

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

ELEKTRİK ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

ELEKTRİKLİ EV ALETLERİNDE DC MOTORLAR

522EE0095

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	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. DOĞRU AKIM MOTORLARI	3
1.1. Doğru Akım Motorlarının Yapıları.....	6
1.1.1. Endüktör (Kutup).....	6
1.1.2. Endüvi.....	7
1.1.3. Kolektör	8
1.1.4. Fırçalar	8
1.1.5. Yataklar ve Diğerleri	9
1.2. Çalışma Prensibi	10
1.3. Zıt EMK	12
1.3.1. Zıt EMK'nin Görevi	13
1.4. Doğru Akım Motorları Çeşitleri ve Bağlantı Şekilleri.....	15
1.4.1. Fırçasız Doğru Akım Motorları	15
1.4.2. Şönt Motorlar.....	17
1.4.3. Seri Motorlar.....	18
1.4.4. Kompunt Motorlar	18
1.4.5. Sabit Kutuplu DC Motor Devir Yönü Değiştirme.....	19
UYGULAMA FAALİYETİ	21
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	23
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	24
2. DC MAKİNELERDE BAKIM VE ONARIM İŞLEMLERİ	24
2.1. Arıza Tespiti.....	24
2.2. Arızalar ve Onarımı	24
2.2.1. Kutup Sargılarında Meydana Gelen Arızalar	25
2.2.2. Endüvi Sargılarında Meydana Gelen Arızalar	25
2.2.3. Kolektör ve Fırçalarda Meydana Gelen Arızalar.....	26
2.2.4. Yatak ve Mekanik Arızaları.....	26
2.3. Fırça Arızaları	32
2.4. Fırçalar Değiştirilirken Yapılacak İşlemler.....	33
2.5. Kolektör ve Fırçaların Değiştirilmesi, Değiştirme Esnasında Dikkat Edilecek Hususlar	35
2.5.1. Fırçaların Değiştirilmesi	35
2.5.2. Kolektörün Değiştirilmesi	36
2.6. Makinelerde Balans ve Balansın Önemi	37
UYGULAMA FAALİYETİ	38
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	40
MODÜL DEĞERLENDİRME	41
CEVAP ANAHTARLARI	43
KAYNAKÇA	45

AÇIKLAMALAR

KOD	522EE0095
ALAN	Elektrik Elektronik Teknolojisi
DAL/MESLEK	Elektrikli Ev Aletleri
MODÜLÜN ADI	Elektrikli Ev Aletlerinde DC Motorlar
MODÜLÜN TANIMI	Elektrikli ev aletlerinde kullanılan DC elektrik motorları hakkında temel bilgi ve becerilerin kazanıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	Alan ortak modüllerini almış olmak
YETERLİK	DC motor çeşitlerini ve bağlantı şekillerini yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında elektrikli ev aletlerinde bulunan doğru akım motorları ve çeşitlerini tanıyarak montaj, arıza, bakım ve onarım işlemlerini tekniğine uygun olarak yapacak ve devamında kontrolünü sağlayabileceksiniz. Amaçlar 1. Elektrikli ev aletlerinde kullanılan DC motorların seçimini yapabileceksiniz. 2. Elektrikli ev aletlerinde kullanılan DC motorların bakım ve montajını yapabileceksiniz.
EĞİTİM-ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Elektrikli ev aletleri atölyesi, teknik servis, fabrika, atölye ve üretim bandları Donanım: Takım çantası, ölçü aletleri, elektrikli ev aletleri katalogları, elektrik motorları deney setleri, elektrik motorları ile ilgili kataloglar, projeksiyon ve bilgisayar
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Elektrikli motorlar, son derece yaygın bir kullanım alanına sahip hareket üniteleridir. Elektrik-elektronik sistemlerle yapılan otomasyon ve çeşitli uygulamaların iyi bir şekilde kurulabilmesi, bakım onarımının yapılabilmesi için motorların özelliklerinin öğrenilmesi gerekir.

Doğru akım yönü ve büyüklüğü sabit olan akımdır. Pil, akü gibi kaynaklardan elde edildiği gibi alternatif akımın doğrultulması ile de elde edilebilir. Herhangi bir iletkene doğru akım tatbik edildiğinde; iletken, sabit bir manyetik alan oluşturur. N ve S kutuplarından oluşan bu sabit manyetik alan, etki alanının içerisindeki iletken cisimlere veya farklı manyetik alanlara sabit mıknatısın gösterdiği etkiyi gösterir. Yani iletken cisimleri kendisine çeker, aynı kutuplu manyetik alanları iter; farklı kutuplu manyetik alanları çeker. N kutbundan S kutbuna doğru oluşan bu kuvveti, manyetik akı olarak adlandırıyoruz. DC motorlar, statorda oluşturulan sabit manyetik alanın rotorda oluşturulan sabit manyetik alanı itmesi ve çekmesi prensibine göre çalışır.

Günümüzde elektrik-elektronikteki ilerlemelere paralel olarak bu motorların kullanım alanı oldukça artmıştır. Büro aletleri, fotokopi makineleri, fan ve üfleyiciler, su-hava-kimyasal pompalar, tarayıcılar, elektrikli ev aletleri, yazıcılar ve teyp sürücüler gibi geniş bir kullanım alanına sahiptir. Ayrıca iş makinelerinde, büyük havalandırma sistemlerinde, optik tarayıcılarda ve tıp aletlerinde de kullanılır.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Elektrikli ev aletlerinde kullanılan DC motorların tanımını, yapısını, çeşitlerini ve kullanım alanlarını bilir.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar aşağıdadır.

- Evinizde, atölyenizde bulunan elektrikli ev aletlerini inceleyerek bunlarda kullanılan motor ve bu motorların tiplerini tespit ederek tanımaya çalışınız.
- Elektrikli ev aletlerinde kullanılan DC motorları ve bunların yapılarını, bağlantı şekillerini, çalışma gerilimlerini ve çalışma şartları ile ilgili bilgileri katalog ve cihaz bilgilerinden faydalanarak öğreniniz.

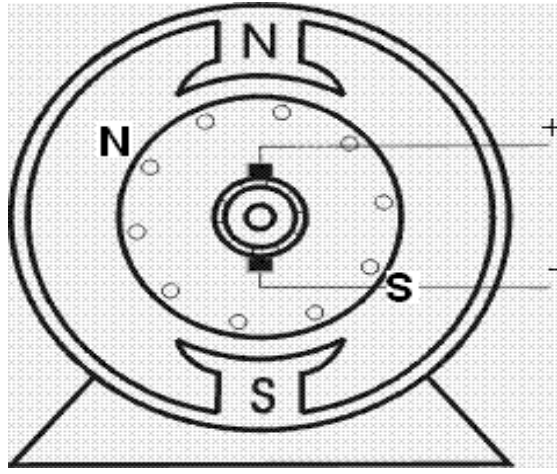
1. DOĞRU AKIM MOTORLARI

Doğru akım motoru, doğru akım elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren elektrik makinesidir. Doğru akım motorlarına DA motor veya DC motor da denilmektedir. Herhangi bir iletken doğru akım tatbik edildiğinde iletken, sabit bir manyetik alan oluşturur. N ve S kutuplarından oluşan bu sabit manyetik alan etki alanının içerisindeki iletken cisimlere veya farklı manyetik alanlara sabit mıknatısın gösterdiği etkiyi gösterir. Yani iletken cisimleri kendisine çeker, aynı kutuplu manyetik alanları iter; farklı kutuplu manyetik alanları çeker. N kutbundan S kutbuna doğru oluşan bu kuvveti manyetik akı olarak adlandırıyoruz. DC motorlar, statorda oluşturulan sabit manyetik alanın rotorda oluşturulan sabit manyetik alanı itmesi ve çekmesi prensibine göre çalışır. Statorda kuzey-güney ekseninde oluşan sabit manyetik alana karşı, rotorda bu eksenden belli bir açıda kayık olarak yerleştirilen sargıda ikinci bir sabit manyetik alan oluşturulur. Rotorun hareketi ile rotor sargısının stator sargısıyla aynı eksene gelmesi ve hareketin sona ermesini engellemek için rotor üzerinde birden fazla sargı oluşturulmuştur. Bu sargılar yine rotorun üzerindeki bir kolektörde toplanır. Kolektöre uygulanan gerilim, kömür fırçalar marifeti ile aktarılır. Kömür fırçalar, sabit eksende olduğu için rotor döndükçe gerilim uygulanan sargılar da değişecektir. Her defasında stator eksenine belli açıda manyetik alan oluşturan sargıya gerilim tatbik edildiğinden dönme sürekli devam eder.

DC motorların yol alma momentleri yüksektir ve devir sayıları geniş bir saha boyunca ayarlanabilir. Dönüş yönü değiştirilmek istendiğinde rotora uygulanan gerilimin polaritesi değiştirilir. Yani + ve - uçları ters bağlanır. Rotor (endüvi) akımı azaltılıp çoğaltıldığında motorun devri de değişecektir. Bu tip motorların klima sistemlerinde kullanılmamasının en

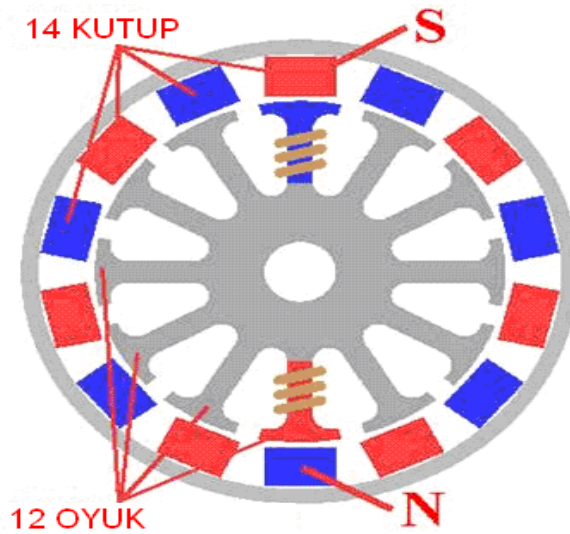
büyük nedeni, hermetik yapı içerisindeki kompresörlerin yağ ve soğutucu akışkanın kömürlere yapacağı negatif etki ve aşındığında kömürlere ulaşmamasıdır.

Bu nedenden dolayı klima sistemlerinde sabit mıknatıslı DC motorlar kullanılmaktadır. Bu tip motorlarda statoru sargılı, endüvisi sabit mıknatıstan oluşan veya endüvisi sargılı, statoru sabit mıknatıstan oluşan yapılar kullanılabilir. Bu yazıda statoru sabit mıknatıstan oluşan resimler kullanılmıştır. Ancak bu belirleyici değildir. Statoru sabit mıknatıslardan oluşan fırçasız (brushless) DC motorlarda rotor oyukları içerisindeki sargıların oluşturduğu manyetik alan sayısı ile stator üzerindeki sabit mıknatıs sayısı aynı değildir.



Şekil 1.1: DC motor kesiti

Statordaki N,S eksenini (düşey eksen) ile rotordaki gerilim ile uygulanan sargının kutup eksenini farklıdır.



Şekil 1.2: Rotorun iç yapısı

Şekil 1.2’de anlaşılma rahatlığı açısından rotordaki tek bir sargı sembolize edilmiştir. Gerçek motorda diğer oluklarda da sargılar bulunmaktadır.

Rotordaki sargılar birbirleriyle ilişkilendirildikten sonra kare dalgalar hâlinde akım tatbik edilmektedir. Tatbik edilen akım, doğru akım olup tatbik edilme sıklığı devir sayısını belirler. Yapı Bileşenleri Basit ve Maliyeti Düşük Bir Tetikleme (Komütasyon) modülü ile bu işlem gerçekleştirildiğinden motorun imalat maliyeti de düşüktür.



Resim 1.1: Fırçasız (Brushless) DC Motor ve Hız modülü

Resim 1.1’de küçük kapasiteli bir brushless (fırçasız) motor ve hız modülü görülmektedir.

Bu tip motorlarda tetikleme hızını ayarlamak için rotorun konumunun bilinmesi gerekir. Bu nedenle motor, rotorun konumunu sürekli olarak algılayan ve bildiren bir rotor konum sensörü ile donatılmıştır. Tetikleme modülündeki yarı iletken invertörün ve rotor konum sensörünün kombinasyonu sonucunda klasik DC makinelerindeki gibi doğrusal hız-moment karakteristiğine sahip bir sürücü sistemi meydana getirilir. Otomatik senkron çalışma, tetikleme sinyallerine göre çıkış üreten yarı iletken invertör ile sıralı olarak sargılara akım yönlendirilerek sağlanır.

Doğru akım motorlarında endüvinin dönmesiyle beraber endüvideki sargıların kutup sargılarının yarattığı sabit manyetik alanı kesmesi sonucunda üzerinde bir indükleme gerilimi oluşur. Motorun çektiği akımın düşmesine neden olan bu gerilime zıt elektromotor kuvveti denir.

Zıt emk dalga şekli yamuk (trapeziodal) olan otomatik-senkron motorlar için “fırçasız DA motoru (FSDAM)” terimi; zıt EMK dalga şekli sinüsoidal olan otomatik-senkron motorlar için “kalıcı mıknatıslı senkron motor (KMSM)” terimi kullanılması genel kabul görmüştür.

