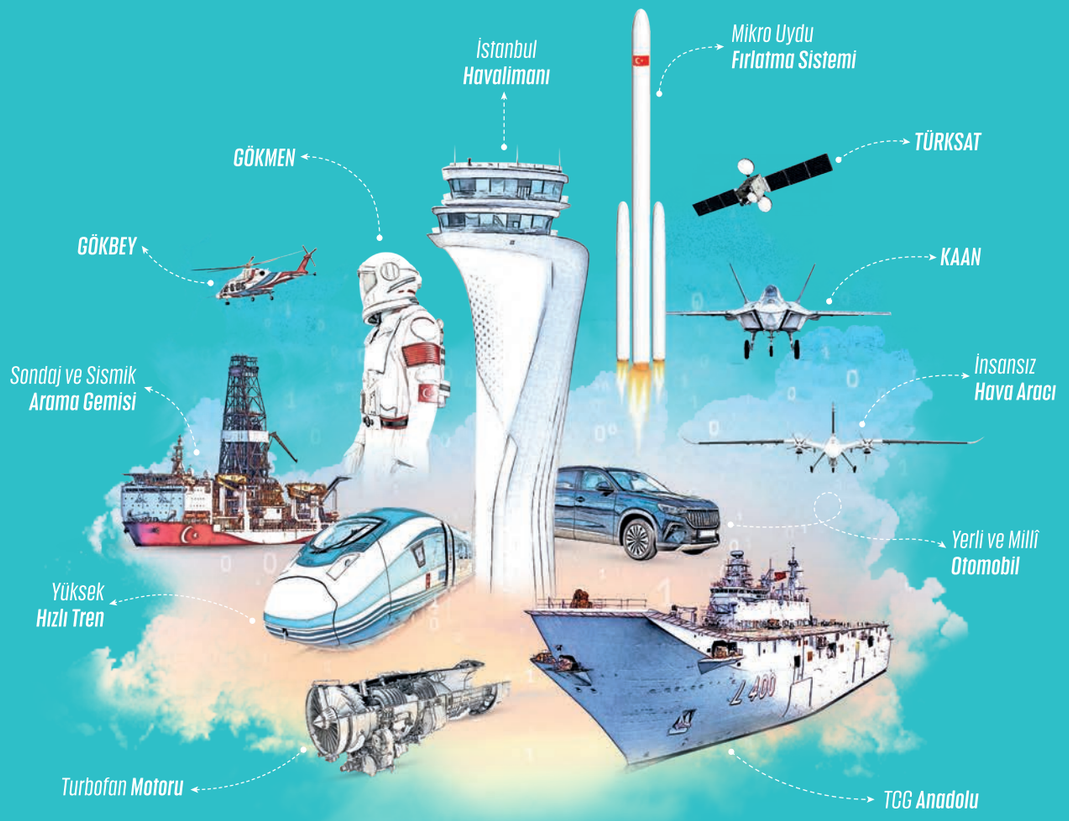
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILAMAZ.

ISBN: 978-975-11-7935-7

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşıması Zorunlu Değildir.

ELEKTRİK - ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ ALANI

DC MOTOR SARIM TEKNİKLERİ

11-12 DERS MATERYALİ

ELEKTRİK - ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ ALANI

DC MOTOR SARIM TEKNİKLERİ

DERS MATERYALİ

11-12

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

ELEKTRİK-ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ ALANI

DC MOTOR SARIM TEKNİKLERİ

11-12

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Ahmet KEKİK
Fethi ÖZDENK
Hasan İÇLİ
Özkan ERDEM

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI .....: 9371
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ .....: 3031

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Ders materyalinin metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı	Serkan ESEN
Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı	Günay DURUCAN
Görsel Tasarım Uzmanı	Hüsniye Cevahir ÖZDOĞAN

ISBN: 978-975-11-7935-7

Millî Eğitim Bakanlığının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile
Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak hazırlanmıştır.

İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

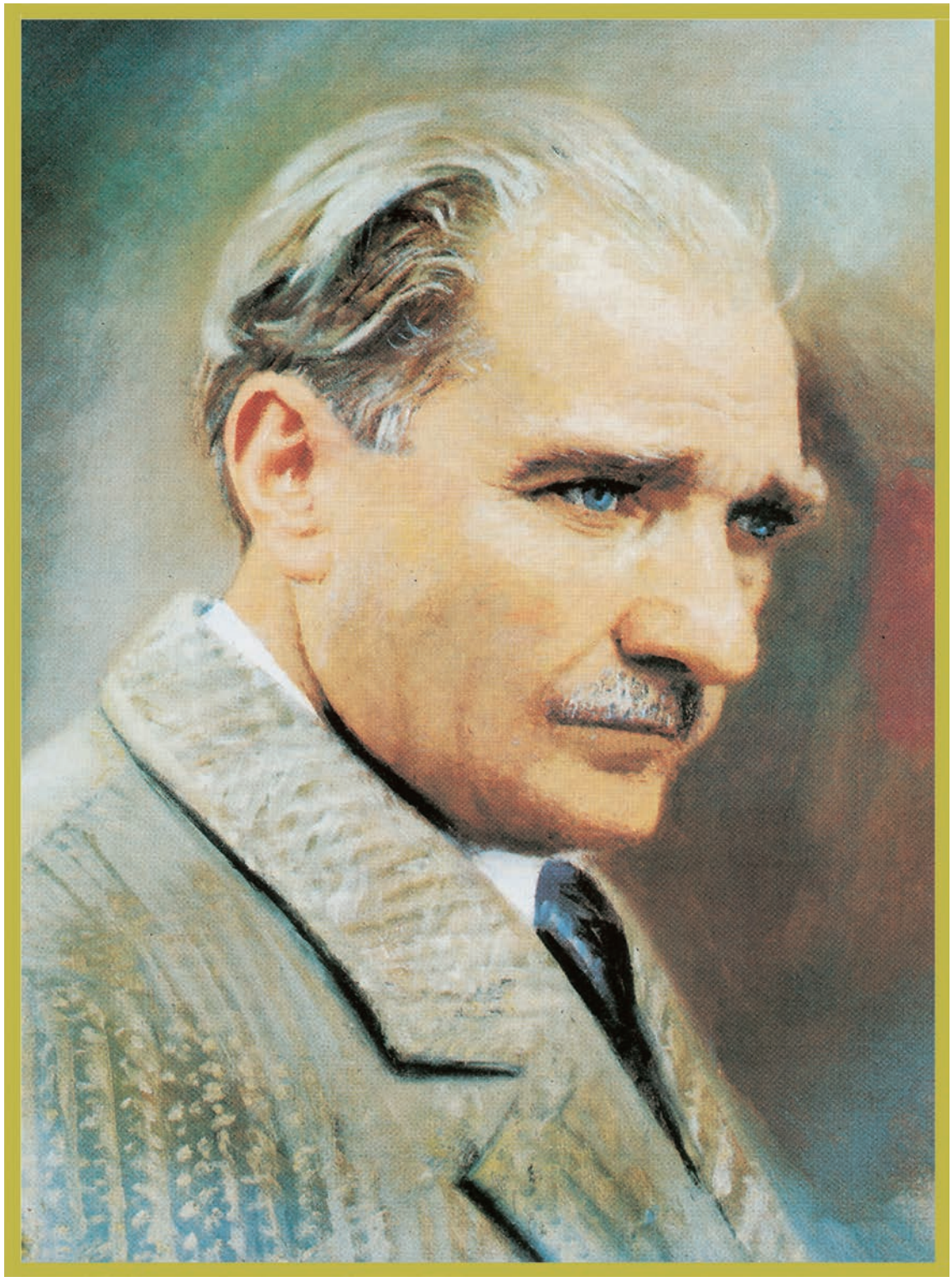
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

DERS MATERYALİNİN TANITIMI 14

1. ÖĞRENME BİRİMİ: DOĞRU AKIM MOTORLARI

1.1. DOĞRU AKIM (DC) MOTOR BAĞLANTILARI 18
1.1.1. DC Motorun Çalışma Prensibi 18
1.1.2. DC Motorun Yapısı 19
1.1.3. DC Motorlara Yol Verme Elemanları 21
1.1.4. DC Motor Çeşitleri ve Bağlantıları 22
1. Uygulama: ŞÖNT MOTORUN DEVRE BAĞLANTISI VE YOL VERME 24
2. Uygulama: SERİ MOTORUN DEVRE BAĞLANTISI VE YOL VERME 27
3. Uygulama: KOMPUNT MOTORUN DEVRE BAĞLANTISI VE YOL VERME 30
1.2. DOĞRU AKIM (DC) MOTORLARININ DEVİR SAYISI AYARI 33
1.2.1. DC Motorlarda Devir Sayısı Ayarlama Yöntemleri 33
4. Uygulama: DC MOTOR HIZ SÜRÜCÜ İLE DEVİR SAYISI AYARI 35
5. Uygulama: ŞÖNT MOTORUN DEVİR SAYISI AYARI 37
6. Uygulama: SERİ MOTORUN DEVİR SAYISI AYARI 40
7. Uygulama: KOMPUNT MOTORUN DEVİR SAYISI AYARI 43
1.2.2. DC Motorların Devir Yönünü Değiştirme 45
8. Uygulama: ŞÖNT MOTORUN DEVİR YÖNÜNÜN DEĞİŞTİRİLMESİ 47
9. Uygulama: SERİ MOTORUN DEVİR YÖNÜNÜN DEĞİŞTİRİLMESİ 48
10. Uygulama: KOMPUNT MOTORUN DEVİR YÖNÜNÜN DEĞİŞTİRİLMESİ 49
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 50

2. ÖĞRENME BİRİMİ: ELEKTRİK MAKİNELERİNDE MEKANİK ARIZALAR

2.1. DC MOTORLARDA MEKANİK ARIZA TESPİTİ 52
2.1.1. DC Motor Parçalarının Görevleri 52
2.1.2. DC Motorun Mekanik Kısımlarında Oluşabilecek Arızalar 56
1. Uygulama: DC MOTORLARDA MEKANİK ARIZALARIN TESPİTİ 59
2.1.3. DC Motorun Mekanik Arızaları ve Çözüm Yöntemleri 60
2.2. RULMANLARIN KONTROLÜ 61
2.2.1. Rulmanın Yapısı ve İşlevi 61
2.2.2. Rulman Arızaları ve Belirtileri 62
2. Uygulama: DC MOTOR RULMAN KONTROLÜ 65
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 66

3. ÖĞRENME BİRİMİ: MEKANİK KISIMLARIN BAKIMI

3.1. DC MOTORLARIN TEMİZLİĞİ 68
3.1.1. DC Motorlarda Temizlik ve Önemi 68
3.1.2. DC Motorların Temizliğinde Kullanılan Araç Gereçler 69
3.1.3. DC Motor Temizleme Aşamaları 70
1. Uygulama: DC MOTOR GÖVDESİNİN TEMİZLENMESİ 71
2. Uygulama: DC MOTOR PERVANESİNİN TEMİZLENMESİ 72
3.2. DC MOTOR KLEMENS TERMİNAL BLOKUNU DEĞİŞTİRME 73
3.2.1. DC Motor Klemens Bağlantı Şekilleri 73
3.2.2. DC Motor Klemens Terminal Blokunun Sökülmesi 74
3.2.3. DC Motor Klemens Terminal Blokunun Değişimi 75
3. Uygulama: DC MOTOR KLEMENS TERMİNAL BLOKUNUN DEĞİŞTİRİLMESİ 76
3.3. DC MOTORUN SOĞUTUCU PERVANESİNİ DEĞİŞTİRME 77
3.3.1. DC Motorlarda Isınma ve Isınmanın Önlenmesi 77
3.3.2. Soğutucu Pervanenin Sökülmesi 78
3.3.3. Soğutucu Pervanenin Montajı 78
4. Uygulama: DC MOTOR PERVANESİNİN DEĞİŞTİRİLMESİ 79
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 80

4. ÖĞRENME BİRİMİ: ELEKTRİK MAKİNELERİNDE MEKANİK PARÇA ONARIMI

4.1. ARIZALI MOTOR KAPAĞI DEĞİŞTİRME 82
4.1.1. DC Motorların Sökülmesinde Kullanılan Araç ve Gereçler 82
4.1.2. DC Motorun Söküm Aşamaları 83
1. Uygulama: DC MOTOR KAPAĞINI DEĞİŞTİRME 84
4.2. RULMAN DEĞİŞTİRME 85
4.2.1. Rulman Çeşitleri 85
4.2.2. Rulman Kodlama Sistemi ve Rulman Ölçüleri 87
4.2.3. Rulman Sökme ve Takma İşlemi 90
2. Uygulama: DC MOTOR RULMANININ SÖKÜLMESİ 92
3. Uygulama: DC MOTORA UYGUN RULMANIN SEÇİLMESİ 93
4. Uygulama: DC MOTOR RULMANININ MONTAJI 94
4.3. ROTOR VE ENDÜVİ BALANS AYARI 95
4.3.1. Balans ve Önemi 95
4.3.2. Balans Makinesi Çeşitleri 95
4.3.3. Balans Makinesinin Çalışması 96
5. Uygulama: ROTOR VE ENDÜVİNİN BALANS AYARI 97
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 98

5. ÖĞRENME BİRİMİ: KOLEKTÖRLÜ MOTOR ELEKTRİKİ ARIZALAR

5.1. KOLEKTÖR FIRÇA DEĞİŞİMİ 100
5.1.1. Motor Fırçasının Yapısı ve Çeşitleri 100
5.1.2. Fırça Ekipmanları ve Görevleri 100
5.1.3. Fırçaların Değiştirilmesi ve Dikkat Edilecek Hususlar 101
1. Uygulama: KOLEKTÖRLÜ MOTORUN FIRÇALARININ DEĞİŞTİRİLMESİ 102
5.2. KOLEKTÖR BAKIM VE ONARIMI 103
5.2.1. Kolektörün Yapısı ve Kolektör Dilimleri Arasındaki Yalıtımın Önemi 103
5.2.2. Kolektörlü Motorun Bakım Aşamaları ve Arıza Tespit Yöntemleri 103
5.2.3. Arızalı Kolektörün Sökülerek Değiştirilmesi 105
5.2.4. Kolektör Lehimleme Yöntemleri 106
2. Uygulama: KOLEKTÖRDE ARIZA TESPİTİ VE BAKIMIN YAPILMASI 107
5.3. ENDÜKTÖR BAKIM VE ONARIMI 108
5.3.1. Endüktörde Arıza Kontrolü ve Arıza Giderme Yöntemleri 108
5.3.2. Endüktör Sargılarında Kısa Devre ve Kopukluk Arızasının Tespiti 108
5.3.3. Endüktör Sargılarında Kısa Devre ve Kopukluk Arızasının Onarımı 108
5.3.4. Endüktörde Gövdeye Kaçak Arızasının Tespiti ve Arızanın Onarımı 109
3. Uygulama: ENDÜKTÖRDE ELEKTRİKSEL ARIZALARIN TESPİTİ 110
5.4. ENDÜVİ BAKIM VE ONARIMI 111
5.4.1. Growler Cihazının Kullanımı 111
5.4.2. Endüvi Sargılarında Kopukluk Arızasının Tespiti ve Onarımı 111
5.4.3. Endüvi Sargılarında Kısa Devre Arızasının Tespiti ve Onarımı 112
5.4.4. Endüvide Gövdeye Kaçak Arızasının Tespiti ve Onarımı 112
5.4.5. Endüvide Yalıtımın Önemi ve Endüvi Arızalarını Giderme Yöntemleri 112
4. Uygulama: ENDÜVİDE ELEKTRİKSEL ARIZALARIN TESPİTİ 113
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 114

6. ÖĞRENME BİRİMİ: ENDÜKTÖR ONARIMI

6.1. ARIZALI ENDÜKTÖRÜN SÖKÜLMESİ 116
6.1.1. Endüktörün Sökülmesi ve Dikkat Edilecek Hususlar 116
1. Uygulama: DC MOTORDA ARIZALI ENDÜKTÖRÜN SÖKÜLMESİ 119
6.2. ENDÜKTÖR SARGISI SARIMI 121
6.2.1. Endüktör Onarımı İçin Karteks Hazırlama 121
2. Uygulama: ENDÜKTÖR ONARIM KARTEKSİ HAZIRLAMA 123
6.2.2. Endüktör Sargısı Sarımında Kullanılan Malzemeler 125
6.2.3. Endüktör Sargısının Sarılması 127
6.2.4. Endüktör Sargılarının Manyetizmaya Uygun Yerleştirilmesi 129
3. Uygulama: ENDÜKTÖR SARGISININ SARILMASI 130
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 132

7. ÖĞRENME BİRİMİ: ENDÜVİ SARIMI

7.1. ENDÜVİ SARGISININ SÖKÜMÜ 134
7.1.1. Endüvi Sökülmeden Önce Kaydedilecek Değerlerin Belirlenmesi 134
7.1.2. Endüvi Sargılarının Sökülmesi ve Sipir Sayısının Tespiti 138
7.1.3. İletken Çapının Ölçülmesi ve Sökülen Endüvinin Temizlenmesi 139
1. Uygulama: ARIZALI ENDÜVİ SARGILARININ SÖKÜLMESİ 140
7.2. ENDÜVİYİ SARIMA HAZIRLAMA 142
7.2.1. Endüvinin Yalıtılması 142
7.2.2. Endüvi Sarım Malzemelerinin Hazırlanması 143
2. Uygulama: ENDÜVİNİN PRESBANT İLE YALITILMASI 146
7.3. BASİT PARALEL ENDÜVİ SARIMI 148
7.3.1. Basit Paralel Endüvi Sarımında Kullanılan Değerler ve Formüller 148
7.3.2. Basit Paralel Endüvi Sarım Hesabı 149
7.3.3. Basit Paralel Endüvi Sarım Şeması 150
3. Uygulama: BASİT PARALEL ENDÜVİ SARIM ŞEMASI ÇİZİMİ 160
7.3.4. Basit Paralel Endüvi Sarımının Yapılması 161
4. Uygulama: BASİT PARALEL İLERLEYEN ENDÜVİ SARIM UYGULAMASI 163
5. Uygulama: BASİT PARALEL GERİLEYEN ENDÜVİ SARIM UYGULAMASI 164
7.4. ÇOKLU PARALEL ENDÜVİ SARIMI 165
7.4.1. Çoklu Paralel Endüvi Sarımında Kullanılan Değerler ve Formüller 165
7.4.2. Çoklu Paralel Endüvi Sarım Hesabı 166
7.4.3. Çoklu Paralel Endüvi Sarım Şeması 166
6. Uygulama: ÇOKLU PARALEL ENDÜVİ SARIM ŞEMASI ÇİZİMİ 173
7.4.4. Çoklu Paralel Endüvi Sarımının Yapılması 174
7. Uygulama: ÇOKLU PARALEL İLERLEYEN ENDÜVİ SARIM UYGULAMASI 175
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 176

8. ÖĞRENME BİRİMİ: KOLEKTÖRLÜ BİR FAZLI MOTOR SARIMI

8.1. KOLEKTÖRLÜ BİR FAZLI MOTOR ENDÜVİ SARGILARININ SÖKÜMÜ 178
8.1.1. Üniversal Motor 178
8.1.2. Üniversal Motorun Arızalı Endüktör ve Endüvi Sargılarının Sökülmesi 181
8.2. KOLEKTÖRLÜ BİR FAZLI MOTOR ENDÜVİSİNİN SARIMA HAZIRLANMASI 183
8.2.1. Üniversal Motor Endüktör ve Endüvisinin Yalıtılması 183
1. Uygulama: ARIZALI ÜNİVERSAL MOTOR SARGILARININ SÖKÜLEREK SARIMA HAZIRLANMASI 184
8.3. KOLEKTÖRLÜ BİR FAZLI MOTOR ENDÜVİ BOBİNLERİNİN SARIMI 186
8.3.1. Üniversal Motorun Endüvi Sarım Şeması 186
8.3.2. Üniversal Motor Endüvi Sarımının Yapılması 188
2. Uygulama: ÜNİVERSAL MOTORUN ENDÜVİ SARIM UYGULAMASI 189
8.3.3. Üniversal Motor Endüktör Sarımının Yapılması 190
3. Uygulama: ÜNİVERSAL MOTORUN ENDÜKTÖR SARIMI 191
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 192

9. ÖĞRENME BİRİMİ: ENDÜVİ İZOLASYONU

9.1. ENDÜVİ SARIMI SONRASI KONTROLLERİ 194
9.1.1. Kontrol İşlemlerinde Kullanılacak Cihaz ve Ölçü Aletleri 194
9.1.2. Gövdeye Kaçak Kontrolü 196
9.1.3. Kopukluk Kontrolü 197
9.1.4. Kısa Devre Kontrolü 199
9.1.5. Ters Bobin Bağlantı Kontrolü 199
1. Uygulama: AVOMETRE İLE ENDÜVİ SON KONTROLLERİNİN YAPILMASI 200
2. Uygulama: GROWLER CİHAZIYLA ENDÜVİ SON KONTROLLERİNİN YAPILMASI 201
9.2. SARGI BANDAJI 203
3. Uygulama: ENDÜVİ SARGI BANDAJI 204
9.3. ENDÜVİ BOBİNLERİNİN VERNİKLENMESİ 205
9.3.1. Verniklemeye Başlamadan Önce Yapılması Gerekenler 205
9.3.2. Vernikleme ve Kurutma İşlemi 206
9.3.3. Vernikleme Sonrası İşlemler 206
4. Uygulama: ENDÜVİ VERNİKLEME 207
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 208

10. ÖĞRENME BİRİMİ: KOLEKTÖRLÜ MOTOR MONTAJI

10.1. KOLEKTÖRLÜ MOTORLARIN MONTAJI 210
10.1.1. Montaj Sırasında Kullanılacak Araç Gereçler 210
10.1.2. Kolektörlü Motorların Montajı Sırasında Dikkat Edilecek Hususlar 210
10.1.3. Kolektörlü Motor Montaj Teknikleri 213
1. Uygulama: KOLEKTÖRLÜ MOTOR MONTAJI 215
10.2. MOTORLARIN NİHAİ TESTLERİ 216
10.2.1. Kolektörlü Motor Etiket Bilgileri 216
10.2.2. Enerji Altında Çalışmada İş Sağlığı ve Güvenliği Kuralları 216
10.2.3. Kolektörlü Motorların Çalıştırılması Esnasında Yapılacak Ölçümler 217
2. Uygulama: MOTORUN AKIM, GERİLİM, GÜÇ VE DEVİR SAYISI DEĞERLERİNİN ÖLÇÜLMESİ 220
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 222
KAYNAKÇA 223
DİJİTAL MATERYAL İÇERİĞİ 224
CEVAP ANAHTARI 225

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Öğrenme biriminin kapak görselidir.

Öğrenme biriminde öğrenilecek konuları gösterir.

Öğrenme biriminde öğrenilecek temaları gösterir.

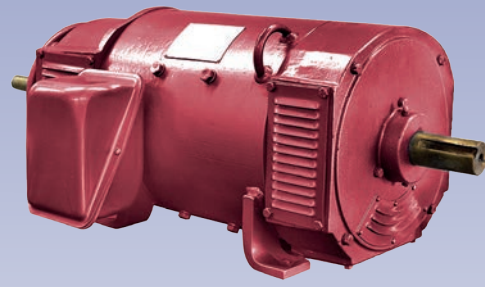
Öğrenme birimiyle ilgili temel kavramları gösterir.

Öğrenme birimi hazırlık sorularını gösterir.

Okutulduğunda öğrenme birimi ile ilgili içeriklere ulaşılabilecek karekodu gösterir.

1. ÖĞRENME BİRİMİ

DOĞRU AKIM MOTORLARI



KONULAR

1.1. DOĞRU AKIM (DC) MOTOR BAĞLANTILARI

1.2. DOĞRU AKIM (DC) MOTORLARININ DEVİR SAYISI AYARI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Doğru akım motorlarını tanıma bağlantılarını yapma
- Doğru akım motorlarının devir sayısını ayarlama ve devir yönünü değiştirme

TEMEL KAVRAMLAR

DC gerilim, DC motor, endüktör, endüvi, kolektör, fırça, şönt motor, seri motor, kompunt motor, PM motor, BLDC motor, DC motor devir ayarı, DC motor devir yönü

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

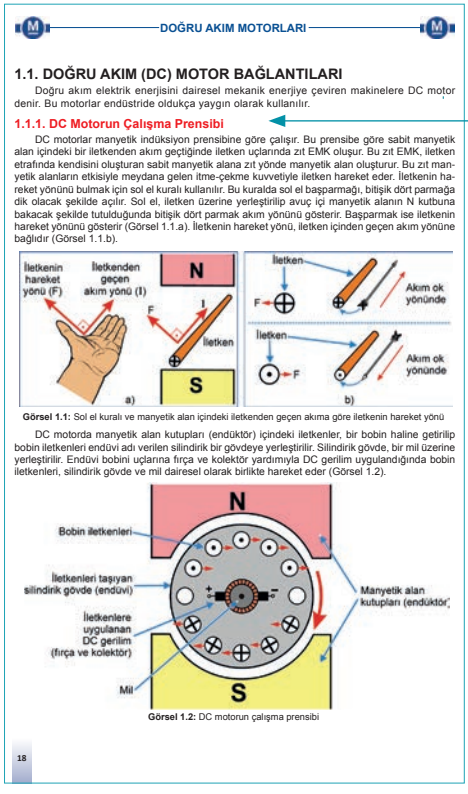
1. Elektrik motorları çevrenizde hangi işlemlerde kullanılır? Gözlemlerinizi ifade ediniz.
2. Alternatif akımın olduğu bir yerde DC motoru çalıştırmak için hangi işlemleri yaparsınız? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

17

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Konu başlığını gösterir.

Konu anlatımını gösterir.



DOĞRU AKIM MOTORLARI

1.1. DOĞRU AKIM (DC) MOTOR BAĞLANTILARI

Doğru akım elektrik enerjisini dairesel mekanik enerjiye çeviren makinelere DC motor denir. Bu motorlar endüstride oldukça yaygın olarak kullanılır.

1.1.1. DC Motorun Çalışma Prensibi

DC motorlar manyetik indüksiyon prensibine göre çalışır. Bu prensibe göre sabit manyetik alan içindeki bir iletkenden akım geçtiğinde iletken uçlarında zıt EMK oluşur. Bu zıt EMK, iletken etrafında kendisini oluşturan sabit manyetik alana zıt yönde manyetik alan oluşturur. Bu zıt manyetik alanların etkisiyle meydana gelen itme-çekme kuvvetiyle iletken hareket eder. İletkenin hareket yönünü bulmak için sol el kuralı kullanılır. Bu kuralda sol el başparmağı, bitişik dört parmağa dik olacak şekilde açılır. Sol el, iletken üzerine yerleştirilip avuç içi manyetik alanın N kutbuna bakacak şekilde tutulduğunda bitişik dört parmak akım yönünü gösterir. Başparmak ise iletkenin hareket yönünü gösterir (Görsel 1.1.a). İletkenin hareket yönü, iletken içinden geçen akım yönüne bağlıdır (Görsel 1.1.b).

Görsel 1.1: Sol el kuralı ve manyetik alan içindeki iletkenden geçen akıma göre iletkenin hareket yönü

DC motorda manyetik alan kutupları (endüktör) içindeki iletkenler, bir bobin haline getirilip bobin iletkenleri endüvi adı verilen silindirik bir gövdeye yerleştirilir. Silindirik gövde, bir mil üzerine yerleştirilir. Endüvi bobini uçlarına fırça ve kolektör yardımıyla DC gerilim uygulandığında bobin iletkenleri, silindirik gövde ve mil dairesel olarak birlikte hareket eder (Görsel 1.2).

Görsel 1.2: DC motorun çalışma prensibi

18

Alt konu başlığını gösterir.

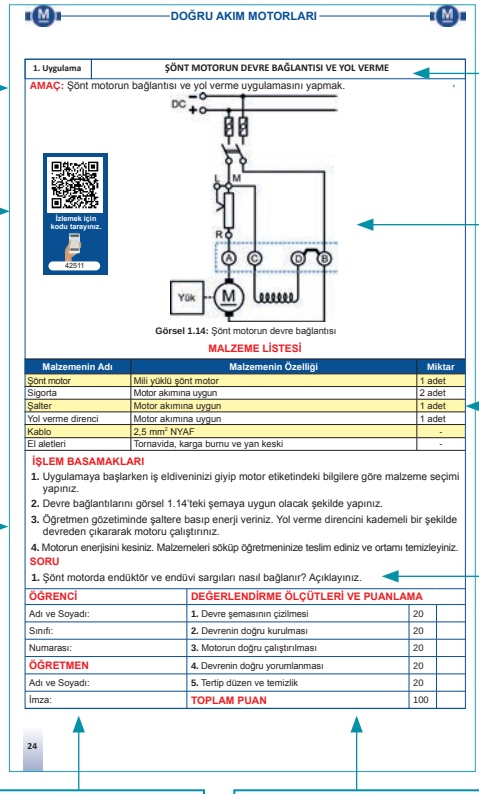
Konuyla ilgili görseli gösterir.

Konu görselinin adını ve numarasını gösterir.

Konuyla ilgili uygulamanın amacını gösterir.

Etkileşimli kitap, video, ses, animasyon, uygulama, oyun, soru vb. ilave kaynaklara ulaşılabilecek karekodu gösterir.

Konuyla ilgili uygulamada takip edilecek işlem basamaklarını gösterir.



DOĞRU AKIM MOTORLARI

1. Uygulama	ŞÖNT MOTORUN DEVRE BAĞLANTISI VE YOL VERME

AMAÇ: Şönt motorun bağlantısı ve yol verme uygulamasını yapmak.

İzlemek için kodu tarayınız.

42511

Görsel 1.14: Şönt motorun devre bağlantısı

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Şönt motor	Mili yüklü şönt motor	1 adet
Sigorta	Motor akımına uygun	2 adet
Şalter	Motor akımına uygun	1 adet
Yol verme direnci	Motor akımına uygun	1 adet
Kablo	2,5 mm² NYAF	-
El aletleri	Tornavida, karga burnu ve yan keski	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlarken iş eldiveninizi giyip motor etiketindeki bilgilere göre malzeme seçimi yapınız.
2. Devre bağlantılarını görsel 1.14'teki şemaya uygun olacak şekilde yapınız.
3. Öğretmen gözetiminde şaltere basıp enerji veriniz. Yol verme direncini kademeli bir şekilde devreden çıkararak motoru çalıştırınız.
4. Motorun enerjisini kesiniz. Malzemeleri söküp öğretmeninize teslim ediniz ve ortamı temizleyiniz.

SORU

1. Şönt motorda endüktör ve endüvi sargıları nasıl bağlanır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Devre şemasının çizilmesi	20	
Sınıfı:	2. Devrenin doğru kurulması	20	
Numarası:	3. Motorun doğru çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN	4. Devrenin doğru yorumlanması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	

24

Konuyla ilgili uygulamanın adını gösterir.

Konuyla ilgili uygulamanın görselini ifade eder.

Konuyla ilgili uygulamada kullanılacak araç gereç ve malzemeler ile malzemelerin miktarını gösterir.

Uygulama sonrası konuyu pekiştirme ve tamamlama sorularını gösterir.

Uygulamayı kontrol eden ve değerlendiren öğretmenin onayını gösterir.

Uygulamanın değerlendirme ölçütlerini ve puanlamayı gösterir.

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümleleri okuyunuz ve cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. ( ) DC motorlarda endüktör ve endüvi sargıları motorun dönmesini sağlar.

2. ( ) Endüktör, DC motorda dönen parçadır.

3. ( ) Doğru akım, endüvi sargılarına fırça ve kolektörler aracılığıyla aktarılır.

4. ( ) Yol verme direnci motorun ilk anda fazla akım çekmesini önler.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Şönt motorda endüvi sargısı endüktör sargısı birbirine ..... bağlanır.

6. Seri motorda endüktör sargı uçları ..... harfleriyle gösterilir.

7. Kompunt motorda endüktör sargı uçları ..... harfleriyle gösterilir.

8. Permanent magnet motorların endüktöründe sargı yerine ..... bulunur.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

9. Aşağıdaki DC motorların hangisinde endüktör sargısı iki parçadan oluşur?

A) BLDC B) Kompunt C) PM D) Seri E) Şönt

10. DC motorda devir sayısı, aşağıdaki parametrelerden hangisine bağlıdır?

A) k B) n C) R_a D) R_m E) Ø

11. Şönt motorda devir sayısı değiştirilirken aşağıdaki dirençlerden hangisi kullanılır?

A) Endüktör B) Endüvi C) Kademeli D) Uyartım E) Yol verme

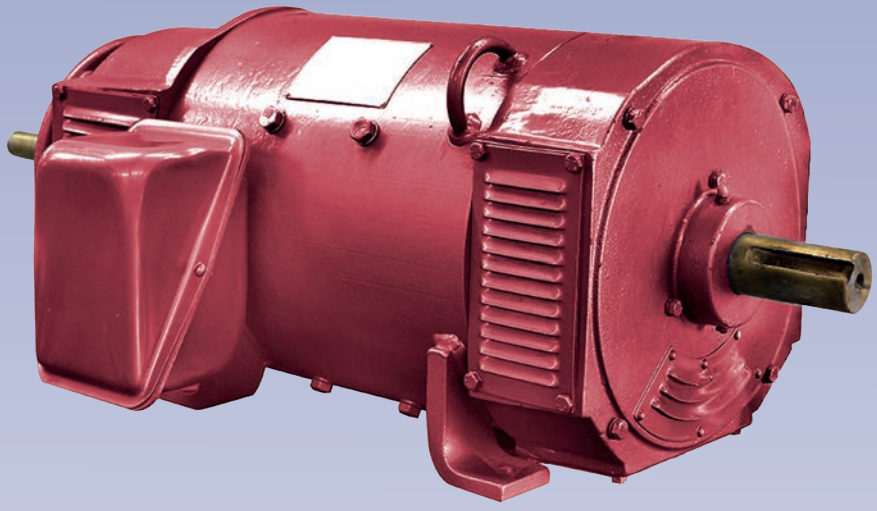
12. DC motorların devir yönünü değiştirmek için aşağıdakilerden hangisi değiştirilir?

A) Akım değeri
B) Gerilim değeri
C) Endüktör sargı uçları
D) Endüktör sargı sayısı
E) Endüktör ile endüvi uçları

Öğrenme birimi konularını kapsayan ölçme ve değerlendirme sorularını gösterir.

1. ÖĞRENME BİRİMİ

DOĞRU AKIM MOTORLARI



KONULAR

1.1. DOĞRU AKIM (DC) MOTOR BAĞLANTILARI

1.2. DOĞRU AKIM (DC) MOTORLARININ DEVİR SAYISI AYARI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- **Doğru akım motorlarını tanıma bağlantılarını yapma**
- **Doğru akım motorlarının devir sayısını ayarlama ve devir yönünü değiştirme**

TEMEL KAVRAMLAR

DC gerilim, DC motor, endüktör, endüvi, kolektör, fırça, şönt motor, seri motor, kompunt motor, PM motor, BLDC motor, DC motor devir ayarı, DC motor devir yönü

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

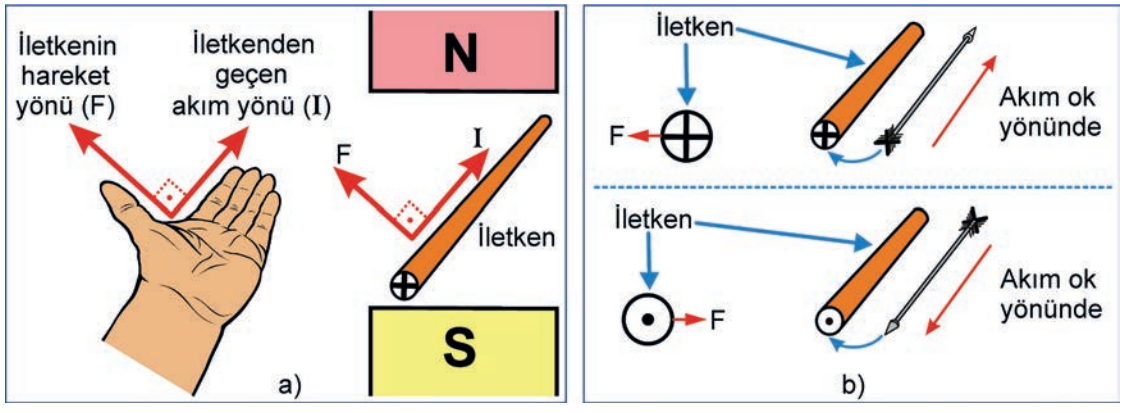
1. **Elektrik motorları çevrenizde hangi işlemlerde kullanılır? Gözlemlerinizi ifade ediniz.**
2. **Alternatif akımın olduğu bir yerde DC motoru çalıştırmak için hangi işlemleri yaparsınız? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.**

1.1. DOĞRU AKIM (DC) MOTOR BAĞLANTILARI

Doğru akım elektrik enerjisini dairesel mekanik enerjiye çeviren makinelere **DC motor** denir. Bu motorlar endüstride oldukça yaygın olarak kullanılır.

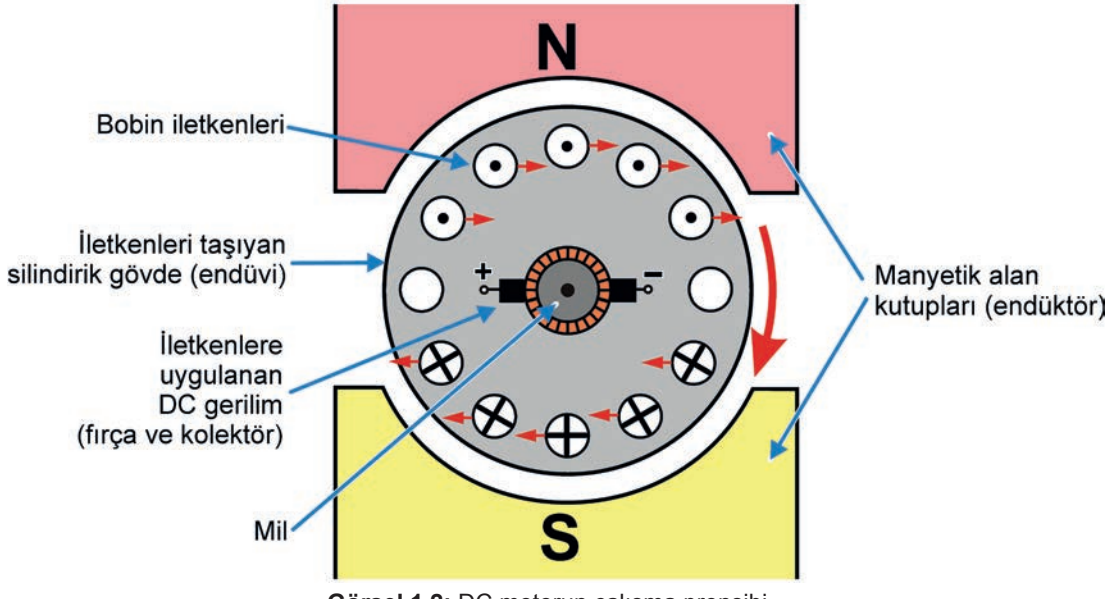
1.1.1. DC Motorun Çalışma Prensibi

DC motorlar manyetik indüksiyon prensibine göre çalışır. Bu prensibe göre sabit manyetik alan içindeki bir iletkenden akım geçtiğinde iletken uçlarında zıt EMK oluşur. Bu zıt EMK, iletken etrafında kendisini oluşturan sabit manyetik alana zıt yönde manyetik alan oluşturur. Bu zıt manyetik alanların etkisiyle meydana gelen itme-çekme kuvvetiyle iletken hareket eder. İletkenin hareket yönünü bulmak için sol el kuralı kullanılır. Bu kuralda sol el başparmağı, bitişik dört parmağa dik olacak şekilde açılır. Sol el, iletken üzerine yerleştirilip avuç içi manyetik alanın N kutbuna bakacak şekilde tutulduğunda bitişik dört parmak akım yönünü gösterir. Başparmak ise iletkenin hareket yönünü gösterir (Görsel 1.1.a). İletkenin hareket yönü, iletken içinden geçen akım yönüne bağlıdır (Görsel 1.1.b).



Görsel 1.1: Sol el kuralı ve manyetik alan içindeki iletkenden geçen akıma göre iletkenin hareket yönü

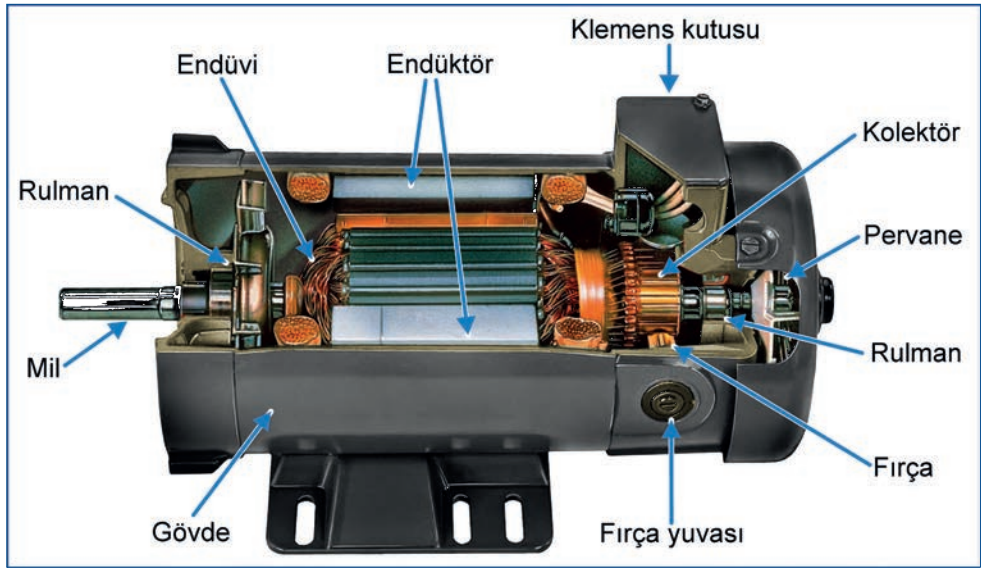
DC motorda manyetik alan kutupları (endüktör) içindeki iletkenler, bir bobin hâline getirilip bobin iletkenleri endüvi adı verilen silindirik bir gövdeye yerleştirilir. Silindirik gövde, bir mil üzerine yerleştirilir. Endüvi bobini uçlarına fırça ve kolektör yardımıyla DC gerilim uygulandığında bobin iletkenleri, silindirik gövde ve mil dairesel olarak birlikte hareket eder (Görsel 1.2).



Görsel 1.2: DC motorun çalışma prensibi

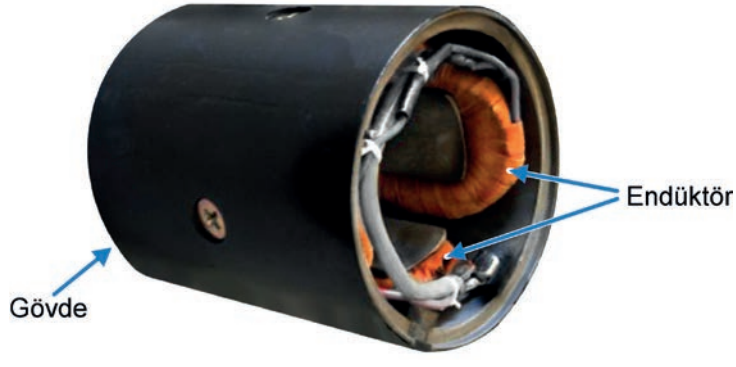
1.1.2. DC Motorun Yapısı

DC motorların yapısı; endüktör, endüvi, kolektör, fırçalar ve diğer parçalardan (mil, rulman, pervane, gövde ve klemens kutusu) oluşur (Görsel 1.3).



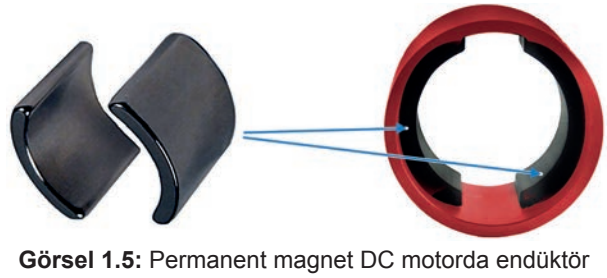
Görsel 1.3: DC motorun yapısı

Endüktör (Stator): DC motorda manyetik alanın oluştuğu duran kısımdır. Endüktör, demirden yapılmış kutup ayakları ve onun üzerine yerleştirilmiş sargılardan oluşur. DC motorlarda motorun gücü, devir sayısı ve motorun boyutuna göre 2-4-6-8 veya daha fazla sayıda endüktör kutbu olabilir. Endüktör sargıları kutup ayaklarına yerleştirildikten sonra gövde içindeki yüzeye monte edilir ve sargılar arasındaki bağlantılar yapılır (Görsel 1.4).



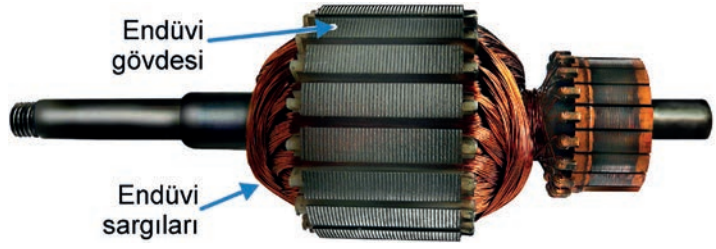
Görsel 1.4: Endüktörün yapısı

Permanent magnet tipi (kalıcı mıknatıslı) DC motorlarda endüktör kutuplarında sargılar bulunmaz. Sargılar yerine kalıcı mıknatıslar kullanılır (Görsel 1.5). Kalıcı mıknatıs kutupları gövde içine yerleştirilir.



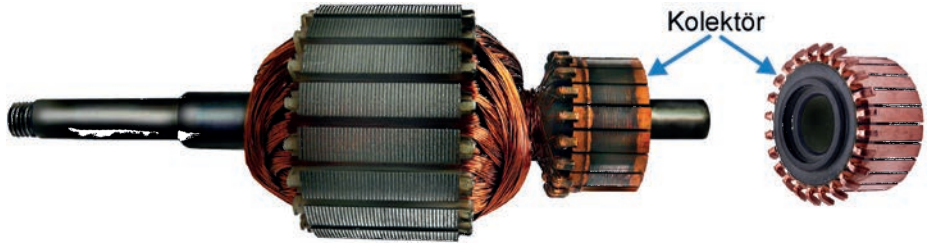
Görsel 1.5: Permanent magnet DC motorda endüktör

Endüvi (Rotor): DC motorda endüktör manyetik alanının etkisiyle dönen elemandır. Endüvi gövdesi, silisli demir sacların paketlemesinden oluşan silindirik bir parçadır. Ortasında mil bulunan gövdenin dış yüzeyindeki oyukların içine endüvi sargıları yerleştirilmiştir. Endüvi sargılarının giriş çıkış uçları, mil üzerinde bulunan kolektör dilimlerine bağlanır (Görsel1.6).



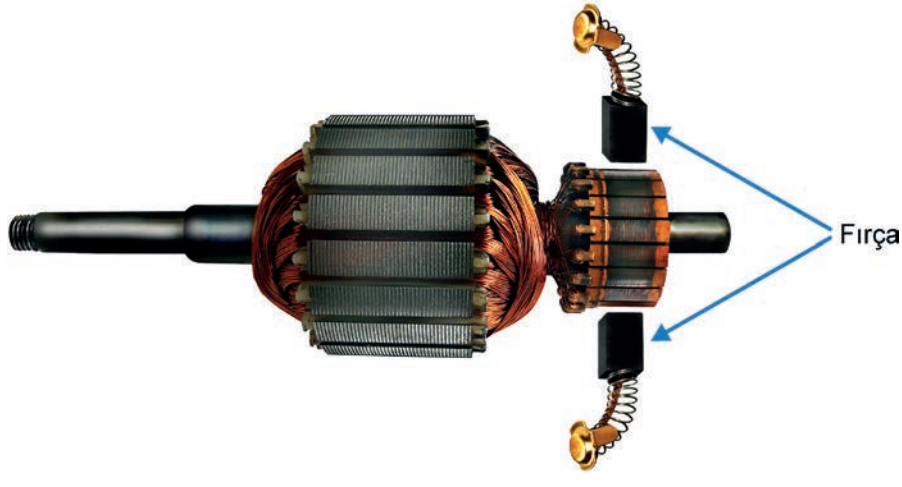
Görsel 1.6: Endüvinin yapısı

Kolektör: Doğru akımı endüvi sargılarına aktaran elemandır. Kolektör, silindirik bir yapı üzerine dizilen ve araları mika ile birbirinden yalıtılan sertleştirilmiş bakır dilimlerden oluşur. Kolektör dilimlerinin sayısı endüvi oyuk sayısına eşit veya 2, 3, 4 katı olabilir. Bu bakır dilimlere bağlı olan endüvi sargıları, kolektöre fırçaların sürtünerek aktardığı DC gerilim ile beslenir. Kolektör, endüvi ile aynı mil üzerinde olup endüvi ile beraber döner (Görsel 1.7).



Görsel 1.7: Kolektör

Fırçalar: Doğru akımı kolektör dilimlerine aktaran elemandır. Fırçalar, kutup ekseni doğrultusunda ve kolektörün üzerine baskı yapacak şekilde yerleştirilir. Kolektör, endüvi ile beraber dönerken fırçalar belli bir basınçla kolektör dilimlerine sürtünür ve doğru akımı kolektöre aktarır. Fırçaların kolektöre basınçlı bir şekilde sürtünebilmesi için arkasında bir yay bulunur. Fırça yuvasına bu yayla birlikte monte edilir (Görsel 1.8). DC motorlarda fırça sayısı, kutup sayısı kadardır. Örneğin 2 kutuplu bir motorda 2 adet fırça kullanılırken, 4 kutuplu bir motorda 4 adet fırça kullanılır.



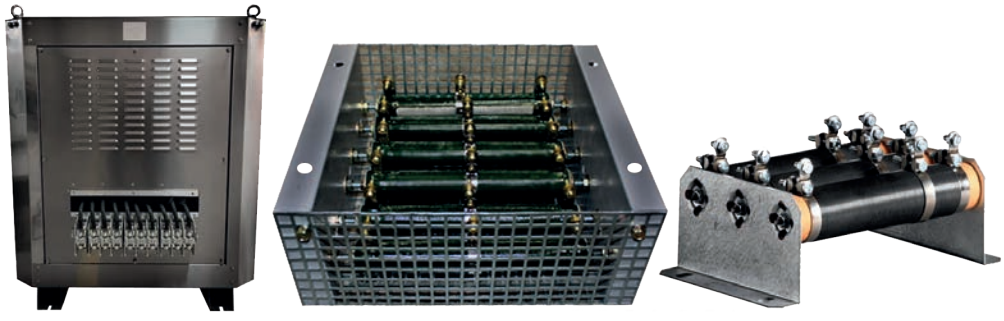
Görsel 1.8: DC motor fırçaları ve fırçaların kolektör üzerindeki konumu

Diğer Parçalar: DC motorun diğer parçaları mil, rulman, pervane, gövde ve klemens kutusudur. Mil, endüvinin dairesel olarak dönmesini sağlayan silindirik demir çubuktur. Rulman, motorun kapaklarındaki yataklara yerleştirilmiş olup ortasında bulunan milin daha az sürtünmeyle düzgün dönmesini sağlar. Pervane, motoru havalandırarak soğutur. Gövde, motor parçalarının bir arada durmasını sağlar. Klemens kutusu ise sargı bağlantılarının yapıldığı ve motora enerji uygulanan kısımdır.

1.1.3. DC Motorlara Yol Verme Elemanları

Motorlar çalıştırılmaya başlandığında ilk anda şebekeden normal akımından daha fazla akım çeker. Bunun nedeni motorun milindeki yük ve ilk anda durgun hâlden hareketli hâle geçebilmesi için motorun büyük bir güce ihtiyaç duymasıdır. İlk anda çekilen bu aşırı akım motora ve şebekeye zarar verir. Motor çalıştırılırken aşırı başlangıç akımını çeşitli sistemlerle önlemek için yapılan işleme **yol verme** denir. DC motorlarda yol verme sistemi olarak yol verme direnci kullanılır. Küçük güçlü motorlar ilk çalıştırıldığında ilk anda az akım çektikleri için yol verme sistemine gerek duyulmadan direkt olarak şebekeye bağlanır. Fazla akım çekildiği için büyük güçlü motorların çalıştırılmasında yol verme dirençleri kullanılır.

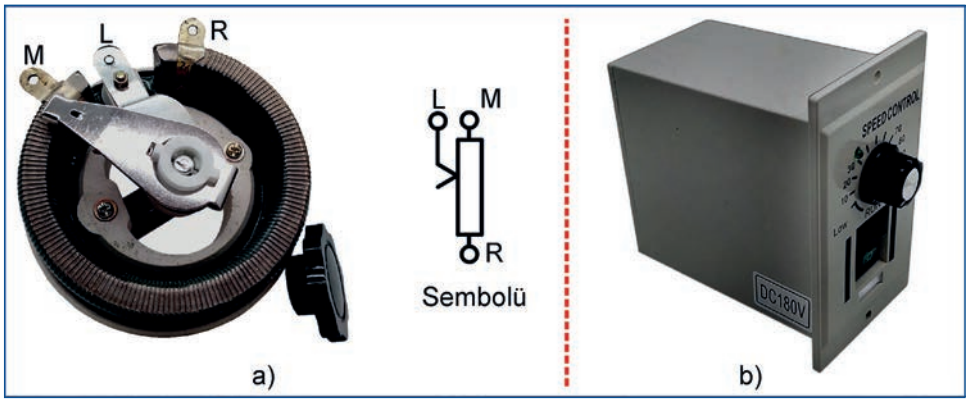
Yol verme dirençleri, kademeli direnç veya ayarlı reosta şeklindedir. Sanayide en fazla kademeli yol verme dirençleri tercih edilir (Görsel 1.9). DC motor çalıştırıldığında seri bağlı kademeli direnç, ilk anda çekilen aşırı akımı sınırlayarak motorun düşük akımda kalkınmasını sağlar. Motor kalkındıktan sonra kumanda devresi, dirençleri devre dışı bırakır ve motor normal akımında çalışmaya devam eder.



Görsel 1.9: Kademeli yol verme dirençleri

Ayarlı yol verme dirençleri ise motor çalıştırıldığında devreye girerek aşırı başlangıç akımını sınırlar.

DC motor yol aldıktan sonra yol verme direnci üzerindeki ayar mekanizmasıyla direnç devre dışı bırakılır. Ayarlı yol verme direncinin uçları "L-M-R" harfleriyle gösterilir. Burada "L" ucu, yol verme direncinin ayar ucudur. Yol verme direncinin "L" ayar ucu kaydırılırken direncin her noktasında "M" ucuyla irtibatlıdır (Görsel 1.10.a). Yol verme işlemlerinde elektronik DC motor sürücüleri de kullanılır (Görsel 1.10.b).



Görsel 1.10: Ayarlı yol verme direnci ve DC motor sürücüsü

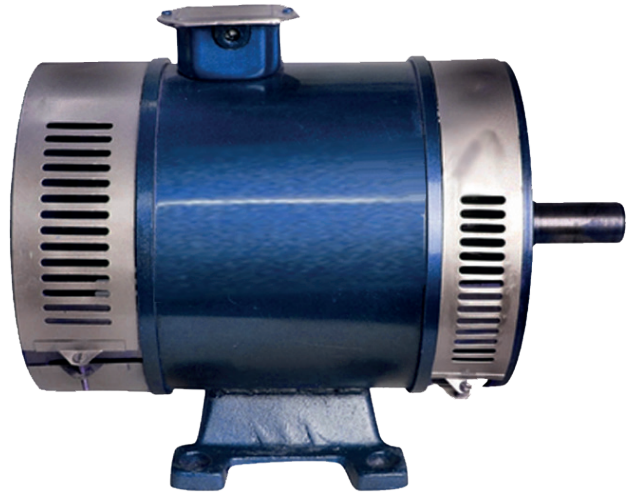
1.1.4. DC Motor Çeşitleri ve Bağlantıları

DC motorlar sargı bağlantıları ve yapısal özeliklerine göre farklı tiplerde üretilir. Buna göre DC motor çeşitleri şunlardır:

- Şönt motor
- Seri motor
- Kompunt motor
- Permanent magnet motor

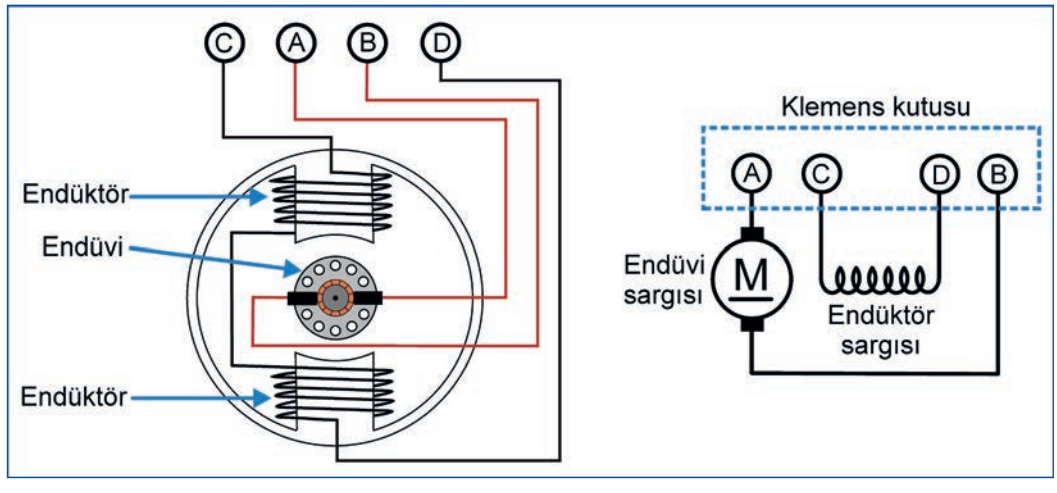
1.1.4.1. Şönt Motor

Endüktör sargısıyla endüvi sargısı birbirine paralel (şönt) bağlı olan DC motorlara **şönt motor** denir. Bu motorların devir sayıları, milindeki yüke bağlı olarak fazla değişmeyip sabit kabul edilir. Kalkınma momentleri seri ve kompunt motorlara göre düşüktür. Farklı güçlerde üretilen şönt motorlar; dokuma tezgâhları, kâğıt fabrikaları, matbaalar vb. yük altında sabit hız istenen yerlerde kullanılır (Görsel 1.11).



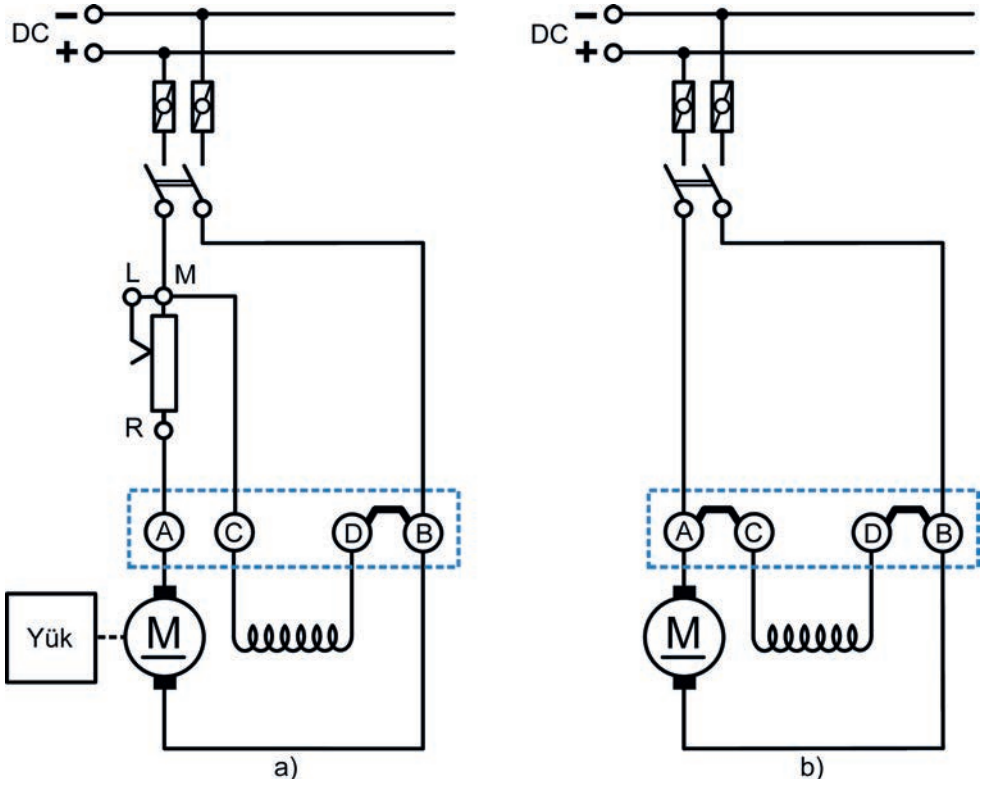
Görsel 1.11: Şönt motor

Şönt motorların çalıştırılmasına ait elektrik devre şemalarında ve sembollerinde endüktör sargı uçları C-D harfleriyle, endüvi sargı uçları ise A-B harfleriyle gösterilir (Görsel 1.12).



Görsel 1.12: Şönt motorun sargı ucu isimleri ve devre şemalarındaki sargı sembolleri

Şönt Motorun Çalıştırılmasına Ait Devrenin Kurulması: Şönt motorun çalıştırılmasına ait devre kurulurken eleman bağlantıları devre şemasına uygun olmalıdır. Semboller yerleştirilerek aralarındaki bağlantılar yapılır. Devre şemaları yukarıdan aşağıya doğru çizilir. Devre bağlantılarında kullanılan kablolar, motorun DC şebekeden çektiği akıma uygun olarak seçilir. Şebeke girişinde iki adet DC sigorta (veya iki kutuplu sigorta) ve iki kutuplu şalter kullanılır. Sigorta ve şalter akım değerleri motorun çektiği akıma uygun olmalıdır. Sigorta ve şalterin akım değerinin seçiminde motor etiketinde yazılan çalışma akımının bir üst değeri seçilir. Yol verme direncinin değeri motorun çektiği akıma göre seçilir. Yüklü şönt motor çalıştırılmadan önce klemens kutusundaki endüktörün "D" ucu ile endüvinin "B" ucu köprülenerek iki sargı paralel bağlanır. Yol verme direncinin "L" ucu, şebekenin pozitif ucuna ve "R" ucu endüvi sargısının "A" ucuna bağlanır. Yol verme direncinin "M" ucu ise endüktör sargısının "C" ucuna bağlanarak iki sargının paralel bağlantısı tamamlanır (Görsel 1.13.a).



Görsel 1.13: Şönt motorun yüklü ve yüksüz çalıştırılmasına ait devre şemaları

Şönt Motor Devresinin Çalıştırılması: Şönt motorun devre bağlantıları yapıldıktan sonra ayar mekanizmasıyla yol verme direnci tamamen devreye alınır. Daha sonra iki kutuplu şalterle devreye enerji verilir. Yol verme direncinin ayar mekanizması hareket ettirilerek direnç değeri kademeli bir şekilde azaltılır. Bu sırada motorun endüvisi, kalkınma akımını düşük bir şekilde şebekeden çekerek dönmeye başlayacaktır. Endüvi devir sayısı, normal değerine çıkınca yol verme direnci tamamen devreden çıkarılır. Yol verme direnci devreden çıkınca normal çalışma akımı ve devir sayısıyla motor dönmeye devam eder. Motor durdurulduktan sonra yeniden çalıştırılmadan önce mutlaka yol verme direnci devreye alınmalıdır.

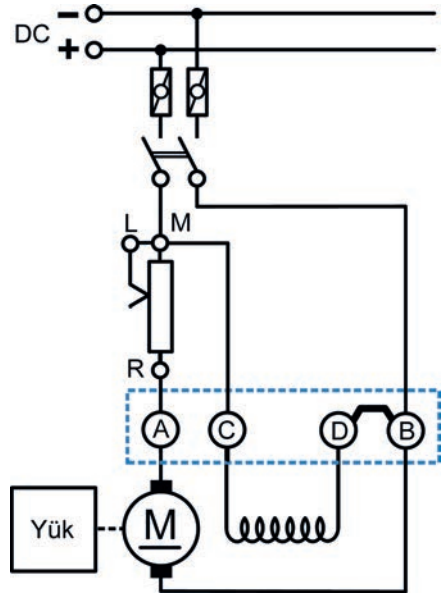
Yüksüz veya küçük güçlü şönt motorlar çalıştırılırken yol verme direnci kullanılmasına gerek yoktur. Endüvi ve endüktör sargıları paralel bağlandıktan sonra motor uçları DC şebekeye direkt bağlanır. Bu motorları çalıştırmak için şalter veya anahtar kullanmak yeterlidir (Görsel 1.13.b).

1. Uygulama	ŞÖNT MOTORUN DEVRE BAĞLANTISI VE YOL VERME

AMAÇ: Şönt motorun bağlantısı ve yol verme uygulamasını yapmak.

İzlemek için kodu tarayınız.

42511



Görsel 1.14: Şönt motorun devre bağlantısı

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Şönt motor	Mili yüklü şönt motor	1 adet
Sigorta	Motor akımına uygun	2 adet
Şalter	Motor akımına uygun	1 adet
Yol verme direnci	Motor akımına uygun	1 adet
Kablo	2,5 mm² NYAF	-
El aletleri	Tornavida,kargaburnu ve yan keski	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlarken iş eldiveninizi giyip motor etiketindeki bilgilere göre malzeme seçimi yapınız.
2. Devre bağlantılarını Görsel 1.14'teki şemaya uygun olacak şekilde yapınız.
3. Öğretmen gözetiminde şaltere basıp enerji veriniz. Yol verme direncini kademeli bir şekilde devreden çıkararak motoru çalıştırınız.
4. Motorun enerjisini kesiniz. Malzemeleri söküp öğretmeninize teslim ediniz ve ortamı temizleyiniz.

SORU

1. Şönt motorda endüktör ve endüvi sargıları nasıl bağlanır? Açıklayınız.

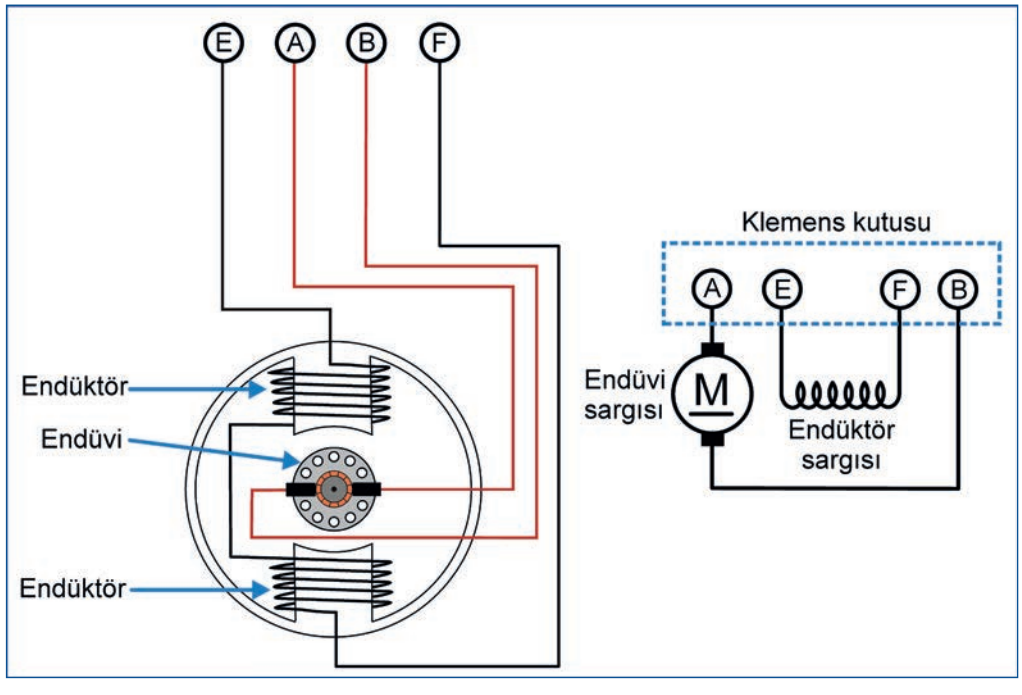
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Devre şemasının çizilmesi	20	
Sınıfı:	2. Devrenin doğru kurulması	20	
Numarası:	3. Motorun doğru çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN	4. Devrenin doğru yorumlanması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	TOPLAM PUAN	100	

1.1.4.2. Seri Motor

Endüktör sargısıyla endüvi sargısı birbirine seri bağlı olan DC motorlara **seri motor** denir. Bu motorların devir sayıları, milindeki yüke bağlı olarak değişir (Görsel 1.15). Seri motorlar şönt motorlara göre daha yüksek güçlerde üretilir. Birbirine seri bağlı olan endüktör ve endüvi sargıları, şönt motorlara göre daha kalın kesitli ve daha az sipirlidir. Bu yüzden diğer motorlara göre daha fazla akım çeker ve kalkınma momentleri yüksektir. Farklı güçlerde üretilen DC seri motorlar; elektrikli araçlar, vinçler, trenler, tramvaylar, deniz araçları gibi kalkınma momentinin yüksek olması istenen yerlerde kullanılır.

Görsel 1.15: Seri motor

Seri motorların çalıştırılmasına ait elektrik devre şemalarında ve sembollerinde endüktör sargı uçları E-F harfleriyle, endüvi sargı uçları ise A-B harfleriyle gösterilir (Görsel 16). Büyük güçlü seri motorlarda endüktör ve endüvi sargı uçlarının bağlantısı klemens kutusunda yapılır. Küçük güçlü seri motorlarda sargı bağlantıları motor içinde yapılmıştır. Bu tip motorlarda şebekeye bağlantı uçları klemens kutusuna çıkarılmıştır.

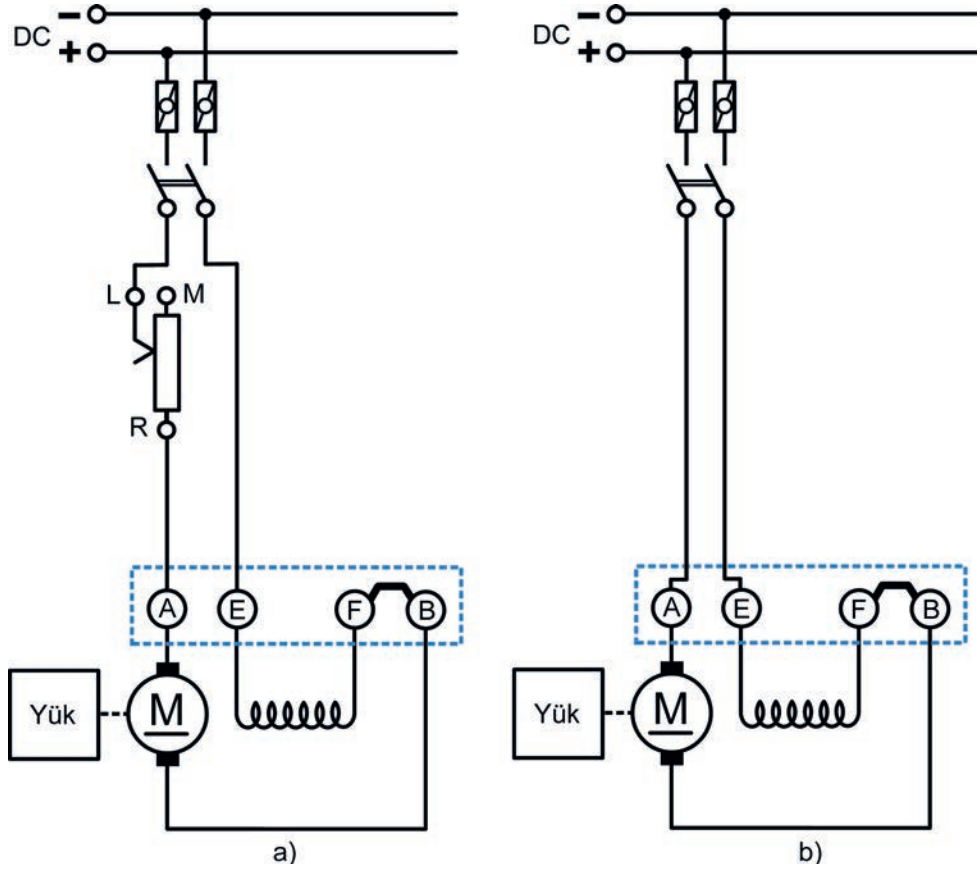


Görsel 1.16: Seri motorun sargı ucu isimleri ve devre şemalarındaki sargı sembolleri

Seri Motorun Çalıştırılmasına Ait Devrenin Kurulması: Seri motorun çalıştırılmasına ait devre kurulmadan önce malzeme seçimi yapılır. Motor etiketinden çalışma akımı kontrol edilerek sigorta, şalter ve yol verme direnci bu akıma uygun bir şekilde seçilmelidir. Şebeke girişinde iki adet DC sigorta (veya iki kutuplu sigorta) ve iki kutuplu şalter kullanılır. Sigorta ve şalter akım değerleri motorun çektiği akıma uygun olmalıdır. Sigorta ve şalterin akım değerinin seçiminde motor etiketinde yazılan çalışma akımının bir üst değeri seçilir. Yol verme direncinin değeri motorun çektiği akıma göre seçilir.

Malzemeler seçildikten sonra klemens kutusundaki endüktörün "F" ucu ile endüvinin "B" ucu köprülenerek iki sargı seri bağlanır. Yol verme direncinin "L" ucu, şebekenin pozitif ucuna ve "R" ucu da endüvi sargısının "A" ucuna bağlanır. Yol verme direncinin "M" ucu ise boşta bırakılır. Endüktör sargısının E ucu, şebekenin negatif ucuna bağlanarak iki sargının seri bağlantısı tamamlanır (Görsel 1.17.a).

Küçük güçlü seri motorlar çalıştırılırken yol verme direnci kullanılmasına gerek yoktur. Endüvi ve endüktör sargıları paralel bağlandıktan sonra motor uçları DC şebekeye direkt bağlanır. Bu motorları çalıştırmak için şalter veya anahtar kullanmak yeterlidir (Görsel 1.17.b).

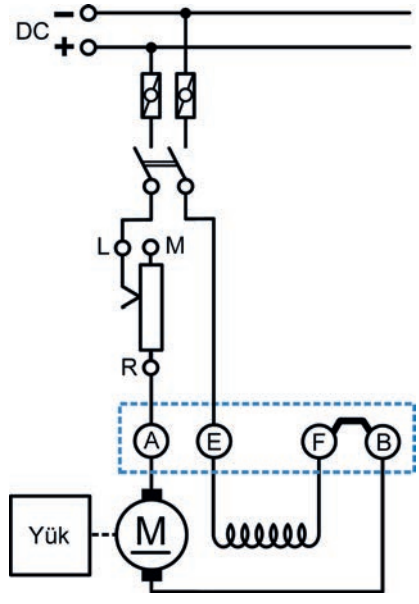


Görsel 1.17: Büyük ve küçük güçlü seri motorun yüklü çalıştırılmasına ait devre şeması

Seri Motor Devresinin Çalıştırılması: Mili yüklü olan büyük güçlü seri motorun devre bağlantıları yapıldıktan sonra yol verme direnci ayar mekanizmasıyla tamamen devreye alınır. Daha sonra iki kutuplu şalterle devreye enerji verilir. Yol verme direncinin ayar mekanizması hareket ettirilerek direnç değeri kademeli bir şekilde azaltılır. Bu sırada motorun endüvisi, şebekeden düşük bir şekilde kalkınma akımını çekerek dönmeye başlayacaktır. Endüvi devir sayısı, normal değerine çıkınca yol verme direnci tamamen devreden çıkarılır ve normal çalışma akımı ile dönmeye devam eder. Motor durdurulduktan sonra tekrar çalıştırılacak ise yol verme direnci yeniden devreye alınır (Görsel 1.17.a).

2. Uygulama	SERİ MOTORUN DEVRE BAĞLANTISI VE YOL VERME

AMAÇ: Seri motorun bağlantısı ve yol verme uygulamasını yapmak.



Görsel 1.18: Seri motorun devre bağlantısı

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Seri motor	Mili yüklü seri motor	1 adet
Sigorta	Motor akımına uygun	2 adet
Şalter	Motor akımına uygun	1 adet
Yol verme direnci	Motor akımına uygun	1 adet
Kablo	2,5 mm² NYAF	-
El aletleri	Tornavida, kargaburnu ve yan keski	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlarken iş eldiveninizi giyip motor etiketindeki bilgilere göre malzeme seçimi yapınız.
2. Devre bağlantılarını Görsel 1.18'deki şemaya uygun olacak şekilde yapınız.
3. Öğretmen gözetiminde şaltere basıp enerji veriniz. Yol verme direncini kademeli bir şekilde devreden çıkararak motoru çalıştırınız.
4. Motorun enerjisini kesiniz. Malzemeleri söküp öğretmeninize teslim ediniz ve ortamı temizleyiniz.

