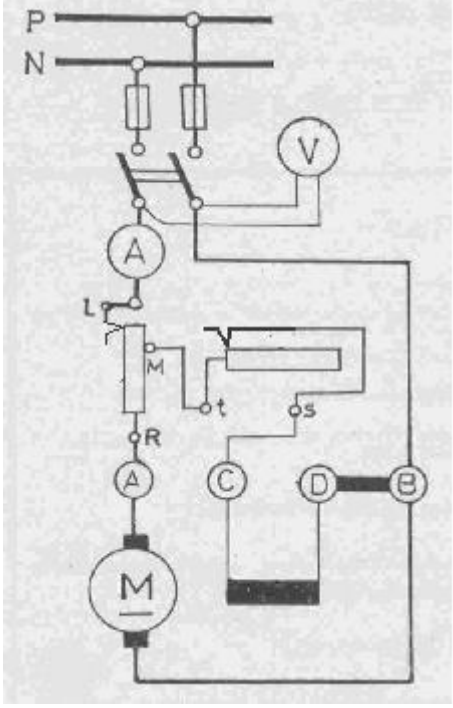
DC makinelerinde meydana gelen çeşitli sürtünme ve vantilasyondan dolayı bir enerji kaybı olur. Bu kayıp; fırça, yatak, endüvinin dönerken hava ile sürtünmesi ve makineyi soğutmak için kullanılan vantilatörün meydana getirdiği kayıpların tümüdür. Sürtünme ve rüzgar kayıpları sabit olmakla birlikte devir sayısı ile bir miktar değişir.

## UYGULAMA FAALİYETİ

### DC MOTORLARI ÇALIŞTIRMAK

İşlem Basamakları	Öneriler
<p><b>DC motorun bağlantısını yapmak</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Güvenlik tedbirlerini alınız.</li><li>➤ Bir adet DC şönt motoru, bağlantı için uygun bir zemine oturtunuz.</li><li>➤ Motor akımına uygun bir adet ampermetre seçiniz.</li><li>➤ Motor gerilimine uygun bir adet voltmetre seçiniz.</li><li>➤ Bir adet sigortalı şalter, birer adet uyarım ve yol verme direnci seçiniz.</li><li>➤ Devre şemasına uygun olarak bağlantıyı yapınız.</li></ul>	



<p><b>DC motora yol vermek</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ L-M-R ile belirtilen yol verme direncini en yüksek kademeye ayarlayınız.</li> <li>➤ t-s-q ile belirtilen uyarım devresi direncini sıfır yapınız.</li> <li>➤ Bağlantınızı kontrol ediniz. İş güvenliği kurallarına uygun bir şekilde şalteri kapatarak motora enerji veriniz.</li> </ul>	
<p><b>Arıza tespiti yapmak</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Motor hiç çalışmadı ise, enerjiyi kesip, enerji bağlantısını kontrol ediniz.</li> <li>➤ Motor çalışıyor; fakat normal dışı gürültü çıkarıyorsa, enerjiyi kesip yatakları, bobinleri ve kolektörü kontrol ediniz.</li> <li>➤ Motor çalışıyor; fakat kömürler şerare yapıyorsa, enerjiyi kesip kömürleri, yatakları, bobinleri ve kolektörü kontrol ediniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Enerjiyi kesmeyi unutmayınız.</li> </ul>

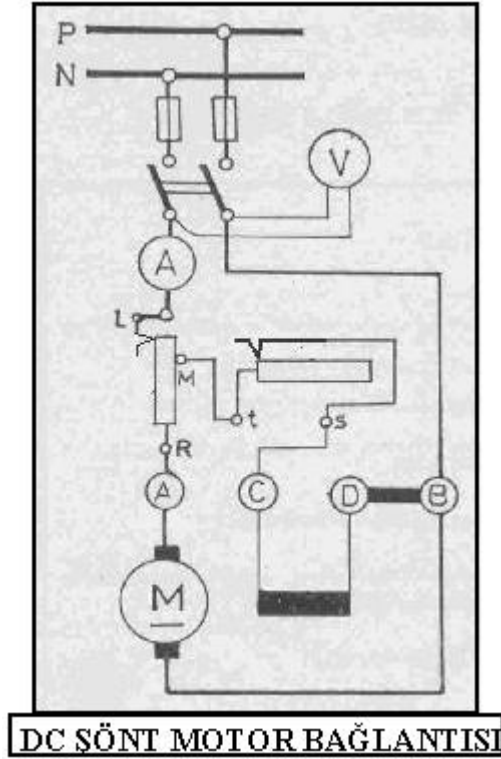
## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen çoktan seçmeli sorularda doğru olduğunu düşündüğünüz bir seçeneği işaretleyiniz.

1. Manyetik alan içindeki iletkende gerilim oluşması olayına ne ad verilir?  
A) İndüktans  
B) İndüklenme  
C) Reaktans  
D) Alternans
2. Seri dinamolarda ne, neye seri bağlıdır?  
A) Kutup sargısı-uyartım sargısı  
B) Şönt sargı-uyartım sargısı  
C) Endüvi sargısı-şönt sargı  
D) Uyartım sargısı-endüvi sargısı
3. DC makinelerinde manyetik alanı meydana getiren kısma ne ad verilir?  
A) Endüvi  
B) İndüktör  
C) Kolektör  
D) Rotor
4. Uyartım akımı aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Kutup akımı  
B) Anma akımı  
C) Endüvi akımı  
D) Motor akımı
5. Dinamolarda endüvi uçları hangi harflerle gösterilir?  
A) A-B  
B) G-H  
C) I-K  
D) G-K
6. Kompunt dinamo niçin bu adı almıştır?  
A) Kompresörlerde kullanıldığı için  
B) Kutuplarında iki sargı olduğu için  
C) Paralel iki dinamodan oluştuğu için  
D) Eklemeli yapıldıkları için
7. Endüvi manyetik alanının kutup manyetik alanına gösterdiği dirence ne ad verilir?  
A) Endüvi direnci  
B) Endüvi komütasyonu  
C) Endüvi reaksiyonu  
D) Endüvi kompanzasyonu
8. DC motorlarda devir yönü nasıl değiştirilir?  
A) Gerilim artırılarak  
B) Akım azaltılarak  
C) Kutup uçları değiştirilerek  
D) Fırçalar kaydırılarak

## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

Atölyenizde mevcut olan bir DC şönt motoru, devreye bağlayıp çalıştırınız. Motorda ortaya çıkabilecek muhtemel arızaları tespit edip onarınız.



**Not:** İş güvenliği hayat kurtarır.

- Devreye enerji veriniz.

## KONTROL LİSTESİ-1

Alan Adı:	ELEKTRİK-ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ	Tarih:	
Modül Adı:	AC-DC Makineler	Öğrencinin	
Faaliyetin Adı:	DC Motorları Çalıştırmak	Adı Soyadı:	
		No:	
Faaliyetin Amacı:	DC motorları çalıştırabilecek, arızalarını onarabileceksiniz.	Sınıfı:	
		Bölümü:	
AÇIKLAMA:	Bitirdiğiniz faaliyetin sonunda aşağıdaki performans testini doldurunuz. “Hayır” olarak işaretlediğiniz işlemleri öğretmeniniz ile tekrar çalışınız.		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evet	Hayır
1	Güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2	Gerekli el takımlarını bir araya getirdiniz mi?		
3	Motor akımına uygun ampermetre seçtiniz mi?		
4	Motor akımına uygun voltmeter seçtiniz mi?		
5	Bir adet sigortalı şalter seçtiniz mi?		
6	Birer adet uyarım ve yol verme direnci seçtiniz mi?		
7	İşlem basamaklarını tespit ettiniz mi?		
8	Güvenli bir şekilde motora enerji verdiniz mi?		
9	Motorda arızalı bir durum gördüğünüzde enerjii ivedilikle kestiniz mi?		
10	Arızayı tespit ettiniz mi?		
11	Arızayı onardınız mı?		
12	Motoru tekrar çalıştırdınız mı?		
13	Tüm elemanları ve takımları yerlerine kaldırdınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

Ölçme soruları ve performans testi sonunda başarısız olduğunuz kısımlar hakkında öğretmeninize başvurmanız gerekiyorsa yeniden, konu ve uygulama tekrarı yapınız.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Bu faaliyette verilen bilgiler sonucunda endüstriyel DC motorları devreye bağlayabilecek, arızalarını tespit ederek onarabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

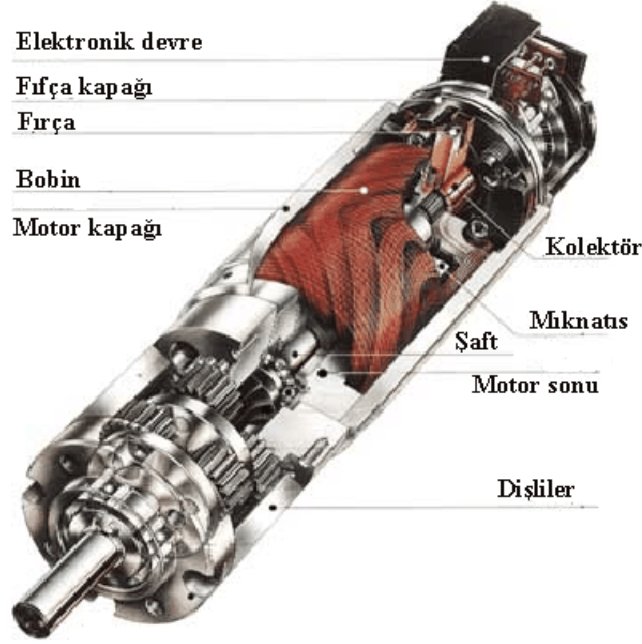
- DC makinelerin yapısı hakkında bilgi edininiz. Mümkünse bir DC motoru (örneğin bir teyp motoru) ve DC üretici (örneğin bisiklet dinamosu) sökerek yapılarını ve nasıl çalıştıklarını inceleyiniz.

## 2. ENDÜSTRİYEL DC MOTORLAR

### 2.1. Endüstriyel Uygulamalarda Kullanılan DC Motorların Çalışma Özellikleri ve Üstünlükleri

DC motorlar daha çok endüstride kullanılır. Motorun dairesel hızı uygulanan voltajla doğru orantılıdır. Çıkış momenti ise bobin akım gücü ile doğru orantılıdır. Eğer hareket hassas bir şekilde kontrol edilmek isteniyorsa geri besleme kullanılmalıdır. Genel DC servo motorlar, üzerlerinde yer ve hız algılayıcıları bulundurulur. Büyük motorlarda bobinli statorlar bulunurken, küçük olanlarında sabit mıknatıs statorlar bulunur. Samarium kobalt mıknatıslarının kullanılmasıyla yüksek güç/ağırlık oranlarına ulaşılır.

Ayrıca DC motorlar senkron kumanda sistemlerine imkân vermektedir. DC motorlar ile uzaktan devir ve tork ayarı yapmak mümkün iken, birçok sistemi seri ve paralel çalıştırmak, sabit çekmeli sarmalar yapmak da mümkündür. Şekil 2.1’de endüstriyel DC motor örneği görülmektedir.



Şekil 2.1: Endüstriyel DC motor

- **Üstünlükleri**
  - Hızlı ve hassastır.
  - Harekete sofistike kontrol teknikleri uygulanabilir.
  - Ucuzdur.
  - Yeni modeller çok kısa zamanda üretilebilir.
- **Mahzurları**
  - Düşük moment ve yüksek hızda çalışır. Bu sebeple hareketi değiştirecek aktarma organlarına ve dişlilere ihtiyaç vardır.
  - Dişlilerdeki boşluk, hassasiyeti sınırlar.
  - Elektrik atlamaları yanıcı ortamlarda tehlikeli olabilir.
  - Hareketin engellenmesi durumunda hararet yapar.
  - Pozisyonu sabitlemek için fren gerekir.

## 2.2. DC Motorlarda Arıza Tespiti

Elektrik motorlarında sıkça görülen 4 temel arıza şunlardır: Yataklama, hatalı aksenal ayarlamalar, stator sarımları ve rotor sorunları.

- Elektrik motorlarında görülen arızaların %41'ini kapsayan yataklama problemleri, aynı zamanda motorda sürtünme ve sarım kayıplarına sebep olduklarından ötürü enerji tüketimini artırır.

Genel olarak, yataklama ile ilgili sorunlar şu sonuçları doğurur:

- Aşırı ısınma sarımlarda voltaj ve empedans dengesizliğine yol açar.
  - Uygun olmayan aşırı yağlama, aşırı ısınmaya, titreşimin artmasına ve makinede çözümlere yol açar. Bu tip yanlışlıklar bir dizi eğitim ve planlanmış bir bakım programının bir parçası olan yağlamanın uygulanmasıyla engellenebilir.
  - Eksik gresleme ve yağ atması yataklara zarar verir ve aşırı ısınmaya yol açar. Sonuçta doğal olarak aşınma büyük miktarlarda hızlanır.
  - Aşırı yüklenme
- **Hatalı eksenel ayarlamalar:** Elektriksel dengesizlik, motorlarda olabilecek ve dönme eksenini ile ağırlık merkezinin çakışmamasından kaynaklanan mekanik dengesizlik gibi makina çalışmasını menfi yönde etkiler. Elektrik motorları manyetik merkezlerini sabitleyemedikleri zaman şebeke frekansındaki titreşimlerinde modülasyon ve harmonikler oluşur.
  - **Montajda hatalı eksenel ayarlamalar:** Eksenel ayarlamalar pratikte görsel yöntemler kullanılarak yapılmaktadır. Bu tarzda bir eksenel ayarlama sonucunda 0.50 mm'den daha fazla ayarsızlık giderilemez. Bu sebeple, ayarlamalar, ayar tekniklerine uygun olarak lazerli veya mekanik ayar cihazlarıyla yapılmalıdır. Kaplından veya kasnaklardan kaynaklanan ayarsızlıklar, yataklardaki ve şase ile kaideyi de kapsayan mekanik parçalarda gerilimi arttırır. Eksenel ayarlar artık kolayca kaplin ayar cihazları kullanılarak yapılabilir. Ayak boşluğu (aksak ayak) motoru zemine bağlama esnasında zeminin ve motorunun ayaklarının hizalanmamasından ortaya çıkan durum olarak adlandırılır. Bu durum genellikle direkt-eşleme hizalaması değerlendirilip yatak hizalaması hesaba katılmadığı zaman görülür. Aksak ayak, statorun ya da kaidenin sallanmasına, elektrik motorda mekanik gerilim ve titreşimin oluşmasına ve sürtünmenin artmasına sebep olabilir.