Yamuk zıt EMK’li makine için rotor konum sensörü olarak basit konum dedektörleri kullanılır. Örneğin hall-etkili sensörler, rotor manyetik alanını algılar ve böylece faz

anahtarlama noktalarını tespit edebilir. Sinüsoidal zıt EMK'li makine ise daha hassas konum bilgisi gerektirir. Çünkü sargılara uygulanan akımın dalga şeklinin hassas olarak izlenmesi gerekir. FSDA motorda moment fonksiyonu yamukken, KMS motorda moment fonksiyonu sinüzoidaldir.

- Fırçasız motorların avantajları
 - Yüksek verim
 - Doğrusal moment-hız ilişkisi
 - Yüksek moment-hacim oranı (Az bakır gerektirir.)
 - Fırçaların ve kolektörün olmayışı (daha az bakım, tehlikeli ortamlarda kullanılabilme)
- Fırçasız motorların dezavantajları
 - Harici güç elektroniği gerektirir.
 - Uygun çalışma için rotor konum bilgisi gerektirir.
 - Hall-etkili sensörlere gerek vardır.
 - Algılayıcısız yöntemlerin kullanımı ilave algoritmalar gerektirir.

Günümüzde özellikle V.R.F. sistemlerde ve split sistemlerde kullanılan yeni ekolojik gazların sıkıştırma basıncının yüksek olması nedeni ile evaporatör ve kondanser alanları küçülmüştür. Fırçasız motorların yüksek moment-hacim oranına sahip olması ve kolay modüle edilebilme özelliklerinden dolayı bu tip cihazlar üreten hemen tüm önemli firmalar, DC inverter ismiyle piyasaya yeni ürünlerini sürmüşlerdir. Bu tip kompresörler, küçülen dış ünite boyutlarına uyum sağlayan küçük hacimli olmasına karşın yüksek kapasiteli yapıları ile ve de sıkıştırma yeteneklerindeki üstünlüklerin yeni gazlara mükemmel uyum sağlaması ile en iyi çözüm olma durumundadır. DC inverter kompresörlerin yakın ve orta zaman diliminde en çok kullanılan ürün olacağına da kesin gözüyle bakılıp sektördeki bu konudaki bilgi eksikliğini bir an önce giderilmesi gerekmektedir.

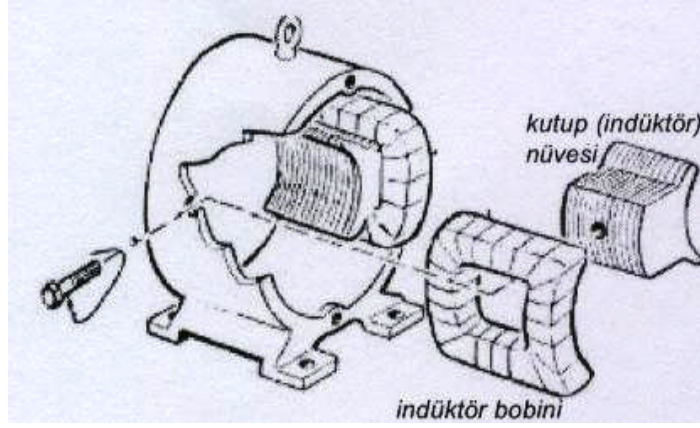
1.1. Doğru Akım Motorlarının Yapıları

Doğru akım motorları, endüktörün yapısına bağlı olarak elektromıknatıslı ve sabit mıknatıslı olmak üzere iki şekilde imal edilir. Bu ikisi arasında endüktör haricinde yapı bakımından farklı bir özellik yoktur.

1.1.1. Endüktör (Kutup)

Doğru akım motorlarında manyetik alanın meydana geldiği kısımdır. Endüktöre kutup da denilmektedir. Kutup uzunluğu yaklaşık olarak endüvi uzunluğuna eşittir.

Endüktörler tabii mıknatıslarla yapıldığı gibi kutuplara sargılar sarılarak bu sargıların enerjilendirilmesiyle mıknatıslık özelliği kazandırılmış elektromıknatıslardan da yapılabilir. Çok küçük doğru akım motorlarında kutuplar (tabii mıknatıslı) sabit mıknatıslıdır. Fakat genellikle elektromıknatıs kutuplar kullanılmaktadır.

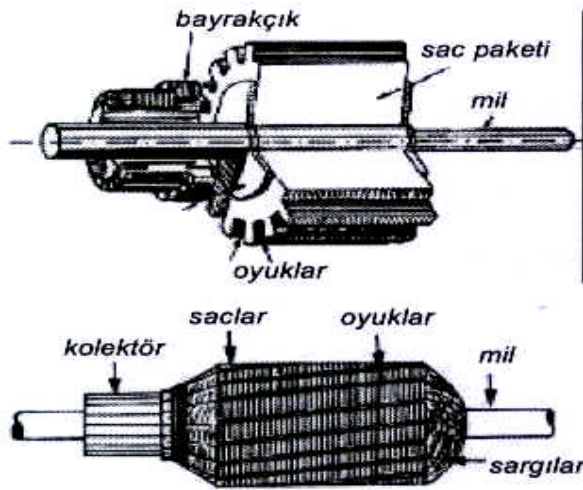


Şekil 1.3: İndüktör ve yapısı

Doğru akım motorlarında kutup sayısı alternatif akım makinelerinde olduğu gibi hız, indüklenen gerilim ve akımın frekansına bağlı değildir. Burada kutup sayısı makinenin gücüne ve devir sayısına göre değişir. Endüktör, makinenin gücüne (büyüklüğüne, çapına) ve devir sayısına göre 2, 4, 6, 8 veya daha çok kutuplu olur.

1.1.2. Endüvi

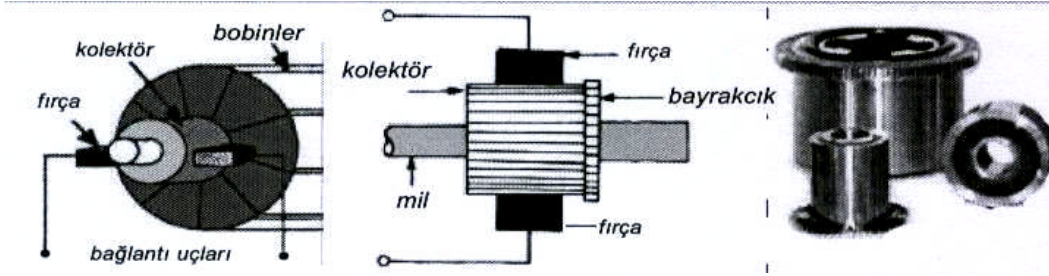
Gerilim indüklenen ve iletkenleri taşıyan kısma **endüvi** denir. Endüvi, kalınlığı 0,30-0,70 mm arasında değişen dinamo saclarından yapılır. Dinamo sacları, istenen şekil ve ölçüde preslerle kesildikten sonra tavlınır ve birer yüzeyleri yalıtılır. Yalıtma işleminde kâğıt, lak kullanılır ve oksit tabakası oluşturulur. Endüvi sacları üzerine iletkenleri yerleştirmek için oluklar açılır. Bu olukların şekil ve sayıları makinenin büyüklüğüne, sarım tipine, sarım şekline ve devir sayısına göre değişir. Oluklar, küçük güçlü makinelerde yuvarlak veya oval büyük güçlü makinelerde ise tam açık olarak yapılır.



Şekil 1.4: Endüvi

1.1.3. Kolektör

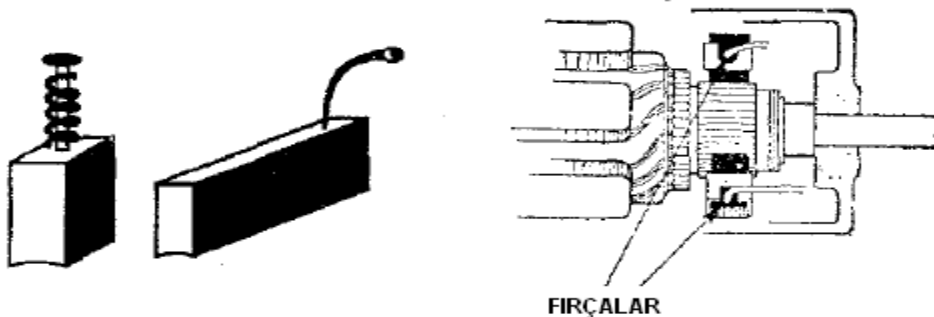
Doğru akım motorlarında endüviye uygulanacak gerilimin iletilmesini kolektörler sağlar. Kolektör dilimleri, haddeden geçirilmiş sert bakırdan pres edilerek yapılır. Bakır dilimleri arasına 0,5-1,5 mm kalınlığında mika veya mikanit yalıtkan konur. Bu kalınlık, kolektörün çapına ve komşu dilimler arasındaki gerilim farkına göre değişir. Kolektör dilimleri ile bunlara temas eden fırçalar, bağlama elemanlarını teşkil eder. Kolektör, doğru akım motorlarının en önemli ve en çok arıza yapan parçasıdır. Bu nedenle kolektör dilimleri, özenle yapılır ve dilimler arası gerilim farkı 15 voltu geçmeyecek şekilde ayarlanır.



Şekil 1.5: Kolektör

1.1.4. Fırçalar

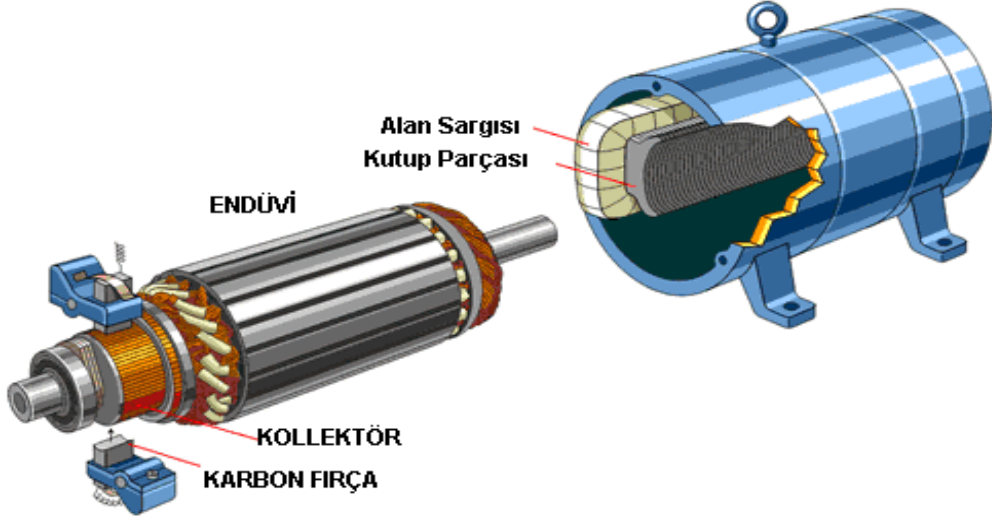
Doğru akım motorlarında dış devredeki akımı endüviye iletebilmek için fırçalar kullanılır. Doğru akım makinelerinde aşınma ve iyi komütasyon elde etmek için saf bakır fırça kullanılmaz. Fırçalar; makinenin akım şiddeti ve gerilimine göre sert, orta sert ve yumuşak karbon veya karbon alaşımından yapılır. Genel olarak küçük güçteki (10 kW'a kadar) doğru akım motorlarında bütün fırça çeşitleri ile iyi çalışabilir. Mümkün olduğu kadar bir motorda aynı cins fırçalar kullanılmalı ve fırça boyları da eşit olmalıdır. Fırçalar, dik ve yatay olarak yapılır. Çok küçük güçlü motorlarda fırçalar, kapak üzerine açılmış ve yalıtılmış yuvalara konulur. Büyük güçlü motorlarda ise fırça yuvaları, sac veya dökümden yapılmış olup fırça tutucularına monte edilir.



Şekil 1.6: Fırçalar

Fırçaların kolektör yüzeyine oturup, işletme boyunca durumunu muhafaza edebilmelerini fırça tutucuları sağlar. Fırça bir taraftan kolektör yüzeyine oturur ve diğer

tarafından ise fırça tutucusunun yay tertibatı ile kolektör yüzeyine itilir. Fırça tutucuları, eğik ve dik olmak üzere iki tiptir. Fırça tutucuları, fırça taşıyıcılarıyla monte edilir.

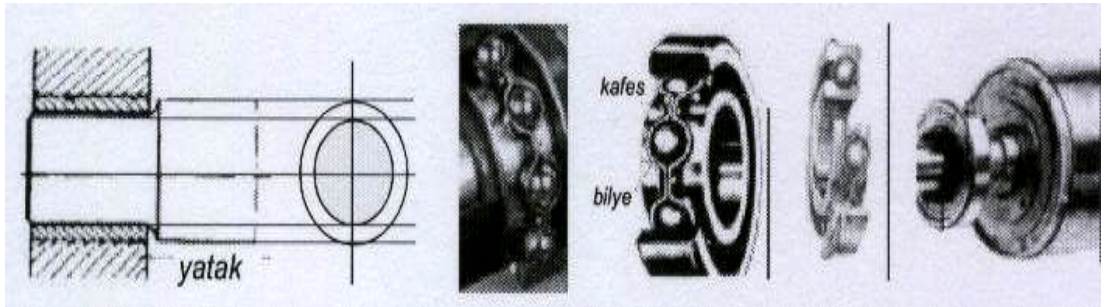


Şekil 1.7: DC motor parçaları

1.1.5. Yataklar ve Diğerleri

Yatakların görevi, motorun hareket eden kısımlarının mümkün olduğu kadar az kayıpla gürültüsüz ve bir eksen etrafında rahatça dönmesini sağlamaktır. Doğru akım motorlarında bilezikli yataklar ve rulmanlı (bilyeli ve makaralı) yataklar kullanılır.