SORU

1. Seri motorda endüktör ve endüvi sargıları nasıl bağlanır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Devre şemasının çizilmesi	20	
Sınıfı:	2. Devrenin doğru kurulması	20	
Numarası:	3. Motorun doğru çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN	4. Devrenin doğru yorumlanması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

1.1.4.3. Kompunt Motor

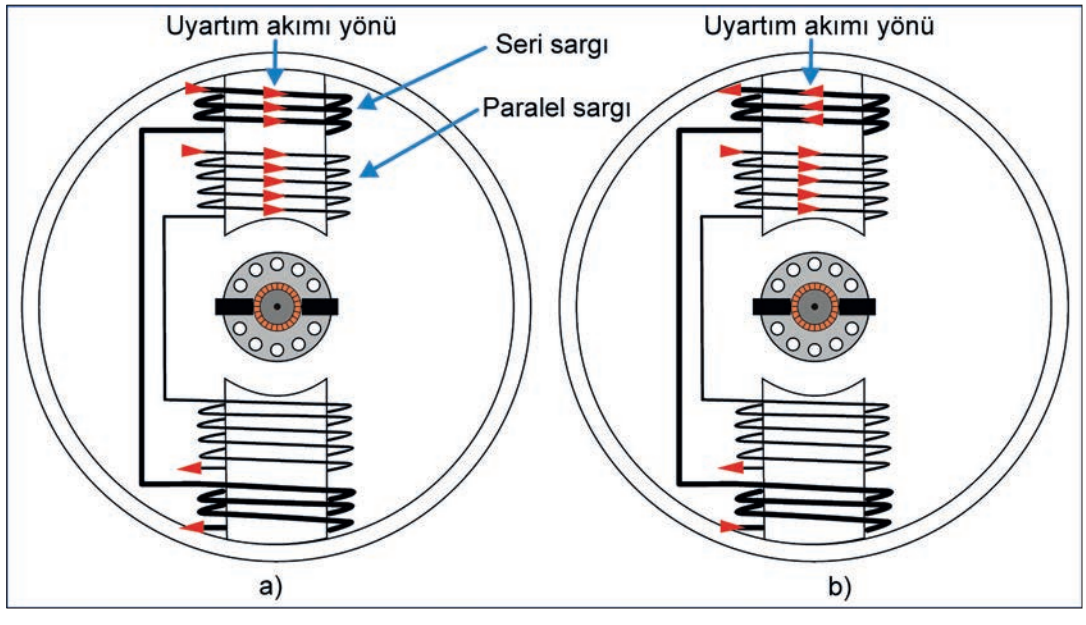
Endüktör sargısının bir kısmı endüviye seri, diğer kısmı paralel bağlanan DC motora **kompunt motor** denir. Kompunt ismi, İngilizce birleştirmek anlamındaki [compound (kampaınd)] kelimesinden alınmıştır. Şönt ve seri motor sargılarının birleşmesinden oluşan kompunt motor, iki motorun özelliklerini de taşır (Görsel 1.19).

Görsel 1.19: Kompunt motor

Kompunt motorlar, yük altında şönt motor gibi sabit devir sayısıyla çalışır. Ayrıca seri motor gibi kalkınma momenti yüksektir. Bu motorlar şönt ve seri motorların kullanıldığı her yerde kullanılır. Kompunt motorda paralel ve seri olmak üzere iki ayrı sargı bulunur. Paralel sargı iletkenleri ince kesitli, çok sipirlidir. Seri sargı iletkenleri ise kalın kesitli, çok sipirlidir. Kompunt motorlar paralel ve seri endüktör sargılarının birbirine bağlantısına göre ikiye ayrılır.

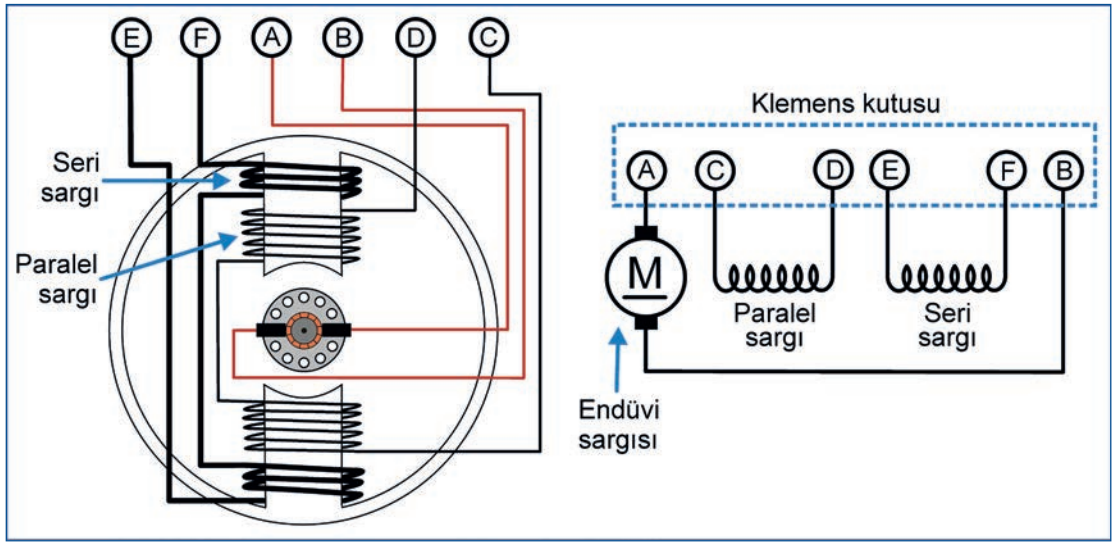
a) Düz (Eklemeli) Kompunt Motor: Bu motorda yapılan endüktör bağlantısında paralel ve seri sargılar birbirinin manyetik alanını tamamlayacak yönde uyartım akımı geçirir. Düz kompunt motorun milindeki yük arttıkça devir sayısı düşer. Ancak kalkınma momentleri oldukça yüksektir (Görsel 1.20.a).

b) Ters (Çıkarmalı) Kompunt Motor: Bu motordaki endüktör bağlantısında paralel ve seri sargılar birbirinin manyetik alanını zayıflatacak yönde uyartım akımı geçirir. Ters kompunt motorun milindeki yük arttıkça devir sayısı da artar. Bu yüzden devir sayısı sabit, kalkınma momenti düşüktür (Görsel 1.20.b).



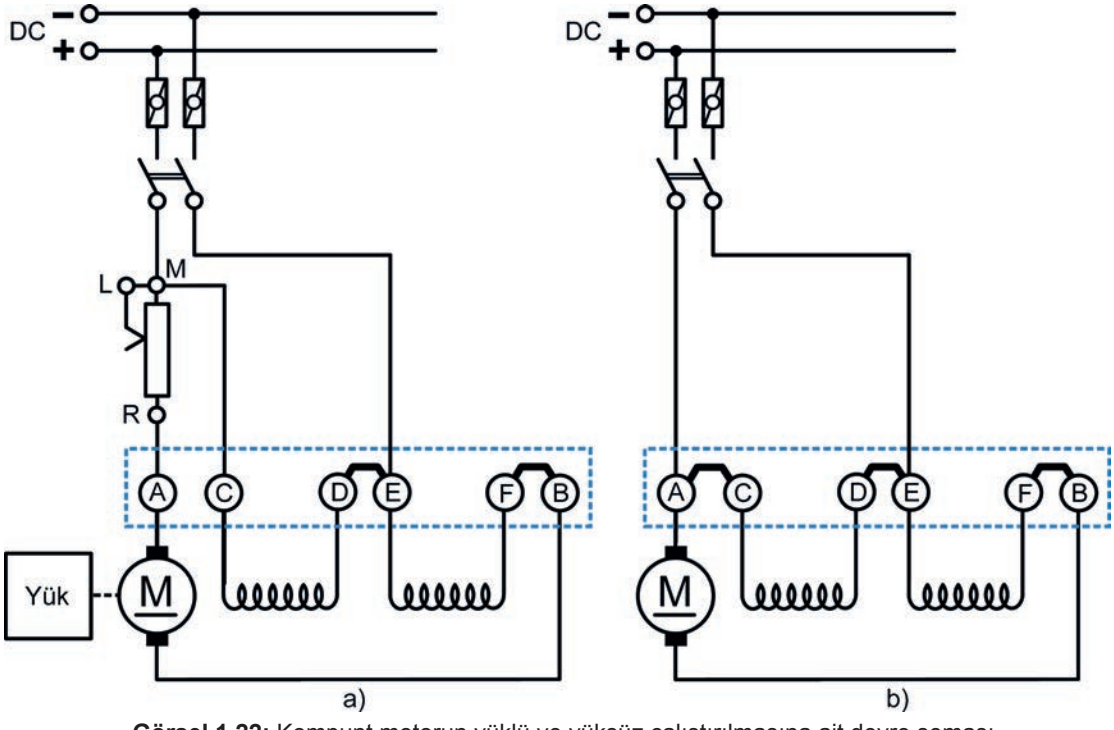
Görsel 1.20: Düz kompunt ve ters kompunt motorlarda sargılardan geçen akım yönü

Paralel sargı uçları C-D harfleriyle, seri sargı uçları ise E-F harfleriyle gösterilir. Endüvi sargı uçlarında ise yine A-B harfleri kullanılır (Görsel 1.21).



Görsel 1.21: Kompunt motorun sargı ucu isimleri ve devre şemalarındaki sargı sembolleri

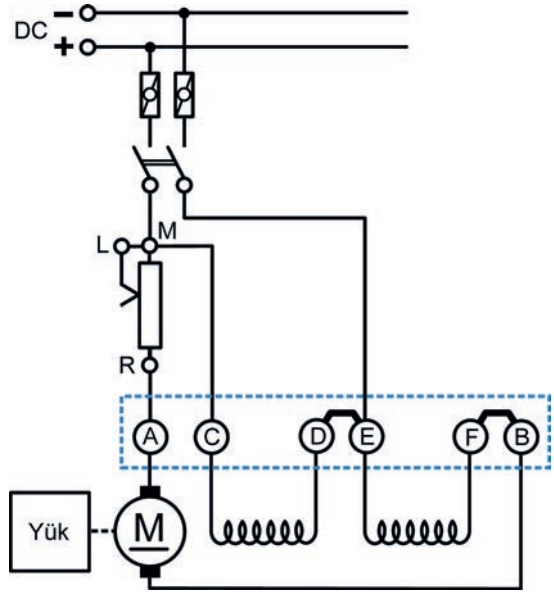
Kompunt Motorun Çalıştırılmasına Ait Devrenin Kurulması ve Çalıştırılması: Devre kurulmadan önce motor akımına uygun malzeme seçimi yapılır. Kompunt motorun devre şemasına uygun bir şekilde bağlantıları yapıldıktan sonra yol verme direnci tamamen devreye alınır. Daha sonra iki kutuplu şalterle devreye enerji verilir. Yol verme direncinin ayar mekanizması hareket ettirilerek direnç değeri kademeli bir şekilde azaltılır. Kompunt motorun endüvisi, şebekeden düşük bir şekilde kalkınma akımını çekerek dönmeye başlar. Endüvi devir sayısı, normal değerine çıkınca yol verme direnci devreden çıkarılır. Direnç devreden çıkınca motor, normal çalışma akımı ve normal devir sayısıyla dönmeye devam eder (Görsel 1.22.a). Küçük güçlü kompunt motorlar yüksüz (boşta) çalıştırılabilir (Görsel 1.22.b).



Görsel 1.22: Kompunt motorun yüklü ve yüksüz çalıştırılmasına ait devre şeması

3. Uygulama	KOMPUNT MOTORUN DEVRE BAĞLANTISI VE YOL VERME

AMAÇ: Kompunt motorun bağlantısı ve yol verme uygulamasını yapmak.



Görsel 1.23: Kompunt motorun devre bağlantısı

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Kompunt motor	Mili yüklü kompunt motor	1 adet
Sigorta	Motor akımına uygun	2 adet
Şalter	Motor akımına uygun	1 adet
Yol verme direnci	Motor akımına uygun	1 adet
Kablo	2,5 mm² NYAF	-
El aletleri	Tornavida, kargaburnu ve yan keski	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlarken iş eldiveninizi giyip motor etiketindeki bilgilere göre malzeme seçimi yapınız.

2. Devre bağlantılarını Görsel 1.23'teki şemaya uygun olacak şekilde yapınız.

3. Öğretmen gözetiminde şaltere basıp enerji veriniz. Yol verme direncini kademeli bir şekilde devreden çıkararak motoru çalıştırınız.

4. Motorun enerjisini kesiniz. Malzemeleri söküp öğretmeninize teslim ediniz ve ortamı temizleyiniz.

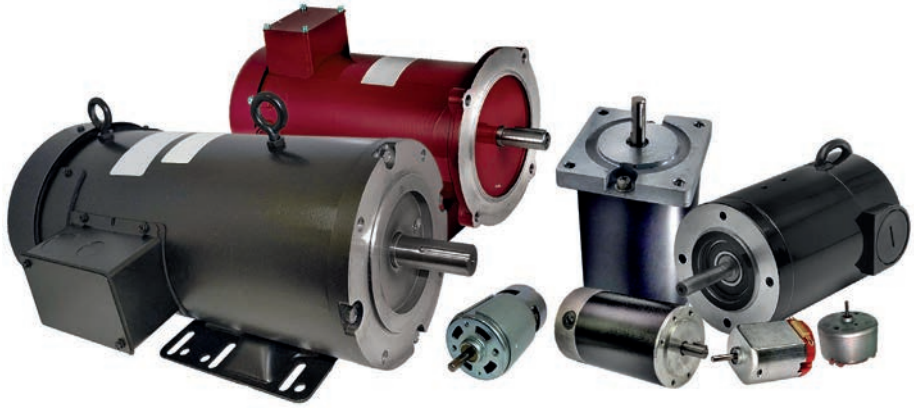
SORU

1. Kompunt motorda endüktör ve endüvi sargıları nasıl bağlanır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Devre şemasının çizilmesi	20	
Sınıfı:	**2.** Devrenin doğru kurulması	20	
Numarası:	**3.** Motorun doğru çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Devrenin doğru yorumlanması	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

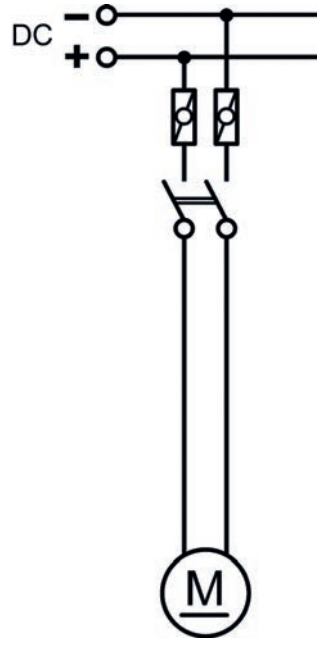
1.1.4.4. Permanent Magnet (PM) Motorlar

Endüktör sargısı yerine kalıcı mıknatıs kullanılan motorlara **permanent magnet (PM) motor** denir. Bu motorlar, genellikle küçük güçlüdür. Endüktör yapımında, kalıcı mıknatısın işlenme zorluğu ve motor ağırlığını artırması yüzünden büyük güçlerde üretilmez. Permanent magnet motorun endüvisi; şönt, seri ve kompunt motor endüvileri ile aynıdır (Görsel 1.24).



Görsel 1.24: Çeşitli güçlerde permanent (PM) motor

Permanent magnet motorlarda sadece endüvi sargısı bulunduğu için bir anahtar veya şalterle sargı uçlarına DC gerilim uygulanarak motor çalıştırılır (Görsel 1.25). Bu motorlarda hız ayarı, motora uygulanan gerilim değiştirilerek veya redüktör (dişli kutusu) ile yapılır. Devir yönünü değiştirmek için ise motora uygulanan gerilimin pozitif ve negatif uçlarının yeri değiştirilir.

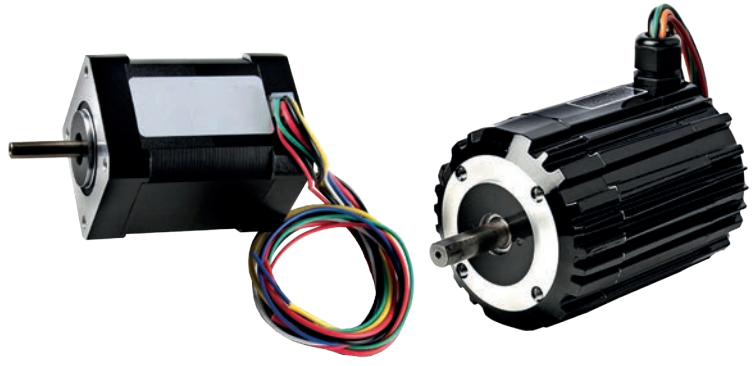


Görsel 1.25: Permanent magnet motorun çalıştırılmasına ait devre şeması

1.1.4.5. Fırçasız DC (BLDC) Motorlar

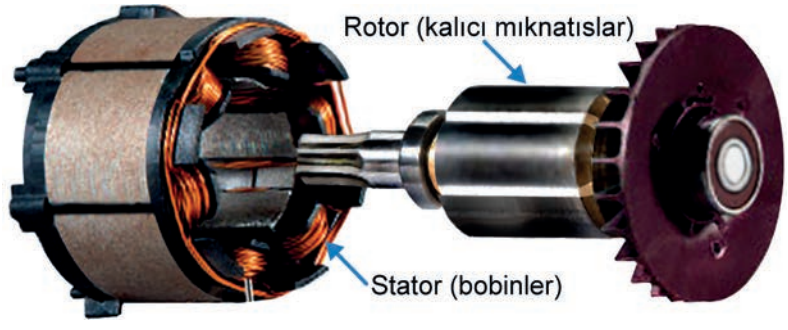
Rotoru kalıcı mıknatıslardan oluşan ve statorunda sargılar bulunan motorlara **fırçasız DC motor** denir. Bu motorlar, fırçasız DC motor anlamına gelen BLDC motor [brushless DC motors (braşlıs di si motors)] olarak da adlandırılır. Küçük güçlü olan fırçasız DC motorlar, yüksek hız ve yüksek kalkınma momentine sahiptir.

Fırçasız DC motorlar; robot teknolojisi, elektronik fan sistemleri, drone araçları, otomotiv sektörü, savunma sanayisi, fotokopi makineleri, yazıcılar, optik tarayıcılar, ev aletleri ve çeşitli tıp cihazlarında kullanılır (Görsel 1.26).



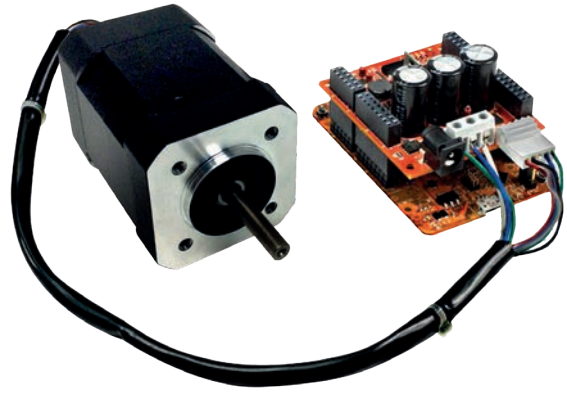
Görsel 1.26: Fırçasız DC motorlar

Fırçasız DC motorlar dairesel hareket üretir. Bunun yanında açısal hareket üreten step (adım) motorlar da fırçasız DC motor grubundadır. Fırçasız DC motorlarda kolektör ve fırçaya ihtiyaç duyulmaz. Çünkü rotorun (endüvi) dairesel yüzeyine sargı yerine kalıcı mıknatıs dilimleri yerleştirilmiştir. Gövde içinde yer alan statora ise manyetik alanı sağlayan bobinler yerleştirilmiştir (Görsel 1.27).



Görsel 1.27: Fırçasız DC motorda stator ve rotor

Bazı tip BLDC motorlarda sargılarla kalıcı mıknatıslar yer değiştirmiştir. Bu yüzden fırçasız DC motorlar iç rotorlu [inrunner (inranır)] ve dış rotorlu [outunner (autranır)] olmak üzere ikiye ayrılır. BLDC motorlar elektronik motor sürücülerle çalıştırılır. Stator sargıları arasına konumlandırılan sensörler, motor sürücüye konum bilgisi gönderir, bu sayede rotor kontrolü yapılır. Motor sürücü, dışarıdan bağlanabildiği gibi motor üzerine montajlı da olabilir (Görsel 1.28).



Görsel 1.28: Fırçasız DC motorun elektronik motor sürücü ile kontrolü

1.2. DOĞRU AKIM (DC) MOTORLARININ DEVİR SAYISI AYARI

İşletmelerde doğru akım motorlarının çalıştırdığı makinelerde her zaman değişik devir sayılarına ihtiyaç duyulur. Doğru akım motorlarına çeşitli düzenekler eklenerek devir sayısı (hız) ayarı yapılabilir.

1.2.1. DC Motorlarda Devir Sayısı Ayarlama Yöntemleri

DC motorlarda devir sayısı değişimi, "n = U - (Ia . Ra) / k . Ø" formülündeki gibidir. Formüldeki parametrelerin anlamı ve birimleri şunlardır:

n = Motorun devir sayısı (d/dk)

U = Uygulanan gerilim (V)

Ia = Endüviden geçen akım (A)

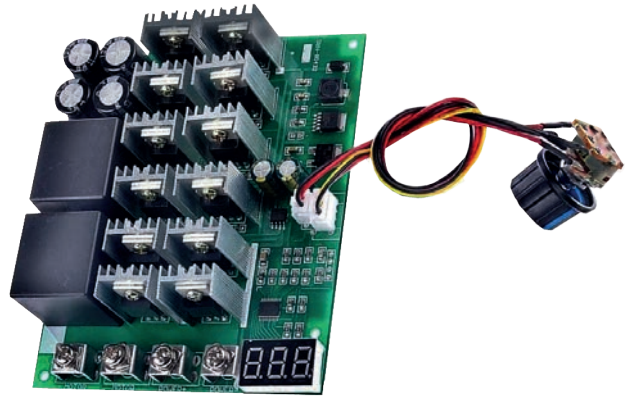
Ra = Endüvi iç direnci (ohm)

k = Motor sabit değerleri

Ø = Endüktörün manyetik akısı (maxwell)

Formülde görüldüğü gibi "k" değeri sabit olduğuna göre devir sayısı, "U - (Ia . Ra)" gerilimine ve endüktör sargısının "Ø" manyetik akısına bağlıdır. DC motorun hızını değiştirmede üç yöntem kullanılır.

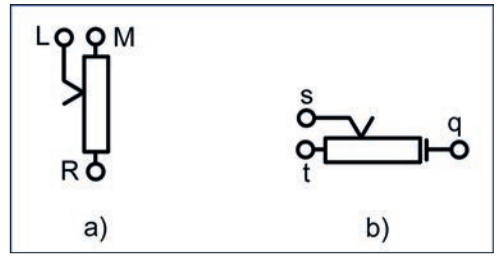
a) Uygulanan Gerilimi Değiştirme: Uygulanan gerilimi değiştirme yöntemlerinden biri elektronik DC motor hız sürücüdür. Sürücü ile motora yol verilip aynı zamanda devir ayarı yapılabilir (Görsel 1.29).



Görsel 1.29: DC motor hız sürücü

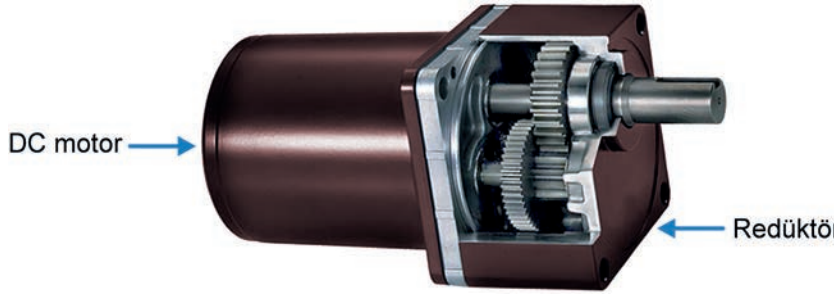
DC motora yol vermede kullanılan yol verme direnciyle de "U - (Ia . Ra)" toplam gerilimini değiştirmek ve motor devir sayısını ayarlamak mümkündür (Görsel 1.30.a). Ancak yol verme direncinin ısınmasından kaynaklanan kayıplardan dolayı bu yöntem pek tercih edilmez.

b) Endüktör Manyetik Akısını Değiştirme: Bu yöntemde ise endüktör sargısına seri bir ayarlı uyartım direnci bağlanır. Böylece sargıdan geçen "Im" uyartım akımı ayarlanarak manyetik akı değiştirilir. Endüktörün manyetik akısı değişince motor devir sayısı da değişir (Görsel 1.30.b).



Görsel 1.30: DC motorda devir sayısı ayarı için kullanılan ayarlı direnç sembolleri

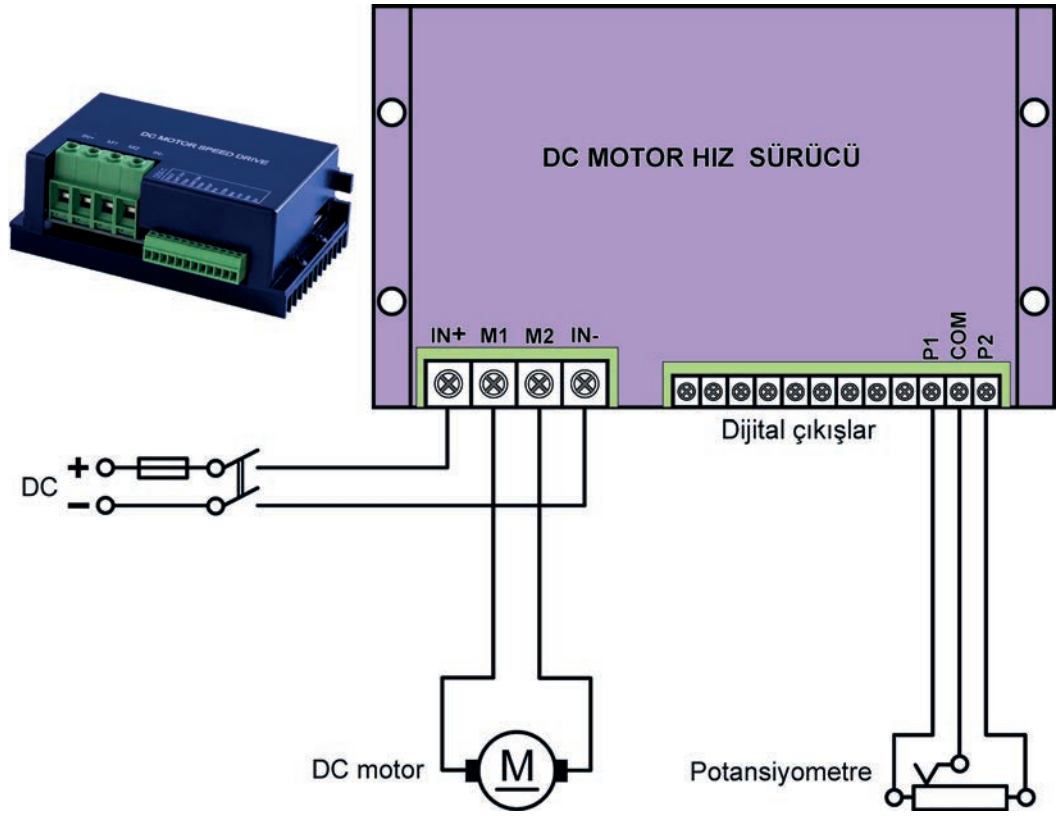
c) Redüktör ile Devir Sayısını Değiştirme: Redüktör, motorların mekanik olarak devir sayısını değiştirmek için kullanılan dişli kutusudur. Motor miline bağlanan küçük çaplı dişli çark, büyük çaplı dişli çarkı döndürdüğünde motorun devir sayısı azalır. Mile bağlanan büyük çaplı çark, küçük çaplı çarkı çevirdiğinde ise devir sayısı artar. Redüktörler, DC Motorlarda genellikle devir sayısını düşürmek için kullanılır (Görsel 1.31).



Görsel 1.31: Redüktörlü DC motor

1.2.1.1. Elektronik DC Motor Sürücü ile Devir Sayısının Ayarı

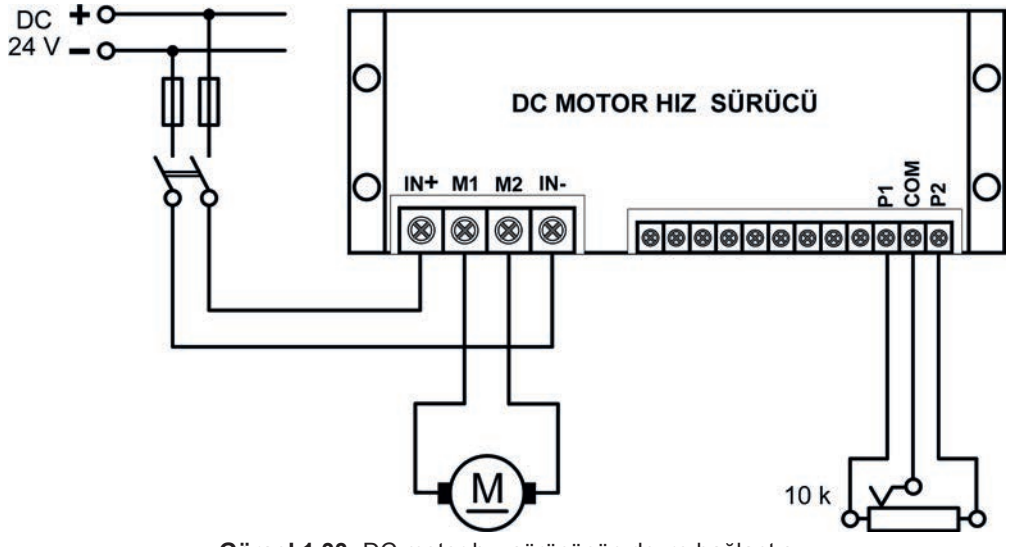
Endüstriyel alanda kullanılan DC motor gerilimleri 90-120- 250 Volt aralığındadır. Mobil uygulamalarda ise 5-12-24-48 V aralığında DC gerilim değerleri kullanılır. DC motor hız sürücüler, motora uygulanan gerilimin darbe genişlik modülasyonu işlemini yaparak motorun devir sayısını ayarlar. Bu cihazlar, hız kontrolüyle beraber dijital çıkış bilgileriyle DC motor çalışma bilgilerine uzaktan erişim imkânı verir. Ayrıca motorun dönüş yönünün değiştirilmesi ve yol verme işlemlerinde de kullanılır. DC motor hız sürücüleri motorun çalışma gerilimine ve akımına göre seçilir. Sürücünün analog çıkışına potansiyometre bağlantısı yapılır. Daha sonra motor ve cihazın dijital çıkış bağlantıları yapılır. Son olarak cihaza enerji uçları, anahtar ve sigorta bağlanır (Görsel 1.32).



Görsel 1.32: DC motor hız sürücü ile DC motorun devir sayısını ayarlamaya ait devre bağlantısı

4. Uygulama	DC MOTOR HIZ SÜRÜCÜ İLE DEVİR SAYISI AYARI

AMAÇ: DC motor hız sürücü ile devir sayısı ayarı yapmak.



Görsel 1.33: DC motor hız sürücünün devre bağlantısı

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
DC motor	DC motor 24 V	1 adet
Sigorta	Motor akımına uygun	1 adet
Anahtar	Motor akımına uygun	1 adet
DC motor hız sürücü	24 V, motor akımına uygun	1 adet
Potansiyometre	10 k	1 adet
Kablo	2,5 mm² NYAF	-
El aletleri	Tornavida, kargaburnu ve yan keski	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlarken iş eldiveninizi giyip motor etiketindeki bilgilere göre malzeme seçimi yapınız.
2. Devre bağlantılarını Görsel 1.33'teki şemaya uygun olarak yapınız.
3. Öğretmen gözetiminde anahtara basıp enerji veriniz. Potansiyometreyi çevirerek DC motorun devir sayısını gözlemleyiniz.
4. Devrenin enerjisini kesip malzemeleri sökerek öğretmeninize teslim ediniz.
5. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.

SORU

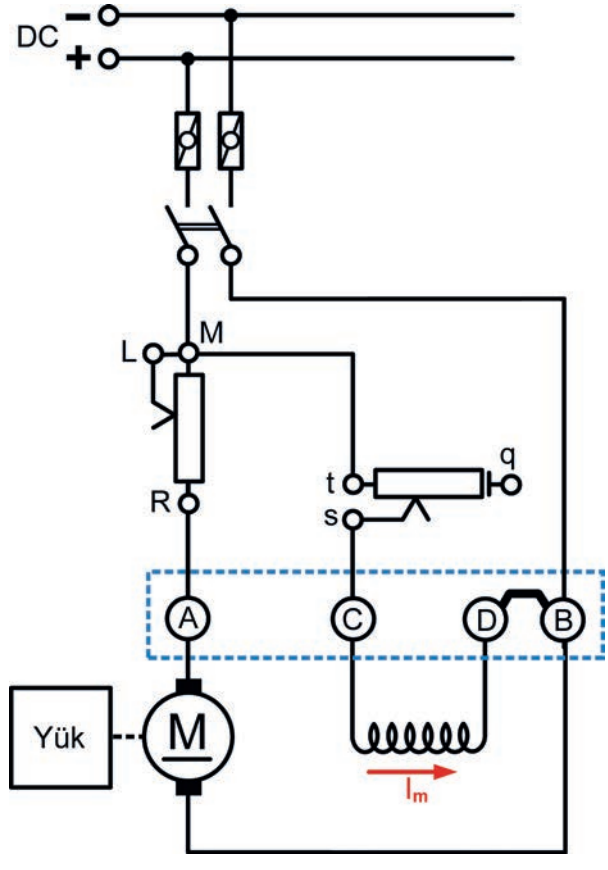
1. DC motor sürücüde potansiyometrenin görevi nedir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Devre şemasının çizilmesi	20	
Sınıfı:	2. Malzemelerin doğru seçilmesi	20	
Numarası:	3. Devrenin doğru kurulması	20	
ÖĞRETMEN	4. Devir ayarının doğru yapılması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

1.2.1.2. Şönt Motorun Devir Sayısı Ayarı

Şönt motorda devir sayısını ayarlamak için endüktör kutuplarındaki manyetik akıyı (Ø) değiştirmek gerekir. Manyetik akıyı değiştirmek için endüktör sargılarından geçen uyartım akımı (Im) değiştirilir. Şönt motorlarda manyetik akı ile devir sayısı ters orantılıdır. Uyartım akımının azalması ise endüktör kutuplarındaki ana manyetik akının azalmasına ve devir sayısının yükselmesine sebep olur. Şönt motor çalışırken uyartım devresinde meydana gelebilecek bir kopukluk, uyartım akımının hızla düşmesine ve devir sayısının tehlikeli değerlere çıkmasına sebep olabilir. Uyartım akımının artması ise endüktör kutuplarındaki ana manyetik akının artmasını sağlar. Ancak endüktör kutup ayakları, manyetik alana doyduğunda ana manyetik akının artışı sona erer. Doyma noktasındaki endüktörde uyartım akımı artırılsa dahi manyetik akı artmayacağı için devir sayısı da artmayıp sabit kalır. Uyartım akımını değiştirme işlemi, endüktör sargılarına bağlanan ayarlı uyartım direnciyle yapılır. Şönt motorun devir sayısı ayarına ait devrenin bağlantısını yapmak için önce malzeme seçimi yapılarak kablolar hazırlanır. Daha sonra sigorta, şalter, yol verme direnci, endüvi ve endüktör bağlantıları yapılır. Uyartım direncinin "q" ucu boşta bırakılıp herhangi bir yere bağlanmaz. "s" ucu endüktörün "C" ucuna bağlanır. Direncin "t" ucu yol verme direncinin "M" ucuna bağlanır. Devreye enerji verilmeden önce ayar ucu "s" ucuna doğru kaydırılarak uyartım direnci tamamen devreden çıkarılır (Görsel 1.34).

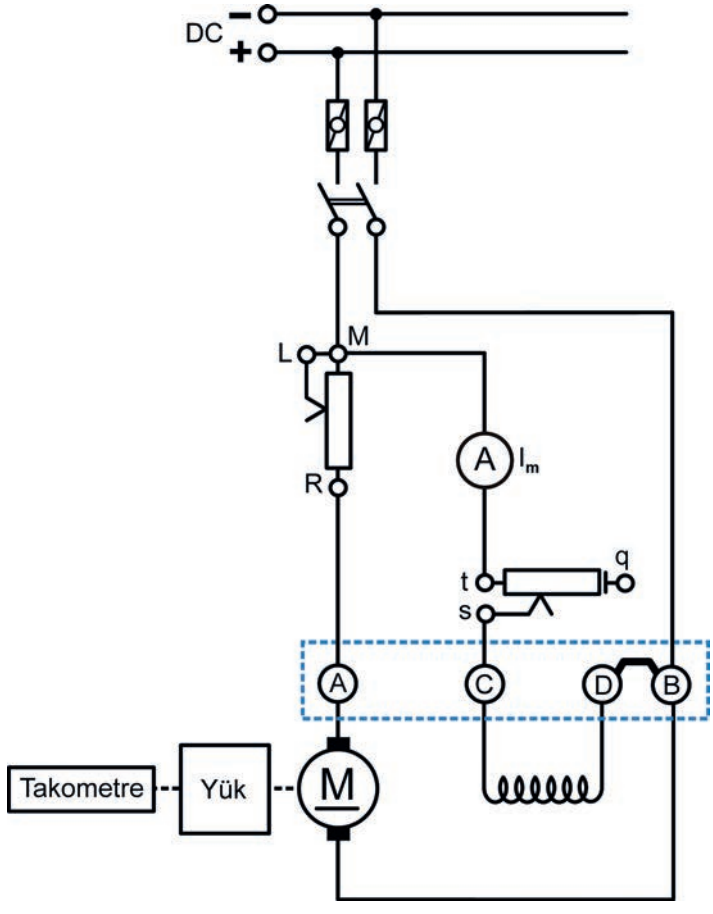
Şalterle devreye enerji uygulanıp yol verme direnciyle motora yol verilir. Uyartım direncinin değeri kademeli bir şekilde artırılınca uyartım akımı azalır. Bu durumda endüktörün manyetik akısı azalır ve şönt motorun devir sayısı artar. Uyartım direncinin ayarı hiçbir zaman "q" ucuna kadar kaydırılmaz. Çünkü uyartım akımı sıfıra yaklaşacağından devir sayısı tehlikeli değerlere çıkabilir. Uyartım direncinin değeri düşürüldüğünde ise uyartım akımı artar. Bu durumda endüktörün manyetik akısı artar. Daha önce artmış olan devir sayısı da düşerek sabit bir değerde kalır.



Görsel 1.34: Şönt motorun devir sayısını ayarlamaya ait devre şeması

5. Uygulama	ŞÖNT MOTORUN DEVİR SAYISI AYARI

AMAÇ: Şönt motorun devir sayısı ayarını yapmak.



İzlemek için kodu tarayınız.

42512

Görsel 1.35: Şönt motorun devir sayısını ayarlamaya ait uygulama şeması

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
DC motor	Mili yüklü şönt motor	1 adet
Sigorta	Motor akımına uygun	2 adet
Şalter	Motor akımına uygun	1 adet
Yol verme direnci	Motor akımına uygun	1 adet
Uyartım direnci	Motor akımına uygun	1 adet
Ampermetre	DC	1 adet
Takometre	Analog veya dijital	1 adet
Kablo	2,5 mm^2 NYAF	-
El aletleri	Tornavida, kargaburnu ve yan keski	-

Tablo 1.1: Şönt Motorda Uyartım Akımıyla Devir Sayısı Değişimine Ait Kayıt Tablosu

NO	UYARTIM AKIMI (Im) (Amper)	DEVİR SAYISI (n) (d/dk)
1		
2		
3		
4		
5		
6		

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlarken iş eldiveninizi giyiniz.
2. Motor etiketindeki bilgilere göre malzeme seçimi yapınız.
3. Devre bağlantılarını Görsel 1.35'teki şemaya uygun olarak yapınız.
4. Uyartım direncinin ayar mekanizmasını "t" ucuna doğru kaydırarak direnci devreden çıkarınız.
5. Öğretmen gözetiminde devreye enerji uyguladıktan sonra yol verme direnciyle motora yol veriniz.
6. Uyartım direncini kademeli bir şekilde azaltınız. Uyartım akımını ampermetreden, devir sayısını takometreden üç değer okuyup Tablo 1.1'e kaydediniz.
7. Uyartım direncini kademeli bir şekilde artırınız. Uyartım akımını ampermetreden, devir sayısını takometreden üç değer okuyup Tablo 1.1'e kaydediniz.
8. Devrenin enerjisini kesip malzemeleri sökerek öğretmeninize teslim ediniz.
9. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.

SORU

1. Şönt motorda uyartım akımıyla devir sayısı arasında nasıl bir bağıntı vardır? Açıklayınız.

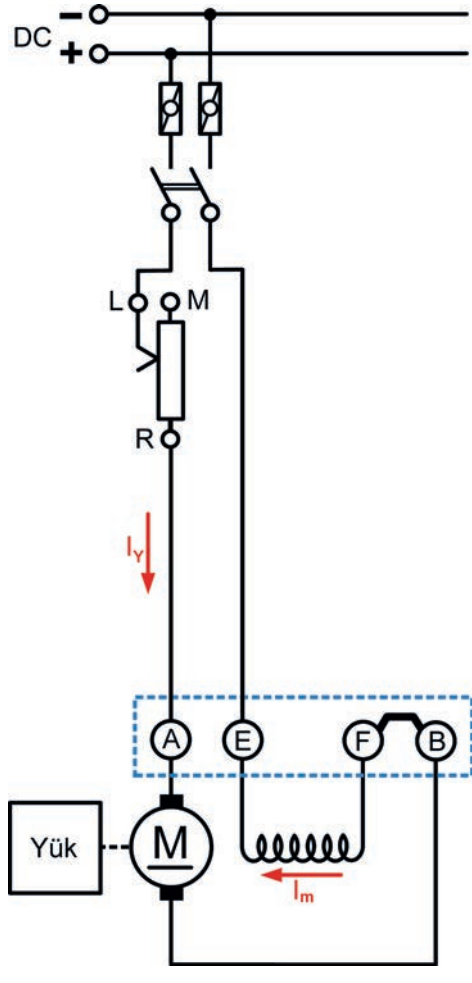
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Devre şemasının çizilmesi	20	
Sınıfı:	2. Devrenin doğru kurulması	20	
Numarası:	3. Devir ayarının doğru yapılması	20	
ÖĞRETMEN	4. Devrenin doğru yorumlanması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

1.2.1.3. Seri Motorun Devir Sayısı Ayarı

Seri motorda endüktör sargısıyla endüvi sargı birbirine seri bağlı olduğu için endüvinin şebekeden çektiği yük akımıyla uyartım akımı birbirine eşittir (Iy = Im). Bu iki akım, seri devrede birbirine eşit olduğuna göre endüvi yük akımı arttıkça uyartım akımı da artar. Uyartım akımının artışı, endüktör kutuplarındaki manyetik akıyı çoğaltınca seri motorun devir sayısı azalır. Yük akımı ve uyartım akımı azaldığında ise manyetik akı zayıflar ve motorun devir sayısı artar. Seri motorlar hiçbir zaman yüksüz (boşta) çalıştırılmaz. Motor mili yüksüz olduğunda devir sayıları tehlikeli değerlere çıkabilir. Motor mili yüklü olduğunda devreden geçen yük akımı belli bir değerde kutup ayaklarını doyuma ulaştıracak ve motor devir sayısı sabit kalacaktır. Seri motorlarda devir sayısı, milindeki yükün etkilediği akım değerine bağlı olduğu için yük akımı değiştirilerek devir ayarlanabilir. Uyartım akımı ile yük akımı eşit olduğuna göre yol verme direnciyle uyartım akımı değiştirilebilir.

Seri motorun devir sayısı ayarına ait devrenin bağlantısını yapmak için önce motor etiketine uygun malzeme seçimi yapılarak kablolar hazırlanır. Daha sonra sigorta, şalter, yol verme direnci, endüvi ve endüktör bağlantıları yapılır (Görsel 1.36).

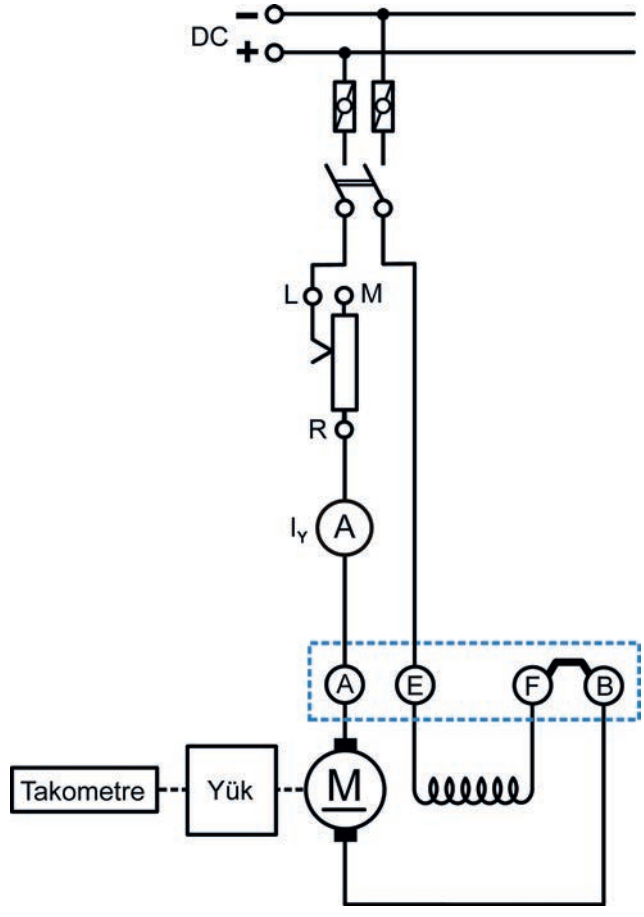
Şalterle devreye enerji uygulanıp yol verme direnciyle motora yol verilir. Motor mili yüklü olduğu için devir sayısı bir süre sonra sabitlenecektir. Yol verme direncinin değeri artırıldığında yük akımıyla beraber uyartım akımı azalır. Bu durumda endüktörün manyetik akısı azalır ve devir sayısı artar. Yol verme direncinin değeri azaltıldığında yük akımıyla beraber uyartım akımı artar. Bu durumda endüktörün manyetik akısı artar ve devir sayısı azalır.



Görsel 1.36: Seri motorun devir sayısını ayarlamaya ait devre şeması

6. Uygulama	SERİ MOTORUN DEVİR SAYISI AYARI

AMAÇ: Seri motorun devir sayısı ayarını yapmak.



Görsel 1.37: Seri motorun devir sayısını ayarlamaya ait uygulama şeması

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
DC motor	Mili yüklü seri motor	1 adet
Sigorta	Motor akımına uygun	2 adet
Şalter	Motor akımına uygun	1 adet
Yol verme direnci	Motor akımına uygun	1 adet
Ampermetre	DC	1 adet
Takometre	Analog veya dijital	1 adet
Kablo	2,5 mm^2 NYAF	-
El aletleri	Tornavida, kargaburnu ve yan keski	-

Tablo 1.2: Seri Motorda Yük Akımıyla Devir Sayısı Değişimine Ait Kayıt Tablosu

NO	YÜK AKIMI (Iy) (Amper)	DEVİR SAYISI (n) (d/dk)
1		
2		
3		
4		
5		
6		

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlarken iş eldiveninizi giyiniz.
2. Motor etiketindeki bilgilere göre malzeme seçimi yapınız.
3. Devre bağlantılarını Görsel 1.37'deki şemaya uygun olarak yapınız.
4. Öğretmen gözetiminde devreye enerji uyguladıktan sonra yol verme direnciyle motora yol veriniz.
5. Yol verme direncini kademeli bir şekilde azaltınız. Uyartım akımını ampermetreden, devir sayısını takometreden üç değer okuyup Tablo 1.2'ye kaydediniz.
6. Yol verme direncini kademeli bir şekilde artırınız. Uyartım akımını ampermetreden, devir sayısını takometreden üç değer okuyup Tablo 1.2'ye kaydediniz.
7. Devrenin enerjisini kesip malzemeleri sökerek öğretmeninize teslim ediniz.
8. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.

SORU

1. Seri motorda yük akımıyla devir sayısı arasında nasıl bir bağıntı vardır? Açıklayınız.

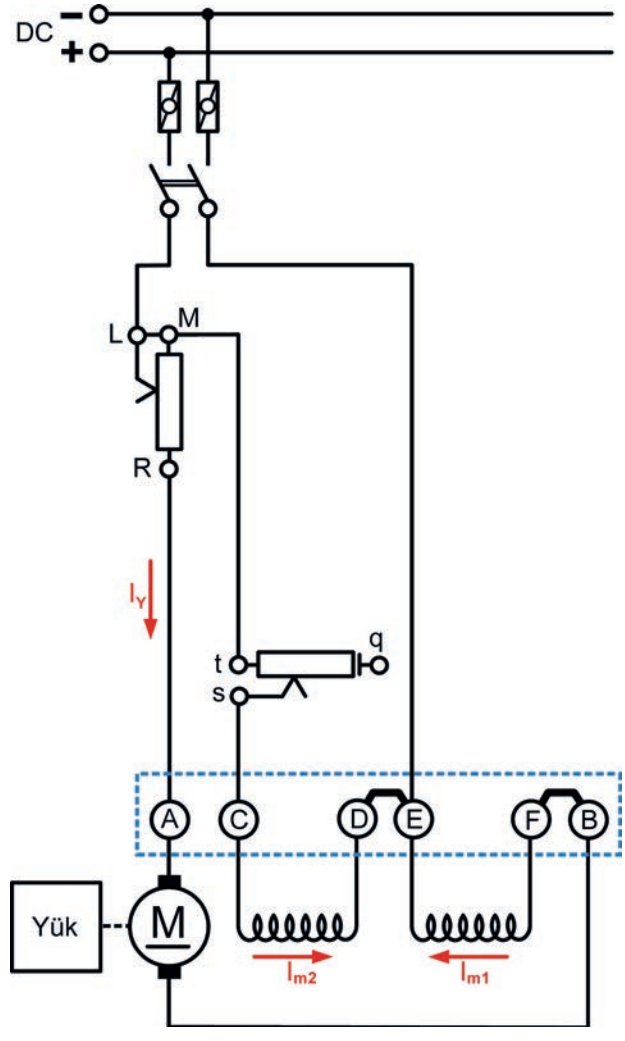
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Devre şemasının çizilmesi	20	
Sınıfı:	**2.** Devrenin doğru kurulması	20	
Numarası:	**3.** Devir ayarının doğru yapılması	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Devrenin doğru yorumlanması	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

1.2.1.4. Kompunt Motorun Devir Sayısı Ayarı

Kompunt motorda endüktör sargısı, paralel ve seri sargıdan oluşur. Paralel sargıdan geçen uyartım akımı, bir uyartım direnci ile değiştirildiğinde kutup ayaklarındaki manyetik akı ve devir sayısı değişir. Seri sargı, endüviye seri bağlı olduğu için endüvinin şebekeden çektiği yük akımıyla uyartım akımı birbirine eşittir. Bu iki akım, seri devrede birbirine eşit olduğuna göre yol verme direnciyle endüvi yük akımı değiştirilince uyartım akımı da değişir. Uyartım akımının değişimi, endüktör kutuplarındaki manyetik akıyı ve motorun devir sayısını da değiştirir. Yol verme direnciyle devir sayısını değiştirmek, direnç üzerinde oluşacak kayıplardan dolayı pek tercih edilmez. Kompunt motorda devir sayısı değiştirme işlemi, paralel sargıya bağlanan uyartım direnci ayarlanarak yapılır.

Kompunt motorun devir sayısı ayarına ait devrenin bağlantısını yapmak için önce motor etiketine uygun malzeme seçimi yapılarak kablolar hazırlanır. Daha sonra sigorta, şalter, yol verme direnci, endüvi ve endüktör bağlantıları yapılır (Görsel 1.38).

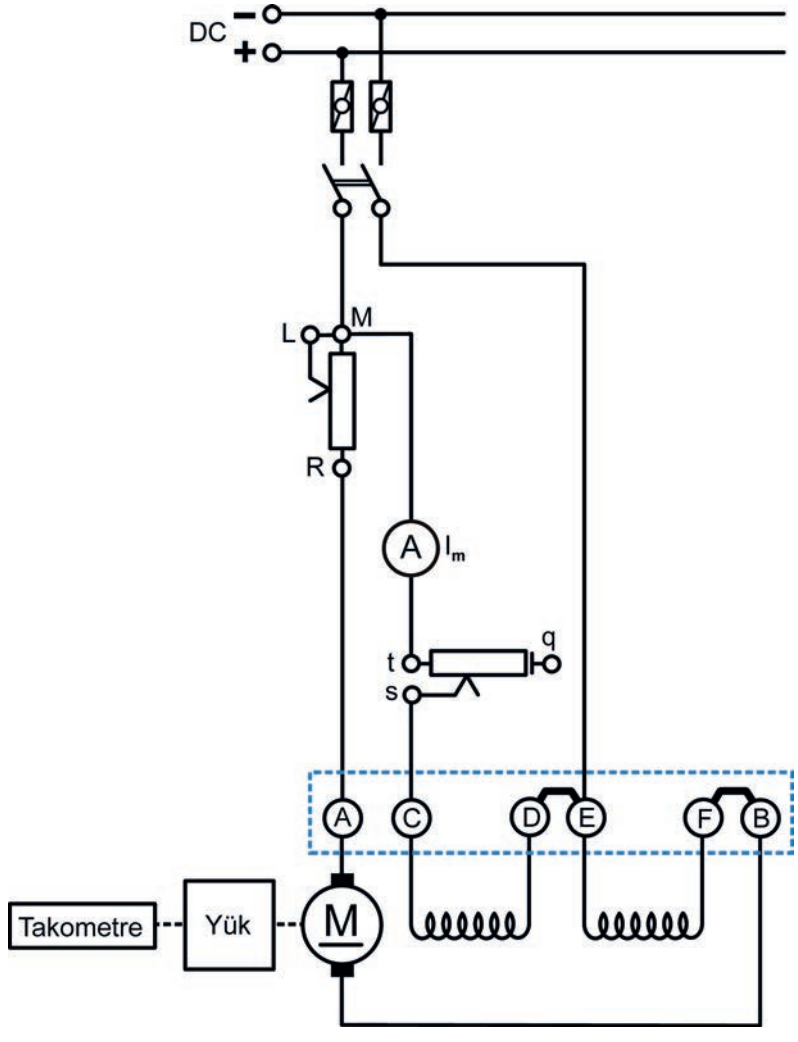
Devreye enerji uygulanıp yol verme direnciyle kompunt motora yol verilir. Uyartım direncinin değeri kademeli bir şekilde artırılınca uyartım akımı azalır. Bu durumda endüktörün manyetik akısı azalır ve şönt motorun devir sayısı artar. Uyartım direncinin değeri düşürüldüğünde ise uyartım akımı artar. Bu durumda endüktörün manyetik akısı artar ve daha önce artmış olan devir sayısı düşerek sabit bir değerde kalır. Uyartım direnciyle yapılan devir sayısı ayarı yeterli olmadığında yol verme direnciyle ayar yapılabilir.



Görsel 1.38: Kompunt motorun devir sayısını ayarlamaya ait devre şeması

7. Uygulama	KOMPUNT MOTORUN DEVİR SAYISI AYARI

AMAÇ: Kompunt motorun devir sayısı ayarını yapmak.



Görsel 1.39: Kompunt motorun devir sayısını ayarlamaya ait uygulama şeması

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
DC motor	Mili yüklü kompunt motor	1 adet
Sigorta	Motor akımına uygun	2 adet
Şalter	Motor akımına uygun	1 adet
Yol verme direnci	Motor akımına uygun	1 adet
Uyartım direnci	Motor akımına uygun	1 adet
Ampermetre	DC	1 adet
Takometre	Analog veya dijital	1 adet
Kablo	2,5 mm^2 NYAF	-
El aletleri	Tornavida, kargaburnu ve yan keski	-

Tablo 1.3: Kompunt Motorda Uyartım Akımıyla Devir Sayısı Değişimine Ait Kayıt Tablosu

NO	UYARTIM AKIMI (Im) (Amper)	DEVİR SAYISI (n) (d/dk)
1		
2		
3		
4		
5		
6		

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlarken iş eldiveninizi giyiniz.
2. Motor etiketindeki bilgilere göre malzeme seçimi yapınız.
3. Devre bağlantılarını Görsel 1.39'daki şemaya uygun olarak yapınız.
4. Uyartım direncinin ayar mekanizmasını "t" ucuna doğru kaydırarak direnci devreden çıkarınız.
5. Öğretmen gözetiminde devreye enerji uyguladıktan sonra yol verme direnciyle motora yol veriniz.
6. Uyartım direncini kademeli bir şekilde azaltınız. Uyartım akımını ampermetreden, devir sayısını takometreden üç değer okuyup Tablo 1.3'e kaydediniz.
7. Uyartım direncini kademeli bir şekilde artırınız. Uyartım akımını ampermetreden, devir sayısını takometreden üç değer okuyup Tablo 1.3'e kaydediniz.
8. Devrenin enerjisini kesip malzemeleri sökerek öğretmeninize teslim ediniz.
9. Çalışma ortamınızı temizleyiniz.

SORU

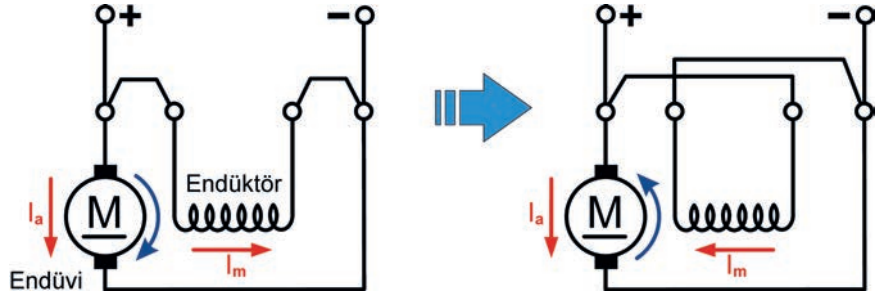
1. Kompunt motorda yük akımı değiştirilerek devir sayısı ayarlanabilir mi? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Devre şemasının çizilmesi	20	
Sınıfı:	**2.** Devrenin doğru kurulması	20	
Numarası:	**3.** Devir ayarının doğru yapılması	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Devrenin doğru yorumlanması	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

1.2.2. DC Motorların Devir Yönünü Değiştirme

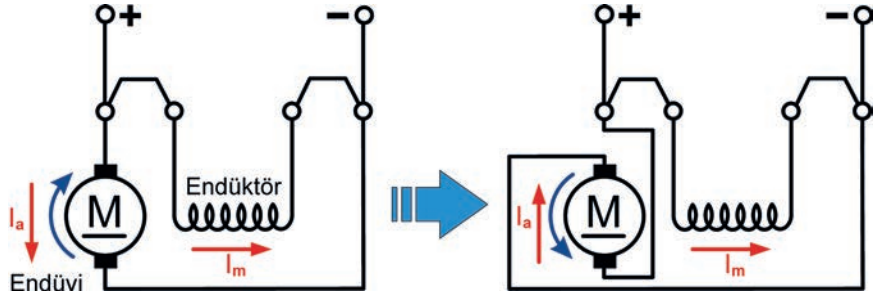
Devir yönünü değiştirmek için aşağıdaki işlemlerden herhangi biri yapılır.

a) Endüktör Sargı Uçlarını Değiştirmek: Endüvi sargı uçları sabit bırakılıp sadece endüktör sargı uçları yer değiştirilir. Endüktör sargısından geçen akımın ve oluşacak manyetik alanın yönü değişeceğinden motorun devir yönü de değişecektir (Görsel 1.40).



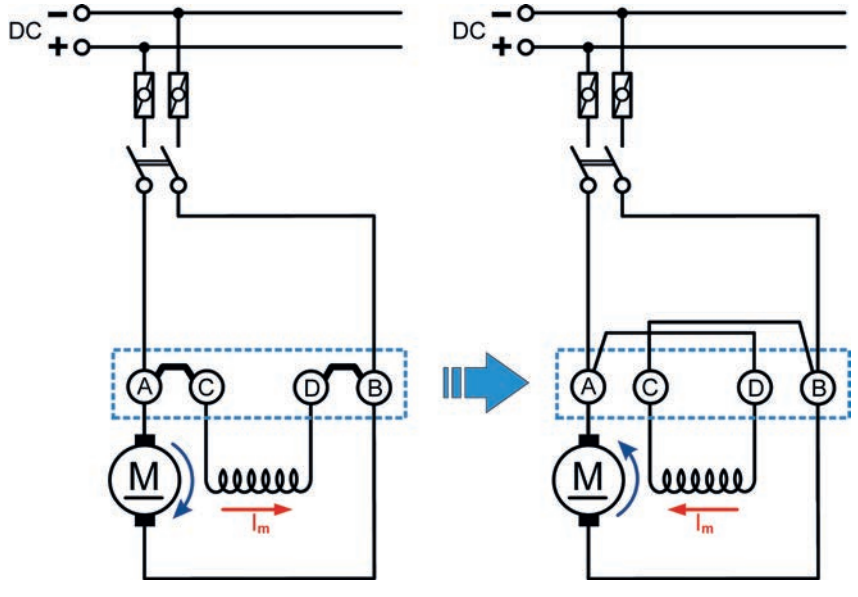
Görsel 1.40: Endüktör sargı uçlarının değiştirilmesi

b) Endüvi Sargı Uçlarını Değiştirmek: Endüktör sargı uçları sabit bırakılıp sadece endüvi sargı uçları yer değiştirilir. Endüvi sargısından geçen akımın ve oluşacak manyetik alanın yönü değişeceğinden motorun devir yönü de değişecektir (Görsel 1.41).



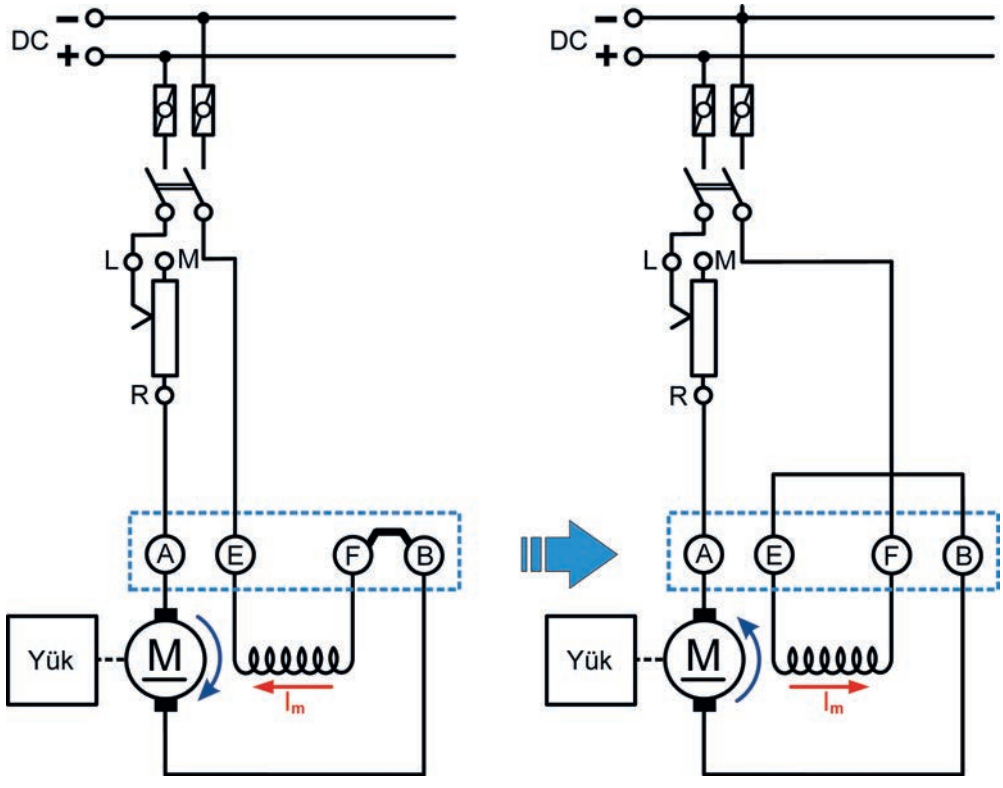
Görsel 1.41: Endüvi sargı uçlarının değiştirilmesi

Şönt motorda endüktör sargı uçlarının yeri değiştirilerek devir yönünün değiştirilmesine ait devre bağlantı şeması görsel 1.42'deki gibidir.



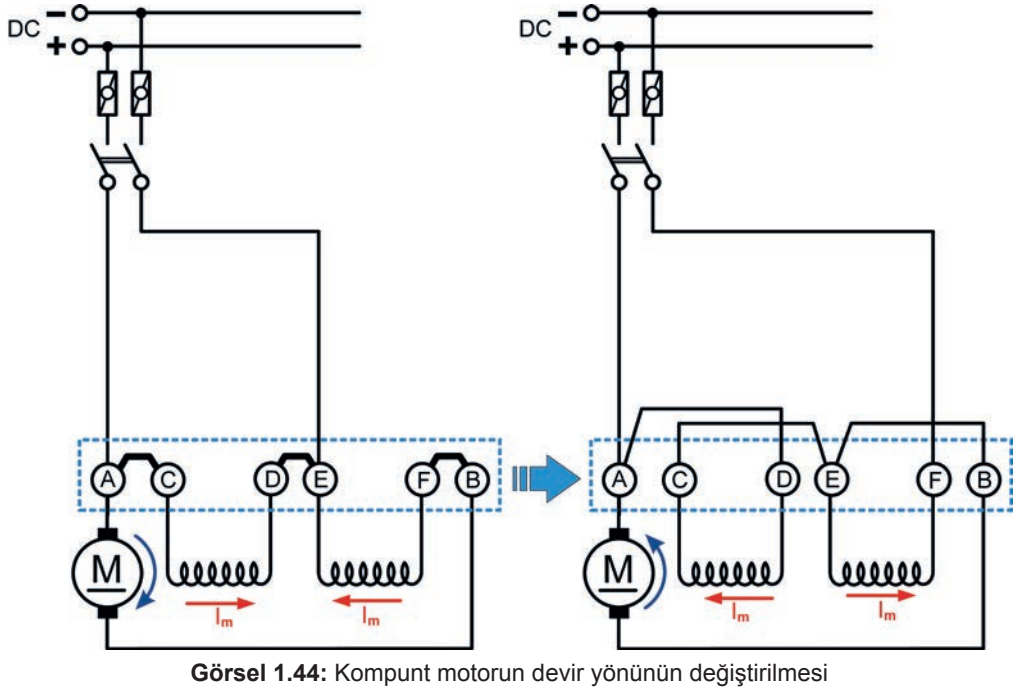
Görsel 1.42: Şönt motorun devir yönünün değiştirilmesi

Seri motorda endüktör sargı uçlarının yeri değiştirilerek devir yönünün değiştirilmesine ait devre bağlantı şeması görsel 1.43'teki gibidir.



Görsel 1.43: Seri motorun devir yönünün değiştirilmesi

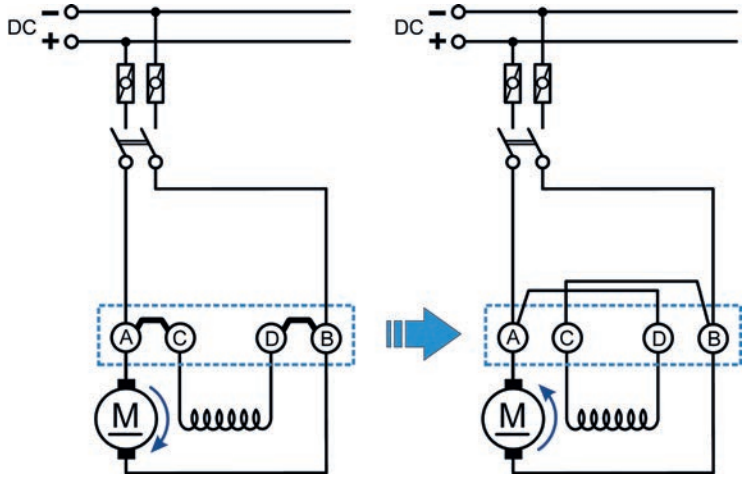
Kompunt motorda endüktör sargı uçlarının yeri değiştirilerek devir yönünün değiştirilmesine ait devre bağlantı şeması Görsel 1.44'teki gibidir.



Görsel 1.44: Kompunt motorun devir yönünün değiştirilmesi

8. Uygulama	ŞÖNT MOTORUN DEVİR YÖNÜNÜN DEĞİŞTİRİLMESİ

AMAÇ: Şönt motorun devir yönünü değiştirme uygulamasını yapmak.



İzlemek için kodu tarayınız.
42513

Görsel 1.45: Şönt motorun devir yönünü değiştirmeye ait devre bağlantısı

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Motor	Şönt motor	1 adet
Sigorta	Motor akımına uygun	2 adet
Şalter	Motor akımına uygun	1 adet
Kablo	2,5 mm² NYAF	-
El aletleri	Tornavida, kargaburnu ve yan keski	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlarken iş eldiveninizi giyip motor etiketindeki bilgilere göre malzeme seçimi yapınız.
2. Motorun ters dönüş yönü için Görsel 1.45'teki devre bağlantısı yapınız.
3. Öğretmen gözetiminde şaltere basıp enerji veriniz. Motorun dönüş yönünü gözlemleyiniz.
4. Motorun ters dönüş yönü için devre bağlantısı yapınız.
5. Öğretmen gözetiminde şaltere basıp enerji veriniz. Motorun dönüş yönünü gözlemleyiniz.
6. Motorun enerjisini kesiniz. Malzemeleri söküp öğretmeninize teslim ediniz ve ortamı temizleyiniz.

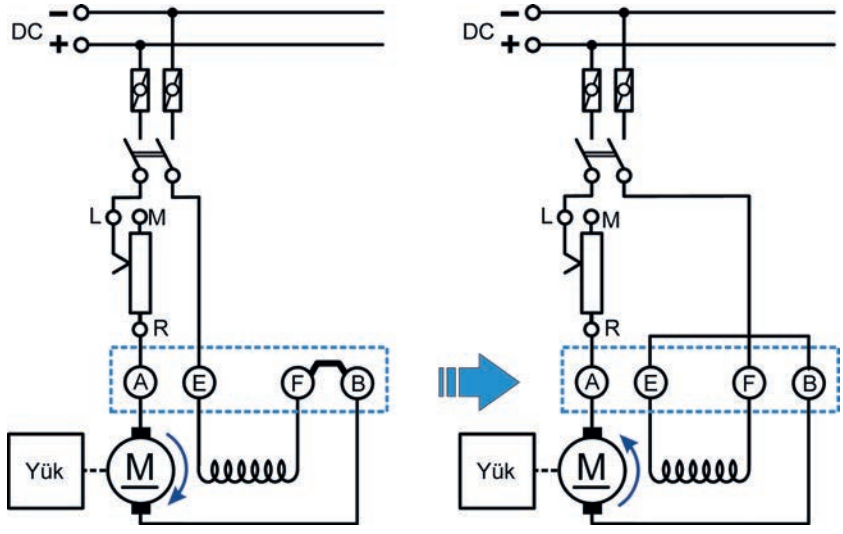
SORU

1. Şönt motorda devir yönünü değiştirmek için hangi sargının uçları yer değiştirilir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Devre şemasının çizilmesi	20	
Sınıfı:	**2.** Devrenin doğru kurulması	20	
Numarası:	**3.** Motorun doğru çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Devrenin doğru yorumlanması	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

9. Uygulama	SERİ MOTORUN DEVİR YÖNÜNÜN DEĞİŞTİRİLMESİ

AMAÇ: Seri motorun devir yönünü değiştirme uygulamasını yapmak.



Görsel 1.46: Seri motorun devir yönünü değiştirmeye ait devre bağlantısı

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Motor	Seri motor	1 adet
Sigorta	Motor akımına uygun	2 adet
Şalter	Motor akımına uygun	1 adet
Kablo	2,5 mm² NYAF	-
El aletleri	Tornavida, kargaburnu ve yan keski	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlarken iş eldiveninizi giyip motor etiketindeki bilgilere göre malzeme seçimi yapınız.
2. Motorun ters dönüş yönü için Görsel 1.46'daki devre bağlantısını yapınız.
3. Öğretmen gözetiminde şaltere basıp enerji veriniz. Motorun dönüş yönünü gözlemleyiniz.
4. Motorun dönüş yönünü değiştirmek için gerekli bağlantısını yapınız.
5. Öğretmen gözetiminde şaltere basıp enerji veriniz. Motorun dönüş yönünü gözlemleyiniz.
6. Motorun enerjisini kesiniz. Malzemeleri söküp öğretmeninize teslim ediniz ve ortamı temizleyiniz.

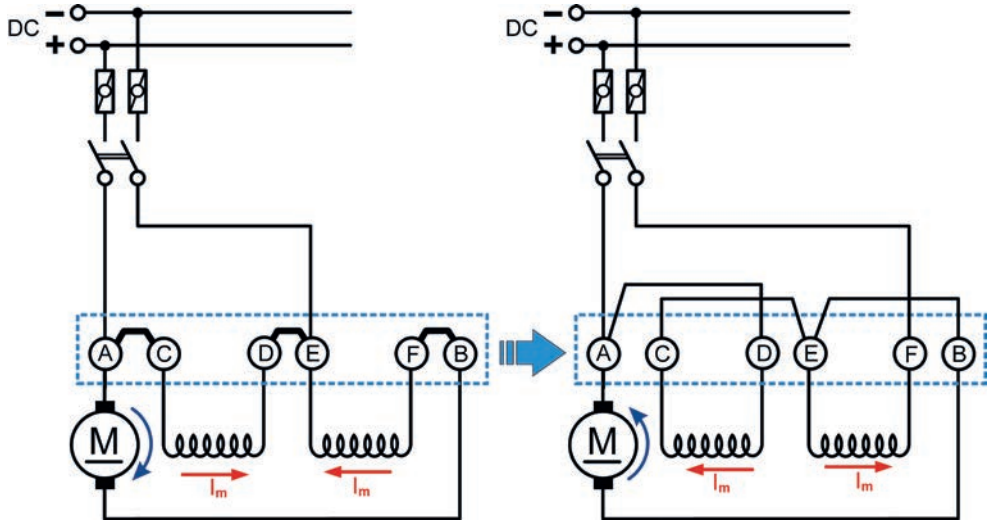
SORU

1. Seri motorda devir yönünü değiştirmek için hangi sargının uçları yer değiştirilir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Devre şemasının çizilmesi	20	
Sınıfı:	2. Devrenin doğru kurulması	20	
Numarası:	3. Motorun doğru çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN	4. Devrenin doğru yorumlanması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

10. Uygulama	KOMPUNT MOTORUN DEVİR YÖNÜNÜN DEĞİŞTİRİLMESİ

AMAÇ: Kompunt motorun devir yönünü değiştirme uygulamasını yapmak.



Görsel 1.47: Kompunt motorun devir yönünü değiştirmeye ait devre bağlantısı

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Motor	Kompunt motor	1 adet
Sigorta	Motor akımına uygun	2 adet
Şalter	Motor akımına uygun	1 adet
Kablo	2,5 mm² NYAF	-
El aletleri	Tornavida, kargaburnu ve yan keski	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlarken iş eldiveninizi giyip motor etiketindeki bilgilere göre malzeme seçimi yapınız.
2. Motorun ters dönüş yönü için Görsel 1.47'deki devre bağlantısını yapınız.
3. Öğretmen gözetiminde şaltere basıp enerji veriniz. Motorun dönüş yönünü gözlemleyiniz.
4. Motorun ters dönüş yönü için devre bağlantısı yapınız.
5. Öğretmen gözetiminde şaltere basıp enerji veriniz. Motorun dönüş yönünü gözlemleyiniz.
6. Motorun enerjisini kesiniz. Malzemeleri söküp öğretmeninize teslim ediniz ve ortamı temizleyiniz.

SORU

1. Kompunt motorda devir yönünü değiştirmek için hangi sargının uçları yer değiştirilir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Devre şemasının çizilmesi	20	
Sınıfı:	**2.** Devrenin doğru kurulması	20	
Numarası:	**3.** Motorun doğru çalıştırılması	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Devrenin doğru yorumlanması	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümleleri okuyunuz ve cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. ( ) DC motorlarda endüktör ve endüvi sargıları motorun dönmesini sağlar.

2. ( ) Endüktör, DC motorda dönen parçadır.

3. ( ) Doğru akım, endüvi sargılarına fırça ve kolektörler aracılığıyla aktarılır.

4. ( ) Yol verme direnci motorun ilk anda fazla akım çekmesini önler.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Şönt motorda endüvi sargısı endüktör sargısı birbirine ..... bağlanır.

6. Seri motorda endüktör sargı uçları ..... harfleriyle gösterilir.

7. Kompunt motorda endüktör sargı uçları ..... harfleriyle gösterilir.

8. Permanent magnet motorların endüktöründe sargı yerine ..... bulunur.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

9. Aşağıdaki DC motorların hangisinde endüktör sargısı iki parçadan oluşur?

A) BLDC B) Kompunt C) PM D) Seri E) Şönt

10. DC motorda devir sayısı, aşağıdaki parametrelerden hangisine bağlıdır?

A) k B) n C) R_a D) R_m E) Ø

11. Şönt motorda devir sayısı değiştirilirken aşağıdaki dirençlerden hangisi kullanılır?