Parçaların balanslarının bozuk yapılması veya yapılan işlemde dolayı yüksek titreşim olan alanlara yeterince titreşim izolasyonu yapılmaması da titreşime sebep olur. Hatalı eksenel ayarlamalar (kaplinlerde ve kayışlarda), hatalı montaj ya da operasyon sırasındaki değişikliklerden kaynaklanır. Bu durum motor yataklarına aşırı yük binmesine bunun sonucu olarak da sürtünmenin artıp yatakların ömrünün azalmasına sebep olur.

- Stator sarım problemleri elektrik motorunun hem enerji tüketimini artırır, hem de verimini hızlı bir şekilde düşürür.

Stator sarım sorunlarının esas sebepleri şunlardır: Termal izolasyonun bozulması, sarımların neme maruz kalması, mekanik baskılar. Bunların sonucunda ilk olarak aynı bobin içindeki kondüktörlerin izolasyonu bozulur. Daha sonra bu, aynı fazdaki bobinlere ve de ayrı fazdaki bobinlere sıçrar. Kondüktörlerdeki değişiklerin belirlenmesi, makinenin bozulmadan önce tamir edilmesine veya yenilenmeye imkân sağlar.

Voltajdaki dengesizlikler elektrik motorunun çalışma sıcaklığını inanılmaz bir şekilde artırır. %3.5'lik bir voltaj dengesizliği elektrik motorunun çalışma sıcaklığında %25'lik bir artışa sebep olabilir. Sıcaklıktaki bu artış, sarım kaybını ve enerji tüketimini artırır, elektrik motorunun güvenilirliğini düşürür. (Sıcaklıktaki her 10 derece artışı, izolasyon ömrünü, dolayısıyla motor ömrünü yarı yarıya azaltır.)

Hatalı bağlantılardan dolayı oluşan dengesiz empedans, hatalı sarım teknikleri (hem yeni hem de tamir edilmiş motorlarda) ve izolasyon şartları (sarımlardaki kısıklıklar ve açıklıklar), motorun çalışma sıcaklığını ve güvenilirliğini tıpkı voltajdaki dengesizlikler gibi etkileyebilirler. Bunlara ek olarak motorun kullanım maliyeti hızlı şekilde artabilir. Örneğin; 100HP bir motor fiyatı \$0.05/kWh olan bir şebekeden elektrik olarak 8760 saat olan yıllık çalışma zamanının % 85'inde kullanılıyor ( bir yılda 7446 saat çalışıyor demektir) bu elektrik motorunun bir fazındaki 0.5 ohm'luk bir direnç artışı, bu motorda 2000\$ ekstra bir harcamaya, başka bir deyişle motorun bir yıllık giderinin %7'si kadar bir ekstra gidere yol açar. Bu hiç de küçümsenecek bir rakam değildir.

Hem voltaj hem de empedans dengesizliğinde; eğer dengesizlik yeterince sürerse, yüksek voltaj ve düşük empedans fazla fazla akım çeker ve sıcaklığı artar. Muhtemelen de o fazın yanmasına sebep olur. Voltajdan veya empedanstan kaynaklanıyor olsa da, bu çeşit hatalar tek fazlılık olarak adlandırılır ve bir fazdaki voltaj kaybının sonucunda olabilirken hatalı bağlantıdan ya da uygun olmayan sarım tekniklerinden de kaynaklanabilir. Voltajdaki ve akımdaki dalgalanmanın %2'yi aşmaması tavsiye edilir.

Sarımlara nemi de içeren kirlilik veya gres bulaşması, sarımlar arasında izolasyon zayıflığına sebep olabileceği gibi motorun ısı atma yeteneğini de azaltarak kullanım ömrünü kısaltır.

Yüksek/düşük voltaj koşulları sarımlardaki sıcaklığı aşırı derecede artırırken aynı zamanda da elektrik motorunun performansını da olumsuz etkiler. NEMA motor voltajında kullanılması gerekli olandan %10'a varan bir değişime müsaade eder ki bu verimlilikte %2.5 in üzerinde bir düşüşe sebep olur.

- **Rotor Sorunları:** Motorların içindeki veya etrafındaki tozlar ve kirlilikler çeşitli sorunlara yol açabilir.



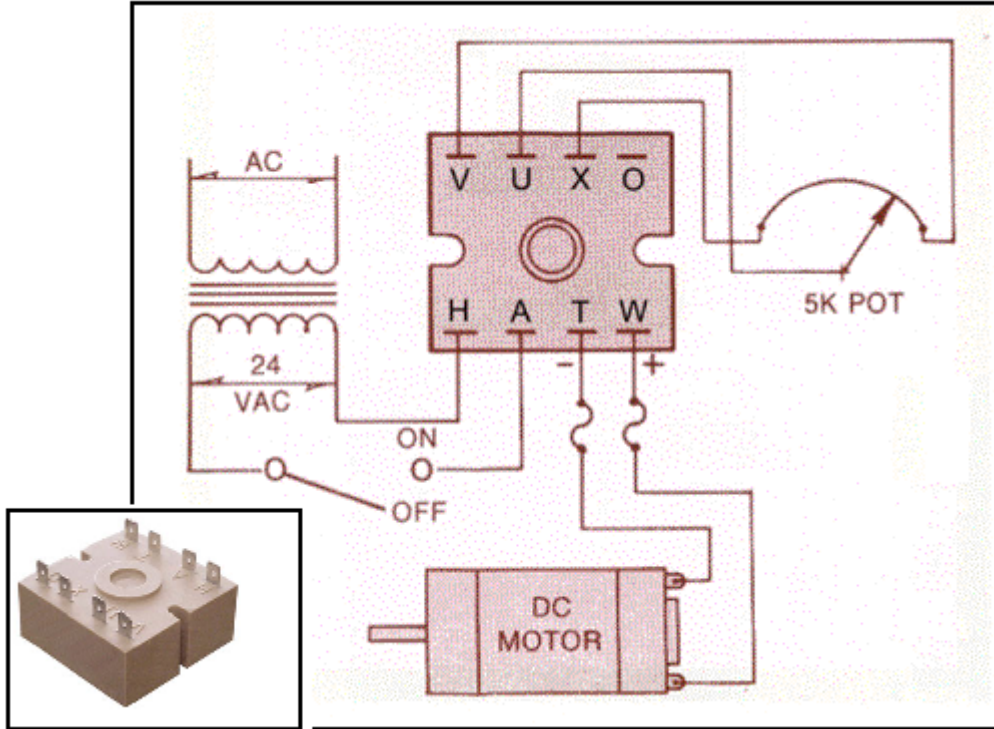
Rotora ya da soğutma pervanelerine yapışmış tozlar fazla ağırlık yapar ve balans bozukluğuna yol açabilir. Bu toz ve kirler aynı zamanda hava akımını engelleyerek soğuması gereken bölgelere bir nevi ısı yalıtımı yapar. Elektrik motorlarında görülen toz ve kirlilikler genellikle silikon ve karbon şeklindedir. Silikon hayli aşındırıcı, karbonsa makul bir iletkenidir ve her ikisi de elektrik izolasyonunu bozup kısa devre olasılığını artırır.

Kayış gerginliği ise diğer bir faktördür. Eğer kayışlar çok gevşek ise kayış kaymasından dolayı aşırı titreşim ve ısınma oluşur. Eğer çok gerilirse yataklardaki sürtünme aşırı ölçüde artar ve sonuçta enerji tüketimi artıp süreklilik azalır. Kayış-kasnak ayarları bu ölçüden çok dikkatle yapılması gereken işlemlerdir.

Rotor arızaları genellikle, kırık rotor kısa devre çubuklarından, döküm boşluklarından ya da rotor ve stator arasındaki hava boşluğu düzensizliğinden kaynaklanır.

### 2.3. DC Motor Denetleyicilerinin Çalışması

Elektronik teknolojisi sayesinde yapılan devreler ile; doğru akım motorlarında armatür (endüvi) gerilimini değiştirerek devri, armatür akımını değiştirerek torku ayarlamak mümkündür. Şekil 2.2’de DC motor hız denetim elemanı ve bağlantı şeması görülmektedir.



Şekil 2.2: DC motor hız denetim elemanı ve bağlantısı

Elektronik devre elemanları ile yapılan ve sürücü devreleri olarak adlandırılan devreler ile DC motorların hızları ve momentleri çok hassas olarak denetlenir. Şekil 2.3'te değişik endüstriyel motorlar ve sürücüleri görülmektedir.



Şekil 2.3: Değişik endüstriyel motor ve denetleyicileri

## UYGULAMA FAALİYETİ

### ENDÜSTRİYEL DC MOTORLARI ÇALIŞTIRMAK

İşlem Basamakları	Öneriler
<b>Endüstriyel DC motor bağlantısı yapmak.</b> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Bir adet 24 V'luk DC motor temin ediniz.</li><li>➤ Bir adet 24 V veya üzeri çıkış verebilen ayarlı DC güç kaynağı temin ediniz.</li><li>➤ Güç kaynağını 0 V'a ayarlayınız.</li><li>➤ Güç kaynağı çıkışını motora bağlayınız.</li><li>➤ Güç kaynağına enerji veriniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Güvenlik tedbirlerini alınız.</li><li>➤ Motoru sarsılmayacak şekilde sabitleyiniz.</li></ul>
<b>Endüstriyel DC motora enerji vermek.</b> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Motora enerji veriniz.</li><li>➤ Güç kaynağını yavaş yavaş 24V değerine kadar çıkarınız.</li><li>➤ Motorun çalıştığını ve devrinin gerilimle orantılı olarak arttığını görünüz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Güç kaynağının gerilim değerini yavaş yavaş artırınız.</li></ul>
<b>Arızalı endüstriyel DC motorun arızasını tespit etmek.</b> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Motor hiç çalışmadı ise, enerjiyi kesip enerji bağlantısını kontrol ediniz.</li><li>➤ Motor çalışıyor; fakat normal dışı gürültü çıkarıyor ise, enerjiyi kesip, yatakları, bobinleri ve kolektörü kontrol ediniz.</li><li>➤ Motor istenilenin aksine dönüyorsa motor bağlantı uçlarının yerini değiştiriniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Enerji verdiğiniz anda motorun çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz. Çalışmıyorsa enerjiyi hemen kesiniz.</li></ul>
<b>Arızalı endüstriyel DC motoru onarmak</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Tespit edilen arızayı uygun bir şekilde onararak, güvenli bir şekilde motora tekrar enerji veriniz.</li></ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. Endüstriyel DC motorların dezavantajları arasında hangisi bulunmaz?
  - A) Hızlıdır.
  - B) Elektrik atlamaları yanıcı ortamlarda tehlikeli olabilir.
  - C) Yüksek moment ve düşük hızda çalışır.
  - D) Hareketin engellenmesi durumunda hararet yapar.
2. Aşağıdakilerden hangisi elektrik motorlarında sıkça görülen arızalardan değildir?
  - A) Yataklama sorunları
  - B) Hatalı aksenal ayarlamalar
  - C) Stator sarımları
  - D) Fren ve dişliler
3. Yataklama sorunları nelere sebep olur?
  - A) Hareketi hızlandırır.
  - B) Enerji tüketimini azaltır.
  - C) Motorda sürtünme ve sarım kayıplarına sebep olur.
  - D) Aşınma azalır.
4. DC motorlar niçin bu adı almıştır?
  - A) Düzgün çalıştıkları için
  - B) Daimi kondansatörlü oldukları için
  - C) Doğru akımla çalıştıkları için
  - D) Kolektörlü oldukları için
5. DC motor devir yönü nasıl değiştirilir?
  - A) Endüvi ve indüktör uçları aynı anda değiştirilerek
  - B) Kutup manyetik alan yönü ve endüvi akım yönü aynı anda değiştirilerek
  - C) Yük artırılarak
  - D) Endüvi ve indüktör uçları ayrı ayrı değiştirilerek

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Bu faaliyette verilen bilgiler sonucunda AC motorları devreye bağlayabilecek, arızalarını tespit ederek onarabileceksiniz.

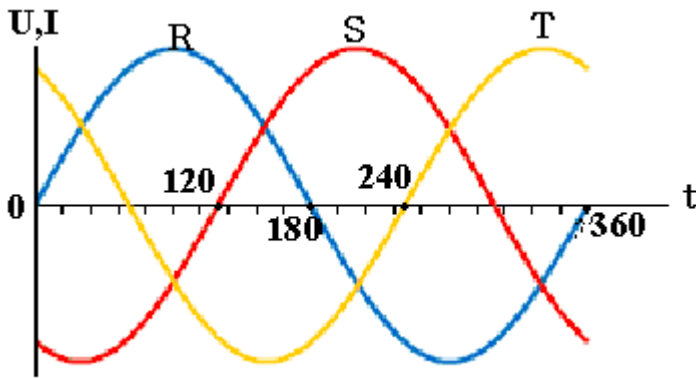
## ARAŞTIRMA

- Alternatif akımın özelliklerini araştırınız.
- AC ve DC arasındaki farklılıkları araştırınız.
- Asenkron motorların yapısı hakkında bilgi edininiz.