Kolay değiştirilebilir olması ve sürtünme kayıplarının ihmal edilecek derecede olması nedeniyle küçük ve orta güçlü motorlarda hemen hemen yalnız rulmanlı yataklar kullanılmaktadır. Bu yatakların en büyük sakıncası, fazla gürültü yapmasıdır. Elektrik motorlarının en önemli parçalarından biri de yataklardır. Yataklar, çok arıza yapan ve bakım isteyen kısımdır. Yataklarda meydana gelen aşınmalar, sürtünmeler komütasyonun bozulmasına ve en büyük arızaların doğmasına neden olur.

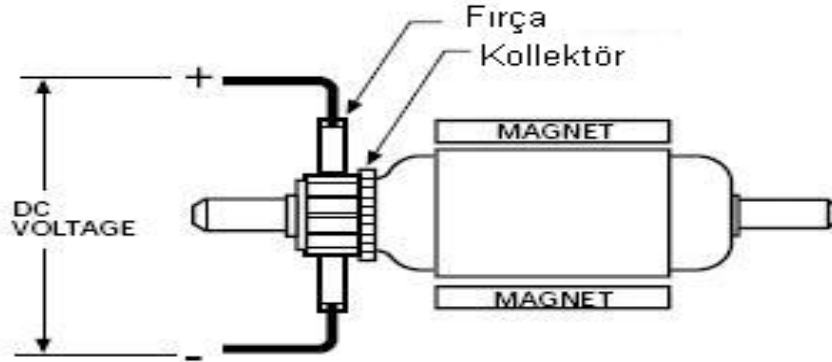


Şekil 1.8: Yatak ve rulman

Bu parçalardan başka;

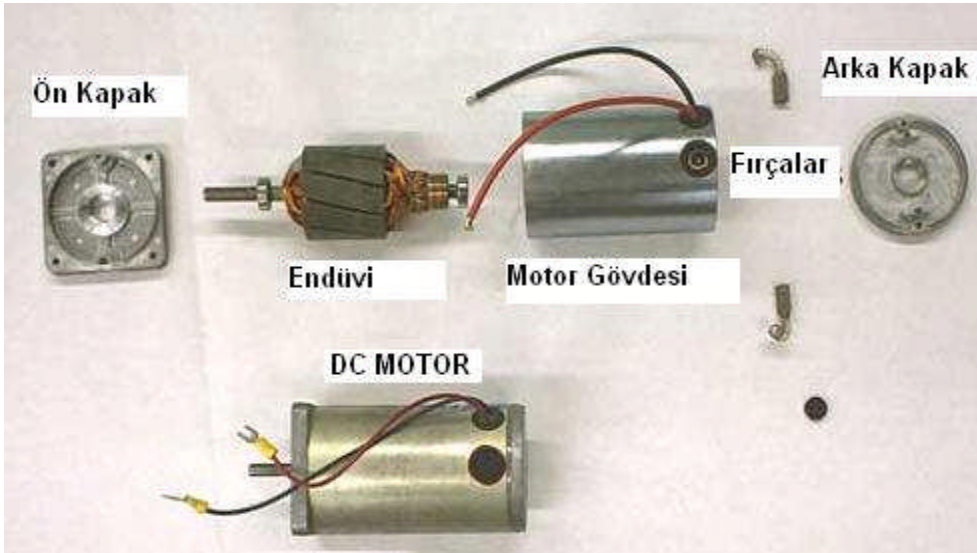
- Kapaklar, ayaklar, bağlantı klemensleri, taşıma kancası, vantilatör gibi yardımcı elamanlar bulunur.

FIRÇALI D.C. MOTOR



Şekil 1.9: Fırçalı DC motor

Resim 1.2’de parçalara ayrılmış bir DC motor görülmektedir.

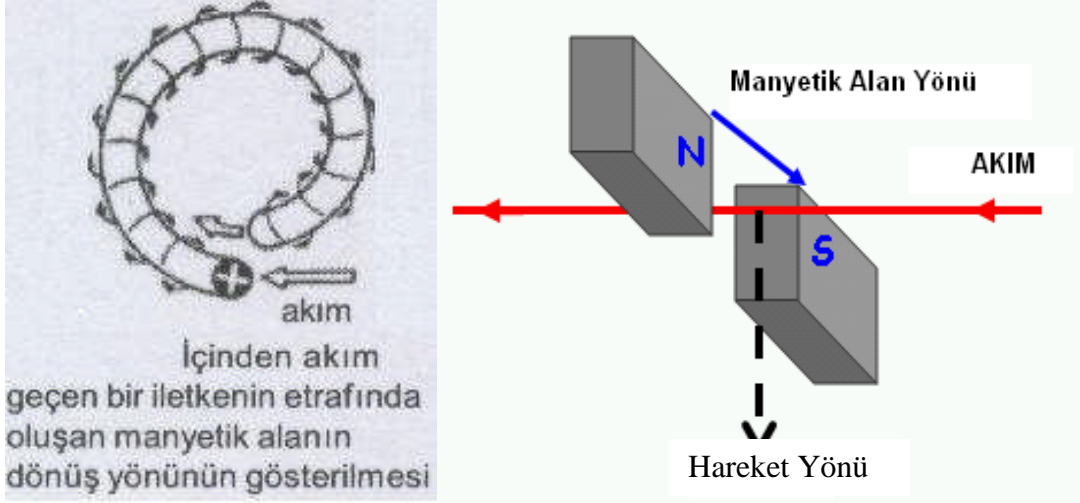


Resim 1.2: DC motor

1.2. Çalışma Prensibi

İçinden akım geçen bir iletkenin manyetik alan içindeki durumu ve sol el kuralı, manyetik alan içinde hareket eden bir iletken üzerinde EMK indüklenir ve bu EMK'den

dolayı devreden bir akım geçer. Şimdi bu durumun tersini inceleyelim. Yani manyetik alan içinde bulunan bir iletkenin akım geçerse ne olur?



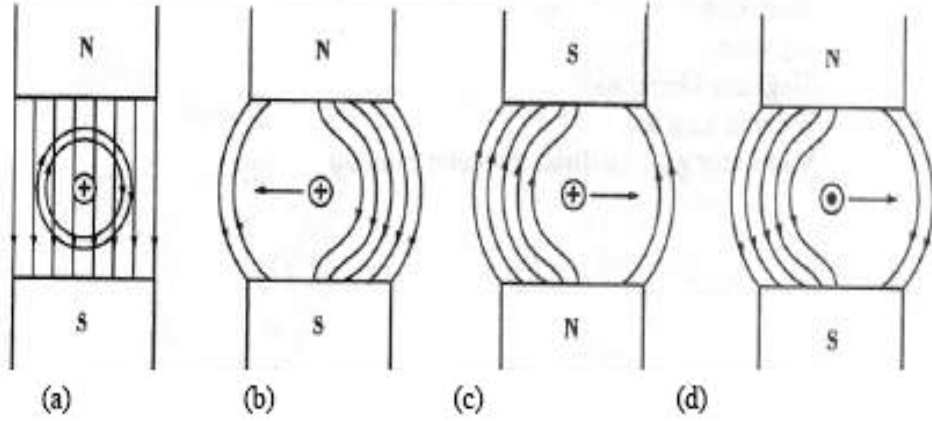
Şekil 1.10: İçinden akım geçen iletken ve yönü

Manyetik alan içindeki iletkenin itilme yönü, iletkenin içinden geçen akımın ve manyetik alanın yönüne bağlıdır. İletkenin hareket yönü, sol el kuralı ile bulunur. Sol el, dört parmak birbirine birleştirilerek açılır. Sol el kuvvet çizgileri avuç içinden geçecek ve bitişik dört parmak iletkenin geçen akımın yönünü gösterecek şekilde tutulursa başparmak iletkenin hareket yönünü göstermektedir.



Şekil 1.11: Sol el kuralı

Not: Akım yönü ve manyetik alan yönü aynı anda değiştirilirse iletkenin hareket yönü değişmez. Sadece birinin değiştirilmesi yeterli olmaktadır.



Şekil 1.12: Manyetik alan içerisindeki iletkenin yönü

Şekil 1.12-a: İletken içerisinden geçen akım, iletken etrafında bir alan oluşturur. Oluşan bu alan, sol tarafta ana alanla zıt yönde, sağda tarafta ise ana alanla aynı yöndedir.

Şekil 1.12-b: Sol tarafta alanlar zıt yönde olduğu için alan zayıflaması, sağ tarafta ise alanlar aynı yönde olduğu için alan kuvvetlenmesi olur. Bu durumda iletken, alanın dışına doğru itilir. İletkenin hareket yönü, sol el kuralına göre sağ taraftan son tarafa doğrudur.

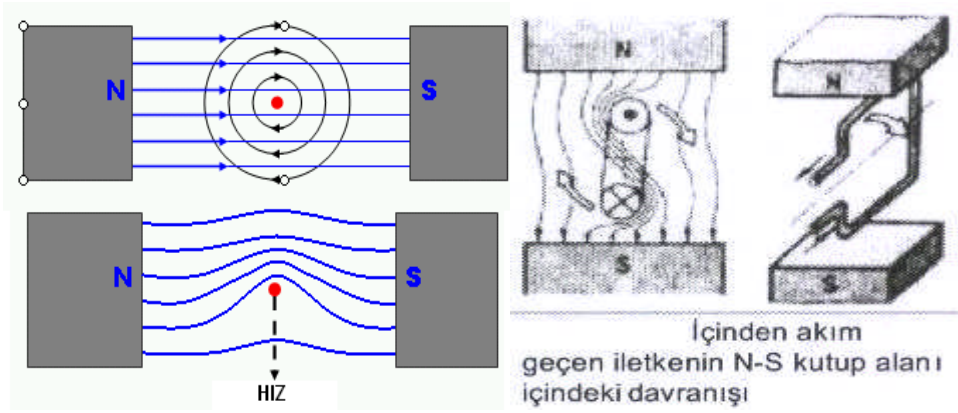
Şekil 1.12-c: Manyetik alanın yönü değiştirilecek olursa iletkenin hareket yönü değişir. Sol el kuralı uygularsak iletkenin hareket yönünün sol taraftan sağ tarafa doğru olduğunu tespit ederiz.

Şekil 1.12-d: İletkenden geçen akımın yönünü değiştirirsek hareket yönü yine değişir. İletkenin hareket yönünün sol el kuralına göre sol taraftan sağ tarafa doğru olduğunu tespit ederiz. Böylece manyetik alan içindeki iletkenin itilme yönünün, iletkenin içinden geçen akımın ve manyetik alanın yönüne bağlı olduğu görülmektedir.

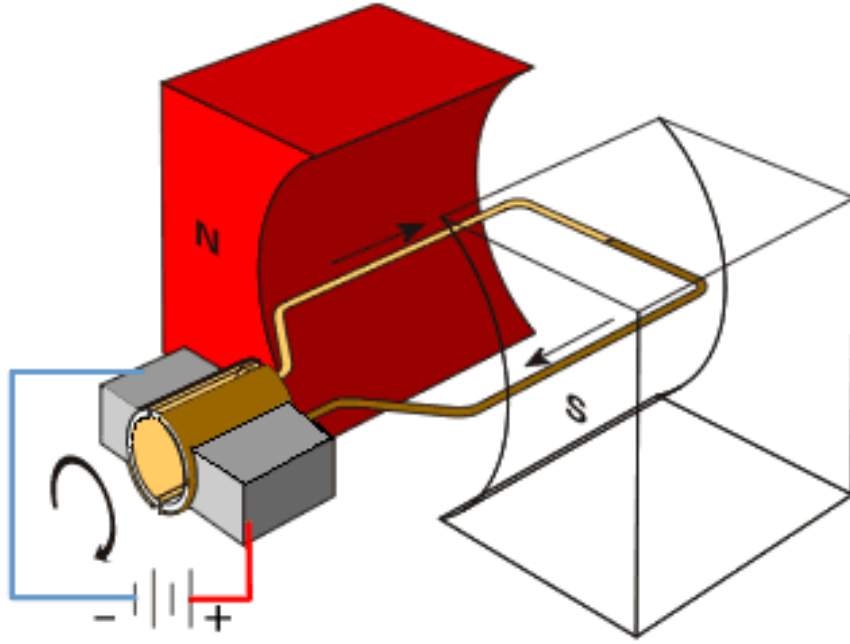
1.3. Zıt EMK

Şekil 1.14'te görüldüğü gibi doğru akım motoruna gerilim uyguladığımızda endüvinin N kutbunun altındaki iletkenlerde pozitif yönde akım geçerken, S kutbunun üstündeki iletkenlerde diğer yönde akım geçer. Manyetik alanın etkisiyle endüvi sola doğru hareket eder. Manyetik alan içinde dönen ve iletkenleri kuvvet çizgileri tarafından kesilen Endüvi üzerinde EMK indüklenir. Endüviden geçen akımla, dolayısıyla endüviye uygulanan U gerilimi ile endüvide indüklenen EMK'nin yönleri birbirine terstir.