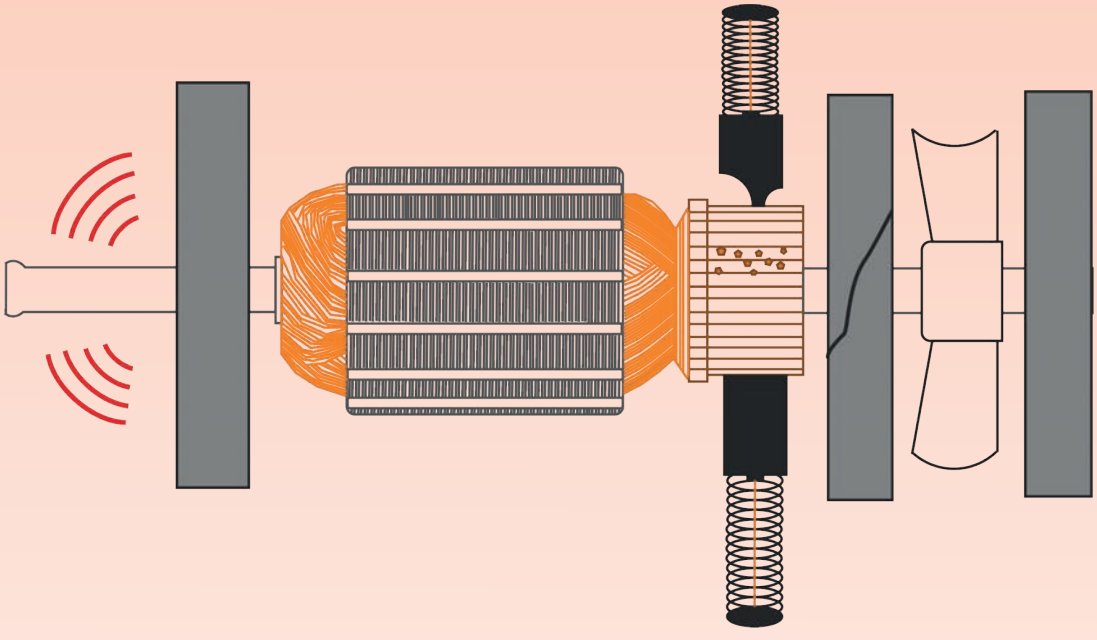
A) Endüktör B) Endüvi C) Kademeli D) Uyartım E) Yol verme

12. DC motorların devir yönünü değiştirmek için aşağıdakilerden hangisi değiştirilir?

A) Akım değeri
B) Gerilim değeri
C) Endüktör sargı uçları
D) Endüktör sargı sayısı
E) Endüktör ile endüvi uçları

2. ÖĞRENME BİRİMİ

ELEKTRİK MAKİNELERİNDE MEKANİK ARIZALAR



KONULAR

2.1. DC MOTORLARDA MEKANİK ARIZA TESPİTİ

2.2. RULMAN KONTROLÜ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- **Mekanik kısımların arıza tespitini yapma**
- **Rulmanları kontrol etme**

TEMEL KAVRAMLAR

DC motor, endüvi, endüktör, kolektör, fırça, rulman

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. DC motoru oluşturan parçalarla ilgili bildiklerinizi sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

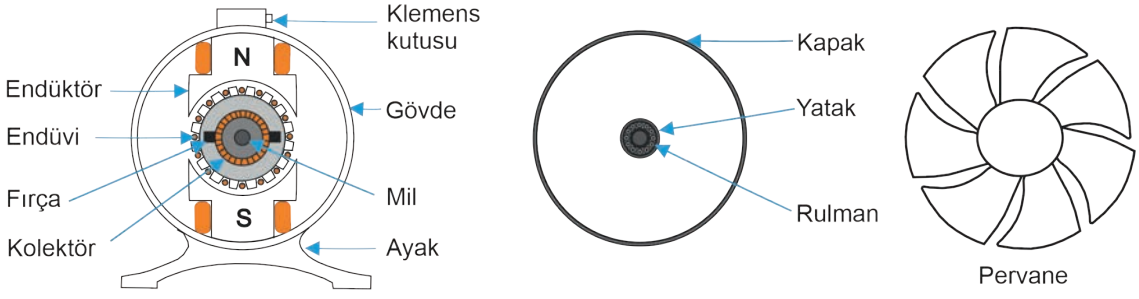
2. DC motorun hangi parçalarında mekanik arızalar oluşabilir? Düşüncelerinizi ifade ediniz.

2.1. DC MOTORLARDA MEKANİK ARIZA TESPİTİ

DC motorlar mekanik ve elektrik kısımlardan oluşur. Çalışan tüm sistemlerde olduğu gibi motorlarda da zaman zaman arızalar meydana gelir. Hareketli parçalara sahip olan DC motorların özellikle hareket eden ve sürtünen parçaları daha çok arızalanır. Çalışma sürekliliğinin sağlanması ve zaman kaybının önüne geçilmesi için meydana gelen arızaların hemen tespit edilerek giderilmesi, iş akışı ve ekonomik kayıpların önüne geçilmesi bakımından son derece önemlidir.

2.1.1. DC Motor Parçalarının Görevleri

DC motorlar; gövde, endüktör, endüvi, kolektör, fırçalar, klemens kutusu, mil, ayak, kapak, yatak, rulman ve pervaneden oluşur (Görsel 2.1).



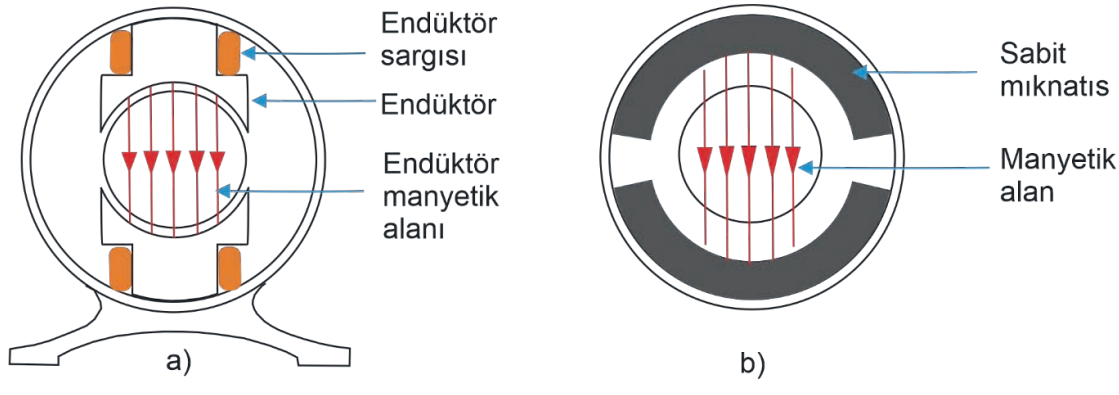
Görsel 2.1: DC motor mekanik parçaları

2.1.1.1. Gövdenin Görevi

Gövde, doğru akım motorunun dış kısmını oluşturan ve dış etkenlere karşı motoru koruyan kısımdır. Çelik dökümden yapılır. İç kısmında endüktör bulunur. Üst kısmında motor taşıma halkası ve klemens kutusu vardır. Ayrıca motor ayakları da gövdenin alt kısmındadır. Gövdenin görevi, motor parçalarını korumak ve düzgün bir dönüş için parçaları üzerinde taşımaktır.

2.1.1.2. Endüktörün Görevi

Endüktör, motorun özelliğine göre demir veya mıknatıstan yapılır. Motorun duran kısmıdır. Endüktörün görevi, manyetik alanı sargıların oluşturduğu motorlarda, sargıları üzerinde taşımaktır (Görsel 2.2.a). PM motorlarda ise endüktör, endüvinin dönmesi için gerekli olan manyetik alanı sağlar (Görsel 2.2.b).

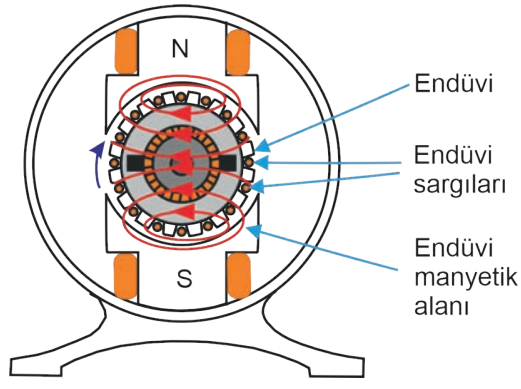


Görsel 2.2: Sargılı endüktör ve sabit mıknatıslı kutuplar

2.1.1.3. Endüvinin Görevi

Endüvi, silisli sacların paketlenmesiyle oluşur. Motorun dönen kısmıdır. Üzerine açılan oluklara endüvi sargıları yerleştirilmiştir. Endüvinin ortasında motor mili bulunur. Milin bir ucunda kolektör vardır. Endüvi sargı uçları, kolektör dilimlerine bağlanır. Endüvi sargıları, endüvi manyetik alanını oluşturur. Endüktör manyetik alanı ile endüvi manyetik alanının etkileşimi sonucu dönme mekanik enerjisi meydana gelir.

Endüvinin görevi, sargıları üzerinde taşımak ve dönme mekanik enerjisini oluşturmaktır (Görsel 2.3).

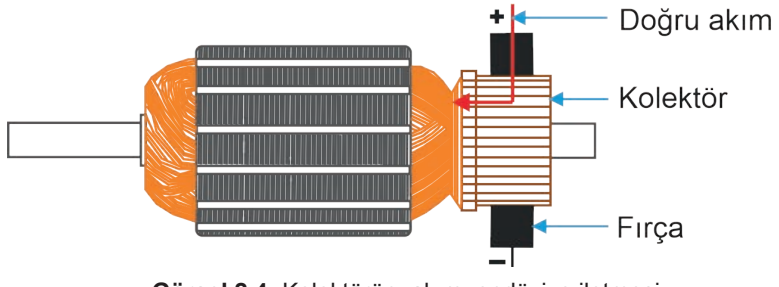


Görsel 2.3: Endüvi sargıları ve endüvi manyetik alanı

2.1.1.4. Kolektörün Görevi

Araları mika ile yalıtılmış yuvarlak bakır dilimlerden oluşan ve doğru akımı endüvi sargılarına ileten parçadır. Kolektör dilimleri, özel baskı makinesinde haddelenmiş sert bakırdan yapılır. Bobin uçlarının kolektöre tutturulması için küçük güçlü makinelerde dilimlere yarıklar açılır. Büyük güçlü makinelerde ise dilimlere bayrakçık adı verilen parça eklenir. Her iki durumda da endüvi sargı uçları bu kısımlara yerleştirilerek lehimlenir. Bakır dilimler arasına 0,5-1,5 mm arasında kalınlığa sahip mika konur. Mika, dilimler arası ve mile karşı yalıtımı sağlar.

Kolektör, endüvi ile aynı mil üzerindedir ve motorun çalışması sırasında endüviyle birlikte döner. Kolektörün görevi, dilimlere basan fırçalardan aldığı doğru akımı endüvi sargılarına iletmektir (Görsel 2.4).



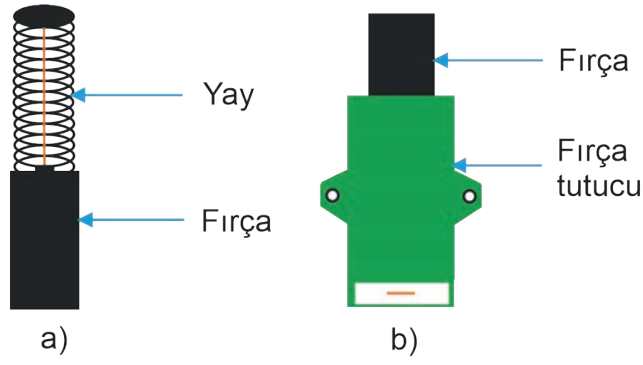
Görsel 2.4: Kolektörün, akımı endüviye iletmesi

2.1.1.5. Fırçaların Görevi

Doğru akımı, kolektör dilimlerine aktaran elemanlardır. Sert, yumuşak ve orta sert karbondan yapılır. İletkenliği artırmak için karbon-bakır alaşımlı yapılan çeşitleri de vardır. Fırça sertliğini belirleyen faktör endüvi akım ve gerilim değerleridir. Fırçaların sertlik derecesi kolektör yüzeyine etki eden temas direncini, o da komütasyonu etkiler. Bu nedenle iyi bir komütasyon için motorun özelliğine uygun sertlikte fırça kullanılması gerekir.

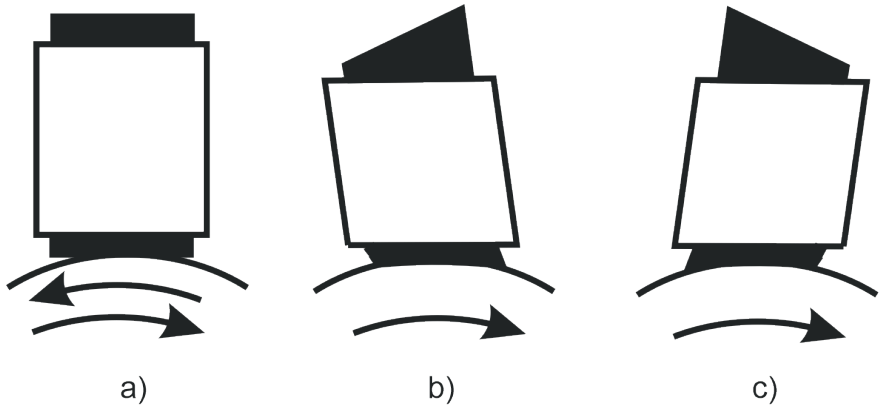
Fırçalar, kutup ekseni doğrultusunda ve kolektörün üzerine baskı yapacak şekilde yerleştirilir. Kolektör, endüvi ile beraber dönerken fırçalar da belli bir basınçla kolektör dilimlerine basar ve doğru akımı kolektöre aktarır. Fırçaların kolektöre yaptığı basıncın sabitlenmesi için fırça baskı yayları kullanılır. Fırçalar yuvalarına bu yaylarla birlikte yerleştirilir (Görsel 2.5.a). Yay basıncının belirli bir değerde olması gerekir. Baskı yayının gevşek ya da çok sıkı olması motorun verimli çalışmasını engeller.

Küçük güçlü motorlarda fırçalar, kapak üzerine açılmış ve yalıtılmış yuvalarda bulunur. Büyük güçlü motorlarda ise fırça yuvaları fırça tutucularına monte edilir (Görsel 2.5.b). Fırça tutucuları, fırçaların kolektör üzerinde sabit durmalarını ve bu durumun motorun çalışması sırasında devamlılığını sağlar. Kolektör yüzeyine oturan fırça, fırça tutucuları ve yay düzeneği sayesinde kolektör yüzeyine itilir.



Görsel 2.5: DC motor fırçası ve fırça tutucu

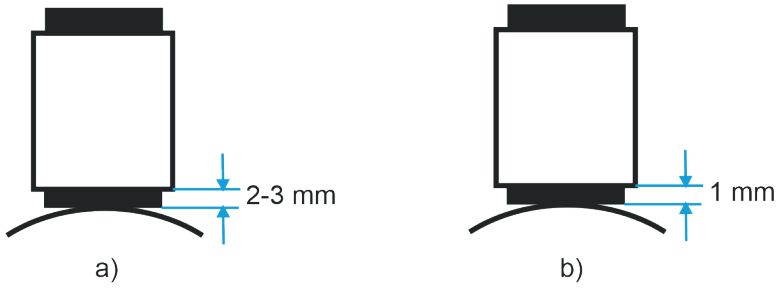
Dik ve eğik olmak üzere iki tip fırça tutucusu vardır. Dik fırça tutucularda fırça merkez çizgisi, kolektör yüzeyine diktir (Görsel 2.6.a). Eğik tutucular genellikle fırçanın kolektörle buluştuğu açıya göre aynı yönlü ve karşı yönlü olmak üzere iki tiptir. Aynı yönlü tiplerde fırça merkez çizgisinin, kolektör merkez çizgisine eğimi motor dönüşüyle aynı yöndedir (Görsel 2.6.b). Karşı yönlü tiplerde ise fırça merkez çizgisinin kolektör merkez çizgiye eğimi, motor dönüş yönüne karşı yöndedir (Görsel 2.6.c).



Görsel 2.6: Dik ve eğik fırça tutucu konumları

Fırçaların rahat çalışması için fırça yuvalarının ölçüleri tam ve iç yüzeyleri düzgün olmalıdır. Yuvaya takılan fırçaların ölçüleri de yuva ile uyumlu olmalı ve yuvaların dizilişi de çok iyi ayarlanmalıdır. Böylelikle tüm fırçalar aynı hizada ve kolektörde aynı iz üzerinde bulunacaktır. Bunun sonucuna makinede kıvılcım oluşmaz ve verimli bir çalışma ele edilir. Fırça ve kolektörün aşınması da en alt seviyede gerçekleşir.

Fırça yuvası alt yüzeyinin kolektörden uzaklığı büyük makinelerde 2-3 mm'dir (Görsel 2.7.a). Küçük makinelerde ise bu mesafe 1 mm civarındadır (Görsel 2.7.b). Mesafe iyi ayarlanamazsa fırçalar kısa sürede aşınır. Bu durum; makinenin sesinden, kolektörde aşırı kıvılcım oluşmasından anlaşılabilir.



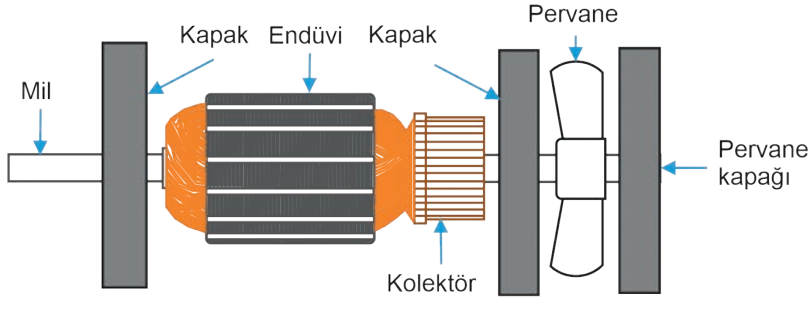
Görsel 2.7: DC motorlarda fırça tutucu mesafeleri

Doğru akım motorlarında fırçanın görevi, doğru akım elektrik enerjisini kolektöre aktarmaktır.

2.1.1.6. Motor Milinin Görevi

Mil, endüvi ile kolektörü üzerinde taşıyan ve bunlarla birlikte dönen dairesel kesitli motor parçasıdır. Genellikle sıcak haddelenmiş çelikten ve dolu malzemeli olarak üretilir. Aşınmayı azaltmak ve dayanımı artırmak amacıyla değişik yöntemlerle sertleştirilir.

Milin orta kısmında endüvi ve kolektör bulunur. Endüvi üretilirken saclarının ortasında mil için uygun çapta boşluk oluşturulur. Bu boşluktan geçirilen mil, sıkı geçme ile takılır. Motor milinin her iki ucunda yataklarla birlikte kapaklar bulunur. Yataklar mili destekler ve dönmesi için ona yuvalık eder. Mil üzerinde bulunan diğer bir eleman da soğutmayı sağlayan pervanedir. Pervanenin muhafazası için de ayrıca koruma kapağı bulunur (Görsel 2.8).



Görsel 2.8: Mil ve üzerindeki elemanlar

Elektrik motoru milinin görevi, motorun dönme mekanik enerjisini yüke aktarmaktır. Mile yük yerine başka bir makine bağlı ise bu enerji o makineye aktarılır.

2.1.1.7. Pervanenin Görevi

Değişik sayıda kanatçıklara sahip, mil üzerinde bulunan ve mil ile birlikte dönen elemandır. Yüksek nitelikli plastik malzemeden yapılır. Sürekli çalışmada yüksek ısılara dayanıklıdır.

Doğru akım motorlarında pervanenin görevi motoru soğutmaktır. Çalışma sırasında sargılar ısınır. Isının motordan uzaklaştırılması için pervane havayı motor üzerine yönlendirir. Oluşan hava sirkülasyonu motorun soğumasını sağlar.

Pervane metal muhafaza ile birlikte kullanılır. Metal muhafaza pervaneyi koruduğu gibi havanın motor yüzeyine yönlendirilmesini de sağlar. Böylece daha verimli bir soğutma elde edilir.

2.1.1.8. Kapakların Görevi

Doğru akım motoru gövdesinin her iki yanında bulunan ve dış etkilere karşı motor muhafazasını sağlayan elemanlardır. Motor kapakları, gövdeye iki taraftan bağlantı elemanlarıyla birlikte monte edilir. Böylece motor dış etkenlerden korunur. Aynı zamanda kapaklar üzerinde rulmanlarla birlikte milin oturduğu yatak yuvaları bulunur. Bu yuvalar sayesinde dönmenin mile eksenel doğrultuda, mekanik kayma olmadan gerçekleşmesini sağlar.

Kapaklar genellikle alüminyum dökümden yapılır. Küçük güçlü motorlarda sacdan yapılan kapaklar da kullanılmaktadır. Kapakların görevi, motoru dış etkenlerden korumak ve endüvinin düzgün dönüşünü sağlamaktır.

2.1.1.9. Yatakların Görevi

DC motorların en önemli parçalarından biri de yataklardır. Her iki yandan mili içine alan yataklar, motorun dengeli ve düzgün bir şekilde dönmesini sağlar. Motoru muhafaza eden yan kapaklar üzerinde bulunan yatakların içine rulmanlar yerleştirilir. Rulmanlara sıkı bir şekilde geçen motor mili, çalışma sırasında yataklardan aldığı destekle istenen dönüşü gerçekleştirir.

2.1.1.10. Klemens Kutusunun Görevi

Doğru akım motor sargı uçlarının bağlandığı ve motora enerjinin uygulanmasını sağlayan kısımdır. Gövde üzerinde bulunur. Sargıların bağlandığı klemens bölmesi ile metal muhafazadan oluşur. Klemensler genellikle ısıya dayanıklı plastikten yapılır. Değişik özelliklerde yapılan klemensler de vardır. Motor gücüne göre boyutları değişir.

Klemens kutusunun görevi, dış devreden alınan doğru akımın motora uygulanmasını sağlamaktır. Motora enerji, kutu içerisinde bulunan klemensler aracılığıyla verilir.

2.1.1.11. Diğer Parçaların Görevleri

Doğru akım motorlarında belirtilen parçalardan başka taşıma halkası ve bağlantı elemanları (somun, cıvata vb.) kullanılan diğer parçalardır. Taşıma halkası bakım-onarım işlemlerinde ağır motorların hareket ettirilmesinde kullanılır. Bağlantı elemanları da parçalar arası mekanik bağlantıyı sağlar.

2.1.2. DC Motorun Mekanik Kısımlarında Oluşabilecek Arızalar

Doğru akım motorunun mekanik kısımları; gövde, endüktör, endüvi, kolektör, fırça, mil, kapaklar, yataklar, klemens kutusu ve diğer parçalardır. Mekanik arızalar; motorun çalışma şartları sonucu oluşabileceği gibi çalışma ortamının özelliklerinden ve harici darbelerden de kaynaklanabilir.

2.1.2.1. Gövdenin Mekanik Arızaları

Gövde sabit ve dayanıklı bir parçadır. Dolayısıyla nadiren mekanik bir arıza oluşur. Yine de olumsuz şartlarda şu tip sorunlar görülebilir:

- Motorun bakım onarım çalışmaları sırasında düşmesi veya ağır bir darbe alması sonucu çatlaması
- Motorun oturduğu zeminde çeşitli sebeplerle dengesizlik oluşması

2.1.2.2. Endüktörün Mekanik Arızaları

Endüktörler de gövde gibi sabit ve dayanıklı parçalardır. Dolayısıyla bu kısımda da çok sık mekanik arıza olmaz. Nadiren de olsa görülebilecek sorunlar şunlardır:

- Endüktörün, gövde bağlantısının gevşemesi sonucu endüviye sürtmesi
- Bakım onarım çalışmaları sırasında deformasyon oluşması

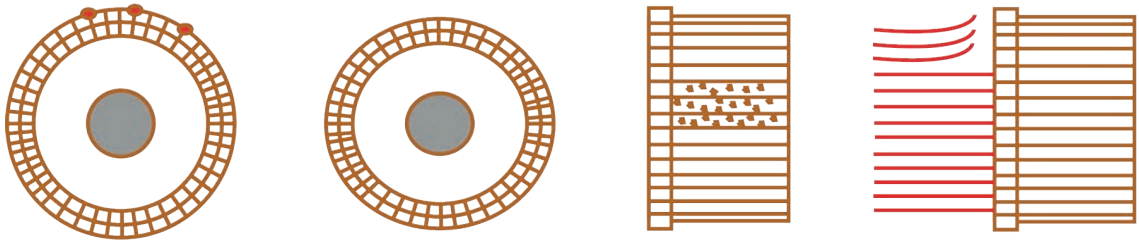
2.1.2.3. Endüvinin Mekanik Arızaları

- Isınma sonucu endüvi gövdesi ve sargılar arası yalıtımın bozulması
- Çeşitli sebeplerle endüvi yüzeyinin deforme olması
- Bakım onarım çalışmaları sırasında endüviyi oluşturan sacların ayrılması
- Ağır bir darbe alması sonucu mil bağlantısının zarar görmesi

2.1.2.4. Kolektörün Mekanik Arızaları

Kolektör doğru akım motorlarının en önemli ve en çok arızalanan parçalarından biridir. Sürekli dönme ve fırçaların sürtmesi kolektörün arızalanmasının başlıca sebepleridir.

- Kolektör dilimleri arası kısa devre olması (Görsel 2.9.a)
- Kolektör ve fırçanın sürtünmesinden dolayı zamanla kolektörün aşınarak yuvarlaklığını kaybetmesi (Görsel 2.9.b)
- Kolektör yüzeyinin pürüzlenmesi (Görsel 2.9.c)
- Kolektör dilimlerindeki iletkenlerin lehimlenen kısımlarının hasar görmesi ve iletkenlerin bulundukları yerden ayrılması (Görsel 2.9.d)

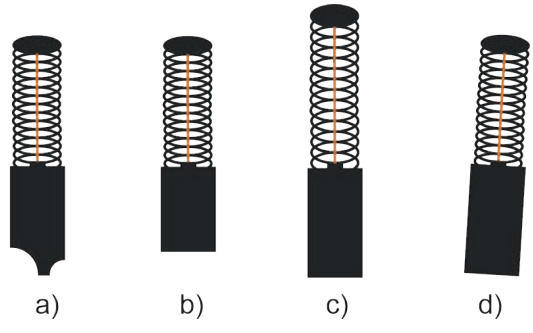


Görsel 2.9: Kolektör arızaları

2.1.2.5. Fırçanın Mekanik Arızaları

Uygun sertlikte fırça kullanılmaması, fırça temas dirençlerinin çok yüksek veya düşük olması ve fırçaların bulunduğu ortamın nemli, aşındırıcı özellikte olması gibi sebeplerle fırçalar arızalanabilir. Fırça arızası olduğunda, fırça ile kolektör arasında ark oluşur. Fırça arızaları şunlardır:

- Fırçaların çeşitli sebeplerle kırılması (Görsel 2.10.a)
- Ömrünü tamamlayan fırçaların küçülmesi ve akım geçişine izin vermemesi (Görsel 2.10.b)
- Yay basıncının azalması sonucunda fırçanın kolektör yüzeyine tam basamaması (Görsel 2.10.c)
- Fırçaların yerinden kaymasıyla kolektör yüzeyine uygulanan basıncın dengesizleşmesi (Görsel 2.10.d)



Görsel 2.10: Fırça arızaları

2.1.2.6. Milin Mekanik Arızaları

Motor mili de gövde ve endüktör gibi az arızalanan parçalardan biridir. Sağlam ve basit yapısı sebebiyle arıza olma ihtimali son derece düşüktür. Başlıca mil arızaları şunlardır:

- Milde aşırı, ani ve büyük yüklenmeler ya da mekanik zorlanmalar nedeniyle mil burulması veya kırılması
- Motor bakım veya onarımı sırasında mil başının şişmesi

2.1.2.7. Pervanenin Mekanik Arızaları

Mekanik darbe ve aşırı ısı pervanenin arızalanmasına sebep olabilecek iki faktördür. Çok sık arızalanmasa da motor ömrünün uzun olması bakımından oluşabilecek bir arızada hemen müdahale edilmelidir. Pervane arızaları şunlardır:

- Motor milinin aşırı ısınması sonucu pervane göbeğinin eriyerek formunu kaybetmesi
- Bakım-onarım sırasında veya herhangi bir sebeple oluşabilecek mekanik darbelerden dolayı kanatçıklarda çatlama, kırılma olması

2.1.2.8. Kapağın Mekanik Arızaları

Motor muhafazası ve balansı açısından son derece önemli bir görev üstlenen kapaklarda çok sık problem oluşmamakla birlikte herhangi bir olumsuzlukla karşılaşılması hâlinde derhal müdahale edilmelidir. Kapağın mekanik arızaları şunlardır:

- Motor bakım ve onarımları sırasında kapaklarda çatlama, kırılma olması
- Kapakların gövdeye tutturulmasını sağlayan vida, cıvata ve somunların gevşemesi, yerinden çıkması

2.1.2.9. Yatağın Mekanik Arızaları

Yatakların arızalanması endüvi ve endüktör arasındaki eşit hava aralığının bozulmasına sebep olur. Bu da hem balans hem de komütasyon problemlerine yol açar ve daha büyük arızalar oluşabilir. Bu sebeple yatakla ilgili problem oluşmaya başladığı anda müdahale edilerek arızanın büyümesi engellenmelidir. Yatağın mekanik arızaları şunlardır:

- Sürekli çalışma sonucu zamanla yatakların aşınması
- Bakım-onarım sırasında bozulma, deformasyon olması

2.1.2.10. Klemens Kutusunun Mekanik Arızaları

Enerjinin güvenli bir şekilde iletimi klemenslerin görevidir. Bu nedenle motorun çalışmasında kritik öneme sahiptir. Burada meydana gelebilecek arızalarda motor ya hiç çalışmaz ya da kesintili çalışır. Klemens kutusunun mekanik arızaları şöyle sıralanabilir:

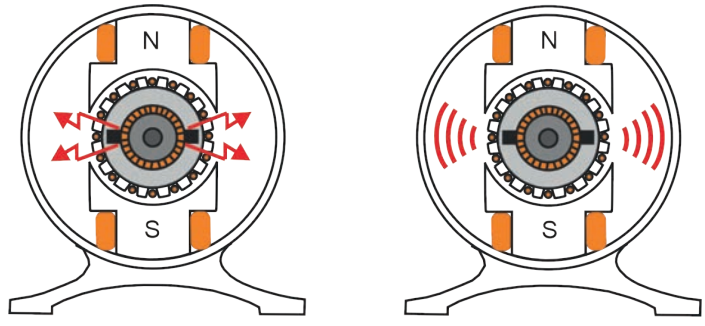
- Bakım onarım çalışmaları veya herhangi bir sebeple oluşan mekanik darbeler sonucunda klemens bölmesinin çatlaması ya da kırılması.
- Motorun sürekli çalışması sonucu oluşan ısıdan dolayı plastik kısmın erimesi, deforme olması
- Klemense bağlanan iletkenlerin kopması
- İletken bağlantılarında kullanılan somunların gevşemesi

2.1.2.11. Diğer Parçaların Mekanik Arızaları

Taşıma halkası ve bağlantı elemanlarında kırılma, gevşeme gibi problemler ortaya çıkabilmektedir.

1. Uygulama	DC MOTORLARDA MEKANİK ARIZALARIN TESPİTİ

AMAÇ: DC motorun mekanik arızalarını tespit etmek.



Görsel 2.11: DC motorun mekanik arızaları

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
DC motor	Uygun güçte	1 adet
İş güvenliği ekipmanları	Eldiven, gözlük	Birer adet
El aletleri	Pense, tornavida, yan keski, kargaburnu	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce iş eldiveninizi giyiniz.
2. DC motoru dikkatli bir şekilde kontrol ediniz.
3. Gövde, kapaklar, taşıma halkası ve mekanik bağlantı elemanlarını gözle kontrol ediniz.
4. Klemens kutusunun kapağını sökünüz.
5. Klemensleri ve iletken bağlantılarını kontrol ediniz.
6. İnceleme tamamlandıktan sonra kapağı yerine takınız.
7. DC motoru devreye bağlayarak öğretmeninizin kontrolünde çalıştırınız.
8. Motorun sesini dinleyerek normal dışı mekanik bir ses gelip gelmediğini kontrol ediniz.
9. Motorda ark (şerare) olup olmadığını gözlemleyiniz.
10. Enerjiyi keserek motoru durdurunuz.
11. Kullanılan malzemeleri yerlerine kaldırarak çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

SORULAR

1. Motordan anormal bir ses geliyorsa kaynağını nasıl tespit edebiliriz? Açıklayınız.
2. Motorda ark görülüyorsa arıza hangi kısımdadır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. DC motor gövde ve mekanik bağlantı elemanları kontrolü	20	
Sınıfı:	2. Klemens kutusunun kontrolü	20	
Numarası:	3. Motorun devreye bağlanması ve çalışmasının kontrolü	20	
ÖĞRETMEN	4. Motorun çalışmasının doğru yorumlanması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

2.1.3. DC Motorun Mekanik Arızaları ve Çözüm Yöntemleri

DC motorda mekanik arızalar oluştuğunda parçanın durumu kontrol edilerek öncelikle tamir etme yoluna gidilir. Ancak parçanın tamiri mümkün değilse veya onarım görse bile daha sonra tekrar arızalanacağı düşünülen yani arızalanma potansiyeli olan parçalar değiştirilir.

2.1.3.1. Sık Karşılaşılan Mekanik Arızalar

DC motorlarda en çok fırça arızaları görülür. Fırçalar zamanla biter ve kolektöre temas etmez. Bu durumda motor çalışmaz. Aynı şekilde fırça yaylarının özelliğini yitirmesiyle istenen baskı sağlanamaz ve fırça kolektöre temas edemez.

Diğer bir arıza kaynağı kolektördür. Kolektör yüzeyine basan fırça sürekli sürtünme sonucunda partikül oluşturur. Bu partiküller kolektör dilimleri arasında birikerek zamanla tortulaşır. Bu tortu, dilimler arasında mikanın kömürleşerek iletken hâle gelmesine neden olur. Bu durumda kolektörde kısa devre meydana gelir.

Kolektörde meydana gelen diğer bir arıza da fırçanın sürtünmesinden dolayı zamanla kolektörün aşınarak yüzeyinin pürüzlenmesi, dilimler arasında yükseklik farkı oluşması ve kolektörün yuvarlaklığını kaybetmesidir.

Arıza kaynaklarından biri de yataklardır. Yataklar zamanla aşınarak balans sorunlarına yol açar.

2.1.3.2. Mekanik Arızaların Giderilmesi

Fırça Arızalarının Giderilmesi

• Kırılan, aşınan veya küçülen fırçalar değiştirilir. Değişimde aynı özellikte fırça kullanılmasına dikkat edilmelidir. Aksi hâlde komütasyon bozulur, kolektör-fırça düzeneğinde ark oluşur ve yeni arızalar meydana gelir.

• Değişimi yapılan fırçanın kolektöre temas eden yüzeyi alıştırılır.

• Fırça yay basınçları ayarlanır. İyi bir komütasyon için fırça basınçları ara sıra kontrol edilmelidir.

• Özelliğini yitiren yaylar değiştirilir.

• Kayan fırçalar yerine sabitlenir.

Kolektör Arızalarının Giderilmesi

• Dilimlerin arası temizlenerek kısa devreler ortadan kaldırılır.

• Kolektör dilimleriyle bağı kopan iletkenler tekrar lehimlenir.

• Yüzeyi aşınan kolektör zımparayla düzeltilir. Zımpara ile düzeltilemeyecek oranda bir şekil bozukluğu oluşmuşsa kolektör tornalanır. Tornalama ile de düzeltilemeyen kolektörler değiştirilir.

Yatak, Kapak ve Pervane Arızalarının Giderilmesi

• Yataklarda aşınma veya kapaklarda kırılma varsa bunlar değiştirilir.

• Pervane göbeği erimiş veya kanatçıklarında kırılma varsa pervane değiştirilir.

Klemens Kutusu ve Diğer Parça Arızalarının Giderilmesi

• Klemens bölmesi; çatlamış, kırılmış veya deforme olmuşsa değiştirilir.

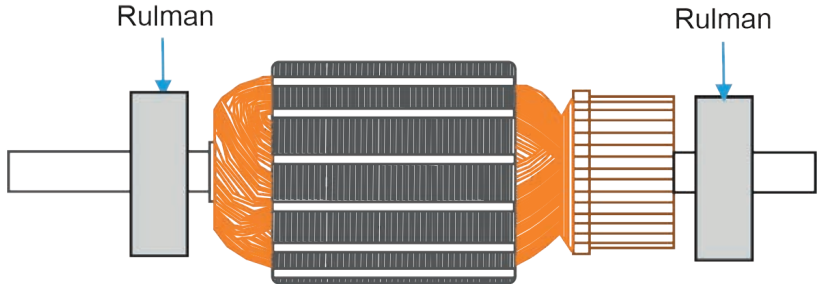
• Klemensten ayrılan, kopan, zarar gören iletkenler tamir edilerek tekrar bağlanır.

• Gevşeyen bağlantı somunları sıkılır.

• Sıkma özelliğini kaybetmiş vida ve somunlar değiştirilir.

2.2. RULMAN KONTROLÜ

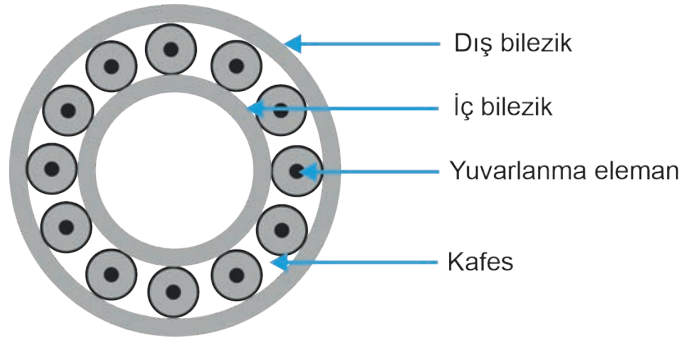
Yuvarlanan elemanlar yardımıyla minimum sürtünmede dönme hareketi yapan elemana **rulman** denir. Hareketli milin sabit gövdeye yataklanması için kullanılır. Yani mil dönerken kendi ekseninde dönerek milin dönmesini kolaylaştırır (Görsel 2.12). Rulmanlar, yatay veya dikey olarak çalışabilir.



Görsel 2.12: Mil üzerindeki rulmanlar

2.2.1. Rulmanın Yapısı ve İşlevi

Rulmanlar; iç bilezik, dış bilezik, yuvarlanma elemanı ve kafesten oluşur (Görsel 2.13).



Görsel 2.13: Rulmanın yapısı

Dış Bilezik: Rulmanın en dışında bulunan ve yatak kutusu veya makine gövdesine sıkıca geçirilen dairesel parçadır. Sertleştirilmiş ve taşlanmış çelikten yapılır.

İç Bilezik: Rulmanın en içinde bulunan ve mile sıkıca geçirilen dairesel parçadır. Sertleştirilmiş ve taşlanmış çelikten yapılır.

Yuvarlanma Elemanları: İç bilezik ile dış bilezik arasında bulunan ve yatak içindeki sürtünme direncini azaltan elemanlardır. Yüksek kaliteli çelikten yapılır. Rulmanlarda yuvarlanma elemanı olarak genellikle bilyeler kullanılır.

Kafes: Bilyeleri ayıran ve simetrik mesafeyi koruyarak rulmanı bir arada tutan elemandır. Kafes, bilyelere hem kılavuzluk yapar hem de onları eşit mesafede tutarak birbirini aşındırmasını önler. Aynı zamanda rulmanın eşit değerde yüklenmesini sağlar. Düşük karbonlu çelik, pirinç ve polyamid gibi malzemelerden yapılır.

Rulmanın temel işlevi, dönme hareketinin en az sürtünmeyle gerçekleşmesini sağlamaktır. Bu işlevi yerine getirirken gürültünün de minimum seviyede olması istenir. Aynı zamanda dayanıklı, yük kapasitesi yüksek, bakım gereksinimi az ve uzun ömürlü olmalıdır.

Rulmanın işlevini yerine getirmesinde yağlamanın önemi büyüktür. Yağın görevi, yuvarlanma elemanları ile yuvarlanma yolu arasındaki metal temasını engellemek ve yüzeylerin aşınmasını önlemektir. Yağlama sürtünmeyi minimum seviyeye indirerek aşınmayı azaltır ve paslanmayı önler. Yağ, soğutma ve sızdırmazlık görevini de üstlenebilir.

Yağlama için kullanılan yağın film tabakası oluşturması ve yuvarlanma elemanlarının zarar görmesini engellemesi gerekir. Film tabakası oluşumunda yağın viskozitesi önemli bir etkendir. Bu şartlara en uygun yağ gres yağıdır. Bu sebeple normal işletme şartlarında yağlama için genellikle gres yağı kullanılır. Kapaklı rulmanlar yağlama gerektirmez. Bu rulmanların içerisine imalat aşamasında gres yağı konur. Bu yağ, rulmanın ömrü boyunca yağlama için yeterlidir. Dolayısıyla bu rulmanlara daha sonra bakım yapılırken tekrar yağ konmaz. Özellikle küçük güçlü ve sabit yataklı motorlarda bu rulmanlar kullanılır.

Rulmanın işlevini yerine getirmesinde diğer önemli bir faktör ise ısınmadır. Rulmanlar, motorun dönüşü sırasında ortamda oluşan sıcaklık ve yuvarlanma elemanlarının sürtünmesi sonucu ısınır. Üstelik rulmanlar sadece ortamdan veya çalışma sırasındaki kendi sıcaklığından etkilenmez. Aynı zamanda birlikte döndüğü milden gelen ısıyı da üzerine alır. Böylece iç bilezik, dış bileziğe göre daha fazla ısınır. Bu ısınma rulmanın ömrünü kısaltır. Bu sebeple rulman ısısının en alt düzeyde olması istenir.

Rulman ömrünü belirleyen faktörler; kullanılan malzemenin kalitesi, yağlama maddesi, uygun rulman kullanımı, uygun montaj, çalışma ortamı özellikleri (toz, nem vb.), çalışma sıcaklığı ve uygun stoklamadır. Uygun stoklama için rulman, ambalajından çalışacağı yere takılacağı anda çıkarılmalı ve gereksiz şekilde açıkta bırakılmamalıdır.

2.2.2. Rulman Arızaları ve Belirtileri

Rulmanlar, DC motorların düzgün dönüşünü sağlayan temel elemanlardır. Rulmanlarda meydana gelen arızalar, motorun sürtünme kayıplarını artırarak verimi düşürür. Rulman arızalarının sebepleri genel olarak hatalı yağlama, aşırı yük, rulmana yabancı madde girmesi, mile çok sıkı geçme veya gevşeklik olması, eksenel kaçıklık, yatak hassasiyetinin yetersizliği ve balanssızlıktır.

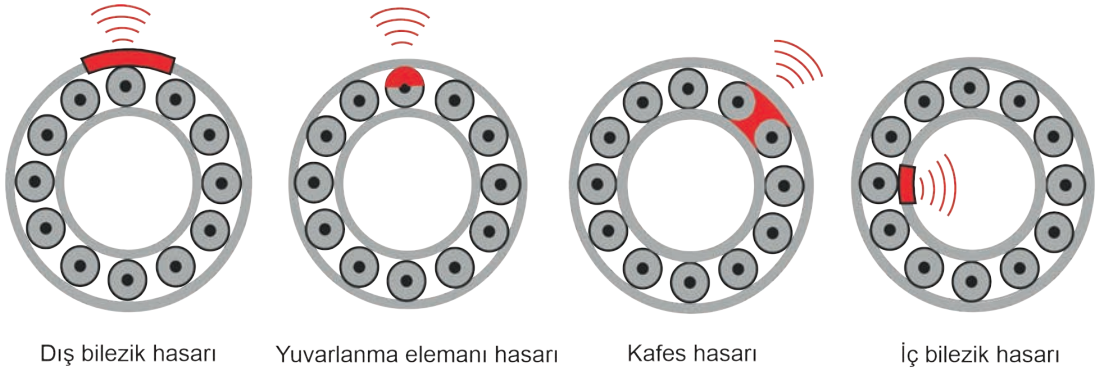
Bu sebeplerle rulmanda bölgesel ve dağınık hasarlar oluşur. Bölgesel hasarlar; yuvarlanma yüzeylerindeki çatlaklar, korozyon ve kabarmadır. En sık rastlanan hasar tipi de bileziklerde ve yuvarlanma elemanlarındaki kabarmalardır. Dağınık hasarlar ise yüzeyde pürüzlülük ve dalgalılık, korozyon aşınmaları, ekseni kaçık bilezikler ve ölçü dışı yuvarlanma elemanlarından kaynaklanır.

2.2.2.1. Rulman Arızalarının Belirtileri

Tutukluk: Rulmanlar, yabancı maddeler ve kirliliğe karşı son derece hassastır. Bu etkenler tüm rulmanlar için en sık arıza nedenlerinden biri olarak görülür. Kirleticiler rulmanın içine çeşitli sebeplerle girebilir. Örneğin rulmanın ilk montajında, bir arıza sebebiyle yapılan tamir esnasında, olumsuz ortam koşullarından dolayı dışarıdan rulmanın içine sızarak veya kirli yağlama ürünleri ile kirleticilerin rulmana girmesi mümkündür.

Rulman içine su ve asit gibi kirleticiler girerse metal yüzeyde korozyon ve yuvarlanma yollarında çok küçük delikler oluşturur. Bu parçacıklar zamanla rulman içinde aşınmaya sebep olur. Aynı şekilde motorun çalışması sırasında yuvarlanma elemanları ile yuvarlanma yolu arasındaki yüksek basınç ve yuvarlanmadan dolayı özellikle küçük parçacıklar, bilye ile yol arasına sürüklenebilir. Bu parçacıklar, metal gibi sert ve iri taneli ise rulmanın tutukluk yapmasına sebep olur.

Titreşim: Motorun titreşimli çalışmaya başlaması rulman hasarı olduğunun bir işaretidir. Hasar, rulman elemanlarının herhangi bir noktasında ortaya çıkabilir. Örneğin dış bileziğin aşınması durumunda ilk önce burada bir kabarma oluşur. Bu durum motorun çalışmasında hafif bir titreşim meydana getirir. Kabarma derinleştikçe oluşan titreşim artar. Hasarın son aşamasında yuvarlanma elemanları kabarmayı iç bileziğe taşır (Görsel 2.14).



Görsel 2.14: Rulman hasarları

İç bilezikte oluşan hasar üzerinden geçen yuvarlanma elemanları tam bu esnada kısa süreli, sönümlü sinyaller üretir. Oluşan sinyallerin frekansları ölçülerek rulman arızaları anlaşılabilir. Hatta hasarın rulmanın hangi elemanından kaynaklandığı belirlenebilir. Bu cihazlar sayesinde motorların titreşim değerleri periyodik olarak kontrol edilir ve olası rulman arızaları önceden tespit edilebilir. Böylece hasarlı rulmanlar zamanında değiştirilerek işletme üretimi kaybı en aza indirilmiş olur.

Gürültü: Rulman hasarının son aşaması gürültüdür. Motor gürültülü çalışmaya başladığında rulman işlevini kaybetmiş demektir. Bu aşamada rulman mutlaka değiştirilmelidir.

2.2.2.2. Rulman Arızalarının Tespiti

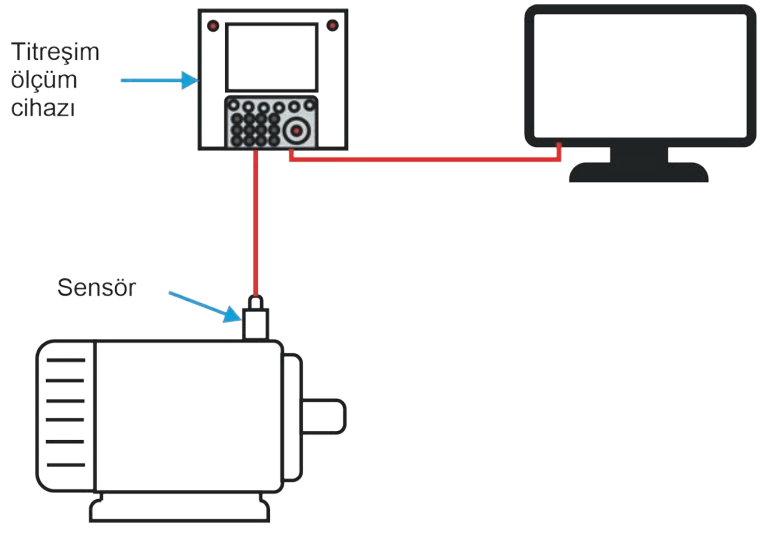
Termal Görüntüleme: Nesnelerin yaydığı ve insan gözünün göremediği ısı enerjisinin yakalanıp, ısının derecesine göre renklendirilmesi sonucu bir görüntü elde edilmesine **termal görüntüleme** denir. Termal görüntüde, ısı kaynağındaki sıcak bölgeler koyu renkle, soğuk bölgeler ise açık renk ile gösterilir.

Görüntüleme işlemi termal kameralar ile yapılır. Termal kameralar, nesnenin ortama yaydığı kızılötesi enerjiyi, kameranın lensi ile algılayarak kamera içindeki kızılötesi dedektöre gönderir. Dedektör resmin işlenmesi için bilgileri sensöre gönderir. Bu işlemlerin sonucunda bilgiler bir resme dönüştürülür. Bu süreç termografi olarak adlandırılır. Yani kızılötesi ışınların gözle görülebilecek şekilde resme dönüştürülmesi sürecine **termografi** denir. Termal kameraların sabit, hareketli, mobil ve telefon bazlı olan tipleri vardır.

Termal görüntüleme genellikle güvenlik amaçlı kullanılmakla birlikte farklı birçok alanda da kullanılır. Örneğin buhar, basınçlı gaz, sıcak su ve sıcak hava taşıyan sistemlerin kaçaklarının tespitinde kullanılır. Ayarlı dereceden daha düşük ya da daha yüksek derecelerde oluşan problemler termal görüntüleme ile önceden tespit edilebilir. Aynı şekilde elektrik panoları, iletim hatları ve aşırı yüklenen enerji sistemlerinin bağlantı hataları tespit edilebilir.

Motor çalışırken ısınan rulmanın görüntüsü ile arızalı bir rulmanın görüntüsü farklı olacaktır. Termal kameralar ile yapılan görüntüleme sonucunda bu farklılık tespit edilir. Böylece rulman tamamen arızalanmadan değiştirilir.

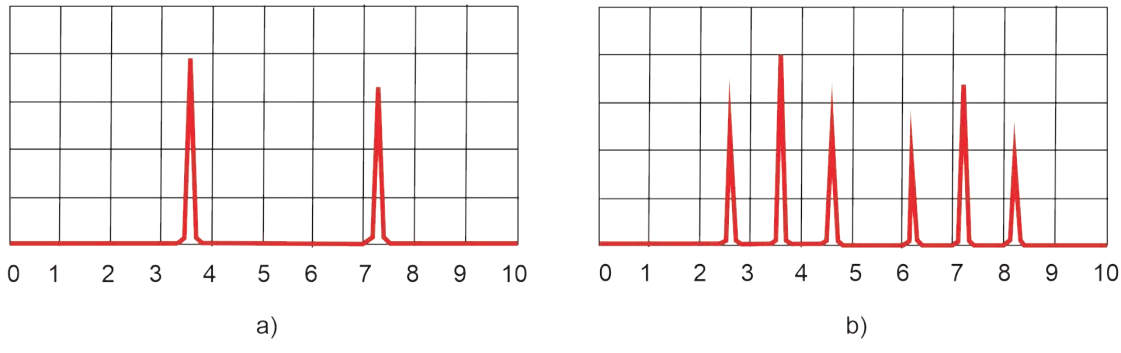
Titreşim (Vibrasyon) Ölçümü: Titreşim sinyali frekanslarının ölçümünde titreşim ölçüm cihazları kullanılır. Bu cihazlar genel olarak algılayıcı (sensör) aracılığıyla alınan sinyallerin bilgisayara aktarılması ve verilerin analiz edilmesi esasına göre çalışır (Görsel 2.15). Periyodik olarak yapılan ölçümler ve bunların analiz edilmesiyle rulman hasarları arızaya dönüşmeden belirlenir.



Görsel 2.15: DC motor titreşim ölçüm prensibi

Bu sistemde verilerin sağlıklı olarak toplanması gerekir. Titreşim kaynağı olan rulmandan, sensöre kadar olan iletim ortamının uygun olması gerekir. Bunun için sensörün motor üzerinde yerleştirileceği yer çok önemlidir. Bunun sağlanması için sensör genellikle yatağın dış yüzeyine yerleştirilir. Burada yapılan ölçümler, iç yapıdaki gelişmeleri en doğru şekilde yansıtır.

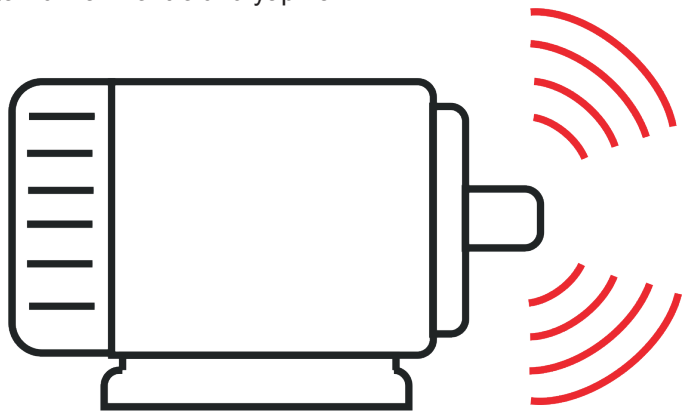
Rulman hasarları farklı frekansta titreşim oluşturur ve bu titreşimler makine devrine bağlı olarak değişir. Hasarın ilk aşamasında titreşim frekansının harmonikleri oluşur (Görsel 2.16.a). Sonraki aşamalarda bu harmonikler artar ve yan bantlar oluşur (Görsel 2.16.b). Son aşamada rulman elemanlarının bozulmasını hızlandıran iç boşluklar artmaya başlar. Bu boşluklar, rulman elemanları arasındaki çarpmayı artırır ve tüm bunların sonucunda gürültü meydana gelir.



Görsel 2.16: Rulman hasarı ile oluşan harmonik ve yan bantlar

2. Uygulama	DC MOTOR RULMAN KONTROLÜ

AMAÇ: DC motor rulman kontrolünü yapmak.



Görsel 2.17: DC motor rulman hasarı

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
DC motor	Uygun güçte	1 adet
İş güvenliği ekipmanları	Eldiven, gözlük	Birer adet
El aletleri	Pense, tornavida, yan keski, kargaburnu	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. DC motoru devreye bağlayınız.
3. Öğretmeninizin kontrolünde DC motoru çalıştırınız.
4. Motorun çalışırken çıkardığı sesi dikkatle dinleyiniz.
5. Motor sesinde titreşim veya gürültü olup olmadığını tespit ediniz.
6. Motor çalışmaya devam ederken milini kontrol ediniz.
7. Mil dönüşünde tutukluk, zorlanma olup olmadığını belirleyiniz.
8. Enerjiyi keserek motorun çalışmasını sonlandırınız.
9. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

SORU

1. Rulman arızalarını açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** DC motorun devreye bağlanması	20	
Sınıfı:	**2.** DC motorun çalıştırılması ve kontrolü	20	
Numarası:	**3.** Titreşim ve gürültü kontrolü	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Tutukluk kontrolü	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümleleri okuyunuz ve cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. ( ) Endüvi, motorun özelliğine göre demir veya mıknatıstan yapılan, duran kısımdır.

2. ( ) Kolektör, araları mika ile yalıtılmış yuvarlak bakır dilimlerden oluşur.

3. ( ) Normal işletme şartlarında rulmanın yağlanması için genellikle gres yağı kullanılır.

4. ( ) Klemens kutusunun görevi, motorun dengeli ve düzgün dönüşünü sağlamaktır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Sert, yumuşak ve orta sert karbondan yapılan DC motor elemanına ..... denir.

6. Rulmanın görevi, dönme hareketinin en az ..... gerçekleşmesini sağlamaktır.

7. Fırça arızası olduğunda fırça ile kolektör arasında ..... oluşur.

8. Doğru akım motorlarında pervanenin görevi motora ..... işlemi yapmaktır.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

9. Aşağıdakilerden hangisi doğru akımı kolektör dilimlerine aktaran elemandır?

A) Endüktör B) Endüvi C) Fırça D) Gövde E) Mil

10. DC motorda devir sayısı aşağıdaki parametrelerden hangisine bağlıdır?

A) Dış bilezik B) İç bilezik C) Kafes

D) Yatak E) Yuvarlanma elemanı

11. Aşağıdakilerden hangisi motorun dönme mekanik enerjisini yüke aktaran elemandır?

A) Endüktör B) Endüvi C) Fırça D) Gövde E) Mil

12. Aşağıdakilerden hangisi rulman hasarını belirlemede titreşim ölçüm cihazlarının kullanılma sebebidir?

A) Rulman hasarları farklı frekansta titreşim oluşturur.

B) Motor çalışırken normal bir rulman ile arızalı bir rulmanın görüntüsü farklıdır.

C) İçine kirleticilerin girmesi rulmanın çalışmasında tutukluğa sebep olur.

D) Rulmanlar, motorun dönüşü sırasında oluşan sıcaklık sonucu ısınır.

E) Rulmanlar, birlikte döndüğü milden gelen ısıyı üzerine alır.

3. ÖĞRENME BİRİMİ

MEKANİK KISIMLARIN BAKIMI

KONULAR

3.1. DC MOTOR TEMİZLİĞİ

3.2. DC MOTOR KLEMENSİ DEĞİŞTİRME

3.3. DC MOTOR SOĞUTUCU PERVANESİ DEĞİŞTİRME

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- **DC motorun temizliğini yapma**
- **DC motor terminal bloku değiştirme**
- **DC motor soğutucu pervanesini değiştirme**

TEMEL KAVRAMLAR

DC motor, şönt motor, seri motor, kompunt motor, klemens kutusu, klemens terminal bloku, soğutucu pervane, muhafaza kapağı

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. **DC motor temizliğinin önemini sınıfta arkadaşlarınızla değerlendiriniz.**
2. **DC motor klemensi ve soğutucu pervanenin değişimine neden ihtiyaç duyulur? Düşüncelerinizi ifade ediniz.**

DC MOTOR TEMİZLİĞİ

Elektrik motorları sürekli çalışan aktif makinelerdir. Bulundukları ortamlar da çoğu zaman olumsuz şartlar içerir. Soğutma için havayı kullanmaları sebebiyle de havadaki toz ve kirletici partikülleri üzerine çeker. Aynı zamanda bakım ve onarım çalışmaları sırasında gövde üzerinin yağlanması, kir ve tozların tutularak daha ağır bir kirlenmenin oluşmasına sebep olur.

3.1.1. DC Motorlarda Temizlik ve Önemi

DC motorların temiz tutulması hem dış görünüm hem de arıza oluşmaması bakımından gereklidir. Kirlenme motorun dış yüzeyinde oluşabileceği gibi iç aksamda da meydana gelebilir. Bu yüzden motorun bakımı yapılırken iç aksamının temizliği de yapılır (Görsel 3.1).

Görsel 3.1: DC motorun dış ve iç aksamı

Dış kirlenme özellikle ortamın getirdiği bir sonuçtur. Motorların olumsuz şartlarda (tozlu ve nemli ortamlarda) bulunması kirlenmenin başlıca sebebidir. Bu tip ortamlarda gövde üzerinde toz ve yağlar tortulaşır. Ortamdaki nemden dolayı mekanik aksamda korozyon oluşur. Bu durum motorun istenmeyen bir görünüme sahip olmasıyla kalmayıp arıza oluşumuna da zemin hazırlar. İç bölümde kirlenme, özellikle soğutma havasıyla taşınan tozlarla gerçekleşir. Sürekli çalışan motor dönme hareketi sırasında soğutma için dışarıdan hava çeker. Havadaki tozlar motor içindeki hassas parçaların çalışma ritmini bozar. Bakım-onarım çalışmaları da kirlenmenin diğer bir sebebidir. Özellikle uzun süren tamiratlar motor parçalarında daha çok kirlenmeye sebep olur.

Motor içinde tozlara karşı en hassas eleman rulmanlardır. Kafes içindeki yuvarlanma elemanları düzgün dönüş için temiz bir ortama ihtiyaç duyar. Bu ortamın kirlenmeye başlaması yuvarlanma elemanlarının rahat hareket etmesini engeller ve rulmanın dönüşünde problem oluşur. Sonuçta motor titreşimli çalışmaya başlar. Bir müddet sonra da gürültü ortaya çıkar.

Motorun nemli bir ortamda çalışması hâlinde rulmanın içine küçük zerrecikler şeklinde su sızar. Bu da rulman yüzeyinde korozyona sebep olur. Korozyon zamanla rulman içinde aşınma meydana getirir. Düzgün dönemeyen rulmandan dolayı motorun çalışmasında tutukluk meydana gelir.

Haricî kirlerden en çok etkilenen elemanlardan biri de kolektördür. Havayla taşınan toz zerreleri kolektör dilimleri arasına dolar. Sadece haricî tozlar değil, aynı zamanda kolektör yüzeyine basan fırçaların ufalanması sonucu oluşan karbon zerrecikleri de kolektör yüzeyinde birikir. Bu da zamanla dilimler arasında kısa devrelere sebep olur.

Motorun tozlardan etkilenen diğer bir elemanı da pervanedir. Soğutma için hava sirkülasyonunu pervane sağlar. Hava içerisindeki tozlar zamanla pervane çevresinde birikir ve hava akışını engeller. Pervane motor içine yeterli hava veremez. Hava akışının engellenmesi motorun iç ısısını artırır. Artan ısı motor kayıplarının artmasına dolayısıyla verimin düşmesine sebep olur. Motorun performansı azalır. Aşırı ısı zamanla sargı, rulman, kolektör ve fırçalarda da arızaya sebep olabilir.

3.1.2. DC Motorların Temizliğinde Kullanılan Araç-Gereçler

DC motorların temizliği yapılırken dikkat edilecek en önemli husus motorun yapılan işlemden zarar görmemesidir. Temizlik işlemleri, fiziki ve elektriksel açıdan motoru olumsuz etkilememelidir. Bunun sağlanması doğru araç, kaliteli malzeme ve doğru yöntem ile gerçekleştirilebilir.

Temizleme yöntemi motorun kirlilik alanı ve kirlilik derecesine göre belirlenir. Motorun genellikle gövdesi ve pervanesi temizlenir. Buna göre de kullanılacak malzemeler değişir.

Genel olarak motor temizliğinde kullanılan malzemeler şunlardır:

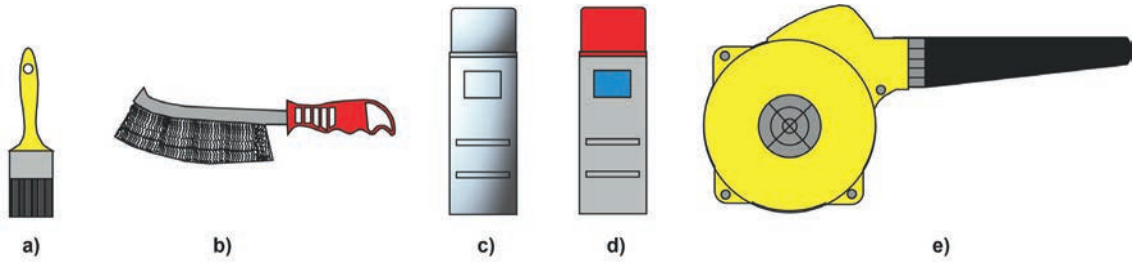
Temizleme Fırçası: Fırça basit ama etkili bir temizleme gerecidir. Özellikle yüzeysel tozların alınması fırça ile kolayca gerçekleştirilebilir. Gerek gövde temizliğinde gerekse pervane temizliğinde kullanılır. Girintili yüzeylerde toz alma işlemini kolaylaştırır. Ulaşılması zor ve derin alanlarda da işlem yapabilir. Pek çok çeşidi vardır. İşlem yapılan motorun büyüklüğüne göre uygun fırça kullanılmalıdır (Görsel 3.2 a).

Tel Fırça: Tel fırçalar; boya, pas ve çeşitli sebeplerle oluşmuş tortuların metal ve ahşap üzerinden kazınmasında kullanılır. Taşlama makineleriyle ve elle kullanılabilen tipleri vardır. DC motorlarda gövde üzerinde oluşmuş pas ve inatçı tortuların temizlenmesinde kullanılır. Tel fırçanın kullanımı sırasında fırça ile gövde üzerine yapılan baskının iyi ayarlanması gerekir. Aşırı baskı uygulanması hâlinde gövde boyasının da çıkabileceği unutulmamalıdır (Görsel 3.2 b).

Temizleme Spreyi: Temizleme spreyleri, yağ ve kir kalıntılarının sökülmesi için üretilen özel solüsyonlardır. Temizlenecek alana sıkılarak kullanılır. Sprey formunda oldukları için kullanımı kolaydır. Sıvı yapısından dolayı en dip noktalara kadar ulaşabilir. Motor üzerindeki yağ, kir ve tozları uzaklaştırmanın en kolay yoludur. Elektrik motorları için özel olarak üretilen tipleri motor sargılarına zarar vermez. Spreyin yağlı ve yağsız çeşitleri vardır. Özellikle gövde üzerindeki katı tortuların temizlenmesinde kullanılır (Görsel 3.2 c).

Endüstriyel Yağ Çözücü: Motorların yüzeyinde bulunan yanmış, katılaşmış, katranlanmış yağların sökülmesinde kullanılan kimyasal solüsyonlardır. Bu solüsyonlar yağı çözebilme, temizleyebilme özelliğine sahiptir. Gövde üzerindeki ağır yağ kalıntılarının temizliğinde kullanılır. Boyaya ve yüzeye zarar vermeyen tipleri kullanılmalıdır (Görsel 3.2 d).

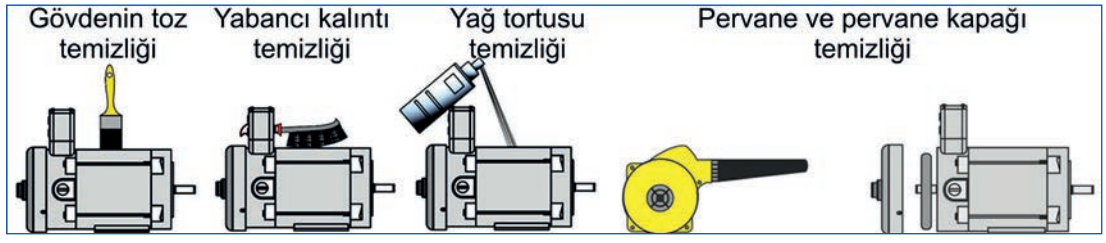
Hava Kompresörü: Havayı sirküle ederek yönlendiren cihazdır. Hem emme hem de üfleme yapabilir. Genellikle bilgisayarların temizliğinde kullanılır. DC motorlarda da gövde üzeri, muhafaza kapağı ve pervane bölgesinin temizliğinde kullanılır. Hava kompresörü son derece pratik ve işlevsel bir temizleme gerecidir (Görsel 3.2 e).



Görsel 3.2: DC motor temizleme elemanları

3.1.3. DC Motor Temizleme Aşamaları

DC motorun temizliği motorun yerleşimiyle başlayan bir süreçtir. Motorun çalışacağı alanın havalandırması iyi olmalı, motor havadar bir ortamda bulunmalıdır. Soğutma havasının girişi ile duvar veya diğer makineler arasındaki uzaklık yeterli seviyede olmalıdır. Motorun toz, yabancı kalıntı, yağ ve pervane temizliği periyodik olarak yapılmalıdır (Görsel 3.3). Periyodik temizlik daha yüksek performans ile motorun uzun süre çalışmasına imkân sağlar.



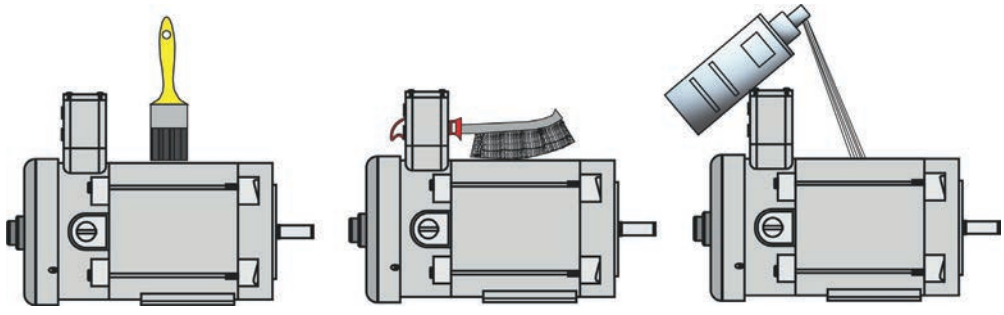
Görsel 3.3: DC motorun temizleme aşamaları

DC motor temizleme işlem basamakları şunlardır:

- Temizlik işlemine başlamadan önce motorun enerjisi kesilmelidir. Enerji altında kesinlikle hiçbir temizleme işlemi yapılmamalıdır.
- Gerekli iş güvenliği koruyucu tedbirleri alınmalıdır. Göze kimyasal solüsyon kaçmasını önlemek için gözlük takılmalı, ellerin korunması için de eldiven giyilmelidir.
- Motor yeni kapatılmışsa soğuması beklenmelidir. Temizlik ile ilgili tüm işlemler soğuk motora uygulanmalıdır.
- İlk olarak tozlanmanın durumuna göre fırça veya hava kompresörü ile gövde üzerindeki tozlar uzaklaştırılır.
- Pervane muhafaza kapağı sökülür.
- Kompresör ile muhafaza kapağı hava deliklerine hava tutulur.
- Pervane ve pervane alanına da hava tutularak tozlar motor dışına doğru üflenir.
- Pervane muhafaza kapağı kapatılır.
- Motor gövdesi üzerindeki kalıntılar tel fırça ile fırçalanır. Fırça kullanımı sırasında boyanın zarar görmemesine dikkat edilmelidir.
- Gövde üzerinde inatçı ve ağır yağ tortuları bulunabilir. Bu durumda tortular üzerine yağ çözücü sprey sıkılır.
- Spreyin tortulara nüfuz etmesi için bir müddet beklenir. Bekleme süresi genellikle sprey üzerinde belirtilir.
- Çözünen tortular fırça ile gövde üzerinden uzaklaştırılır.
- Gövde üzerine temizleme spreyi sıkılarak daha etkili bir temizleme işlemi gerçekleştirilebilir.
- Son olarak bir sünger veya mikro fiber bez yardımıyla gövde silinerek temizleme işlemi tamamlanır.

1. Uygulama	DC MOTOR GÖVDESİNİN TEMİZLENMESİ

AMAÇ: DC motor gövdesini temizlemek.



Görsel 3.4: DC motor gövdesinin temizlenmesi

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
DC motor	Uygun güçte	1 adet
İş güvenliği ekipmanları	Eldiven, gözlük, maske	Birer adet
Temizlik malzemeleri	Fırça, tel fırça, yağ çözücü, temizlik süngeri	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce iş güvenliği ile ilgili tedbirleri alınız.
2. Motorun enerjisini kesiniz ve sıcaksa soğumasını bekleyiniz.
3. DC motoru dikkatli bir şekilde kontrol ederek kirlilik durumunu tespit ediniz.
4. Fırça ile motor gövdesi üzerindeki tozları alınız.
5. Tel fırça ile boyaya zarar vermeden katılaşmış tortuları fırçalayınız.
6. DC motor üzerinde tel fırça ile çıkmayan ağır yağ ve kir tortuları varsa bunların üzerine yağ çözücü sıkınız.
7. Bir müddet bekledikten sonra fırça yardımıyla tortuları uzaklaştırınız.
8. Motor gövdesini temizleme süngeri yardımıyla siliniz.
9. Kullanılan malzemeleri yerlerine kaldırarak çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

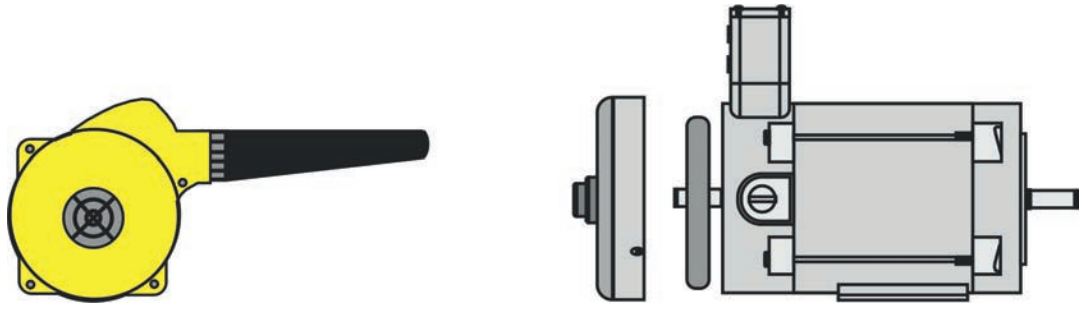
SORU

1. DC motor gövdesi temizlenirken dikkat edilecek hususlar nelerdir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Gövde temizliği ile ilgili tedbirlerin alınması	20	
Sınıfı:	**2.** Gövde üzerindeki tozların alınması	20	
Numarası:	**3.** Tel fırça ile gövdenin fırçalanması	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Yağ çözücü ile katı tortuların temizlenmesi	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

2. Uygulama	DC MOTOR PERVANESİNİN TEMİZLENMESİ

AMAÇ: DC motor pervane ve pervane muhafaza kapağını temizlemek.



Görsel 3.5: DC motor pervanesinin temizlenmesi

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
DC motor	Uygun güçte	1 adet
İş güvenliği ekipmanları	Eldiven, gözlük, maske	Birer adet
Temizlik malzemeleri	Fırça, hava kompresörü	Birer adet
El aletleri	Pense, tornavida, kargaburnu	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce iş güvenliği ile ilgili tedbirleri alınız.
2. Motorun enerjisini kesiniz. Motor sıcaksa soğumasını bekleyiniz.
3. DC motor pervanesinin muhafaza kapağını sökünüz.
4. Hava kompresörü ile hava tutarak muhafaza kapağını temizleyiniz.
5. Aynı şekilde pervane ve pervane çevresine hava tutunuz.
6. Katman oluşturmuş tozları fırça ile dikkatle temizleyiniz.
7. Muhafaza kapağını yerine sabitleyiniz.
8. Kullanılan malzemeleri yerlerine kaldırarak çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

SORU

1. Motorun periyodik olarak temizlenmemesi hâlinde oluşabilecek problemler nelerdir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Pervane temizliği ile ilgili hazırlığın yapılması	20	
Sınıfı:	2. Muhafaza kapağının sökülmesi ve takılması	20	
Numarası:	3. Muhafaza kapağının temizlenmesi	20	
ÖĞRETMEN	4. Pervanenin temizlenmesi	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

3.2. DC MOTOR KLEMENSİ DEĞİŞTİRME

DC motor klemens terminal bloku, klemens kutusu içinde bulunur. Endüvi ve endüktör sargı uçları buradaki terminallere bağlanır. Isıya dayanıklı plastikten yapılan klemens terminal blokları bakım-onarım çalışmaları sırasında meydana gelen mekanik darbeler gibi sebeplerle çatlayıp kırılabilir. Bu da kısa devre arızalarına sebep olur. Dolayısıyla arızalı blokların vakit geçirmeden değiştirilmesi gerekir.

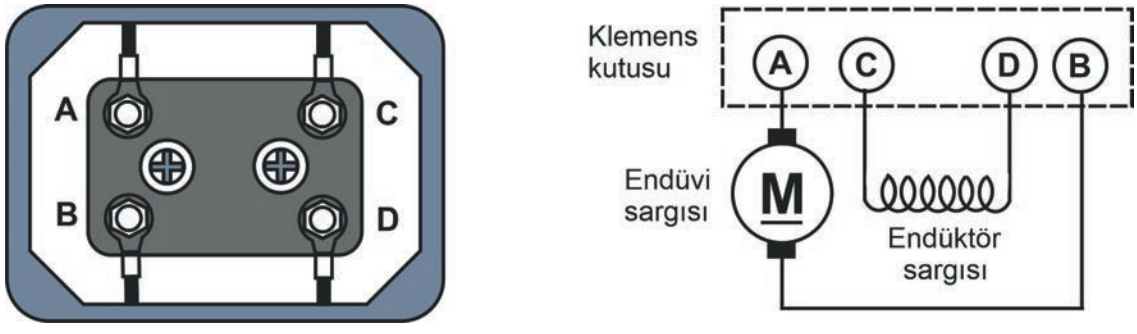
3.2.1. DC Motor Klemens Bağlantı Şekilleri

Motorlarda kabloların klemenslerle bağlanmasının sebebi, kablolar arasında güvenli bir bağlantı sağlanmasıdır. Hatalı kablolamayı önlemenin ve düzenli bir bağlantı yapmanın en etkili yolu klemens kullanımıdır. Ayrıca klemensler üzerinden kablolar hızlı bir şekilde takılıp çıkarılabilir.

DC motorlar şönt, seri ve kompunt motor olmak üzere üç çeşittir. Klemens yapıları ve bağlantıları da motor tipine göre farklılık gösterir. Şönt ve seri motorlarda klemens tablosuna dört uç çıkarılırken kompunt motorlarda altı uç çıkarılır.

3.2.1.1. Şönt Motor Klemens Kutusu

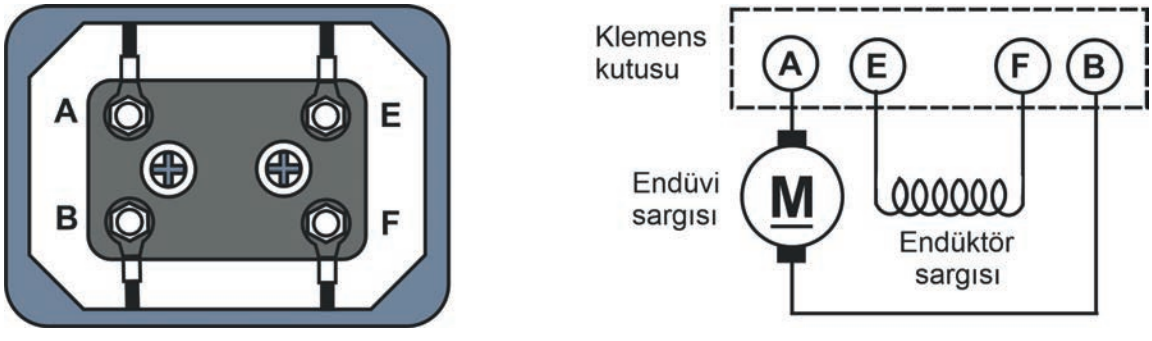
Şönt motorlarda endüktör sargısıyla endüvi sargısı birbirine paraleldir. Klemens bağlantılarında endüktör sargı uçları C-D harfleriyle, endüvi sargı uçları ise A-B harfleriyle gösterilir (Görsel 3.6).