## 3. AC MOTORLAR

### 3.1. Üç Faz Gerilimin Karakteristikleri

Üç fazlı AC makinelerde üretilen üç fazlı gerilim, endüstride R-S-T (L1-L2-L3) olarak bilinir. R-S-T gerilimleri, aralarında 120°'şer derece faz farkı bulunan gerilimlerdir. Şekil 3.1'de üç faz gerilim eğrisi görülmektedir.



Şekil 3.1: 3 fazlı AC eğrisi

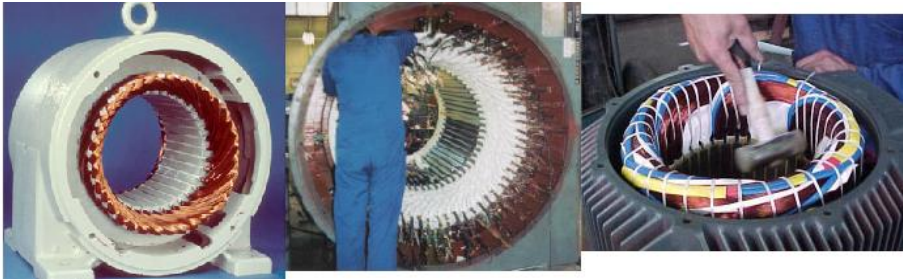
Üç fazlı gerilim generatörlerde üretilir. Generatör bobinleri içerde yıldız bağlanırken dışarıya üç uç alınır. Yıldız noktasında gerilim sıfırdır. Bu noktadan nötr hattı alınır. Üç fazın da gerilimleri eşittir. Generatör fiziki yapısı gereği üç faz sinüs eğrisi şeklinde ortaya çıkar.

Üç fazlı makinelerde nötr hattı kullanılmaz. Üç faz, kendi aralarında sıra ile nötr görevi görür. Zaman eğrisi akımın yön değişim noktasıdır. Zaman eğrisinin altında ve üstünde akım yönleri farklıdır. Üç faz gerilimde her fazın değeri ayrı ayrı olmak üzere, zamanla artı ve eksi maksimum değerleri arasında değişim gösterir.

## 3.2. Üç Faz Motor Parçaları

### 3.2.1. Stator

Stator üç fazlı motorun hareket etmeyen kısmıdır. DC makinelerin indüktörüne benzer. Üç fazlı döner manyetik alan sargıları burada bulunur. Şekil 3.2’de değişik statorlar görülmektedir.



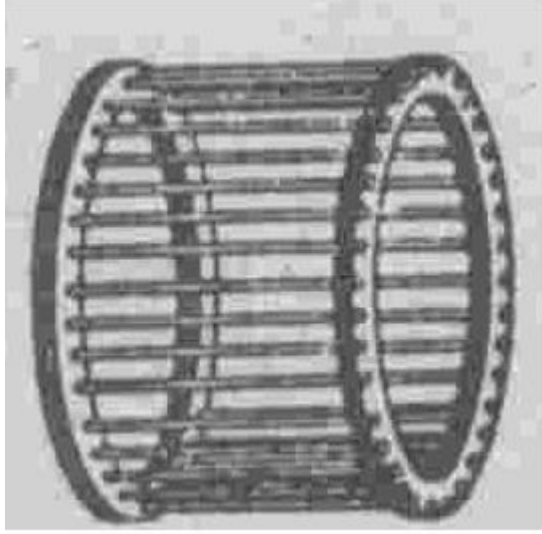
Şekil 3.2: Değişik statorlar

### 3.2.2. Rotor

Üç fazlı motorların dönen kısmına rotor denir. Sincap kafesli ve sargılı olmak üzere iki çeşidi vardır. Bunlar;

#### 3.2.2.1. Sincap Kafesli Rotor

Stator gibi silisli saclardan preslenerek paket edildikten sonra, üzerindeki kanallara eritilmiş alüminyum dökülüp, dökülen alüminyum çubukların iki baştan kısa devre edilmesi ile elde edilir. Şekil 3.3’te görüldüğü gibi alüminyum çubuklar kafes şeklinde görülür.



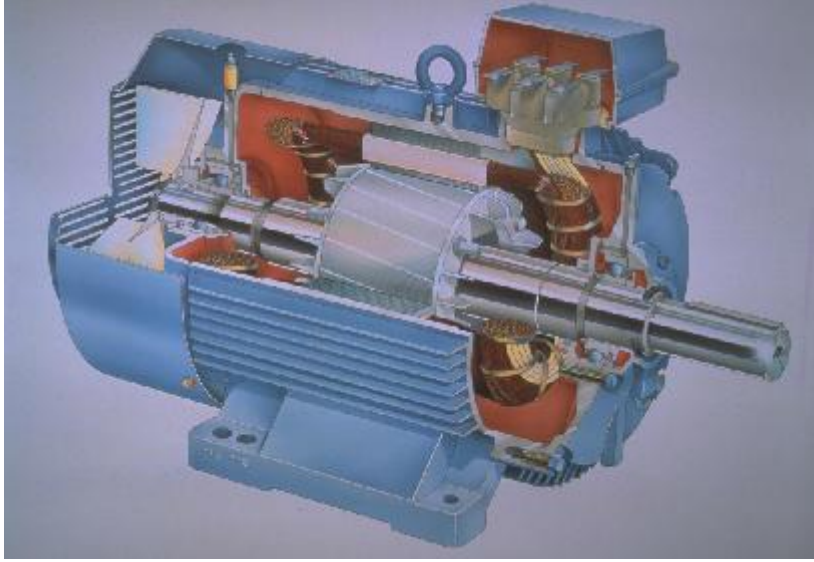
**Şekil 3.3: Sincap kafesin içi boş hali**

Üç fazlı alternatif akımın oluşturduğu döner alan içerisinde hareket eden sincap kafesli rotor Şekil 3.4'te gösterilmiştir.



**Şekil 3.4: Sincap kafesli rotor**

Sincap kafesli rotorun stator içerisindeki pozisyonu Şekil 3.5'te görülmektedir.



Şekil 3.5: Sincap kafesli AC motor

### 3.2.2.2. Bilezikli (Sargılı) Rotor

Rotor sacları da endüvileri gibi kanallı olarak preslenir. Kanallara 120'şer derece faz farklı üç fazlı AA sargıları yerleştirilir. Sargılar yıldız veya üçgen bağlandıktan sonra çıkarılan üç uç, rotor miline sabitlenmiş olan bileziklere tutturulur. Her bilezik, milden ve diğer bileziklerden yalıtılmıştır. Bu bilezikler, rotor sargılarına üç faz enerji taşıyan fırçalar basar. Şekil 3.6'da sargılı rotor görülmektedir.



Rotor bilezikleri



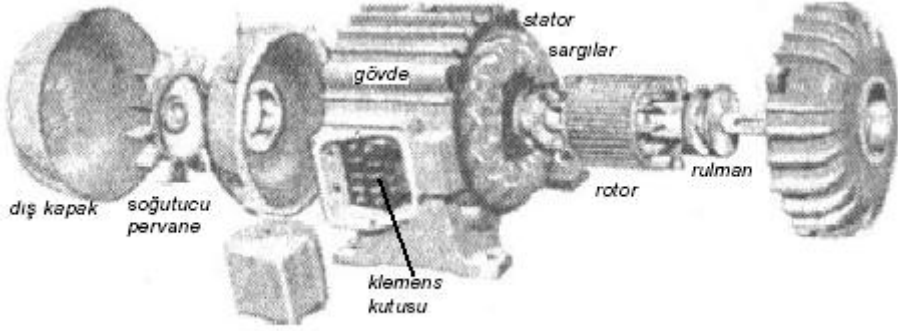
Sargılı rotor

Şekil 3.6: Sargılı rotor bilezikleri ve rotor



### 3.2.3. Motor Yan Kapakları

Motoru dış etkilere karşı koruma ve rotoru yataklama görevi yapar. Şekil 3.7’de AC motor ve aksamaları görülmektedir.



Şekil 3.7: Üç fazlı AC motor ve aksamaları

## 3.3. AC Endüksiyon Motorunun Çalışması

Stator sargılarına uygulanan üç fazlı alternatif akım bu sargılarda döner bir manyetik alan meydana getirir. Bu döner alan rotorda endüksiyon akımları meydana getirir. Rotorda oluşan endüksiyon akımları da, rotorda N-S kutuplarını oluşturur. Sonuçta rotorun kutupları döner alan kutuplarından etkilenerek (itme-çekme şeklinde) dönmeye başlar.

### 3.3.1. Rotorda İndüklenen Akım

Statorda oluşan döner alan rotor sargılarını keserek bu sargılarda bir EMK indükler.

## 3.4. Motor Bağlantıları

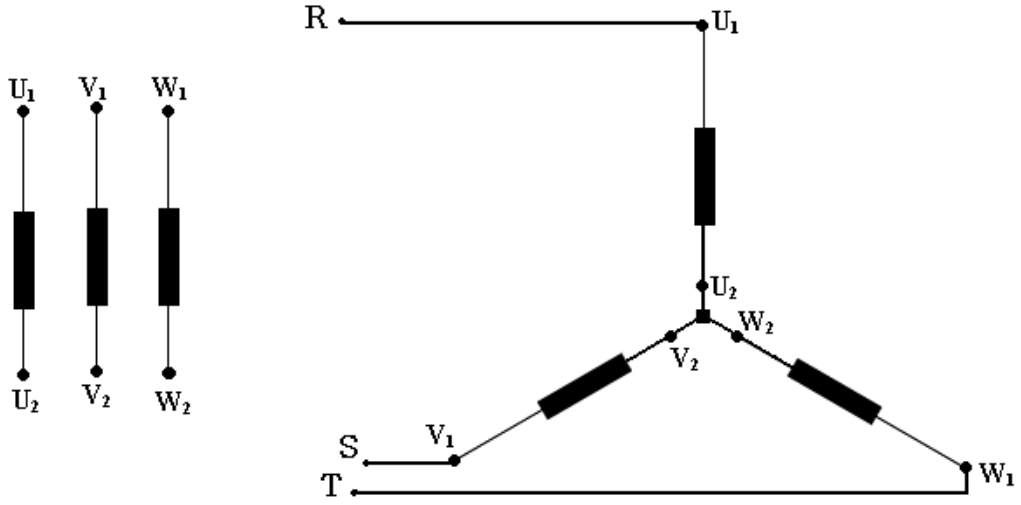
AC motorlar kullanım isteğine göre şebekeye değişik şekillerde bağlanabilir.

### 3.4.1. Tork Hızı ve Beygir (Hp) Gücü İçin

Değişik kalkınma akımı ve çalışma gücü için motorlar yıldız veya üçgen çalıştırılır.

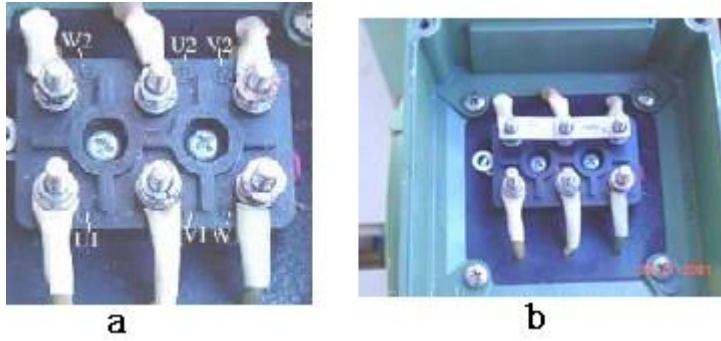
#### 3.4.1.1. Yıldız Bağlı Motorlar

Yıldız bağlı olarak çalıştırılan motorlar kalkınma anında şebekeden daha düşük akım çeker. Devir sayısı aynı olmasına rağmen çalışma gücü üçgen bağlı motora göre zayıftır. AC üç fazlı motorlar doğrudan yıldız çalıştırılabilir. Şekil 3.8’de üç faz bobinleri ve yıldız bağlı bobinler görülmektedir.



Şekil 3.8: Üç faz bobinleri ve yıldız bağlantı

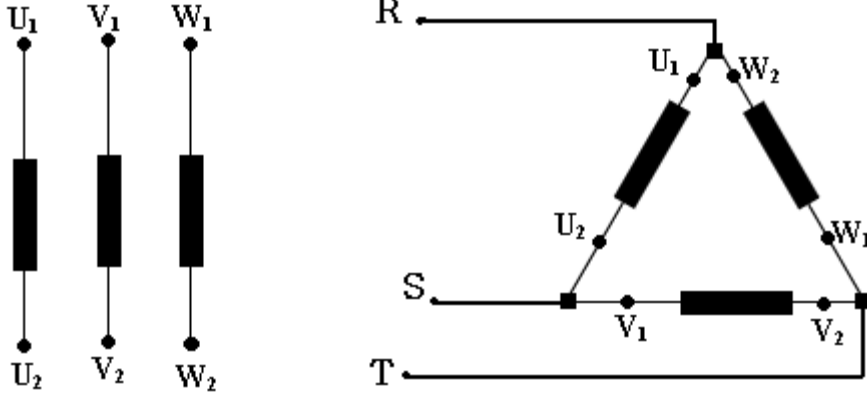
Şekil 3.9 a'da klemens kutusu, b'de ise yıldız bağlantı görülmektedir. Köprü atılan üç uç yıldız bağlı olup, diğer üç uca şebekeden R-S-T fazları bağlanır.