Endüviye uygulanan gerilime ters yönde oluşan bu EMK'ye zıt EMK denir.



Şekil 1.13: İçinden akım geçen iletkenin N-S kutup alanı içindeki durumu



Şekil 1.14: İçinden akım geçen iletkenin kutuplar içerisindeki hareketi

Endüvide indüklenen zıt EMK, endüviye uygulanan gerilime (U) göre ters yönde olduğundan U geriliminin endüviden geçirmek istediği akımı azaltmak ister. Yani endüviden geçen akım, iki gerilimin farkından dolayı geçen akımdır.

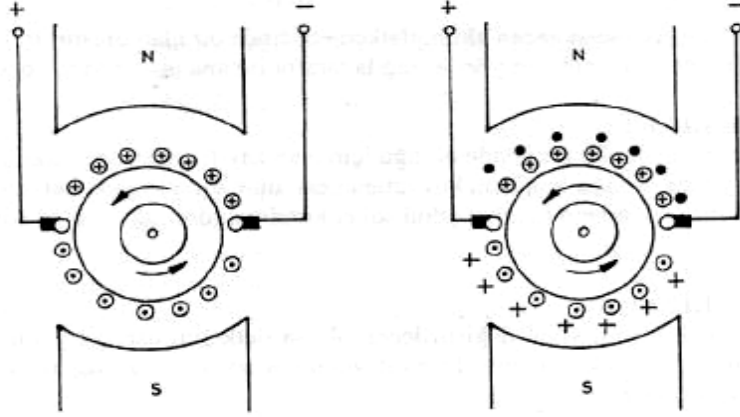
Endüviden geçen akım:

$$U = E + I_a(R_a) ; \quad I = (U - E) / (R_a) \text{ formülü ile bulunur.}$$

1.3.1. Zıt EMK'nin Görevi

Zıt EMK doğru akım makinelerinde, makinenin yüküne göre akımı ayarlamaktadır. Buhar türbinleri gibi makinelerde gerekli buhar özel düzeneklerle ayar edilir. Örneğin buhar

türbininde yükün arttığını düşünelim. Türbinin devir sayısında hafif bir düşme olacak ve makineye buhar gönderen valf, regülatör aracılığı ile daha fazla açılarak buhar miktarını artıracaktır. Artan buhar, makinenin gücünü artırır. Makinenin yükü azalacak olursa valf, kapanarak makineye giden buhar miktarını azaltır ve makinenin verdiği güç azalmış olur.



a)Kutuplar arasındaki endüvidenin durumu b)Endüvide endüklenen zıt E.M.K.'nin yönü

Şekil 1.15: Endüvide endüklenen zıt EMK

Doğru akım motorlarında ise makinenin yüküne göre geçen akımı ayarlayacak ayrı bir düzeneğe gerek yoktur. Doğru akım motorlarında bu işi zıt EMK yapar. Zıt EMK'nin formülleri:

$$E_b = K \cdot \Phi \cdot n \text{ veya } E_b = U - I_a \cdot R_a \text{ dır.}$$

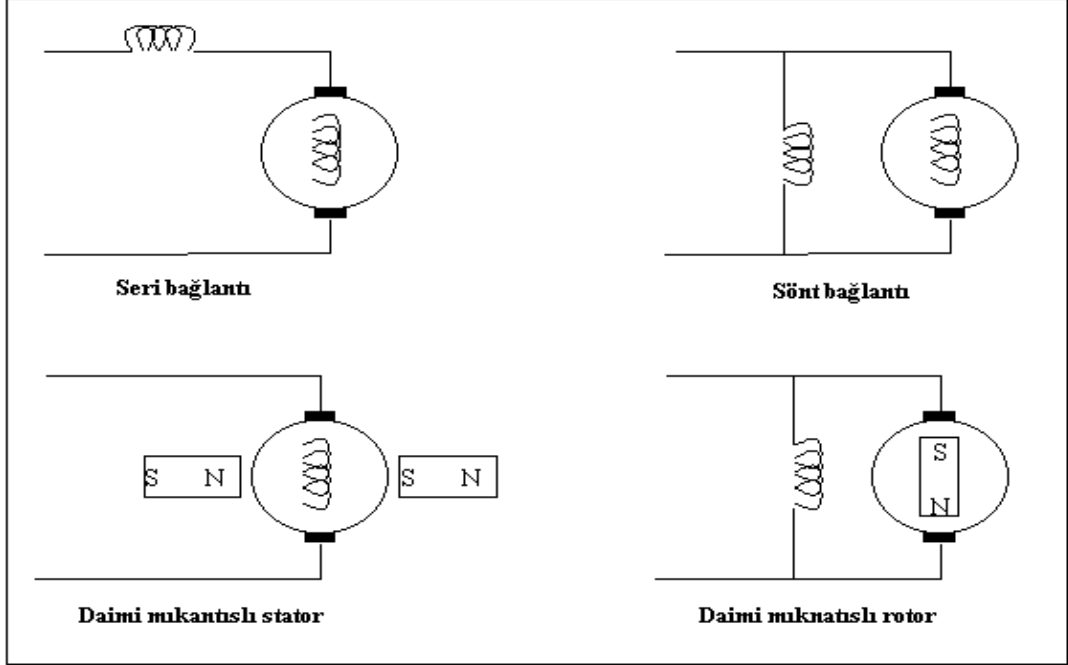
Örneğin makinenin yükünde meydana gelecek bir artma, devir sayısını düşürür. Devir sayısının düşmesi, $E_b = K \cdot \Phi \cdot n$ formülüne göre zıt EMK'nin azalmasına neden olacaktır. E_b azalınca:

$$E_b = U - I_a \cdot R_a \text{ ise Akım; } I_a = (U - E_b) / R_a$$

formülüne göre U ve R_a sabit olduğundan I_a akımı artar. Artan I_a akımı, motorun yükünü karşılar. Motorun yükünde meydana gelecek azalma ise devir sayısını yükseltir. Devir sayısının yükselmesi, $E_b = K \cdot \Phi \cdot n$ formülüne göre zıt EMK'nin yükselmesine neden olacaktır. E_b 'nin yükselmesi ise:

$$I_a = (U - E_b) / R_a \text{ formülüne göre } U \text{ ve } R_a \text{ sabit olduğundan } I_a \text{ akımını azaltır.}$$

1.4. Doğru Akım Motorları Çeşitleri ve Bağlantı Şekilleri



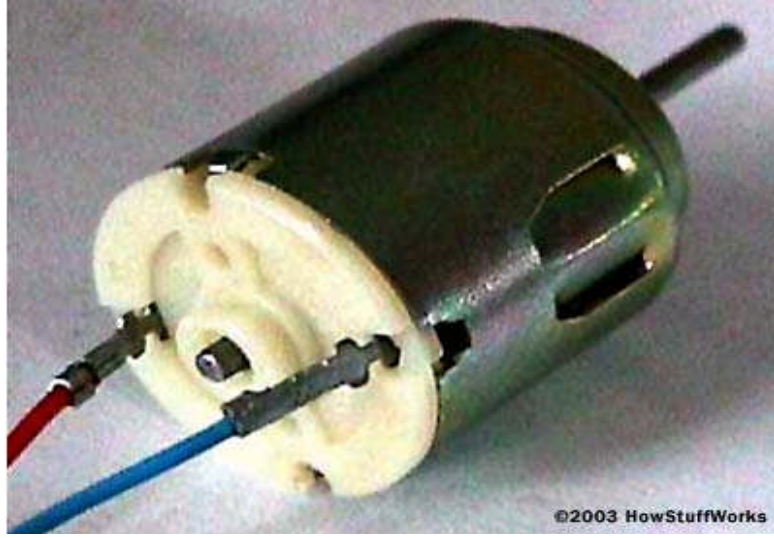
Şekil 1.16: DC motor sargı bağlantı şekilleri

1.4.1. Fırçasız Doğru Akım Motorları

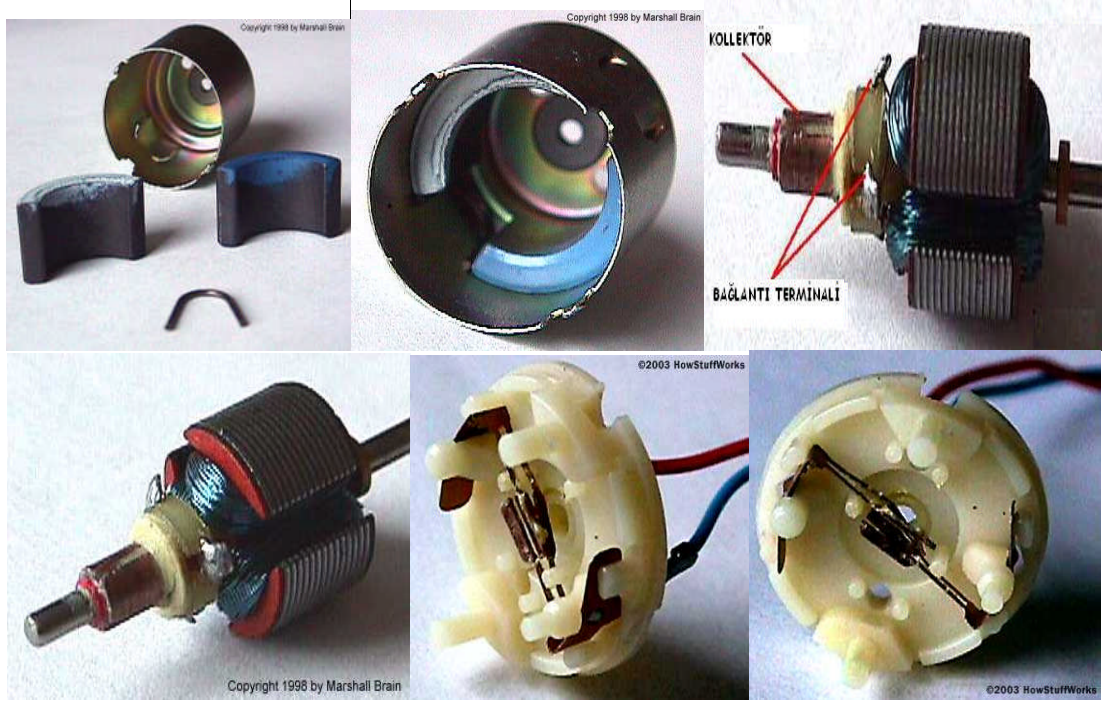
Bu motorlarda elektrik gücü iletimi, fırça ve kolektör yerine elektronik anahtarlar ile sağlanır. Böylece ark olayı önlenmiş olur. Motor, yüksek hızlara ulaşabilir. Kaynak gerilimleri düşüktür. Yaygın olarak kullanılan kaynak gerilimi 24 voltur. Hassas hız kontrolü, yüksek verim ve uzun ömürlü olması bu motoru yaygın olarak kullanılır hâle getirmektedir. Uygun sürücüler yardımıyla hız, moment ve devir yönü kontrol edilebilir. Küçük boyutlarda üretilebilir. Verim, hız ve moment gibi faktörler dikkate alındığında alternatif akım motorlarına göre üstünlükler gösterir. En önemli dezavantajı, ekstradan yarı iletken malzeme ve sensörler gerektirmesidir. Böylece motorun maliyeti artmaktadır.



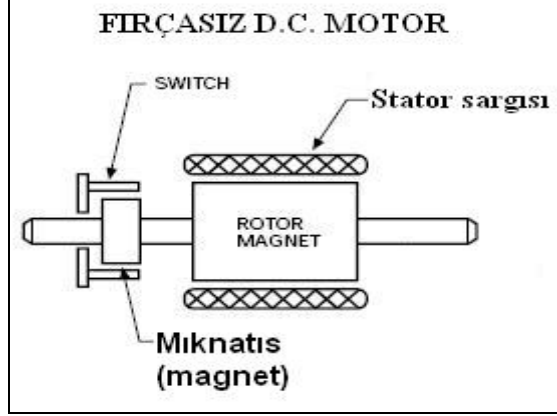
Resim 1.3: Çeşitli fırçasız DC motor



Resim 1.4: DC motor



Resim 1.5: Fırçasız DC motor parçaları



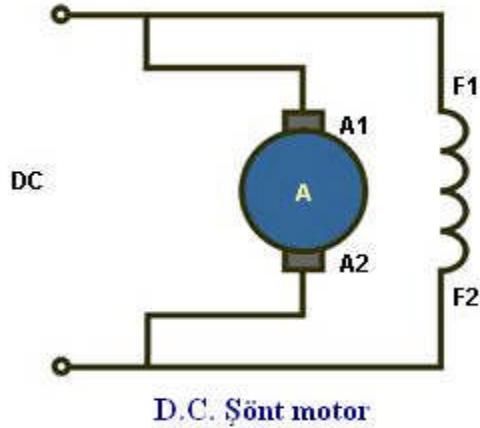
Şekil 1.17: Fırçasız DC motor

➤ **Kullanıldığı yerler**

Günümüzde elektronikteki ilerlemelere paralel olarak bu motorların kullanım alanı oldukça artmıştır. Büro aletleri, fotokopi makineleri, fan ve üfleyiciler, su-hava-kimyasal pompalar, tarayıcılar, yazıcılar ve teyp sürücüler gibi birçok kullanım alanına sahiptir. Ayrıca iş makinelerinde, büyük havalandırma sistemlerinde, optik tarayıcılarda ve tıp aletlerinde de kullanılır.