Görsel 3.6: Şönt motor klemens kutusu ve sargı bağlantı şekli

3.2.1.2. Seri Motor Klemens Kutusu

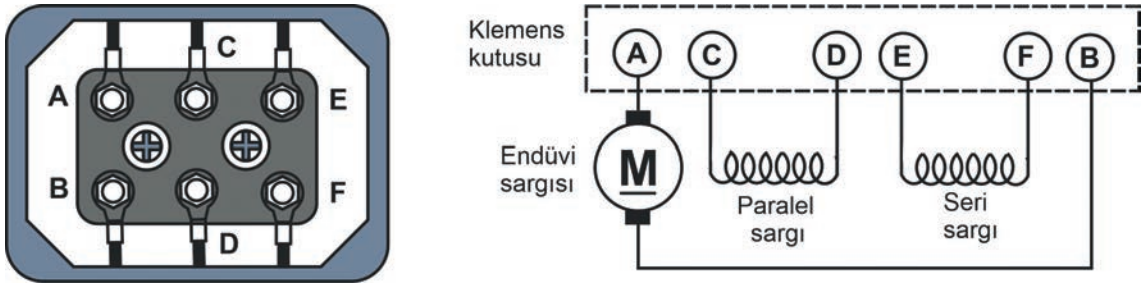
Seri motorlarda endüktör sargısıyla endüvi sargısı birbirine seri bağlanır. Seri motorların devre şemalarında endüktör sargı uçları E-F harfleriyle, endüvi sargı uçları ise A-B harfleriyle gösterilir (Görsel 3.7).



Görsel 3.7: Seri motor klemens kutusu ve sargı bağlantı şekli

3.2.1.3. Kompunt Motor Klemens Kutusu

Kompunt motorlarda endüktör sargısının bir kısmı endüviye seri, diğer kısmı paralel bağlanır. Dolayısıyla klemens kutusunda hem şönt motor uçları C-D hem seri motor uçları E-F bulunur. Endüvi sargı uçları ise yine A-B harfleriyle gösterilir (Görsel 3.8).



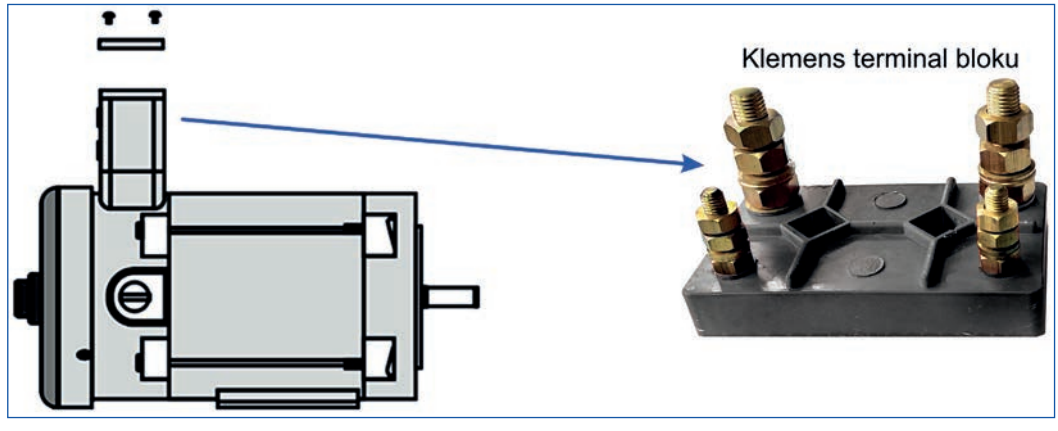
Görsel 3.8: Kompunt motor klemens kutusu ve sargı bağlantı şekli

3.2.2. DC Motor Klemens Terminal Blokunun Sökülmesi

Çeşitli sebeplerle kırılan klemens terminal bloku tekniğine uygun olarak sökülerek yenisiyle değiştirilir. Terminal blokunun sökümü sırasında hangi kablonun, hangi uca bağlı olduğuna dikkat edilmelidir. Aynı zamanda söküm işlemi sırasında uygun sökme elemanları kullanılmalıdır.

Klemens tablosu sökümünde işlem basamakları şunlardır:

- Sökme işlemine başlamadan önce iş güvenliği tedbirleri alınmalıdır. İş eldiveni giyilmeli ve koruyucu gözlük takılmalıdır.
- Uygun uçlu tornavida veya anahtar yardımıyla klemens kutusu kapağı sökülür (Görsel 3.9).



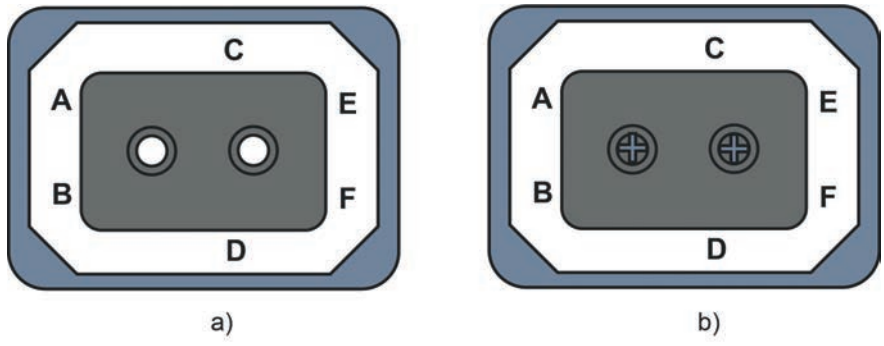
Görsel 3.9: Motor klemens kutusu kapağının ve terminal blokunun sökülmesi

- Endüktör ve endüvi sargı uçlarının bağlı olduğu yerler işaretlenir veya krokisi çizilir.
- Uygun anahtar yardımıyla somunlar sökülür.
- Klemens terminal blokunu gövdeye sabitleyen vidalar sökülür.
- Sökülen somunlar, vidalar ve bunlarla birlikte bulunan pul, rondela gibi yardımcı sabitleme elemanları dağılıp kaybolmaması için bir kutuda toplanır.

3.2.3. DC Motor Klemens Terminal Blokunun Değişimi

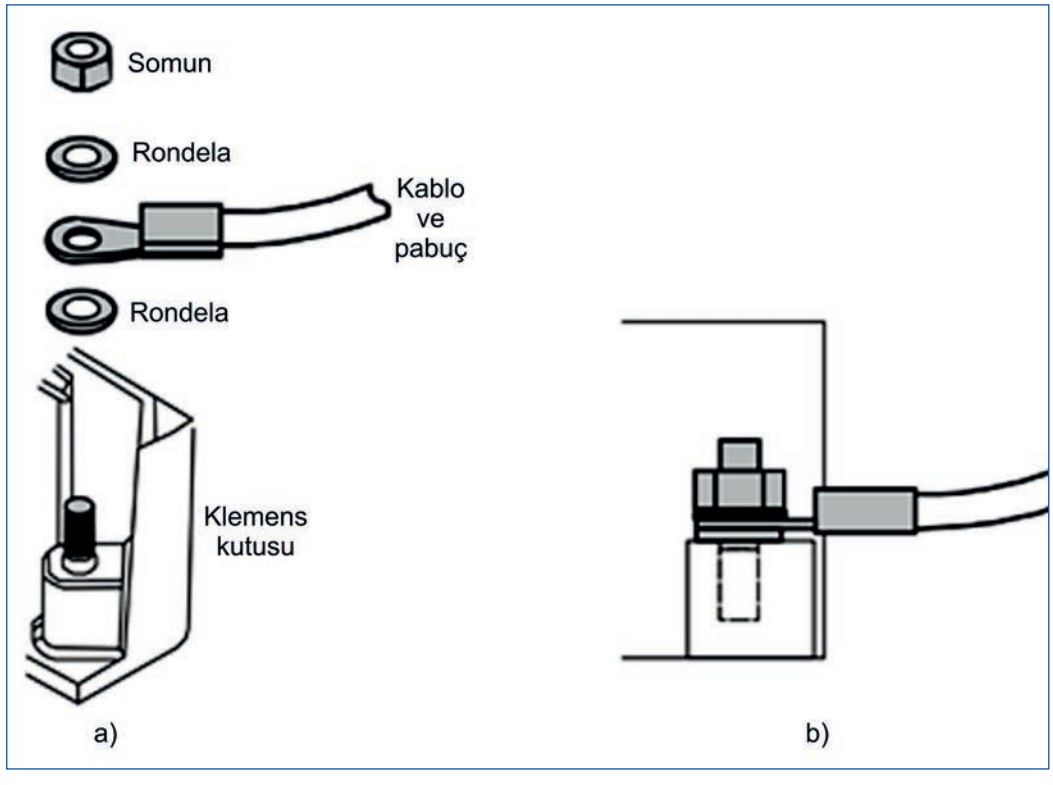
Sökülen klemens terminal bloku yerine yenisi takılarak sabitlenir. Daha sonra sargı uçları kutu içinde belirlenen terminallere sıralamaya uygun olarak takılır. DC motor klemens terminal blokunun değişim işlem basamakları şunlardır:

- Klemens terminal bloku kutu içindeki yerine yerleştirilir (Görsel 3.10 a).
- Terminal bloku uygun uçlu tornavida yardımıyla klemens kutusuna sabitlenir (Görsel 3.10 b).



Görsel 3.10: Klemens terminal blokunun yerine sabitlenmesi

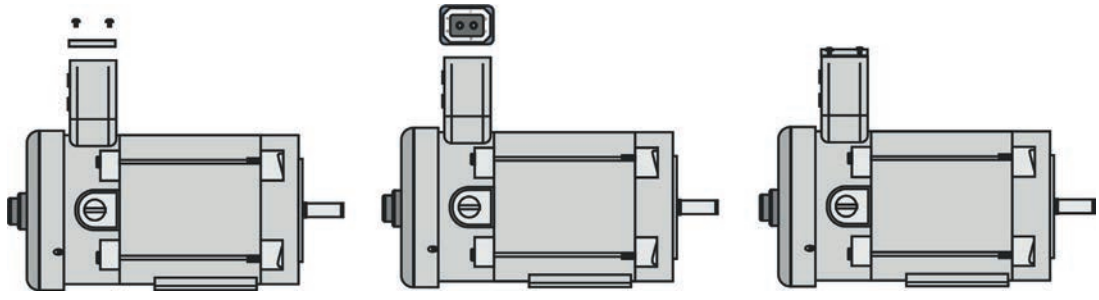
- Endüktör ve endüvi sargı uçları; somun, pul-rondela ve pabuç gibi yardımcı elemanlarla birlikte klemens kutusundaki terminallere monte edilir (Görsel 3.11 a).
- Uygun anahtar yardımıyla somunlar sıkılır (Görsel 3.11 b).
- Gevşeklik kalmadığından emin olmak için tüm somunlar kontrol edilir.
- Klemens kutusu kapağı yerine sabitlenerek işlem tamamlanır.



Görsel 3.11: Sargı uçlarının klemens kutusundaki terminallere monte edilmesi

3. Uygulama	DC MOTOR KLEMENS TERMİNAL BLOKUNUN DEĞİŞTİRİLMESİ

AMAÇ: DC motor klemens terminal blokunu değiştirmek.



Görsel 3.12: DC motor klemens terminal blokunun değiştirilmesi

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
DC motor	Uygun güçte	1 adet
Klemens terminal bloku	Kullanılan motora uygun	1 adet
El aletleri	Pense, tornavida, yan keski, kargaburnu, anahtar takımları	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce motorun enerjisiz olduğundan emin olunuz.
2. DC motorun klemens kutusu kapağını uygun tornavida veya anahtar yardımıyla sökünüz.
3. Sargı uçlarının bağlantı konumlarını işaretleyiniz.
4. Kabloları sabitleyen somunları uygun anahtar yardımıyla sökünüz.
5. Somun, pul ve rondelaları bir kutu içinde toplayınız.
6. Klemens terminal blokunun vidalarını uygun tornavida yardımıyla sökünüz.
7. Eski klemens terminal blokunu çıkarıp yerine yenisini yerleştiriniz.
8. Sökülen vidaları kullanarak yeni klemens terminal blokunu kutu içine sabitleyiniz.
9. Pul ve rondelaları kullanarak sargı uçlarını terminal blokundaki yerlerine yerleştiriniz.
10. Uygun anahtar yardımıyla somunları sıkıp kabloları sabitleyiniz.
11. Klemens kutusu kapağını kapatıp vidalarını sıkınız.
12. Kullanılan malzemeleri yerlerine kaldırarak çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

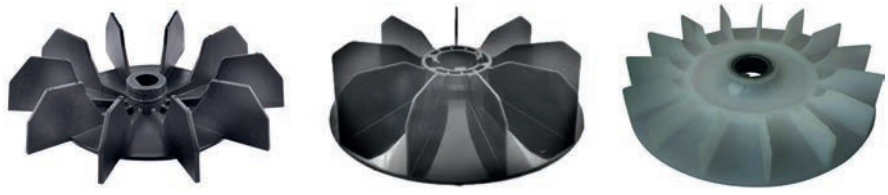
SORU

1. DC motorun kırık klemens terminal blokunun kullanılmasının sakıncaları nelerdir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Klemens kutusu kapağının sökülmesi	20	
Sınıfı:	**2.** Sargı uçlarının uygun şekilde sökülmesi	20	
Numarası:	**3.** Terminal blokunun değiştirilmesi	20	
ÖĞRETMEN	**4.** İşlemler sırasında uygun takımların kullanılması	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

3.3. DC MOTOR SOĞUTUCU PERVANESİ DEĞİŞTİRME

DC motorlarda soğutma işlemi mile bağlanan pervane yardımıyla gerçekleştirilir (Görsel 3.13).



Görsel 3.13: Motor soğutucu pervaneleri

Soğutucu pervane, milin bir tarafına sıkı geçme şeklinde takılır. Motorun çalışmasıyla birlikte mil ve bu mile bağlı pervane de dönmeye başlar. Dönüşle birlikte sirküle ettiği havayı motorun içine yönlendirir.

Nitelikli plastikten yapılan pervane, uzun süre çalışma sonucu oluşan ısılara dayanıklıdır. Normal çalışma şartlarında kırılma veya erime meydana gelmez. Ancak özellikle bakım-onarım çalışmaları sırasında kanatları kırılabilir. Bu tip arızalar sonucunda görevini yapamaz hâle gelen pervanenin değiştirilmesi gerekir.

3.3.1. DC Motorlarda Isınma ve Isınmanın Önlenmesi

Elektrik akımının ısı, ışık, manyetik ve kimyasal etkileri vardır. İçinden akım geçen bir iletken ısınır. DC motorlarda da endüktör ve endüvi sargılarından geçen akım sargılar etrafında ısı meydana getirir. Böylece DC motorlar çalışma sırasında ısınır. Bunun dışında ısınmaya sebep olan başka faktörler de vardır. Bu faktörler şöyle sıralanabilir:

Motorun Aşırı Yüklenmesi: Aşırı yük, motor etiketinde belirtilen nominal gücün üzerinde bir güçle motorun çalışmaya zorlanmasıdır. Bu, motorun çalıştığı sisteme uygun seçilmemesinden kaynaklanabilir. Aşırı ısınan ve zorlanan motor kısa zamanda arızalanır. Bu sebeple yapılan işe uygun motor seçilmelidir.

Aşırı yükün diğer bir sebebi, motorun çalıştığı sistemde motoru zorlayan geçici bir arızanın oluşmasıdır. Bu tip arızaların çok sık olması motorun ömrünü kısaltır.

Motorun Düzensiz Çalışması: Motorun çalışma şartlarından kaynaklanan bazı durumlarda (sık başlatma ve durdurma, motor yükünde sürekli değişkenlik) motor aşırı ısınabilir. DC motorlar mümkün olduğunca bu tip ortamlarda çalıştırılmamalıdır.

Uygun Olmayan Ortam: DC motorun normalden fazla ısınmasına bulunduğu ortam da sebep olabilir. Motorlar genelde 40 °C ortam ısısında maksimum verimle çalışacak şekilde üretilir. Bu ısının üstündeki ortamlarda verim, ısı artışıyla orantılı olarak düşer. Motorun dar bir alanda çalışıyor olması veya güneş ışınlarının doğrudan gövde üzerine gelmesi, ısının normalin üzerine çıkmasına sebep olacaktır. Bu sebeple motor havadar bir alanda bulunmalı, direkt güneş ışığı almamalıdır.

Motorun çalıştığı yerin rakımı da ısıyı olumsuz etkileyebilir. Motorlar genellikle 1000 metre rakıma (yükselti) göre üretilir. Bu rakımın üzerinde motorun performansı düşer. Bu sebeple katalog değerlerine göre bulunulan rakıma uygun motor seçilmelidir.

Yetersiz Havalandırma: DC motorun havalandırma boşluklarının biriken toz veya başka kirleticilerle kapanması sonucu motor normalin üzerinde ısınır. Bu durum periyodik bakımın önemini gösterir. Bakım sırasında tıkanmış hava kanalları temizlenerek açılır. Aynı şekilde kanadı kırık veya göbeği bozuk pervane de motorda yetersiz havalandırmaya, dolayısıyla aşırı ısınmaya sebep olur.

Diğer Arızalar: Klemens tablosundaki bağlantılarda gevşeklik olması gibi arızalar da ısıya sebep olabilir. Aynı şekilde motorun yerleşimindeki düzensizlikten dolayı meydana gelen titreşimler de ısı oluşturabilir. Titreşimlerin şiddetine göre motorda ısınma artacaktır.

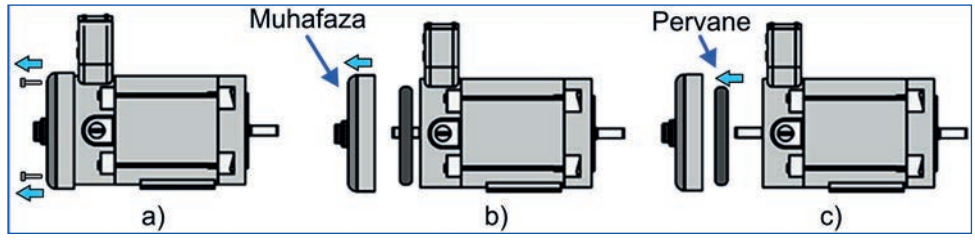
DC motorlarda meydana gelen aşırı ısınmalar verimin düşmesine ve motor ömrünün kısalmasına sebep olur. Bu sebeple ısınmaya sebep olan faktörler en kısa zamanda ortadan kaldırılmalıdır.

3.3.2. Soğutucu Pervanenin Sökülmesi

Soğutucu pervane motor miline bağlıdır ve mille birlikte döner. Rahat bir dönüş için metal muhafaza ile koruma altına alınmıştır. Pervanenin sökülebilmesi için öncelikle metal muhafazanın sökülmesi gerekir. Sökme işlemleri sırasında uygun el aletleri ve takımlar kullanılmalıdır.

Soğutucu pervane sökümü işlem basamakları şunlardır:

- Metal muhafaza cıvataları sökülür (Görsel 3.14 a).
- Muhafaza gövdeden ayrılır (Görsel 3.14 b).
- Pervanenin mil üzerinde bulunduğu alan işaretlenir.
- Çektirme ile pervane yavaş yavaş milden çıkarılır (Görsel 3.14 c).



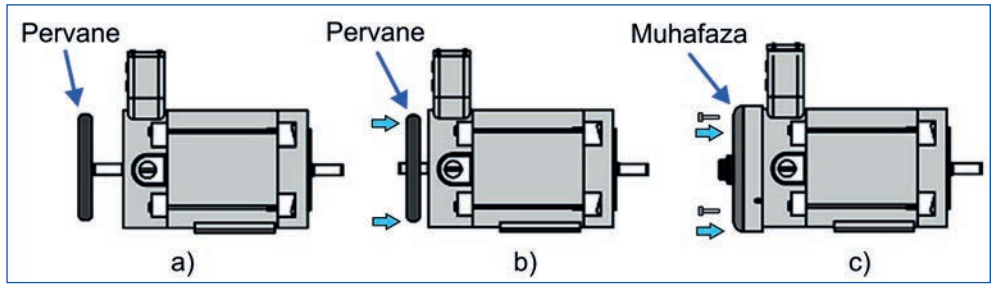
Görsel 3.14: DC motor pervanesinin sökülmesi

3.3.3. Soğutucu Pervanenin Montajı

Sökülen arızalı pervanenin yerine yenisi takılır. Tahta takoz veya mil çapına uygun bir destek yardımıyla pervaneye hafif hafif vurularak yerine yerleştirilir. Mile sıkı geçme şeklinde takılı olan pervanenin kırılmadan mile yerleştirilmesi için işlemin dikkatli yapılması gerekir.

Soğutucu pervane sökümü işlem basamakları şunlardır:

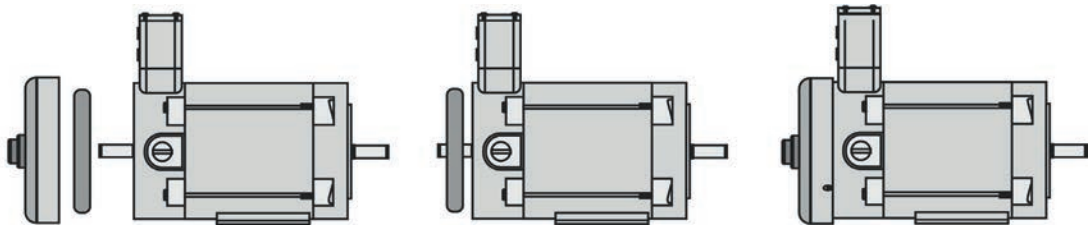
- Pervane mile yerleştirilir (Görsel 3.15 a).
- Destek, pervane göbeği kısmına konarak plastik tokmakla desteğe hafifçe vurulur.
- Desteğe hafifçe vurmaya devam edilerek pervane işaretli alana kadar getirilir (Görsel 3.15 b).
- Muhafaza kapağı yerine takılarak işlem tamamlanır (Görsel 3.15 c).



Görsel 3.15: DC motor pervanesinin, yerine montajı

4. Uygulama	DC MOTOR PERVANESİNİN DEĞİŞTİRİLMESİ

AMAÇ: DC motor pervanesini değiştirmek.



Görsel 3.16: DC motor pervanesinin değiştirilmesi

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
DC motor	Uygun güçte	1 adet
DC motor pervanesi	Motora uygun	1 adet
İş güvenliği ekipmanları	Eldiven, gözlük	Birer adet
El aletleri	Pense, tornavida, çektirme, destek elemanı, plastik tokmak	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. DC motor pervane muhafaza kapağını sökünüz.
3. Pervanenin mil üzerindeki konumunu işaretleyiniz.
4. Çektirme yardımıyla dikkatli bir şekilde pervaneyi sökünüz.
5. Yeni pervaneyi mile yerleştiriniz.
6. Mil çapından biraz geniş bir desteği mile yerleştirip çekiçle hafif hafif vurarak pervaneyi mil üzerinde kaydırıp işaretlediğiniz alana getiriniz.
7. Pervanenin yerleşim sıkılığını elle kontrol ediniz.
8. Muhafaza kapağını yerine takıp sabitleyiniz.
9. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

SORULAR

1. Arızalı bir pervanenin motor için sakıncaları nelerdir? Açıklayınız.
2. Pervane montajı sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar nelerdir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Motor muhafaza kapağının sökülmesi ve takılması	20	
Sınıfı:	2. Pervanenin sökülmesi	20	
Numarası:	3. Pervanenin takılması	20	
ÖĞRETMEN	4. İşlemler sırasında uygun takım kullanılması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümleleri okuyunuz ve cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. ( ) Arıza oluşmaması için motorlar nemli ortamda çalıştırılmalıdır.

2. ( ) Pervane, DC motorların soğutulmasında hava sirkülasyonunu sağlar.

3. ( ) Temizlik ile ilgili tüm işlemler, motor soğutulduktan sonra yapılmalıdır.

4. ( ) Motorun aşırı yüklenmesi motorun ısısını azaltır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Motorlar genellikle ..... °C ortam ısısında çalışacak şekilde üretilir.

6. Pervanenin sökülebilmesi için öncelikle metal ..... sökülür.

7. Şönt motorlarda klemens tablosunda ..... adet uç bulunur.

8. DC motorlarda meydana gelen aşırı ısınmalarda motorda ..... düşer.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

9. Aşağıdakilerden hangisi DC motorların temizliğinde kullanılan gereçlerden değildir?

A) Dış bilezik B) Plastik tokmak C) Tel fırça

D) Temizleme fırçası E) Yağ çözücü

10. Aşağıdakilerden hangisinde endüvi sargısı, şönt sargı ve seri sargı uç isimleri doğru sırada verilmiştir?

A) A-B, C-D, E-F B) A-B, E-F, C-D C) C-D, A-B, E-F

D) C-D, E-F, A-B E) E-F, A-B, C-D

11. Aşağıdakilerden hangisinde motorun ısısını artıran unsurlardan değildir?

A) Güneş ışınlarının direk gövde üzerine gelmesi

B) Motor yükünün sürekli değişmesi

C) Motorun sık sık başlatılıp durdurulması

D) Klemens tablosu bağlantılarının sıkı olması

E) Motor havalandırma boşluklarının tıkanması

12. Aşağıdakilerden hangisi motor temizliğine başlamadan önce ilk yapılması gereken işlemdir?

A) Klemens terminal bloku sökülmelidir.

B) Kapaklar sökülmelidir.

C) Enerji kesilmelidir.

D) Motorun ısısı kontrol edilmelidir.

E) Pervane sökülmelidir.

4. ÖĞRENME BİRİMİ

ELEKTRİK MAKİNELERİNDE MEKANİK PARÇA ONARIMI

KONULAR

4.1. ARIZALI MOTOR KAPAĞI DEĞİŞTİRME

4.2. RULMAN DEĞİŞTİRME

4.3. ROTOR VE ENDÜVİ BALANS AYARI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- **DC motorun arızalı kapağını yöntemine uygun olarak değiştirme**
- **Arızalı rulmanı sökme ve takma**
- **Rotor ve endüvinin balans ayarını yapma**

TEMEL KAVRAMLAR

DC motor, endüvi, rotor, çektirme, bilyeli ve makaralı rulman, rulman kodu, balans, balans makinesi, balans ayarı

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. **DC motorun arıza yapabilecek mekanik parçaları sizce hangileridir? Sökülüp değiştirilebilecek parça isimlerini arkadaşlarınızla paylaşınız.**
2. **Motor endüvisinin balanssız (yalpalama yaparak) dönmesi sizce motorda hangi sorunlara yol açar? Düşüncelerinizi ifade ediniz.**

4.1. ARIZALI MOTOR KAPAĞI DEĞİŞTİRME

Genel olarak motorlarda mekanik arıza, en çok fırça ve rulmanlarda meydana gelir. Motor dönüşü sırasında fırçalar, kolektöre sürekli temas eder. Rulmanlarda da yuvarlanma elemanları daima hareket hâlindedir. Bu sebeple bu parçalarda arızaya sık rastlanır. Motor kapakları ise sabit ve dayanıklı parçalar oldukları için kolay kolay arızalanmaz. Ancak bakım-onarım çalışmaları sırasında motorun düşmesi veya buna benzer mekanik bir darbe almasıyla kapaklarda kırılma, çatlama olabilir. Bu durumda çalışma sürekliliğinin sağlanması bakımından kapakların hemen değiştirilmesi gerekir.

4.1.1. DC Motorların Sökülmesinde Kullanılan Araç ve Gereçler

Arızalı bir DC motorun sökülmesi için el aletlerinden taşıma elemanlarına kadar pek çok araç gereç kullanılır. Tamir yöntemi ve kullanılacak araç gereçler motorun büyüklüğüne göre değişir. Büyük motorlarda vinç ve caraskal gibi taşıma elemanlarının kullanılması gerekebilir. Söküm sırasında uygun bakım-onarım gereçlerinin kullanılması da önemlidir. Yerinde kullanılmayan veya yanlış kullanılan tamir gereçleri başka arızalara sebep olabilir.

Genel olarak motor onarımında kullanılan malzemeler şunlardır:

Çektirme: Bir mile sıkı geçme yöntemiyle takılmış parçaları milden çıkarmaya yarayan takımlara **çektirme** denir. DC motorlarda rulman, fan ve kolektörü sökmek amacıyla kullanılır. Çektirme, gövdeye bağlı oynak kollara sahip metalden yapılan bir takımdır. Kolların ucu kancalıdır ve bu kancalar yardımıyla yerinden sökülecek parça tutulur. Kollar takımın çeşidine göre iki veya üç adet olabilir (Görsel 4.1). Kullanıldığı yerlere göre standart, master, batarya S tipi, üniversal, iç rulman ve dış rulman çektirme olmak üzere farklı çeşitleri bulunur.

Görsel 4.1: İki ve üç kollu çektirme

Çektirmenin ortasında somun ve bu somun içerisinde hareket eden bir mil bulunur. Milin baş kısmı anahtar ile çevrilebilecek şekildedir. Kendinden kollu olan tipleri de vardır. Kullanım yerine göre özel tasarlanmış çektirmeler de mevcuttur.

Çektirmeler genellikle rulmanları çıkarmak için kullanılır. Rulmana zarar vermeden çıkarır, çıkan rulman bu sayede yeniden kullanılabilir. Rulmanı sökerken çektirme mili, söküm işlemi yapılacak mile dik şekilde yerleştirilir. Kancalı kollar rulmanın alt kenarına tutturulur. Kol veya anahtar çevrilerek rulman sökülür.

Caraskal: Yüklerin düşey eksende kaldırılmasında kullanılan düzeneklerdir. Büyük ve ağır elektrik motorlarının taşınmasında kullanılır. Basit yapısı ve düşük maliyeti sebebiyle işletmelerde tercih edilir.

Vinç: Yüklerin hem yatay hem de düşey eksende taşınmasında kullanılır. Büyük ve ağır elektrik motorlarının sökületeceği yere taşınmasında vinçlerden yararlanılır.

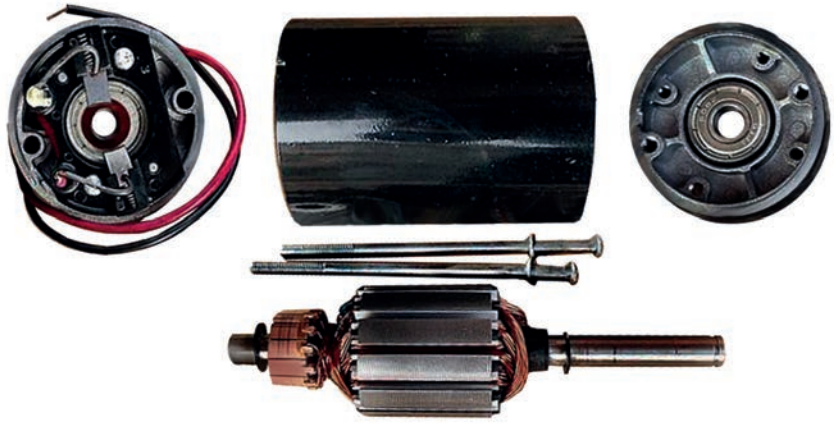
El Aletleri: Motorların sökümü sırasında tornavida, anahtar takımları, plastik tokmak, çekiç gibi el aletleri de kullanılır (Görsel 4.2).

Görsel 4.2: DC motorun sökümünde kullanılan el aletleri

4.1.2. DC Motorun Söküm Aşamaları

DC motorların söküm işlemi, tekniğine uygun olarak ve dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. İşlem sırasında gerekli özen gösterilmezse yeni arızalar ortaya çıkabilir veya arıza büyüyebilir. DC motorun sökümünde işlem basamakları şunlardır:

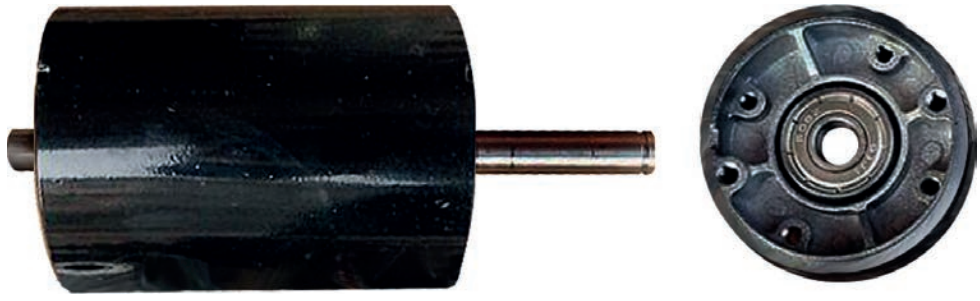
- Motor klemens tablosundaki bağlantılar sökülür.
- Motorun pervane muhafaza kapağı sökülür.
- Pervane sökülür.
- Motorun kapakları ile gövdesinin bir tarafına birer nokta, diğer tarafına ikişer nokta vurulur.
- Uygun anahtarla motor kapaklarının cıvataları sökülür.
- Plastik tokmak veya tahta takoz aracılığı ile kapaklara çekiçle vurularak kapaklar sökülür.
- Fırçalar yerinden sökülür.
- Gerekiyorsa fırça yuvaları yerinden sökülür.
- Endüvi, motor içerisinden çıkarılarak söküm işlemi tamamlanır (Görsel 4.3).



Görsel 4.3: Sökümü tamamlanmış DC motor

1. Uygulama	DC MOTOR KAPAĞINI DEĞİŞTİRME

AMAÇ: Arızalı DC motor kapağını değiştirmek.



Görsel 4.4: Yerinden çıkarılmış DC motor kapağı

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
DC motor	Uygun güçte	1 adet
DC motor kapağı	Motora uygun	1 adet
El aletleri	Tornavida, plastik tokmak, anahtar takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce iş güvenliği ile ilgili tedbirleri alınız.
2. Uygun anahtar yardımıyla arızalı motor kapağı cıvatalarını sökünüz.
3. Arızalı kapağı milden çıkarınız (Görsel 4.4).
4. Yeni kapağı mile yerleştiriniz.
5. Plastik tokmakla kapağa hafif ve dengeli biçimde vurarak kapağı yerine oturtunuz.
6. Cıvataları takarak kapağı yerine sabitleyiniz.
7. Kullanılan malzemeleri yerlerine kaldırarak çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

SORU

1. Kırık veya çatlak motor kapağının kullanılması hâlinde oluşabilecek problemler nelerdir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Kırık veya çatlak motor kapağının milden çıkarılması	20	
Sınıfı:	**2.** Yeni kapağın mile takılması	20	
Numarası:	**3.** Kapak değiştirme esnasında teknik kurallara uyulması	20	
ÖĞRETMEN	**4.** İşlemler sırasında uygun takımların kullanılması	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

4.2. RULMAN DEĞİŞTİRME

Rulman dairesel olarak dönen mekanik parçaların en az sürtünmeyle ve güç kaybı olmadan hareket etmesini sağlayan parçalardır. DC motordaki rulmanlar, mil ve mil üzerindeki endüvi, kolektör gibi parçaların balanslı bir şekilde dönmesini sağlar. Ömrünü tamamlayan veya çeşitli sebeplerle arızalanan rulmanlar; motor veriminin düşmesine, gürültülü çalışmaya, kolektör ve fırçaların bozulmasına neden olur. Bu yüzden arızalı rulmanların en kısa sürede değiştirilmesi gerekir.

4.2.1. Rulman Çeşitleri

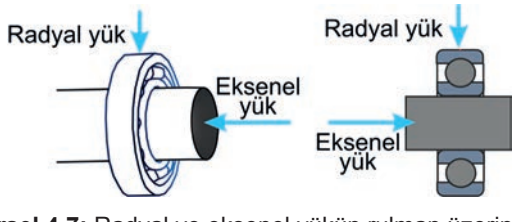
Rulmanlar, yuvarlanma elemanlarının şekline göre bilyeli ve makaralı rulman olmak üzere iki çeşittir. Yuvarlanma elemanları, bilyeli rulmanlarda küre şeklinde, makaralı rulmanlarda ise silindir şeklindedir. Bilyeli ve makaralı rulmanlar kendi arasında sınıflara ayrılır (Görsel 4.5).

Görsel 4.5: Yuvarlanma elemanının şekline göre rulman çeşitleri

Rulmanlar maruz kaldıkları yüke göre de radyal ve eksenel rulman olmak üzere iki tiptir (Görsel 4.6).

Görsel 4.6: Maruz kaldıkları yüke göre rulman çeşitleri

Rulmanlarda eksenel yükler hareket yönüne paralel, radyal yükler ise hareket yönüne dik olarak meydana gelir (Görsel 4.7).



Görsel 4.7: Radyal ve eksenel yükün rulman üzerinde gösterilişi

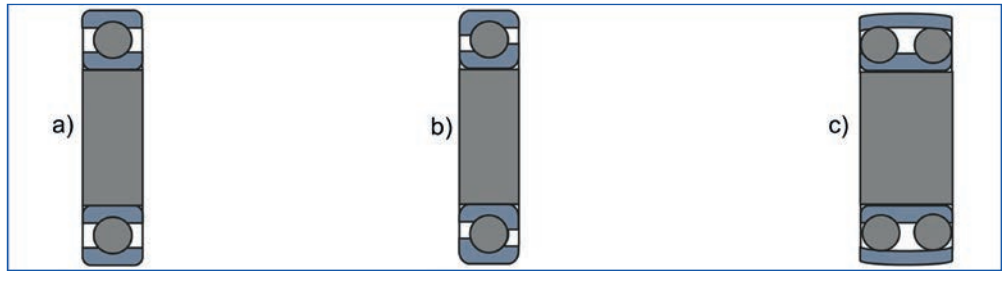
4.2.1.1. Bilyeli Rulmanlar

Yuvarlanma elemanları küresel bilyelerden oluşan rulmanlardır. Bilyeler küre biçiminde olduğu için yuvarlanma elemanları ile yüzey arasında noktasal temastan dolayı sürtünme en alt düzeydedir. Bilyeli rulmanların dönüşleri hızlıdır ancak bunlar ağır yükleri destekleyemez. Radyal ve eksenel yükleri taşıyabilen tipleri vardır.

Sabit Bilyeli Rulmanlar: En çok kullanılan rulman türüdür ve çok farklı uygulamalarda kullanılır. Basit tasarımları sayesinde bakımları kolay olup tek ve çift sıralı olarak üretilir. Çift sıra bilyeli rulmanların radyal yük taşıma kapasitesi tek sıralı olanlara göre daha yüksektir ancak eksenel olarak daha az yük taşır. Bu rulmanlar eğik konumlara elverişli olmayıp düşük torkları nedeniyle yüksek hızlar için uygundur (Görsel 4.8.a).

Eğik Bilyeli Rulmanlar: Bu rulmanların en temel özelliği bir temas açısına sahip olmalarıdır. Dolayısıyla kuvvetler belirli bir açıda aktarılır. Tek sıralı veya çift sıralı olarak iki şekilde üretilir. Tek sıralı eğik bilyeli rulmanlar sadece bir taraftan gelen eksenel yükleri taşıyabilir. Bu nedenle yanlarında başka bir rulman ile monte edilmesi gerekir. Bu rulmanlar parçalarına ayrılamaz. Çift sıralı eğik bilyeli rulmanlar da parçalarına ayrılamaz ve çift taraftan gelen eksenel yükleri karşılayabilir (Görsel 4.8.b).

Oynak Bilyeli Rulmanlar: Çift sıralı bilyelerden oluşan ve parçalarına ayrılabilen rulmanlardır. Açıları ayarlanabilir. Genellikle şaft ve yatak hizalanmasında problem varsa kullanılmaktadır. Bu rulmanlar temel olarak radyal kuvvetlerin sönümlenmesinde kullanılır (Görsel 4.8.c).



Görsel 4.8: Sabit, eğik ve oynak bilyeli rulman çeşitleri

4.2.1.2. Makaralı Rulmanlar

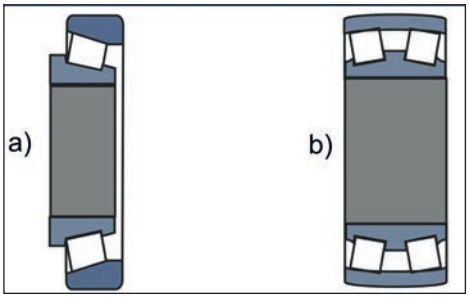
Yuvarlanma elemanları silindir şeklinde makaralardan oluşan rulmanlardır. Makaralar silindir biçiminde olduğu için yuvarlanma elemanları ile yüzey arasında çizgisel temas vardır. Bu temas türü sebebiyle makaralı rulmanlar, bilyeli rulmanlara göre daha fazla yük taşıyabilir ancak artan sürtünme nedeniyle makaralı rulmanların hız kapasitesi bilyeli rulmanlardan daha düşüktür.

Silindirik Makaralı Rulmanlar: Bu rulmanlar parçalarına ayrılabilen radyal rulmanlardır. Makaralar ve yuvarlanma yolları arasındaki çizgisel temas uygun şekle getirilmiştir. Yüksek radyal yük seviyesine sahiptir ve tasarıma bağlı olarak sınırlı oranda eksenel yük de aktarabilir (Görsel 4.9).

Görsel 4.9: Silindirik makaralı rulman

Konik Makaralı Rulmanlar: Makaralar ile yuvarlanma yolları arasındaki temas noktalarının en uygun şekilde tasarlandığı, parçalarına ayrılabilen rulmanlardır. Temas açısı nedeniyle tek yönde yüksek radyal ve eksenel kuvvetleri sönümleyebilir. Her iki yöndeki eksenel kuvvetleri desteklemek için genellikle çift olarak monte edilir (Görsel 4.10.a).

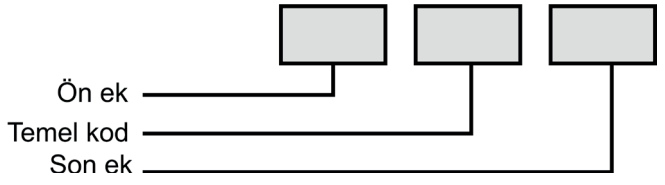
Oynak Makaralı Rulmanlar: Dış bilezikteki yuvarlanma yolunun içbükey küre şeklinde yapıldığı rulmanlardır. Parçalarına ayrılmaz ve aşırı değerde olmayan yatak hatalarından ya da mil esnemelerinden etkilenmez. Büyük rulmanlarda yağlama yapılması gerekmektedir (Görsel 4.10.b).



Görsel 4.10: Konik ve oynak makaralı rulmanlar

4.2.2. Rulman Kodlama Sistemi ve Rulman Ölçüleri

Üretilen ve kullanılan rulmanlar, çok çeşitli olduğu için belli bir sisteme göre kodlanır. Bu sisteme göre her bir rulmanın kendine ait bir kodu vardır. Kod, rulmanın ve bu rulman tipinin teknik özelliklerini belirtir. Böylece rulmanlar, yenisiyle değiştirileceği zaman doğru rulman seçilebilir. Rulman kodu; rulmanla ilgili tip, boyut, tolerans, boşluk vb. teknik özellikleri içerir. Kodlama genel olarak temel rulman kodu ile rulmanın özelliğine göre ön ve son eklerden oluşur (Görsel 4.11).



Görsel 4.11: Rulmanların kodlanması

4.2.2.1. Temel Rulman Kodu

Temel rulman kodu, rulmanların tiplerine göre farklı rakam veya harflerden oluşur. En çok kullanılan rulman tipleri ve temel kodları Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1: Rulman Tipleri ve Temel Rulman Kodları

Rulman Tipi	Rulman Serisi (Temel Kodu)
Tek ve çift sıra bilyeli rulmanlar	6000, 6200, 6300, 6400
Oynak bilyeli rulmanlar	1200, 2200
Açısal temaslı bilyeli rulmanlar	7200, 7300, QJ
Silindirik makaralı rulmanlar	N, NJ, NU, NUP, HJ, RNU, RN
Konik makaralı rulmanlar	30000, 31000, 32000, 33000

Temel kodun ilk iki rakamı rulman tipini, son iki rakamı ise rulmanın iç çapını belirtir. Rulmanın iç çapının belli bir sistematiği vardır. Buna göre

Son iki rakam 00 ise çap 10 mm

Son iki rakam 01 ise çap 12 mm

Son iki rakam 02 ise çap 15 mm

Son iki rakam 03 ise çap 17 mm

Son iki rakam 04'ten itibaren ise çap 5 ile çarpılarak bulunur. Yani 04 x 5 = 20 mm'dir.

4.2.2.2. Rulmanın Ön ve Son Ekleri

Ön ekler genellikle rulmanın bir parçasını ifade eder (Tablo 4.2).

Tablo 4.2: Çeşitli Rulman Ön Ekleri

Ön Ek	Anlamı
K	Kafes ile yuvarlanma elemanı ortak
L	Parçalarına ayrılabilen bir rulmanın serbest iç veya dış bileziği
BO	Silindir makaralı rulmanda düz halka
W	Tek yönlü bir eksenel rulmanın mil halkası

Son ekler; iç konstrüksiyon, rulman kapağı, kafes, tolerans ve rulman boşluğu gibi pek çok konuda bilgi verir. En çok kullanılan rulman son ekleri Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3: Bazı Rulman Son Ekleri

Son Ek	Anlamı	Son Ek	Anlamı
CN	Normal boşluk	RSR, RS 1	Tek taraflı lastik kapak
E, E1	Geliştirilmiş iç tasarım	2RS	Çift taraflı lastik kapak
K	Konik delikli rulman	RDD	Bir tarafta temassız lastik kapak
N	Dış bilezikte segman yuvası	2RDD	Çift tarafta temassız lastik kapak
V	Dış çapta yağ kanalı	Z	Tek taraflı sac kapak
P2, P4, P5, P6	Çeşitli rulman sınıfları	ZZ	Çift taraflı sac kapak

Rulmanlarda kullanılan ön ve son ekler markadan markaya farklılık gösterir. Rulmanın tam kodu, ön ve son eklerin temel rulman koduna eklenmesi ile ortaya çıkar.

Örneğin **6000 ZZ** kodlu bir rulmanda 6000 temel kod, ZZ son ektir. Kodların anlamı şu şekildedir:

60: Tek sıra sabit bilyeli rulman

00: Rulman iç çapı, 10 mm

ZZ: Çift taraflı sac kapak

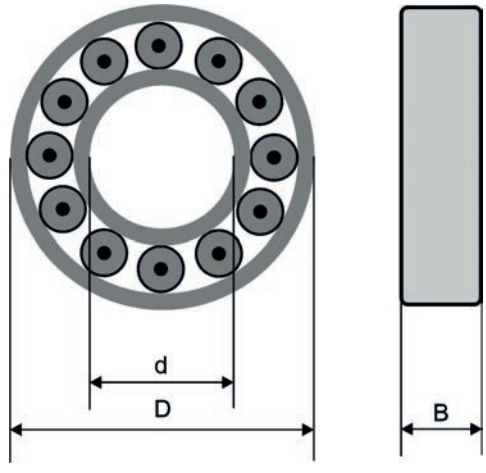
4.2.2.3. Rulman Ölçüleri

Rulmanlarda temel ölçüler iç çap, dış çap ve kalınlıktır. Ölçüler mm olarak belirtilir (Görsel 4.12).

d: Rulman iç bilezik çapı (mm)

D: Rulman dış bilezik dış çapı (mm)

B: Rulman iç ve dış bilezik genişliği (mm)



Görsel 4.12: Rulman ölçüleri

DC motorlarda genellikle tek sıra bilyeli sabit rulmanlar kullanılır. Bu rulmanlardan en çok kullanılan 6000 serisi rulman ölçüleri Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4: Tek Sıra Bilyeli Sabit Rulman Ölçüleri

Rulman Tipi	Rulman Boyutları (mm)			Rulman Tipi	Rulman Boyutları (mm)		
	d	D	B		d	D	B
6000	10	26	8	**6013**	65	100	18
6001	12	28	8	**6014**	70	110	20
6002	15	32	9	**6015**	75	115	20
6003	17	35	10	**6016**	80	125	22
6004	20	42	12	**6017**	85	130	22
6005	25	47	12	**6018**	90	140	24
6006	30	55	13	**6019**	95	145	24
6007	35	62	14	**6020**	100	150	24
6008	40	68	15	**6021**	105	160	26
6009	45	75	16	**6022**	110	170	28
6010	50	80	16	**6023**	120	180	28
6011	55	90	18	**6024**	130	200	33
6012	60	95	18	**6025**	140	210	33

4.2.3. Rulman Sökme ve Takma İşlemi

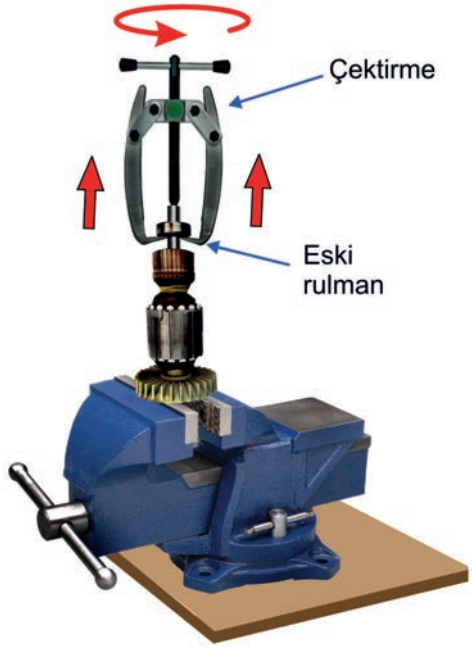
Rulmanlar, yüksek hassasiyetle işlenmiş ve ağır yükler altında çalışan makine elemanlarıdır. Rulmanların kapasitelerinden tam olarak yararlanabilmek için doğru tip ve yapıdaki rulman seçilmeli, ayrıca çevre elemanlarının konstrüksiyonu sırasında takma ve sökme şartları dikkate alınmalıdır.

Uygun montaj aletlerinin kullanılması, montaja gerekli özenin gösterilmesi ve montaj yerinin temiz olması rulman ömrünü artırıcı en önemli şartlardır.

Rulmanlar, ömrünü tamamladığında veya arızalandığında değiştirilir. Eski rulman sökülerek yerine yenisi takılır. Rulmanlar mile sıkı geçme şeklinde takılı olduğu için bu işlemler sırasında uyulması gereken kurallar vardır. Kurallı değişim en ideal rulman değiştirme şeklidir.

4.2.3.1. Rulmanların Sökülmesi (Demontajı)

Sökme işlemi rulmanın tip ve büyüklüğüne göre mekanik, hidrolik ve termik yöntemlerle yapılabilir. Mekanik yöntemde çektirme ile söküm işlemi yapılır. Tek sıra bilyeli küçük rulmanlarda mekanik yöntem kullanılır. Bu yöntemde öncelikle rulman ölçüsüne uygun çektirme seçilir. Çektirmenin kolları rulmanı kavrayacak şekilde mile bağlanır. Çektirme cıvatası döndürülerek rulman yerinden sökülür (Görsel 4.13).



Görsel 4.13: Rulmanın çektirme ile sökülmesi

Termik yöntem yani ısıtarak sökme işlemi genellikle silindirik makaralı rulmanlarda kullanılır. Silindirik makaralı rulmanın iç bileziği hızlı bir şekilde ısıtılarak sökülür. Hidrolik sökme yöntemi büyük rulmanların sökülmesinde kullanılır. Bu yöntemde temas yüzeyleri arasına basınçlı yağ basılarak film tabaka oluşturulur. Daha sonra rulman eksenel yönde hareket ettirilerek milden çıkarılır (Görsel 4.14).

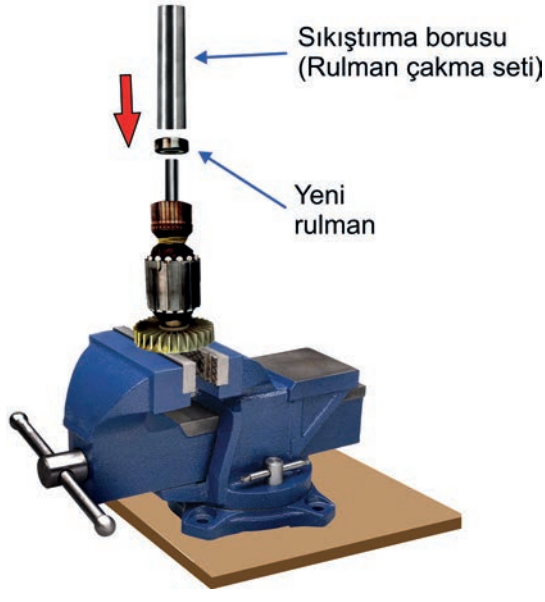
Görsel 4.14: Rulmanın hidrolik çektirme ile sökülmesi

4.2.3.2. Rulmanların Takılması (Montajı)

Rulmanın montajından önce yerine geçme durumu belirlenmelidir. Genel olarak rulmanların dış ve iç bilezikleri aynı anda dönmez. Bu sebeple dönen bilezik sıkı geçme, dönmeyen bilezik ise boşluklu (serbest) geçme şeklindedir. Montaj işleminde de demontajda olduğu gibi mekanik, hidrolik ve termik yöntemler kullanılır. Tek sıra bilyeli küçük rulmanlarda mekanik yöntem kullanılır. Bu yöntemde öncelikle rulman ölçüsüne uygun rulman çakma seti seçilir (Görsel 4.15).

Görsel 4.15: Rulman çakma seti

Rulman mile yerleştirilir. Sıkıştırma borusunun uygun ucu rulmana bastırılarak diğer uçtan vurulan darbelerle rulman yerine yerleştirilir (Görsel 4.16).



Görsel 4.16: Rulmanın takılması

Isıtarak montaj işleminde indüksiyonlu ısıtma cihazları veya yağ banyoları kullanılır. Rulman montajı için özel üretilmiş olan indüksiyonlu cihazlarda rulman belirli bir sıcaklığa kadar ısıtıldıktan sonra montajı yapılır. Hidrolik montaj yöntemi yine büyük rulmanların takılmasında kullanılır.

Montaj esnasında dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Mekanik yöntemle montaj işleminde çekiç ile direkt olarak rulman bileziklerine vurmaktan kaçınılmalıdır.
- Parçalarına ayrılmayan rulmanlarda kuvvet, sıkı geçirilen bileziğe uygulanmalı ve önce bu bilezik takılmalıdır.
- Parçalarına ayrılan rulmanların bilezikleri ayrı ayrı takılabilir.
- Hassas ve kapaklı rulman dışındaki rulmanlar, yağ banyolarında ısıtılarak takılabilir.

2. Uygulama	DC MOTOR RULMANININ SÖKÜLMESİ

AMAÇ: Arızalı DC motor rulmanını sökmek.

İzlemek için kodu tarayınız.

42514

Görsel 4.17: DC motor rulmanının sökülmesi

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
DC motor endüvisi	-	1 adet
Çektirme	Üç kollu	1 adet
El aletleri	Mengene, plastik tokmak, tornavida, anahtar takımları	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. DC motor endüvisini mengeneye bağlayınız.
3. Rulmanın mil üzerindeki konumunu işaretleyiniz.
4. Çektirmenin kollarını rulmanın arkasına yerleştiriniz (Görsel 4.17).
5. Çektirmeyi döndürerek dikkatli bir şekilde rulmanı sökünüz.
6. Kullanılan malzemeleri yerlerine kaldırarak çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

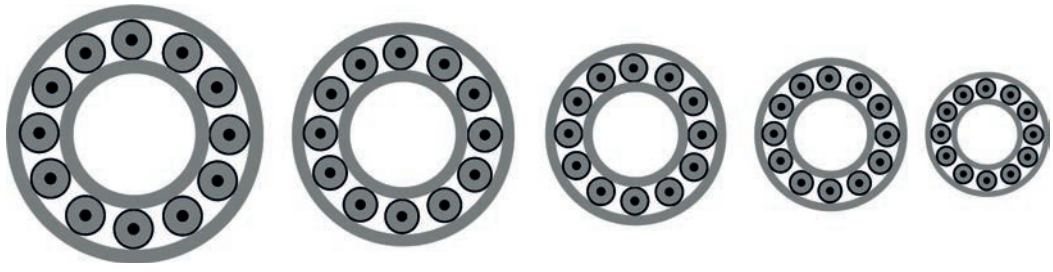
SORULAR

1. DC motorun arızalı rulmanla kullanılmasının sakıncaları nelerdir? Açıklayınız.
2. Rulmanın sökülmesi sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar nelerdir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Endüvinin mengeneye bağlanması	20	
Sınıfı:	**2.** Rulmanın sökülmesi	20	
Numarası:	**3.** Çektirmenin doğru kullanılması	20	
ÖĞRETMEN	**4.** İşlemler sırasında uygun takımların kullanılması	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

3. Uygulama	DC MOTORA UYGUN RULMANIN SEÇİLMESİ

AMAÇ: DC motora uygun rulmanı seçmek.



Görsel 4.18: Farklı boyutlarda rulmanlar

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
DC motor	Uygun güçte	1 adet
Rulman	DC motora uygun ölçülerde	1 adet
Katalog	Rulman kataloğu	1 adet
Kumpas	Analog veya dijital	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. İkinci uygulamada sökülen rulmanı alarak tipini tespit ediniz (Görsel 4.18).
2. Rulmanın iç çapını ölçüp Tablo 4.5'e kaydediniz.
3. Rulmanın dış çapını ölçüp Tablo 4.5'e kaydediniz.
4. Rulmanın genişliğini ölçüp Tablo 4.5'e kaydediniz.
5. Katalogdan ölçülerini aldığınız rulmanı ve tipini tespit ediniz.

Tablo 4.5: Sökülen DC Motor Rulmanının Ölçüleri

Rulman Tipi	Rulman Ölçüleri (mm)		
	d (iç çap)	D (dış çap)	B (genişlik)

SORU

1. DC motordan sökülen arızalı rulmanın yerine farklı ölçülerde bir rulman kullanılabilir mi? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Rulman tipinin tespit edilmesi	20	
Sınıfı:	**2.** Rulmanın iç çapının tespit edilmesi	20	
Numarası:	**3.** Rulmanın dış çapının tespit edilmesi	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Rulman genişliğinin tespit edilmesi	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Ölçülerin tabloya kaydedilmesi	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

4. Uygulama	DC MOTOR RULMANININ MONTAJI

AMAÇ: Sökülen DC motor rulmanı yerine yenisini takmak.

İzlemek için kodu tarayınız.

42515

Görsel 4.19: DC motor rulmanının montajı

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
DC motor	Uygun güçte	1 adet
Çakma seti	Rulman çapına uygun	1 adet
El aletleri	Mengene, çekiç veya plastik tokmak	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. Endüviyi çalışma tezgâhına alınız.
3. Yeni rulmanı mile yerleştiriniz.
4. Sıkıştırma borusunu mile yerleştirip çekiçle hafif hafif vurarak rulmanı mil üzerinde kaydırıp işaretlediğiniz alana getiriniz (Görsel 4.19).
5. Rulmanın yerleşim sıkılığını elle kontrol ediniz.
6. Kullanılan malzemeleri yerlerine kaldırarak çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

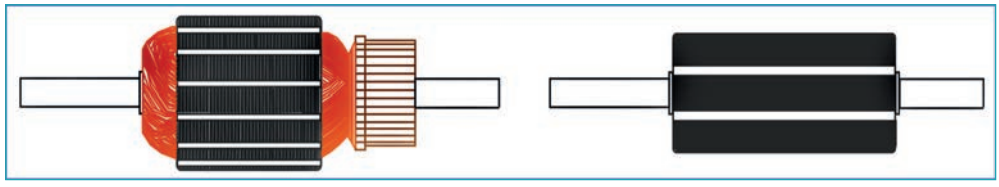
SORU

1. Rulman montajı sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar nelerdir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Endüvinin mengeneye bağlanması	20	
Sınıfı:	**2.** Rulmanın takılması	20	
Numarası:	**3.** Çakma setinin doğru kullanılması	20	
ÖĞRETMEN	**4.** İşlemler sırasında uygun takımların kullanılması	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

4.3. ROTOR VE ENDÜVİ BALANS AYARI

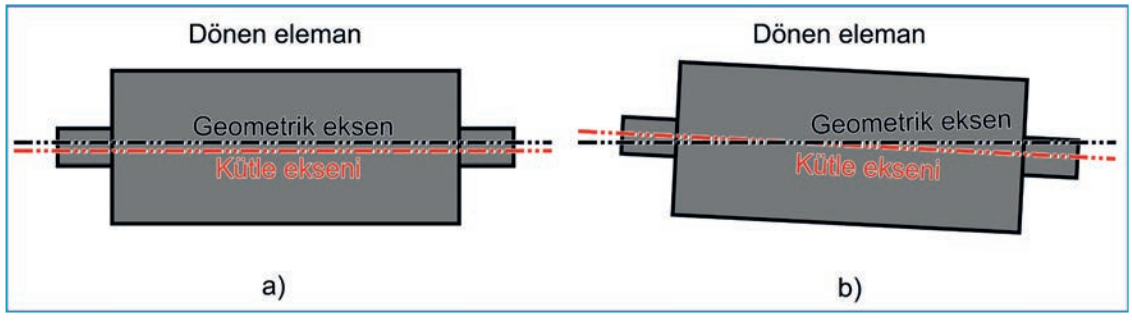
DC motorlar, fırçalı ve fırçasız olmak üzere ikiye ayrılır. Fırçalı DC motorlarda dönen kısımda bulunan sargılar ve silindirik parça **endüvi** diye isimlendirilir. Fırçasız DC motorlarda ise dönen kısmın dairesel yüzeyine sargı yerine yerleştirilen kalıcı mıknatıs dilimleri **rotor** diye isimlendirilir (Görsel 4.20). Rotor veya endüvinin düzgün dönmesi için balans ayarı yapılmalıdır.



Görsel 4.20: Endüvi ve rotor

4.3.1. Balans ve Önemi

Dönen makinelerde, dönme elemanının kütle ağırlığıyla oluşan merkezkaç kuvvetlerin dengeli dağılımına **balans** denir. Balanslı bir makinede dönen eleman, mile paralel olan geometrik eksende döner. Yani kütle ekseni ile geometrik eksen aynı hizadadır (Görsel 4.21.a). Makinenin balansı bozulursa kütle ekseni, geometrik eksen ile açı yapmaya başlar (Görsel 4.21.b).



Görsel 4.21: Balans ve balanssızlık

DC motorlarda endüvi, üretim aşamasında izole edildikten sonra anma devrinin üstünde bir devirle döndürülür. Dönme ile oluşan merkezkaç kuvvetin etkisiyle sarımlar yerlerine sıkıca oturup son şeklini alır. Daha sonra endüvi balans ayarı yapılır. Rotor için de aynı şekilde balans ayarı yapılır.

DC motorun balans ayarı çalışma şartları içerisinde zamanla bozulabilir. Bunun sonucunda oluşan dengesiz merkezkaç kuvvetler, rulman ve yataklar üzerinde mekanik gerilimler oluşturur. Motor titreşimli çalışmaya başlar. Balans ayarı yapılmazsa zamanla rulmanlar ve yataklar bozulur.

4.3.2. Balans Makinesi Çeşitleri

Dönen elemanlardaki dengesiz bölgeleri tespit eden makinelere **balans makinesi** denir. Bu makineler rotor veya endüvideki balanssızlığı ölçer. Balans makineleri yumuşak yataklı ve sert yataklı olmak üzere iki çeşittir. Yumuşak yataklı balans makinelerinde rotor serbestçe hareket ederken sert yataklı balans makinelerinde hareket serbestisi yoktur. Yumuşak yataklı makinelerde rotorun serbest hareket etmesi titremesine yol açar. Balans makinesi de titreşim sensörleri ile bu titreşimi ölçer. Sert yataklı makinelerde rotor hareket etmediği için titreşim yapmaz. Bu makinelerde ise merkezkaç kuvvet ölçülür. Ölçüm işlemi kuvvet sensörleri ile yapılır. Yeni tip balans makineleri genellikle bilgisayarlı balans makineleridir. Balanssızlık konumunun göstergesi bir bilgisayarda gösterilir.

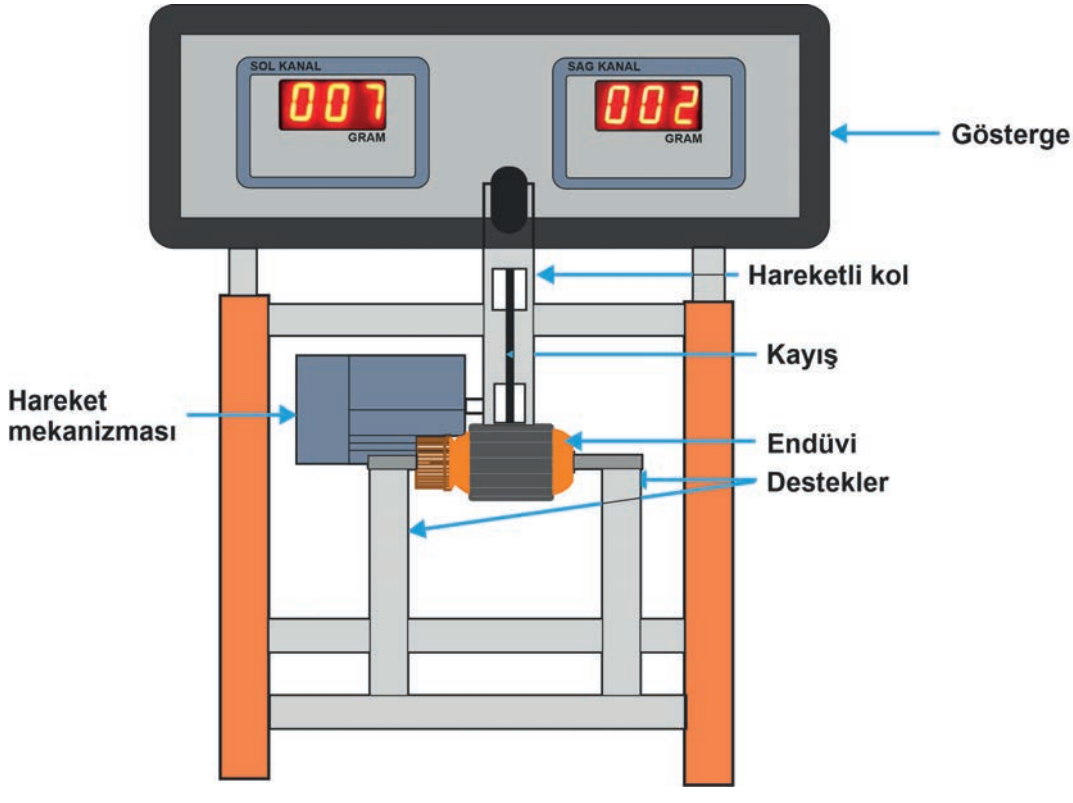
4.3.3. Balans Makinesinin Çalışması

Yumuşak yataklı bir balans makinesi çalıştırıldığında rotor desteği yatay düzlemde serbestçe hareket eder. Rotor veya endüvide balans problemi varsa titreşim meydana gelir. Destek yapısına bağlı titreşim sensörleri bu titreşime bağlı elektrik sinyali üretir.

Sert yataklı balans makinesi çalıştırıldığında rotor dengesizliği merkezkaç kuvvetlerine neden olur. Bu kuvvetler destek yapısına bağlı kuvvet sensörleri tarafından algılanarak bir elektrik sinyali üretilir. Bu sinyaller işlenerek anlaşılabilir dengesizlik sonuçlarına dönüştürülür. Dönen elemanın balans değerleri balans makinesinin ekranında gösterilir (Görsel 4.22).

Görsel 4.22: Balans makinesi ekranı

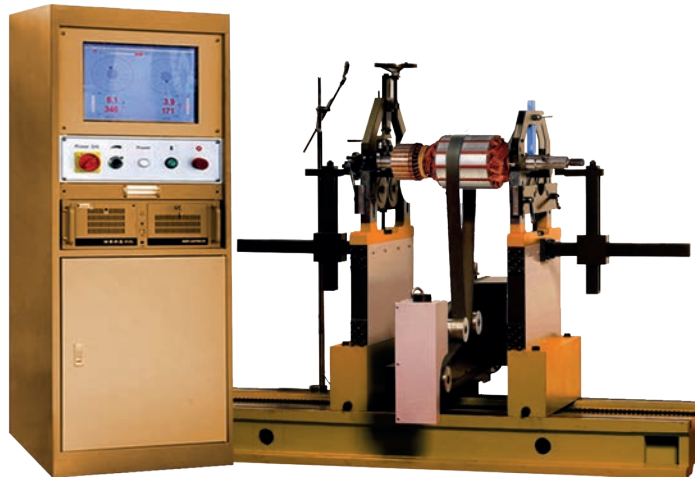
Endüvi veya rotor balansının yapılması için balans ayarı yapılacak olan dönen eleman, balans makinesinin destek kaidelerine yerleştirilir. Hareketli kol aşağı indirilerek kayış, endüvi yüzeyine temas ettirilir. Balans makinesi çalıştırılır. Gösterge ekranındaki değerlere göre dönen elemanın gerekli yerlerine ağırlık ilave edilerek veya alınarak balans ayarı yapılır (Görsel 4.23).



Görsel 4.23: Balans makinesi ile balans ayarı

5. Uygulama	ROTOR VE ENDÜVİNİN BALANS AYARI

AMAÇ: DC motora uygun rulmanı seçmek.



Görsel 4.24: Rotor ve endüvinin balans ayarı

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
DC motor endüvisi ve rotor	Balans makinesine uygun büyüklükte	1 adet
Balans makinesi	Yumuşak veya sert yataklı	1 adet
İş güvenliği ekipmanları	Eldiven, gözlük	Birer adet
El aletleri	Mengene, çekiç, eğe	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce iş güvenliği tedbirlerini alınız.
2. DC motor endüvisini balans makinesi kaidelerine yerleştiriniz (Görsel 4.17).
3. Makinenin hareketli kolunu aşağı indirerek kayışın endüviye temas etmesini sağlayınız.
4. Balans makinesini çalıştırınız.
5. Göstergelerden endüvinin balans durumunu kontrol ediniz.
6. Ölçtüğünüz sonuçlara göre endüvi üzerinde gerekli ağırlık düzeltmelerini yapınız.
7. Tekrar ölçüm yaparak endüvi, istenen balans ayarına gelinceye kadar işlemi tekrarlayınız.
8. Aynı balans ayarı işlemlerini rotor için tekrarlayınız.
9. Çalışma ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

SORU

1. Balans ayarı bozuk olan bir endüvinin DC motor için sakıncalarını açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Endüvinin balans makinesine yerleştirilmesi	20	
Sınıfı:	**2.** Balans makinesinin doğru okunması	20	
Numarası:	**3.** Endüvi üzerinde düzeltmelerin yapılması	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Balans ayarının yapılması	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip, düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümleleri okuyunuz ve cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. ( ) Radyal yükler rulmanın hareket yönüne paralel olarak meydana gelir.

2. ( ) Bilyeli rulmanlar hızlı döner ancak düşük yüklerde çalışır.

3. ( ) Balanslı bir makinede dönen elemanın kütle ekseni, geometrik eksen ile açı yapar.

4. ( ) Rulman kodu, rulman tipini ve rulmanın teknik özelliklerini belirtir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Bilyeli rulmanlarda ..... elemanları küre şeklindedir.

6. Dönen elemanlardaki dengesiz bölgeleri tespit eden makinelere ..... denir.

7. Hidrolik sökme yöntemi ..... rulmanların sökülmesinde kullanılır.

8. Temel rulman kodunun ilk iki rakamı rulman tipini, son iki rakamı ise rulman ..... belirtir.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

9. Aşağıdakilerden hangisi bir mile sıkı geçme yöntemiyle takılmış parçaları milden çıkarmaya yarayan takımlara verilen addır?

A) Caraskal

B) Çekiç

C) Çektirme

D) Plastik tokmak

E) Vinç

10. Aşağıdakilerden hangisi makaralı rulman çeşitlerindendir?

A) Eğik

B) İndüksiyonlu

C) Sabit

D) Silindirik

E) Termik

11. Aşağıdakilerden hangisi tek ve çift sıra bilyeli rulmanlara ait temel koddur?

A) 1200 B) 6000 C) 7200 D) 30000 E) NUP

12. Aşağıdakilerden hangisinde 6005 ZZ kodlu bir rulmanda ZZ son ekinin anlamı doğru olarak verilmiştir?

A) Çift taraflı lastik kapak

B) Bir tarafta temassız lastik kapak

C) Çift tarafta temassız lastik kapak

D) Tek taraflı sac kapak

E) Çift taraflı sac kapak

5. ÖĞRENME BİRİMİ

KOLEKTÖRLÜ MOTOR ELEKTRİKİ ARIZALAR

KONULAR

5.1. KOLEKTÖR FIRÇA DEĞİŞİMİ

5.2. KOLEKTÖR BAKIM VE ONARIMI

5.3. ENDÜKTÖR BAKIM VE ONARIMI

5.4. ENDÜVİ BAKIM VE ONARIMI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- **Kolektör fırçalarını değiştirme**
- **Kolektör bakımını yaparak arızayı giderme**
- **Endüktör bakımını yaparak arızayı giderme**
- **Endüvi bakımını yaparak arızayı giderme**

TEMEL KAVRAMLAR

fırça, fırça yuvası, fırça tutucu, kolektör, endüvi, growler cihazı, çektirme el aleti, endüktör, kutup, kutup sargıları

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. **Elektrik motorlarının periyodik bakımı sizce neden yapılır? Düşüncelerinizi ifade ediniz.**
2. **Kolektörlü motorda elektrik arızası oluşabilecek parçalar sizce hangileridir? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.**

5.1. KOLEKTÖR FIRÇA DEĞİŞİMİ

Kolektörlü DC ve AC motorların tümü **fırçalı [brushed (braşıd)] motor** olarak da adlandırılır. Bu motorlarda istenen verimi almak ve motorda ciddi hasarların oluşmasını önlemek için kolektör ve fırçaların bakımı düzenli olarak yapılır. Parçalar, kullanılamayacak derecede yıpranmış ise yenisiyle değiştirilir.

5.1.1. Motor Fırçasının Yapısı ve Çeşitleri

Motor fırçaları karbon ve karbon-bakır alaşımından yapılır. Fırçalar, karbon ve diğer kimyasal elemanların preslenerek 2500 ^{0}C gibi yüksek sıcaklıklarda ısıtılmasıyla elde edilen **elektro grafit**ten oluşur. Yapısı sert olup aşınmaya karşı dayanıklıdır ve elektriksel iletkenliği iyidir. Fırçanın iletkenliğini daha fazla artırmak için karbon ve bakır karıştırılarak karbon bakır alaşımlı fırça elde edilir (Görsel 5.1).

Görsel 5.1: Kolektörlü motorlarda kullanılan çeşitli fırçalar

Fırçalar, kolektörlü motorlarda dış devreden gelen akımı kolektör dilimleri üzerinden endüvi bobinlerine iletir. Bu akım iletme işlevini endüviyle beraber dönen kolektör dilimlerine sürtünerek yerine getirir. Kolektörlü motorlarda fırça sayısı motorun kutup sayısı kadardır. Örneğin iki kutuplu motorda iki fırça, dört kutuplu motorda ise dört fırça bulunur. Fırçanın boyutları, fırçanın bastığı kolektör dilim sayısına bağlıdır.

Kolektörlü motorlarda kullanılan fırça çeşitleri ve bu fırçaların yapıları, motorların özelliklerine göre değişebilir. Yapılarına göre fırça çeşitleri şu şekilde sıralanabilir:

- Sert karbon fırçalar
- Orta sert karbon fırçalar
- Yumuşak karbon fırçalar
- Karbon-bakır alaşımlı fırçalar
- Saf bakır fırçalar

Fırça seçiminde motorun gücü, devir sayısı ve kolektör özellikleri dikkate alınır. Kolektörlü motorun gücü yüksek ise akım fazla olacağından rahat bir iletim için fırça boyutunun büyük olması gerekir. Motorun devir sayısı ise fırçanın sertlik derecesini belirler. Çünkü motor devir sayısı arttıkça kolektöre sürtünen fırçanın aşınması artar.

5.1.2. Fırça Ekipmanları ve Görevleri

Fırçalar kolektörlü motorun gövdesi üzerine sabitlenen ekipmanlar sayesinde kolektör dilimlerine baskı yaparak görevini yerine getirir. Bu ekipmanlar sayesinde yıpranmış fırçalar yenisiyle değiştirilir.

Fırçanın kolektör üzerine baskı yaparak görevini yerine getirebilmesi için kullanılan elemana **fırça tutucu** denir. Fırça tutucu; fırça yuvası, baskı yayı ve gövde gibi parçalardan oluşur (Görsel 5.2).

Görsel 5.2: Fırça tutucunun yapısı ve çeşitli yapıda fırça tutucular

Fırça Yuvası: İçine fırça yerleştirilen metal veya fiberden yapılmış bir parçadır.

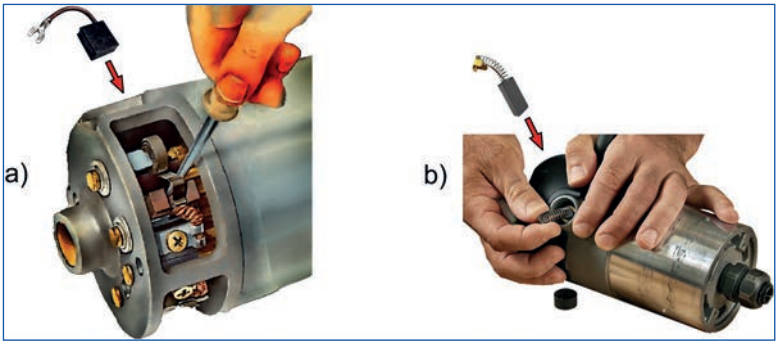
Baskı Yayı: Fırçayı yuvada sabitler ve baskılı bir şekilde kolektöre temas etmesini sağlar.