Şekil 3.9: Üç fazlı AC motor klemens kutusu (a), yıldız bağlantı şekli

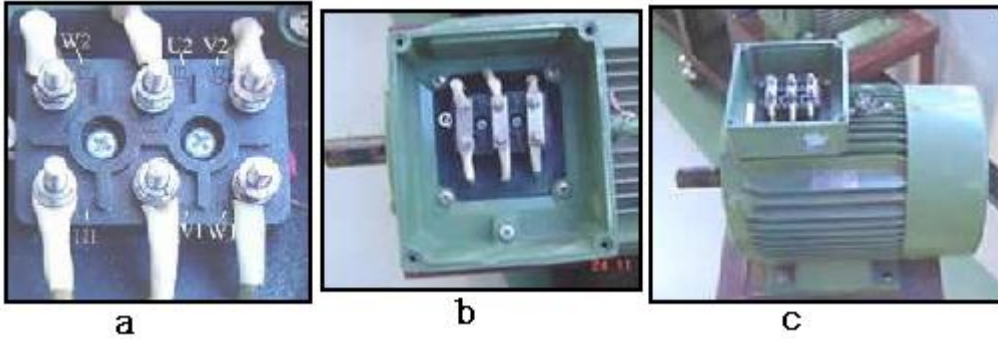
### 3.4.1.2. Delta Bağlı Motorlar

Delta (üçgen) bağlı motorlar kalkınma anında şebekeden yüksek akım çeker. Üçgen bağlı motorların çalışma güçleri yıldız bağlantıya göre daha yüksektir. 4KW'tan büyük güçlü motorların doğrudan üçgen çalıştırılmaları sakıncalıdır. Büyük güçlü motorlar yıldız olarak kalkındırılıp ardından üçgene geçirilir. Şekil 3.10'da üç faz bobinleri ve üçgen bağlı bobinler görülmektedir.



Şekil 3.10: Üç faz bobinleri ve üçgen bağlantı

Şekil 3.11 a'da klemens kutusu, b'de ve c'de üçgen bağlantı görülmektedir.



Şekil 3.11: Üçgen bağlantı klemens kutusu

### 3.4.2. Dönüş Yönünü Değiştirmek İçin

Motor dönüş yönünü değiştirmek için motora gelen herhangi iki fazın yerini değiştirmek yeterlidir.

### 3.4.3. Gerilim Değişimi İçin

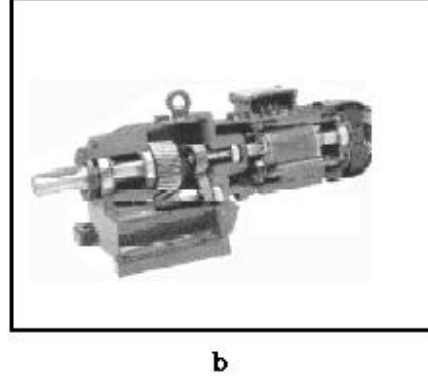
AC motorlar oto trafosu ile, ön direnç (yolverme) ile ve yıldız üçgen dönüşümü ile değişik gerilimler altında çalıştırılır.

### 3.4.4. Hız Değişimi İçin

Üç fazlı AC motorların devir sayıları, frekans ve kutup sayısı değiştirilmek sureti ile değiştirilebilir.

- Elektronik yapılı frekans değiştiricilerle (Şekil 3.12)
- Dahlander bağlama ile

- Birbirinden bağımsız stator sargıları ile
- Dişli sistemleri (redüktör) kullanarak (Şekil 3.12)



Şekil 3.12: AC motor devir ayarlama için; frekans değıştirici (a), redüktör (b)

#### 3.4.4.1. Klemens Bağlantı Diyagramları ve Tabloları

Şekil 3.13'te klemens kutusu (a), üçgen bağı klemens kutusu (b) ve yıldız bağı klemens kutusu (c) görülmektedir.



Şekil 3.13: Klemens bağlantı kutuları

### 3.5. Motor Bilgi Levhaları

Motor gövdelerinin üzerinde genellikle alüminyumdan yapılmış dikdörtgen şeklinde etiketler bulunur. Etiket üzerine silinmeyecek şekilde bazı bilgiler yazılmıştır. Bu bilgiler bize motor hakkında kapsamlı bilgiler verir. Etiketlerde bulunan bilgiler şunlardır:

➤ **Kimlik numarası**

Üretim seri numarasıdır. Örneğin No:22986 vb.

➤ **Gövde tipi**

➤ **Motor tipi**

Motor model tipidir. Örneğin A GML4a , Typ Gm 200L vb.

➤ **Fazı**

Motorun kaç fazla çalıştığını gösterir. Örneğin 1 faz , 3 faz vb.

➤ **Beygir gücü oranı (hp)**

Motor KW gücünün beygir gücü cinsinden karşılığını verir. Örneğin 0.55KW/5.5Hp

➤ **Hızı (rpm)**

Motorun devir sayısını gösterir. Örneğin 1350d/d , 1120rpm , 2850U/min vb.

➤ **Gerilim**

Motorun normal çalışma gerilimini gösterir. Örneğin 380V , 220V vb.

➤ **Akımı**

Motorun normal çalışma akımıdır. Örneğin 3A , 5.7A , 4.2A vb.

➤ **Frekans**

Motorun çalışma frekansıdır. Örneğin 50 Per./sn , 50Hz vb.

➤ **Servis faktörü**

➤ **Çalışma periyodu**

Motorun bağlantı şeklidir. Örneğin yıldız-üçgen

➤ **İzolasyon sınıfı**

➤ **Ortam sıcaklığı**

Motorun çalışma ortam ısısıdır. Örneğin 120°C , 180°C vb.

➤ **Nema kodu**

Şekil 3.14'te motor etiketi görülmektedir.



Şekil 3.14: Motor etiketi

### 3.6. Üç Fazlı Senkron Motorlar

Senkron devirle dönen motorlara senkron motor denir. Senkron devir, 3 faz alternatif manyetik döner alanın devir sayısıdır. Asenkron motorlarda rotor, döner alan devrinden bir miktar (kayma oranı kadar) yavaş döner. Örneğin senkron devri 3000 d/d olan bir asenkron motor %5 kayma ile dönerse rotor devri 2850 d/d olur. Senkron motorlar da ise rotor devir sayısı döner manyetik alan devir sayısına eşittir. Örneğin senkron devri 3000 d/d olan bir senkron motorun rotor devri de 3000 d/d olur.

Senkron devir aşağıdaki formül ile bulunabilir.

$$n_s = \frac{120 * f}{2p}$$

$n_s$  : Senkron devir sayısı

$f$  : Çalışma frekansı

$2p$  : Kutup sayısı

### 3.7. AC Tek Fazlı Motorlar

Bir fazlı asenkron motorlar, üç fazlı asenkron motorlar gibi stator ve rotor olmak üzere iki ana kısımdan oluşur. Bir fazlı asenkron motorlar kendi aralarında yardımcı sargılı ve gölge kutuplu motorlar olmak üzere iki gruba ayrılır.

## 3.8. Tek Fazlı Motor Parçaları

### 3.8.1. Stator

Bir fazlı motorların sabit duran kısmıdır. Görevi kutup manyetik alanını oluşturmaktır. 3 fazlı asenkron motorun statoru gibidir. Stator oluklarına 90 faz farklı olarak ana sargı ve yardımcı sargı yerleştirilmiştir. Ana sargı kalın telden çok spirli olarak sarılmıştır. Statorun 2/3'ünü kaplar. Statorun 1/3'üne de yardımcı sargı yerleştirilir. Yardımcı sargı ince telden az spirli olarak sarılır.

### 3.8.2. Klemens (Terminal) Bağlantısı

Motora enerji girişi için kullanılan, 3 fazlı motorların klemens kutusuna benzeyen bir terminaldir.

### 3.8.3. Rotor ve Yan Kapaklar

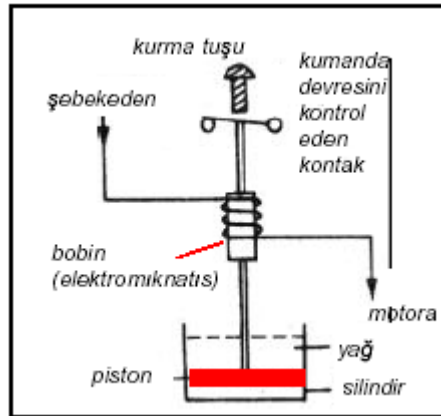
Yardımcı sargılı motorun rotoru asenkron motorların rotoru gibi sincap kafeslidir. Yan kapaklar motoru korur ve rotorun yataklanmasını sağlar.

### 3.8.4. Merkezkaç Anahtarı

Ana sargı ve yardımcı sargı ile kalkınan motor normal devrine ulaştığı zaman yardımcı sargının devreden çıkarılması gerekir. Merkezkaç anahtarının görevi, yardımcı sargıyı devreden çıkarmaktır. Motor miline yerleştirilmiş olan yardımcı sargıyı devrede tutan merkezkaç anahtarı motor belli bir devre ulaştığı zaman, merkez kaç kuvvetinin etkisiyle açılarak yardımcı sargıyı devreden çıkarır.

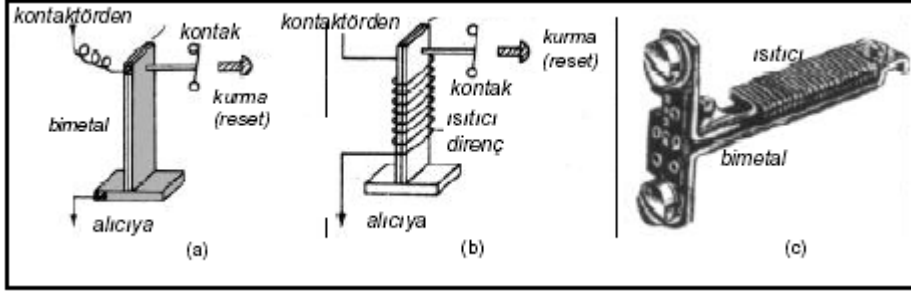
### 3.8.5. Aşırı Akım Rölesi

Motora aşırı akımın zararından koruma amaçlı bir elemandır. Motor devresine seri bağlanır. Şekil 3.15'te pistonlu tip manyetik aşırı akım rölesi görülmektedir.



Şekil 3.15: Pistonlu tip manyetik aşırı akım rölesi

Şekil 3.16'da direkt ve endirekt ısıtılmalı termik aşırı akım röleleri görülmektedir.



Şekil 3.16: ( a ) Direkt ısıtmalı tip, bir fazlı aşırı akım rölesi. ( b ) Endirekt ısıtmalı tip, bir fazlı aşırı akım rölesi. ( c ) Endirekt ısıtmalı tip, bir fazlı aşırı akım rölesinde ısıtıcı tel ve bimetalin görüntüsü.

### 3.9. Tek Fazlı Motorların Hızını ve Gerilimini Değiştirme

Devir sayıları üç fazlı asenkron motorlarda olduğu gibi kutup sayısı ve şebeke frekansına bağlıdır.

Yük altında çalışan yardımcı sargılı motora uygulanan gerilim düşürülürse motor devrinin düştüğü görülür. Motora uygulanan gerilim oto trafosu ile değiştirilerek motorun devir ayarı yapılabilir.

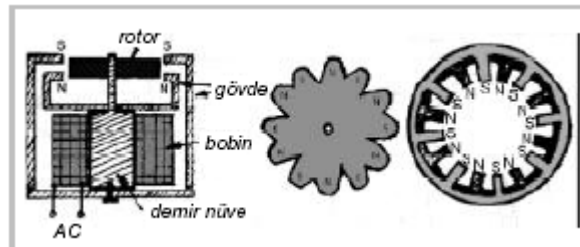
### 3.10. Tek Fazlı Motorun Başlangıç Torkunu Artırma

Tek fazlı motorun başlangıç torkunu artırmak için yardımcı sargıya seri bağlı kondansatör kullanılır.

### 3.11. Küçük (Kesirli) Güçlü Motorlar

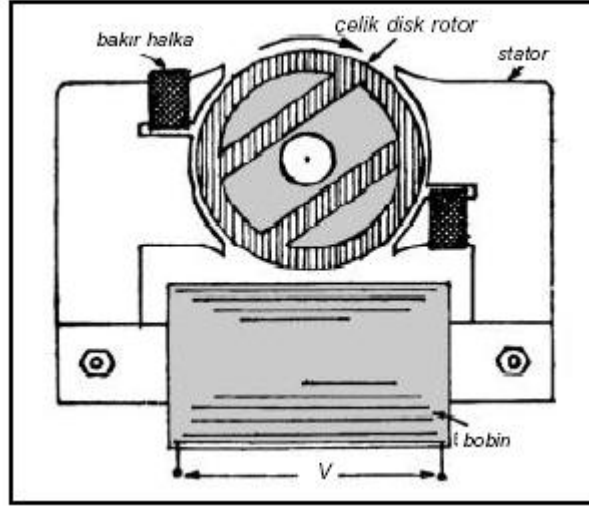
Çok küçük güçte ve iki tipte imal edilir.

- Relüktans senkron motor (Şekil 3.17)
- Histerisiz senkron motor (Şekil 3.18)



Şekil 3.17: Relüktans senkron motor





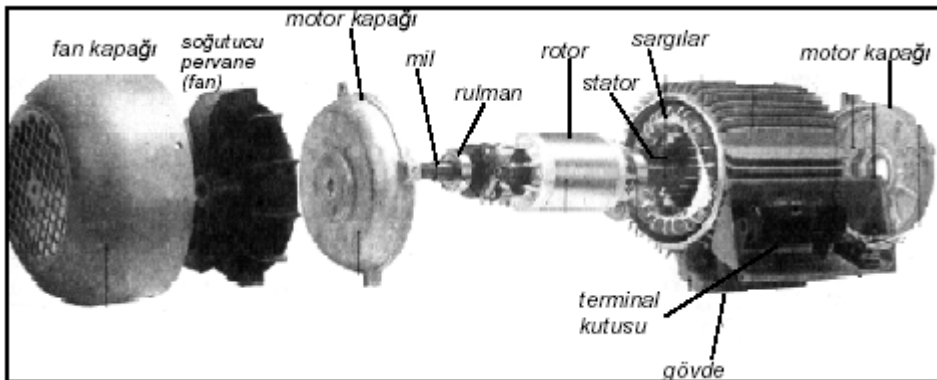
Şekil 1.18: Histerisiz motor

### 3.11.1. Küçük (Kesirli) Güçlü Motorların Çalışma Karakteristikleri

Devir sayıları sabittir yalnızca şebeke frekansıyla değişir.