1.4.2. Şönt Motorlar

Uyarım sargısının endüvi sargısına paralel olarak bağlandığı doğru akım motorlarıdır. Şönt motorun devir sayısı, yük ile çok fazla değişmez. Motorun devir sayısı, kaynak gerilimi veya endüvi akımı ile kontrol edilebilir. Yol alma anındaki momentleri düşüktür. Motor boşta çalışırken de devir sayısı normal değerdedir. Motorun maksimum verimde çalışması için motorun sabit kayıplarının endüvi kayıplarına eşit olması gerekir. Motorun üreteceği moment, endüvi akımıyla doğru orantılı olarak artar.



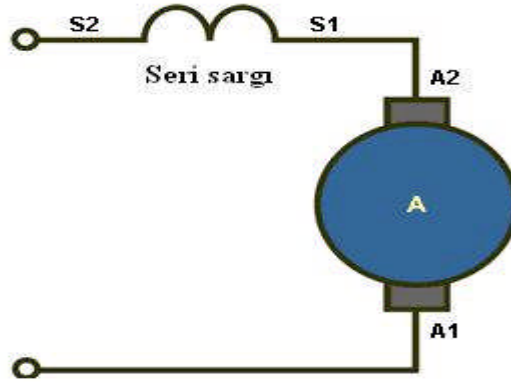
Şekil 1.18: Şönt motor bağlantı şeması

➤ **Kullanıldığı yerler**

Yüksek kalkınma momenti ve sabit devir sayısı istenen uygulamalarda kullanılır. Vantilatör, aspiratör ve tulumbarlar, kâğıt fabrikaları, dokuma tezgâhları, gemi pervaneleri, matbaa makineleri ve asansörler bu motorun kullanım alanlarındandır.

1.4.3. Seri Motorlar

Uyartım sargısı endüvi sargısının birbirine seri olarak bağlandığı doğru akım motoru çeşididir. Motor, yüklendikçe devir sayısı hızla düşer. Bunun nedeni, yük akımının aynı zamanda uyartım akımı olmasıdır. Akım arttığında manyetik akı ϕ' de artacaktır ve $E=K.\phi.n$ formülüne göre manyetik akı arttığında devir sayısı da düşecektir. Seri motorun yol alma momenti oldukça yüksektir. Motor boşta çalıştığında ϕ değeri oldukça küçük bir değer alır. Dolayısıyla devir sayısı, tehlikeli bir şekilde yükselebilir. Bu yüzden seri motor boşta çalıştırılmamalıdır.



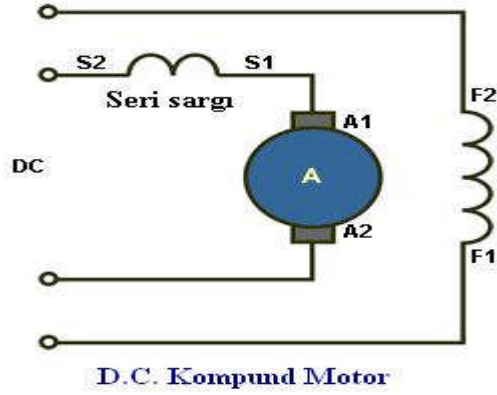
Şekil 1.19: Seri motor bağlantı şeması

➤ **Kullanıldığı yerler**

Seri motor, kalkınma momentinin çok yüksek olması istenen tren, tramvay, trolleybüs, vinç ve asansör gibi ağır işlerde kullanılır.

1.4.4. Kompunt Motorlar

Seri ve şönt motorun karışımından oluşan bir motor çeşididir. Kompunt motor, başlangıçta “n” gibi bir devir sayısına sahiptir. Çünkü motorda bulunan şönt sargı, küçük de olsa bir akım çeker ve bir ϕ manyetik akısı oluşur. Bağlantı şekillerine göre ters kompunt ve eklemeli kompunt gibi çeşitleri vardır. Ters kompunt motorda devir sayısı, yüklendikçe artarken eklemeli kompunt motorda yüklendikçe devir sayısı azalır. Eklemeli kompunt motorda yol alma momenti oldukça yüksektir. Buna karşın ters kompunt motorda yol alma momenti düşüktür.



Şekil 1.20: Kompund motor bağlantı şeması

➤ **Kullanıldığı yerler**

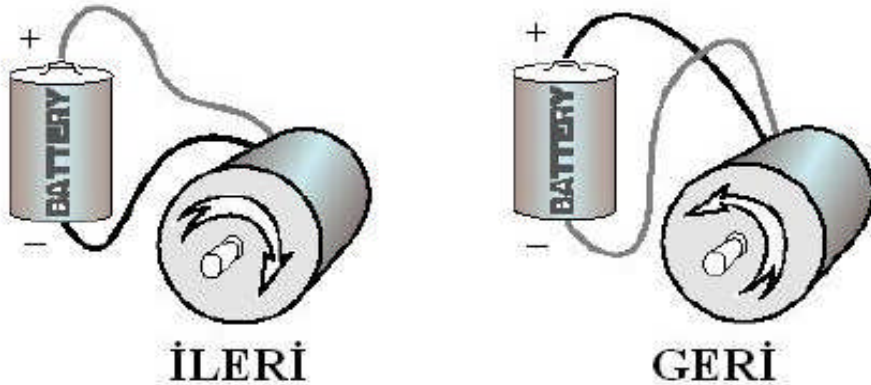
Eklemeli kompund motorlar, seri motora benzer bir özellik gösterir. Bu nedenle seri motorun kullanıldığı yerlerde kullanılabilir. Özellikle vinç, asansör ve hadde makinelerinde yaygın olarak kullanılır.

Ters kompund motorlar ise fazla yol alma momenti istemeyen, fakat yük ile devir sayısının değişmemesi gereken sinema makinelerinde, televizyon anten yönlendiricilerinde, dokuma tezgâhlarında ve buna benzer uygulamalarda kullanılır.

1.4.5. Sabit Kutuplu DC Motor Devir Yönü Değiştirme

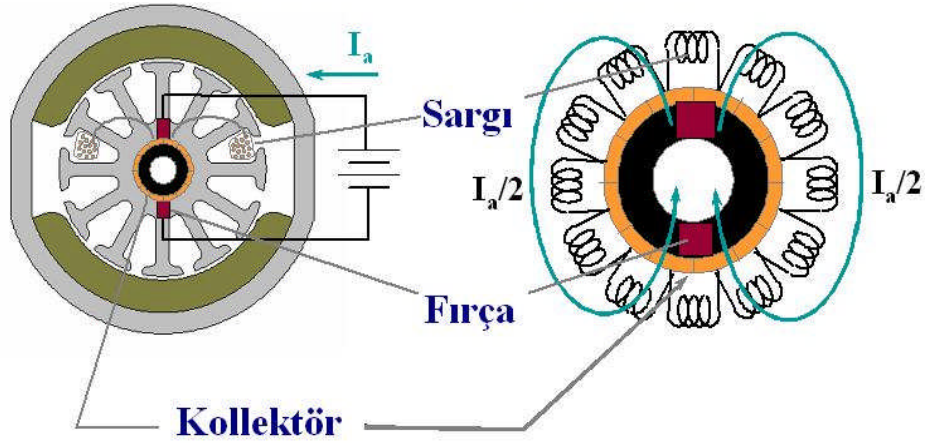
DC motorlarda devir yönü değiştirmek için gerilim uçları ya da esas alan sargı uçlarından herhangi birisi değiştirilir (Şekil 1.21).

➤ **DC Motorlarda Devir Yönü Değiştirme**



Şekil 1.21: Sabit kutuplu DC motorlarda devir yönü değiştirme

➤ **DC Motor Bağlantı Şeması**



Şekil 1.22: DC motorlarda bağlantı şeması

UYGULAMA FAALİYETİ

Bu uygulama faaliyetini tamamladığınızda elektrikli ev aletlerinde kullanılan DC motorları seçebileceksiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Emniyet için alıcının elektriği kesilir.➤ Elektrikli ev aletinin kapakları açılır.➤ Elektrikli ev aleti motoru incelenerek motor tipi belirlenir.➤ Motor bağlantı kablolarına dikkat edilerek sökülür.➤ Motor bağlantı uçları çıkarılarak ölçme işlemi yapılır.➤ Motorun sağlamlık kontrolü yapılır.➤ Motor bakım/onarım işlemleri tamamlanarak işlem bitirilir.	<ul style="list-style-type: none">➤ Çalışmalarınızı enerji altında yapmayınız.➤ Çalışmalarınızda kullanacağınız yardımcı el ve güç aletlerini hazır bulundurunuz.➤ El ve güç aletlerinin çalışır durumda olmasına özen gösteriniz.➤ Motor arızaları büyük boyuttaysa motoru yenisiyle değiştirme yoluna gidiniz.➤ Olabilecek arızalara karşın gözden geçirmeyi unutmayınız.➤ Tamiratını yapacağınız aletin kısa süreli bir tamir işlemi olmamasına özen gösteriniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Alıcının elektrik bağlantısını keserek gerekli güvenlik tedbirlerini aldınız mı?		
2. Elektrikli ev aletinin kapaklarını düzgün bir şekilde açabildiniz mi?		
3. Elektrikli ev aletini inceleyerek kullanılan motorun tipini belirlediniz mi?		
4. Motoru bağlantılarına dikkat ederek söktünüz mü?		
5. Motorun bağlantı uçlarını çıkararak ölçümlerini yaptınız mı?		
6. Motorun sağlamlık kontrolünü yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

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

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Doğru akım motoru, doğru akım elektrik enerjisini enerjiye dönüştüren elektrik makinesidir.
2. Rotor (endüvi) akımı azaltılıp çoğaltıldığında motorun değişecektir.
3. doğru akım motorlarında manyetik alanın meydana geldiği kısımdır.
4. Endüviye uygulanan gerilime ters yönde oluşan bu EMK'ye denir.
5. Şönt motor uyarım sargısının endüvi sargısına olarak bağlandığı doğru akım motorudur.

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

6. () Manyetik alan içerisinde bulunan iletken bir akım geçirilirse iletken alan dışına itilir.
7. () FSDAM terimi kalıcı mıknatıslı senkron motor için kullanılır.
8. () DC motorların yol alma momentleri yüksektir.
9. () Fırçasız DC motorlar harici güç elektroniği gerektirir.
10. () Doğru akım makinelerinde aşınma ve iyi komütasyon elde etmek için saf bakır fırça kullanılır.
11. () Zıt EMK doğru akım makinelerinde, makinenin yüküne göre akımı ayarlamaktadır.
12. () Seri motorda motor, yüklendikçe devir sayısı artar.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Elektrikli ev aletlerinde kullanılan DC motorların bakım ve montajını yapacaksınız.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar aşağıdadır.

- Evinizde, atölyenizde bulunan elektrikli ev aletlerini inceleyerek bunlarda kullanılan motor ve bu motorların tiplerini tespit ederek bakım ve onarımları hakkında bilgi toplayınız.
- DC motorlarda ne tür bakımlar yapılır? Araştırınız.
- Elektrikli ev aletlerinde kullanılan DC motorları ve bunların yapılarını, bağlantı şekillerini, çalışma gerilimlerini ve çalışma şartları ile ilgili bilgileri katalog ve cihaz bilgilerinden faydalanarak öğreniniz.

2. DC MAKİNELERDE BAKIM VE ONARIM İŞLEMLERİ

2.1. Arıza Tespiti

Elektrikli cihazlarda meydana gelen bir hatanın (olumsuzluğun) planlı bir şekilde bulunmasına **arıza arama** denir. Bilinmelidir ki bir arızayı gidermek kadar onun tespiti de önemlidir. Zira arızayı ufak iken tespit edip gidermekle sonradan meydana gelebilecek daha büyük arızaları önlemiş oluruz.

Doğru akım makinelerinde meydana gelen arızalar; çoğunlukla bakımsızlıktan, bilgisizce ve kötü şartlarda kullanmadan meydana gelir ve mekaniksel veya elektriksel arıza olarak kendini gösterir. Bu arızaları tespit etmek için de önceden bazı bilgilere sahip olmamız gerekir. Örneğin bir dinamoda meydana gelen arızayı tespit etmek için önceden dinamoda EMK'nin nasıl meydana geldiğini, dış devreye nasıl alındığını ve ne zaman az veya çok olacağını bilmeliyiz. Bu bilgilere sahip olunduktan sonra arıza tespiti kolaylaşır.

2.2. Arızalar ve Onarımı

Doğru akım makinelerinde meydana gelen arızaları dört grupta toplayabiliriz.

2.2.1. Kutup Sargılarında Meydana Gelen Arızalar

➤ Devre kopukluğu

Kopukluk; sarım sırasında dikkatsizlik, çekme, dışardan darbe veya bobin içinde meydana gelen kısa devre sonunda ortaya çıkabilir. Kopukluğu bulmak için kutupların ara bağlantılarının yalıtkanlığı kaldırılıp seri lamba ile her kutup bobini ayrı ayrı kontrol edilir. Seri lambanın yanmadığı bobinde kopukluk vardır.