Gövde: Fırça yuvası ile baskı yayını bir arada tutan parçadır.

Fırça tutucular küçük güçlü motorlarda gövdeye veya kapaklara sabitlenmiştir. Büyük güçlü motorlarda ise kolektör çevresinde fırça tutucu için ayrılan bölüme yalıtılarak monte edilir.

5.1.3. Fırçaların Değiştirilmesi ve Dikkat Edilecek Hususlar

Uzun süre çalışan kolektörlü motorlarda sürtünmeden dolayı fırçalar aşınarak özelliğini kaybeder. Fırçaların aşınması, kolektör ile fırça arasında yetersiz temasa ve kıvılcıma neden olur. Bu kıvılcımlar nedeniyle kolektör ısınır ve motorda arızalar oluşur. Özelliğini kaybeden bu fırçaların değiştirilmesi gerekir. Büyük güçlü motorlarda fırçaların bulunduğu kapak açılır ve tornavidayla baskı yayı kaldırılarak fırça yuvasından aşınmış fırça çıkarılır. Yuvasına yerleştirilen yeni fırçanın üzerine baskı yayı oturtulur (Görsel 5.3.a). Küçük güçlü motorlarda ise gövde üzerindeki vidalı kapak sökülür ve baskı yaylı fırça yuvasından çıkarılır. Yeni baskı yaylı fırça, yuvasına yerleştirilir ve üzerine vidalı kapak kapatılır (Görsel 5.3.b).



Görsel 5.3: Büyük ve küçük güçlü kolektörlü motor fırçalarının değiştirilmesi

Kolektörlü motorun fırçaları değiştirilirken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Fırça değişimi yapmadan önce motorun enerji bağlantısı kesilmelidir.
- Fırçaların bulunduğu bölümün kapağı dikkatlice sökülmeli, kapak ve vidalar muhafaza edilmelidir.
- Aşınmış fırçalar yerinden çıkarılırken baskı yayı ve fırça yuvasına zarar verilmemelidir.
- Değiştirmede kullanılacak yeni fırçalar motora uygun olmalıdır.
- Yeni fırçalar fırça yuvasına baskı yayıyla beraber dengeli bir şekilde oturtulmalıdır.

1. Uygulama	KOLEKTÖRLÜ MOTORUN FIRÇALARININ DEĞİŞTİRİLMESİ

AMAÇ: Kolektörlü motorun fırçalarının değişimini yapmak.

İzlemek için kodu tarayınız.

42515

Görsel 5.4: Kolektörlü motorun fırçasını değiştirme

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Fırça	Motora uygun	2 adet
Motor	Kolektörlü motor	1 adet
El aletleri	Tornavida, kargaburnu	Birer adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. İş önlüğünüzü giyip, iş eldivenlerinizi takarak öğretmeninizden malzemelerinizi alınız.
2. Enerji altında çalışmadığınızdan emin olunuz.
3. Fırça kapaklarını açarak fırça bağlantısını sökünüz.
4. Fırça ve baskı yayını, Görsel 5.4'teki gibi fırça yuvasından çıkarınız.
5. Yeni fırçayı fırça yuvasına yerleştirip baskı yayını yuva içine doğru itiniz.
6. Fırça bağlantı ucunun bağlantısını yapınız.
7. Fırça kapaklarını yerine monte ediniz.
8. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ederek çalışma ortamınızı temizleyiniz.

SORU

1. Bir fırçanın değişmesi gerektiğine nasıl karar verilir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Fırça kapağının çıkarılıp bağlantının sökülmesi	20	
Sınıfı:	**2.** Eski fırçaların doğru sökülmesi	20	
Numarası:	**3.** Yeni fırçanın doğru yerleştirilmesi	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Fırça kapağının takılıp bağlantının yapılması	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

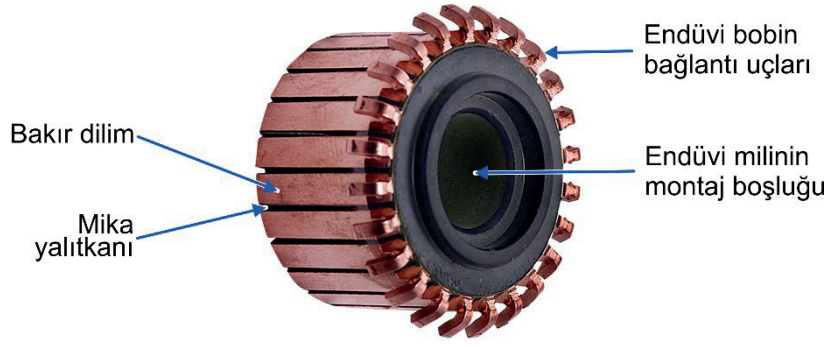
5.2. KOLEKTÖR BAKIM VE ONARIMI

Kolektör, dış devre akımını fırçayla birlikte motorun endüvi bobinlerine aktaran elemandır. Endüvi ile aynı mil üzerinde bulunan kolektör, birbirinden yalıtılmış bakır dilimlerden oluşur. Endüvi bobinlerinin giriş ve çıkış uçları bu kolektör bakır dilimlerine bağlıdır.

5.2.1. Kolektörün Yapısı ve Kolektör Dilimleri Arasındaki Yalıtımın Önemi

Kolektör, endüviyle beraber dönen mekanik bir motor parçası olduğu için zaman içinde düzgün çalışma özelliklerini kaybedebilir. Örneğin motor çalışırken kolektöre sürtünen fırçaların aşınmasıyla ortaya çıkan bakır tozları, zamanla mika kanalları içerisine dolar ve sertleşir. Bu tozlar bakır dilimlerin arasındaki yalıtımı bozar ve dilimlere bağlı bobinlerde kısa devre akımlarının dolaşmasına neden olur.

Kolektörde elektriksel yalıtım arızaları ve mekanik arızalar oluştuğunda motorun çalışması olumsuz yönde etkilenir. Bu yüzden kolektör bakımının periyodik olarak yapılması gerekir. Bakır kolektör dilimlerini birbirinden yalıtmak için mika yalıtkanı kullanılır. Bu yalıtkan madde, dolgu olarak endüvi milinin monte edildiği boşluğun etrafında da bulunur (Görsel 5.5).



Görsel 5.5: Kolektörde bakır dilimler ve yalıtım

5.2.2. Kolektörlü Motorun Bakım Aşamaları ve Arıza Tespit Yöntemleri

Kolektörlü motorlarda periyodik olarak yapılan bakım, motorun düzenli çalışmasını sağlayıp çalışma ömrünü uzatır. Düzenli yapılan bakımlar iş gücü verimini artırırken arıza maliyetlerinin düşmesini sağlar. Motor bakım aşamaları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Motor bakımı ve arıza giderme işlemlerine başlamadan önce iş güvenliği önlemleri alınır.
- Motorda varsa anormal sesler, titreşimler veya sıcaklıklar tespit edilir.
- Bakımı yapılacak motorun önce enerji bağlantısı kesilir.
- Motor temizlenerek tozdan arındırılır.
- Elektrik bağlantıları kontrol edilerek gevşek bağlantılar sıkıştırılır.
- Rulmanlar düzenli olarak yağlanarak aşınmış rulmanlar değiştirilir.
- Soğutma pervanesi kontrol edilir ve kırılmış ise değiştirilir.
- Fırçalar kontrol edilerek aşınan fırçalar değiştirilir.
- Kolektör kontrol edilir ve bakımı yapılır.
- Endüktör bakımı yapılarak arızası varsa giderilir.
- Endüvi bakımı yapılarak arızası varsa giderilir.
- Motorun termal koruyucuları varsa koruyucuların düzgün çalışıp çalışmadığı kontrol edilir.

Kolektörlü motorlarda oluşan arızalar mekanik ve elektrik arızalardır. Mekanik arızalar genellikle rulman ve soğutma pervanesi arızalarıdır. Mekanik arızalarda rulman ve pervaneler değiştirilir. Elektrik arızaları ise kolektör, fırçalar, endüktör ve endüvi sargılarında oluşur.

Elektrik makinelerinde genel olarak üç farklı elektrik arızası oluşur. Bu arızalar şunlardır:

a) Kısa Devre Arızası: Elektrik akımının motor sargıları üzerinden değil de en kısa yoldan devresini tamamlamasıdır. Bu durumda motor, şebekeden büyük bir kısa devre akım çekerek zarar görür.

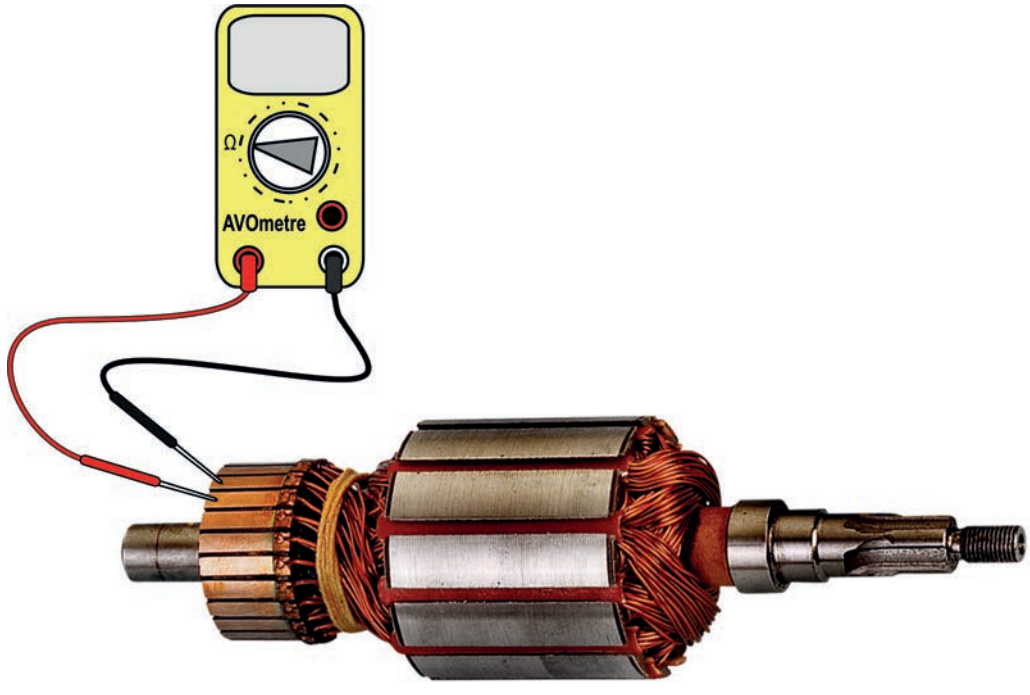
b) Kopukluk Arızası: Motor sargılarında veya bağlantı noktalarında iletkenlerin kopması ve bağlantıların gevşemesi nedeniyle oluşan arızadır. Bu durumda kopukluğun olduğu kısımda akım devreyi tamamlamadığı için motor arızalanır.

c) Gövdeye Kaçak Arızası: Motor sargılarının veya bağlantı noktalarının motorun metal gövdesiyle temas etmesi sonucu oluşan arızadır. Can güvenliği açısından motorların metal gövdelerinin topraklanması gerekir.

5.2.2.1. Kolektörde Oluşan Elektrik Arızalarının Tespiti

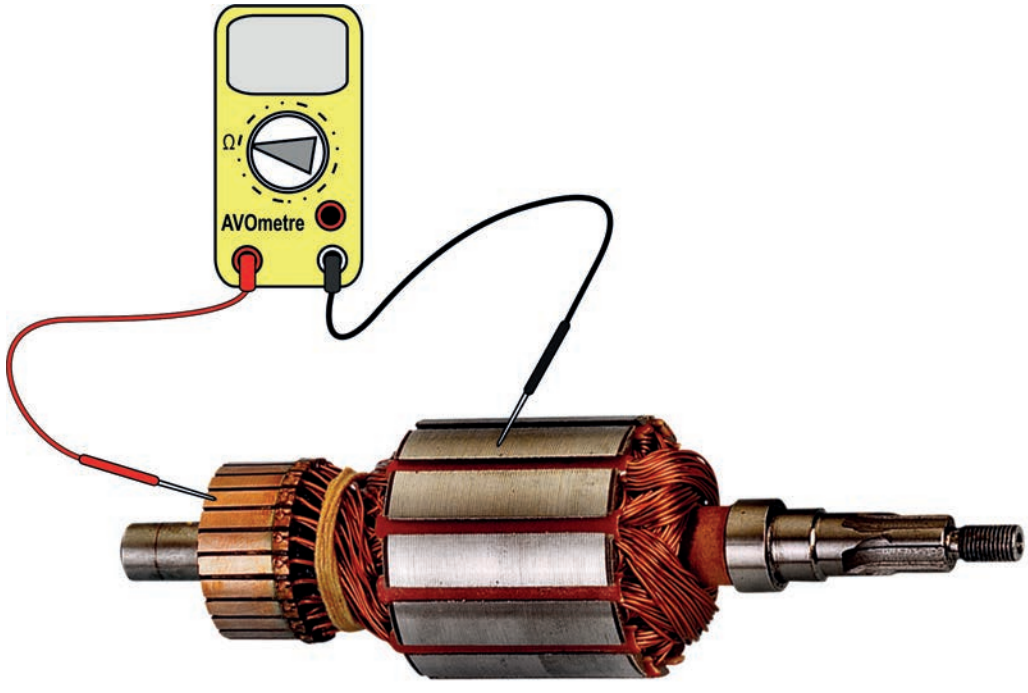
Kolektör dilimleri endüvi sargılarına bağlı olduğu için kolektörde oluşan elektrik arızaları doğrudan endüvi sargılarını ve motorun çalışmasını etkiler. Bu yüzden düzenli olarak kolektörün arıza kontrolünün ve bakımının yapılması gerekir. Kolektör bakır dilimleri endüvi sargılarına bağlı olduğu için endüvi sargılarının arıza tespiti sırasında kopukluk kontrolü yapılır. Kolektörde ise kısa devre ve gövdeye kaçak arızaları araştırılır. Kolektör kirlenmiş ise bakır dilimler ince zımpara ile temizlenip bir bezle silinir. Arıza tespitinde AVOmetre veya seri lamba kullanılır.

Kolektör dilimlerinin kısa devre kontrolünde AVOmetre ayarı ohm kademesine alınır. Ölçü aletinin probları, yan yana duran bakır dilimlere sırayla temas ettirilir (Görsel 5.6). Direnç değeri okunmayacak kadar çok ise kolektör sağlamdır. Direnç değeri sıfır veya sıfıra yakın ise kolektör dilimlerinde kısa devre olmuştur. Bu durumda kolektör dilimleri arasındaki mika yalıtkanları kontrol edilir. Mika yalıtkanlarının arasında kısa devreye neden olan bakır tozları bir keski ile yalıtkana zarar vermeden temizlenir.



Görsel 5.6: Kolektör dilimleri arasındaki kısa devre kontrolü

Kolektör dilimleri ile endüvi gövdesi arasında oluşabilecek gövdeye kaçak kontrolünü yapmak için AVOmetre ohm kademesine alınır. Ölçü aletinin problarından biri endüvi gövdesine, diğeri sırayla bakır dilimlere temas ettirilir (Görsel 5.7). AVOmetre direnç değeri okunmayacak kadar çok ise kolektör sağlamdır. Direnç değeri sıfır veya sıfıra yakın ise kolektör dilimleri ile gövde arasında temas vardır. Gövdeye temas, bakır dilimlere bağlı olan endüvi sargılarından da kaynaklanabilir. Bu durumda endüvi sargılarının kontrol edilmesi gerekir.



Görsel 5.7: Kolektör dilimleri ile endüvi gövdesi arasındaki gövdeye kaçak kontrolü

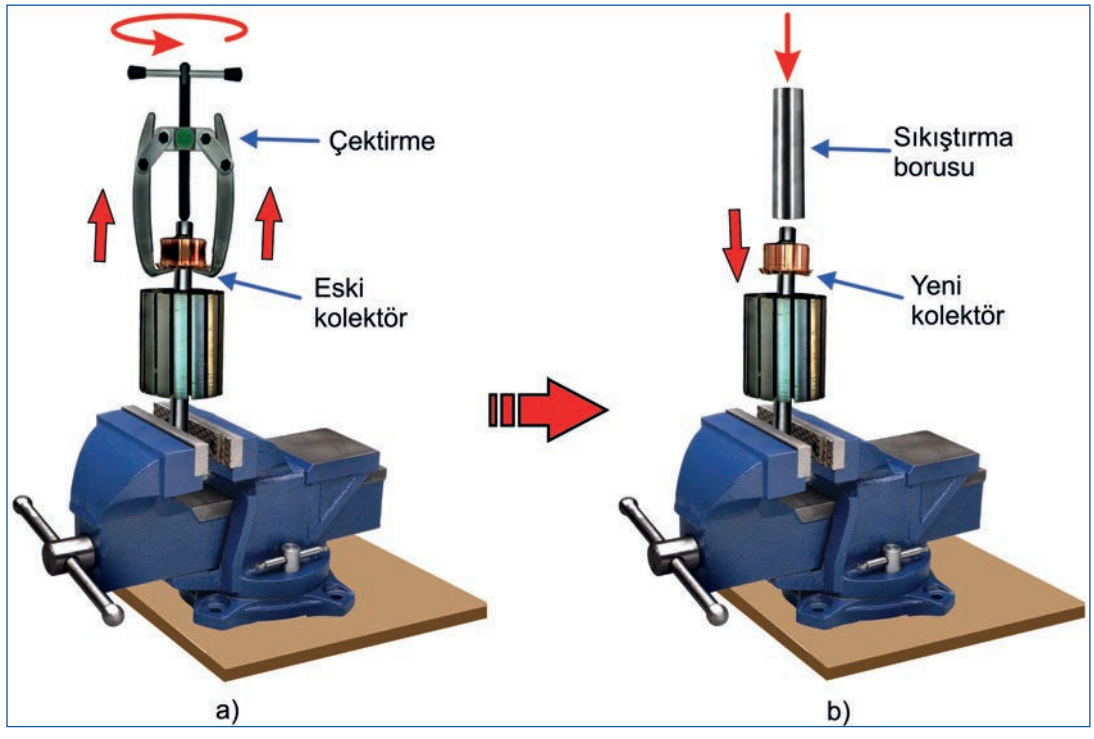
5.2.3. Arızalı Kolektörün Sökülerek Değiştirilmesi

Kolektörlü motorun sorunsuz çalışabilmesi için kolektör yüzeyinin pürüzsüz ve eşit yükseklikte olması gerekir. Yüzeyin pürüzlü olması veya kolektör dilimlerinin farklı yükseklikte olması hâlinde fırçaların kolektöre temas ettiği noktalarında aşınmalar ve kıvılcımlar oluşur. Bu durum kolektörün ısınarak şeklinin bozulmasına ve endüvi sargılarının ısınarak kısa sürede arızalanmasına neden olabilir. Kolektör dilimlerindeki aşınmalardan dolayı şekil bozuklukları endüvi balansının bozulmasına neden olur. Balansın bozulması, bir süre sonra rulmanların arızalanması gibi mekanik sorunlara yol açabilir.

Kolektörlü motorlarda elektriksel veya mekanik nedenlerden dolayı kullanılamayacak derecede bozulmuş kolektörler endüvi milinden çıkarılıp yenisiyle değiştirilir. Kolektörü yerinden sökme işleminde çektirme aleti kullanılır. Çektirme aleti, motor mili üzerine sıkı bir şekilde monte edilmiş kolektör vb. parçaları yerinden çıkarmak için kullanılan vidalı aparattır. İki veya üç ayaklı olan çektirmenin ortasındaki hareketli vida çevrildiğinde çene şeklindeki ayaklar yukarı doğru hareket eder ve kolektörü yerinden çıkarır (Görsel 5.8).

Görsel 5.8: Çektirme aleti ve kolektör

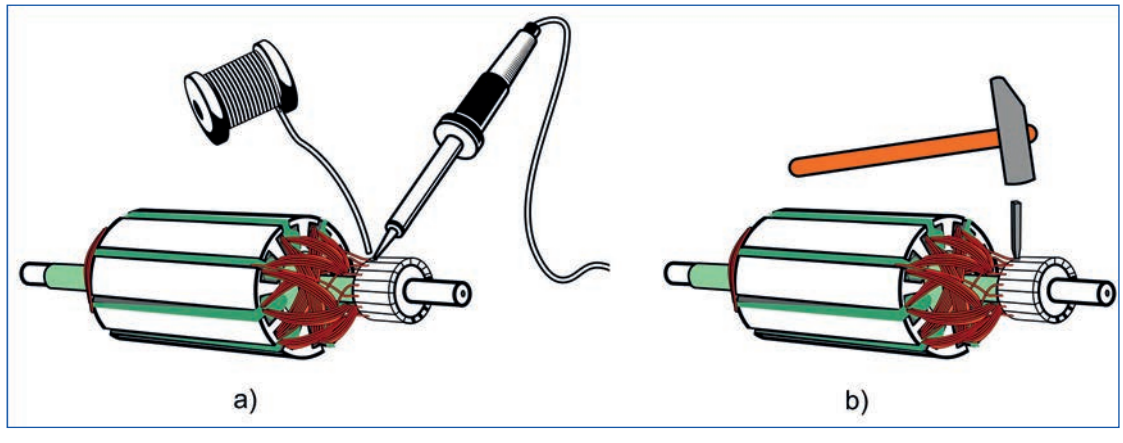
Kolektörü sökmek için endüvi mili mengeneye sabitlenir. Çektirmenin ayakları kolektörü kavrayacak şeklide tutulur. Çektirme vidasının ucu endüvi mili üzerine yerleştirilir. Çektirmenin üstündeki çevirme kolu çevrilerek kolektör yerinden çıkarılır (Görsel 5.9.a). Yeni kolektör endüvi miline yerleştirilir ve sıkıştırma borusu ile kolektör üzerine baskı yapılır. Sıkıştırma borusuna dikkatli bir şekilde çekiçle vurularak kolektör yerine oturtulur (Görsel 5.9.b).



Görsel 5.9: Çektirme aletiyle kolektörün sökülmesi ve yeni kolektörün yerine montajı

5.2.4. Kolektör Lehimleme Yöntemleri

Sökülen kolektör yerine yenisi takıldıktan sonra endüvi bobin uçlarının kolektör dilimlerine sabitlenmesi gerekir. Bu sabitleme işlemi sargı uçlarının bakır dilimlere lehimlenmesi ile yapılır. Önce lehimlenecek yüzeyler silinerek temizlenir. Endüvi sargı uçlarının emayesi kazındıktan sonra uçlar kolektör dilimine lehimlenir (Görsel 5.10.a). Diğer bir sabitleme yöntemi ise sargı uçlarının nokta aletiyle bakır dilimlere noktalanmasıdır. Bu yöntemde sargı iletkeni uçlarının emayesi kazındıktan sonra bakır dilimlerindeki girintiye yerleştirilir. Nokta aletine çekiçle vurularak iletken, bakır içine gömülür (Görsel 5.10.b).



Görsel 5.10: Endüvi sargı uçlarının kolektöre lehimlenmesi ve noktalanması

2. Uygulama	KOLEKTÖRDE ARIZA TESPİTİ VE BAKIMIN YAPILMASI

AMAÇ: Kolektörde arıza tespiti ve kolektör bakımını yapmak.

Görsel 5.11: Kolektör bakımında kullanılan malzemeler

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Kolektörlü motor	Kolektörü arızalı endüvi	1 adet
Çektirme	-	1 adet
AVOmetre	-	1 adet
Çakı	Kolektör temizleme çakısı	1 adet
El aletleri	Anahtar takımı, tornavida, yan keski, kargaburnu	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. İş önlüğünüzü giyip, iş eldivenlerinizi takarak öğretmeninizden malzemelerinizi alınız.
2. Kolektörlü motordan endüviyi çıkarınız.
3. AVOmetre kullanarak kolektör dilimleri arasında kısa devre kontrolü yapınız.
4. AVOmetre kullanarak bakır dilimler ile gövde arasında gövdeye kaçak kontrolü yapınız.
5. Çektirme kullanarak eski kolektörü endüvi milinden çıkarınız.
6. Yeni kolektörü endüvi miline monte ediniz.
7. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ederek çalışma ortamınızı temizleyiniz.

SORU

1. Kolektörde arıza tespiti nasıl yapılır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Kolektörde kısa devre ve kopukluk kontrolünün yapılması	20	
Sınıfı:	2. Kolektörde gövdeye kaçak kontrolünün yapılması	20	
Numarası:	3. Kolektörün doğru sökülmesi	20	
ÖĞRETMEN	4. Kolektörün doğru montajı	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

5.3. ENDÜKTÖR BAKIM VE ONARIMI

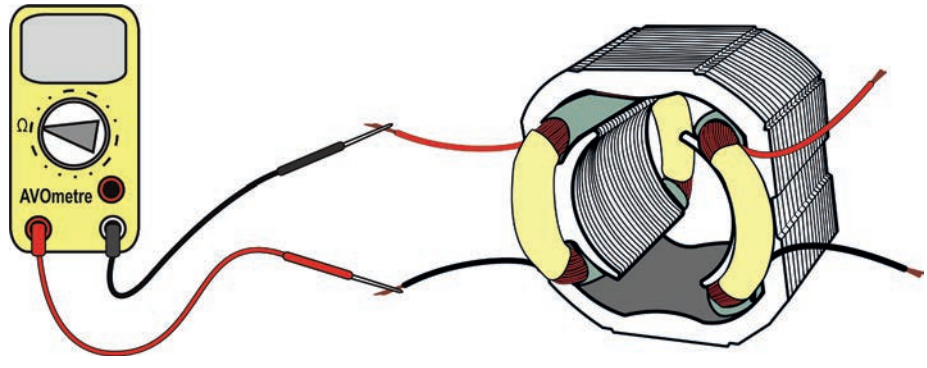
Kolektörlü motorlarda manyetik alanın meydana geldiği sabit kısımlara **endüktör** denir. Endüktör, kutup sargısı ve kutup ayağından oluşur. Kolektörlü DC motorlarda endüktör sargıları endüviye seri, paralel (şönt) ve kompunt olmak üzere üç şekilde bağlanır.

5.3.1. Endüktörde Arıza Kontrolü ve Arıza Giderme Yöntemleri

Kolektörlü motorun kullanılmasına bağlı olarak zaman içerisinde farklı nedenlerle endüktör sargılarında arızalar meydana gelebilir. Bu arızalar motorun çalışmasını engeller. Motorda klemens bağlantı arızaları varsa onarılır. Ancak sargı içinde oluşan arızalarda sargılar yeniden sarılmalıdır. Endüktörde arıza tespiti yapmak için kısa devre, kopukluk ve gövdeye kaçak kontrolü yapılır.

5.3.2. Endüktör Sargılarında Kısa Devre ve Kopukluk Arızasının Tespiti

Kısa devre ve kopukluk kontrolü için endüktör sargı bağlantıları sökülerek sargı uçları açığa çıkarılır. Kısa devre arıza tespiti için AVOmetre ohm konumuna alınır. AVOmetre ile sargı uçları ölçüldüğünde sargının belli bir değerde direnç değeri göstermesi gerekir. Yapılan ölçümde her iki sargı da aynı değerde direnç gösteriyorsa endüktör sargıları sağlamdır. Çünkü kutup sargıları aynı iletken çapında ve aynı sipir sayısında sarılmıştır. Ölçüm sonucunda sargılardan birinin direnci sıfır veya sıfıra yakın ise sargı kısa devre olmuştur. Kısa devre kontrolünden sonra endüktör sargılarında kopukluk olup olmadığı araştırılır. Endüktörde kopukluk kontrolü yapmak için AVOmetre ohm konumuna alınır. AVOmetre probları sargı uçlarına temas ettirilip ölçüm yapıldığında her iki sargı eşit değerde direnç gösteriyorsa sargılar sağlamdır. Ölçü aleti hiçbir değer göstermiyorsa sargıda kopukluk meydana gelmiştir (Görsel 5.12).



Görsel 5.12: AVOmetre ile endüktörde kısa devre ve kopukluk arızasının tespiti

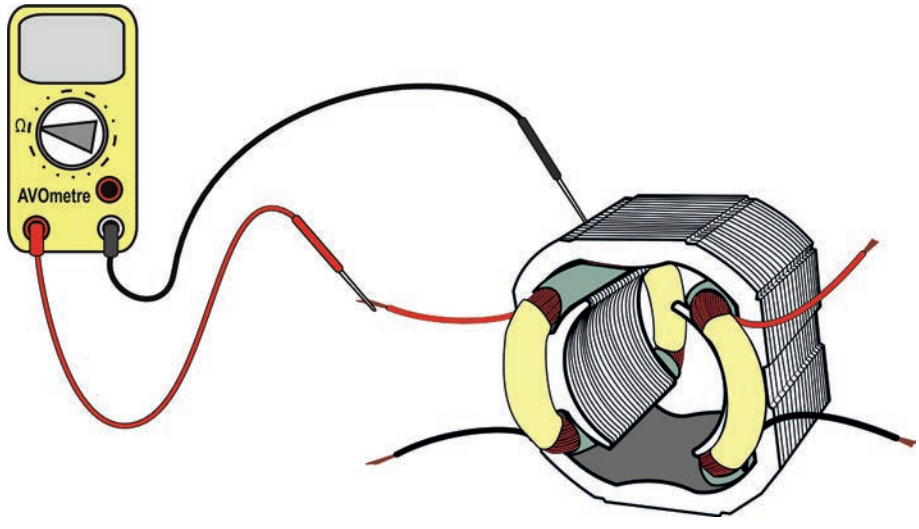
5.3.3. Endüktör Sargılarında Kısa Devre ve Kopukluk Arızasının Onarımı

Kolektörlü motorların endüktör sargılarında çalışma süresine ve şartlarına bağlı olarak kısa devre veya kopukluk arızaları meydana gelebilir. Bu iki arıza sargıların bağlantı uçlarının yapıldığı klemens kutusunda da olabilir. Kısa devre ve kopukluk arızalarının onarımı için aşağıdaki işlemler yapılır:

- Motor klemens kutusundaki enerji bağlantıları AVOmetre ile kontrol edilir. Enerji bağlantı uçlarında birbirine temas ederek kısa devreye sebep olan uçlar ayrılır ve emniyetli bir şekilde yerine bağlanır.
- Motor klemens kutusundaki enerji bağlantılarında gevşeklik varsa motor, kopukluk arızası verebilir. Gevşek bağlantının olduğu vidalar sıkıştırılarak arıza giderilir.
- Yapılan arıza tespitinde endüktör sargılarında kısa devre veya kopukluk arızası varsa sargı sökülür. Kutup ayakları temizlenerek presbant ile yalıtılır. Sargılar yeniden sarılıp yerine yerleştirilir.

5.3.4. Endüktörde Gövdeye Kaçak Arızasının Tespiti ve Arızanın Onarımı

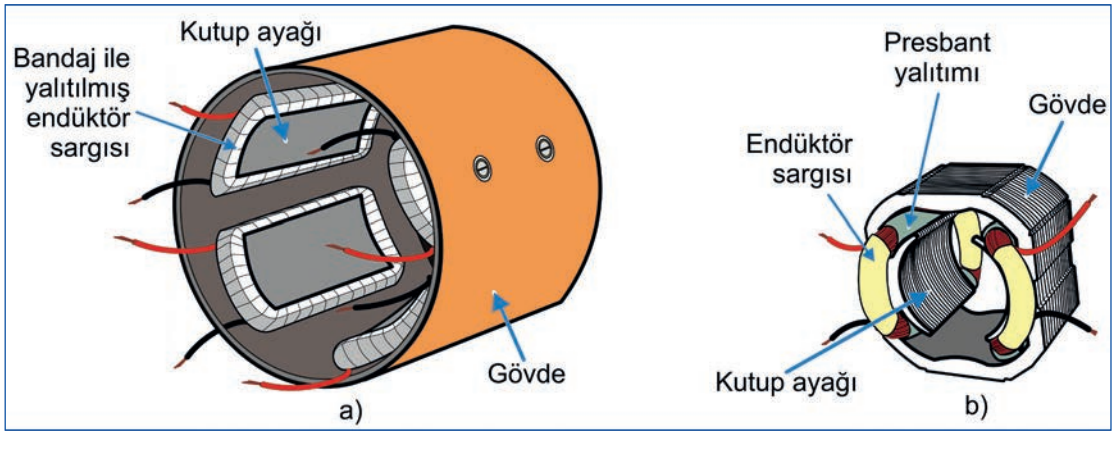
Kolektörlü motorlarda uzun süre çalışma sonucu veya farklı sebeplerden dolayı endüktör sargılarının yalıtımı bozulabilir. Endüktör sargı iletkenleri, kutup ayağı ve gövde arasında oluşacak herhangi bir temas, gövdeye kaçak arızasını oluşturur. Gövdeye kaçak arızasını tespit etmek için AVOmetre ohm kademesine alınır. Ölçü aletinin prop uçlarından bir tanesi sargı ucuna diğer prop ucu ise gövdeye temas ettirilir. Ölçü aletinde bir direnç okunmuyorsa yalıtım iyidir. Ancak ölçü aletinde herhangi bir direnç değeri varsa veya direnç sıfır değerine düşüyorsa gövdeye kaçak arızası vardır (Görsel 5.13). Bu durumda sargı yeniden sarılarak endüktör onarımı yapılır.



Görsel 5.13: AVOmetre ile endüktörde gövdeye kaçak arızası tespiti

5.3.4.1. Endüktör ile Gövde Arası Yalıtımın Önemi

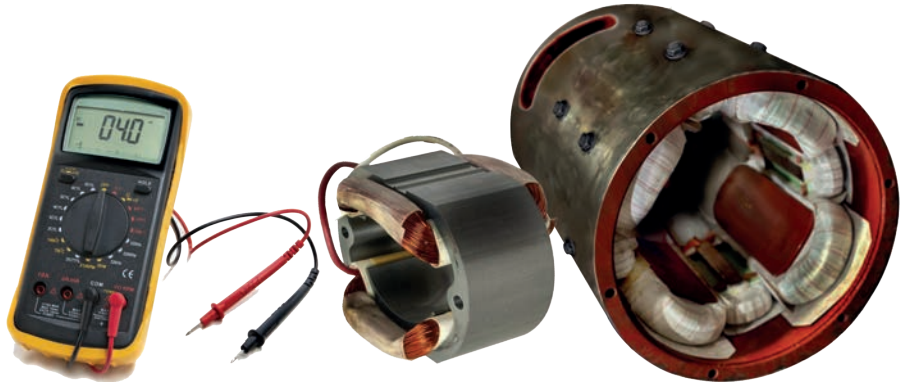
Elektrik akımı gövdeye kaçak arızasında sargıdan geçmek yerine metal gövde topraklaması üzerinden toprağa akar ve motor çalışmaz. Motorun topraklaması mevcut değilse gövdeye dokunulduğunda akım, insan vücudundan geçerek büyük tehlikeye sebep olur. Bu yüzden kolektörlü motorlarda endüktör sargıları ve sargı bağlantı uçları, motorun demir gövdesinden iyi bir şekilde yalıtılmıştır. AC kolektörlü motorların (üniversal motor) endüktör sargısı, kutup ayaklarına yerleştirilmeden önce kutup ayaklarının boşluğu presbant ile yalıtılır. Sargılar yerleştirildikten sonra vernik yalıtımı yapılır (Görsel 5.14.a). Kolektörlü DC motorlarda ise endüktör sargıları bandajla yalıtılarak verniklenir ve kutup ayaklarına yerleştirilir (Görsel 5.14.b).



Görsel 5.14: Endüktör sargıları ile gövde arası yalıtım

3. Uygulama	ENDÜKTÖRDE ELEKTRİKSEL ARIZALARIN TESPİTİ

AMAÇ: Endüktörde elektriksel arızaların tespitini yapmak.



Görsel 5.15: Endüktör arıza tespitinde kullanılan malzemeler

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Endüktör	AC ve DC kolektörlü motor endüktörü	Birer adet
AVOmetre	Dijital	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. İş önlüğünüzü giyip, iş eldivenlerinizi takarak öğretmeninizden malzemelerinizi alınız.
2. AC ve DC kolektörlü motorun endüktör sargı uçlarını sökünüz.
3. AVOmetre kullanarak endüktör sargı uçları arasında kısa devre kontrolü yapınız.
4. AVOmetre kullanarak endüktör sargı uçları arasında kopukluk kontrolü yapınız.
5. AVOmetre kullanarak endüktör sargıları ile gövde arasında gövdeye kaçak kontrolü yapınız.
6. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ederek çalışma ortamınızı temizleyiniz.

SORU

1. Endüktörde gövdeye kaçak arızasının yol açtığı sakıncalar nelerdir? Açıklayınız.

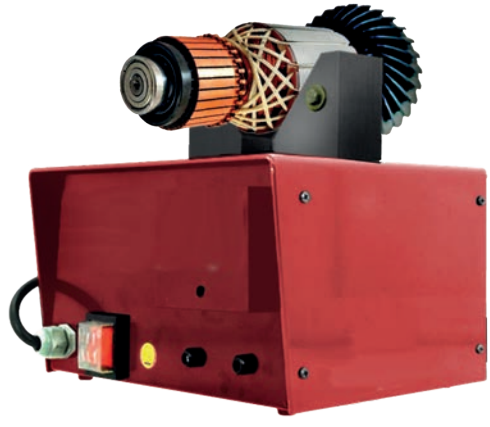
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Endüktör sargı uçlarının sökülmesi	20	
Sınıfı:	2. Endüktörde kısa devre kontrolünün yapılması	20	
Numarası:	3. Endüktörde kopukluk kontrolünün yapılması	20	
ÖĞRETMEN	4. Endüktörde gövdeye kaçak kontrolünün yapılması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

5.4. ENDÜVİ BAKIM VE ONARIMI

Kolektörlü motorların endüvisinde meydana gelen kısa devre, kopukluk veya gövdeye kaçak arızalarında motorun çalışması olumsuz yönde etkilenir. Bu arızalar, motorun fırça ve kolektöründe ark oluşmasına, motorun ısınmasına, gücünün düşmesine veya motorun hiç çalışmamasına neden olur. Endüvideki bu arızaların tespiti AVOmetre ve endüvi test cihazı [growler (gravlır)] ile yapıldıktan sonra endüvinin bakımı ve onarımı yapılır.

5.4.1. Growler Cihazının Kullanımı

Growler, endüvi sargılarında oluşan elektriksel arızaların tespiti için tasarlanmış bir indüksiyon cihazıdır. Yapısı "U" şeklinde silisli demir sacların paketlenmesinden oluşan bir nüve ve nüve üzerine yerleştirilmiş bobinden oluşur. Nüvenin üst kısmında "V" şeklinde endüvinin yerleştirildiği endüvi test boşluğu bulunur. Bobin uçlarına bir AC gerilim uygulandığında endüvi test boşluğunda değişken bir manyetik alan oluşur. Boşluğa yerleştirilen endüvi sargılarında AC gerilim indüklenir. Sargılardaki bu indüklenen gerilim ölçülerek endüvinin arıza tespiti yapılır (Görsel 5.16).



Görsel 5.16: Growler cihazının kullanımı

5.4.2. Endüvi Sargılarında Kopukluk Arızasının Tespiti ve Onarımı

Endüvide kopukluk arızasının tespiti için enerji verilen growler cihazının test boşluğuna endüvi yerleştirilir. AVOmetre AC gerilim ölçme (AC V) konumuna alınır. AVOmetrenin probları sargı uçlarının bağlı olduğu kolektör dilimlerine temas ettirilerek sargı üzerinde indüklenen gerilimler ölçülür. Gerilim ölçülemeyen (sıfır volt) sargıda kopukluk vardır. Gerilimin olmadığı veya çok az olduğu sargı, aynı zamanda kısa devre olmuş sargı olabilir. Gerilim ölçülen sargılar sağlamdır. Sargılarında kopukluk arızası olan endüvinin yeniden sarımı yapılır (Görsel 5.17).

Görsel 5.17: Growler cihazıyla endüvi sargılarında kopukluk arızasının tespiti

5.4.3. Endüvi Sargılarında Kısa Devre Arızasının Tespiti ve Onarımı

Endüvi sargılarında kısa devre arızasını tespiti için enerji verilen growler cihazının test boşluğuna endüvi yerleştirilir. Şerit şeklinde bir demir sac (demir testeresi ağzı olabilir.) endüvi sargılarına paralel olacak şekilde endüvi üzerine konur. Endüvi kendi ekseninde yavaş bir şekilde çevrilir. Demir şerit kısa devre olan bobin hizasına geldiğinde titreşmeye başlar. Bunun nedeni kısa devre olan bobinden geçen yüksek akımın manyetik alanı etkilemesidir. Demir şeridin titreştiği hizada olan sargılar kısa devre olmuş demektir. Yapılan testte demir şerit titreşmiyorsa sargılar sağlamdır (Görsel 5.18). Endüvi sargılarında kısa devre arızası varsa endüvi yeniden sarılır.

Görsel 5.18: Growler cihazıyla endüvi sargılarında kısa devre ve kopukluk arızasının tespiti

5.4.4. Endüvide Gövdeye Kaçak Arızasının Tespiti ve Onarımı

Endüvide yalıtımın bozulmasıyla sargılar ve gövde arasındaki elektriksel temas gövdeye kaçak arızasını oluşturur. Bu arızayı tespit etmek için sargı uçlarının bağlandığı kolektör dilimleriyle endüvi gövdesi arasındaki direnç AVOmetre ile ölçülür (Görsel 5.19). AVOmetrede ölçülen direnç değeri sıfır veya herhangi bir değerde ise gövdeye kaçak vardır. Sargı uçlarıyla gövde arasında bir direnç okunmuyorsa yalıtımın iyi olduğu ve gövdeye kaçak arızasının olmadığı anlaşılır. Gövdeye kaçak arızasında endüvi yeniden sarılır.

Görsel 5.19: Growler cihazıyla endüvi sargılarında kopukluk arızasının tespiti

5.4.5. Endüvide Yalıtımın Önemi ve Endüvi Arızalarını Giderme Yöntemleri

Endüvide oluşan kısa devre ve gövdeye kaçak arızalarının nedeni endüvi yalıtımının bozulmasıdır. Endüvi sargı uçlarının bağlandığı kolektörün yalıtımı bozulduğunda kolektör bakımı yapmak yeterlidir. Ancak arızalar sargı içinde gerçekleştiğinde endüvinin sarılması gerekir. Bunun dışında fırçaların değiştirilmesi ve endüvi balansının yapılması endüvi arızalarını giderme yöntemleri arasındadır.

4. Uygulama	ENDÜVİDE ELEKTRİKSEL ARIZALARIN TESPİTİ

AMAÇ: Endüvinin elektriksel arızalarını tespit etmek.

İzlemek için kodu tarayınız.

42516

Görsel 5.20: Endüvide elektriksel arızaların tespitinde kullanılan elemanlar

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Growler cihazı	220 Volt	1 adet
Endüvi	Arızalı durumda	1 adet
AVOmetre	Dijital	1 adet
Demir şerit	Demir testeresi ağzı	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. İş önlüğünüzü giyip, iş eldivenlerinizi takarak öğretmeninizden malzemelerinizi alınız.
2. Kolektörlü motorun endüvisini sökünüz.
3. AVOmetre ve growler cihazı kullanarak endüvi sargılarında kopukluk kontrolü yapınız.
4. Growler cihazı kullanarak endüvi sargılarında kısa devre kontrolü yapınız.
5. AVOmetre kullanarak endüvi sargıları ile gövde arasında gövdeye kaçak kontrolü yapınız.
6. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ederek çalışma ortamınızı temizleyiniz.

SORU

1. Endüvi sargılarında kısa devre arızası growler cihazı kullanmadan nasıl tespit edilir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Endüvinin sökülmesi	20	
Sınıfı:	**2.** Endüvi kopukluk kontrolünün yapılması	20	
Numarası:	**3.** Endüvi kısa devre kontrolünün yapılması	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Endüvide gövdeye kaçak kontrolünün yapılması	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümleleri okuyunuz ve cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. ( ) Motor fırçasının boyutu, fırçanın bastığı kolektör dilim sayısına bağlıdır.

2. ( ) Fırça tutucu ekipmanları; fırça yuvası, baskı yayı ve gövdedir.

3. ( ) Fırçalar demir veya demir alaşımından yapılmıştır.

4. ( ) Kolektör dilimleri arasında kısa devre varsa mika yalıtkanı temizlenir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Arızalı olup özelliğini kaybeden kolektör ..... ile milden çıkarılıp yerine yeni kolektör takılır.

6. Endüktörde yapılan ölçümlerde her iki sargının direnç değeri..... ise endüktör sağlamdır.

7. Endüktör sargı ölçümünde AVOmetredeki direnç değeri ..... ise sargı kısa devredir.

8. Endüktör sargısı ile gövde arasında elektrik teması var ise bu bir ..... arızasıdır.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

9. Endüvi sargılarında oluşan kopukluk arızası aşağıdakilerden hangisiyle tespit edilir?

A) Ampermetre B) AVOmetre C) Lüksmetre

D) Ohmmetre E) Termometre

10. Aşağıdaki DC motor parçalarından hangisinin arızasını tespit etmek için growler cihazı kullanılır?

A) Endüvi B) Endüktör C) Fırça D) Kolektör E) Rulman

11. Endüvi sargısı ölçüldüğünde direnç değeri göstermiyorsa hangi sargı arızası meydana gelmiştir?

A) Düşük direnç B) Gövdeye kaçak C) Kısa devre

D) Kopukluk E) Yüksek ısı

12. Gövdeye kaçak arızasında dokunulunca elektrik çarpması tehlikesinden korunmak için motor gövdesine aşağıdaki işlemlerden hangisi yapılır?

A) Bandajlama B) Ölçme C) Sabitleme D) Sökme E) Topraklama

6. ÖĞRENME BİRİMİ

ENDÜKTÖR ONARIMI

KONULAR

6.1. ARIZALI ENDÜKTÖRÜN SÖKÜLMESİ

6.2. ENDÜKTÖR SARGISI SARIMI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- **DC motorun arızalı endüktörünü işlem basamaklarına uygun sökme**
- **DC motorun endüktör sargısını işlem basamaklarına uygun sarma**

TEMEL KAVRAMLAR

DC motor, DC motor bobinajı, endüktör, endüktör sargısı, uyartım sargısı, emaye bobin teli, mikrometre

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. **Manyetik alan nasıl meydana gelir? Araştırınız ve araştırma sonuçlarınızı arkadaşlarınızla paylaşınız.**
2. **Motorun arıza tespitinde hangi malzemeler kullanılır? Düşüncenizi arkadaşlarınızla paylaşınız.**

6.1. ARIZALI ENDÜKTÖRÜN SÖKÜLMESİ

Yalıtımın bozulması nedeniyle endüktör sargıları yanarak DC motorun arızalanmasına sebep olabilir. Arızalı endüktör, yeniden sarılmak üzere DC motorun gövdesinden sökülür.

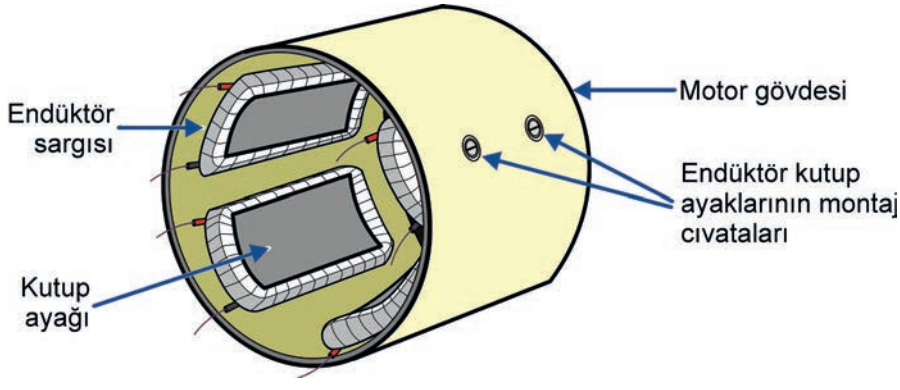
6.1.1. Endüktörün Sökülmesi ve Dikkat Edilecek Hususlar

Arızalı DC motoru onarmak için motorun enerjisi kesilerek klemens kutusunda bulunan enerji bağlantı kabloları sökülür. DC motoru montajlı olduğu makineden ayırmak için bağlantı cıvataları sökülür ve motor bulunduğu yerden çıkarılır. AVOmetre ile motor endüktör sargısının kopukluk ve kısa devre kontrolü yapılır. Arızalı endüktör sargıları tespit edildikten sonra DC motorun sökme işlemine geçilir.

DC motoru sökmeye başlamadan önce tornavida ve somun anahtar takımı gibi gereçler hazırlanır. Motor üzerinde biriken toz, kir ve yağlar bir bezle temizlenir. Kolektör üzerine konumlanan fırçalar, tornavida yardımıyla fırça yuvasından çıkarılır. Kolay sökülmesi için paslı somun ve cıvataların üzerine pas sökücü sprey sıkılarak kısa bir süre beklenir. Motorun pervane muhafaza kapağı varsa önce bu kapak tornavidayla sökülür. Daha sonra anahtarla motor kapaklarını gövdeye sabitleyen cıvata ve somunlar sökülür. Kaybolmaması için vida, cıvata ve somunlar ayrı bir kap içerisinde muhafaza edilir. Bir çekiç ve keski yardımıyla kapağa küçük darbeler vurularak mil ve rulmanın kapak içindeki yataktan ayrılması sağlanır. Kapak, çekilerek gövde ve milden uzaklaştırılır. Daha sonra motorun diğer kapağı ve endüvi çıkarılır (Görsel 6.1).

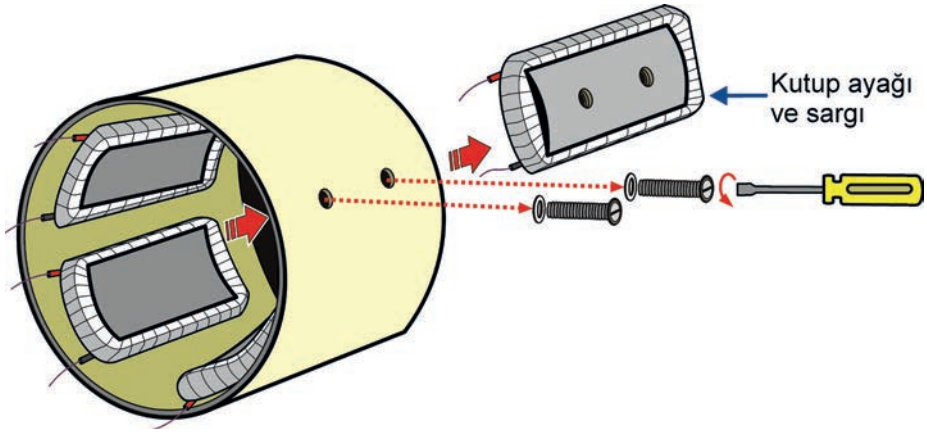
Görsel 6.1: Parçaları sökülmüş DC motor

Endüktör sargısını çıkarmak için kutup ayaklarının gövdeden ayrılması gerekir. Endüktörün kutup ayakları, motor gövdesinin iç yüzeyine cıvatalarla monte edilmiştir. Bu cıvataların başları; tornavida, somun veya alyan anahtar ile sökülecek şekilde olabilir (Görsel 6.2).



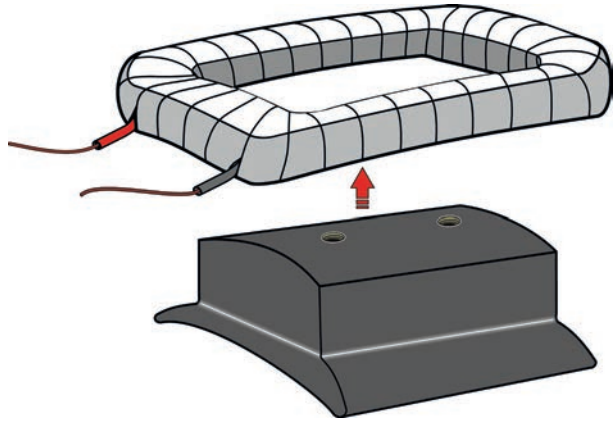
Görsel 6.2: Endüktör ve kutup ayaklarının gövdeye montaj cıvataları

Endüktör sökülmeden önce sargılar arasındaki iletken bağlantıları çözülür ve iletken uçları işaretlenir. Gövdenin dış yüzeyindeki endüktör kutup ayaklarını sabitleyen vidalar söküldüğünde kutup ayakları serbest kalır. Kutup ayakları gövdenin içinden dikkatli bir şekilde çıkarılır (Görsel 6.3).



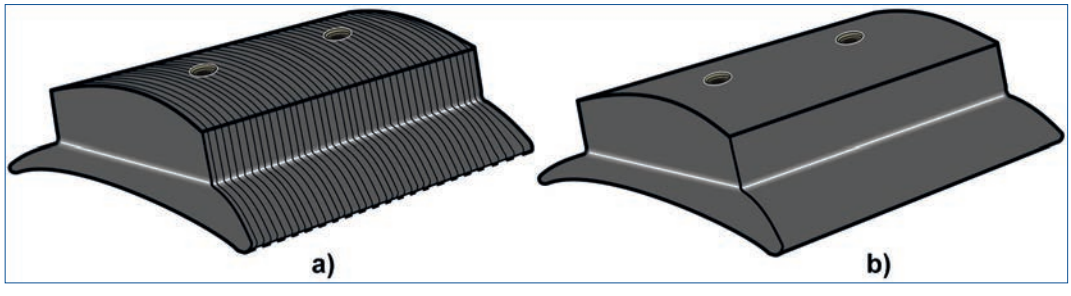
Görsel 6.3: Endüktör sargısı ve kutup ayaklarının sökülmesi

Endüktör sargısı kutup ayağının arka kısmındadır. Sargı, bandajla sarılıp izolasyon verniğiyle yalıtılmıştır. Arızalı endüktör sargısı, ölçülerinin alınması ve sargı değerlerinin tespit edilmesi için kutup ayağından çıkarılır (Görsel 6.4).



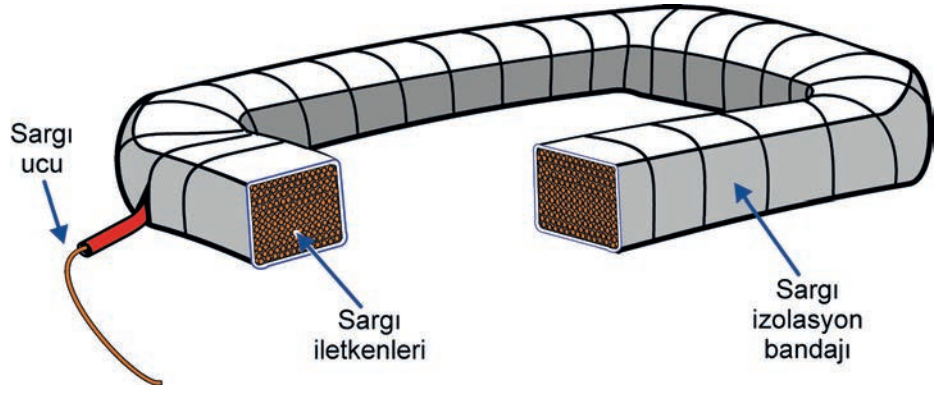
Görsel 6.4: Endüktör sargısının kutup ayağından çıkarılması

Hem DC generatör (dinamo) hem de DC motor olarak çalıştırılan makinelerde kutup ayakları, silisli demir sacların paketlenmesinden oluşur (Görsel 6.5.a). DC generatörde endüvi reaksiyonundan kaynaklanan olumsuz etkiyi azaltmak için kutup ayaklarının uç yüzeyindeki demir saclar tarak şeklinde yapılmıştır. Sadece DC motor olarak çalıştırılmak üzere üretilen makinelerde ise kutup ayakları dökme demirden üretilir (Görsel 6.5.b).



Görsel 6.5: Sac paketi ve dökme demirden yapılmış endüktör kutup ayağı

Yeni sarılacak sargının sipir sayısı, arızalı endüktör sargısıyla aynı olmalıdır. Sargının sipir sayısını öğrenmek için sargı, bir testereyle ortadan kesilir (Görsel 6.6). Kesilen kısmın kenarındaki sargı bandajı sökülür. Ortaya çıkan, vernikle yapışmış sargı iletkenlerine plastik tokmakla vurularak iletkenler dağıtılır. Arızalı sargının sipir sayısı, motor değerlerinin kaydedildiği kartekse yazılır.



Görsel 6.6: Endüktör sargısı

Endüktörü arızalı DC motorun sökülmesinde dikkat edilecek hususlar şunlardır:

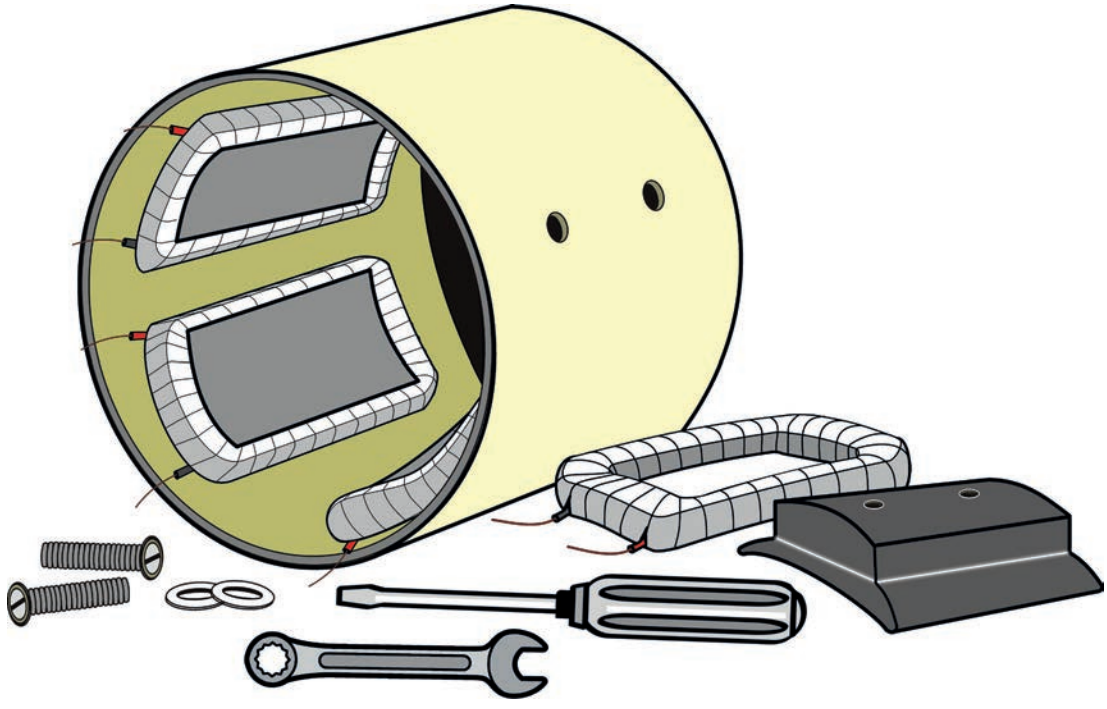
- Motor sökme işlemine başlamadan önce iş eldiveni giyilip iş gözlüğü takılmalıdır.
- Klemens kutusundaki sargı uçları sökülerek kısa devre ve kopukluk kontrolü yapılmalıdır.
- Paslı ve kirli somun, cıvata ve vidaların sökülmesi pas sökücü sıkılarak kolaylaştırılmalıdır.
- Sökme işlemi için uygun el aletleri kullanılmalıdır.
- İşleme, önce kapak cıvataları sökülerek başlanmalıdır.
- Çekiç ve keskiyle kapaklar çıkarılırken sert darbelerden kaçınmalı, motora zarar verilmemelidir.
- Motor milinden ve gövdeden kapağı ayırırken plastik veya ağaç tokmak kullanılmalıdır.
- Endüktör cıvataları dikkatlice sökülüp kutup ayakları zarar verilmeden gövde dışına çıkarılmalıdır.
- Cıvata, somun ve rondelalar bir kutu içine konarak muhafaza edilmelidir.
- Kutup ayağından endüktör sargısı çıkarılırken mümkünse formu bozulmamalıdır.
- Motor etiket bilgileri doğru bir şekilde kaydedilmelidir.
- Endüktör sargısı iletkenlerinin sipir sayısı kaydedilmelidir.

DC motor sökülüp arızalı endüktör sargısı ve kutup ayağı yerinden çıkarıldıktan sonra motorun bazı değerleri için endüktör onarım karteksi oluşturulur. Daha sonra bu kartekse kaydedilecek motorla ilgili bilgiler ve alınan ölçüler belirlenir. Endüktör sarımına geçmeden önce onarım karteksine kaydedilecek bilgi ve ölçüler aşağıdaki gibi sınıflandırılır:

- Teslim alma ve müşteri bilgileri
- Motor tipi ve kutup sayısı
- Motorun etiket bilgileri
- Endüktör sargısı bilgileri
- Kutup ayağı ölçüleri

1. Uygulama	DC MOTORDA ARIZALI ENDÜKTÖRÜN SÖKÜLMESİ

AMAÇ: DC motorun arızalı endüktörünü sökmek.



Görsel 6.7: DC motor endüktörünün sökülmesi

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
DC motor	Endüktörü sargılı DC motor	1 adet
Pas sökücü sprey	-	1 adet
Ölçü aleti	AVOmetre	1 adet
El aletleri	Tornavida takımı, anahtar takımı, plastik tokmak, çekiç, keski	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlarken iş eldiveninizi giyip iş gözlüğünüzü takınız.
2. DC motorun klemens kutusunu sökerek sargı bağlantılarını açınız.
3. AVOmetre ile endüktör sargılarının kısa devre ve kopukluk kontrolünü yapınız.
4. Pas sökücü spreyi sıkarak motor kapağındaki cıvata bağlantılarının yumuşamasını bekleyiniz.
5. Motor kapağındaki cıvataları sökünüz.
6. Motor kapaklarını çekiç, keski ve plastik tokmak kullanarak motor gövdesinden ayırınız.
7. Birbirine bağlantılı endüktör sargı uçlarını çözerek sargıları birbirinden ayırınız ve söktüğünüz bağlantı yerlerini işaretleyiniz.
8. Endüktör ayaklarını gövdeye bağlayan vida veya cıvataları sökünüz.
9. Motor gövdesinin iç yüzeyinde serbest kalan endüktör ayağı ve sargı elemanını dikkatli bir şekilde yerinden çıkarınız (Görsel 6.7).

10. Parçaların sökülme işlemi sırasında çıkan vida, somun, cıvata ve rondelalar montaj işleminde de kullanılacağı için bu elemanları bir kutu içine koyarak muhafaza ediniz.

11. Endüktör sargısını kutup ayağından çıkarınız.

12. Endüktör sargısının bir kenarını testere ile kesiniz.

13. Sargının ortaya çıkan iletkenlerini sayarak sargı sipir sayısını kaydediniz.

14. Yaptığınız uygulamayı öğretmeninize kontrol ettiriniz.

15. Verilen malzemeleri öğretmeninize teslim ederek çalışma ortamınızı temizleyiniz.

SORULAR

1. DC motorda endüktörün görevi nedir? Açıklayınız.

2. Arızalı endüktör sargısı söküldükten sonra sargı sipir sayısı nasıl tespit edilir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Sargının AVOmetre ile doğru kontrol edilmesi	20	
Sınıfı:	**2.** Motor kapaklarının doğru sökülmesi	20	
Numarası:	**3.** Endüktörün doğru sökülmesi	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Endüktör sargısının sipir sayısının tespiti	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

6.2. ENDÜKTÖR SARGISI SARIMI

Arızalı endüktör, DC motordan söküldükten sonra sargının sipir sayısı ve kutup ayağı ölçüleri belirlenir. Motor etiketindeki bilgiler ve diğer sarım değerleri için karteks hazırlanır.

6.2.1. Endüktör Onarımı İçin Karteks Hazırlama

Arızalı motorların onarımı için karteks oluşturmak, onarımın daha düzenli ve doğru bir şekilde yapılmasını sağlar. Müşteri ve belirlenen motor bilgilerinin kaydedildiği onarım karteksi, elle veya bilgisayarla hazırlanabilir (Görsel 6.8).

ENDÜKTÖR ONARIM KARTEKSİ	
Teslim Alma ve Müşteri Bilgileri	Makinenin Markası : ..... Makineyi Teslim Eden : ..... Telefon ve Adres : ..... Makineyi Teslim Alan : ..... Makine Arıza Bilgileri : .....
Motor Tipi ve Kutup Sayısı	Motor Tipi : ..... Kutup Sayısı : .....
Motorun Etiket Bilgileri	Çalışma Gerilimi (V) : ..... Çalışma Akımı (A) : ..... Motorun Gücü (kW) : ..... Devir Sayısı (d/dk) : .....
Endüktör Sargısı Bilgileri	Sargı Sipir Sayısı : ..... İletken Çapı (mm) : .....
Kutup Ayağı Ölçüleri	a (mm) : ..... b (mm) : ..... h (mm) : .....

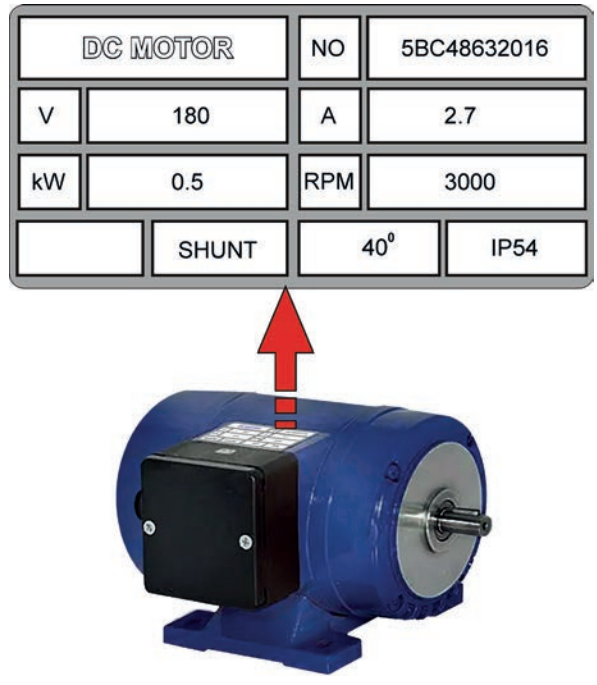
Görsel 6.8: Endüktör onarım karteksi

Endüktörü arızalı motor için hazırlanan onarım karteksine aşağıdaki bilgiler kaydedilir:

Teslim Alma ve Müşteri Bilgileri: Bu kısma arızalı motorun sahibine ait adı-soyadı, firma ismi, telefon numarası ve adres gibi bilgiler kaydedilir.

Motor Tipi ve Kutup Sayısı: DC motorun hangi sargı tipinde (şönt, seri veya kompunt) olduğu kaydedilir. Kutup sayısı motorun fırça sayısı kadardır. Motor söküldükten sonra endüktör kutup ayakları sayılarak da kutup sayısı tespit edilebilir. Kutup sayısı bazı motorlarda etiket üzerinde de belirtilir.

Motorun Etiket Bilgileri: Motor etiket bilgilerinin kaydedilmesi, onarımdan sonra yapılan çalışma testlerinde çıkan değerlerle karşılaştırmayı kolaylaştırır. DC motorun gövdesi üzerindeki etiketten çalışma gerilimi, motorun gücü, devir sayısı ve çektiği akım gibi bilgiler kartekse kaydedilir (Görsel 6.9).

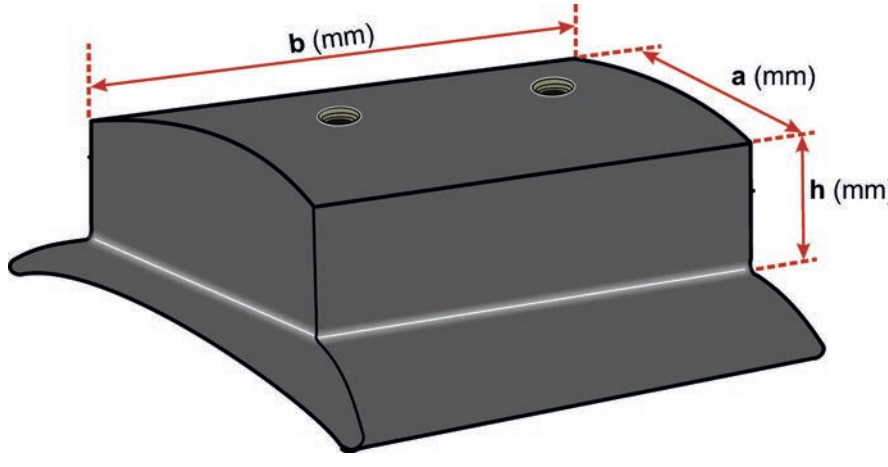


Görsel 6.9: DC motorun etiket değerleri

Endüktör Sargısı Bilgileri: Endüktör sargısı, kutup ayağından çıkarıldıktan sonra bir kenarından kesilir. Sargı demetinin dışındaki izolasyon bandajı, kesilen yerdeki iletkenler ortaya çıkacak şekilde soyulur. İletkenler sayıldığında tespit edilen sipir sayısı kartekse kaydedilir.

Endüktör sargı demetinden bir iletken çıkarılır; iletkenin üzerindeki emaye yalıtkan, bir çakı veya zımpara yardımıyla soyulur. Mikrometreyle iletken çapı ölçülür ve bu değer kartekse kaydedilir.

Kutup Ayağı Ölçüleri: Bir cetvel veya kumpas yardımıyla endüktör sargısının kutup ayağına yerleştirildiği kısmın kısa kenar (a), uzun kenar (b) ve yükseklik (h) ölçüleri alınır. Bu ölçüler, endüktör sargısının bobinajında sarım kalıbı ölçüleri olarak kullanılır (Görsel 6.10).



Görsel 6.10: Kutup ayağının ölçüleri

2. Uygulama	ENDÜKTÖR ONARIM KARTEKSİ HAZIRLAMA

AMAÇ: DC motorun arızalı endüktörü için endüktör onarım karteksi hazırlamak.

Teslim Alma ve Müşteri Bilgileri	Makinenin Markası : ..... Makineyi Teslim Eden : ..... Telefon ve Adres : ..... Makineyi Teslim Alan : ..... Makine Arıza Bilgileri : .....
Motor Tipi ve Kutup Sayısı	Motor Tipi : ..... Kutup Sayısı : .....
Motorun Etiket Bilgileri	Çalışma Gerilimi (V) : ..... Çalışma Akımı (A) : ..... Motorun Gücü (kW) : ..... Devir Sayısı (d/dk) : .....
Endüktör Sargısı Bilgileri	Sargı Sipir Sayısı : ..... İletken Çapı (mm) : .....
Kutup Ayağı Ölçüleri	a (mm) : ..... b (mm) : ..... h (mm) : .....

Görsel 6.11: Endüktör onarımına ait karteks görseli

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
DC motor	Endüktörü sargılı DC motor	1 adet
Defter, kalem veya bilgisayar	-	-
El aletleri	Tornavida takımı, anahtar takımı, plastik tokmak, çekiç, keski	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Endüktör onarım karteksini defterinize çiziniz.
2. DC motorun tipini ve kutup sayısını kartekse kaydediniz.
3. DC motorun etiket bilgilerini kartekse kaydediniz (Görsel 6.11).
4. Endüktör sargı bağlantılarının seri veya paralel olduğunu kontrol edip kartekse kaydediniz.

5. Endüktör kutup sayısını onarım karteksine kaydediniz.

6. Endüktör sargısının sipir sayısını tespit edip kartekse kaydediniz.

7. Endüktör sargısından bir iletken çıkarıp emaye yalıtkanını soyunuz. Mikrometre ile iletken çapını ölçüp kartekse kaydediniz.

8. Cetvel veya kumpas kullanarak kutup ayağının a-b-h kenarlarını ölçüp kartekse kaydediniz.

9. Hazırladığınız onarım karteksini öğretmeninize kontrol ettiriniz.

10. Verilen malzemeleri öğretmeninize teslim ederek çalışma ortamınızı temizleyiniz.

SORULAR

1. Kutup ayaklarının ölçülmesinin amacı nedir? Açıklayınız.

2. Karteks hazırlamak endüktör onarımında nasıl bir kolaylık sağlar? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Karteks formunun deftere doğru şekilde çizilmesi	20	
Sınıfı:	**2.** Motor etiket bilgilerinin doğru kaydedilmesi	20	
Numarası:	**3.** İletken çapı ölçümünün doğru kaydedilmesi	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Kutup ayakları ölçümünün doğru kaydedilmesi	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

6.2.2. Endüktör Sargısı Sarımında Kullanılan Malzemeler

Endüktör sargısının sarımı, sökülen arıza sargı ölçüleriyle birebir olacak şekilde yapılır. Sarım işleminden önce kullanılacak malzemeler hazırlanır.

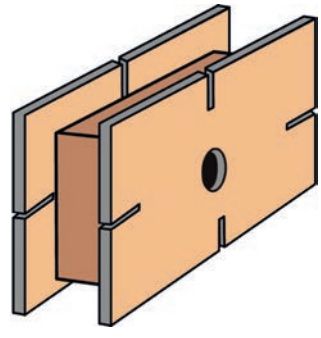
Emaye Bobin Teli: Bütün motor ve makine sargılarında kullanılan bobin teli, üzeri yalıtkan emaye ile kaplanmış bakır bir iletkendir. Bobin telinin kalınlığı, çap (mm) olarak ifade edilir (Görsel 6.12).

Görsel 6.12: Emaye bobin telleri ve mikrometre

Mikrometre: Değişik kalınlıklarda üretilen emaye bobin tellerinin çapı mikrometre ile ölçülür. Yeniden sarılacak arızalı endüktörün iletken çapı ölçülerek aynı çapta yeni bobin teli temin edilir (Görsel 6.13).

Görsel 6.13: Mikrometre

Sargı Makarası: Kutup ayağından alınan ölçülere göre yapılan sargı makarası, endüktör sargısının kalıp şeklinde sarılmasını sağlar. Makara, sarım makinesine takılarak sarım işlemi yapılır (Görsel 6.14).



Görsel 6.14: Sargı makarası

Sargı Bandaj İpleri: Sarma işlemi bittikten sonra kalıptan çıkarılan sargı demetini yalıtmak ve bir arada tutmak için kullanılan iplerdir. Değişik kalınlıklardaki bandaj malzemeleri ip veya şerit şeklinde olup yüksek dayanıklılığa sahiptir. Sargı bandaj ipleri pamuk veya polyesterden üretilmiştir (Görsel 6.15).

Görsel 6.15: Sargı bandaj ipleri

Makaron: Endüktörde sargı giriş çıkışını ve sargılar arası bağlantılarda yapılan eklerin yalıtımını sağlayan boru şeklindeki izolasyon malzemesidir (Görsel 6.16).

Görsel 6.16: Makaron

Sargı İzolasyon Verniği: Endüktör sargısının yalıtımı için kullanılan verniktir. İzolasyon verniği, fırçayla sürülerek veya daldırma yöntemiyle sargıya uygulanır (Görsel 6.17).

Görsel 6.17: Sargı izolasyon verniği

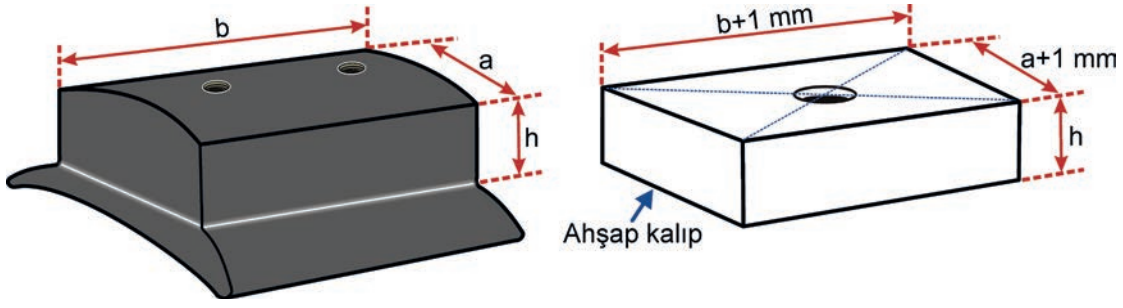
Sarım Makinesi: Sargı kalıbının döndürülerek üzerine iletkenlerin sarılmasını sağlayan çıkrıktır. Sarım makineleri, elle çevirmeli veya elektrik motorlu olabilir. Sarım makinesinin üzerinde sargının sipir sayısını gösteren numaratör bulunur (Görsel 6.18).

Görsel 6.18: Elle çevirmeli ve elektrik motorlu sarım makinesi

Diğer Araç ve Gereçler: Sarım bittikten sonra iletken bağlantıları için lehimleme malzemeleri kullanılır. Ayrıca sargıların ve motor parçalarının montajında yan keski, kargaburnu, plastik tokmak, tornavida ve anahtar takımı gibi el aletleri hazır bulundurulmalıdır.