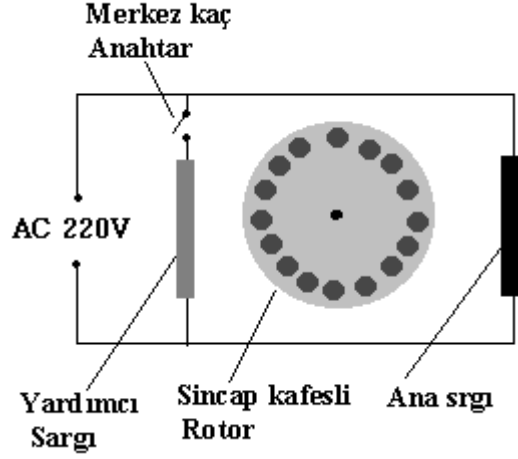
### 3.12. Yardımcı Sargılı Bir Fazlı Motorlar

Bir fazlı yardımcı sargılı motorlarda, stator sargıları bir ana sargı (çalışma sargısı) ile yardımcı (yol verme) sargıdan oluşur. Ana sargı; omik direncinin küçük olması için kalın kesitli iletkenlerden yapılır. Ayrıca reaktansının büyük değerinde olması için de hem alt kata yerleştirilir, hem de sarım sayısı yardımcı sargıdan daha fazladır. Yardımcı sargının ise; kesiti, ince olup omik direnci ana sargıya göre daha fazladır. Yardımcı sargı, üst kata yerleştirilir. Şekil 19'da, yardımcı sargılı asenkron motor parçaları görülmektedir.



Şekil 3.9: Yardımcı sargılı asenkron motor

Şekil 3.20’de bir fazlı yardımcı sargılı asenkron motorun prensip şeması verilmiştir.



Şekil 3.20: Yardımcı sargılı motor prensip şeması

### 3.12.1. Zıt EMK (Elektromotor Kuvvet)

Ana ve yardımcı sargı, stator oluklarına 90° ar derece faz farklı olarak yerleştirilmiştir. Stator sargılarına uygulanan gerilim bu iki sargının birincisinden normal geçerken ikinci sargıdan 90° faz farklı geçer. Oluşan bu faz farkından dolayı iki fazlı bir döner alan meydana gelir. Döner alan içerisindeki sincap kafesli rotor çubuklarında EMK meydana gelir.

### 3.12.2. Kullanım Alanları (Uygulamalar)

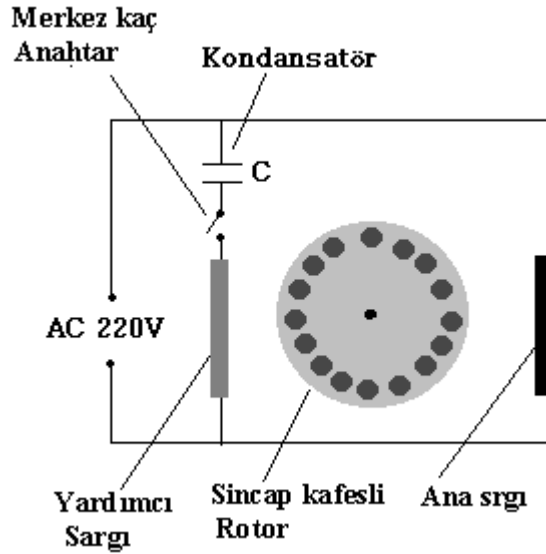
Yardımcı sargılı motorlar buzdolabı, çamaşır makinesi, aspiratör, vantilatör, küçük matkaplar gibi birçok ev aletinde kullanılır.

## 3.13. Yardımcı Sargılı Kalkış Kondansatörlü Bir Fazlı Motorlar

Motor gücüne göre seçilen bir kondansatörün yardımcı sargı devresine seri bağlanması ile elde edilir. İlk kalkınma momentleri normal yük momentlerine göre 3,5-4,5 kat yüksektir.

### 3.13.1. Elektrik Diyagramı

Elektrik diyagramı şekil 3.21’de verilmiştir.



Şekil 3.21: Yardımcı sargılı kalkış kondansatörlü bir fazlı motor

### 3.13.2. Çift Hız veya Çift Gerilim Kullanımı İçin Motor Bağlantısı

İki devirli yardımcı sargılı motor elde etmek için iki ayrı ana sargıya ve iki ayrı yardımcı sargıya ihtiyaç vardır. Oto trafosu ile ana sargı ve yardımcı sargı gerilimleri birbirlerinden farklı olarak ayarlanabilir. Bu yöntemle devir ayarı yapılabilir.

### 3.13.3. Devir Yönü Değiştirme

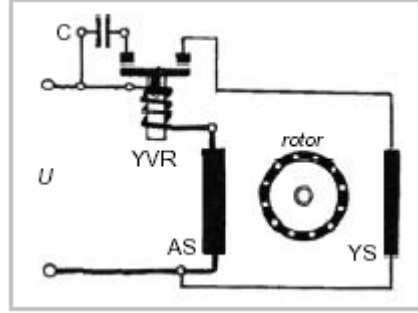
Motorun devir yönünü değiştirmek için ya yardımcı sargı uçlarının yeri veya ana sargı uçlarının yeri değiştirilir.

### 3.13.4. Kullanım Alanları (Uygulamalar)

Kondansatörlü motorlar uygulamada santrifüjlü çamaşır sıkıcılarında, brülörlerde, mutfak makinelerinde, bazı elektrikli aletlerde ve teyplerde (ses kart aygıtı) kullanılmaktadır.

### 3.13.5. Akım Rölesinin Çalışması

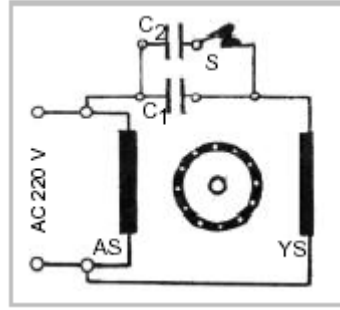
Bazı yardımcı sargılı asenkron motorlarda merkezkaç anahtar yerine elektromanyetik anahtar kullanılır. Şekil 3.22'de elektromanyetik anahtarın kullanımı görülmektedir.



Şekil 3.22: Elektromanyetik anahtarın kullanımı

### 3.14. Yardımcı Sargılı Kalkış ve Daimi Kondansatörlü Bir Fazlı Motorlar

İlk kalkınmada yüksek kondansatöre gerek vardır. Motor normal devrine ulaştığında daha küçük kondansatör yeterlidir. Kalkıştan sonra büyük değerli kondansatör merkezkaç şalteri devreden çıkar, daimi kondansatör devrede kalır. Şekil 3.23'te prensip şeması görülmektedir.



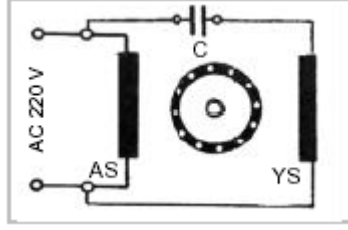
Şekil 3.23: Yardımcı sargılı kalkış ve daimi kondansatörlü bir fazlı motor

#### 3.14.1. Potansiyel Rölesinin Kullanımı

Gerilim değerindeki değişime göre çalışan röledir.

### 3.15. Yardımcı Sargılı Daimi Kondansatörlü Bir Fazlı Motorlar

Kondansatör kalkışta ve çalışmada yardımcı sargıyı sürekli devrede tutar. Kondansatör değeri, kondansatör başlatmalıya göre onda bir kadardır. Bu motorlarda merkezkaç anahtarı yoktur. Genellikle bir Hp'den küçük ev aleti, çamaşır makinesi, havalandırma fanı, vantilatör motorları bu tiptir. Şekil 3.24'te daimi kondansatörlü motorun prensip şeması verilmiştir.



Şekil 3.24: Yardımcı sargılı daimi kondansatörlü bir fazlı motor

### 3.15.1. Hız Değiştirme

Oto trafosu ile gerilim ayarı yapılmak sureti ile devir ayarı yapılabilir.

### 3.15.2. Gerilim Değiştirme

Oto trafosu ile, ana sargı ve yardımcı sargılara farklı gerilimler uygulanmak suretiyle devir ayarı yapılabilir.

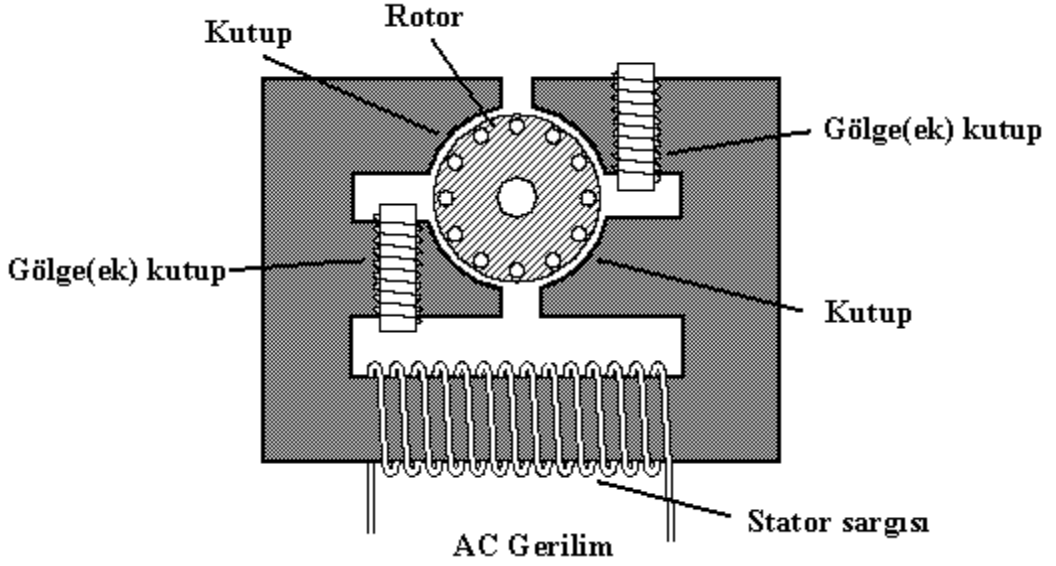
### 3.15.3. Devir Yönü Değiştirme

Motorun devir yönünü değiştirmek için ya yardımcı sargı uçlarının yeri veya ana sargı uçlarının yeri değiştirilir.

## 3.16. Gölge (Ek) Kutuplu Motorlar

Gölge kutuplu bir motorun statorunda son derece düzgün profili ve dışarıdan fark edilemeyen kutuplar bulunur. Bu kutuplardan küçük bir kısmına içe doğru yarıklar açılmış ve bu yarıkların iç kısımlarına kısa-devre bilezikleri oturtulmuştur. Bu kısa devre bilezikleri (ya da sargıları) stator sargıları ile birlikte sekonderi kısa devre edilmiş bir transformator gibi düşünülürse, bu tür bir motorun çalışması kolayca anlaşılır. Stator sargısından akım geçmesiyle oluşan manyetik alan çizgilerinin bir kısmı yarıklarda bulunan bilezikler içinden de geçer. Bilezikler kısa devre durumunda olduğu için stator üzerindeki akı kaçakları büyük olur. Bunun sonucu, stator sargısından geçen akım ile kısa devre bileziklerinden geçen akım arasında, bir faz farkı ortaya çıkar. Birbirine göre faz farklı bu iki akım, birbiri ardından hareketli kutupları olan bir manyetik alan üretir. Kısa devre rotoru manyetik sert bir malzemeden yapılmış ise (Histerisiz rotoru), bu halde bu motor yol aldıktan sonra bir senkron motor gibi dönüşüne devam eder.

Gölge kutuplu motorlarda dönüş yönü daima ana kutuptan, yarık kutba doğrudur. Dönüş yönü değiştirilmek istendiğinde, yatak burçları ve rotor çıkartılır ve değişik yönde tekrar yerlerine takılır. Dönüş yönü sürekli olarak bir şalter ile ayarlanmak isteniyorsa, ikinci bir kısa devre sargısının daha bulunması zorunludur. Gölge kutuplu motorların verimleri düşüktür. 1 W - 250W arasında küçük güçler için yapılır ve pikaplarda, teyplerde, ısıtıcı vantilatörlerinde ve meyve sıkıcılarda çok sık kullanılır. Şekil 3.25'te gölge kutuplu motorun kesit şeması görülmektedir.

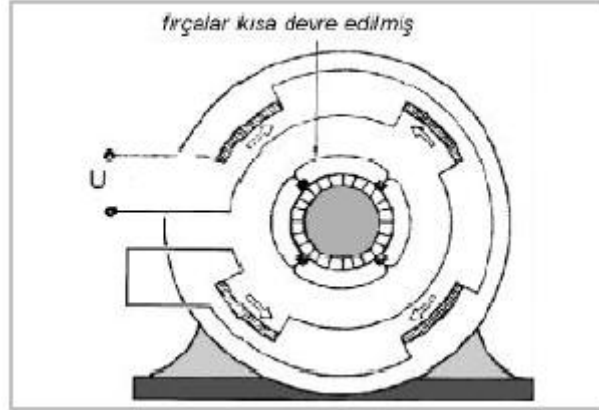


Şekil 3.25: Gölge kutuplu motor

### 3.17. Repülasyon Motorlar

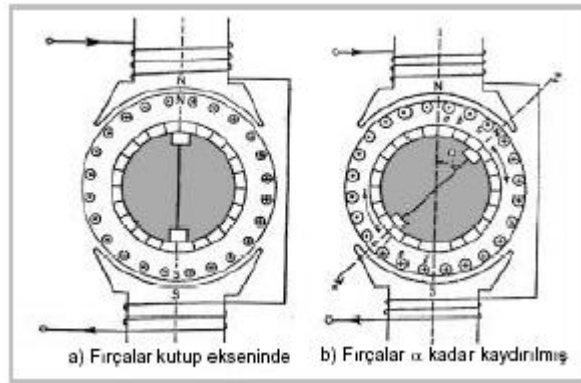
Repülasyon motorların statorları üç fazlı motorların statoruna benzer. Yalnız ana sargısı bulunan yardımcı sargılı motorun statoru ile de aynıdır.