➤ Kısa devre

Bobin iletkenlerinin birbirine değerek akımın kısa yoldan devresini tamamlamasıdır ve sargıların yalıtkan maddesinin ısı, rutubet veya dış tesirler nedeniyle yalıtkanlık özelliğini kaybetmesinden dolayı meydana gelir. Bobin uçlarının birbirine ve en az iki yerden gövdeye değmesi sonunda da kısa devre meydana gelebilir. Kısa devreyi bulmak için bobinlerin ara bağlantılarının yalıtkanı açılır ve makine normal çalışma geriliminin yarısı kadar gerilim uygulanır. Bir voltmetre ile her kutup bobinin uçları arasındaki gerilim ölçülür. Kısa devre olan bobinin uçlarında ölçülen gerilim, sağlam bobinlerde ölçülen gerilimden küçüktür. Kutup bobini uçlarına uygulanan gerilim doğru akım ise bir müddet sonra bobinlerin ısındığı, kısa devre olan bobinin az ısındığı veya hiç ısınmadığı görülür.

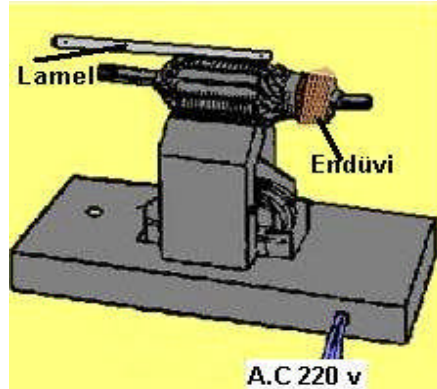
➤ Gövdeye kaçak (şase)

Kutup sargılarının yalıtkanlıklarının bozulması sonucunda iletkenlerin makinenin madenî gövdelerine dokunmasıdır. Aynı zamanda birden fazla gövdeye kaçak, kısa devreleri meydana getirir. Arızayı bulmak için kutupların sıra ile bağlantıları açılır ve seri lamba ile her bobinde ayrı ayrı gövdeye kaçak aranır.

2.2.2. Endüvi Sargılarında Meydana Gelen Arızalar

➤ Devre kopukluğu

Kopukluk, bilhassa makine yüklendiği zaman kendini gösterir ve kopuk olan bobinin bağlı olduğu dilimlerde kararmalar olur. Arızalı bobin, endüvi kontrol aleti (growler cihazı) ile bulunur.



Resim 2.1: Growler cihazı

➤ **Kısa devre**

Kısa devre durumunda arızalı bobin fazla ısınır ve bağlı olduğu dilimlerde kararmalar olur; makine şerareli çalışır. Arızalı bobin growler cihazı ile bulunur.

➤ **Gövdeye kaçak (şase)**

Gövdeye kaçak birden fazla noktada ise endüvi ısınır ve makine şerareli çalışır. Yerinden sökülen endüvide kolektör ile gövde arasına seri lamba ile bakılarak arıza bulunur.

2.2.3. Kolektör ve Fırçalarda Meydana Gelen Arızalar

➤ **Kolektörde meydana gelen arızalar**

Dilimler arasında veya dilimlerle gövde arasında kısa devre olmasındandır. Bilhassa dilimler arasındaki mikanın zamanla yağ, kömür tozu, pislik ve şerareden (ark) dolayı kömürleşmesi sonucunda mikalar arasında bir kısa devre oluşur. Dilimlere gelen bobin uçları ayrılır ve komşu dilimler, seri lamba ile ayrı ayrı kontrol edilir. Bu sırada seri lamba uçları, dilimler üzerinde fazla tutulmamalı, mümkünse düşük gerilimli ve küçük güçlü bir lamba ile kontrol yapılmalıdır. Kontrolten sonra kömürleşmiş mikalar, ince ağızlı demir testere ucu veya çakı ile temizlenir.

➤ **Fırça arızaları**

Kömürlerin zamanla ufalması, kırılması veya fırça-yay basınçlarının azalmasından dolayı oluşur. Kırılan ve küçülen fırçalar yenileri ile değiştirilir. Yay basınçları ise yeniden ayarlanır veya yenileri ile değiştirilir. Değiştirilen fırçalar, fırça yuvalarına; fırçaların kolektör değen kısımları ise kolektör yuvarlağına göre iyice alıştırılmalıdır. Eğer fırçalar yerinden kaymış ise kolektörde şerare meydana gelir. Bu takdirde makine, yük altında çalışırken fırça tutucuları en az şerare çıkan yere getirilip tespit edilir.

2.2.4. Yatak ve Mekanik Arızaları

Yataklar, zamanla veya bakımsızlıktan bozulabilir. Yatakların bozulması, makinenin çalışmasına engel olur. Yataklarda ısınma olursa veya yataklardaki endüvi mili aşınırsa, hemen sökülüp kontrol edilmelidir. Diğer yandan kapakların gövdeye iyi tutturulmaması sonucunda endüvi nüvesi, kutup pabuçlarına sürterek sıkışmalara ve ısınmaya, hatta kutup sargılarının kopmasına neden olabilir. Diğer yandan havalandırma iyi olmazsa fazla ısı nedeniyle çeşitli arızalar meydana gelebilir. Elektrik makinelerindeki arızalar; bilhassa yağ, toz ve pisliklerin bobinler ve kolektör dilimleri arasına girerek yalıtkanlığı bozması sonucunda meydana gelir. Makine sık sık temizlenmeli ve yalıtkanlık muayenesi yapılmalıdır. Yalıtkanlıkta azalma varsa makine fırınlanarak kurutulmalıdır. Aşağıda doğru akım makinelerinde meydana gelebilecek arızalar, maddeler hâlinde verilmiş ve bu arızaların sebepleri ayrıca açıklanmıştır. Bize düşen görev, arıza sebeplerini ortadan kaldırmaktır.

Günümüzde elektrik-elektronikteki ilerlemelere paralel olarak bu motorların kullanım alanı oldukça artmıştır. Büro aletleri, fotokopi makineleri, fan ve üfleyiciler, su-hava-kimyasal pompalar, tarayıcılar, elektrikli ev aletleri, yazıcılar ve teyp sürücüler gibi geniş

bir kullanım alanına sahiptir. Ayrıca iş makinelerinde, büyük havalandırma sistemlerinde, optik tarayıcılarda ve tıp aletlerinde de kullanılır.

➤ **Motor arızaları**

Arıza	Sebepleri	Giderme Yolları
Motor çalışmıyor.	Fırçalar kolektöre basmıyor.	Fırça yayı kontrol edilmeli ve yay basıncı azaldıysa değiştirilmelidir. Eskimiş fırçalar değiştirilmelidir.
	Fırçalar, fırça tutucularında sıkışmıştır.	Fırçalar, fırça tutucularından çıkarılarak zımparalanır ve tutucular temizlenir.
	Güç kaynağında akım yoktur.	Yol verme reostası kontrol edilir.
	Yataklarda sıkılma ve kilitlenme var.	Yataklar kontrol edilir. Arızalı yatak değiştirilir.
Motor çalışıyor sonra durup yön değiştiriyor.	Motoru besleyen şebekenin veya kaynağın kutupları değişiyor.	Kutuplarının değişme nedenleri aranır.
	Şönt ve seri sargının manyetik alanları birbirine karışır.	Bağlantılar değiştirilerek düzeltilir. Endüvi uçları, istenen dönüş yönüne göre bağlanır. Her iki sargı manyetik alanda ayrı ayrı kontrol edilerek endüvinin her iki durumda da aynı yönde dönmesi sağlanır.
Motor normal hıza erişmiyor.	Aşırı yük vardır.	Motor aşırı yüklüdür, yük kaldırılır veya hafifletilir. Yataklar kontrol edilerek sıkışma veya yağsızlık giderilir.
	Gerilim düşüktür.	Gerilimin motor etiketinde yazan değerde olması sağlanır.
	Endüvi bobinlerinde veya kolektör dilimleri arasında kısa devre vardır.	Bu durumda kısa devre olan bobin uçlarının bağlandığı dilimlerde kararma ve yanma olur. Bu dilimlere bağlı bobinler ve dilimler arasındaki mikalar kontrol edilir.
	Yük fazla, manyetik alan azdır.	Uyartım reostası kontrol edilerek uygun manyetik alanın oluşması sağlanır.

	Fırçalar, nötr ekseninde değildir.	Fırça tutucular, fabrika tarafından ayarlanan ilk durumuna getirilir.
Arıza	Sebepleri	Giderme Yolları
Motor hızı çok yüksek.	Gerilim çok yüksektir.	Sesleme gerilimi azaltılır veya endüvi ile kutup pabuçlar arasındaki hava aralığı ayarlanır.
	Yük çok hafiftir.	Yük artırılır veya endüvi devresine direnç eklenir.
	Şönt sargı, kısa devre olmuştur.	Bobin değiştirilir.
	Şönt sargının manyetik alan yönü terstir.	Bobin uçları değiştirilir.
	Seri sargı kısa devre olmuştur.	Bobin değiştirilir.
	Seri sargının manyetik alan yönü terstir.	Bobin uçları değiştirilir.
	Nötr ayarı kaymıştır.	Fabrika nötr ayar noktasına bakarak veya deneyerek fırçalar nötr eksenine getirilir.
	Şönt uyartım reostasının bir kısmı devrede veya devrede lüzumsuz direnç var.	Motor etiketinde yazan gerilim ile uygulanan genim karşılaştırılır
Motor, normal devrini alıyor fakat yüklenirken devri düşmüyor.	Kararsız hız-yük ayarı	Fırça tutucularının nötr ekseninde olup olmadığı kontrol edilir ve kaymışsa düzeltilir. Seri sargıda kısa devre aranır.
	Şönt ve seri sargılarda ters bağlar.	Bobinler ayrı ayrı kontrol edilip bağlantı düzeltilir.
	Komütasyon kutbu veya komütasyon kutbu ile endüvi arasındaki hava aralığı çok küçük.	Bobinler ve hava aralığı fabrika imalat değerlerine göre düzeltilir.
Motor, devamlı olarak düşük devirde çalışıyor.	Gerilim düşük.	Besleme gerilimi ölçülerek motor etiketindeki gerilim değerinde olması sağlanır.
	Aşırı yük.	Motor yatakları kontrol edilir. Motor, aşırı yüklü ise yük azaltılır.
	Nötr ekseninin kayması	Fırça tutucuların fabrika imalat ayarında olması sağlanır.
	Kolektör veya bobinlerde kısa devre olması	Endüvi sökülerek kontrol edilir.

	Motor, aşırı yüklüdür ve nominal akımından fazla akım çeker.	Motor hızı veya yükü azaltılır.
	Gerilim, nominal gerilimden yüksek.	Besleme gerilimi, etiket değerine düşürülür.
Motor, devamlı olarak düşük devirde çalışıyor.	Havalandırma yetersiz.	Havalandırmaya mani olan durumlar ortadan kaldırılır.
	Kısa devre olmuş bobinler yüzünden aşırı akım çekme. Endüvi de Kısa devreye neden olan birden fazla gövdeye kaçak var.	Endüvi sökülerek kontrol edilir. Kısa devre veya gövdeye kaçak arızaları bulunarak tamir edilir veya bobinler yeniden sarılır.
a) Sıcak endüvi	Endüvinin merkezden kaçık olması nedeni ile kutuplara sürtünmesi ve aşırı akım çekmesi	Yataklar kontrol edilerek endüvinin merkezde dönmesi sağlanır. Endüvi milinde eğrilik varsa düzeltilir.
	Endüvi nüvesini oluşturan saclarda kısa devre nedeni ile demir kaybının fazla olması	Bazen balans ayarı için madenî oyuk kamaları kullanılır. Bunlar çıkartılarak denge için başka çareler düşünülür.
	Sac levhâların birer yüzleri yalıtılmamış. Levhaların tornalanması nedeniyle kısa devre var.	Motorun yüksüz çalışması durumunda endüvi nüvesi, aşırı akım çekilmesi nedeniyle ısınır. Endüvi nüvesi değiştirilir.
b) Sıcak kolektör	Fırça, basıncı çok yüksek.	Basıncı 14 kg/cm ² -18 kg/cm ² arasında ayarlanır, fırçanın uygun olup olmadığı kontrol edilir.
	Fırçalar nötr ekseninden kaçık.	Fırça tutucuları, nötr eksenine üzerine getirilir.
	Fırçalar, çok sert ve dolayısıyla çok aşındırıcı.	Motora uygun fırça kullanılır.
	Kolektör dilimleri arasında kısa devre.	Endüvi sökülerek dilimler arasındaki mikalar kontrol edilir.
	kolektör ısı veren nüve ve bobinler.	Endüvi nüvesi ve bobinleri kontrol edilir.
	Gerilim çok yüksek.	Besleme gerilimi ölçülerek, etiket değerine düşürülür.
	Havalandırma yetersiz.	Havalandırmaya mâni olan durumlar ortadan kaldırılır.
	Kutup sargılarında kısa devre veya gövdeye kaçak var.	Arıza tespit edilerek giderilir veya bobinler yeniden sarılır.