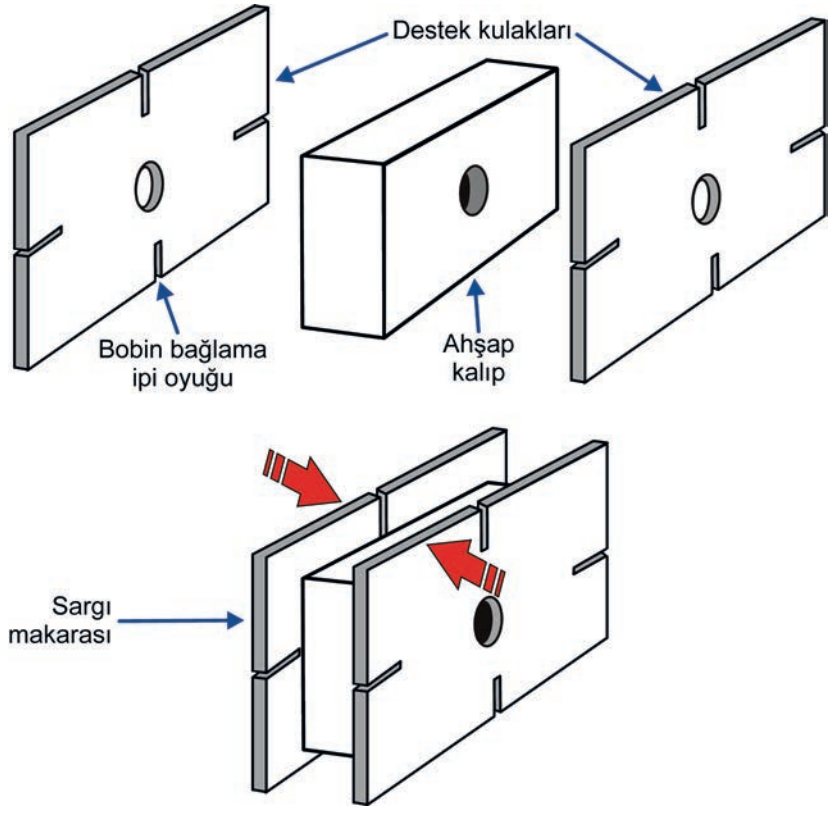
6.2.3. Endüktör Sargısının Sarılması

Sarım işlemine geçmeden önce sargı makarası yapılmalıdır. Sargı ortasındaki boşluğu oluşturacak olan ahşap kalıp, kutup ayağı ölçülerine göre hazırlanır. Kalıp boyutları, "a-b-h" ölçüleri dikkate alınarak görsel 6.19'daki gibi bir ahşap üzerine işaretlenip çizilir. İşaretleme işleminde sargı bandajının oluşturacağı pay için bütün "a" ve "b" kenarlarının ölçülerine 1 mm eklenir. Ölçüleri işaretlenen ahşap malzeme işaretlenen yerlerden kesilir. Sargı makinesine takmak için kalıbın merkezi matkapla delinir.



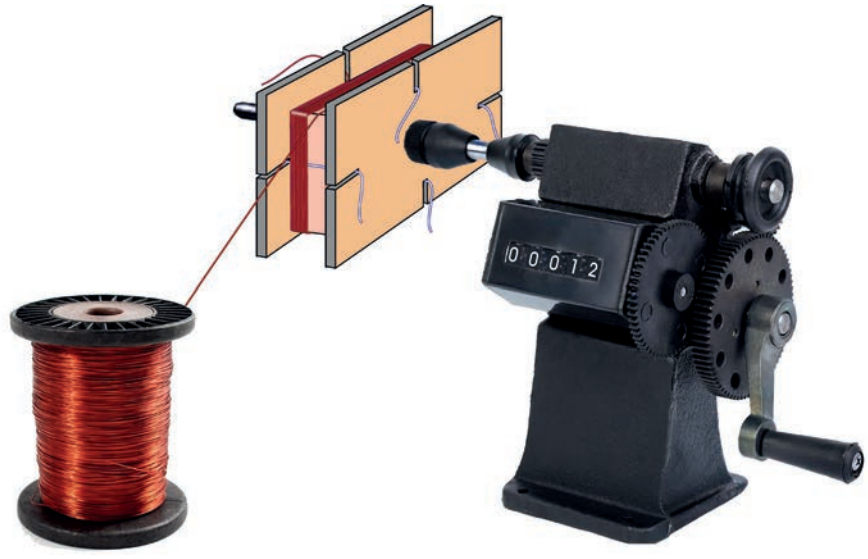
Görsel 6.19: Ahşap kalıbın ölçülerek hazırlanması

Sarım yapılırken bobinlerin yanlara doğru dağılmaması için ahşap kalıbın kenarlarına destek kulakları hazırlanır. Destek kulakları, ince bir tahta veya benzeri bir malzemeden yapılır. Destek kulaklarının kalıp yüzeyinden yüksekliği, sökülmüş arızalı sargı yüksekliğine göre seçilir ve işaretlenir. İki adet destek kulağı kesildikten sonra orta merkezleri matkapla delinir. Destek kulaklarının bütün kenarlarına bobin bağlama ipi için testereyle oyuklar açılır. Son olarak parçalar birleştirilerek sargı makarası oluşturulur (Görsel 6.20).



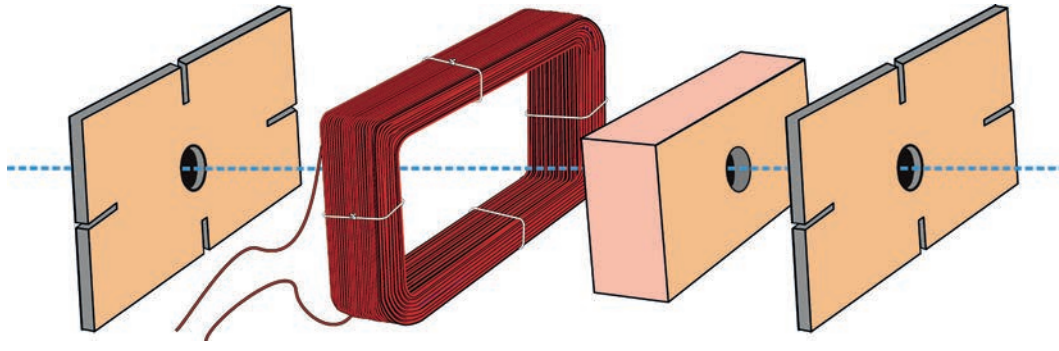
Görsel 6.20: Sargı makarasının oluşturulması

Sargı makarası, sarım makinesinin miline yerleştirilerek sıkıştırılır. Bobin bağlama ipleri destek kulaklarındaki oyuklara yerleştirilir. Sarılacak emaye bobin telinin ucu, makaranın kenarına giriş ucu olarak sabitlenir. Bobin teli, düzenli ve sıkı bir şekilde sarım makinesi ile makaranın üzerine sarılır. Sargı sipir sayısı numaratör üzerinden kontrol edilir. Gerekli sipir sayısına ulaşılınca sarım işlemine son verilir (Görsel 6.21).



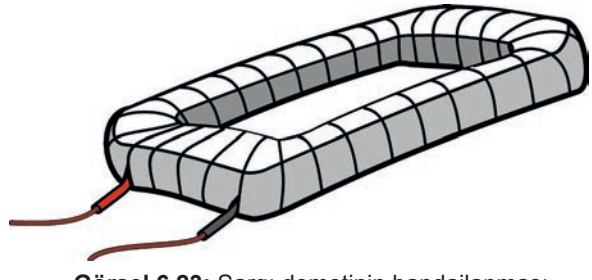
Görsel 6.21: Endüktör sargısının sarılması

Makaradaki sargı demeti, sarım işlemi bittikten sonra bobin bağlama ipleriyle sıkı bir şekilde bağlanır. Sarım makinesinin milindeki makara, somunlar gevşetilerek makine milinden çıkarılır. Sargı ortasında bulunan ahşap kalıp, bobin tellerine zarar vermeden itilerek sargı demetinden çıkarılır (Görsel 6.22). Diğer arızalı endüktör sargıları da aynı işlemler yapılarak hazırlanır.



Görsel 6.22: Sarımı biten sargı demetinin iple bağlanıp makaradan çıkarılması

Endüktör sargısı motora yerleştirilirken sargı yönlerinin bilinmesi çok önemlidir. Bu yüzden bobin giriş çıkışlarına farklı renklerde makaron takılır. Daha sonra ise sargı demeti bandajlanır (Görsel 6.23).



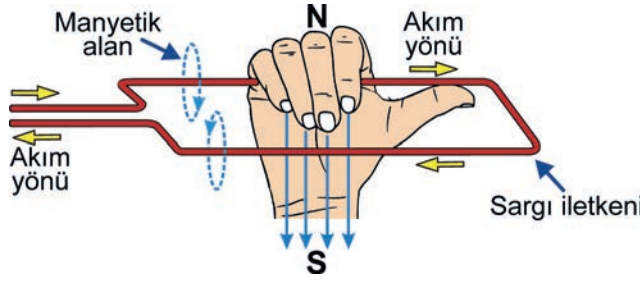
Görsel 6.23: Sargı demetinin bandajlanması

Bandajlanan endüktör sargısı, kutup ayağı üzerine takılıp, şekillendirilerek sargı yastığı hâline getirilir. Son olarak endüktör sargı yastığı izolasyon verniğiyle verniklenir ve kurutulur (Görsel 6.24).

Görsel 6.24: Kutup ayağına göre şekil verilen ve verniklenen endüktör sargı yastığı

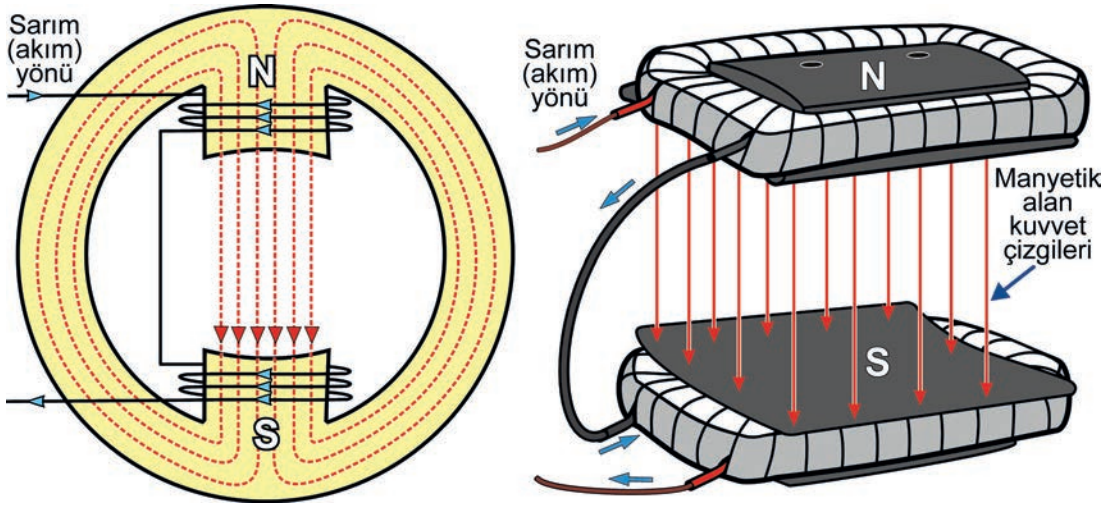
6.2.4. Endüktör Sargılarının Manyetizmaya Uygun Yerleştirilmesi

Endüktör sargıları kutup ayaklarına geçirilir ve motora monte edilir. Sargı yerleşiminin N ve S manyetik alan kutuplarını doğru oluşturması gerekir. Sargıları doğru yerleştirmek için sargıya **sağ el kuralı** uygulanır. Bu kurala göre sargının kenarı avuç içine konarak dört parmakla kavranır ve başparmak dik olarak açılır. Başparmak, sargının akım yönünü, diğer dört parmağın uçları ise manyetik alanın yönünü gösterir. Manyetik alan çizgilerinin yönü her zaman N kutbundan S kutbuna doğrudur (Görsel 6.25).



Görsel 6.25: Sağ el kuralına göre bir sargı iletkeninde oluşan manyetik alanın yönü

Endüktör sargıları, karşılıklı olarak yerleştirilir. Birinci sargıdan çıkan iletken ucu, ikinci sargının sarım yönü dikkate alınarak sargı çıkışına bağlanır. Aynı yönde akım geçiren her iki sargıya **sağ el kuralı** uygulandığında kuvvet çizgilerinin N kutbundan S kutbuna doğru olduğu görülür (Görsel 6.26).



Görsel 6.26: Endüktör sargılarının kutup ayaklarına manyetizmaya uygun yerleştirilmesi

3. Uygulama	ENDÜKTÖR SARGISININ SARILMASI

AMAÇ: DC motorun endüktör sargısını sarmak.

İzlemek için kodu tarayınız.

42518

Görsel 6.27: Endüktör sargısının sarım düzeneği ve malzemelere ait görsel

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Sarım makinesi	Manuel veya elektrik motorlu	1 adet
Sargı makarası malzemeleri	Ahşap, testere, matkap	-
Bobin teli	Arızalı sargıya uygun çapta	-
İzolasyon malzemeleri	Bandaj ipi, vernik	-
El aletleri	Tornavida takımı, anahtar takımı, plastik tokmak, yan keski	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlarken iş eldiveninizi giyiniz.
2. Onarım karteksindeki değerlere göre malzemeleri hazırlayınız.
3. Kutup ayakları ölçülerine göre sargı makarasını hazırlayınız.
4. Sargı makarasını sarım makinesine yerleştiriniz.
5. Bobin bağlama iplerini sargı makarasına yerleştiriniz.

6. Bobin telini, onarım karteksinde belirtilen sipir sayısı kadar makara üzerine sarınız.
7. Sarım işlemi bittiğinde bobin bağlama ipleriyle kenarlarından sargıyı sıkıca bağlayınız.
8. Sargı çıkışındaki bobin telini pay bırakarak uygun uzunlukta kesiniz ve sarım makinesinden sargı makarasını çıkarınız.
9. Makara ortasındaki ahşap kalıbı elinizle itiniz ve sargı demetini ahşap kalıptan dikkatli bir şekilde çıkarınız.
10. Yukarıdaki işlem basamaklarını uygulayarak diğer arızalı endüktör sargılarının sarımını yapınız.
11. Sargı demetlerinin sarım yönünü dikkate alarak giriş ve çıkış uçlarına farkı renkte makaron takınız.
12. Sargı demetlerinin bandajlama işlemini yapınız.
13. Sargı demetlerini kutup ayağına geçirip şekil vererek sargı yastığı hâline getiriniz.
14. Sargı yastığını, içinde izolasyon verniği bulunan kaba daldırarak vernikleme işlemini yapınız.
15. Sargı yastığını doğal hava ortamı veya fırın sıcaklığında kuruması için bir süre bekletiniz.
16. Kuruyan sargı yastıklarını kutup ayaklarına yerleştiriniz.
17. Karşılıklı yerleştirilen sargıların kendi aralarındaki bağlantılarını manyetizmaya uygun bir şekilde yapınız.
18. Yaptığınız uygulamayı öğretmeninize kontrol ettiriniz.
19. Endüktör onarımı tamamlanan DC motorun parçalarını monte ediniz ve öğretmen gözetiminde çalışmasını test ediniz.
20. Verilen malzemeleri öğretmeninize teslim ederek çalışma ortamınızı temizleyiniz.

SORULAR

1. Sarım işlemi bittikten sonra neden sargı uçlarına farklı renkte makaronlar takılır? Açıklayınız.
2. Doğru manyetizmayı sağlamak için endüktör sargısı motora yerleştirilirken nasıl bir işlem yapmak gerekir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Sargı makarasının doğru yapılması	20	
Sınıfı:	**2.** Sarım işleminin doğru yapılması	20	
Numarası:	**3.** Sargının doğru bandajlanması	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Sargının manyetizmaya uygun yerleştirilmesi	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümleleri okuyunuz ve cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. ( ) DC motorun endüktörü, sargı ve kutup ayağından oluşur.

2. ( ) Endüktörün arıza tespiti DC motor söküldükten sonra yapılır.

3. ( ) Endüktör sargısı sarımından önce onarım karteksi hazırlanır.

4. ( ) Yeniden sarılacak sargının sipir sayısı, arızalı sargıdan daha fazla olmalıdır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Endüktör sargısının sarımında iletken olarak ..... bobin teli kullanılır.

6. Endüktör sargı iletkenlerinin çapları ..... ile ölçülür.

7. Sarım işleminden önce ahşap malzemeden ..... hazırlanır.

8. Sarım işlemi biten sargı demetine ..... işlemi yapılır.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

9. Endüktörü arızalı bir DC motorun onarım karteksine aşağıdakilerden hangisi kaydedilir?

A) Cıvata sayısı **B)** Makaron rengi **C)** Motor boyutu

D) Motor tipi **E)** Moment değeri

10. Endüktör sargı makarasının ölçüleri aşağıdakilerden hangisine göre belirlenir?

A) Bobin tel çapı B) Kutup ayağı C) Kolektör

D) Motor gövdesi E) Motor kapağı

11. Endüktör sargısının izolasyonunda aşağıdaki malzemelerden hangisi kullanılır?

A) Bağlama ipi B) Bobin teli C) Pas sökücü

D) Sargı yastığı E) Vernik

12. Sağ el kuralı, aşağıdakilerden hangisinin yönünü belirlemek için uygulanır?

A) Düşük akım B) Devir sayısı C) Manyetik alan

D) Kalkınma momenti E) Yüksek akım

7. ÖĞRENME BİRİMİ

ENDÜVİ SARIMI

KONULAR

7.1. ENDÜVİ SARGISI SÖKÜMÜ
7.2. ENDÜVİYİ SARIMA HAZIRLAMA
7.3. BASİT PARALEL ENDÜVİ SARIMI
7.4. ÇOKLU PARALEL ENDÜVİ SARIMI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- **DC motorun arızalı endüvi sargısını işlem basamaklarına uygun sökme**
- **Endüviyi sarıma hazırlama**
- **Basit paralel endüvi sarımı yapma**
- **Çoklu paralel endüvi sarımı yapma**

TEMEL KAVRAMLAR

DC motor, DC motor bobinajı, endüvi, endüvi sargısı, kolektör, emaye bobin teli, mikrometre, DC motor fırçası

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. **Endüviye yerleştirilen sargıların sizce DC motordaki görevi nedir? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.**
2. **Bir DC motor endüvisinin arızalı olduğu sizce nasıl anlaşılır? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.**

7.1. ENDÜVİ SARGISININ SÖKÜMÜ

DC motor endüvi sargıları, aşırı yük veya mekanik zorlanmalar sonucu oluşan aşırı akımdan dolayı yanabilir. Yanan sargılar sökülerek aslına uygun bir şekilde yeniden sarılır.

7.1.1. Endüvi Sökülmeden Önce Kaydedilecek Değerlerin Belirlenmesi

DC motor sökülerek endüvisi çıkarılır. Endüvi sargılarının yanıp yanmadığı gözle kontrol edilir. Sargı arızasından emin olmak için AVOmetre propları kolektör dilimlerine temas ettirilerek sargılar kontrol edilir. Sargının kısa devre ve kopukluk arızasını kontrol etmek için endüvi sargı test cihazı (growler) kullanılabilir. Sargı arızası kontrol edildikten sonra motor ve endüvi bilgilerini içeren onarım karteksi hazırlanır. Onarım karteksine müşteri bilgileri, etiket değerleri, DC motorun tipi ve kutup sayısı kaydedilir. Sonra motor sökülerek arızalı endüvi çıkarılır. Endüvinin oyuk ve kolektör dilimleri sayılarak kartekse kaydedilir. Sargılar kontrol edilerek endüvi sarım tipi (klasik, V tipi, H tipi vb.), sargının oyuk adımı (Yx), çokluk sayısı (m), bir oyuktaki bobin kenar sayısı (u) ve fırça konumu tespit edilir ve bunlar kaydedilir. Daha sonra endüvi sökülerek sipir sayısı ve iletken çapı tespit edilir (Görsel 7.1).

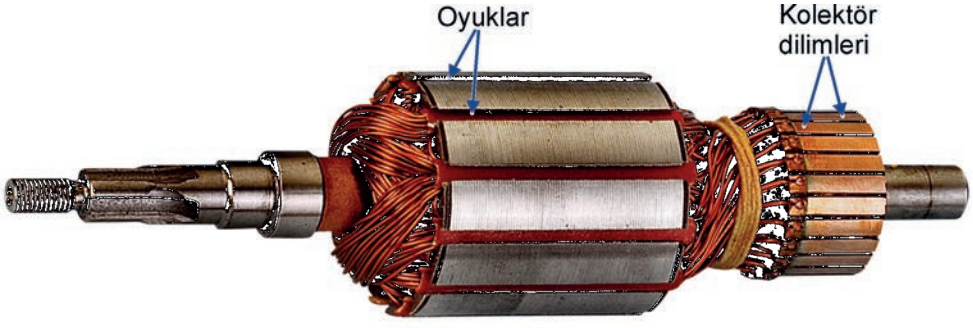
ENDÜVİ ONARIM KARTEKSİ

Teslim Alma ve Müşteri Bilgileri	Makinenin Markası : ..... Makineyi Teslim Eden: ..... Telefon ve Adres : ..... Makineyi Teslim Alan : ..... Makine Arıza Bilgileri : .....
Motor Tipi ve Kutup Sayısı	Motor Tipi : ..... Kutup Sayısı: .....
Motorun Etiket Bilgileri	Çalışma Gerilimi (V): ..... Çalışma Akımı (A) : ..... Motorun Gücü (kW) : ..... Devir Sayısı (d/dk) : .....
Endüvi Bilgileri	Oyuk Sayısı (X) : ..... Kolektör Dilimi Sayısı (K) : ..... Sarım Tipi : ..... Oyuk Adımı (Yx) : ..... Çokluk Sayısı (m) : ..... Oyuktaki Bobin Kenarı Sayısı (u): ..... Fırçaların Konumu : ..... Sargı Sipir Sayısı : ..... İletken Çapı (mm) : .....

Görsel 7.1: DC motorun endüvi onarım karteksi

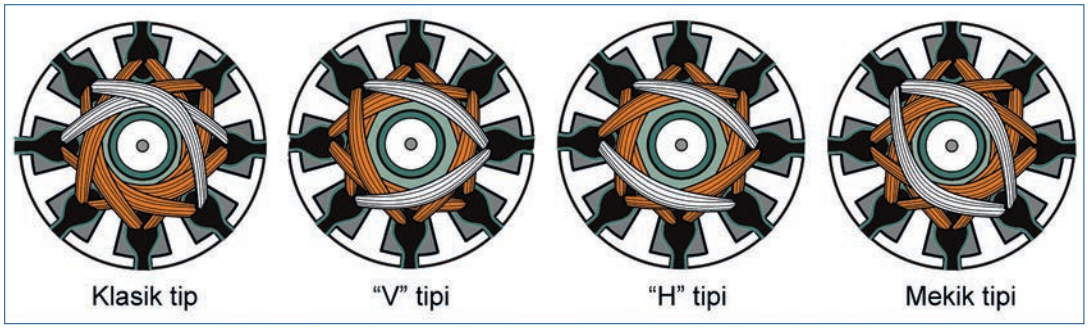
Onarım karteksine kaydedilen endüvi bilgileri, aşağıdaki gibi tespit edilir:

Oyuk ve Kolektör Dilim Sayısı: Oyuk sayısı, endüvi üzerinde kanal şeklinde açılan ve sargıların yerleştirildiği boşlukların sayısıdır. Boşluklar dikkatli bir şekilde sayılarak kartekse kaydedilir. Oyuk sayısı, endüvi sarım hesaplamalarında "X" harfi ile ifade edilir. Endüvi ile beraber aynı mil üzerinde bulunan kolektör, endüvi sargılarının giriş ve çıkış uçlarının bağlandığı bakır dilimlerden oluşur. Bakır dilimler mika yalıtkanıyla birbirinden izole edilmiştir. Kolektör dilim sayısı, endüvi sarım hesaplarında "K" harfi ile ifade edilir (Görsel 7.2).



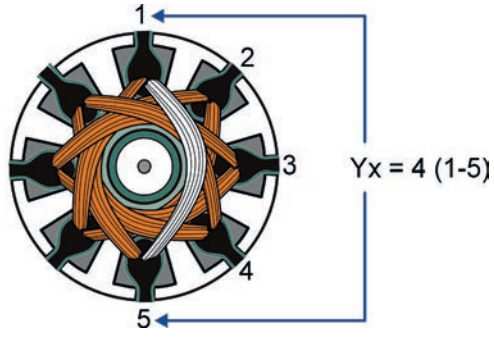
Görsel 7.2: Endüvinin oyuk ve kolektör dilimleri

Sarım Tipi: Endüvi sarımı yapılırken sargılar bir tarafa yığılıp endüvi balansını olumsuz etkileyebilir. Sargıların endüvi oyuklarına dengeli bir şekilde dağıtılması için klasik tip, **V tipi**, **H tipi** ve **mekik tipi** sarımlar uygulanır. Sarım tipini belirlemek için endüvinin kolektör olmayan tarafındaki sargı yığınına bakılır. Sargının en üstteki iki bobini sırayla üst üste binmiş ise bu klasik tiptir. Üstteki iki bobin "V" harfine benziyorsa V tipi, "H" harfine benziyorsa H tipi kısa adımlı sarımlardır. Sargının bittiği oyuktan diğer sargı başlıyorsa bu mekik tipi sarımdır (Görsel 7.3). Ayrıca bazı endüvi sargılarında **yıldız tipi** sarımlar da uygulanır.



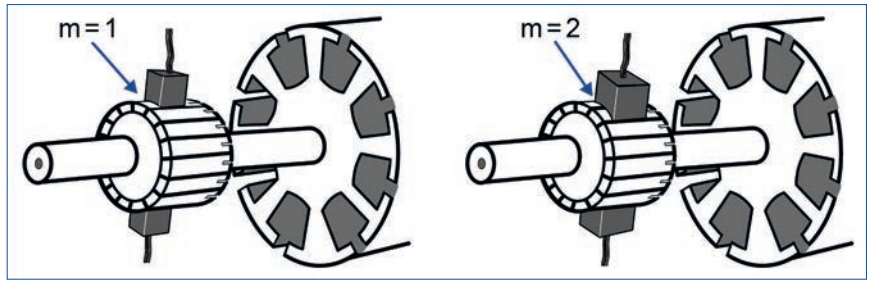
Görsel 7.3: Sekiz oyuklu, iki kutuplu endüvi sargısında sarım tipleri

Oyuk Adımı: Sargı kenarlarının yerleştiği endüvi oyukları arasındaki mesafedir. Sargı adımı "Yx" olarak ifade edilir. Örneğin **Yx = 4** ise sargı kenarları, "1" ve "5" numaralı oyuklara yerleştirilir (Görsel 7.4).



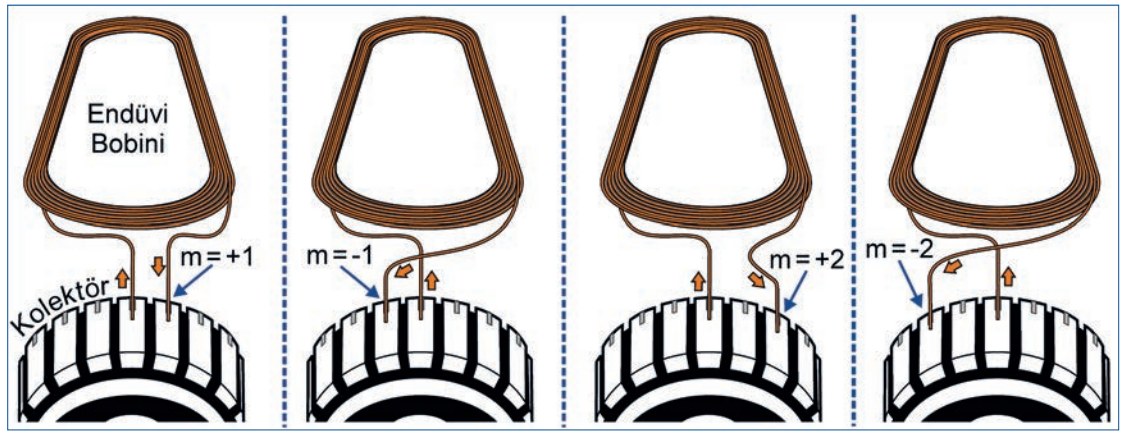
Görsel 7.4: Sekiz oyuklu, iki kutuplu endüvi sargısının oyuk adımı

Çokluk Sayısı: Fırçaların bastığı kolektör dilim sayısıdır. "m" harfi ile ifade edilen çokluk sayısını tespit etmek için motor fırçalarının genişliğine bakmak gerekir. Eğer fırça tek dilime basıyorsa sarım hesaplamalarında **m = 1** değeri alınır. Fırça, iki dilime birden basıyorsa **m = 2**'dir (Görsel 7.5).



Görsel 7.5: Fırçaların kolektör dilimlerine basması ve çokluk sayısının tespiti

Endüvi bobinlerinin giriş ve çıkışlarının kolektör dilimlerine nasıl bağlandığı tespit edilmelidir. Bobin uçlarının bağlantı şekli çokluk sayısının işaretini belirler. Endüvideki bir bobinin çıkışı, giriş ucunun bağlı olduğu kolektör diliminin sağına (bir mika yalıtkanından sonra) yerleştirilmiş ise çokluk sayısı **m = +1** olarak kaydedilir. Sargının çıkış ucu, girişin solundaki (bir mika yalıtkanından sonra) dilime bağlanmış ise **m = -1** olarak kaydedilir. Çokluk sayısı **m = +2** ve **m = -2** olan endüvide ise bobin giriş çıkışları arasında iki mika yalıtkanı bulunur (Görsel 7.6). Çokluk sayısının işareti belirlenirken bobinlerin uçlarının tespiti, AVOmetre probunun kolektör dilimleri üzerine temas ettirilmesi ile yapılır.



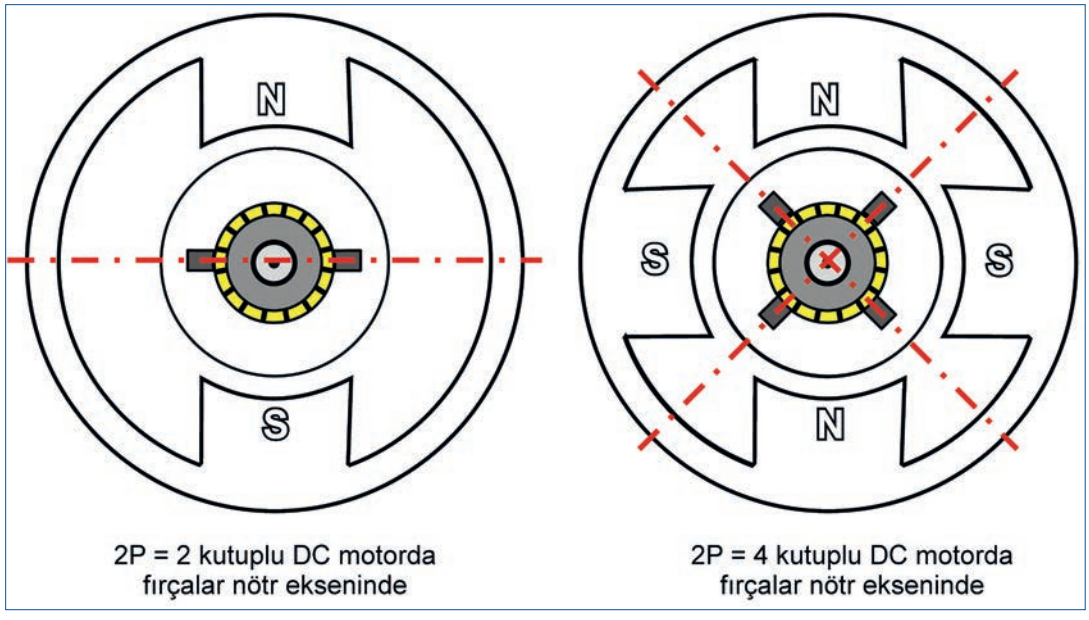
Görsel 7.6: Çokluk sayısının işaretine göre endüvi bobin uçlarının kolektöre bağlanması

Oyuktaki Bobin Kenarı Sayısı: Bu sayı "u" harfiyle gösterilir. Bir endüvi oyuğundaki bobinin sadece giriş kenarlarını veya sadece çıkış kenarlarını temsil eden sayıdır. Oyuktaki bobin kenarları sayılarak tespit edilir. Bir oyukta iki adet kenar sayıldıysa bu kenarlardan biri bobin giriş kenarı, diğeri çıkış kenarı olduğundan **u = 1**'dir. Eğer oyukta dört adet kenar bulunuyorsa bunlardan iki tanesi bobin girişi, diğer iki tanesi bobin çıkışı olacağından **u = 2**'dir (Görsel 7.7).

Görsel 7.7: Endüvinin bir oyuğundaki bobin kenarları

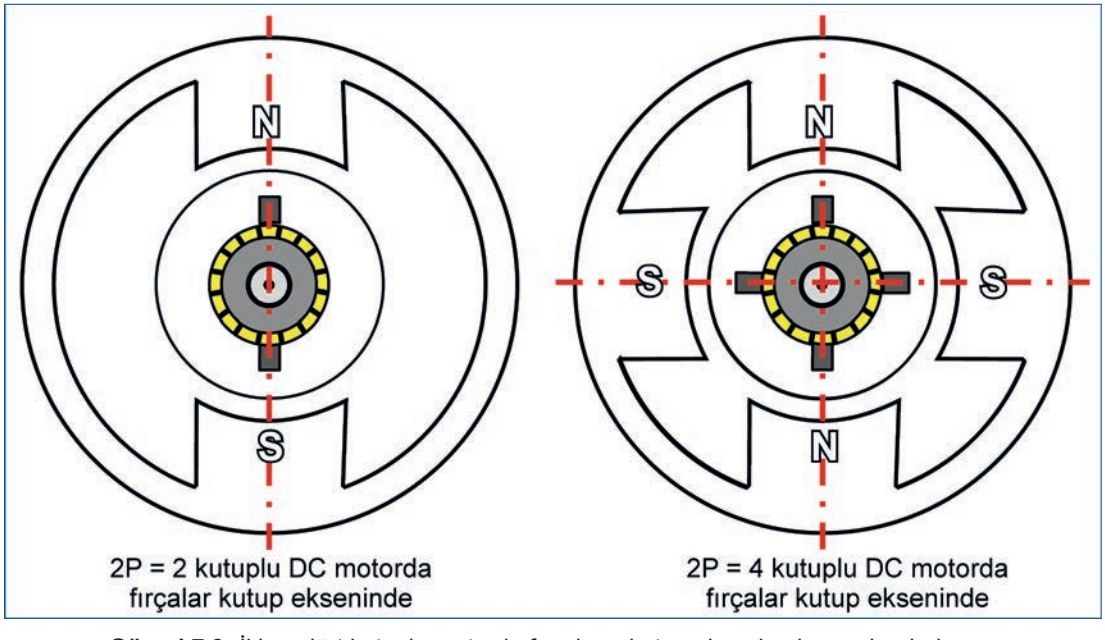
Fırçaların Konumu: Endüvi sarım şeması çiziminde ve sarımında fırçaların konumunu tespit etmek önemlidir. DC motorda kolektör üzerindeki fırçalar, nötr eksenine veya kutup eksenine konumlandırılır.

Nötr ekseni, endüktör kutup manyetik alanının endüvide oluşturduğu en zayıf EMK noktalarının bulunduğu eksendir. Bu eksen karşılıklı yerleştirilen kutup ayakları arasındaki boşluklardır. DC motor söküldüğünde fırça yuvalarının kutup ayaklarının ortasına gelecek şekilde hizalandığı tespit edilirse karteksin ilgili kısmına **fırçalar nötr ekseninde** ifadesiyle kaydedilir (Görsel 7.8).



Görsel 7.8: İki ve dört kutuplu motorda fırçaların nötr eksenine konumlandırılması

Kutup ekseni, endüktör kutuplarının oluşturduğu manyetik alanın en kuvvetli olduğu noktaların bulunduğu eksendir. Bu eksen karşılıklı yerleştirilen kutup ayaklarının tam ortasındaki noktalardır. DC motor söküldüğünde fırça yuvalarının kutup ayaklarının ortasına gelecek şekilde hizalandığı tespit edilirse **fırçalar kutup ekseninde** olarak kartekse kaydedilir (Görsel 7.9).

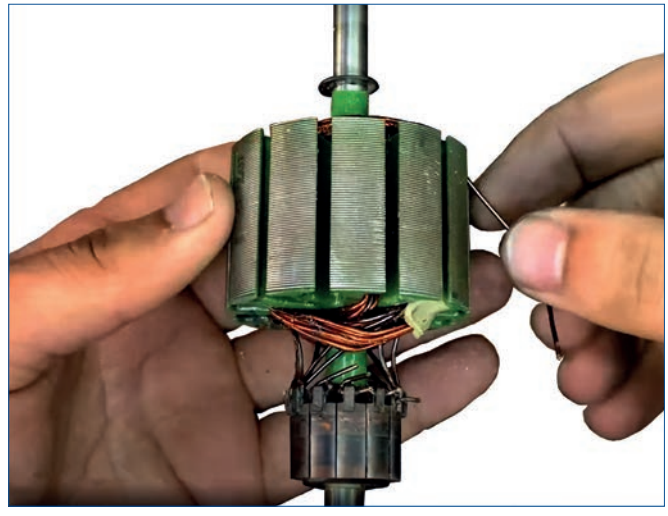


Görsel 7.9: İki ve dört kutuplu motorda fırçaların kutup eksenine konumlandırılması

7.1.2. Endüvi Sargılarının Sökülmesi ve Sipir Sayısının Tespiti

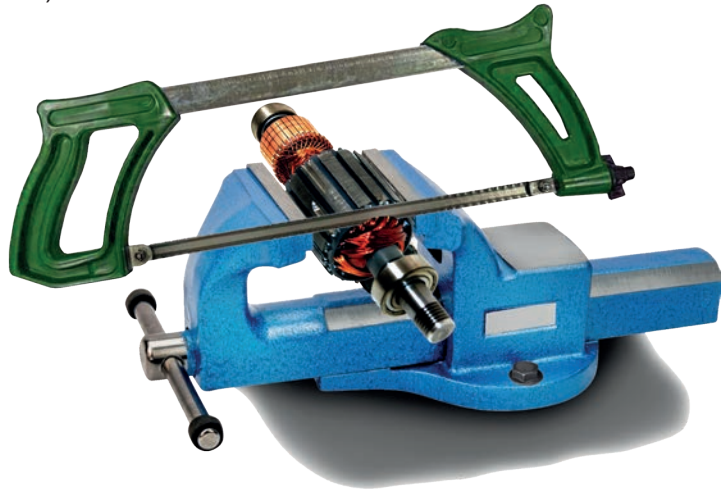
Arızalı endüvinin yanan sargıları, el ile sökülerek veya kesilerek yerinden çıkarılır. Sökme işlemi sırasında sargının sipir sayısı tespit edilir.

Endüvi Sargılarının El ile Sökülmesi: Sökülecek endüvi sargıları izolasyon verniğinin etkisiyle sertleşmiş olabilir. Bu durumda sargılara vernik çözücü solüsyon sürülerek sargıdaki iletkenlerin birbirinden ayrılması kolaylaştırılır. Sökme işleminde önce oyuklardaki bobinlerin üzerinde bulunan sıkıştırma çubukları çıkarılır. En üstteki bobin giriş ucu, kolektör diliminden çıkarılır ve bobin telleri elle sökülür. Sökülen ilk bobinin sipir sayısı tespit edilir ve onarım karteksine kaydedilir. Bütün bobinlerin sipir sayıları aynı olduğundan diğer bobinlerin iletkenlerini saymaya gerek yoktur (Görsel 7.10).



Görsel 7.10: Endüvi sargılarının el ile sökülmesi

Endüvi Sargılarının Kesilerek Çıkarılması: Endüvi sargıları, el ile sökülemeyecek durumda ise kesilerek oyuklardan çıkarılır. Bu işlemi yapmak için endüvi gövdesi bir mengeneye sıkıştırılır. Demir testeresi ile sargının her iki tarafı gövde hizasından kesilir. Oyuğa girecek genişlikte olan bir demir çubuk, oyuk içinde kalan sargıya dik olacak şekilde tutulur. Çekiçle demir çubuğa vurularak ilk sargı, yerinden çıkarılır. Çıkarılan ilk sargı demetindeki bobin telleri sayılarak sipir sayısı tespit edilir ve onarım karteksine kaydedilir. Daha sonra aynı şekilde bütün sargı demetleri oyuklardan çıkarılır (Görsel 7.11).



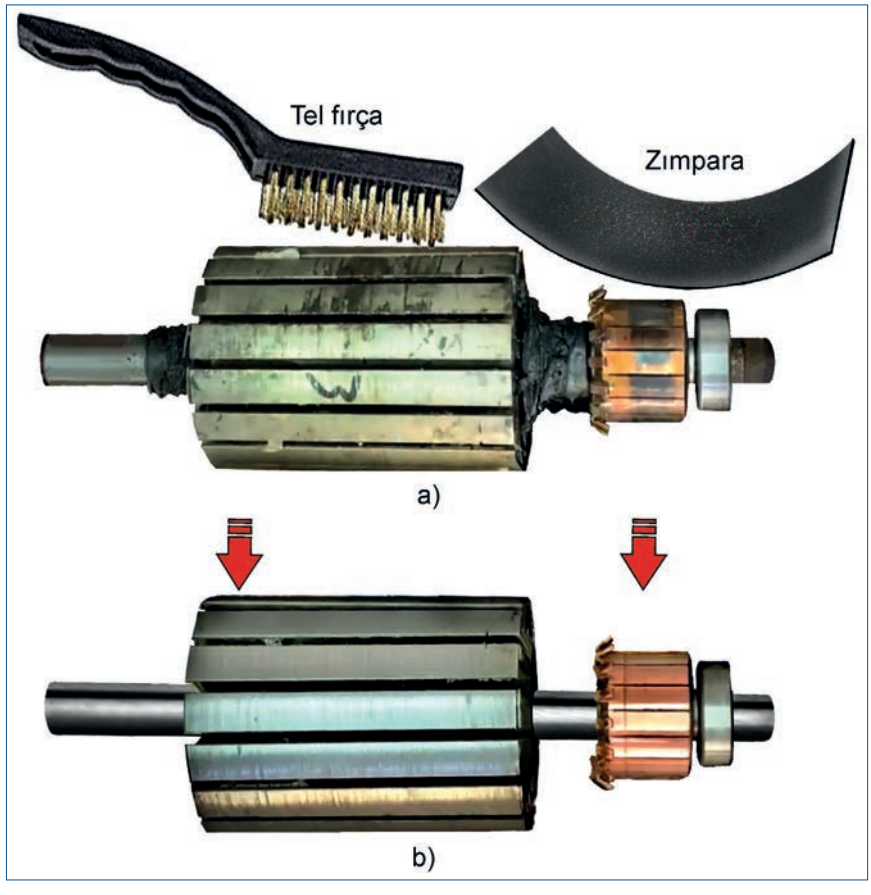
Görsel 7.11: Endüvi sargılarının kesilerek çıkarılması

7.1.3. İletken Çapının Ölçülmesi ve Sökülen Endüvinin Temizlenmesi

Endüvi bobinleri söküldükten sonra yıpranmamış bir bobin teli seçilir ve düzeltilir. Mikrometrenin çenesine sıkıştırılan bobin telinin çapı ölçülür ve tespit edilen değer onarım karteksine kaydedilir (Görsel 7.12).

Görsel 7.12: Mikrometre ile iletken çapının ölçülmesi

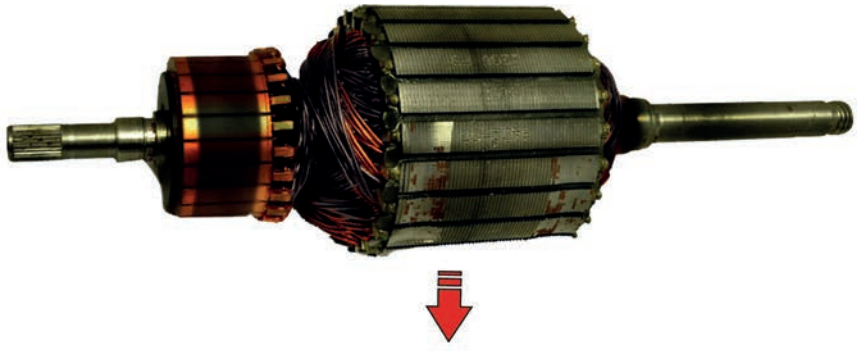
Sökülen endüvinin yüzeyinde ve oyuk içlerinde vernik kalıntıları, presbant parçacıkları olabilir. Oyukların içine yeni presbant konulacağından bir demir çubuk yardımıyla kalıntıların iyice temizlenmesi gerekir. Vernik kalıntıları; vernik çözücü, solvent gibi sıvılar kullanılarak yumuşatılabilir. Endüvi gövdesi ve mil, tel fırça veya çakı yardımıyla temizlenir. Daha sonra kolektör dilimlerine bağlı iletken parçacıkları temizlenir. Bakır dilimler arasındaki mika yalıtkanlarına yapışan parçacıklar, sivri uçlu bir metal ile kazınır. Kolektör dilimleri, ince bir zımpara yardımıyla zımparalanarak parlatılır (Görsel 7.13.a). Zımparayla gövde ve mil temizlendikten sonra endüvi, sarıma hazır hâle gelir (Görsel 7.13.b).



Görsel 7.13: Sökülen endüvinin temizlenmesi

1. Uygulama	ARIZALI ENDÜVİ SARGILARININ SÖKÜLMESİ

AMAÇ: DC motorun arızalı endüvi sargılarını sökmek.



Teslim Alma ve Müşteri Bilgileri	Makinenin Markası : ..... Makineyi Teslim Eden: ..... Telefon ve Adres : ..... Makineyi Teslim Alan : ..... Makine Arıza Bilgileri : .....
Motor Tipi ve Kutup Sayısı	Motor Tipi : ..... Kutup Sayısı: .....
Motorun Etiket Bilgileri	Çalışma Gerilimi (V): ..... Çalışma Akımı (A) : ..... Motorun Gücü (kW) : ..... Devir Sayısı (d/dk) : .....
Endüvi Bilgileri	Oyuk Sayısı (X) : ..... Kolektör Dilimi Sayısı (K) : ..... Sarım Tipi : ..... Oyuk Adımı (Yx) : ..... Çokluk Sayısı (m) : ..... Oyuktaki Bobin Kenarı Sayısı (u): ..... Sargı Sipir Sayısı : ..... İletken Çapı (mm) : .....

Görsel 7.14: Arızalı endüvi ve onarım karteksi

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Endüvi	Sargıları yanmış endüvi	1 adet
Ölçü aleti	AVOmetre	2 adet
Vernik çözücü	-	1 adet
Temizleme gereçleri	Tel fırça ve zımpara	Birer adet
El aletleri	Demir testeresi, plastik tokmak, çekiç, yan keski, kargaburnu, çakı	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlarken iş eldiveninizi giyip iş gözlüğünüzü takınız.
2. Görsel 7.14'teki onarım karteksini hazırlayarak teslim alma ve müşteri bilgilerini doldurunuz.
3. Motorun etiket bilgilerini kartekse kaydediniz.
4. DC motorun tipini ve kutup sayısını kartekse kaydediniz. DC motoru sökerek endüviyi çıkarınız.
5. AVOmetre ile endüvi sargılarının kısa devre ve kopukluk kontrolünü yapınız.
6. Vernikle sertleşmiş endüvi sargılarına vernik çözücü sürerek iletkenlerin yumuşamasını bekleyiniz. Vernik çözücü kullandığınızda maske takınız.
7. Endüvinin oyuk sayısını, kolektör dilim sayısını, sarım tipini, oyuk adımını, çokluk sayısını ve bir oyuktaki bobin kenarı sayısını tespit edip onarım karteksine kaydediniz.
8. Sargı uçlarını kolektörden ayırınız. Oyukların içindeki çıtaları çıkarınız.
9. Endüvinin en üstteki bobin iletkenlerini el ile sökünüz. Eğer sargılar sökülemeyecek derecede sert ise demir testeresi kullanarak sargıyı her iki tarafından keserek çıkarınız. Sipir sayısını tespit edip kartekse kaydediniz.
10. Mikrometre ile sökülen iletkenin tel çapını ölçünüz ve kartekse kaydediniz.
11. Diğer endüvi sargılarını tamamen söküp endüvi oyuklarını boşaltınız.
12. Tel fırçayla oyuklarda, endüvi gövdesinde ve mil üzerindeki kalıntıları temizleyiniz.
13. Kolektörün bakır dilimleri arasındaki mika yalıtkanları üzerinde kalan parçaları, artıkları temizleyiniz.
14. Kolektör dilimlerini ince zımpara ile temizleyiniz.
15. Yaptığınız uygulamayı öğretmeninize kontrol ettiriniz.
16. Verilen malzemeleri öğretmeninize teslim ederek çalışma ortamınızı temizleyiniz.

SORULAR

1. Endüvi sargıları sökülmeden önce hangi bilgiler onarım karteksine kaydedilir? Açıklayınız.
2. Arızalı endüvi sargıları hangi yöntemlerle sökülür? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Endüvi onarım karteksinin doğru hazırlanması	20	
Sınıfı:	**2.** Endüvi sargılarının doğru sökülmesi	20	
Numarası:	**3.** Sargının sipir sayısı ve tel çapının doğru tespiti	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Sökülen endüvinin temizlenmesi	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

7.2. ENDÜVİYİ SARIMA HAZIRLAMA

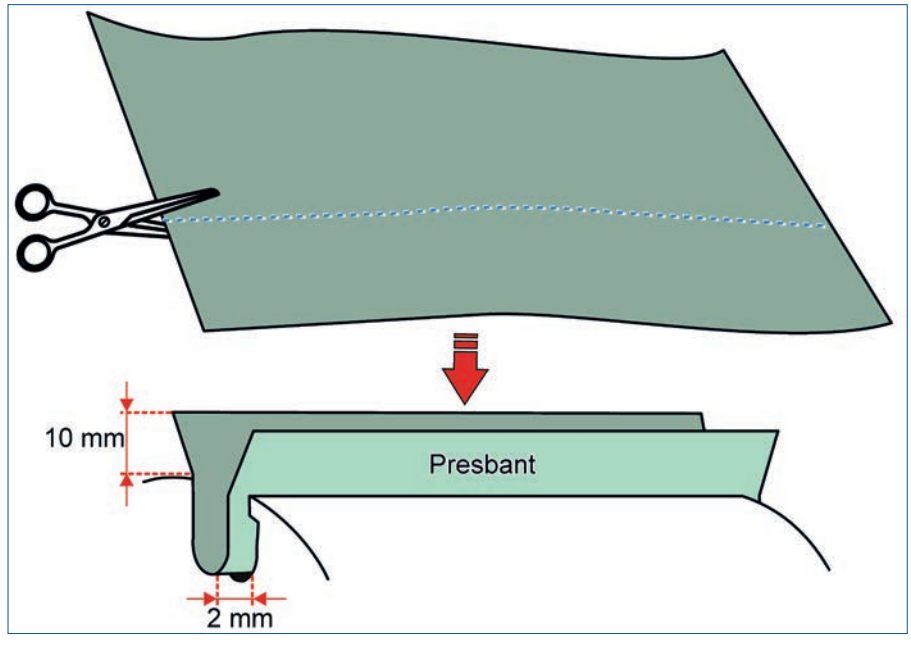
Sargıları sökülüp temizlenen endüvinin, sarılmadan önce yalıtım işlemleri yapılır. Yalıtım işlemlerinden sonra iletken seçimi ve sarım malzemeleri hazırlanır.

7.2.1. Endüvinin Yalıtılması

Presbant, vernik emdirilmiş kâğıt veya PVC malzemeden yapılan ısıya dayanıklı izolasyon kâğıtlarıdır. Presbantlar motor ve transformatör gibi bütün elektrik makinelerinin bobinajında kullanılır. Makinede sargı ile demir gövdeyi yalıtma veya iki sargıyı birbirinden izole etme işlemlerinde kullanılır (Görsel 7.15).

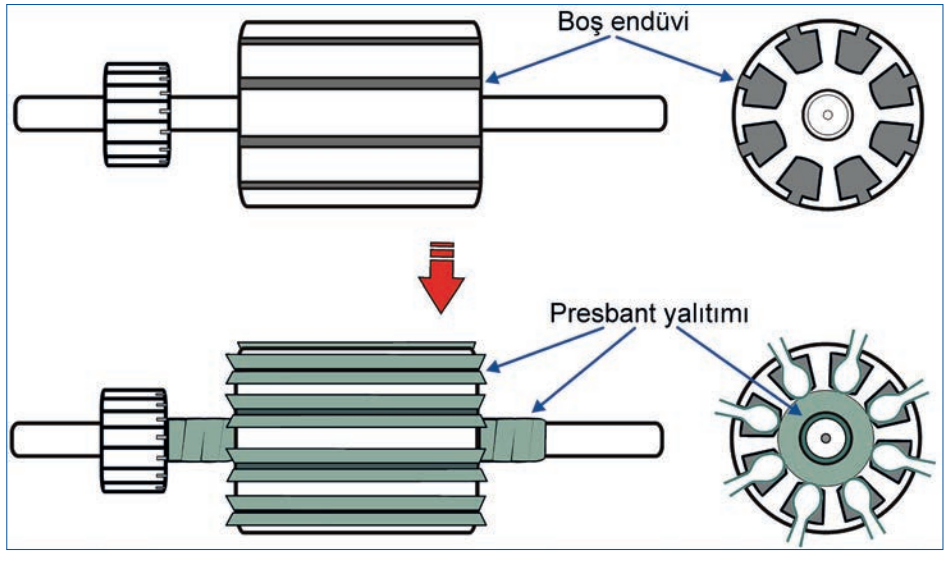
Görsel 7.15: Presbant

Endüvi sarımlarında genellikle PVC presbantlar kullanılır. Sarımı yapılacak boş endüvi oyuklarının yalıtımı için oyuk ölçüsü alınır. Oyuk köşelerinde sargıların gövdeyle temas etmemesi için oyuk presbantı, oyuğun her iki tarafından 2 mm taşacak şekilde işaretlenir. Ayrıca presbant, oyuk yüksekliğinden 10 mm daha fazla olacak şekilde işaretlenerek sarım sırasında bobin telinin gövdeye temas edip zarar görmesini engeller. Sarım bittikten sonra bu 10 mm'lik presbant fazlalığı makasla kesilir. İşaretlenen ilk presbant, makasla kesilerek oyuğa yerleştirilip test edilir. Bu ilk oyuk presbantı, diğer oyuklar için şablon olarak kullanılır (Görsel 7.16).



Görsel 7.16: Endüvi oyuk presbantının hazırlanması

Şablon olarak yapılan ilk oyuk presbantı, oyuk sayısı kadar aynı ölçülerde kesilir. Kesilen presbantlar oyuklara yerleştirilir. Daha sonra endüvinin mil ile birleşen her iki yüzeyi için yuvarlak şekilde presbantlar kesilerek bu yüzeylere yapıştırılır. Ayrıca sargıların mil ile temasını önlemek için endüvinin her iki tarafındaki mil yüzeyi presbant ile yalıtılır (Görsel 7.17).

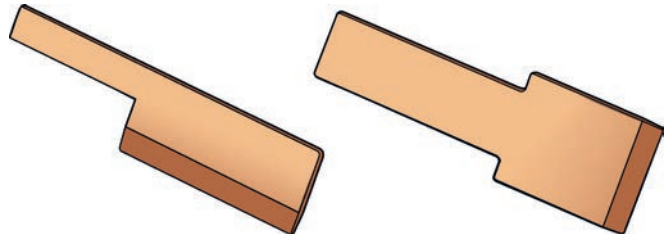


Görsel 7.17: Endüvinin presbant ile yalıtılması

7.2.2. Endüvi Sarım Malzemelerinin Hazırlanması

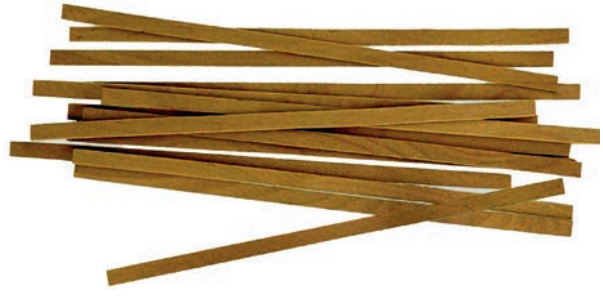
Endüvi sarımına başlamadan önce sarımda kullanılacak malzemeler hazırlanır.

Sargı Kavelası: Sarım işlemi bittikten sonra oyuklardaki bobinleri sıkıştırarak yerleştirmek için kullanılan malzemeye **sargı kavelası** denir. Kavela, endüvi oyuklarına girecek ölçülerde yapılmalıdır. Bobinlerin sıkıştırma işleminde iletken emayenin yaralanmaması için sargı kavelası ahşap veya fiber malzemeden yapılır (Görsel 7.18).



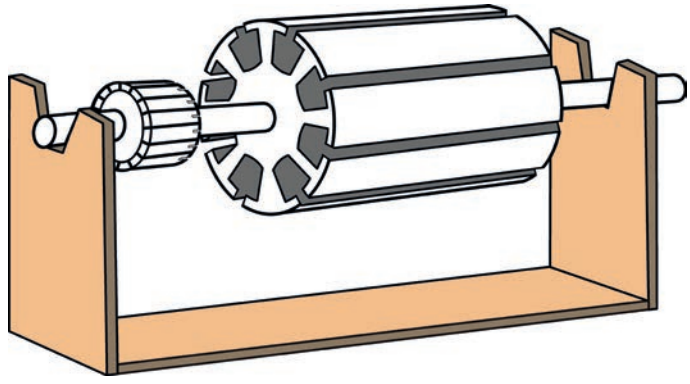
Görsel 7.18: Çeşitli sargı kavelaları

Oyuk Çıtaları: Endüvi bobinleri oyuklara yerleştirildikten sonra bobinlerin üstüne oyuk çıtaları yerleştirilir. Bu çıtalar genellikle ahşap veya fiber malzemeden olup oyuk genişliğinde yapılır. Endüvi yüksek hızla dönerken sargıların merkezkaç kuvvetiyle dışa doğru çıkmasını önler (Görsel 7.19).



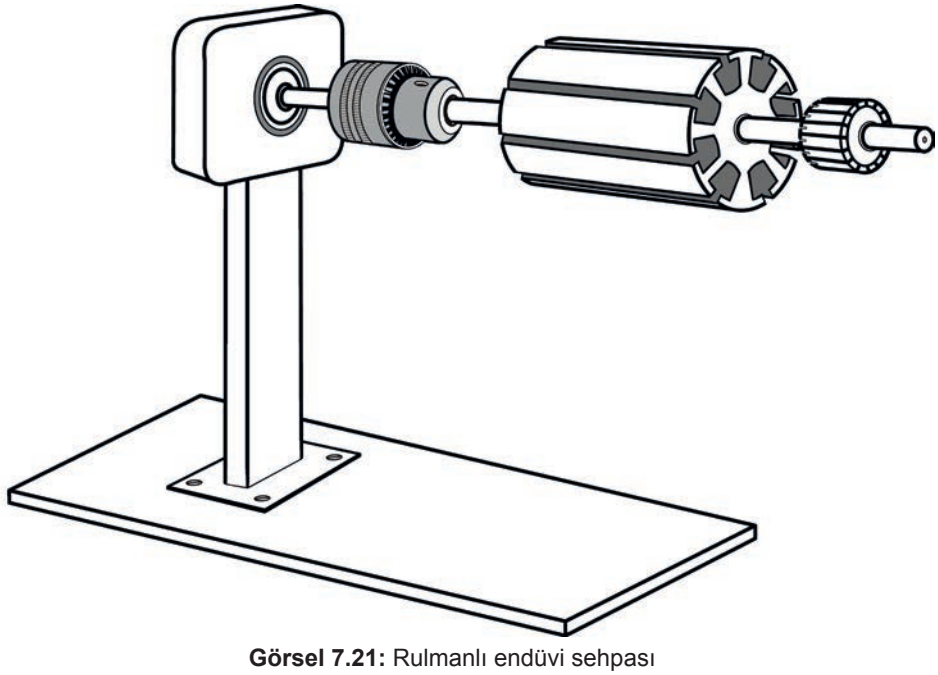
Görsel 7.19: Ahşap oyuk çıtaları

Endüvi Sarım Düzeneği: Sarım yapılırken endüvinin sağa ve sola hareket ettirilmesini sağlayan bir sarım düzeneği kullanılır. Bu düzeneği hazırlamanın en kolay yöntemi, üç adet tahtayla yapılan endüvi sehpasıdır. Sarım işleminde endüvi, tahta üzerindeki kanala yerleştirilir (Görsel 7.20).



Görsel 7.20: Ahşap endüvi sehpası

Endüvi sarım düzeneği olarak kullanılan başka düzenek de rulmanlı endüvi sehpasıdır. Bu sehpada endüvi mili rulman milindeki mandrene monte edilir ve bu şekilde sarım işlemi yapılır (Görsel 7.21).



Görsel 7.21: Rulmanlı endüvi sehpası

Sarım Sonunda Kullanılan Diğer Araç ve Gereçler: Sarım sonunda kolektörün özelliğine göre endüvi bobin uçlarını kolektör dilimlerine sabitlemek için çeşitli araçlar kullanılır. Bazı kolektörlerde bobin ucu bakır dilimindeki kanala yerleştirilir ve metal nokta aletine çekiçle vurularak iletken tel, dilime sabitlenir. Başka bir yöntem ise iletkeni bakır dilime lehimlemektir. Bunun için havya ve lehim gereçleri kullanılır. Sarım bittiğinde sargıları oyuklara sabitlemek amacıyla bandaj ipi kullanılır. Sarım sonunda sargı yalıtımını artırmak için endüvi sargılarına izolasyon verniği uygulanır. Yalıtım işlemleri bittikten sonra endüvi yalıtımının growler cihazında test edilmesi gerekir. Son olarak balans makinasında balansı düzeltilen endüvi, DC motora monte edilir ve motor çalıştırılır.

Bobin Teli Seçimi: Bütün motor sargılarında kullanılan emaye kaplı bobin telleri, %99 saflığa sahip bakırdan elde edilmiştir. Üretim tesislerinde 1250 ^{0}C'de ayrıştırılan ve elektroliz yöntemiyle saflaştırılan bakır maddesi, kalıplardan 8 mm kalınlığında tel olarak çıkarılır. Daha sonra haddeleme ünitesinde 700 ^{0}C'lik ısıl işlem altında standart küçük çaplarda teller elde edilir. Farklı çaplardaki bu bakır teller, emaye adı verilen ısı ve neme dayanıklı izolasyon sıvısına daldırılır. Etrafındaki emaye izolasyon sıvısı kurutulduktan sonra bakır tel, makaralara sarılarak kullanıma sunulur.

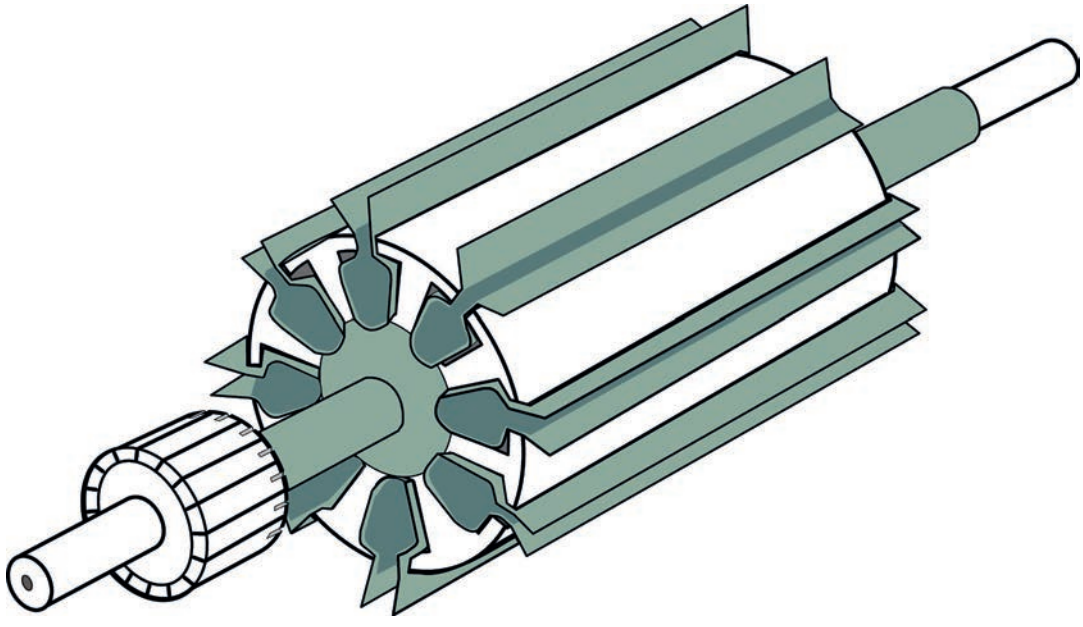
Arızalı endüviden örnek olarak alınan emaye bobin telinin çapı, mikrometre ile ölçülür. Ölçülen değere göre standart tel çapı tablosundan bobin teli seçimi yapılır. Mikrometreyle yapılan ölçümde bulunan değer, ölçme hatasından dolayı tel çapı tablosunda yazılan değerlerle birebir eşleşmeyebilir. Bu durumda ölçülen değer, tabloda yazılan tel çapı değerlerine en yakın olana göre alınır. Örneğin mikrometreyle ölçülen tel çapı değeri 0,33 mm ise tabloda yazılan en yakın standart değer 0,34 mm'dir (Tablo 7.1).

Tablo 7.1: Emaye Bobin Telinin Standart Çapları

EMAYE BOBİN TELİ ÇAPI (mm)	EMAYE BOBİN TELİ ÇAPI (mm)
0,03	→ 0,30-0,34
0,32	0,35-0,39
0,036	0,40-0,44
0,04	0,45-0,49
0,045	0,50-0,54
0,05	0,55-0,59
0,06	0,60-0,64
0,07	0,65-0,69
0,08	0,70-0,74
0,09	0,75-0,79
0,10	0,80-0,84
0,106	0,85-0,89
0,11	0,90-0,94
0,12	0,95-0,99
0,125	1,00-1,19
0,13	1,20-1,34
0,14	1,35-1,79
0,15	1,80-2,25
0,16	2,26-3,00
0,17	3,05-3,50
0,18-0,19	3,55-4,00
0,20-0,21	4,05-4,50
0,22-0,224	4,55-5,00
0,25-0,29 →	-

2. Uygulama	ENDÜVİNİN PRESBANT İLE YALITILMASI

AMAÇ: Sarımdan önce endüviyi presbant ile yalıtmak.



Görsel 7.22: Presbant ile yalıtılmış endüvi

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Endüvi	Sargıları sökülmüş ve temizlenmiş.	1 adet
Presbant	PVC veya kâğıt presbant	-
Makas	-	1 adet
Tutkal	Hızlı yapıştırıcı	1 adet
El aletleri	Cetvel veya kumpas	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlarken iş gözlüğünüzü takınız.
2. Endüvi oyuklarının temiz olup olmadığını kontrol ediniz.
3. Cetvel veya kumpas ile endüvi oyuğunun ölçüsünü alınız.
4. Presbantı oyuk ölçüsünde, makasla keserek oyuğa yerleştiriniz. Presbantın, oyukların önünde ve arkasında 2 mm, endüvi yüzeyinde ise 10 mm fazla olmasına dikkat ediniz.
5. Yerleştirdiğiniz presbant, oyuğa sorunsuz yerleştiyse presbantı yerinden çıkarınız.
6. İlk yaptığınız oyuk prensbantını şablon olarak kullanınız. Aynı ölçülerde oyuk sayısı kadar yeni presbantlar hazırlayınız.
7. Hazırladığınız bütün oyuk presbantlarını endüvi oyuklarına yerleştiriniz (Görsel 7.22).
8. Endüvinin ön ve arkasındaki yuvarlak yüzey için cetvelle ölçü alınız.
9. Yuvarlak şekilde kestiğiniz presbantları, endüvinin ön ve arka yüzeyine hızlı yapıştırıcı ile yapıştırınız.

10. Kolektör ile endüvi arasında kalan mili yalıtmak için bu kısmın ölçüsünü alınız. Aldığınız ölçüye göre presbant kesiniz.

11. Milin yalıtımı için kestiğiniz presbantı, mile sararak yapıştırınız.

12. Endüvi milinin kolektör olmayan tarafı için de aynı işlemleri yaparak mili presbant ile yalıtınız.

13. Yaptığınız uygulamayı öğretmeninize kontrol ettiriniz.

14. Verilen malzemeleri öğretmeninize teslim ederek çalışma ortamınızı temizleyiniz.

SORULAR

1. Endüvi oyukları neden yalıtılır? Açıklayınız.

2. Presbant ölçüsü alınırken oyuğun önünde ve arkasında neden 2 mm fazlalık bırakılır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Oyuk ölçüsünde presbant kesilmesi	20	
Sınıfı:	**2.** Presbantların oyuklara doğru biçimde yerleştirilmesi	20	
Numarası:	**3.** Endüvinin ön ve arka yüzeyinin doğru yalıtılması	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Endüvi milinin doğru yalıtılması	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

7.3. BASİT PARALEL ENDÜVİ SARIMI

DC motor endüvilerinde sargıların kolektör dilimlerine bağlanış şekline göre paralel veya seri sarımlar uygulanır. Doğru akım motorlarında daha verimli olması nedeniyle paralel sarımlar tercih edilir. Paralel sarımlar, basit paralel ve çoklu paralel sarım olmak üzere iki şekilde uygulanır.

Basit paralel sarım uygulamasına geçmeden önce endüvi sargıları sökülüp temizlenir ve presbant ile yalıtılır. Daha sonra onarım karteksine kaydedilen endüvi bilgilerine göre sarım hesabı yapılır ve sarım şeması çizilir. Sarım şeması dikkate alınarak endüviye basit paralel sarım uygulanır. Sarımı biten endüvi, vernikleme ve balans işlemlerinden sonra DC motora monte edilir.

7.3.1. Basit Paralel Endüvi Sarımında Kullanılan Değerler ve Formüller

Basit paralel endüvi sarımında endüvinin özelliklerine göre yapılan hesaplamalarda kullanılan değerler ve formüller aşağıdaki gibidir.

Oyuk Sayısı (X): Endüvi gövdesi üzerinde bulunan ve sargıların yerleştirildiği oyukların sayısıdır. Oyuk sayısı X = 8, X = 12, X = 24 veya daha farklı değerlerde olabilir.

Kolektör Dilim Sayısı (K): Sargı uçlarının kolektöre bağlandığı bakır dilimi sayısıdır. Kolektör dilim sayısı, endüvi oyuk sayısına eşit veya bu sayıdan daha fazla olabilir.

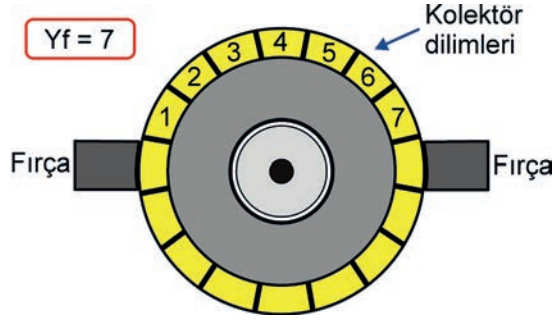
Kutup Sayısı (2P): DC motorun endüktör kutup sayısıdır. Kutup sayısı DC motorlarda 2P = 2, 2P = 4 veya daha farklı değerlerde olabilir.

Çokluk Sayısı (m): Sargının çokluk sayısıdır. Fırçanın kaç dilime bastığını ve sarımın ilerleyen veya gerileyen sarım olup olmadığını gösterir. Basit paralel endüvi sarımlarında çokluk sayısı m=1' şeklindedir.

Oyuk Adımı (Yx): Bu değer, sargı kenarlarının hangi oyuklara yerleştirileceğini belirler. Oyuk adımı $Yx = \frac{X}{2P}$ formülü ile hesaplanır. Hesaplama sonucunun değeri tam sayı olmalıdır. Sonuç, tam sayı olarak çıkmaz ise $Yx = \frac{X \mp q}{2P}$ formülü kullanılır. Formülde "X" değerine, "q" değeri kadar sayı eklenerek veya çıkarılarak sonucun tam sayı olması sağlanır.

Kolektör Adımı (Yk): Sargı giriş ve çıkış uçlarının hangi kolektör dilimlerine bağlanacağını gösteren değerdir. Basit paralel sarımlarda kolektör adımı çokluluk sayısına eşittir (YK = m).

Fırça Adımı (Yf): Kolektör üzerine basan iki fırça arasındaki bakır dilimlerin sayısını belirtir (Görsel 7.23). Fırça adımı $Yf = \frac{K}{2P}$ - Yk formülü ile hesaplanır. Bu değerin tam sayı olması gerekli değildir.



Görsel 7.23: Fırça adımı ve fırçaların yerleştirilmesi

Fırça Sayısı: Paralel sarımlarda fırça sayısı kutup sayısına (2P) eşittir.

Oyuktaki Bobin Kenarı Sayısı (u): Bir oyukta yer alan bobin kenarı sayısı $\frac{K}{X}$ formülüyle hesaplanır.

Paralel Kol Sayısı (2a): Endüvi bobin grupları, kolektörle temaslı fırçalar arasında paralel kollar oluşturur. Bu bobin gruplarının oluşturduğu paralel kol sayısı 2a = 2P . m formülüyle hesaplanır.

7.3.2. Basit Paralel Endüvi Sarım Hesabı

Basit paralel endüvi sarımında onarım karteksine kaydedilen endüvi değerleri dikkate alınarak sarım hesabı yapılır. Hesaplamada çıkan sonuç değerlerine göre sarım şeması çizilir.

Sarım hesabında endüvinin oyuk sayısı (X), kolektör dilimi sayısı (K), kutup sayısı (2P), ilerleyen veya gerileyen çokluk sayısı (m = +- 1) gibi değerlerini bilmek gerekir. Bu değerler endüvi sökülürken onarım karteksine kaydedilen değerlerdir. Hesaplamalar sonucunda oyuk adımı (Yx), kolektör adımı (Yk), fırça adımı (Yf), paralel kol sayısı (2a) ve bir oyuktaki bobin kenarı sayısı (u) bulunur. Hesaplamada bulunan bu değerler, endüvi sarım şemasının çiziminde ve sarım uygulamasında kullanılır.

Örnek 1: Aşağıda verilen değerlere göre basit paralel endüvi sarım hesabını yapınız.

Endüvi değerleri:

X = 4

K = 4

2P = 2

m = +1 (ilerleyen sarım)

Sarım değerleri:

Yx = ?

Yk = ?

Yf = ?

2a = ?

u = ?

Çözüm:

$$Yx = \frac{X}{2P} = \frac{4}{2} = 2\ (1\text{-}3)$$

$$Yk = m = 1$$

$$Yf = \frac{K}{2P} - Yk = \frac{4}{2} - 1 = 1$$

$$2a = 2P \cdot m = 2 \cdot 1 = 2$$

$$u = \frac{K}{X} = \frac{4}{4} = 1$$

Örnek 2: Aşağıda verilen değerlere göre basit paralel endüvi sarım hesabını yapınız.

Endüvi değerleri:

X = 4

K = 8

2P = 2

m = -1 (gerileyen sarım)

Sarım değerleri:

Yx = ?

Yk = ?

Yf = ?

2a = ?

u = ?

Çözüm:

$$Yx = \frac{X}{2P} = \frac{4}{2} = 2\ (1\text{-}3)$$

$$Yk = m = 1$$

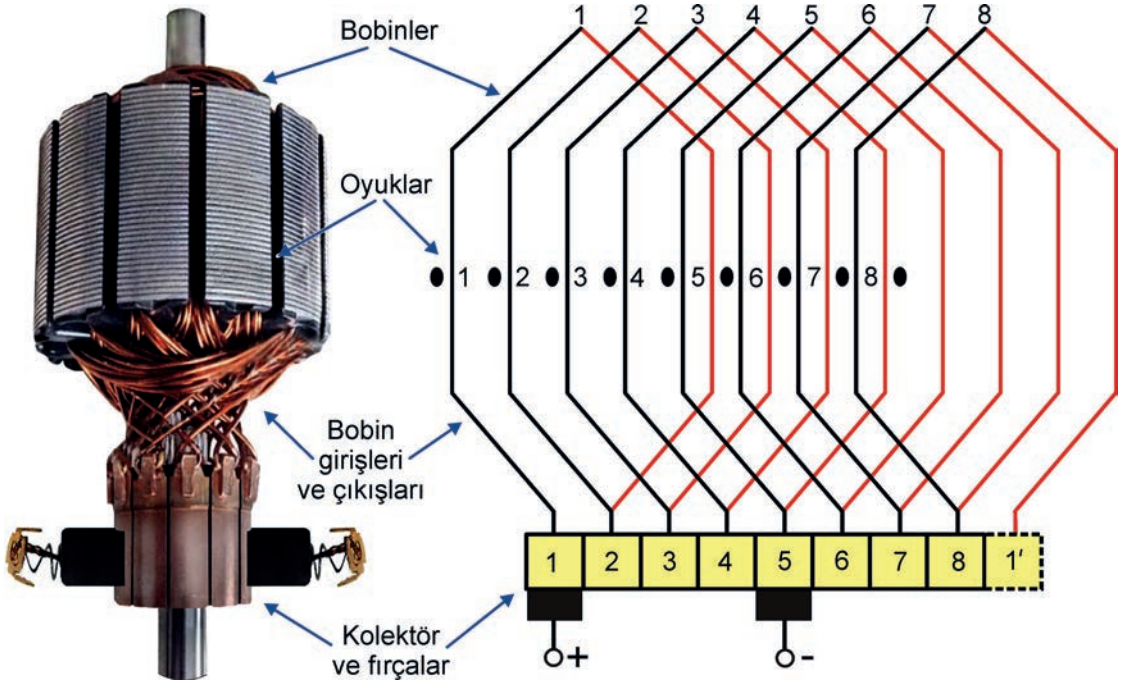
$$Yf = \frac{K}{2P} - Yk = \frac{8}{2} - 1 = 3$$

$$2a = 2P \cdot m = 2 \cdot 1 = 2$$

$$u = \frac{K}{X} = \frac{8}{4} = 2$$

7.3.3. Basit Paralel Endüvi Sarım Şeması

Endüvi sarım şemaları, endüvinin dairesel görünümünün düzlemsel forma aktarılması şeklinde çizilir. Şemada oyuklar, bobinler, bobinlerin kolektör bağlantısı ve fırçaların yerleşimi gösterilir (Görsel 7.24).