Repülasyon motorun rotoru DC dinamonun endüvisi ile aynıdır. Yalnız repülasyon motorda fırçalar kısa devre edilmiştir. Şekil 3.26'da repülasyon motor kesit şeması görülmektedir.



Şekil 3.26: Repülsiyon motor

Repülsiyon motorda fırçalar kutup ekseninde olduğunda motorda dönme olmaz. Fırçalar kutup ekseninden kaydırılınca dönme gerçekleşir. Motor fırçaların döndürüldüğü yöne doğru dönme yapar. Repülsiyon motorların rotor sargılarının altına sincap kafes yerleştirilmiştir. Motor, devrine ulaşınca, fırçalar merkezkaç anahtarına benzer bir düzenele rotordan ayrılır ve motor sincap kafes ile çalışmasını sürdürür. Şekil 3.27 a'da fırçalar kutup ekseninde olup motor durmaktadır. Şekil 3.27 b'de ise fırçalar sağa kaydırılmıştır. Bu durumda motor sağa doğru dönüşe başlayacaktır.



Şekil 3.27: Repülsiyon motorlarda ilk hareket ve dönüş yönü değişimi

## 3.18. Üç Fazlı ve Bir Fazlı Motorlarda Arıza Giderme

### 3.18.1. Enerji Uygulandığında Motorun Dönmemesi

Bu durumda aşağıdaki arızalardan şüphelenilmelidir:

- Sigortalar atıktır.
- Termik atıktır.
- Motor iki faza kalmıştır.
- Kablolarda kopukluk vardır.
- Motor yanıktır.

Arızanın giderilmesi için;

- Sigortalar düzeltilir veya yenisi ile değiştirilir.
- Termiğin reset düğmesine basılır veya yenisi ile değiştirilir.
- Enerji taşıyan kablolar kontrol edilip gerekli ise değiştirilir.
- Bobinler yanık ise, motor yenisi ile değiştirilir veya sarılır.

### 3.18.2. Enerji Uygulandığında Rotorun Dönmemesi (İnilti)

- Motor iki faza kalmıştır.
- Motor tek faza kalmıştır.
- Gerilim düşüktür.
- Aşırı yük binmiştir.
- Rulmanlar sıkışmıştır.
- Giderilmesi:
  - Motora giden fazlar kontrol edilir.
  - Motora giden gerilim kontrol edilir.
  - Motor yükü kontrol edilir.
  - Rulmanlar ve rotor dengesi kontrol edilir.



## UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kumanda panosunda, motor sürekli çalıştırma devresini kurunuz.</li><li>➤ Motor klemens kutusunu açınız.</li><li>➤ Klemens kutusunda bobin çıkışlarını yıldız bağlantı olarak hazırlayınız.</li><li>➤ Güvenli bir şekilde kumanda panosuna enerji vererek çalışmasını kontrol ediniz.</li><li>➤ Kumanda sistemi düzenli çalışmıyorsa, sökerek bağlantıyı dikkatli bir şekilde yenileyiniz.</li><li>➤ Panoya tekrar enerji veriniz.</li><li>➤ Motor start butonuna basınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Güvenlik tedbirlerini alınız.</li><li>➤ 4KW'ın altında bir asenkron motor temin ediniz.</li></ul>   
<p><b>Arızalı AC motorun arızasını tespit etmek</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Enerji uygulandığında motor dönmüyor ise, enerjiyi derhal kesiniz.</li><li>➤ Sigortaları, termiği, motor fazlarını, motor bağlantı</li></ul>

	<p>kablolarını ve motor bobinini kontrol ediniz.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Enerji uygulandığında rotor dönmüyorsa; enerjiyi derhal kesiniz.</li><li>➤ Motor fazlarını kontrol ediniz, motor gerilimini kontrol ediniz, motor yükünü kontrol ediniz, yatak ve kapakları kontrol ediniz.</li></ul>
<b>Arızalı AC motorun onarımı</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Enerji uygulandığı halde motor dönmüyorsa, 13. madde doğrultusunda arızayı tespit ederek gerekli onarımı yapınız.</li><li>➤ Enerji uygulandığında motor dönmüyorsa, 15. madde doğrultusunda arızayı tespit ederek gerekli onarımı yapınız.</li><li>➤ Arıza tespit ve onarım işlemlerinde uygun ölçü ve el aletlerini kullanınız.</li><li>➤ Aynı işlemleri, klemens bağlantısını üçgen yaparak tekrarlayınız.</li></ul> 

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

- Aşağıdakilerden hangisi üç faz gerilimin karakteristiklerinden değildir?  
A) Üç faz aynı makinede üretilir.  
B) Fazlar arası elektriki açı  $120^\circ$ şer derecedir.  
C) Her fazın gerilimi aynı değerdedir.  
D) Yıldız noktasında gerilim maksimumdur.
- Aşağıdakilerden hangisi üç fazlı motor parçalarından değildir?  
A) Stator  
B) Sincap kafesli rotor  
C) Kolektör  
D) Bilezikli rotor
- Bobin uçları; 1. bobin U1-U2, 2. bobin V1-V2, 3. bobin W1-W2 olan bir asenkron motorun yıldız bağlantısı hangi şıkta doğru verilmiştir?  
A) U1-V1-W1 kısa devre, U2-V2-W2 şebeke  
B) U1-U2-W2 kısa devre, U2-V1-V2 şebeke  
C) V1-V2-W1 kısa devre, U1-U2-W2 şebeke  
D) W1-W2-U2 kısa devre, V1-V2-U1 şebeke
- Üç fazlı motorun dönüş yönünü değiştirmek için hangisi yapılabilir?  
A) R ile S yer değiştirilir.  
B) S ile T yer değiştirilir.  
C) R ile T yer değiştirilir.  
D) Hepsi
- Motor bilgi levhalarında motorun hangi özelliği bulunmaz?  
A) Sargı spir sayısı  
B) Devir sayısı  
C) Çalışma frekansı  
D) Kaç fazlı olduğu
- Yardımcı sargılı bir fazlı motorlarda yardımcı sargı nasıl devreden çıkarılır?  
A) Zaman rölesi ile  
B) Merkezkaç anahtarı ile  
C) Şalter ile  
D) Kontaktör ile
- Aşağıdakilerden hangisi yardımcı sargılı motor değildir?  
A) Kalkış kondansatörlü  
B) Daimi kondansatörlü  
C) Kalkış ve daimi kondansatörlü  
D) Kalkış ve fren kondansatörlü

## PERFORMANS DEĞERLENDİRME



Yukarıda verilen asenkron motor gibi; 3 faz 380V, max. 4KW'lık bir asenkron motoru üçgen olarak yüksüz çalıştırdık.

## KONTROL LİSTESİ

Alan Adı:	ELEKTRİK-ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ	Tarih:	
Modül Adı:	AC-DC makineler	Öğrencinin	
Faaliyetin Adı:	AC motorları çalıştırmak	Adı Soyadı:	
		Nu:	
Faaliyetin Amacı:	AC motorları çalıştırabilecek, arızalarını onarabileceksiniz.	Sınıfı:	
		Bölümü:	
AÇIKLAMA:	Bitirdiğiniz faaliyetin sonunda aşağıdaki performans testini doldurunuz. “Hayır” olarak işaretlediğiniz işlemleri öğretmeniniz ile tekrar çalışınız.		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evet	Hayır
1	Güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2	Gerekli elemanları biraraya getirdiniz mi?		
3	İşlem basamaklarını tespit ettiniz mi?		
4	Kumanda devresini hazırladınız mı?		
5	Kumanda devresinin çalışmasını kontrol ettiniz mi?		
6	Motor klemens bağlantısını üçgen olarak hazırladınız mı?		
7	Kumanda devre çıkışını motora bağladınız mı?		
8	Güvenli bir şekilde motora enerji verdiniz mi?		
9	Motorda arızalı bir durum gördüğünüzde enerjiyi ivedilikle kestiniz mi?		
10	Arızayı tespit ettiniz mi?		
11	Arızayı onardınız mı?		
12	Motoru tekrar çalıştırdınız mı?		
13	Tüm elemanları ve takımları yerlerine kaldırdınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

Ölçme soruları ve performans testi sonunda başarısız olduğunuz kısımlar hakkında yeniden konu ve uygulama tekrarı yapınız.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-4

## AMAÇ

Bu faaliyette verilen bilgiler sonucunda AC generatörleri, devreye bağlayabilecek, arızalarını tespit ederek onarabileceksiniz.

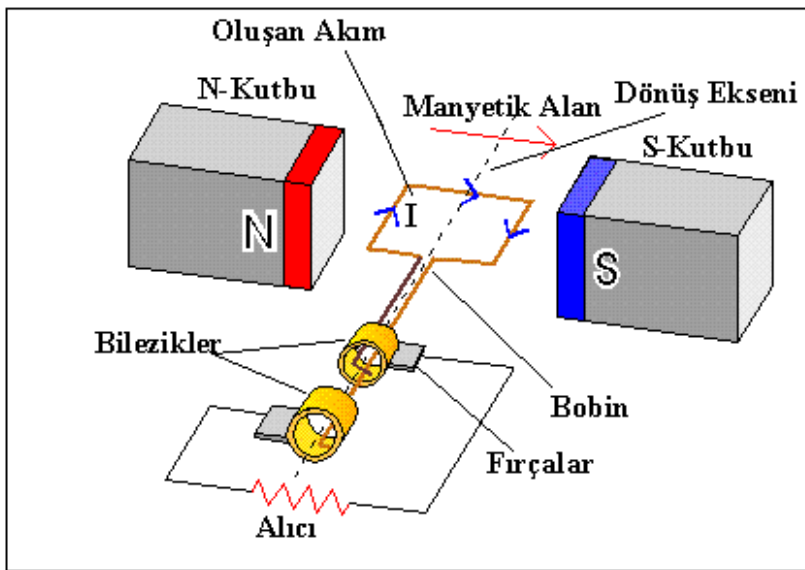
## ARAŞTIRMA

- Generatörlerin görevini ve kullanım yerlerini araştırınız. Sabit ve seyyar olarak kullanılan generatör tiplerinin kullanımını araştırınız.

## 4. AC GENERATÖRLER

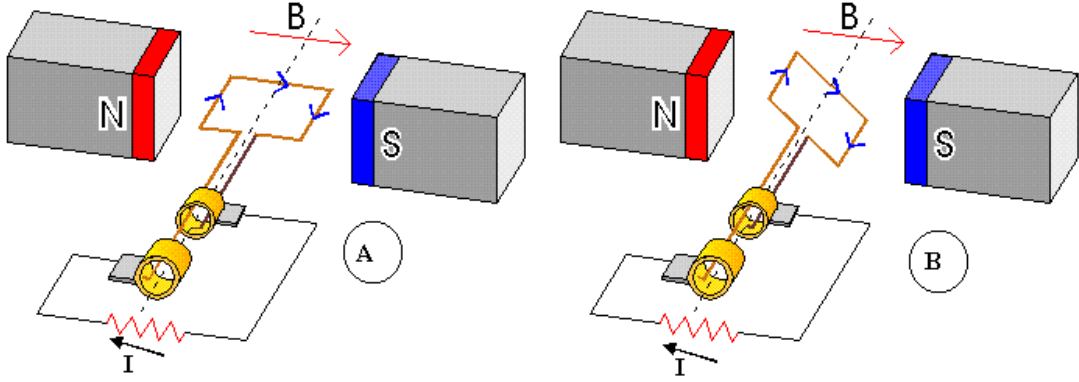
### 4.1. AC Generatörlerin Çalışması

Generatörler mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çeviren elektrik makineleridir. Manyetik alan içerisinde dönen bir iletkende endüksiyon yolu ile bir elektromotor kuvvet oluşması prensibine göre çalışır. Doğru akım generatörünün çalışmasına benzer. Generatörlerde kolektör yerine bilezikler kullanılmıştır. Generatörler duran endüvili veya dönen endüvili olarak iki türlü yapılır. Şekil 4.1’de döner endüvili generatörün prensip şeması verilmiştir.

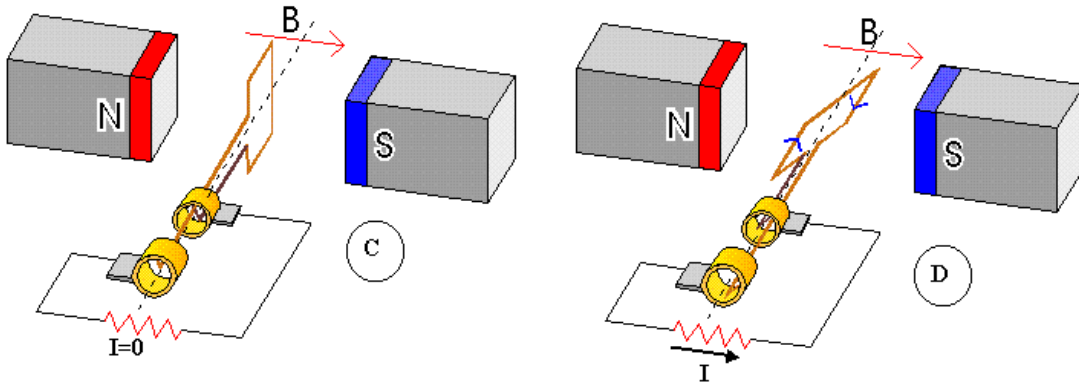


Şekil 4.1: Generatörün prensip şeması

Şekil 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5'te, kutupları doğal mıknatıstan oluşan döner endüvili bir generatörde alternatif akımın elde edilişi görülmektedir.