c) Sıcak kutuplar	Her bobinin direnci aynı değil.	Bobin siper sayılan veya kesitlerinde eşitsizlik vardır. Bobin dirençlerinin birbirinin % 10'u içinde oldukları kontrol edilir. Direnci çok düşük olan bobinler değiştirilir.
	Havalandırma yetersiz.	Havalandırmaya mâni olan durumlar ortadan kaldırılır.
	Bobinler, ısı kaybını yayabilecek kadar büyük değil.	Motorunda yer varsa bütün bobinler daha büyükleri ile değiştirilir.
Motor, titreşerek dengesizlik işaretleri gösteriyor.	Endüvi dengesiz.	Endüvi bobinlerinde dengesizlik var. Oyuklara madenî kamalar konularak dengelenir.
	Hizasızlık	Kapaklar birbiri ile hizalanır.
	Gevşek veya eksantrik volan	Volan, milin üzerinde sıkıştırılır ve eksantrikliği giderilir.
	Kayış veya zincirin kamçılanması.	Kayış veya zincir gerginliği ayarlanır.
	Eğik mil.	Dişliler kontrol edilerek yenileri ile değiştirilir.
	Zemin yetersiz.	Endüvi mili düzeltilir veya yenisi ile değiştirilir.
	Motor, gevşek tespit edilmiş.	Motorun monte edildiği zemin veya kaide kuvvetlendirilir.
	Motor ayakları eşit değil.	Motor tespit vida ve somunları sıkıştırılır.
Motor fırçalarında ark meydana geliyor.	Fırça tutucuları nötr ekseninde değil.	Kısa ayakların altına parça konularak dengelenir.
	Kolektör yüzeyi düzgün değil.	Fırça tutucular, nötr eksenine getirilir.
	Kolektör eksantrik.	Dilimlerin yüzeyi taşlanarak düzeltilir, köşeler yuvarlatılır.
	Mikalar çok yüksek.	Kolektör tornalanır.
	Yardımcı kutup gücü çok fazla.	Mikalar yüzeyden aşağıya düşürülür.
	Bobinlerde kopukluk.	Yardımcı kutup bobinleri kontrol edilerek değiştirilir.
	Kolektör dilimlerine bobin uçlarının lehimlenmesi iyi değil.	Bobinler kontrol edilerek değiştirilir.
	Kolektörde yüksek hızda yüzeyden yüksek veya gevşek dilim.	Uçlar, sökülerek tekrar düzenli bir şekilde lehimlenir.

	Fırça cinsi yanlış seçilmiş, fırça basıncı çok hafif, akım yoğunluğu çok yüksek, fırçalar yuvalarında sıkışmış, fırça bağlantıları gevşek.	Birimler kontrol edilir, yüksek dilimler torna ile yüzey seviyesine düşürülür.
	Kolektör yüzeyindeki kirli tabaka nedeniyle fırçaların düzgün basmaması.	Fırçalar kontrol edilir.
	Titreşim	Kolektör yüzeyi temizlenir.
Arıza	Sebepleri	Giderme YOLLARI
Aşırı fırça aşınması	Fırçalar çok yumuşak.	Motorun montajı ve dengesi kontrol edilerek titreşim giderilir.
	Kolektör yüzeyi düzgün değil.	Uygun fırça ile değiştirilir.
	Havalandırma esnasında motor içerisine aşındırıcı toz giriyor.	Kolektör yüzeyi taşlanır.
	Fırça tutucular, nötr ekseninde değil.	Motor içerisine aşındırıcı toz girmemesi için gerekli tedbirler alınır.
	Yüksek, alçak veya gevşek dilim	Fırça tutucular, nötr eksenine getirilir.
	Aşırı fırça basıncı	Yay basıncı 14 kg/cm ² -18 kg/cm ² yi geçmeyecek şekilde ayarlanır.
	Kolektör yüzeyindeki tabakanın kaybolması nedeniyle elektriksel aşınma	Fırça ve kolektör yüzeyi temizlenerek yenilenir.
	Havadan veya yataklardan gelen yağ ve gres	Yağ ve gresin gelmesi önlenir. Yüzeyler düzeltilir.
	Havadan gelen zayıf asit ve nem	Havalandırma sırasında giren hava değiştirilerek motor korunur veya kapalı motor kullanılır.
Motor, gürültüü çalışıyor.	Fırça vınlaması	Fırça açısı ve kolektör yüzeyi kontrol edilir.
	Motor gevşek monte edilmiş.	Tespit vida ve somunları sıkılır.
	Zeminin boş olması nedeniyle ses yapıyor.	Tahta zemin, su geçirmez madde ile değiştirilir.
	Gevşek endüvi plakaları	Endüvi nüvesi değiştirilir.
	Endüvi nüvesi, kutup pabuçlarına sürtünüyor.	Tespit vida ve somunlar sıkılır.

Kayış çarpması veya vurması	Kayışın durumu ve gerginliği kontrol edilir.
Aşırı yük	Aşırı yük kaldırılır.
Mekaniksel titreşim	Titreşim sebepleri aranarak normal çalışma temin edilir.
Sesli yataklar	Yataklar kontrol edilerek yağlanır.

Tablo 2.1: Arızalar ve Çözümleri

2.3. Fırça Arızaları

- Hava aralıkları eşit değildir.
- Ortam aşındırıcıdır.
- Ortam kemirici (kimyasal etkiler)
- Ortam, kimyasal maddelerle yüklü
- Ortam kurudur.
- Ortam nemlidir.
- Ortam yapışkandır.
- Fırça taşıyıcı kol aralıkları eşit değildir.
- Fırça taşıyıcı mekanizmada tutukluk var.
- Fırçalar, küçük tepki açısı ile çalışıyor.
- Fırçalar, yuvalarında hareket ediyor.
- Fırçalar çok serttir.
- Fırçalar çok ağırdır.
- Fırçaların kesil alanı çok büyüktür.
- Fırçalar çok yumuşaktır.
- Fırça yuvası ile fırça arasındaki boşluk fazladır.
- Fırça yuvası ile kolektör arasındaki boşluk fazladır.
- Aşırı yükte komütasyon kutuplarında doyma var.
- Komütasyon kutuplarının (yardımcı kutuplar) alan şiddeti uygun değildir.
- Komütasyon hatalıdır.
- Yüksek veya alçak kolektör dilimleri var.
- Kolektör dilimlerinin kenarları tırtıklıdır.
- Kolektör dilimleri arasında kısa devre vardır.
- Kolektör eğrilmiştir.
- Kolektör yüzeyinde düzleşme (yassılma) vardır.
- Fırçaların değme dirençleri çok yüksektir.
- Fırçaların değme dirençleri çok düşüktür.
- Fırçaların ve kolektörün değme yüzleri çok parlaktır.
- Fırçalar arasında akım dağılımı eşit değildir.
- Fırça taşıyıcı kolları arasında akım dağılımı eşit değildir.
- Fırça kamçıları ve bağlantılar uygun değil veya arızalıdır.
- Fırça kamçıları çok gevşektir.
- Fırça kamçıları çok uzundur.

- Fırça kamçıları çok kısadır.
- Fırça kamçıları çok serttir.
- Makinenin temeli (kaidesi) gevşektir.
- Kolektör dilimi başına düşen gerilim fazladır.
- Yük, şiddetle azalıp çoğalıyor.
- Makine dururken fırçaların altında kimyasal etkiler.
- Makinenin balansı bozuktur.
- Makine, aşırı yükte çalışıyor.
- Makine, daima aynı durumda durduruluyor.
- Makine, uzun müddet yüksüz veya az yükte çalışıyor.
- Mika izoleler yerlerinden fırlamıştır.
- Yağ yayılması veya sis şeklinde yağ var.
- Paralel çalıştırma eşit değildir. (yük bakımından)
- Fırçaların cinsi uygun değildir.
- Şebeke akımı, dalgalı veya harmoniklidir.
- Yay basınçları uygun değildir.
- Fırçaların eksensel dizilişi uygun değildir.
- Fırçaların çevresel dizilişi uygun değildir.
- Yol verme akımı çok fazladır.
- Fırça bağlantı pabuçları uygun değildir.
- Fırça kalınlıkları uygun değildir.
- Havalandırma uygun değildir.
- Transmisyon hataları dolayısıyla titreşim var.
- Makinenin çalkalanması (özellikle dik motorlarda)
- Sargı veya bağlantılar hatalıdır.
- Yataklar aşınmıştır.
- Fırça yuvaları donanımı aşınmıştır.

2.4. Fırçalar Değiştirilirken Yapılacak İşlemler

- Kolektör veya bileziklerde ovallik bulunmamasını, makinenin yataklarında boşluk ve milinde salgı bulunmamasını sağlayınız. Yüzey rektifiye etmek gerekiyorsa bunu uygun bir cihaz ile yapınız. Mümkünse makineyi bulunduğu yerde ve kendi yataklarında nominal hız ve sıcaklığında döndürmek en iyi sonucu verir.
- Kolektör lamelleri arasındaki mikaları frezeleyiniz veya kazıyınız. Lamellerin kenarlarını pahlayınız.
- Kolektör veya bilezik yüzlerini sıfır zımpara ile parlatınız. Parlattıktan sonra lamel aralarını, fırça ve yuvalarını basınçlı hava tutup fırçalayarak temizleyiniz.
- Fırça yuvalarını taşıyan çubukların makine eksenine ve dolayısıyla lamellere paralel olmasına dikkat ediniz.
- Her fırça tutucusu aşağıda anlatıldığı gibi ayarlanmalıdır.
 - Bir dinamometre ile bütün fırça basınçlarının aralarında eşit ve makine imalatçısının verdiği değerde olması sağlanır. Böyle bir değer verilmemişse tablodaki basınçlar kullanılabilir.

Kömür (Fırça) Cinsi	Basınç g/cm ²	
	Kolektörde	Bilezikte
Sert	175	-
Yumuşak grafit	150	175
Elektrografit	175	200
Madeni (maden oranı < %70)	150	150
Madeni (maden oranı > r70)	150	175

Tablo 2.2: Basınç Değerleri

Bu değerler, özel hâllerdeki fırça çalışma şartlarına bağlı olarak değişebilir.

- Fırçaların serbestçe çalışabilmesi için yuvanın iç yüzleri düzgün ve ölçüleri tam olmalıdır.
 - Bastırma tertibinin mafsalları varsa çalışmaları serbest olmalıdır değilse yağlayıp siliniz.
 - Fırça yuvaları alt yüzlerinin kolektörden uzaklığı, küçük makinelerde 1 mm diğerlerinde en çok 2-3 mm olmalıdır. Bu uzaklığı ayarlamak için kolektörle yuva arasına uygun kalınlıkta bir mukavva parçası konur. Yuva bağlantısı gevşetilir ve yuva mukavvaya dayanıncaya kadar kolektöre yapıştırılıp bu durumda sıkılır.
 - Yuvalar o şekilde dizilmelidir ki aynı iz üzerinde çalışan fırçalar eşit sayıda olmalıdır. Bu şekilde düzenlenmiş fırça grupları, makine eksen yönünde kaydırılarak fırça izleri, kolektör yüzüne bölüştürülmelidir. Böylelikle kolektörün oluk şeklinde aşınmasına engel olunur.
 - Bir üst maddedeki hususu yerine getirmek için bir fırça hattını taşıyan çubuk üzerindeki fırça yuvalarını gevşetiniz. Bir lamelin kenarına bakmak suretiyle fırçaları hizaya getiriniz ve yuvaları yeniden sıkıştırınız.
 - Lamel sayısını kutup sayısına bölerek fırça sıralarının arasındaki uzaklıkları bulunuz. Sıraların aralıklarını buna göre düzenleyiniz. Sıraların, makinenin sabit (endüktör) kısmına göre hep birlikte çevre boyunca kaydırılmasıyla en uygun yerlerinin ayrıca bulunması gerekir. Makinenin genellikle çalıştığı rejime uygun gelen durum bulunursa makine en randımanlı ve kıvılcımsız çalışır, kolektör ve fırçaların aşınması azalır.
- Fırçaların uygunluğunu, aşağıdaki şekilde inceleyiniz.
- Fırça ölçüleri, yuva ölçülerine uygun olmalıdır.
 - Gereken sayıda fırça bulunması şarttır.
 - Bu fırçaların hepsindeki marka ve kömür (karbon) cinsini gösteren işaretlerin aynı olması şarttır. Farklı cins fırçaların beraber çalışması kötü sonuçlar verebilir.
 - Kamçı boyunun ve pabuç şeklinin fırça tutucusuna uyup uymadığına bakınız.

- Fırçaların yerleştirilmesi
 - Fırçanın yuvasına doğru yönde konmasına dikkat ediniz. Özellikle alt veya üst yüzeyleri eğik olan fırçalarda bu çok önemlidir.
 - Fırçanın yuva içinde serbestçe kayabilmesi için toleranslı (boşluk) olması gerekir. Yalnız bu toleranslar, fırça kalınlığında 0,2 fırça genişliğinde 0-3 mm'den fazla olmamalıdır.
 - Fırçanın en kısalmış durumunda bile baskı tertibatının fırçanın tepesine uygun şekilde basıp basmayacağına bakınız.
 - Kamçı ve pabucun doğru olarak yerleştirilmesine dikkat ediniz.
- Fırçaların sürten yüzlerinin alıştırılması (rodaj)

Fırçalar, dönen kısmın yüzüne iyice alışmalıdır. Bunun için de makine, işletmeye konulmadan önce fırçaların alıştırma (rodaj) işlemi yapılmalıdır.