Görsel 7.24: Endüvinin sarım şemasında gösterilmesi

Basit Paralel İlerleyen Endüvi Sarım Şeması: Çokluk sayısı **m = +1** olan sarımlardır. Şema çiziminden önce aşağıdaki değerlere göre sarım hesabı yapılır.

Endüvi değerleri:

X = 8

K = 8

2P = 2

m = +1

İlerleyen sarım

Sarım değerleri:

Y x = ?

Yk = ?

Yf = ?

2a = ?

u= ?

Sarım değerleri aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$Yx = \frac{X}{2P} = \frac{8}{2} = 4\ (1-5)$$

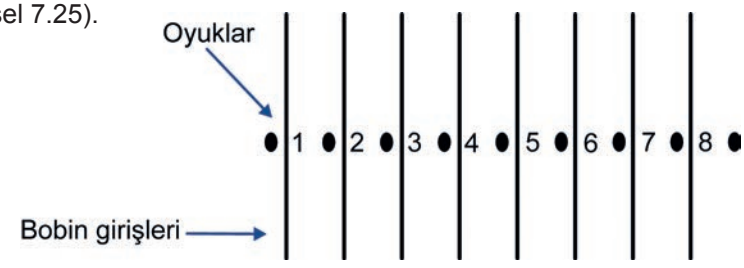
$$Yk = m = 1$$

$$Yf = \frac{K}{2P} - Yk = \frac{8}{2} - 1 = 3$$

$$2a = 2P \cdot m = 2 \cdot 1 = 2$$

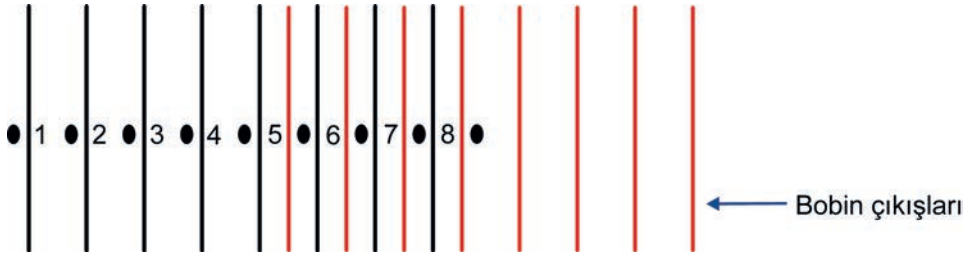
$$u = \frac{K}{X} = \frac{8}{8} = 1$$

Sarım şemasına başlarken endüvi oyuk yerleri, oyuk sayısından bir fazla olacak şekilde (X = 8 + 1) nokta konarak işaretlenir. Oyukları temsil eden yuvarlak noktaların arasındaki boşluklara bobin girişleri çizilir. Bobin giriş çizgileri, eşit mesafede ve ayırt edilmesi için siyah renkle çizilmelidir (Görsel 7.25).



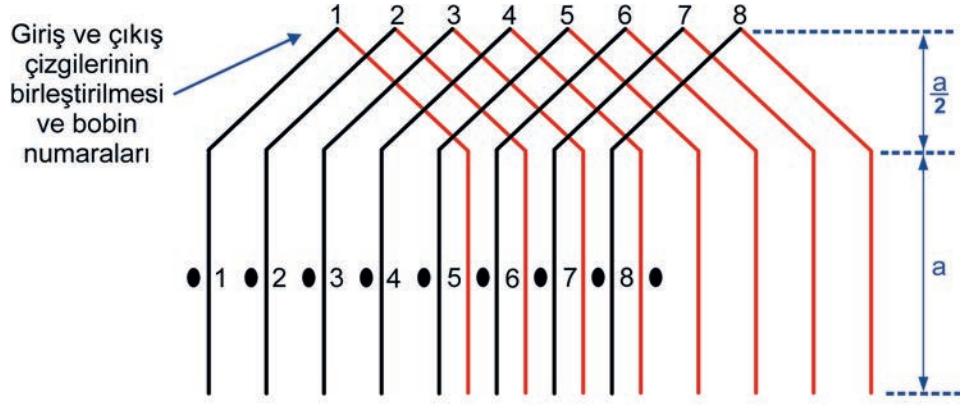
Görsel 7.25: Endüvi oyukları ve bobin girişlerinin çizilmesi

Bobin çıkışları, oyuk adımı [Yx = 4 (1-5)] dikkate alınıp beşinci oyuktan başlanarak çizilir. Bobin çıkış çizgileri eşit aralıklı ve ayırt edilmesi için kırmızı renkle çizilmelidir (Görsel 7.26).



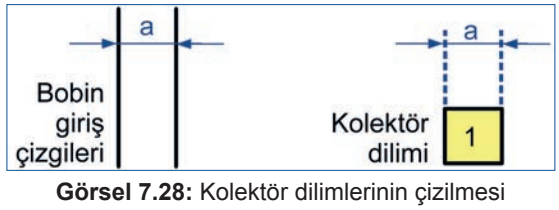
Görsel 7.26: Endüvi oyukları ve bobin çıkışlarının çizilmesi

Bobin giriş ve çıkış çizgileri şemanın üst kısmında birleştirilir. Birleştirme noktası, birinci bobinin giriş ve çıkışının ortasında olmalıdır. Birleştirme noktasıyla giriş çizgileri arasındaki yükseklik ölçüsü, çizgi uzunluğunun yarısı (a / 2) kadar alınır. Daha sonra bütün bobin giriş ve çıkışları şemanın üst tarafında birleştirilir. Bu işlem sırasında çizgiler eşit aralıklı ve giriş çıkış renklerine uygun olmalıdır. Bobinlerin birleşme noktalarına ise bobin numaraları yazılmalıdır (Görsel 7.27).



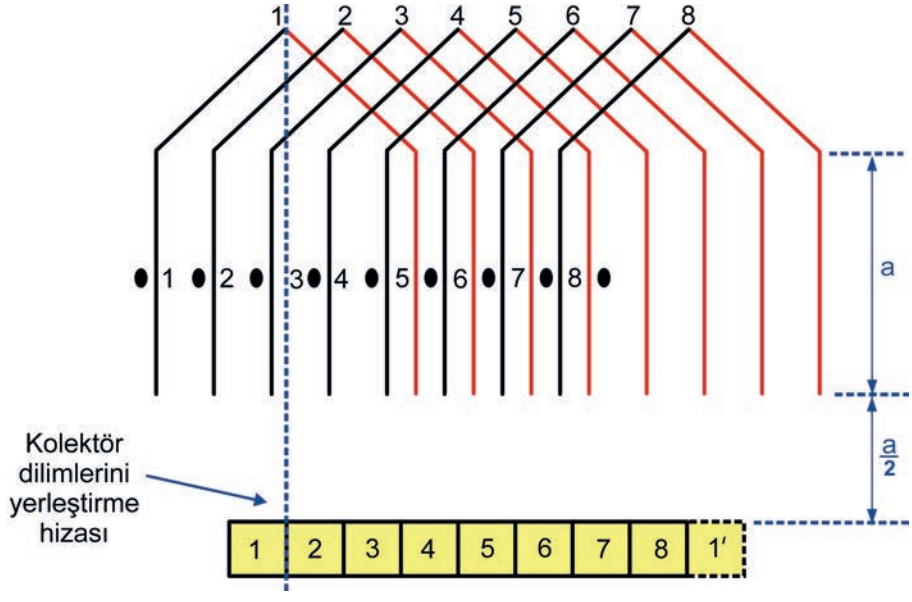
Görsel 7.27: Endüvi bobin giriş ve çıkışlarının şema üstünde birleştirilmesi

Bu aşamada kolektör dilimlerinin çizimine geçilir. Bir kolektör diliminin eni, bobin giriş çizgileri arasındaki mesafe kadardır. Kolektör dilimi bu ölçüye göre kare şeklinde yapılır (Görsel 7.28).



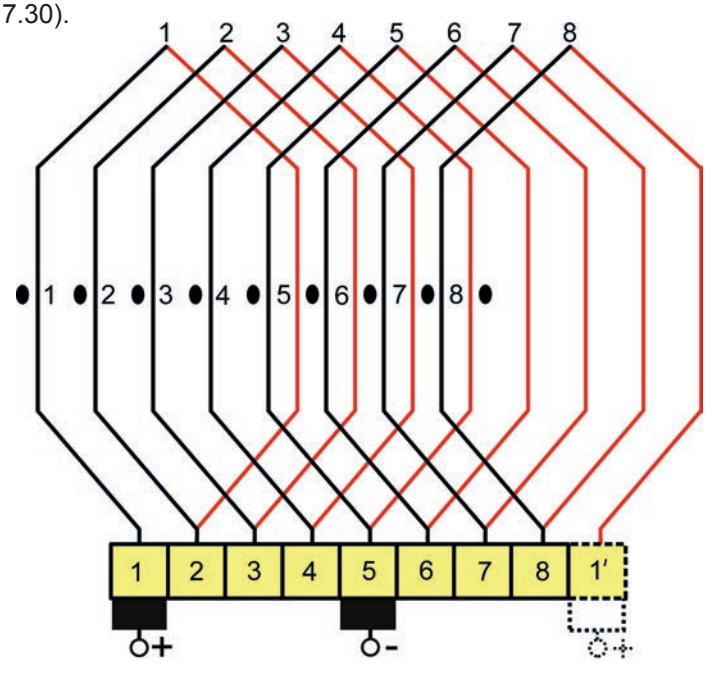
Görsel 7.28: Kolektör dilimlerinin çizilmesi

Kolektör dilimleri, bobin çizgi uzunluklarının yarı ölçüsünde (a / 2) boşluk bırakılarak çizgilerin altına yerleştirilir. Kolektörün "1" ve "2" numaralı dilimlerinin ortası, bobin giriş ve çıkışlarının tam ortasına hizalanır. Bu bölge aynı zamanda fırçanın konumlandırıldığı kutup eksenidir. "1" ve "2" numaralı kolektör dilimleri hizalandıktan sonra diğer dilimler **K = 8** adet olacak şekilde çizilir. Son bobin çıkışının ilk dilime bağlantısını göstermek amacıyla dilimlerin sonuna hayalî bir dilim eklenir. 1' olarak ifade edilen bu hayalî kolektör dilimi, ayırt edilebilmesi için kesik çizgiyle çizilir (Görsel 7.29).



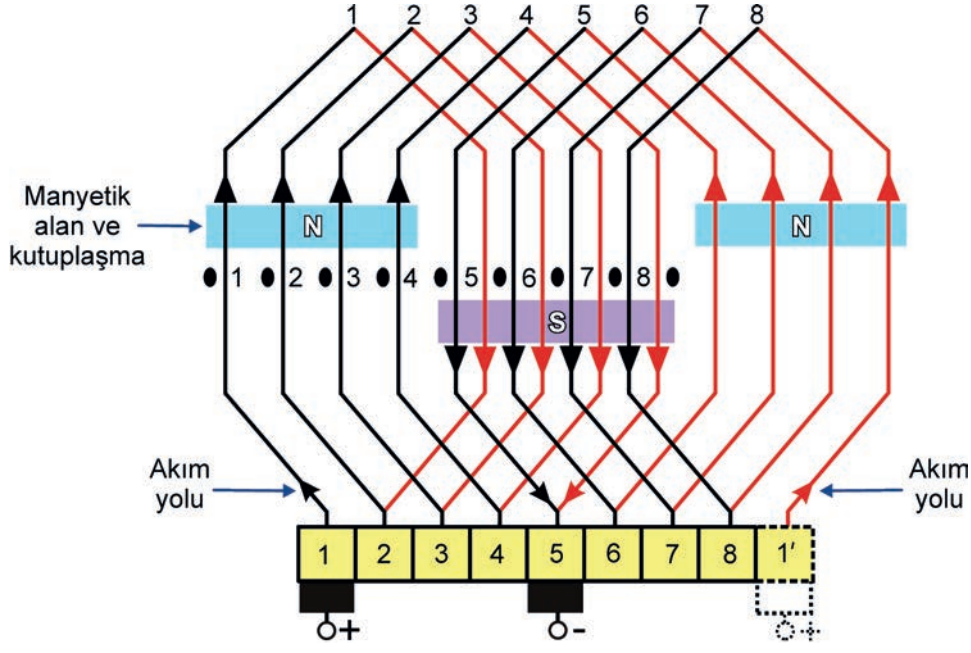
Görsel 7.29: Kolektör dilimlerinin çizilmesi ve dilimlerin şemaya yerleştirilme düzeni

Çokluk sayısı **m = +1** olduğuna göre bobinin girişi "1" numaralı dilime bağlanırken bobin çıkışı "2" numaralı dilime bağlanır. Diğer bobinlerin giriş ve çıkışları, çokluk sayısına dikkat edilerek kolektör dilimlerine bağlanacak biçimde çizilir. Daha sonra fırçalar kolektör dilimleri üzerine yerleştirilir. Fırça adımı **Yf = 3** olduğu için pozitif (+) fırça, "1" numaralı kolektör dilimine yerleşecek şekilde çizilir. İki fırça arasında üç adet dilim olması gerektiği için negatif (-) fırça, "5" numaralı dilime yerleştirilir (Görsel 7.30).



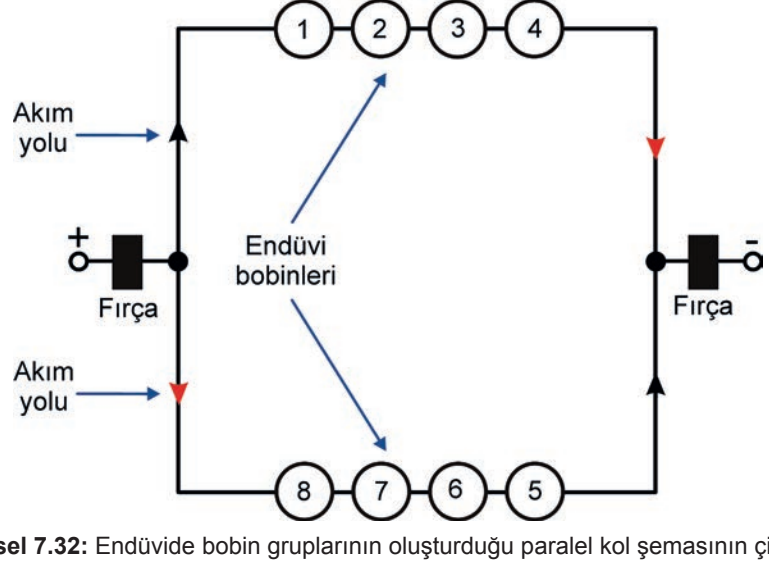
Görsel 7.30: Sarım şemasında bobin uçlarının bağlanması ve fırçaların kolektör dilimlerine yerleşimi

Endüvi sargılarına fırça ve kolektör yardımıyla akım ulaştırılır. Bu yüzden fırça, kolektör ve endüvi sargılarından geçen akım yolu izlenerek manyetik alan kutuplarının (N-S) nasıl gerçekleştiği tespit edilir. Kutuplaşmayı belirlemek için pozitif fırçadan başlayıp negatif fırçaya kadar olan akım yolunu takip etmek gerekir. Bobinlerden geçen akım, pozitif fırçaya bağlı bobinlerin girişinden ve çıkışından negatif fırçaya kadar izlenir ve oklarla işaretlenir. Sarım şemasındaki akım yönü oklarla yukarı doğru işaretlenen bobin kenarlarında **N** kutbu oluşur. Akım yönü aşağı doğru oklarla işaretlenen bobin kenarlarında ise **S** kutbu oluşur (Görsel 7.31).



Görsel 7.31: Sarım şemasında endüvi sargılarında oluşan manyetik alan kutuplarının tespiti

Sarım şemasının çiziminden sonra sargıların paralel kol şeması çizilir. Paralel kol şeması, pozitif fırça ile negatif fırça arasındaki bobin gruplarının oluşturduğu paralel devredir. Kutuplaşmada akımın geçtiği bobinler tespit edilir ve bu bobin numaraları paralel kol şemasında çizilen yuvarlak daireler içine yazılır. Şemada pozitif fırçadan başlayarak negatif fırçaya doğru akım yolu izlendiğinde birinci paralel kolda **1-2-3-4** numaralı bobin grubu oluşur. 1' numaralı hayalî kolektör diliminden negatif fırçaya doğru akım yolu takip edildiğinde ise ikinci paralel kolda **8-7-6-5** numaralı bobin grubu meydana gelir (Görsel 7.32).



Görsel 7.32: Endüvide bobin gruplarının oluşturduğu paralel kol şemasının çizimi

Basit Paralel Gerileyen Endüvi Sarım Şeması: Çokluk sayısı **m = -1** olan sarımlardır.

Endüvi değerleri:

X = 8
K = 8
2P = 2
m = -1
Gerileyen sarım

Sarım değerleri:

Y x = ?
Yk = ?
Yf = ?
2a = ?
u= ?

Sarım değerleri aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$Yx = \frac{X}{2P} = \frac{8}{2} = 4\ (1\text{-}5)$$

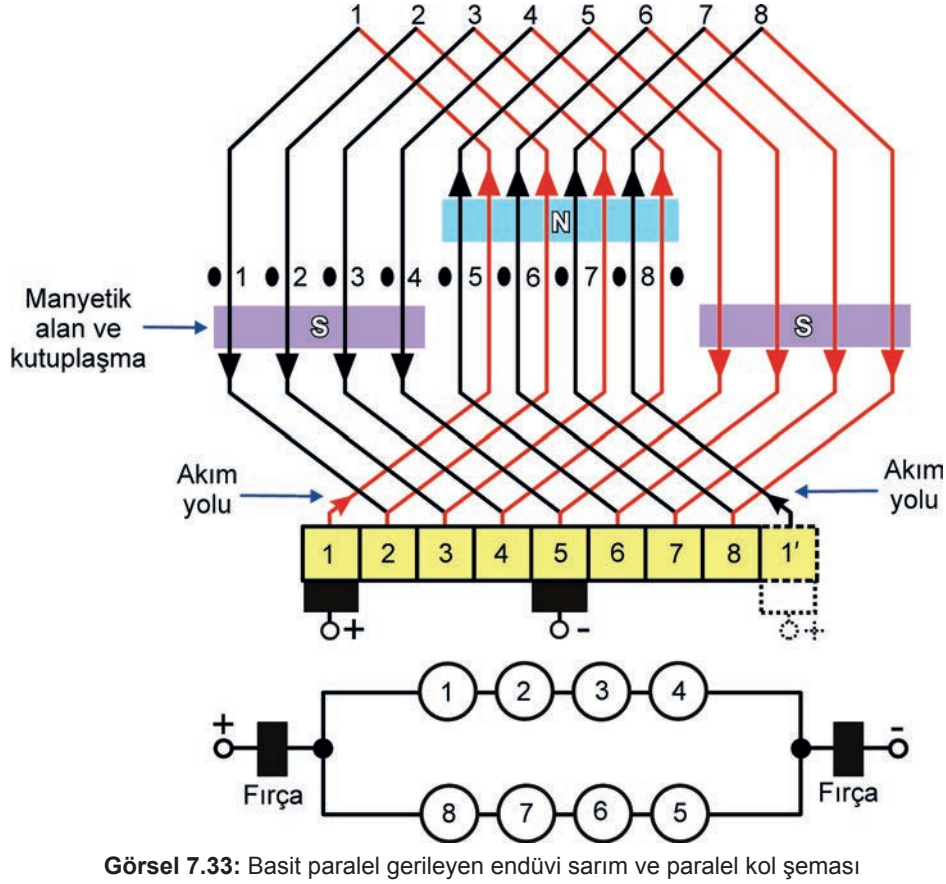
$$Yk = m = 1$$

$$Yf = \frac{K}{2P} - Yk = \frac{8}{2} - 1 = 3$$

$$2a = 2P \cdot m = 2 \cdot 1 = 2$$

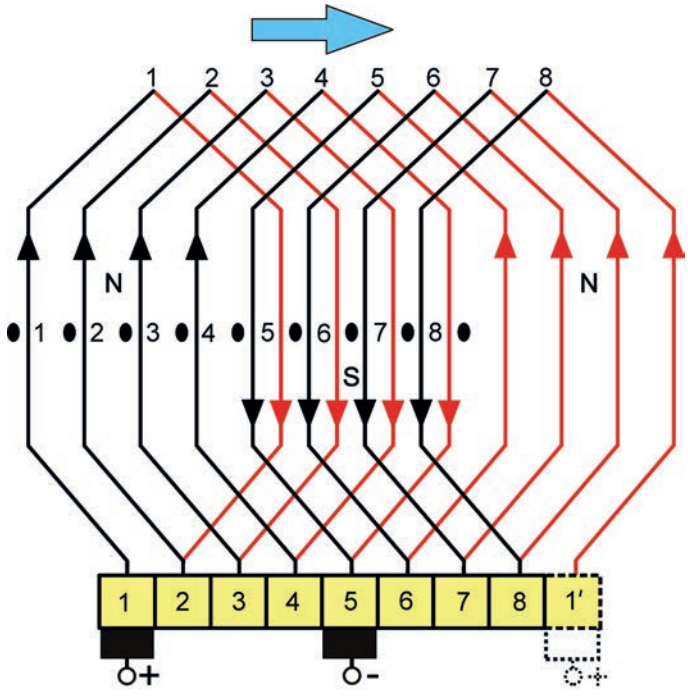
$$u = \frac{K}{X} = \frac{8}{8} = 1$$

Çokluk sayısı **m = -1** gerileyen endüvi sarım şemasında bobinin girişi "2" numaralı kolektör dilimine bağlanırken bobin çıkışı "1" numaralı dilime bağlanır. Diğer bobinlerin giriş ve çıkışları ise çokluk sayısına dikkat edilerek kolektör dilimlerine bağlanacak şekilde çizilir (Görsel 7.33).



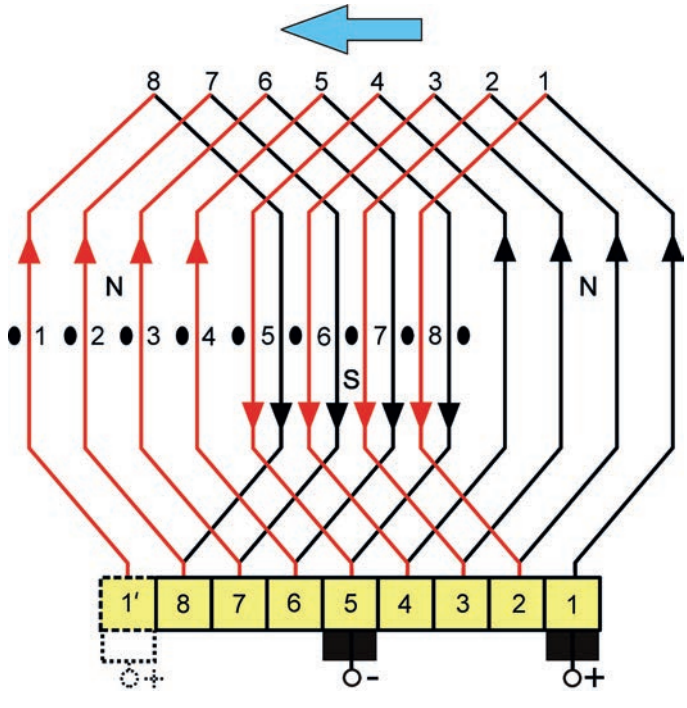
Görsel 7.33: Basit paralel gerileyen endüvi sarım ve paralel kol şeması

Açılım Yönüne Göre Çizilen Endüvi Sarım Şemaları: Endüvi sarımları, açılım yönüne göre sağa açılımlı veya sola açılımlı olarak ikiye ayrılır. Açılım yönü endüvinin dönüş yönünü de belirler. Sarım yönünü seçmek isteğe bağlıdır. Çünkü DC motorda devir yönünü değiştirmek için endüktör veya endüvi sargı uçları yer değiştirilebilir. Sağa açılımlı endüvi sarım şemalarında kolektör dizilimi ve bobinlerin yerleşimi, soldan sağa doğru çizilir (Görsel 7.34).



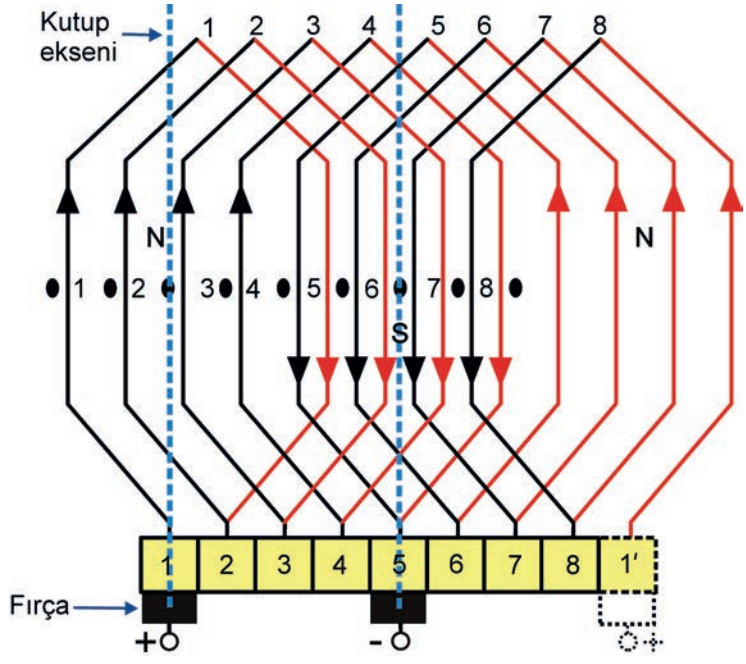
Görsel 7.34: Sağa açılımlı ilerleyen (m = +1) endüvi sarım şeması

Sola açılımlı endüvi sarımlarında ise kolektör dizilimi ve bobinlerin yerleşimi sağdan sola doğru çizilir (Görsel 7.35).



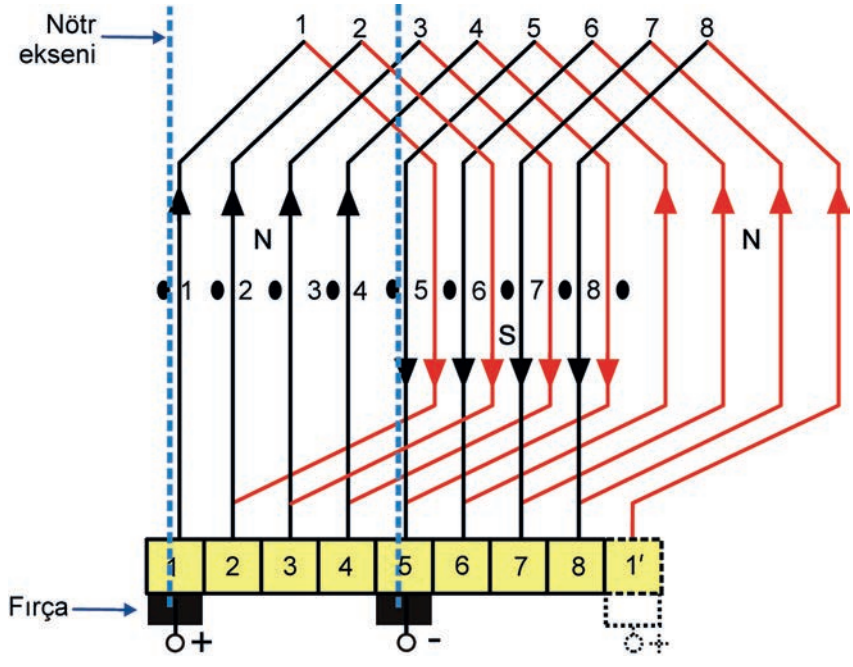
Görsel 7.35: Sola açılımlı ilerleyen (m = +1) endüvi sarım şeması

Fırça Konumuna Göre Çizilen Endüvi Sarım Şemaları: Endüvi sarımlarında fırçaların konumu kutup ekseninde veya nötr ekseninde olabilir. Fırçaların konumu, DC motor sökülürken endüktör kutup ayakları ile fırçaların birbirine olan hizalarına bakılarak tespit edilir. Fırçanın kutup ekseninde bulunduğu endüvi sarım şemalarında fırçanın yerleştiği ilk kolektör dilimi, ilk bobinin giriş ve çıkış kenarlarının ortasına konumlandırılır. Bu konum, **N** kutbunun ortasındaki eksendir. Bobinlerin kolektör dilimlerine bağlantısı bu düzene göre çizilir (Görsel 7.36).



Görsel 7.36: Fırça konumu kutup ekseninde olan (m = +1) endüvi sarım şeması

Fırçanın nötr ekseninde bulunduğu endüvi sarım şemalarında fırçanın yerleştirildiği ilk kolektör dilimi, ilk bobinin giriş kenarının bulunduğu hizaya konumlandırılır. Bobinlerin kolektör dilimlerine bağlantısı bu düzene göre çizilir (Görsel 7.37).



Görsel 7.37: Fırça konumu nötr ekseninde olan (m = +1) endüvi sarım şeması

Oyuk ve Kolektör Sayısı Farklı Olan Basit Paralel Endüvi Sarım Şemaları: Basit paralel endüvi sarımlarında kolektör dilim sayısı, oyuk sayısının iki veya üç katı olabilir. Kolektör dilim sayısı artınca bir oyuktaki bobin kenar sayısı da artacaktır.

Örnek 1: Kolektör dilim sayısı, oyuk sayısının iki katı olan endüvide sarım hesabı ve basit paralel ilerleyen sarım şemasının çizimi aşağıdaki gibi yapılır (Görsel 7.38).

Endüvi değerleri:

X = 6

K = 12

2P = 2

m = +1

İlerleyen sarım

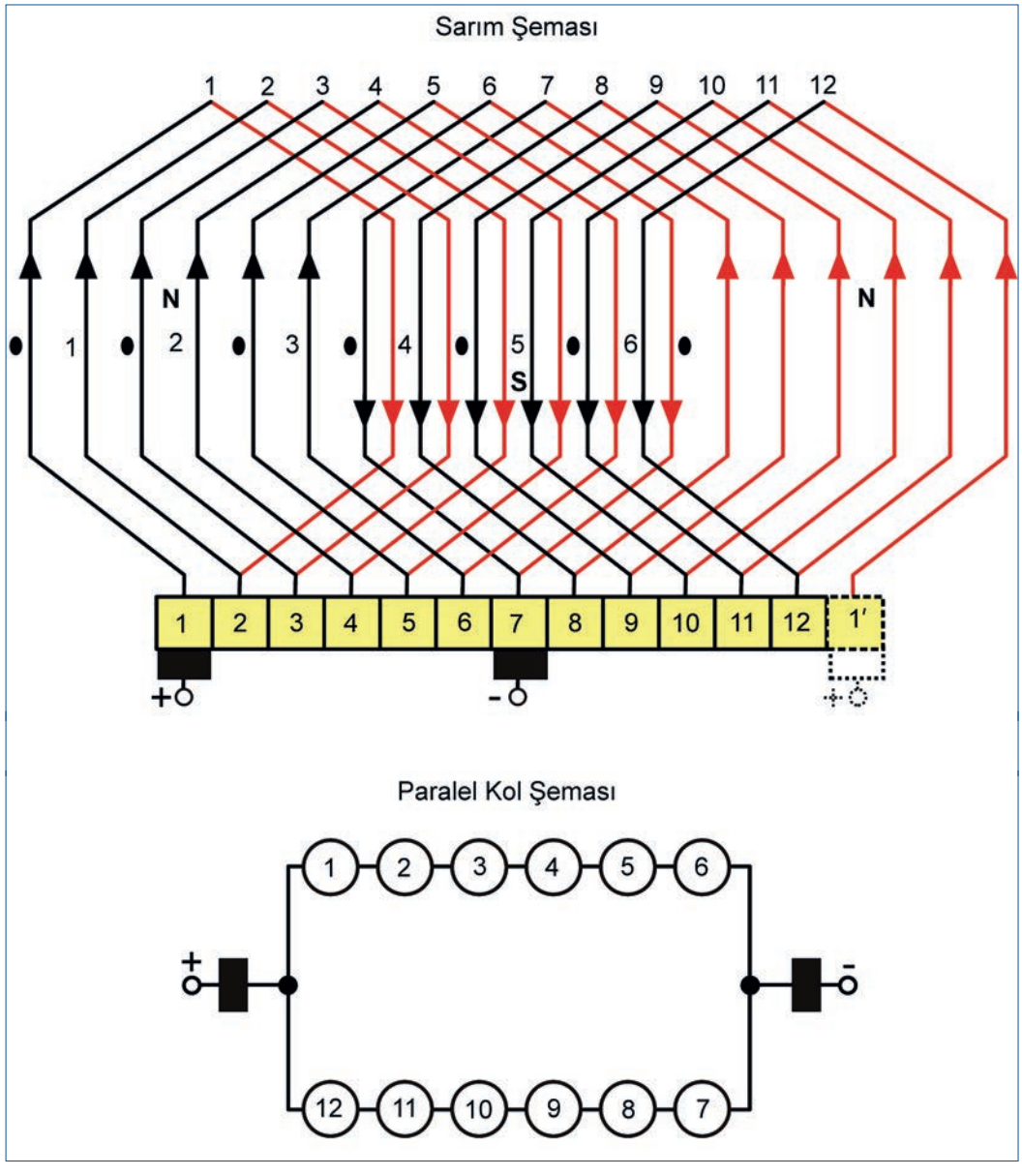
$$Yx = \frac{X}{2P} = \frac{6}{2} = 3\ (1-4)$$

$$Yk = m = 1$$

$$Yf = \frac{K}{2P} - Yk = \frac{12}{2} - 1 = 5$$

$$2a = 2P \cdot m = 2 \cdot 1 = 2$$

$$u = \frac{K}{X} = \frac{12}{6} = 2$$



Görsel 7.38: X = 6, K = 12, 2P = 2 olan endüvinin basit paralel ilerleyen sarım ve paralel kol şeması

Örnek 2: Kolektör dilim sayısı, oyuk sayısının iki katı olan endüvide sarım hesabı ve basit paralel gerileyen sarım şemasının çizimi aşağıdaki gibi yapılır (Görsel 7.39).

Endüvi değerleri:

X = 8

K = 16

2P = 4

m = - 1

Gerileyen sarım

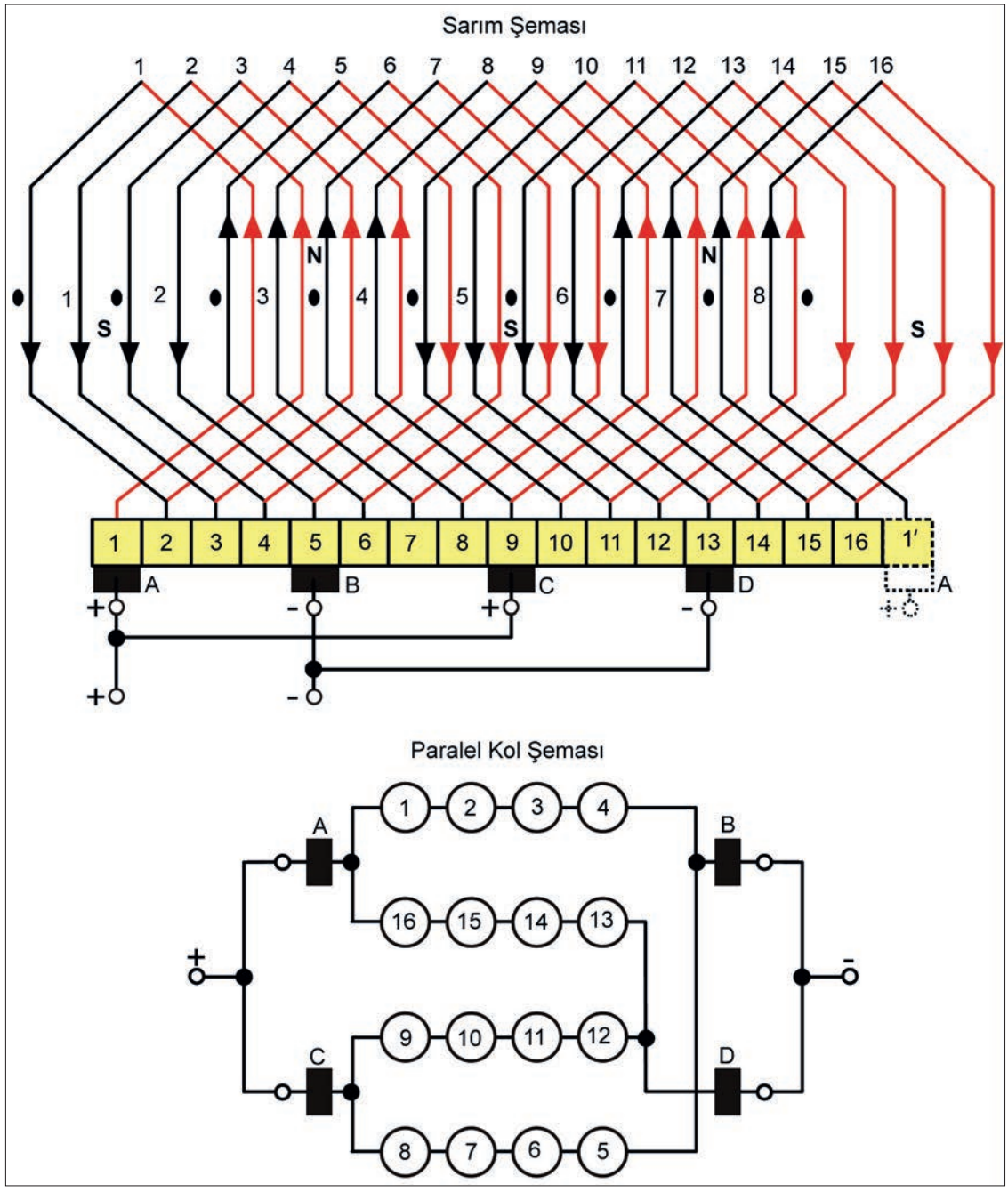
$Yx = \frac{X}{2P} = \frac{8}{4} = 2\ (3-1)$

$Yk = m = 1$

$Yf = \frac{K}{2P} - Yk = \frac{16}{4} - 1 = 3$

$2a = 2P \cdot m = 4 \cdot 1 = 4$

$u = \frac{K}{X} = \frac{16}{8} = 2$



Görsel 7.39: X = 8, K = 16, 2P = 4 olan endüvinin basit paralel gerileyen sarım ve paralel kol şeması

Örnek 3: Kolektör dilim sayısı, oyuk sayısının üç katı olan endüvide sarım hesabı ve basit paralel ilerleyen sarım şemasının çizimi aşağıdaki gibi yapılır (Görsel 7.40).

Endüvi değerleri:

X = 4

K = 12

2P = 4

m = +1

İlerleyen sarım

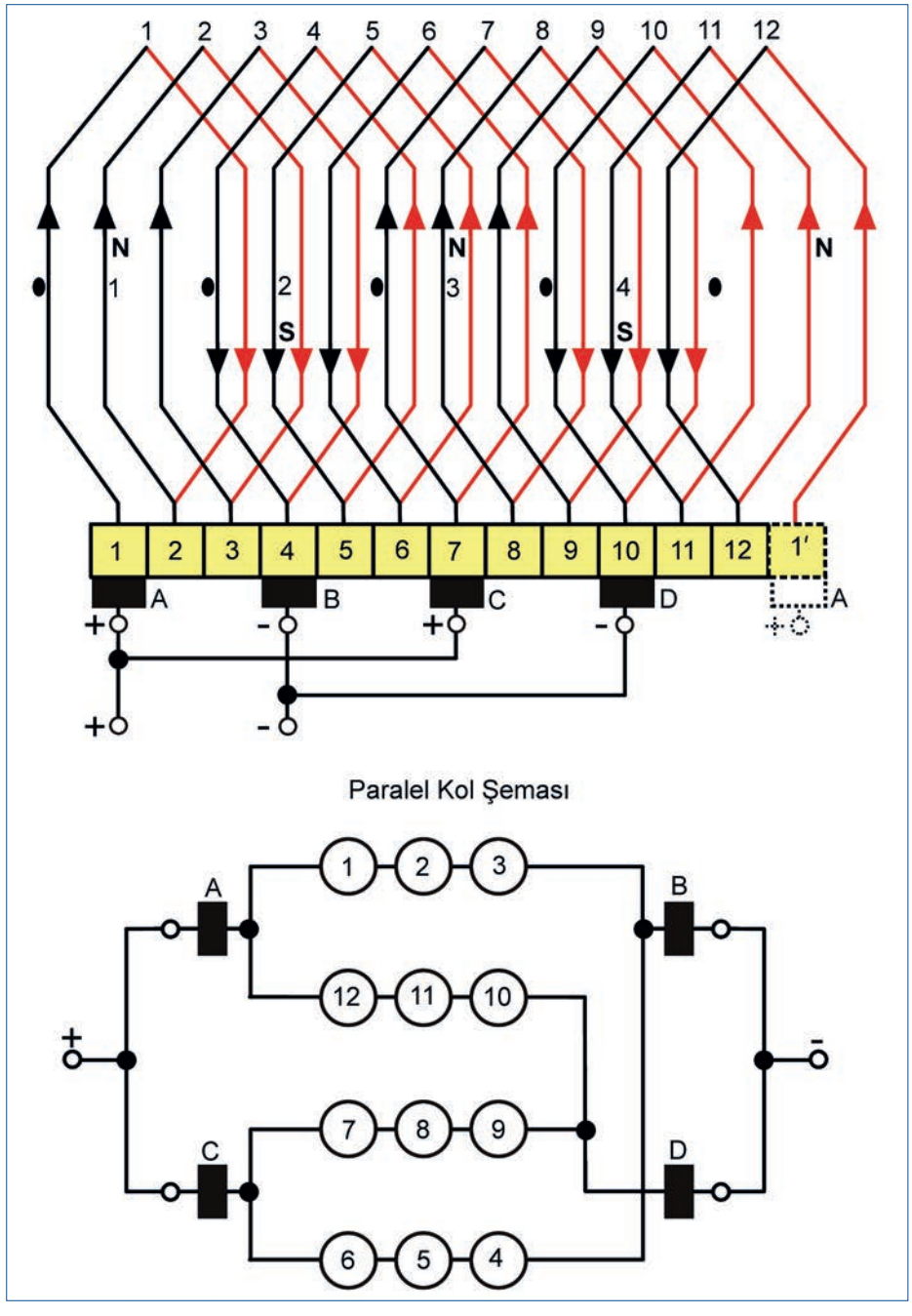
$$Yx = \frac{X}{2P} = \frac{4}{4} = 1\ (1-2)$$

$$Yk = m = 1$$

$$Yf = \frac{K}{2P} - Yk = \frac{12}{4} - 1 = 2$$

$$2a = 2P \cdot m = 4 \cdot 1 = 4$$

$$u = \frac{K}{X} = \frac{12}{4} = 3$$



Görsel 7.40: X = 4, K = 12, 2P = 4 olan endüvinin basit paralel ilerleyen sarım ve paralel kol şeması

3. Uygulama	BASİT PARALEL ENDÜVİ SARIM ŞEMASI ÇİZİMİ

AMAÇ: Basit paralel endüvi sarım şemasını çizmek.

Aşağıda değerleri verilen endüvinin sarım hesabını yaparak basit paralel sarım şemasını çiziniz. Şema üzerindeki kutuplaşmayı göstererek paralel kol şemasını çiziniz.

X = 8
K = 16
2P = 2
m = +1
İlerleyen sarım

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Çizim kâğıdı	Kareli defter	1 adet
Çizim araç ve gereçleri	Cetvel, gönye ve daire şablonu	Birer adet
Kalem	Siyah ve kırmızı kalem	Birer adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çizim malzemelerinizi hazırlayınız.
2. Defterinize sarım hesabını yapınız.
3. Kareli defterinize oyuk sayısından bir fazla olacak şekilde noktalarla işaretleme yapınız.
4. İşaretlediğiniz oyuklara kolektör dilim sayısı kadar bobin girişini siyah kalemle çiziniz.
5. Oyuk adımına dikkat ederek bobin giriş çizgi sayısı kadar çıkış çizgilerini kırmızı kalemle çiziniz.
6. Şemanın üst kısmında bobin giriş ve çıkış çizgilerini birleştiriniz.
7. Kolektör dilimlerini çizerek bobin giriş ve çıkışlarını çokluk sayısına ve işaretine dikkat ederek birleştiriniz. Fırça adımına göre kolektör dilimlerine yerleşecek şekilde fırçaları çiziniz.
8. Şema üzerinde akım yolunu takip ederek oklarla kutuplaşmayı gösteriniz.
9. Paralel kol şemasını çiziniz.
10. Yaptığınız uygulamayı öğretmeninize kontrol ettiriniz.

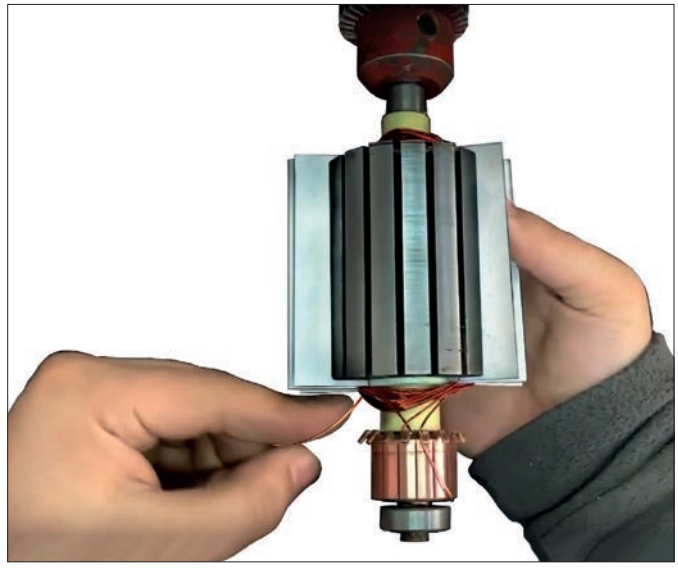
SORU

1. Basit paralel sarımın ilerleyen veya gerileyen sarım olduğu nasıl anlaşılır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Sarım hesabının doğru yapılması	20	
Sınıfı:	**2.** Sarım şemasının doğru çizilmesi	20	
Numarası:	**3.** Şema üzerinde kutupların doğru gösterilmesi	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Paralel kol şemasının doğru çizilmesi	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

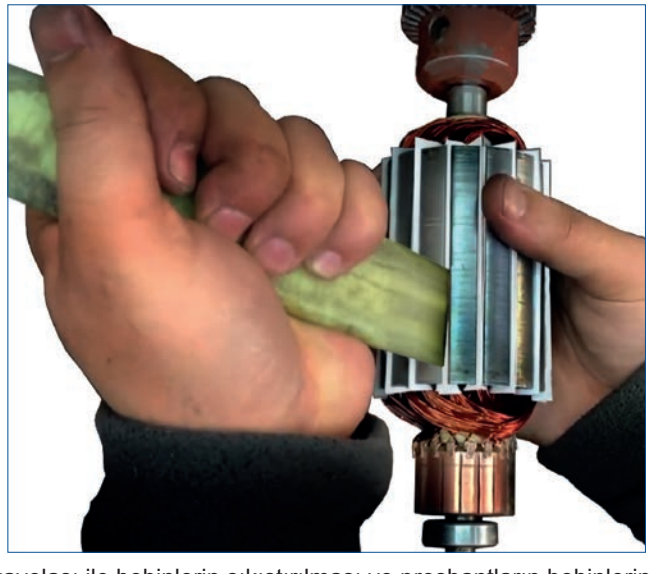
7.3.4. Basit Paralel Endüvi Sarımının Yapılması

Presbantla yalıtılan endüvinin sarımı için hesap yapılıp şema çizildikten sonra uygulamaya geçilir. Oyuk presbantlarının hepsi önceden tüm oyuklara yerleştirilebildiği gibi her bobin sarımında ayrı ayrı da konabilir. Endüvi, sarım sehpasına yerleştirildikten sonra sarım şemasına uygun bir şekilde sarılır. Sarım sırasında emaye iletkenlerin zarar görmemesine dikkat edilmelidir. Bobin, sipir sayısı tamamlanıncaya kadar sarılır ve bobin uçları **m = 1** çokluk sayısına göre kolektör dilimine yerleştirilir. Bobin uçlarının kolektör dilimlerine sabitlenmesi sarım bittikten sonra yapılır (Görsel 7.41).



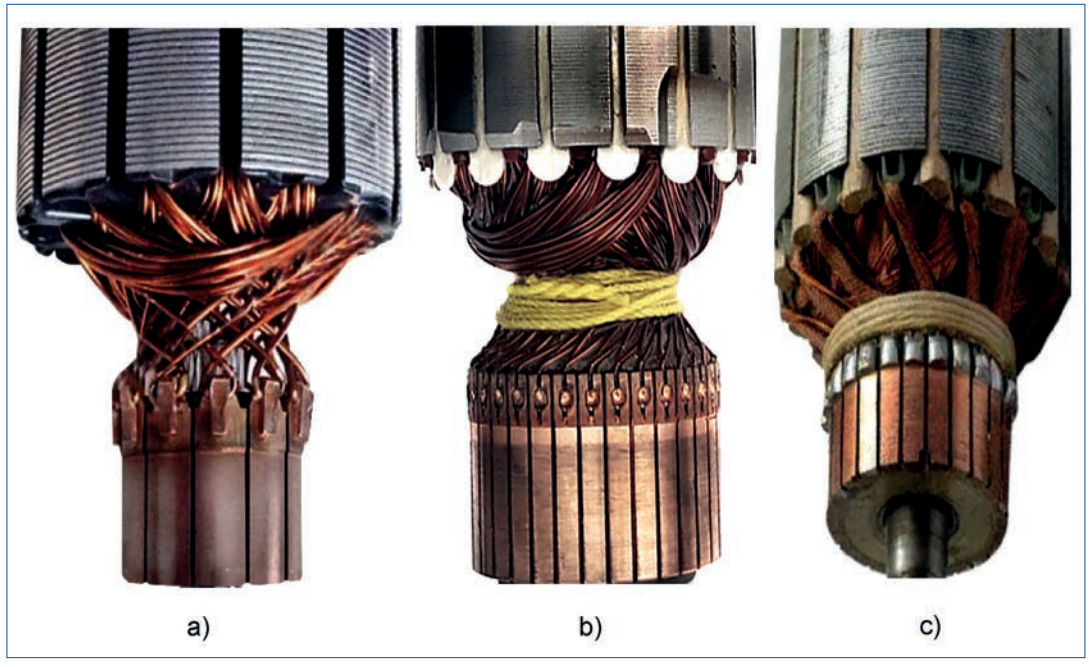
Görsel 7.41: Endüvi bobinlerinin oyuklara sarılması ve kolektör dilimlerine yerleştirilmesi

Bobinler oyuklara sarıldıktan sonra endüvi yüzeyinden taşan oyuk presbantları makasla kesilir. İletkenler sargı kavelası ile oyukların içine doğru sıkıştırılarak bobinlerin dengeli bir şekilde yerleşmesi sağlanır. Oyukların dışında kalan bobin kenarlarına şekil verilir. Oyukların içinde kalan presbant kenarları, sargı kavelası ile bobinlerin üstüne doğru kıvrılır ve bastırılır (Görsel 7.42).



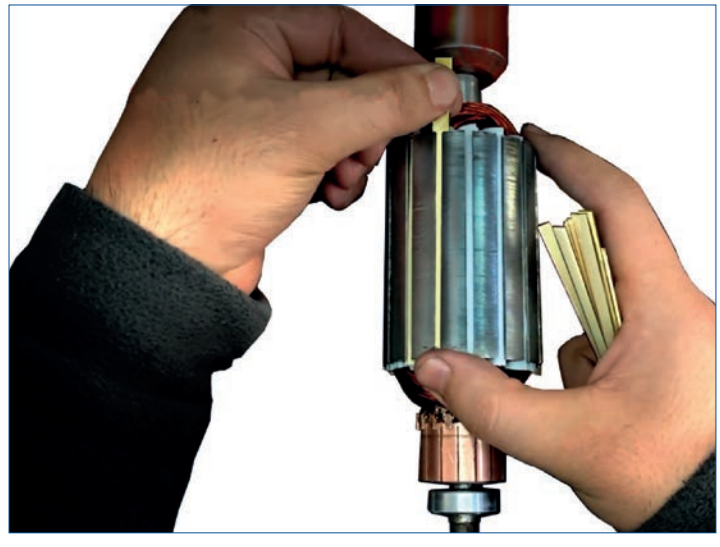
Görsel 7.42: Sargı kavelası ile bobinlerin sıkıştırılması ve presbantların bobinlerin üzerine katlanması

Endüvi sarım işlemi bittikten sonra bobin uçları kolektör bağlantı tipine göre dilimlere sabitlenir. Kolektör dilimi bağlantısı çıkıntılı tip ise bobin uçları dilimlerin ucundaki bu çıkıntılara sarılır ve çıkıntılar bağlantı noktasının üzerine doğru bastırılır (Görsel 7.43.a). Kolektör dilimi bağlantısı kanal gömmeli tip ise bobin ucu, bu kanala yerleştirilir ve iletken üzerine nokta ile vurularak dilimin içine gömülür (Görsel 7.43.b). Diğer sabitleme yöntemi de bobin uçlarının kolektör dilimlerine lehimlenmesidir (Görsel 7.43.c).



Görsel 7.43: Endüvi bobin uçlarının kolektör dilimlerine sabitlenmesi

DC motorun yüksek hızlarında endüvi sargıları merkezkaç kuvvetiyle oyukların dışına doğru itilir. Ayrıca dönmenin etkisiyle oluşan titreşimlerde endüvi sargıları zarar görebilir. Sargıların oyuk dışında kalan kısımlarını sabitlemek için bütün sargıların üzerine bandaj ipi sarılır. Oyuk içinde kalan bobinlerin üzerine oyuk çıtaları yerleştirilir. Bu çıtalar sargıları sabitleyerek merkezkaç kuvvetinden etkilenmesini önler (Görsel 7.44).



Görsel 7.44: Bobin üstlerine oyuk çıtalarının yerleştirilmesi

4. Uygulama	BASİT PARALEL İLERLEYEN ENDÜVİ SARIM UYGULAMASI

AMAÇ: Basit paralel ilerleyen endüvi sarımını yapmak.

Aşağıda değerleri verilen endüvinin sarımını yapınız.
X = 8
K = 8
2P = 4
m = +1 (ilerleyen sarım)
Not: Bu değerler yerine atölyede bulunan endüvi değerleri de kullanılabilir.

İzlemek için kodu tarayınız.

42519

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Çizim araç ve gereçleri	Cetvel, gönye ve daire şablonu, kareli defter, siyah ve kırmızı kalem	Birer adet
Endüvi	Oyukları presbant ile yalıtılmış, 8 oyuklu ve 8 kolektör dilimli	1 adet
Endüvi sehpası	-	1 adet
Bobin teli	Sökülen arızalı endüviden belirlenen ölçülerde	-
Sargı kavelası	Ahşap	1 adet
Sabitleme malzemeleri	Bandaj ipi ve oyuk çıtası	-
El aletleri	Kargaburnu, yan keski, çakı, metal nokta aleti, çekiç, lehim malzemeleri	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlarken iş eldiveninizi giyip iş gözlüğünüzü takınız.
2. Sarım malzemelerinizi hazırlayınız.
3. Basit paralel endüvi sarım hesabını yaparak sarım ve paralel kol şemasını defterinize çiziniz.
4. Daha önce presbantla yalıttığınız endüviyi, endüvi sehpasına yerleştirip sarım işlemini yapınız.
5. Sarım işlemi bittikten sonra bandaj ipiyle sargıları bağlayıp oyuk çıtalarını oyuklara yerleştiriniz.
6. Bobin giriş ve çıkış uçlarını kolektör dilimlerine sabitleyiniz.
7. Yaptığınız uygulamayı öğretmeninize kontrol ettiriniz.
8. Verilen malzemeleri öğretmeninize teslim ederek çalışma ortamınızı temizleyiniz.

SORU

1. Çokluk sayısı **m = +1** sarımda bobin uçları kolektör dilimlerine nasıl bağlanır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Sarım hesabının doğru yapılması	20	
Sınıfı:	**2.** Sarım ve paralel kol şemasının doğru çizilmesi	20	
Numarası:	**3.** Endüvi sarımının doğru yapılması	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Bobin uçlarının kolektöre doğru yerleştirilmesi	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

5. Uygulama	BASİT PARALEL GERİLEYEN ENDÜVİ SARIM UYGULAMASI

AMAÇ: Basit paralel gerileyen endüvi sarımını yapmak.

Aşağıda değerleri verilen endüvinin sarımını yapınız.
X = 8
K = 8
2P = 4
m = -1 (gerileyen sarım)
Not: Bu değerler yerine atölyede bulunan endüvi değerleri de kullanılabilir.

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Çizim araç ve gereçleri	Cetvel, gönye ve daire şablonu, kareli defter, siyah ve kırmızı kalem	Birer adet
Endüvi	Oyukları presbant ile yalıtılmış, 8 oyuklu ve 8 kolektör dilimli	1 adet
Endüvi sehpası	-	1 adet
Bobin teli	Sökülen arızalı endüviden belirlenen ölçülerde	-
Sargı kavelası	Ahşap	1 adet
Sabitleme malzemeleri	Bandaj ipi ve oyuk çıtası	-
El aletleri	Kargaburnu, yan keski, çakı, metal nokta aleti, çekiç, lehim malzemeleri	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlarken iş eldiveninizi giyip iş gözlüğünüzü takınız.
2. Sarım malzemelerinizi hazırlayınız.
3. Basit paralel endüvi sarım hesabını yaparak sarım ve paralel kol şemasını defterinize çiziniz.
4. Presbantla yalıttığınız endüviyi, endüvi sehpasına yerleştirip sarım işlemini yapınız.
5. Bandaj ipiyle sargıları bağlayıp oyuk çıtalarını oyuklara yerleştiriniz.
6. Bobin giriş ve çıkış uçlarını kolektör dilimlerine sabitleyiniz.
7. Yaptığınız uygulamayı öğretmeninize kontrol ettiriniz.
8. Verilen malzemeleri öğretmeninize teslim ederek çalışma ortamınızı temizleyiniz.

SORU

1. Çokluk sayısı **m = -1** sarımda bobin uçları kolektör dilimlerine nasıl bağlanır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Sarım hesabının doğru yapılması	20	
Sınıfı:	**2.** Sarım ve paralel kol şemasının doğru çizilmesi	20	
Numarası:	**3.** Endüvi sarımının doğru yapılması	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Bobin uçlarının kolektöre doğru yerleştirilmesi	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

7.4. ÇOKLU PARALEL ENDÜVİ SARIMI

Çoklu paralel endüvi sarımları, çokluk sayısı iki veya daha fazla olan sarımlardır (m = 2, m = 3, m = 4). Bu tip sarımlar yapılmadan önce endüvi onarım karteksi hazırlanır. Endüvinin presbant ile yalıtımından sonra sarım hesabı, sarım şemasının çizimi ve bobinlerin sarım işlemi yapılır. Sarım işlemi sonunda verniklenen ve balans işlemi yapılan endüvi, DC motora monte edilir.

7.4.1. Çoklu Paralel Endüvi Sarımında Kullanılan Değerler ve Formüller

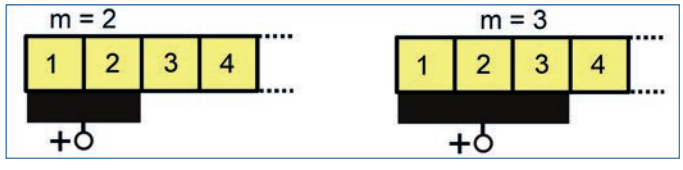
Çoklu paralel endüvi sarım hesaplarında endüvi özelliklerine göre kullanılan değerler ve formüller aşağıdaki gibidir:

Oyuk Sayısı (X): Endüvi gövdesi üzerinde bulunan ve sargıların yerleştirildiği oyukların sayısıdır. Oyuk sayısı, X = 8, X = 12, X = 24 veya farklı değerlerde olabilir.

Kolektör Dilim Sayısı (K): Çoklu paralel sarımlarda kolektör dilim sayısı, endüvi oyuk sayısına eşit olduğu gibi bunun iki veya üç katı da olabilir.

Kutup sayısı (2P): Çoklu paralel sarımlarda 2P = 2, 2P = 4 veya daha farklı değerlerde olabilir.

Çokluk Sayısı (m): Çoklu paralel sarımlarda çokluk sayısı 1'den büyüktür. Bu değer iki veya daha fazla olabilir (m = 2, 3, 4). Çokluk sayısının önündeki "+" ve "-" işareti, sarımın ilerleyen veya gerileyen olduğunu belirtir. Çokluk sayısı, aynı zamanda fırçaların kaç kolektör dilimine basması gerektiğini de gösterir. Örneğin **m = 2** ise fırça iki dilime, **m = 3** ise fırça üç dilime birlikte basar (Görsel 7.45).

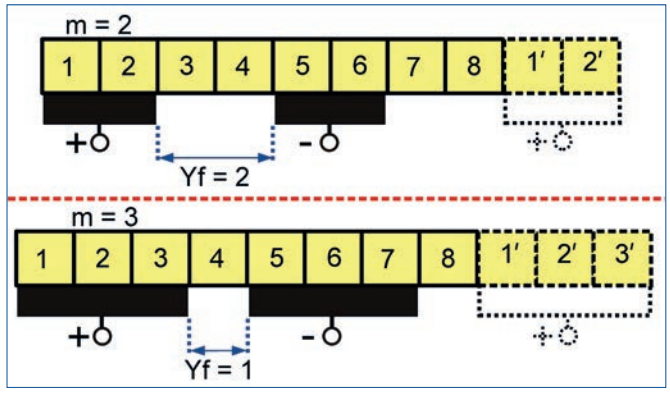


Görsel 7.45: Çokluk sayısına göre fırçanın kolektör dilimlerine basma şekli

Oyuk Adımı (Yx): Oyuk adımı $Yx = \frac{X}{2P}$ formülüyle veya $Yx = \frac{X \mp q}{2P}$ ile hesaplanır.

Kolektör Adımı (Yk): Sargı giriş ve çıkış uçlarının hangi kolektör dilimlerine bağlanacağını gösteren değerdir. Çoklu paralel sarımlarda kolektör adımı çokluk sayısına eşittir (YK = m).

Fırça Adımı (Yf): Kolektör üzerine basan iki fırça arasındaki bakır dilimlerin sayısını belirtir (Görsel 7.46). Fırça adımı $Yf = \frac{K}{2P} - Yk$ ile hesaplanır.



Görsel 7.46: Fırça adımı ve fırçaların yerleştirilmesi

Fırça Sayısı: Paralel sarımlarda fırça sayısı kutup sayısına (2P) eşittir.

Oyuktaki Bobin Kenarı Sayısı (u): Bu değer $u = \frac{K}{X}$ formülüyle hesaplanır.

Paralel Kol Sayısı (2a): Paralel kol sayısı **2a = 2P . m** formülüyle hesaplanır.

7.4.2. Çoklu Paralel Endüvi Sarım Hesabı

Çoklu paralel endüvi sarım hesabı, onarım karteksine kaydedilen endüvi değerleri dikkate alınarak yapılır. Hesaplamada çıkan sonuç değerlerine göre sarım şeması çizilir.

Örnek 1: Aşağıda verilen değerlere göre çoklu paralel ilerleyen endüvi sarım hesabını yapınız.

Endüvi değerleri:

X = 12

K = 12

2P = 4

m = +2 (ilerleyen sarım)

Sarım değerleri:

Yx = ?

Yk = ?

Yf = ?

2a = ?

u = ?

Çözüm:

$$Yx = \frac{X}{2P} = \frac{12}{4} = 3\ (1\text{-}4)$$

$$Yk = m = 2$$

$$Yf = \frac{K}{2P} - Yk = \frac{12}{4} - 2 = 1$$

$$2a = 2P \cdot m = 4 \cdot 2 = 8$$

$$u = \frac{K}{X} = \frac{12}{12} = 1$$

Örnek 2: Aşağıda verilen değerlere göre çoklu paralel gerileyen endüvi sarım hesabını yapınız.

Endüvi değerleri:

X = 12

K = 24

2P = 2

m = - 2 (ilerleyen sarım)

Sarım değerleri:

Yx = ?

Yk = ?

Yf = ?

2a = ?

u = ?

Çözüm:

$$Yx = \frac{X}{2P} = \frac{12}{2} = 6\ (1\text{-}7)$$

$$Yk = m = 2$$

$$Yf = \frac{K}{2P} - Yk = \frac{24}{2} - 2 = 10$$

$$2a = 2P \cdot m = 2 \cdot 2 = 4$$

$$u = \frac{K}{X} = \frac{24}{12} = 2$$

7.4.3. Çoklu Paralel Endüvi Sarım Şeması

Çoklu paralel endüvi sarımı ile basit paralel endüvi sarımı arasında önemli farklar bulunur. Bu iki endüvi sarım şemasını birbirinden ayıran farklar aşağıdaki gibidir:

- Çoklu paralel sarım ile basit paralel sarımın kolektör adımı (Yk) farklıdır.
- Basit paralel sarımda fırça; bir kolektör dilimine, çoklu paralel sarımda ise en az iki dilime basar.
- Çoklu paralel sarımdaki paralel kol sayısı, basit paralel sarımdakinden daha fazla oluşur.

Çoklu Paralel İlerleyen Endüvi Sarım Şeması: Çokluk sayısı **m = +2** olan sarımlardır. Şema çiziminden önce aşağıdaki değerlere göre sarım hesabı yapılır.

Endüvi değerleri:

X = 8

K = 8

2P = 2

m = +2

İlerleyen sarım

Sarım değerleri:

Y x = ?

Yk = ?

Yf = ?

2a = ?

u = ?

Sarım değerleri aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$Yx = \frac{X}{2P} = \frac{8}{2} = 4\ (1\text{-}\ 5)$$

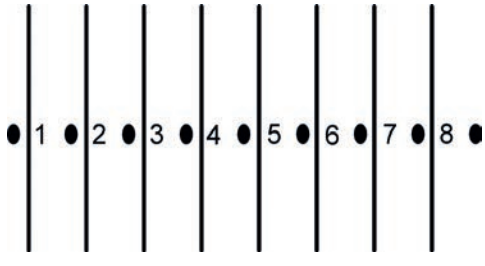
$$Yk = m = 2$$

$$Yf = \frac{K}{2P} - Yk = \frac{12}{4} - 2 = 2$$

$$2a = 2P \cdot m = 2 \cdot 2 = 4$$

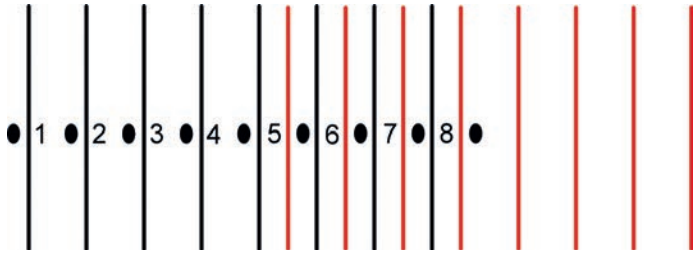
$$u = \frac{K}{X} = \frac{8}{8} = 1$$

Sarım şemasına başlarken endüvi oyuk yerleri, oyuk sayısına (X = 8) uygun, eşit aralıklarla işaretlenir. Oyukları temsil eden yuvarlak noktalar arasındaki boşluklara bobin girişleri çizilir. Bobin giriş çizgileri, eşit mesafede ve ayırt edilmesi için siyah renkle çizilmelidir (Görsel 7.47).



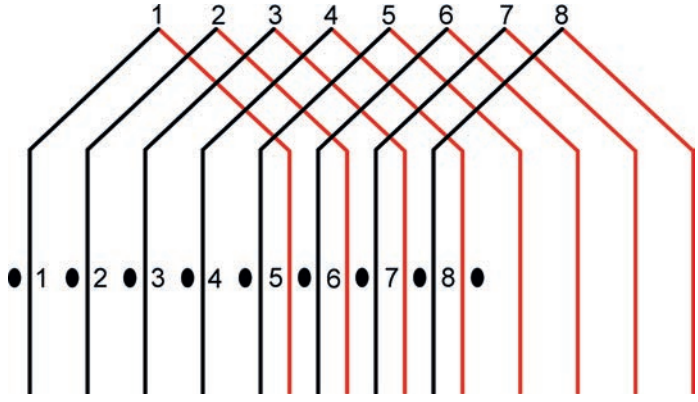
Görsel 7.47: Endüvi oyukları ve bobin girişlerinin çizilmesi

Sarım şemasına başlarken endüvi oyuk yerleri, oyuk sayısına (X = 8) uygun, eşit aralıklarla işaretlenir. Oyukları temsil eden yuvarlak noktalar arasındaki boşluklara bobin girişleri çizilir. Bobin giriş çizgileri, eşit mesafede ve ayırt edilmesi için siyah renkle çizilmelidir (Görsel 7.48).



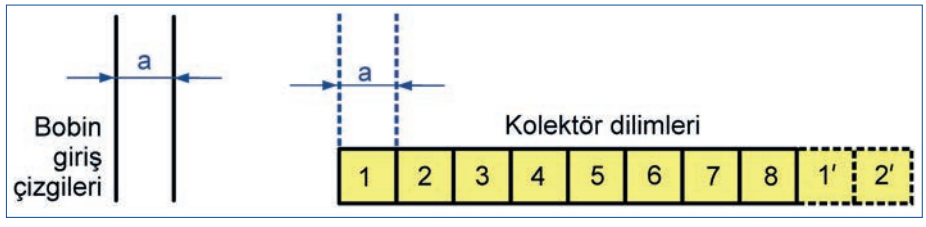
Görsel 7.48: Endüvi oyukları ve bobin çıkışlarının çizilmesi

Bobin giriş ve çıkış çizgileri, üst kısmın ortasında birleştirilir. Daha sonra şemanın üst tarafındaki bütün bobin giriş ve çıkışları çizilir. Bobinlerin birleşme noktalarına bobin numaraları yazılır (Görsel 7.49).



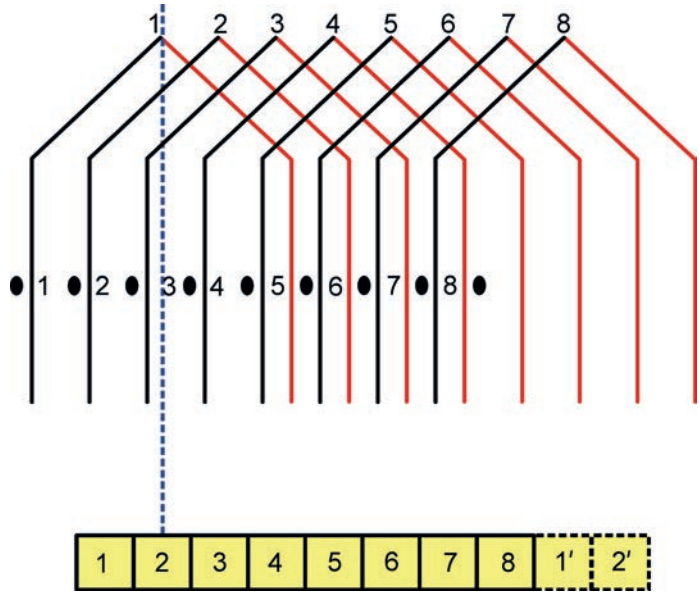
Görsel 7.49: Endüvi bobin giriş ve çıkışlarının üst kısımda birleştirilmesi

Çoklu paralel endüvi sarım şemasında bir kolektör diliminin genişliği, bobin giriş çizgileri arasındaki mesafe kadardır. Kolektör dilimi bu ölçüye göre kare şeklinde yapılır (Görsel 7.50).



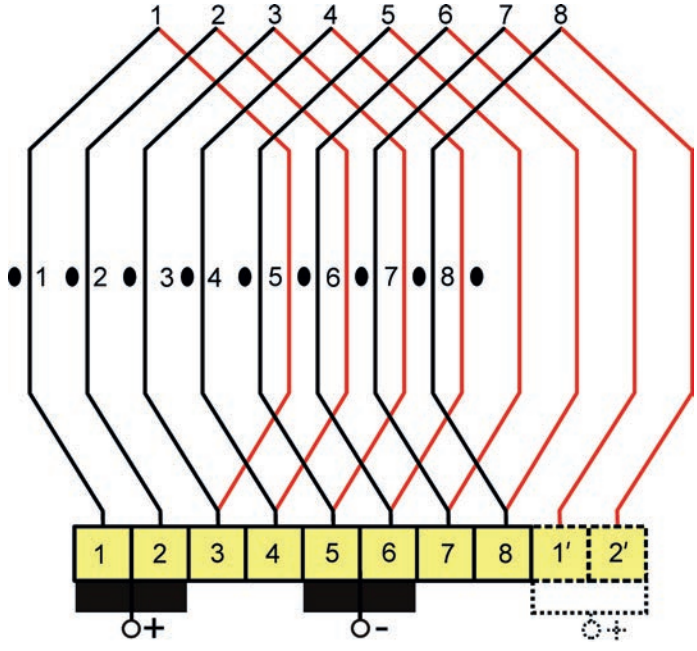
Görsel 7.50: Kolektör dilimlerinin çizilmesi

Birinci bobinin kenar çizgilerinin orta hizasına (kutup eksenine) "2" numaralı kolektör dilimi gelecek şekilde **K = 8** kadar kolektör dilimi çizilir. Çoklu paralel sarımda çokluk sayısı **m = 2** olduğundan pozitif fırça "1" ve "2" numaralı dilimlere beraber basacaktır. Bu nedenle ilk iki bobinin girişleri "1" ve "2" numaralı kolektör dilimlerinden yapılır. Bu durumda, kolektörün dairesel olarak kapanmasını temsil eden 1' ve 2' hayalî dilimlerin çizilmesi gerekir. Çizilen sekiz adet kolektör diliminin son kısmına hayalî 1' ve 2' dilimleri eklenir ve bu iki dilim kesik çizgilerle gösterilir (Görsel 7.51).



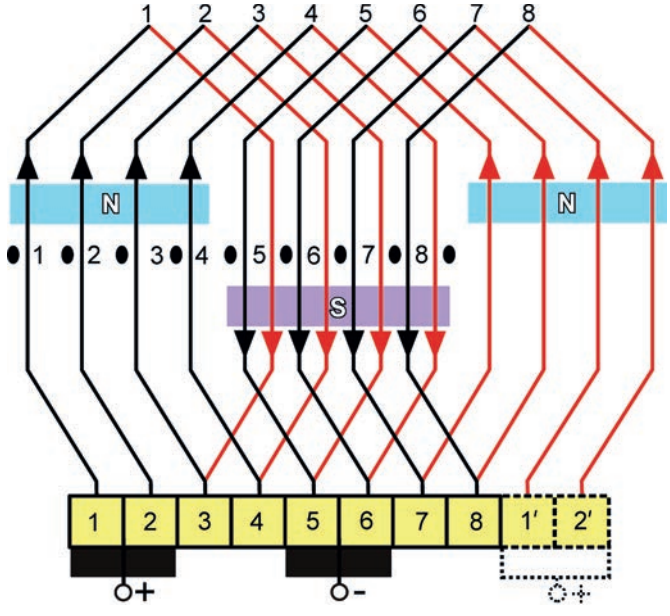
Görsel 7.51: Kolektör dilimlerinin çizilmesi ve dilimlerin şemaya yerleştirilme düzeni

Çoklu paralel sarımlarda çokluk sayısı **m = +2** olduğuna göre bobinin girişi "1" numaralı dilime bağlanırken bobin çıkışı "3" numaralı dilime bağlanır. Diğer bobinlerin uçları, çokluk sayısına dikkat edilerek kolektör dilimlerine bağlanacak biçimde çizilir. Bobin uçları bağlandıktan sonra kolektör dilimlerinin alt kısmına fırçaların çizimi yapılır. Fırça adımı **Yf = 2** olduğu için pozitif (+) fırça, "1" ve "2" numaralı kolektör dilimine yerleşecek şekilde çizilir. İki fırça arasında iki adet dilim olması gerektiği için negatif (-) fırça, "5" ve "6" numaralı dilimlere çizilir (Görsel 7.52).



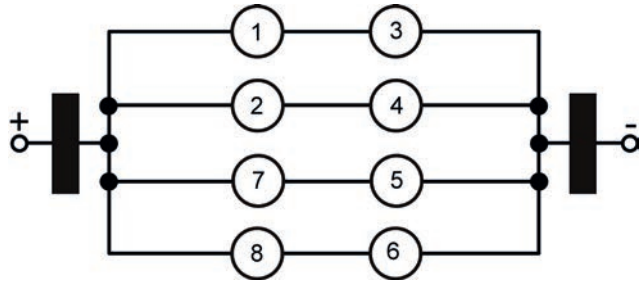
Görsel 7.52: Sarım şemasında bobin uçlarının kolektöre bağlanması ve fırçaların yerleşimi

Sarım şemasının çizimi sona erdikten sonra pozitif fırçadan negatif fırçaya kadar akım yolu takip edilir. Önce "1" numaralı kolektör diliminden daha sonra "2" numaralı kolektör diliminden başlanarak akım yolu izlenir. Pozitif fırça, aynı zamanda 1' ve 2' numaralı hayalî dilimlere bastığından bu dilimler üzerinden de akım yolu takip edilir. Şemada akım yolunu temsil eden oklarla N ve S kutupları gösterilir (Görsel 7.53).