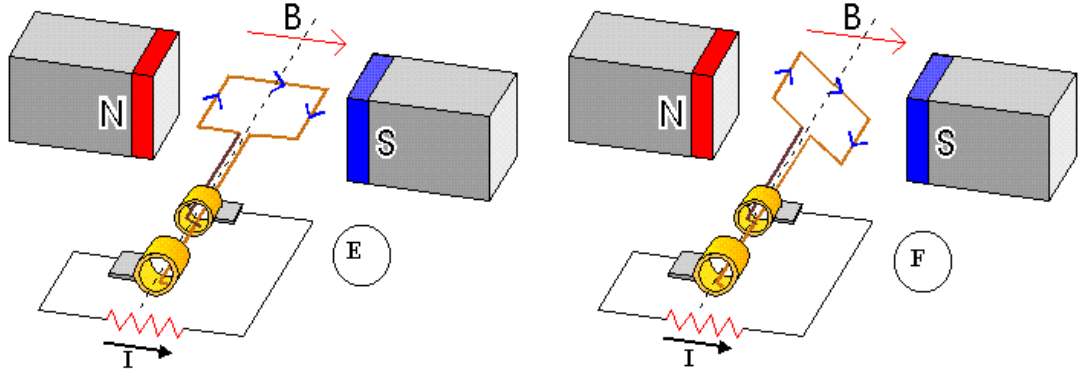


Şekil 4.2: Alternatif akımın oluşumu

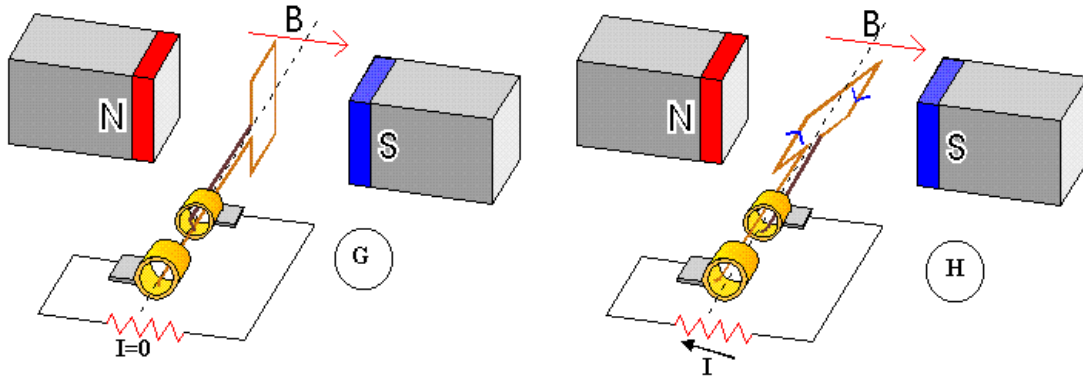


Şekil 4.3: Alternatif akımın yön değiştirmesi

Şekil 4.3 c'de iletken manyetik alana paralel hareket ettiği için akım oluşmamaktadır. Bu noktada akım, yön değiştirmektedir.



Şekil 4.4: Alternatif akımın ters yönde oluşumu

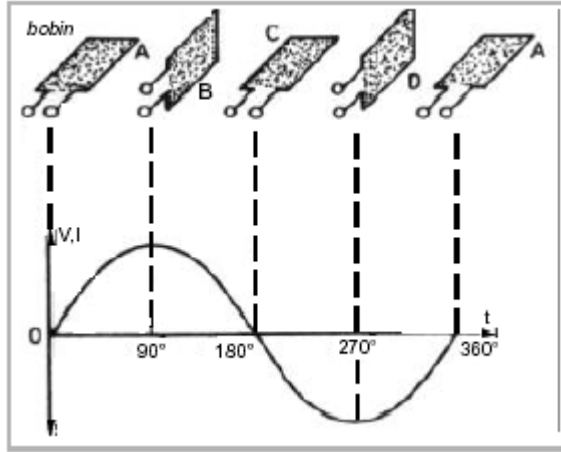


Şekil 4.5: Alternatif akımın tekrar yön değişmesi

Şekil 4.5 G'de iletken manyetik alana paralel hareket ettiğinden akım oluşmamakta fakat, akım yön değiştirmektedir.

Bobinde oluşan akım ve gerilimin eğrisi sinüs grafiğine benzediğinden sinüoidal olarak adlandırılır. Şekil 4.6'da N-S alanı içinde döndürülen bobinde oluşan AC'nin şekli verilmiştir.





Şekil 4.6: N-S kutupları arasında döndürülen bobinde oluşan AC'nin şekli

## 4.2. Statordaki AC Gerilim

Küçük güçlü generatörlerin endüvileri rotorda olmasına rağmen, büyük güçlü generatörlerin endüvileri duran kısımda (stator) imal edilir. Endüvinin statorda olmasının; üretilen enerjinin dışarı alınmasında, bakım onarımda, soğutmada ve çalışma düzeninde çeşitli faydaları vardır.

Endüvinin statorda olması, generatörün ürettiği enerjinin stator sargılarında indüklendiği anlamına gelmektedir.

Stator sargılarında indüklenen gerilim;

$$E = 4,44 * \phi * f * N * 10^{-8} \dots\dots\dots Volt \text{ formülü ile bulunur.}$$

Formüldeki değişkenler;

$\Phi$  : Bir kutup çiftinin manyetik akısı.....Maxwell

f : Frekans.....Hz

N : Spir sayısı

Burada frekans  $f = \frac{2p * n}{120} \dots\dots Hz$  formülü ile bulunur.

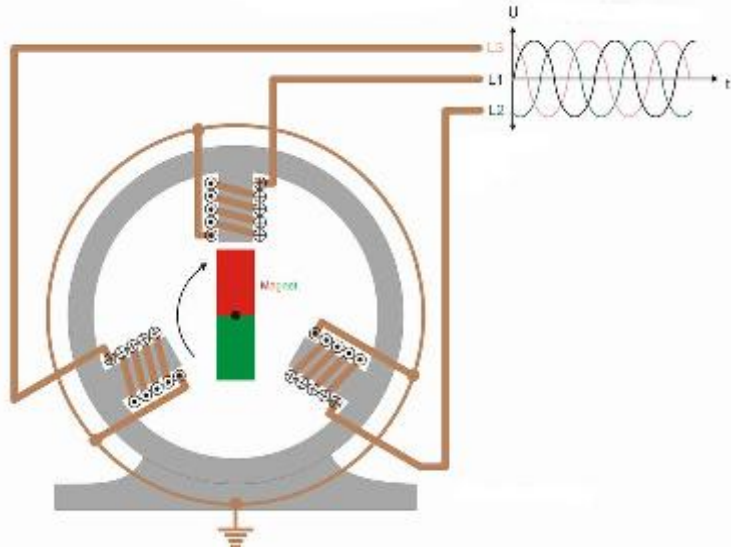
2p : Kutup sayısı

n : Devir sayısı.....d/dk.

## 4.3. Üç Faz Gerilim Üretme

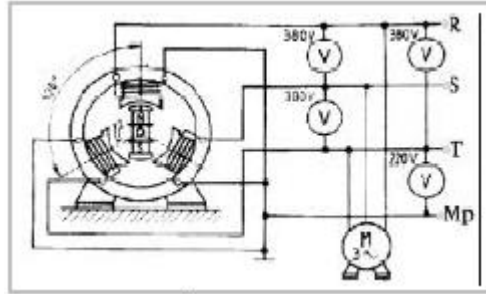
AC üreten generatörün içine yerleştirilen bobin bir adet ise elde edilen enerji de tek fazlı olur. Ancak uygulamada kullanılan generatörlerin içinde Şekil 4.7'de görüldüğü gibi

birbirine  $120^\circ$  açılı olarak yerleştirilmiş üç bobin vardır. Bu üç bobinin birer ucu köprülenmiş ve elde edilen dördüncü uca nötr hattı denilmiştir. Üç bobinin çıkış uçlarının adları R-S-T'dir.



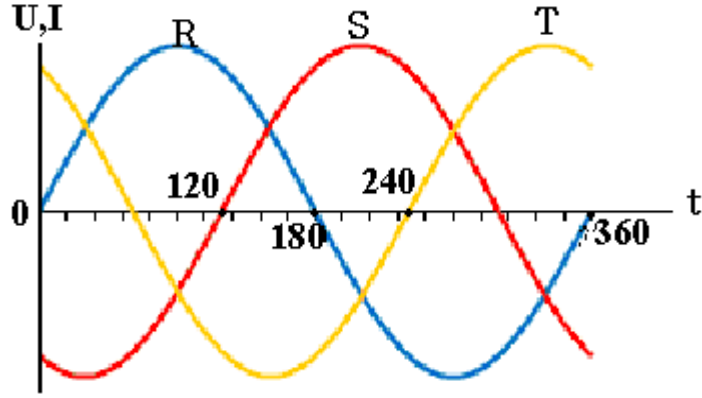
Şekil 4.7: Üç fazlı generatörün kesit şeması

Generatör içine yerleştirilmiş olan üç sargı şekil 4.8'de görüldüğü gibi, N-S manyetik alanı altından geçirildiği zaman kuvvet çizgilerinin etkisiyle sargıların içindeki elektronlar ve oyuklar hareket etmeye başlayarak akımı oluşturmaktadır. Oluşan bu üç fazlı alternatif akım üç fazlı alıcılar tarafından kullanılır.



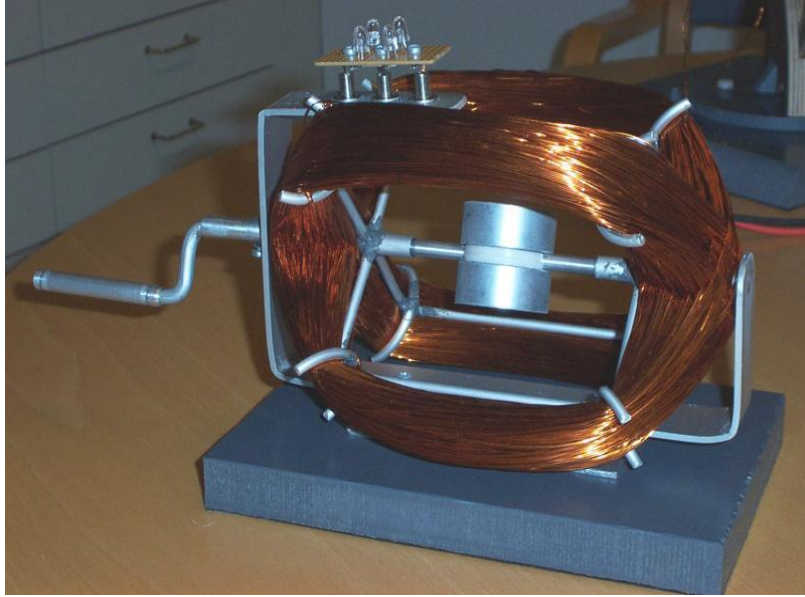
Şekil 4.8: Üç fazlı gerilimin kullanılması

Generatörün ürettiği elektrik enerjisinin gerilim değeri şekil 4.9'da görüldüğü gibi değişim gösterir. Bobinden AC alabilmek için bilezikler kullanılır (Bakınız şekil 4.1).



Şekil 4.9: Üretilen üç faz alternatif gerilimin eğrisi

Aşağıdaki şekilde deney amaçlı yapılmış basit bir döner mıknatıslı generatör görülmektedir.



Şekil 4.10: Döner mıknatıslı generatör

Generatör milini çevirmek için uygun düzeneklerle su, rüzgar, Lpg, petrol ürünleri, kömür, yer altı termal kaynakları gibi maddeler kullanılır. Elektrik motoru ile de çevrilebilir fakat, üretilen enerji motora harcanan enerjiden daha küçük olacağından, faydadan çok zarar ettirir.

## 4.4. Generatörlerin Bakımı ve Arıza Giderme

Generatörlerde meydana gelen arızalar iki bölümde incelenebilir. Bunlar, generatörün dışındaki ve generatörün içindeki arızalar olarak ayrılır.

- Generatörün dışında meydana gelen arızalar:
  - Aşırı yüklenme,
  - Gerilim yükselmesi,
  - Dengesiz yükleme,
  - Geri güç akışı gibi kaynağı generatör dışında olan arızalardır.
- Generatörün içinde meydana gelen arızalar:
  - Faz – faz kısa devresi
  - Bir fazın kendi sargıları arasındaki kısa devre
  - Faz – toprak kısa devresi
  - İndüktör sargılarından toprağa kaçak akım.

Generatörlerin bu arızalara karşı korunması için çeşitli koruma düzenleri geliştirilmiştir. Bu düzenekler çeşitli tiplerdeki rölelerden oluşmakta olup, herhangi bir tehlike anında generatörü devreden çıkararak meydana gelecek zarardan generatörü korur.