- Fırçaların altına aşındırıcı yüzü fırçalara dönük olarak bir zımpara kâğıdı sokulur (Bazı zımpara bezleri iletken tanecikler ihtiva ettiğinden bunları kullanmaktan kaçınmalıdır.). Bu kâğıt, makinenin dönüş yönünde ileri geri hareket ettirilerek kömürün sürten yüzü alıştıncaya kadar aşındırılır. Kömürün yüzüne gömülebilecek küçük parçacıklar uzaklaştırılmalıdır.
 - Makine yeniden durdurularak basınçlı hava veya körükle bakır ve zımpara tozları üflenir. Fırçalar çıkartılarak yuvaların iç kısımları da iyice temizlenmelidir.
- Makineye yol verilmesi
 - Makineye yol vermeden önce fırçaların yuvalarda iyi kaydığını kontrol ediniz.
 - Makineye az yüküyle yol veriniz. Patın denilen renkli iz tabakası teşekkül ettikçe yükü artırınız.
 - Patın teşekkülü, çalışmanın normal olduğunu gösterir. Bu sırada fırçaların kaymasını sürekli olarak kontrol ediniz. Patın rengi, duruma göre bakır renginden siyaha kadar değişebilir. Önemli olan patının meydana gelmiş olmasıdır. Bu iş biraz uzun sürer. Makine iyi ayarlanmışsa 50-100 saatte 1/4 yükten tam yüke alınır.

2.5. Kolektör ve Fırçaların Değiştirilmesi, Değiştirme Esnasında Dikkat Edilecek Hususlar

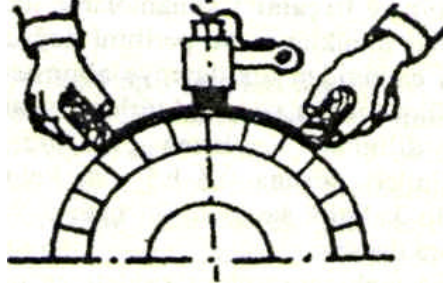
2.5.1. Fırçaların Değiştirilmesi

Fırçalarda çeşitli arızalar meydana gelebilir. En çok meydana gelen arızalar şunlardır:

- Fırça kömürleri kırılabilir, kısalmabilir.
- Kısalma sonucu yay basıncı azalır.
- Fırça yatağı ile gövde arasında kısa devre olabilir.

- Fırça yatağındaki sıkıştırma vidası gevşeyerek fırçaların konumlarının değişmesine neden olabilir.

Bu durumlarda kolektör ile fırçalar arasında şerare meydana gelir. Arızalanan fırçalar (kömürler) aynı özellikte yenileri ile değiştirilmeli, yay basıncı da yeniden ayarlanmalıdır.



Şekil 2.1: Yeni fırçaların alıştırılması

2.5.2. Kolektörün Değiştirilmesi

Arızalanan bir endüviyi tekrar sarmadan önce kolektörün iyi bir incelemeden geçirilmesi gerekir. Çünkü çoğunlukla kolektör aşınmış veya özelliğini kaybetmiş olmaktadır ve yenisi ile değiştirilir. Kolektör bakımı yapılarak yeniden sarılan ve çalıştırılan endüvilerden randıman alınamamaktadır. Bu nedenle endüvi sarımı yapılan bütün kolektörlü makinelerin hemen hemen hepsinin kolektörü yenisi ile değiştirilir. Bundan başka bobin uçlarının lehimlendiği kısımlar sokulurken zarar görebilir. Toz, kömür tozu, yağ gibi pislikler dilimler arasında kısa devreye neden olabilir. Fırça ve kolektörün birbiri ile sürtünmesinden dolayı kolektörde dengesiz aşınmalar olmaktadır.

Kolektörde fazla aşınma yoksa bakımı yapılabilir. Öncelikle kolektörde dengesiz aşınma var ise torna ile düzeltilmelidir. Aşınma çok az ise zımpara ile düzeltilir. Dilimler arası da demir testeresi ile ya da bıçak ile temizlenir. Bunu yaparken mikaların aşınmamasına dikkat edilmelidir.

- Kolektör değiştirilirken dikkat edilecek hususlar:
 - Kolektör, milinden çıkarılırken çektirme ile mile zarar verilmeden çıkarılmalıdır.
 - Yeni kolektör mile yerleştirilirken dengeli bir biçimde kasılmaya meydan vermeden yerleştirilmelidir. Bunun için milin başına geçecek demir borular kullanılır ve çekiçle üstten borulara vurularak kolektöre ve mile zarar vermeden yerleştirme sağlanır.
 - Yeni yerleştirilen kolektörün önceki yerine tam olarak oturtulması gerekir. Ne geride kalmalı ne de fazla ileride sabitlenmemelidir. Aksi takdirde fırçalar kolektöre tam basamayacağından kısa sürede endüvi yeniden arızalanır.

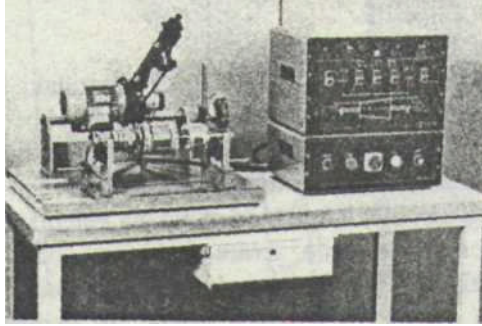
2.6. Makinelerde Balans ve Balansın Önemi

Elektrik motorlarının döner kısmını oluşturan rotorlarda, imalat hatasından ya da sonradan özellikle endüvilerde ve rotoru sargılı asenkron motorun rotorlarında tekrar sarım yapıldıktan sonra titreşim ve gürültülü çalışmalar söz konusu olmaktadır. Bunun nedeni endüvinin dönmesindeki dengesizlik, yani balanssızlıktır.

Balanssızlık (dengesizlik), dönen bir cismin atalet eksenini, dönme eksenine ile çalışmadığı durumlarda ortaya çıkar. Bunun tersi ise dengeli (balanslı) çalışmadır. Balanssızlık sargı ağırlıklarının endüvinin her noktasında eşit şekilde olmamasından kaynaklanır. Bu da yataklara etki eden merkezkaç kuvvetleri doğurur. Bunun neticesinde rulman yatakları kısa sürede deforme olur ve endüvi, endüktöre sürtünebilir. Kolektörde fırçaların basma kuvveti ve dengesi bozulacağından fırça ve kolektörler zarar görür, endüvi tekrar yanabilir. Yukarıda açıkladığımız gibi sarımı yapılan endüvilerin ve rotoru sargılı asenkron motorlarda rotorların kısa sürede yeniden arızalanmaması için balanslarının alınması gerekir. Bu işlem, balans marinalarında yapılır.

Balans alma (dengeleme) yöntemleri:

- Endüvi dişleri üzerinde ve yanlarında matkap veya freze ile boşaltmalar yapılır.
- Rotorun ya da endüvinin soğutma kanatçıkları üzerinde uygun bir yere ağırlık bilezikleri takılır.
- Düşük devirli rotorlarda sargı başları, sertleştirilebilen bir malzeme ile doldurulur.
- Sac paketin yan tarafında açılan yarıklara dengeleme ağırlıkları konulur.



Resim 2.2: Endüvi balans makinesi

UYGULAMA FAALİYETİ

Elektrikli ev aletlerinde kullanılan DC motorların montaj ve bakımlarını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Emniyet için elektrik kesilir.➤ Elektrikli ev aletinin montaj vidaları açılır.➤ Elektrikli ev aleti motor montaj (kaide) vidaları sökülür.➤ Motor bağlantı kablolarına dikkat edilerek sökülür.➤ Motor bağlantı uçları çıkarılarak ölçme işlemi yapılır.➤ Motorun sağlamlık kontrolü yapılır.➤ Motor sağlamlık kontrolleri motor elektrik ve mekanik azıları sırasıyla tespit edilir.➤ Fırçalar kontrol edilir.➤ Sargılar kontrol edilir.➤ Kolektör aşınmaları kontrol edilir.➤ Tespit edilen arızalar, yeni parçalarla değiştirilerek arıza giderilir.➤ Motor arızası büyükse yeni motorla değiştirilir.➤ Motor bakım/onarım işlemleri tamamlanarak işlem bitirilir.	<ul style="list-style-type: none">➤ Çalışmalarınızı enerji altında yapmayınız.➤ Çalışmalarınızda kullanacağınız yardımcı el ve güç aletlerini hazır bulundurunuz.➤ El ve güç aletlerinin çalışır durumda olmasına özen gösteriniz.➤ Motor arızaları büyük boyuttaysa motoru yenisiyle değiştirme yoluna gidiniz.➤ Motor arızasını giderirken elektrikli ev aletinin diğer kısımlarını da olabilecek arızalara karşı gözden geçirmeyi unutmayınız.➤ Tamiratını yapacağınız aletin kısa süreli bir tamir işlemi olmamasına özen gösteriniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Alıcının enerjisini keserek gerekli güvenlik tedbirlerini aldınız mı?		
2. Alıcının montaj vidalarını açtınız mı?		
3. Motorun montaj bağlantı vidalarını söktünüz mü?		
4. Motor bağlantı kablolarını dikkatli bir şekilde söktünüz mü?		
5. Motor bağlantı uçlarını çıkararak ölçümlerini yapabildiniz mi?		
6. Motorun sağlamlık kontrolünü yapabildiniz mi?		
7. Fırça sağlamlık kontrolünü yapabildiniz mi?		
8. Sargıların sağlamlık kontrolünü yapabildiniz mi?		
9. Kollektörün aşınma kontrolünü yapabildiniz mi?		
10. Tespit ettiğiniz arızaları yeni parçalar takarak giderdiniz mi?		
11. Tespit ettiğiniz arıza büyükse motoru yenisiyle değiştirebildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

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

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. () Kutup sargılarındaki kopukluk seri lamba ile tespit edilir.
2. () Endüvide arızalı bobin grubu grovler cihazı ile bulunur.
3. () Kollektör dilimlerinde kararma var ise uygulanan gerilim azaltılır.
4. () Şönt sargının manyetik alan yönü ters ise bobin değiştirilir.
5. () Fırça ölçüleri, yuva ölçülerine uygun olmalıdır.
6. () Fırçanın temas yüzeylerinin alıştırılmasına rodaj denir.
7. () Dengesiz aşınmış kolektör zımpara ile düzeltilerek tekrar kullanılabilir.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

- 1- Doğru akım motoru, doğru akım elektrik enerjisini enerjiye dönüştüren elektrik makinesidir.
- 2- Rotor (endüvi) akımı azaltılıp çoğaltıldığında motorun değişecektir
- 3- doğru akım motorlarında manyetik alanın meydana geldiği kısımdır.
- 4- Endüviye uygulanan gerilime ters yönde oluşan bu EMK'ye denir.
- 5- Şönt motor uyarım sargısının endüvi sargısına olarak bağlandığı doğru akım motorudur.

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

- 6- () Manyetik alan içerisinde bulunan iletken bir akım geçirilirse iletken alan dışına itilir.
- 7- () FSDAM terimi kalıcı mıknatıslı senkron motor için kullanılır.
- 8- () DC motorların yol alma momentleri yüksektir.
- 9- () Fırçasız DC motorlar harici güç elektroniği gerektirir.
- 10- () Doğru akım makinelerinde aşınma ve iyi komütasyon elde etmek için saf bakır fırça kullanılır.
- 11- () Zıt EMK doğru akım makinelerinde, makinenin yüküne göre akımı ayarlamaktadır.
- 12- () Seri motorda motor, yüklendikçe devir sayısı artar.
- 13- () Kutup sargılarındaki kopukluk seri lamba ile tespit edilir.
- 14- () Endüvide arızalı bobin grubu grovler cihazı ile bulunur.
- 15- () Kollektör dilimlerinde kararma var ise uygulanan gerilim azaltılır.
- 16- () Şönt sargının manyetik alan yönü ters ise bobin değiştirilir.
- 17- () Fırça ölçüleri, yuva ölçülerine uygun olmalıdır.

-
- 18- () Fırçanın temas yüzeylerinin alıştırılmasına rodaj denir.
- 19- () Dengesiz aşınmış kolektör zımpara ile düzeltilerek tekrar kullanılabilir.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	Mekanik
2	Devir sayısı
3	Endüktör
4	Zıt EMK
5	Paralel
6	Doğru
7	Yanlış
8	Doğru
9	Doğru
10	Yanlış
11	Doğru
12	Yanlış

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Yanlış
4	Yanlış
5	Doğru
6	Doğru
7	Yanlış

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	Mekanik
2	Devir sayısı
3	Endüktör
4	Zıt EMK
5	Paralel
6	Doğru
7	Yanlış
8	Doğru
9	Doğru
10	Yanlış
11	Doğru
12	Yanlış
13	Doğru
14	Doğru
15	Yanlış
16	Yanlış
17	Doğru
18	Doğru
19	Yanlış

KAYNAKÇA

- ALTUNSAÇLI Adem, **Elektrik Motorları ve Sürücüleri**, Color Ofset, K.Maraş, 2003.
- ÇOLAK Şeref, **10. Sınıflar İçin Atölye**, Color Ofset, K.Maraş, 2000.
- GÖRKEM Abdullah, **Elektrik Makinelerinde Bobinaj**, Çorum, 1994.