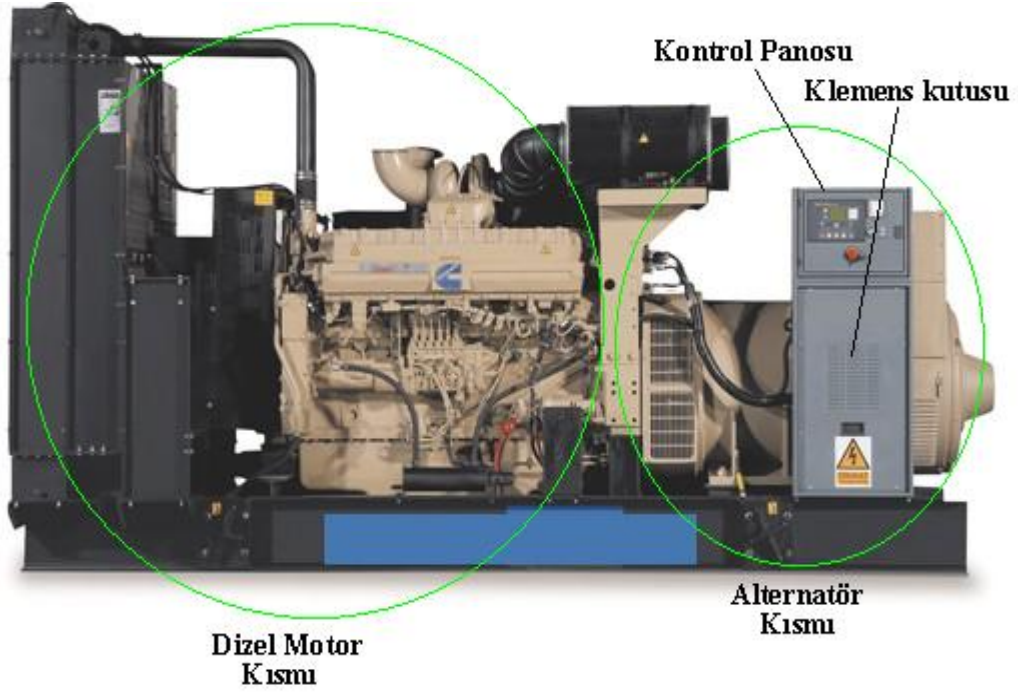
Generatörler devreye bağlanırken bazı basit kontrollerin yapılması gerekir. Bunlar;

- Genel göz kontrolü
- Yakıt seviyesi
- Motor yağ ve su durumu
- Motor hava emiş ve çıkış rahatlığı
- Akü bağlantı kablolarının durumu
- Çıkış şalteri ve acil stop butonunun pozisyonları

Devreye alınan generatör; dizel motor çalıştığı halde enerji vermiyorsa sırasıyla;

- Transfer panosunu,
- Kontrol panelini,
- Klemens kutusunu,
- Uyarım (tahrik) akımı diyotlarını,
- Uyarım ve ana sargıları kontrol ediniz.

Şekil 4.11’de piyasada kullanılan 2500kVA’lık bir dizel generatör ve kısımları görülmektedir.



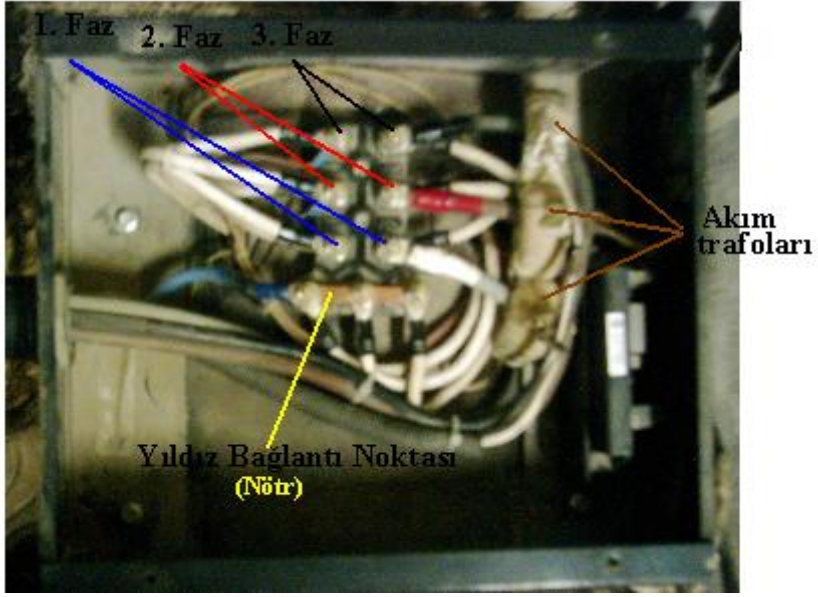
Şekil 4.11: 2500 KVA'lık generatör ve kısımları

Generatör bağlantısı yapılırken; generatör klemens çıkışı ile şebeke sayaç çıkışı transfer panosu adlı kontrol panosuna bağlanır. Transfer panosunda birbirleri ile elektriki kilitlemeli iki adet kontaktör bulunur. Biri generatörü diğeri şebekeyi taşır (Şekil 4.12).



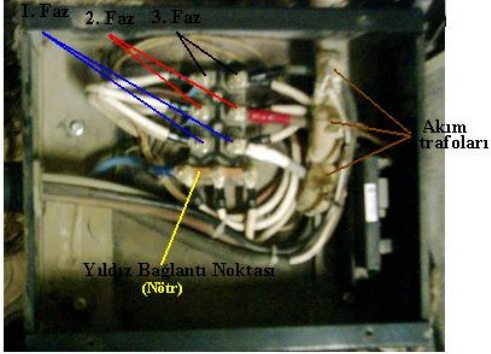

Şekil 4.12: Transfer panosu


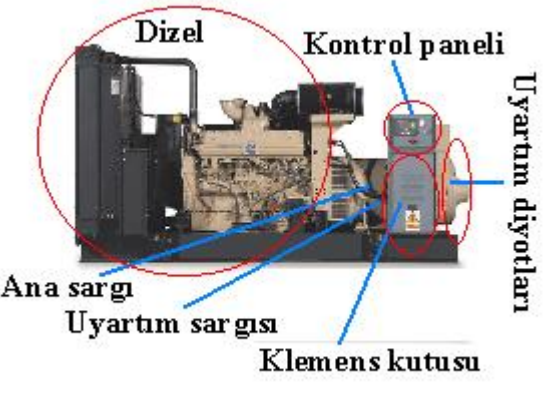
Şebeke kesildiği anda şebeke kontaktörü devreden çıkar ve generatör devreye girer. Generatörün devreye girmesi 10-25sn arasındır. Bu sürede sırası ile; dizel motor çalışır, uyarım akımı geçmeye başlar, generatör enerji vermeye başlar, generatör enerjisi istenilen seviyeye ulaşır ve yük generatöre geçer. Şekil 4.13'te generatör klemens kutusu verilmiştir.





Şekil 4.13: Generatör klemens kutusu

## UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<p><b>Generatör bağlantısını yapınız.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Genel gözle kontrolü yapınız.</li> <li>➤ Yakıt seviyesi kontrolünü yapınız.</li> <li>➤ Motor yağ ve su kontrollerini yapınız.</li> <li>➤ Motor hava emiş ve çıkış rahatlığını sağlayınız.</li> <li>➤ Akü bağlantı kablolarının durumunu kontrol ediniz.</li> <li>➤ Generatör klemens kutusunu yıldız olarak hazırlayınız.</li> <li>➤ Transfer panosunu hazırlayıp, şebeke ve generatör kontaktörleri arasında elektriki kilitlemeyi sağlayınız.</li> <li>➤ Kontaktör çıkışlarını R-S-T için ayrı ayrı şöntleyiniz.</li> </ul>	<p>➤ Güvenlik tedbirlerini alınız.</p>  
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Generatör bağlantısını yapınız.</li> <li>➤ Generatör çıkışından, R-S-T fazlarını transfer panosundaki generatör kontaktörüne ve yıldız noktasını ise nötr hattına bağlayınız.</li> <li>➤ Transfer pano kontaktörlerinin şöntlenen R-S-T çıkış uçlarından, yük</li> </ul>	<p>➤ Şebeke enerjisini kesip, sayaçtan sonraki ana sigorta girişinden çıkararak transfer panosundaki şebeke kontaktörüne bağlayınız.</p>

<p>ana sigortasına üç faz bağlantı yapınız.</p>	
<p><b>Generatöre enerji veriniz.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Şebeke enerjisini devreye alınız.</li> <li>➤ Generatör kontrol panosundan generatörü otomatik pozisyonuna alınız.</li> <li>➤ Şebeke enerjisini kesiniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Transfer panosundaki şebeke kontaktörünün çekmesi ve yüke enerji ulaşmasını gözlemleyiniz.</li> <li>➤ Şebeke kontaktörünün bıraktığı ve dizel motorun çalıştığını gözlemleyiniz.</li> <li>➤ 18- 10-25 saniye aralığında generatörün yüke enerji vermeye başladığını gözlemleyiniz.</li> </ul>
<p><b>Arızalı generatörün arızasını tespit ediniz.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Devreye alınan generatör; dizel motor çalıştığı halde enerji vermiyorsa transfer panosunu, kontrol panelini, klemens kutusunu, uyartım (tahrik) akımı diyotlarını, uyartım ve ana sargıları kontrol ediniz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Arızalı generatörün arızasını tespit ediniz.</li> </ul>	



	 <p><b>Klemens kutusunu</b></p>  <p><b>Transfer panosunu</b></p>
<p>➤ Arızalı generatörü onarınız.</p>	<p>➤ 20. madde doğrultusunda arızayı tespit ederek gerekli bağlantı ve/veya sargı arızasını onarıp işlemleri tekrarlayınız.</p> <p>➤ İş bitiminde her türlü makine, cihaz, el aletlerini ve ölçü aletlerini düzenli bir şekilde yerlerine kaldırmız.</p>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. DC generatörler ile AC generatörler arasındaki en belirgin fark nedir?  
A) DC generatörde kolektör AC generatörde bilezik kullanılır.  
B) DC generatörde daimi mıknatıs AC elektromıknatıs kullanılır.  
C) DC generatörler fırçalı AC generatörler fırçasız kullanılır.  
D) DC generatör dizel motor ile AC generatör benzinli motor ile kullanılır.
2. AC enerji elde etmek için gerekli olanlar hangi şıkta verilmiştir?  
A) Manyetik alan-bobin-bilezik-ısı  
B) Bobin-kuvvet-manyetik alan-kollektör  
C) Kuvvet-bobin-bilezik-manyetik alan  
D) Bilezik-kuvvet-bobin-hareket
3. Generatörün görevi nedir?  
A) Mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çevirmek.  
B) Potansiyel enerjiyi elektrik enerjisine çevirmek.  
C) Mekanik enerjiyi potansiyel enerjiye çevirmek.  
D) Elektrik enerjisini hareket enerjisine çevirmek.
4. Generatör milini çevirmek için hangisi kullanılmaz?  
A) Su B) Elektrik C) Mazot D) LPG
5. Generatör bağlantısında transfer panosu niçin kullanılır?  
A) Şebeke ve generatör arasında dönüşüm yapmak.  
B) Generatörü şebekeye bağlamak.  
C) Generatör ve şebekeyi senkronize çalıştırmak.  
D) Generatör faz sırasını korumak.

# MODÜL DEĞERLENDİRME



YAN GÖRÜNTÜ



ARKA GÖRÜNTÜ

Yukarıdakiler gibi büyük (üç faz) veya küçük (bir faz) bir generatör ile yük beslemesi yapınız.

## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

### KONTROL LİSTESİ

Alan Adı:	ELEKTRİK ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ	Tarih:	
Modül Adı:	AC DC MAKİNELER	Öğrencinin	
Faaliyetin Adı:	Generatörleri çalıştırmak	Adı Soyadı:	
		Nu:	
Faaliyetin Amacı:	Generatörleri çalıştırabilecek ve arızalarını onarabileceksiniz.	Sınıfı:	
		Bölümü:	
AÇIKLAMA:	Bitirdiğiniz faaliyetin sonunda aşağıdaki performans testini doldurunuz. “Hayır” olarak işaretlediğiniz işlemleri öğretmeniniz ile tekrar çalışınız.		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evet	Hayır
1	Güvenlik önlemlerini aldınız mı?		
2	Gerekli elemanları biraraya getirdiniz mi?		
3	İşlem basamaklarını tespit ettiniz mi?		
4	Generatör genel kontrolünü yaptınız mı?		
5	Generatör klemens kutusunu yıldız bağladınız mı?		
6	Transfer panosunu elektriki kilitlemeli olarak hazırladınız mı?		
7	Şebeke ve generatör uçlarını transfer panosuna bağladınız mı?		
8	Transfer panosu kontaktör ortak çıkışını yüke bağladınız mı?		
9	Güvenli bir şekilde şebekeye enerji verip, ardından generatörü devreye aldınız mı?		
10	Generatör arızasını tespit ettiniz mi?		
11	Generatör arızasını onardınız mı?		
12	İşlemleri tekrarladınız mı?		
13	Tüm elemanları ve takımları yerlerine kaldırdınız mı?		

### DEĞERLENDİRME

Ölçme soruları ve performans testi sonunda başarısız olduğunuz kısımlar hakkında yeniden konu ve uygulama tekrarı yapınız.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

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

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	D
3	C
4	C
5	D

## ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	C
3	A
4	C
5	A
6	B
7	D

## ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	C
3	A
4	B
5	A

## KAYNAKÇA

- Yrd. Doç. Dr. BAL GÜNGÖR, **Özel Elektrik Makineleri**, Gazi Üniversitesi, Ankara 1997.
- GÖRKEM Abdullah, **Atölye 2**, Özkan Matbaacılık Sanayi, Ankara 2003.
- OĞUZ Necati, Muhittin GÖLKAYA, **Elektrik Makineleri 1**, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 1996.
- ÖZDEMİR Ali, **Temel Elektrik Bilgisi**, Özkan Matbaacılık, Ankara 2003.
- ÖZDEMİR Ali, **Endüstriyel Elektronik**, Özkan Matbaacılık, Ankara 2003.
- PEŞİNT M. Adnan, **Elektrik Makineleri 4**, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 1987.
- SAÇKAN Ahmet Hamdi, **Elektrik Makineleri 3**, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara 1998.