Görsel 7.53: Sarım şemasında endüvi sargılarında oluşan manyetik alan kutuplarının tespiti

Kutuplaşmada akımın geçtiği bobin grupları, iki fırça arasında dört paralel kol oluşturur (Görsel 7.54).



Görsel 7.54: Endüvide bobin gruplarının oluşturduğu paralel kol şemasının çizimi

Örnek: Çokluk sayısı **m = +3** olan endüvi sarım hesabı ve şeması aşağıdaki gibidir (Görsel 7.55).

Endüvi değerleri:

X = 12

K = 12

2P = 2

m = + 3

İlerleyen sarım

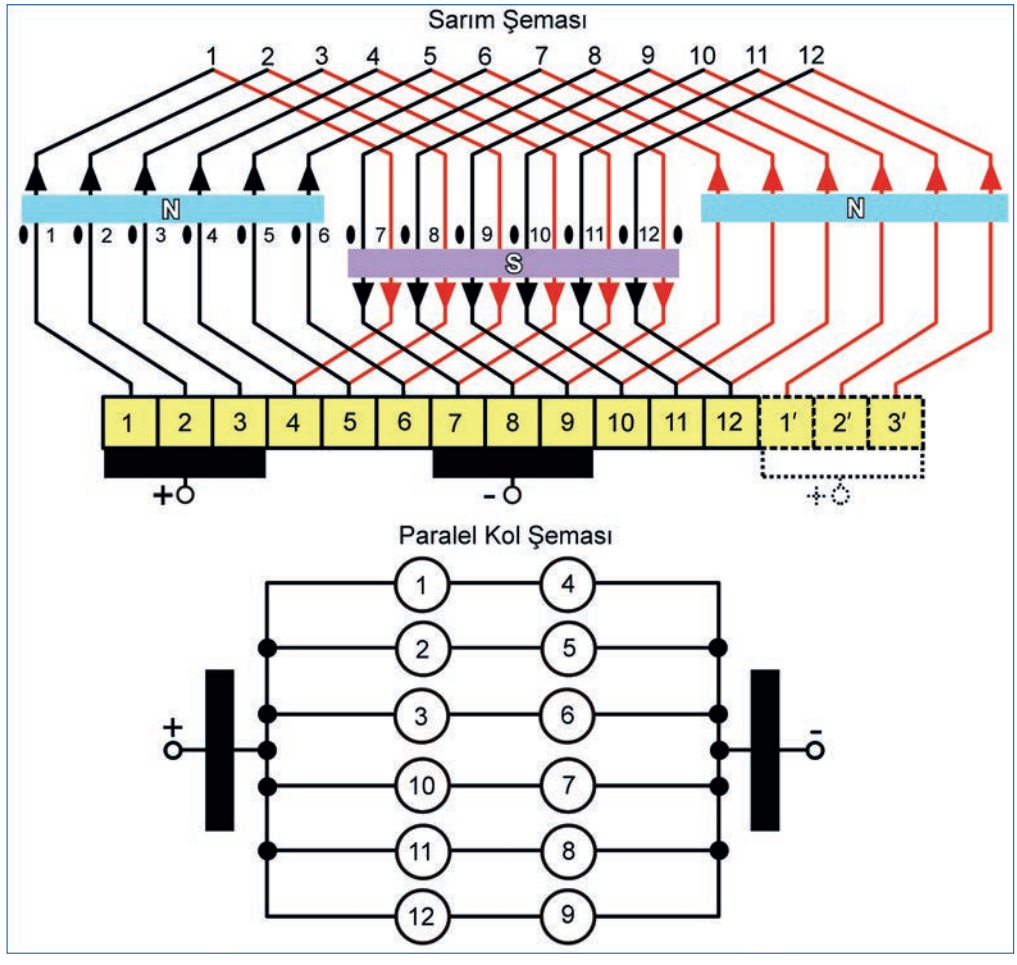
$$Yx = \frac{X}{2P} = \frac{12}{2} = 6\ (1\text{-}7)$$

$$Yk = m = 3$$

$$Yf = \frac{K}{2P} - Yk = \frac{12}{2} - 3 = 3$$

$$2a = 2P \cdot m = 2 \cdot 3 = 6$$

$$u = \frac{K}{X} = \frac{12}{12} = 1$$



Görsel 7.55: Çoklu paralel m = +3 ilerleyen endüvi sarım ve paralel kol şeması

Çoklu Paralel Gerileyen Endüvi Sarım Şeması: Çokluk sayısı **m = -2** olan sarım şemasında ilk bobinin girişi "3" numaralı kolektör dilimine, bobin çıkışı ise "1" numaralı dilime bağlanarak şema çizilmeye devam edilir (Görsel 7.56).

Endüvi değerleri:

X = 8

K = 8

2P = 2

m = - 2

Gerileyen sarım

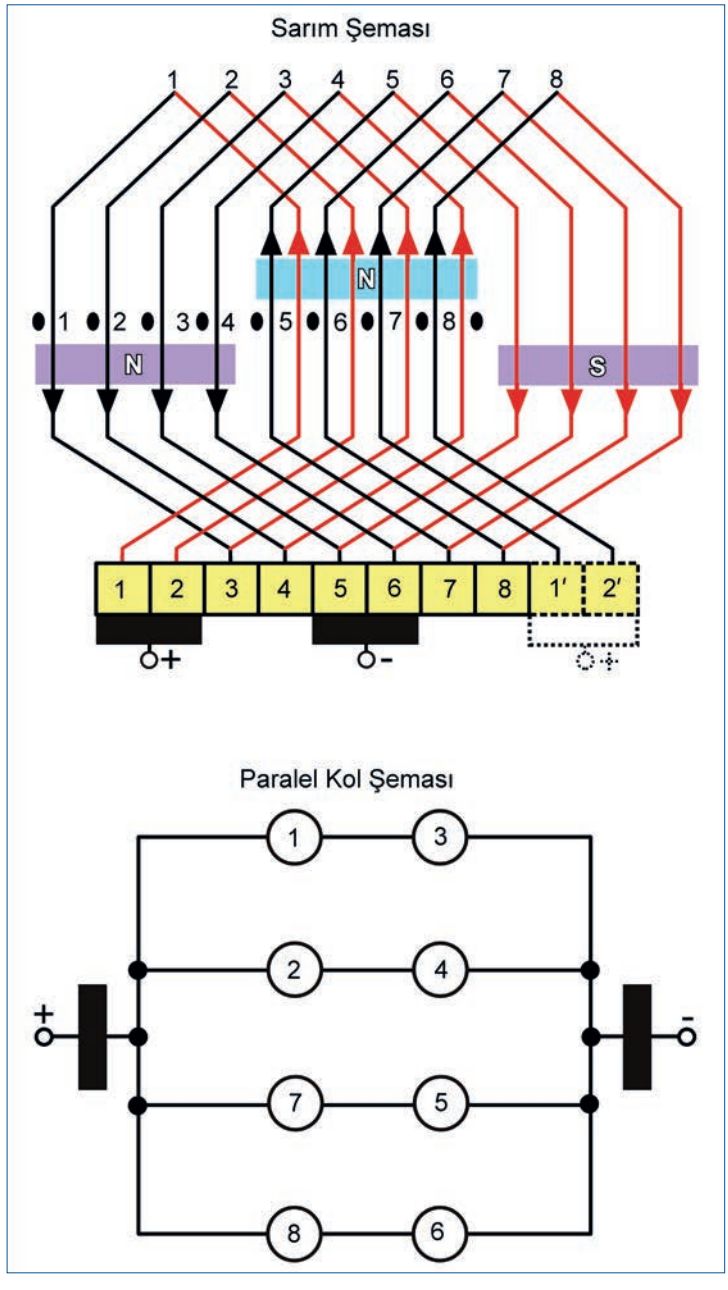
$$Yx = \frac{X}{2P} = \frac{8}{2} = 4\ (1-5)$$

$$Yk = m = 2$$

$$Yf = \frac{K}{2P} - Yk = \frac{8}{2} - 2 = 2$$

$$2a = 2P \cdot m = 2 \cdot 2 = 4$$

$$u = \frac{K}{X} = \frac{8}{8} = 1$$



Görsel 7.56: Çoklu paralel gerileyen endüvi sarım ve paralel kol şeması

Oyuk ve Kolektör Sayısı Farklı Olan Çoklu Paralel Endüvi Sarım Şeması: Çoklu paralel endüvi sarımlarında kolektör dilim sayısı, oyuk sayısının iki veya üç katı olabilir. Kolektör dilim sayısı arttığında bir oyuktaki bobin kenar sayısı da artar.

Kolektör dilim sayısı, oyuk sayısının iki katı olan endüvide sarım hesabı ve çoklu paralel ilerleyen sarım şemasının çizimi aşağıdaki gibi yapılır (Görsel 7.57).

Endüvi değerleri:

X = 6

K = 12

2P = 2

m = + 2

İlerleyen sarım

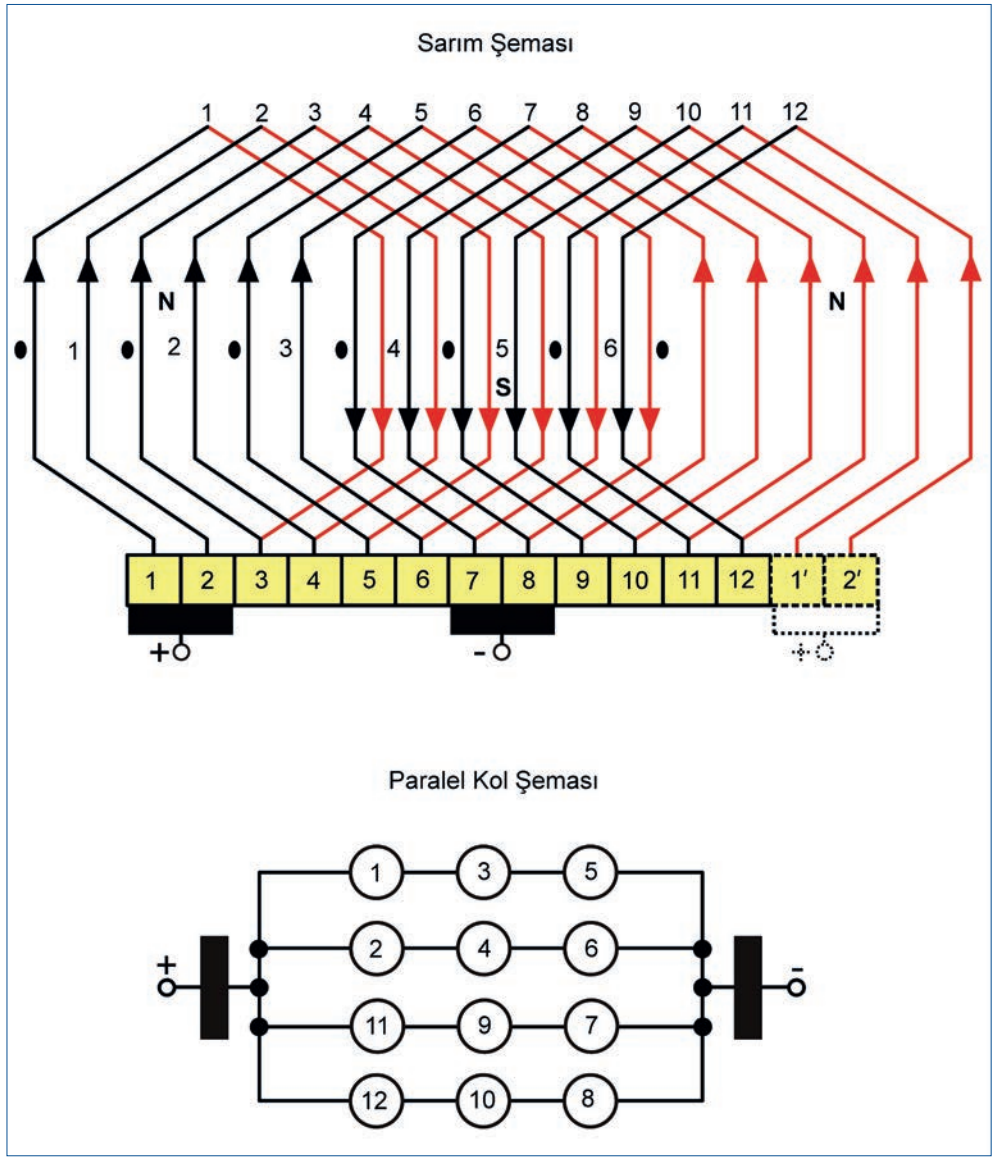
$$Yx = \frac{X}{2P} = \frac{6}{2} = 3\ (1-4)$$

$$Yk = m = 2$$

$$Yf = \frac{K}{2P} - Yk = \frac{12}{2} - 2 = 4$$

$$2a = 2P \cdot m = 2 \cdot 2 = 4$$

$$u = \frac{K}{X} = \frac{12}{6} = 2$$



Görsel 7.57: X = 6, K = 12, 2P = 2 olan endüvinin çoklu paralel ilerleyen sarım ve paralel kol şeması

6. Uygulama	ÇOKLU PARALEL ENDÜVİ SARIM ŞEMASI ÇİZİMİ

AMAÇ: Çoklu paralel endüvi sarım şemasını çizmek.

Aşağıda değerleri verilen endüvinin sarım hesabını yaparak çoklu paralel sarım şemasını çiziniz. Şema üzerindeki kutuplaşmayı göstererek paralel kol şemasını çiziniz.
X = 14
K = 28
2P = 2
m = +2
İlerleyen sarım

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Çizim kâğıdı	Kareli defter	1 adet
Çizim araç ve gereçleri	Cetvel, gönye ve daire şablonu	Birer adet
Kalem	Siyah ve kırmızı kalem	Birer adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çizim malzemelerinizi hazırlayınız.
2. Defterinize sarım hesabını yapınız.
3. Kareli defterinize oyuk sayısından bir fazla olacak şekilde noktalarla işaretleme yapınız.
4. İşaretlediğiniz oyuklara kolektör dilim sayısı kadar bobin girişini siyah kalemle çiziniz.
5. Oyuk adımına dikkat ederek bobin giriş çizgi sayısı kadar çıkış çizgilerini kırmızı kalemle çiziniz.
6. Şemanın üst kısmında bobin giriş ve çıkış çizgilerini birleştiriniz.
7. Kolektör dilimlerini çizerek bobin giriş ve çıkışlarını çokluk sayısına ve işaretine dikkat ederek birleştiriniz. Fırça adımına göre kolektör dilimlerine yerleşecek şekilde fırçaları çiziniz.
8. Şema üzerinde akım yolunu takip ederek oklarla kutuplaşmayı gösteriniz.
9. Paralel kol şemasını çiziniz.
10. Yaptığınız uygulamayı öğretmeninize kontrol ettiriniz.

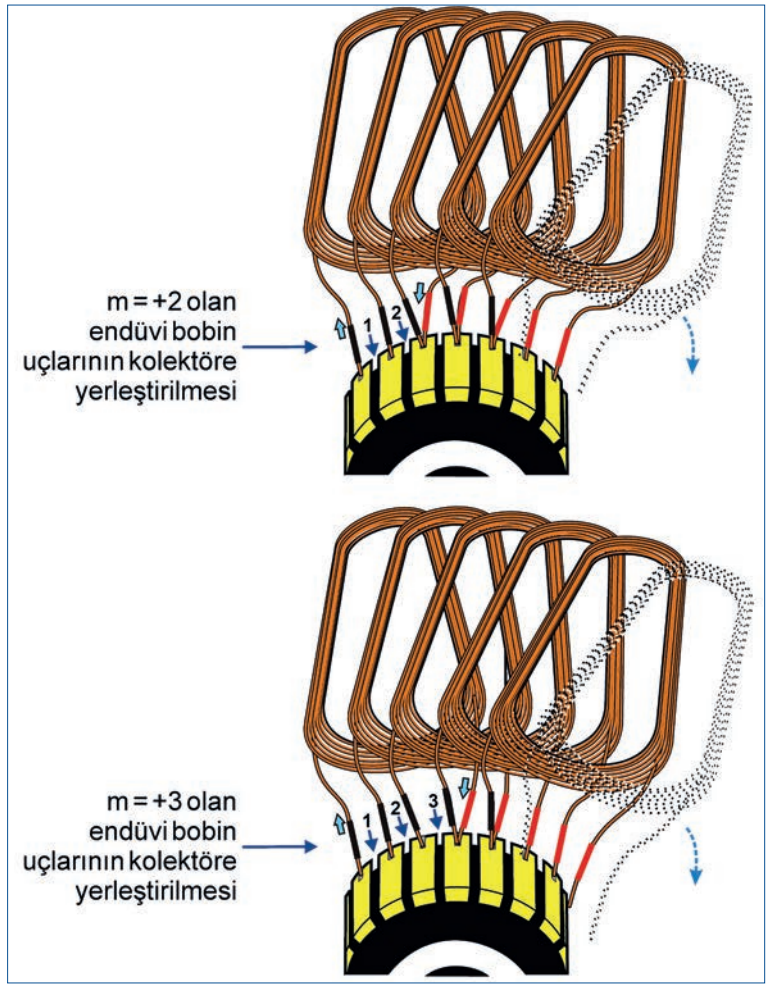
SORU

1. Çoklu paralel sarımın ilerleyen veya gerileyen sarım olduğu nasıl anlaşılır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Sarım hesabının doğru yapılması	20	
Sınıfı:	2. Sarım şemasının doğru çizilmesi	20	
Numarası:	3. Şema üzerinde kutupların doğru gösterilmesi	20	
ÖĞRETMEN	4. Paralel kol şemasının doğru çizilmesi	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

7.4.4. Çoklu Paralel Endüvi Sarımının Yapılması

Çoklu paralel endüvi sarımlarının uygulama aşamaları basit paralel sarımlar gibidir. Çoklu paralel sarım uygulamalarında bobin uçlarının kolektöre bağlantısı basit paralel sarımdan farklıdır. Basit paralel sarımdaki kolektör bağlantısında bobin girişi ile çıkışı arasında bir mika yalıtkanı vardır. Çoklu paralel sarımlarda ise kolektör dilimlerine bağlanan bobin giriş ucu ile çıkış ucu arasında iki veya daha fazla mika yalıtkanı bulunur. Görsel 7.58'de çokluk sayısı **m = +2** ve **m = +3** olan endüvide bobin uçlarının kolektör dilimlerine yerleşimi görülmektedir.



Görsel 7.58: m = +2 ve m = +3 olan endüvide bobin uçlarının kolektöre yerleştirilmesi

Çoklu paralel sarımlarda sarım aşamaları aşağıdaki gibidir:

- Endüvi oyukları presbantla yalıtılır.
- Endüvi bobinleri sarılarak bobin uçları çokluk sayısına göre kolektör dilimlerine yerleştirilir.
- Bobinler, sargı kavelası ile sıkıştırılıp düzeltilir.
- Presbantlar sargı kavelası ile oyuklardaki bobinlerin üzerine katlanır.
- Oyuklardaki bobinlerin üzerine bandaj ipi sarılarak oyuk çıtaları yerleştirilir.
- Bobin uçları, emaye yalıtkanı kazınarak kolektör dilimlerine sabitlenir.
- Endüvinin sargı kısımları izolasyon verniği ile verniklenir.

7. Uygulama	ÇOKLU PARALEL İLERLEYEN ENDÜVİ SARIM UYGULAMASI

AMAÇ: Çoklu paralel ilerleyen endüvi sarımını yapmak.

Aşağıda değerleri verilen endüvinin sarımını yapınız.
X = 12
K = 12
2P = 2
m = +2 (ilerleyen sarım)
Not: Bu değerler yerine atölyede bulunan endüvi değerleri de kullanılabilir.

İzlemek için kodu tarayınız.

42520

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Endüvi	Oyukları presbant ile yalıtılmış, 12 oyuklu ve 12 kolektör dilimli	1 adet
Endüvi sehpası	-	1 adet
Bobin teli	Sökülen arızalı endüviden belirlenen ölçülerde	-
Sargı kavelası	Ahşap	1 adet
Sabitleme malzemeleri	Bandaj ipi ve oyuk çıtası	-
El aletleri	Kargaburnu, yan keski, çakı, metal nokta aleti, çekiç, lehim malzemeleri	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlarken iş eldiveninizi giyip iş gözlüğünüzü takınız.
2. Sarım malzemelerinizi hazırlayınız.
3. Basit paralel endüvi sarım hesabını yaparak sarım ve paralel kol şemasını defterinize çiziniz.
4. Daha önceden presbantla yalıttığınız endüviyi, endüvi sehpasına yerleştirip sarım işlemini yapınız.
5. Sarım işlemi bittikten sonra bandaj ipiyle sargıları bağlayıp oyuk çıtalarını oyuklara yerleştiriniz.
6. Bobin giriş ve çıkış uçlarını kolektör dilimlerine sabitleyiniz.
7. Yaptığınız uygulamayı öğretmeninize kontrol ettiriniz.
8. Verilen malzemeleri öğretmeninize teslim ederek çalışma ortamınızı temizleyiniz.

SORU

1. Çoklu paralel sarımı basit paralel sarımdan ayıran farklar nelerdir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Sarım hesabının doğru yapılması	20	
Sınıfı:	**2.** Sarım ve paralel kol şemasının doğru çizilmesi	20	
Numarası:	**3.** Endüvi sarımının doğru yapılması	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Bobin uçlarının kolektöre doğru yerleştirilmesi	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümleleri okuyunuz ve cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. ( ) Bobin sipir sayısı, endüvi sökülürken tespit edilir.

2. ( ) Emaye bobin telinin çapı cetvelle ölçülür.

3. ( ) Paralel sarımlarda endüvi oyuk sayısı, kolektör dilim sayısına eşittir.

4. ( ) Arızalı endüvi sargısı, kesilerek veya elle sökülerek çıkarılır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Endüvi sarılmadan önce oyukların içi ve sargının temas ettiği mil, ... ile yalıtılır.

6. Sarım sırasında oyuklardaki sargıları sıkıştırma ve yerleştirme için sargı ..... kullanılır.

7. Basit ve çoklu paralel endüvi sarımlarda kolektör adımı ..... sayısına eşittir.

8. Kolektörde iki fırça arasındaki bakır dilimlerin sayısını belirlemek için..... hesaplanır.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

9. X = 14, K = 28, 2P = 2 değerlerine göre endüvinin oyuk adımı (Yx) sayısı aşağıdakilerden hangisidir?

A) 3 (1-4) B) 4 (1-5) C) 7 (1-8) D) 14 (1-15) E) 28 (1-29)

10. Aşağıdaki formüllerden hangisiyle endüvi sargılarında oluşan paralel kol sayısı (2a) hesaplanır?

A) 2P . Yx B) 2P . m C) Yk = m D) K / X E) K / 2P - (Yk)

11. Aşağıdaki çokluk sayılarından (m) hangisi endüvinin basit paralel gerileyen sarım olduğunu belirtir?

A) -1 B) +1 C) -2 D) +2 E) -3

12. Aşağıdaki çokluk sayılarından hangisi endüvinin çoklu paralel ilerleyen sarım olduğunu belirtir?

A) -1 B) +1 C) -2 D) +2 E) -3

8. ÖĞRENME BİRİMİ

KOLEKTÖRLÜ BİR FAZLI MOTOR SARIMI

KONULAR

8.1. KOLEKTÖRLÜ BİR FAZLI MOTOR ENDÜVİ SARGILARININ SÖKÜMÜ
8.2. KOLEKTÖRLÜ BİR FAZLI MOTOR ENDÜVİSİNİN SARIMA HAZIRLANMASI
8.3. KOLEKTÖRLÜ BİR FAZLI MOTOR ENDÜVİ BOBİNLERİNİN SARIMI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- **Kolektörlü bir fazlı motor endüvi sargılarını sökme**
- **Kolektörlü bir fazlı motor endüvisini sarıma hazırlama**
- **Kolektörlü bir fazlı motor endüvi bobinlerini sarma**

TEMEL KAVRAMLAR

üniversal motor, AC seri motor, bir fazlı motor, kolektör, endüvi, rotor, endüvi sargısı

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

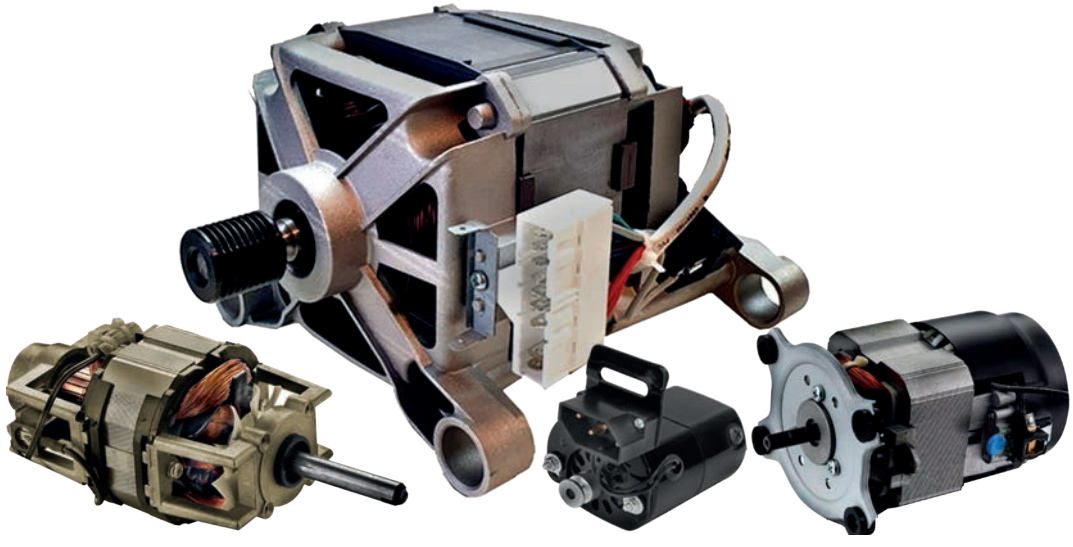
1. **Kolektörlü motor denince aklınıza hangi tip motorlar geliyor? Düşüncelerinizi ifade ediniz.**
2. **DC motorlar AC gerilimle çalışır mı? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.**

8.1. KOLEKTÖRLÜ BİR FAZLI MOTOR ENDÜVİ SARGILARININ SÖKÜMÜ

Kolektörlü bir fazlı motorlar üniversal motor ve repülsiyon motor olmak üzere ikiye ayrılır. Repülsiyon motorlar sadece endüktör sargısına AC gerilim uygulanarak çalıştırılan eski tip bir motordur. Endüvi sargıları ise kolektör üzerindeki fırçalar yardımıyla kısa devre edilmiştir. Kolektörlü bir fazlı repülsiyon motorlar, düşük verim ve işletme zorluğu nedeniyle piyasada satışı olmayan ve kullanımdan kaldırılmış motorlardır. Günümüzde repülsiyon motorların yerini daha verimli olan bir fazlı asenkron motorlar almıştır. Üniversal motorlar ise endüstride çok geniş bir kullanım alanına sahiptir.

8.1.1. Üniversal Motor

Hem AC hem de DC gerilimde çalışabilen kolektörlü seri motorlara **üniversal motor** denir. Bu motorun üniversal (evrensel) ismini almasının nedeni AC ve DC gerilimde çalışma gibi geniş bir çalışma özelliğine sahip olmasıdır. Üniversal motorlar; dikiş makinesi, elektrik süpürgesi, çamaşır makinesi, küçük su pompası, kahve öğütücü, vantilatör gibi ev aletlerinde ve el matkabı gibi tüm seyyar elektrikli el aletlerinde kullanılır (Görsel 8.1).

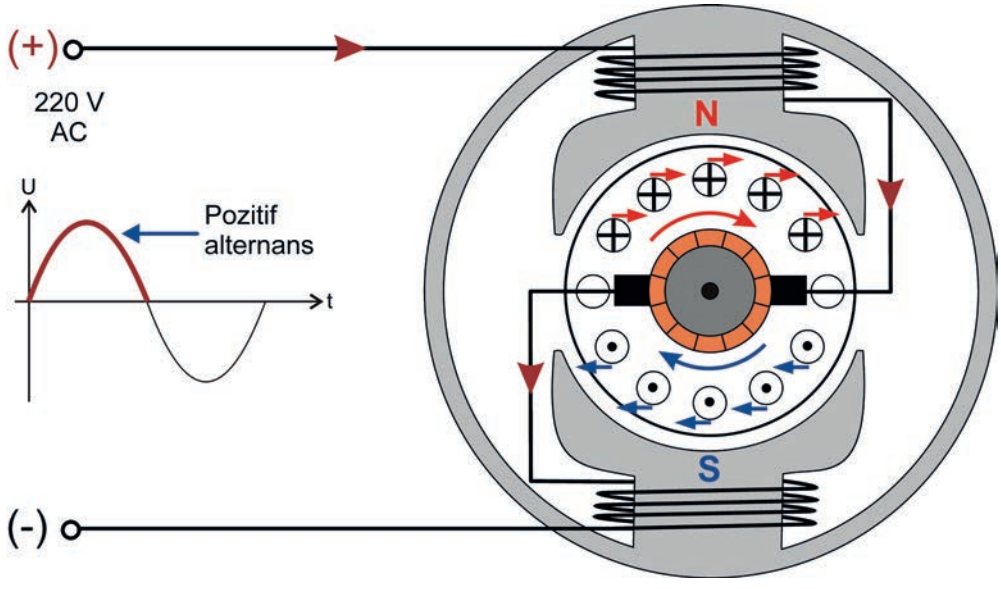


Görsel 8.1: Çeşitli üniversal motorlar

Üniversal motorların özellikleri şunlardır:

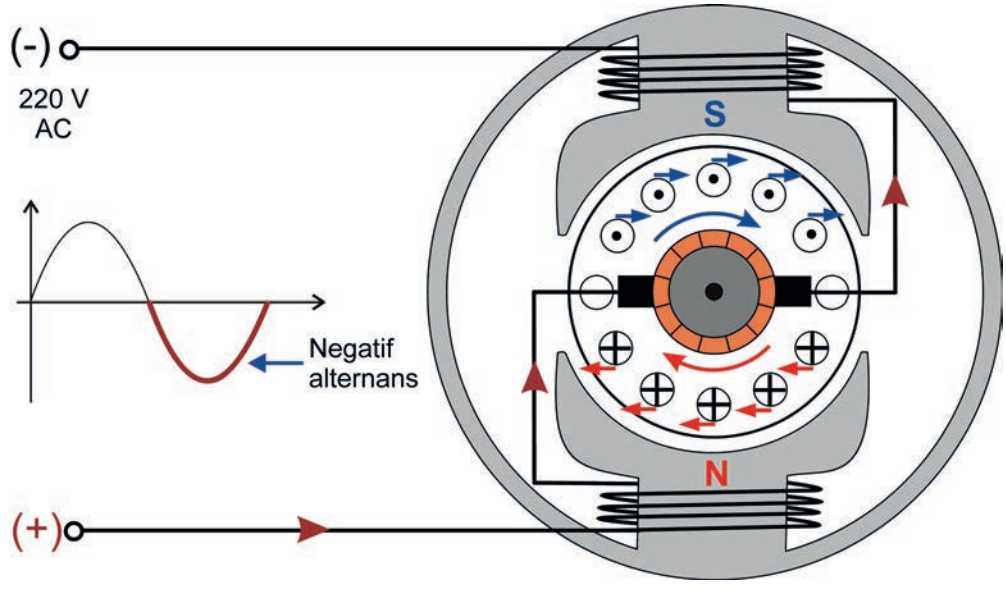
- Üniversal motorların yapısı DC seri motorlara benzer.
- Üniversal motor AC ve DC gerilimde çalışabilir ancak DC gerilimde çalıştırıldığında düşük akım çekeceğinden çalışma verimi düşer. Çünkü sargı iletkenleri DC seri motor sargılarından incedir.
- Üniversal motor DC seri motorlara göre daha küçük güçlerde üretilir.
- Boyutları küçük ve ağırlığı az olduğu için seyyar elektrikli aletlerde (matkap, hilti, taşlama, testere, küçük ev aletleri, tarım aletleri vb.) oldukça fazla tercih edilir.
- Kalkınma ve döndürme momentleri yüksektir.
- Devir sayıları oldukça yüksektir (0-20000 d/dk.).
- Devir sayıları yük altında oldukça değişkendir.
- Elektronik AC faz kontrol devreleriyle hassas bir şekilde hız ayarı yapılabilir.

Üniversal motorlar, “manyetik alan içindeki iletkenden akım geçtiğinde iletkenin “hareket etmesi” prensibine göre çalışır. DC motorlarda endüktör sargılarında sabit manyetik alan, üniversal motor endüktöründe ise AC gerilimden dolayı değişken manyetik alan meydana gelir. Endüktör ve endüvi sargılarından geçen akım, AC gerilimin frekansına (50 hz) bağlı olarak sürekli yön değiştirir. Bu durum manyetik alanın değişken olmasına neden olur. AC gerilimin pozitif alternansında geçen akım, endüktörde manyetik alan oluşturur. Manyetik alan içindeki endüvi sargılarından geçen akım, itme çekme kuvvetiyle endüviyi soldan sağa doğru hareket ettirir (Görsel 8.2).



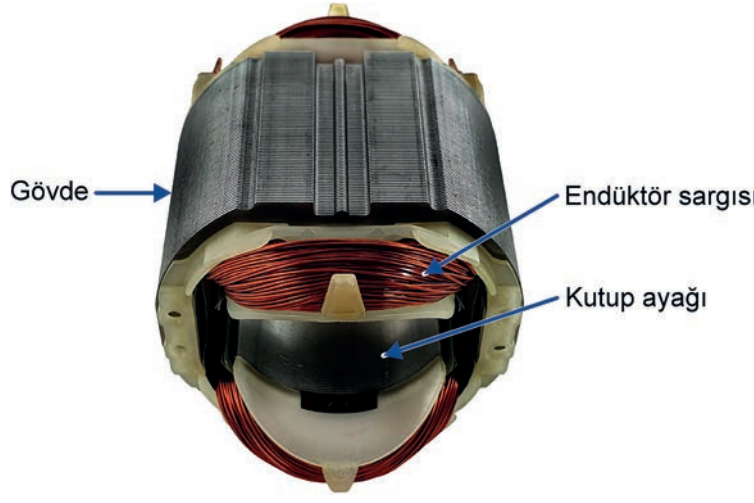
Görsel 8.2: AC gerilimin pozitif alternansında endüktörde oluşan manyetik alan ve endüvinin hareketi

AC gerilimin negatif alternansında ise akım yönü değiştiği için kutup ayaklarındaki manyetik alanın yönü değişir. Bu durumda manyetik alan içinde kalan endüvi sargılarındaki akım yönü de değişir. Manyetik alan ve endüvi akımı birlikte değiştiği için endüvi aynı yönde hareket edecektir. AC gerilimin alternansları değiştikçe bu işlemler tekrarlanır ve endüvi aynı yönde dönmeye devam eder (Görsel 8.3).



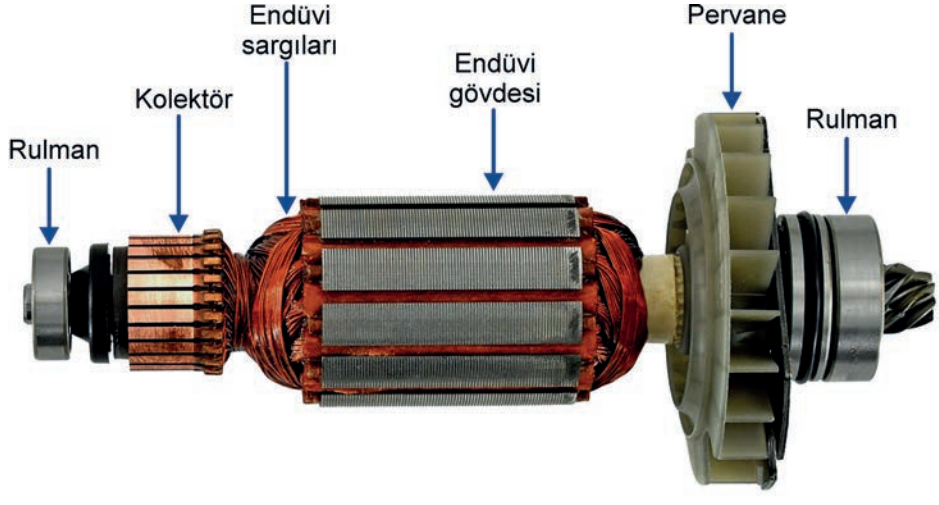
Görsel 8.3: AC gerilimin negatif alternansında endüktörde oluşan manyetik alan ve endüvinin hareketi

Üniversal motorun yapısını endüktör (stator), endüvi (rotor), gövde ve diğer mekanik parçalar oluşturur. Motor endüktörü, silisli sacların paketlenmesiyle yapılmıştır. Üniversal motor endüktöründe gövde ve kutup ayakları tek parça olup DC motordaki gibi kutup ayakları sökülemez. Endüktör sargıları, gövdeye birleşik olan bu kutup ayaklarının boşluğuna sarılır (Görsel 8.4).



Görsel 8.4: Üniversal motor endüktörü

Üniversal motor endüvi gövdesi, DC motorlardaki gibi silisli sac paketinden oluşmuştur. Gövde yüzeyindeki oyuklara endüvi sargıları sarılır. Kolektör, endüvi ile aynı mil üzerinde bulunur. Mil üzerindeki rulmanlar motor kapağındaki yuvalarına yerleşerek endüvinin düzgün bir şekilde dönmesini sağlar. Mil üzerindeki soğutma pervanesi motor sargılarının ısınmasını önler (Görsel 8.5).



Görsel 8.5: Endüvi ve endüvi ile aynı mil üzerinde olan parçalar

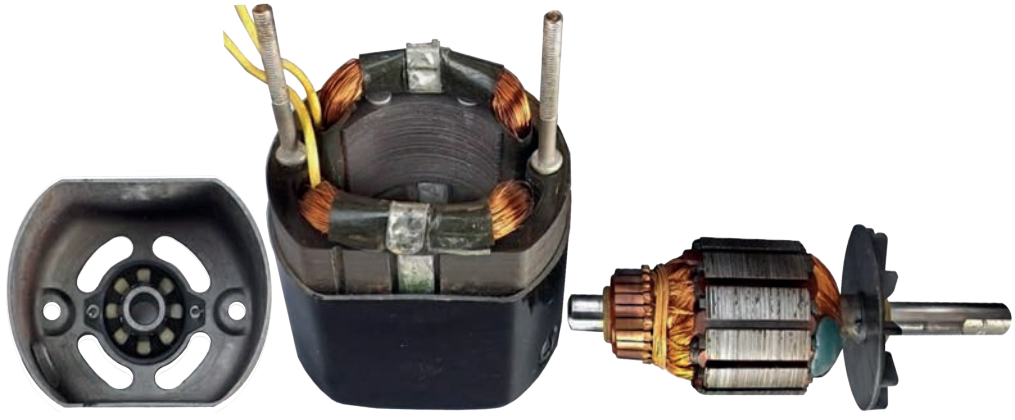
Fırçalar, kolektöre sürtünerek üniversal motor endüvi sargılarına akımı ulaştırır. Fırçalar üniversal motorun dış gövdesi üzerindeki fırça yuvalarına yerleştirilir (Görsel 8.6).

Görsel 8.6: Üniversal motor fırçaları

8.1.2. Üniversal Motorun Arızalı Endüktör ve Endüvi Sargılarının Sökülmesi

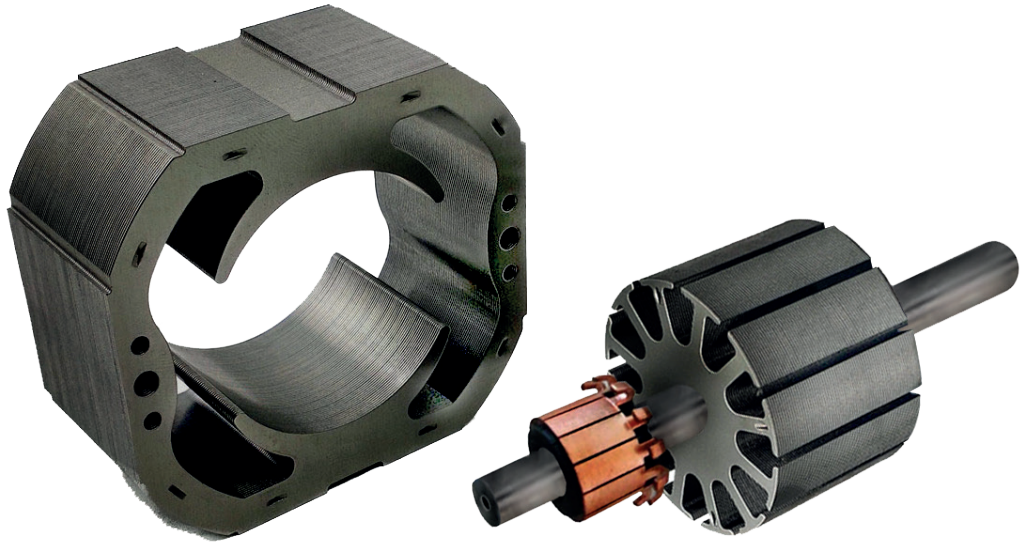
Arızalı motorlar sökülmeden önce hangi sargının arızalı olduğunu anlamak için endüktör ve endüvi sargıları kontrol edilir. Bu kontrol işlemine sargılardaki yanık izleri gözlemlenerek başlanır. Daha sonra AVOmetre ile kısa devre, kopukluk ve gövdeye kaçak kontrolü yapılır. Endüktör ve endüvi sargılarının sadece biri ya da ikisi birden yanmış olabilir. Bu durumda arızalanan sargı ya da sargılar sökülür.

Üniversal motoru sökme işlemine ön ve arka kapak cıvatalarının sökülmesiyle başlanır. Fırçalar fırça yuvasından çıkarılır. Sökme işleminde kaybolmaması için ortaya çıkan vida ve cıvatalar güvenli bir kutu içine konur. Kapaklar gövdeden ayrılırken mil ve rulmanlar, kapak içindeki yuvalarından çıkarılır. Kutup ayakları ortasındaki endüvi çekilerek pervaneyle beraber çıkarılır (Görsel 8.7).



Görsel 8.7: Parçaları sökülmüş üniversal motor

Üniversal motorun arızalı endüvi ve endüktör sargılarının sökülmesi, DC motor sargılarının sökülmesi gibidir. Endüktör ve endüvi sargıları el ile sökülerek veya kesilerek yerlerinden çıkarılır. Bu işlem yapılırken endüktör ve endüvi gövdesine zarar verilmemelidir. Sargılar el ile sökülecek ise sertleşmiş bobinler için vernik çözücü sıvı kullanılması sökme işlemini kolaylaştırır. Sargılar çıkarıldıktan sonra presbant ve vernik kalıntıları tel fırça ile temizlenir. Endüvide kirlenmiş yüzeyler ve kolektör temizliği için zımpara işlemi yapılır (Görsel 8.8).



Görsel 8.8: Söküldükten sonra temizlenen endüktör ve endüvi gövdesi

Arızalı üniversal motorun sökülmesinde onarım karteksine aşağıdaki bilgiler kaydedilir.

- Teslim alma ve müşteri bilgileri
- Motorun tipi, kutup sayısı ve etiket bilgileri
- Endüktör sargı sipir sayısı, sargı iletken çapı, kutup ayağı ölçüleri
- Endüvi oyuk sayısı, kolektör dilimi sayısı, sarım tipi, oyuk adımı, çokluk sayısı, oyuktaki bobin sayısı, fırçaların konumu, sargı sipir sayısı ve iletken çapı

Üniversal motor onarım karteksi görsel 8.9'daki gibi hazırlanır.

ÜNİVERSAL MOTOR ONARIM KARTEKSİ	
Teslim Alma ve Müşteri Bilgileri	Makinenin Markası : ..... Makineyi Teslim Eden : ..... Telefon ve Adres : ..... Makineyi Teslim Alan : ..... Makine Arıza Bilgileri : .....
Motor Tipi ve Kutup Sayısı	Motor Tipi : ..... Kutup Sayısı : .....
Motorun Etiket Bilgileri	Çalışma Gerilimi (V): ..... Çalışma Akımı (A) : ..... Motorun Gücü (kW) : ..... Devir Sayısı (d/dk.) : .....
Endüktör Bilgileri	Sargı Sipir Sayısı : ..... İletken Çapı (mm) : ..... Kutup Ayağı Ölçüleri : .....
Endüvi Bilgileri	Oyuk Sayısı (X) : ..... Kolektör Dilimi Sayısı (K) : ..... Sarım Tipi : ..... Oyuk Adımı (Yx) : ..... Çokluk Sayısı (m) : ..... Oyuktaki Bobin Kenarı Sayısı (u): ..... Fırçaların Konumu : ..... Sargı Sipir Sayısı : ..... İletken Çapı (mm) : .....

Görsel 8.9: Üniversal motorun onarım karteksi

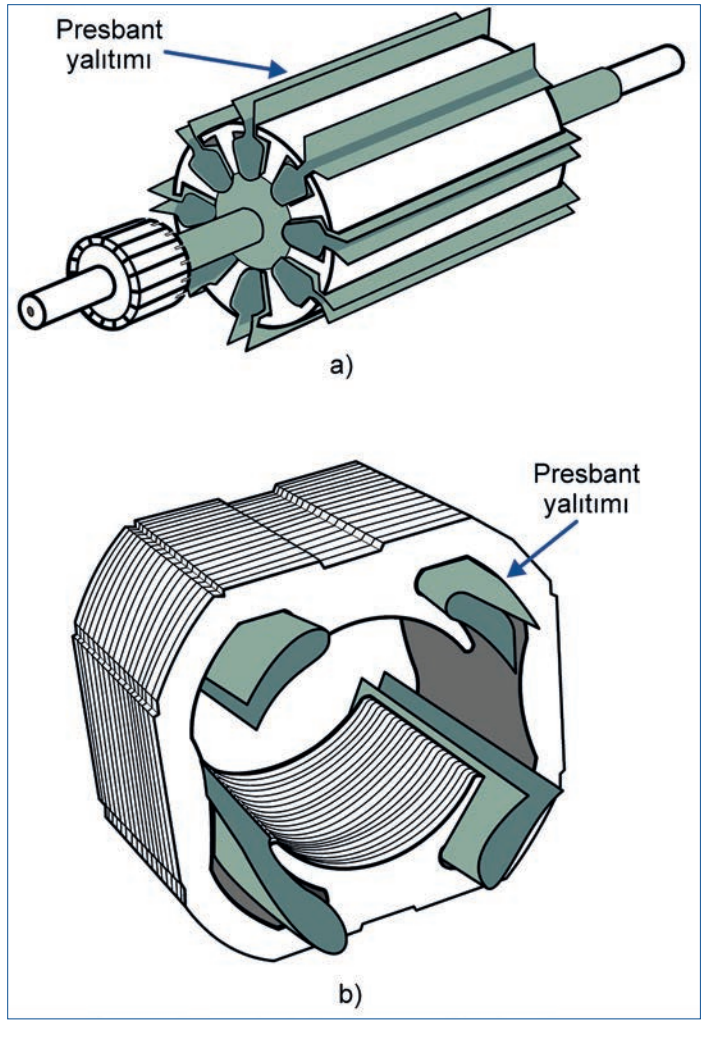
8.2. KOLEKTÖRLÜ BİR FAZLI MOTOR ENDÜVİSİNİN SARIMA HAZIRLANMASI

Üniversal motor endüktör ve endüvi sargıları sökülüp temizlendikten sonra sargının yerleşeceği yerler yalıtılarak sarıma hazır hâle getirilir. Sarımda kullanılmak üzere ahşap sargı kavelası hazırlanır.

8.2.1. Üniversal Motor Endüktör ve Endüvisinin Yalıtılması

Sökülen arızalı endüktör ve endüvinin sarımı yapılmadan önce sargıların yerleşeceği kısımlara presbant ile yalıtma işlemi yapılır. Üniversal motorda endüvi yalıtımı DC motordaki endüvi yalıtımı gibidir. Endüvi oyukları ve sargının yerleştirildiği mil yüzeyleri, dikkatli bir şekilde yalıtılır (Görsel 10.a).

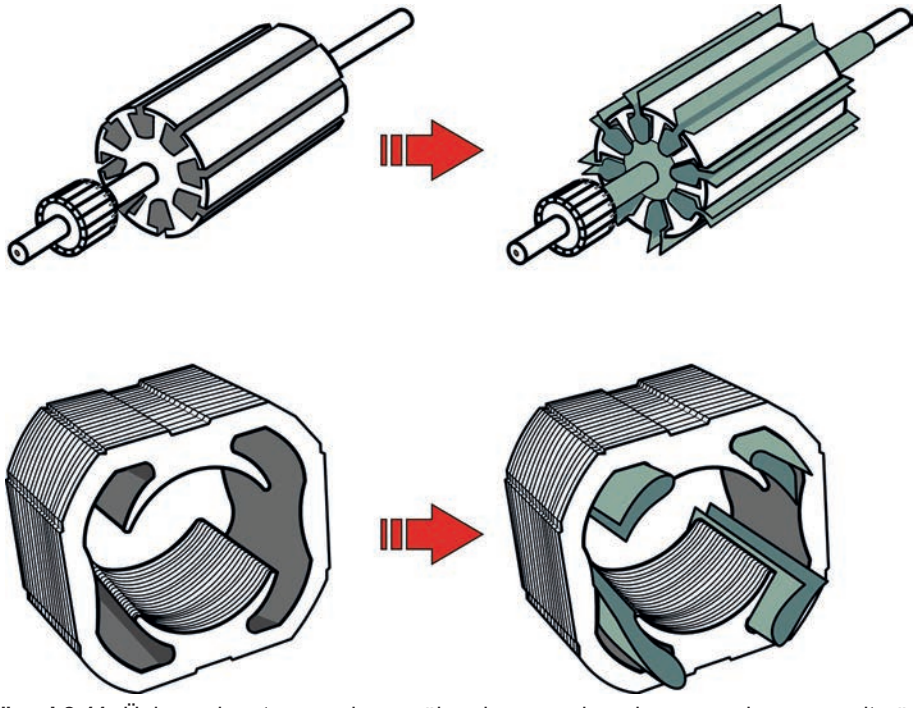
Üniversal motorda kutup ayakları ve endüktör gövdesi birleşik olduğu için sargıların kalıp şeklinde sarılıp kutup ayaklarına yerleştirilmesi zordur. Endüktör sargısının sarım işlemi kutup ayaklarının boşluklarına (oyuklarına) el ile yapılır. Bu nedenle kutup ayağı boşluklarının yalıtılması gerekir. Arızalı endüktör sargısının ölçüleri sargılar sökülmeden önce alınıp kartekse kaydedilir. Sargılar söküldükten sonra ise kutup ayaklarındaki boşlukların ölçüsü alınır. Bu boşlukların ölçüsünde presbant kesilir ve bu presbantlar boşluklara yerleştirilir. Presbantlar, endüktör boşluğunun önünde ve arkasında sargının dışarıda kalan kısımlarını yalıtacak şekilde uzun olmalıdır (Görsel 8.10.b).



Görsel 8.10: Üniversal motor endüktör ve endüvisinin presbant ile yalıtılması

1. Uygulama	ARIZALI ÜNİVERSAL MOTOR SARGILARININ SÖKÜLEREK SARIMA HAZIRLANMASI

AMAÇ: Arızalı üniversal motor sargılarını sökerek sarıma hazırlama uygulamasını yapmak.



Görsel 8.11: Üniversal motor sargılarını sökerek sarıma hazırlama uygulamasına ait görsel

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Üniversal motor	220 V AC	1 adet
Pas sökücü sprey	-	1 adet
Presbant	PVC veya kâğıt presbant	-
Makas	-	1 adet
Tutkal	Hızlı yapıştırıcı	1 adet
Ölçü aleti	AVOmetre, cetvel veya kumpas	Birer adet
Temizleme gereçleri	Tel fırça ve zımpara	Birer adet
El aletleri	Tornavida takımı, anahtar takımı, plastik tokmak, çekiç, keski	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlarken iş eldiveninizi giyip iş gözlüğünüzü takınız.
2. Üniversal motorun sargı bağlantılarını açınız.
3. AVOmetre ile endüktör ve endüvi sargılarının kısa devre ve kopukluk kontrolünü yapınız.
4. Arıza onarım karteksi hazırlayıp bütün motor bilgilerini kartekse kaydediniz.
5. Fırçaları fırça yuvasından çıkarınız.
6. Pas sökücü spreyi sıkarak motor kapağındaki cıvata bağlantılarının yumuşamasını bekleyiniz.
7. Motor kapağındaki cıvataları sökünüz.
8. Motor kapaklarıyla beraber endüviyi gövdeden ayırınız.

9. Parçaların sökülme işlemi sırasında çıkan vida, somun, cıvata ve rondelalar montaj işleminde de kullanılacağı için bu elemanları bir kutu içine koyarak muhafaza ediniz.

10. Endüvi ve endüktör sargılarının yanıp yanmadığını gözle kontrol ediniz.

11. Birbirine bağlantılı endüktör sargı uçlarını çözerek sargıları birbirinden ayırınız ve söktüğünüz bağlantı yerlerini işaretleyiniz.

12. Endüktör sargılarını sökünüz ve sipir sayısını tespit ediniz. Endüktör üzerindeki vernik ve presbant kalıntılarını temizleyiniz.

13. Söktüğünüz endüktör sargısı iletken çapını mikrometreyle ölçünüz.

14. Endüvi sargılarını sökünüz ve sipir sayısını tespit ediniz. Endüvi üzerindeki vernik ve presbant kalıntılarını temizleyiniz.

15. Söktüğünüz endüvi sargısı iletken çapını mikrometreyle ölçünüz.

16. Endüktör sargı boşluklarını presbant ile yalıtınız (Görsel 8.11).

17. Endüvi oyuklarını ve milin sargıya denk gelen kısımlarını presbant ile yalıtınız (Görsel 8.11).

18. Yaptığınız uygulamayı öğretmeninize kontrol ettiriniz.

19. Verilen malzemeleri öğretmeninize teslim ederek çalışma ortamınızı temizleyiniz.

SORULAR

1. Üniversal motor nedir? Açıklayınız.

2. Üniversal motorun endüktörü ile DC motor endüktörü arasındaki farklar nelerdir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Üniversal motor parçalarının doğru sökülmesi	20	
Sınıfı:	**2.** Endüktörün sökülüp yalıtılması	20	
Numarası:	**3.** Endüvinin sökülüp yalıtılması	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Onarım karteksinin doğru hazırlanması	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

8.3. KOLEKTÖRLÜ BİR FAZLI MOTOR ENDÜVİ BOBİNLERİNİN SARIMI

Üniversal motor endüvi bobinleri sarımında aşağıdaki işlem basamakları izlenir:

- Sarım hesabı yapılır.
- Sarım şeması çizilir.
- Paralel kol şeması çizilir.
- Sarım malzemeleri hazırlanır.
- Emaye bobin teli seçimi yapılır.
- Endüvi bobinleri sarılarak bobin uçları kolektör dilimlerine sabitlenir.
- Endüvi bobinlerine bandaj ipi sarılıp oyuk çıtaları yerleştirilir.

8.3.1. Üniversal Motorun Endüvi Sarım Şeması

Üniversal motor endüvi şemaları DC seri motor endüvi şemasıyla birebir aynıdır. Bu motorlarda genellikle iki kutuplu sarımlar kullanılır. Endüvi sarımları, basit paralel ve çoklu paralel sarım şeklindedir. Üniversal motorun sökümünde hazırlanan onarım karteks değerlerine göre endüvi sarım hesabı yapılır. Daha sonra sarım şeması ve paralel kol şeması çizilir.

Sarım Hesabının Yapılması: Üniversal motorda çoklu paralel ilerleyen endüvi sarım hesabı aşağıdaki gibi yapılır.

Endüvi değerleri:

X = 12 (oyuk sayısı)

K = 24 (kolektör dilimi sayısı)

2P = 2 (kutup sayısı)

m = +2 (ilerleyen sarım)

Sarım değerleri:

Yx = ? (oyuk adımı)

Yk = ? (kolektör adımı)

Yf = ? (fırça adımı)

2a = ? (paralel kol sayısı)

u = ? (bir oyuktaki bobin kenarı sayısı)

$$Yx = \frac{X}{2P} = \frac{12}{2} = 6\ (1\text{-}\ 7)$$

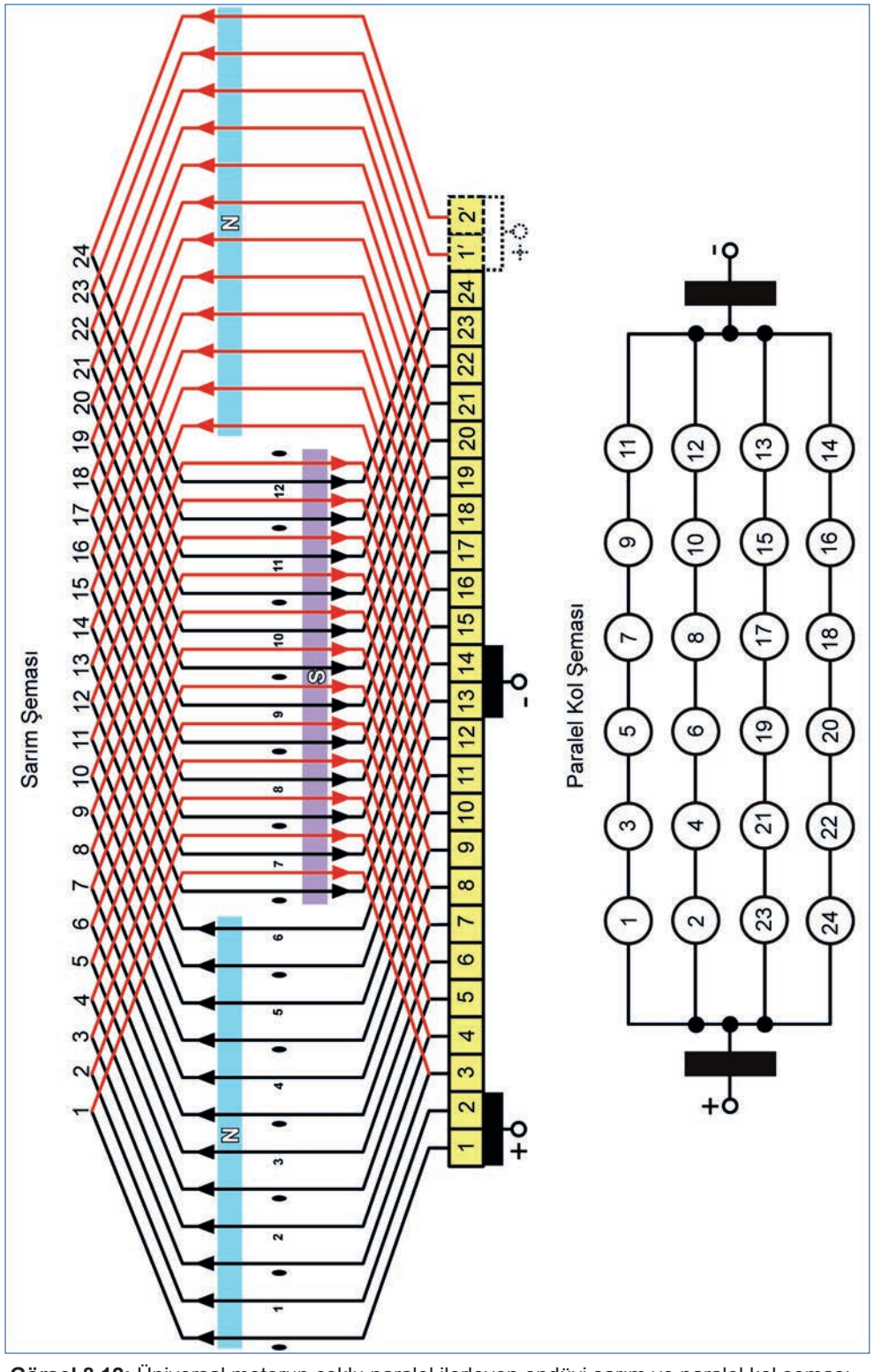
$$Yk = m = 2$$

$$Yf = \frac{K}{2P} - Yk = \frac{24}{2} - 2 = 10$$

$$2a = 2P \cdot m = 2 \cdot 2 = 4$$

$$u = \frac{K}{X} = \frac{24}{12} = 2$$

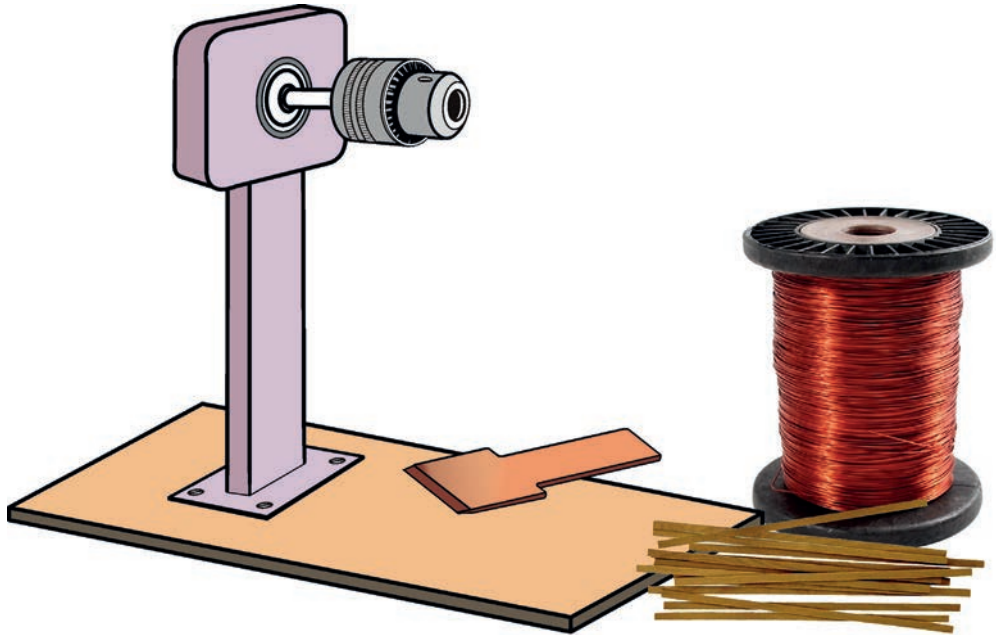
Sarım Şemasının Çizimi: Endüvi oyuk yerleri işaretlendikten sonra sargı giriş ve çıkışları iki farklı kalemle çizilip üst tarafta çizgiler birleştirilir. Daha sonra bobin uçları çokluk sayısına göre kolektör dilimlerine yerleşecek şekilde çizilir. Paralel kol şeması çizilerek şema çizimi tamamlanır (Görsel 8.12).



Görsel 8.12: Üniversal motorun çoklu paralel ilerleyen endüvi sarım ve paralel kol şeması

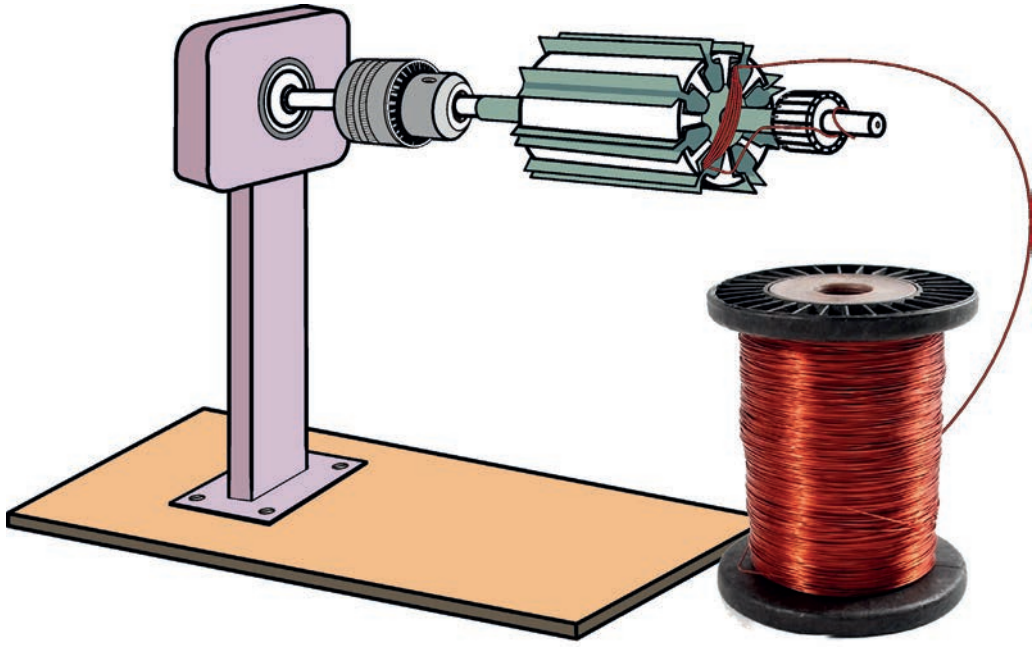
8.3.2. Üniversal Motor Endüvi Sarımının Yapılması

Endüvi sarımına başlamadan önce sargı kavelası, oyuk çıtaları ve endüvi sehpası gibi sarım malzemeleri hazırlanır. Standart bobin tel çapı tablosundan tel çapı belirlenerek emaye izoleli bobin teli temin edilir (Görsel 8.13).



Görsel 8.13: Üniversal motorun endüvi sarım malzemeleri

Oyukları presbant ile yalıtılmış endüvi, sarım düzeneğine (endüvi sehpasına) yerleştirilir. Sarım şemasına uygun bir şekilde bobinlerin sarımı yapılır (Görsel 8.14). Sarım işlemi sırasında bobinlerin sipir sayısının onarım karteksindeki değer ile aynı olmasına dikkat edilir. Sarım işlemi bitince bobin uçları kolektör dilimlerine sabitlenir. Sargı kavelası ile bobinler sıkıştırılıp bandaj ipi sarılır. Son olarak oyuklardaki bobinlerin üzerine oyuk çıtaları yerleştirilir.



Görsel 8.14: Üniversal motor endüvi bobinlerinin sarımı

2. Uygulama	ÜNİVERSAL MOTORUN ENDÜVİ SARIM UYGULAMASI

AMAÇ: Üniversal motorun endüvi sarımını yapmak.

Aşağıda değerleri verilen endüvinin sarımını yapınız.
X = 8
K = 16
2P = 2
m = +2 (ilerleyen sarım)
Not: Bu değerler yerine atölyede bulunan endüvi değerleri de kullanılabilir.

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Çizim araç ve gereçleri	Cetvel, gönye ve daire şablonu, kareli defter, siyah ve kırmızı kalem	Birer adet
Endüvi	Oyukları presbant ile yalıtılmış, 8 oyuklu ve 8 kolektör dilimli	1 adet
Endüvi sehpası	-	1 adet
Bobin teli	Sökülen arızalı endüviden belirlenen ölçülerde	-
Sargı kavelası	Ahşap	1 adet
Sabitleme malzemeleri	Bandaj ipi ve oyuk çıtası	-
El aletleri	Kargaburnu, yan keski, çakı, metal nokta aleti, çekiç, lehim malzemeleri	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlarken iş eldiveninizi giyip iş gözlüğünüzü takınız.
2. Sarım malzemelerinizi hazırlayınız.
3. Basit paralel endüvi sarım hesabını yaparak sarım ve paralel kol şemasını defterinize çiziniz.
4. Daha önce presbantla yalıttığınız endüviyi, endüvi sehpasına yerleştirip sarım işlemini yapınız.
5. Sarım işlemi bittikten sonra bandaj ipiyle sargıları bağlayıp oyuk çıtalarını oyuklara yerleştiriniz.
6. Bobin giriş ve çıkış uçlarını kolektör dilimlerine sabitleyiniz.
7. Yaptığınız uygulamayı öğretmeninize kontrol ettiriniz.
8. Verilen malzemeleri öğretmeninize teslim ederek çalışma ortamınızı temizleyiniz.

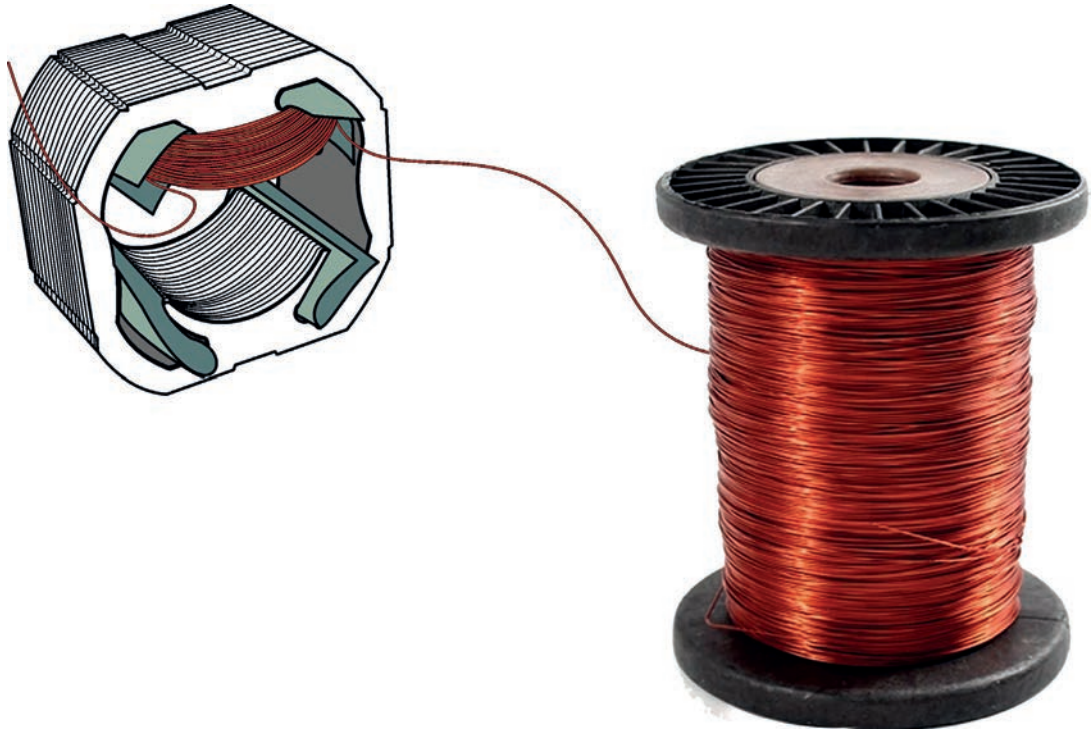
SORU

1. Çokluk sayısı **m = -2** sarımda bobin uçları kolektör dilimlerine nasıl bağlanır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Sarım hesabının doğru yapılması	20	
Sınıfı:	**2.** Sarım ve paralel kol şemasının doğru çizilmesi	20	
Numarası:	**3.** Endüvi sarımının doğru yapılması	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Bobin uçlarının kolektöre doğru biçimde yerleştirilmesi	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

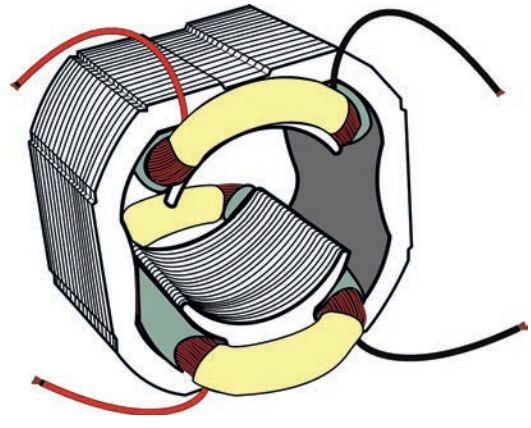
8.3.3. Üniversal Motor Endüktör Sarımının Yapılması

Endüktör sarım işlemi, motorun üretildiği fabrikalarda otomatik sarım makineleriyle gerçekleştirilir. Ancak sargı, herhangi bir sebeple yanmış ise sökülerek yeniden sarım yapılır. Üniversal motorun endüktör bobinleri, presbant ile yalıtılmış kutup ayaklarının sargı boşluğuna sarılır. Endüktör sarımına başlamadan önce kullanılacak bobin teli seçimi yapılır. Bobin teli seçimi, endüktör sökülürken mikrometreyle ölçülüp kartekse kaydedilen tel çapına göre yapılır. Daha sonra kutup ayağı boşluklarına kartekse kaydedilen sargı sipir sayısı kadar bobin teli sarılır (Görsel 8.15).



Görsel 8.15: Üniversal motor endüktör bobinlerinin sarımı

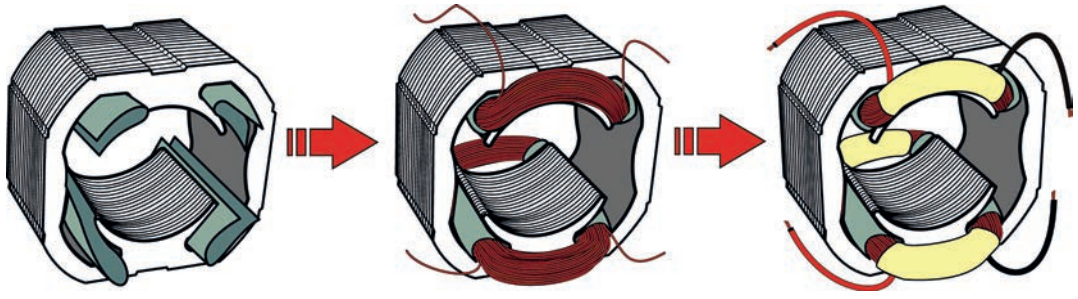
Sarım işlemi sona erince pesbantların fazlalıkları kesilip bobin üzerine kapatılır. Endüktörün ön ve arkasında kutup ayağı dışında kalan bobin kenarları bandaj ipiyle sarılarak yalıtılır. Endüktör dışına taşan sargının bu kısımları, kutup ayakları ortasında dönecek olan endüviye temas edebilir. Bunu önlemek için sargının kenarları yukarı doğru kıvrılarak şekillendirilir ve sabitlenir. Son olarak bobinler izolasyon verniği ile verniklenip kurumaya bırakılır (Görsel 8.16).



Görsel 8.16: Sarımı ve bandaj işlemi yapılmış üniversal motor endüktörü

3. Uygulama	ÜNİVERSAL MOTORUN ENDÜKTÖR SARIMI

AMAÇ: Üniversal motorun endüktör sarımını yapmak.



Görsel 8.17: Üniversal motorun endüktör sarımı uygulamasına ait görsel

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Üniversal motor endüktörü	Presbantla yalıtılmış endüktör	1 adet
Bobin teli	Sökülen arızalı endüktörden belirlenen ölçülerde	-
Kablo	NYAF 1,5 mm^2	-
Yalıtım malzemeleri	Bandaj ipi, makaron	-
El aletleri	Kargaburnu, yan keski, havya ve lehim malzemeleri	-

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlarken iş eldiveninizi giyip iş gözlüğünüzü takınız.
2. Sarım malzemelerinizi hazırlayınız.
3. Emaye bobin tel çapı tablosundan iletken seçimi yapınız.
4. Endüktör kutup ayaklarının boşluklarına kartteksteki sipir sayısı kadar sarım yapınız.
5. Bobin giriş ve çıkışlarına NYAF kablo lehimleyerek üzerine makaron geçiriniz.
6. Sarım işlemi bittikten sonra bandaj ipiyle sargıların dışarıda kalan kısımlarını yalıtınız.
7. Yaptığınız uygulamayı öğretmeninize kontrol ettiriniz.
8. Verilen malzemeleri öğretmeninize teslim ederek çalışma ortamınızı temizleyiniz.

SORU

1. Üniversal motor endüktörünün DC motor endüktöründen farkı nedir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Doğru iletken seçimi	20	
Sınıfı:	**2.** Sarımın doğru yapılması	20	
Numarası:	**3.** Sargıların doğru yalıtılması	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Bobin uçlarının kabloya doğru biçimde lehimlenmesi	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümleleri okuyunuz ve cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. ( ) Bir fazlı kolektörlü motorlar üç fazlı olarak da çalıştırılabilir.

2. ( ) Üniversal motorlar hem AC hem de DC gerilimde çalıştırılabilir.

3. ( ) Üniversal motorların devir sayıları çok düşüktür.

4. ( ) Küçük ev aletlerinde üniversal motor kullanılır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Sargıların ısınmasını önlemek için endüvi mili üzerinde ..... bulunur.

6. Üniversal motorda endüktör sargıları ..... boşluğuna sarılır.

7. Üniversal motorda **m = -2** ise endüviye çoklu paralel ..... sarım yapılır.

8. Sarım işlemi biten endüvi bobinlerin üzerine ..... yerleştirilir.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

9. Aşağıdakilerden hangisi iki kutuplu ve m = +2 olan endüvi sargısının paralel kol sayısıdır?

A) 2 B) 4 C) 6 D) 8 E) 10

10. Fırçalar üniversal motor gövdesinin hangi bölümüne yerleştirilir?

A) Bobin uçları B) Endüktör sargısı C) Endüvi sargısı

D) Fırça yuvası E) Kolektör dilimi

11. X = 12, K = 12, 2P = 2, m = +2 değerlerine göre endüvinin fırça adımı (Yf) sayısı aşağıdakilerden hangisidir?

A) 4 B) 6 C) 8 D) 10 E) 12

12. Üniversal motorda endüvi ve endüktör sargılarının birbirine bağlantı şekli aşağıdakilerden hangisidir?

A) Kompunt B) Paralel C) Seri D) Üçgen E) Yıldız

9. ÖĞRENME BİRİMİ

ENDÜVİ İZOLASYONU

KONULAR

9.1. ENDÜVİ SARIMI SONRASI KONTROLLERİ

9.2. SARGI BANDAJI

9.3. ENDÜVİ BOBİNLERİNİN VERNİKLENMESİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- **Endüvi sarımı sonrası kontrollerini yapma**
- **Sargı bandajı yapma**
- **Endüvi bobinlerini vernikleme**

TEMEL KAVRAMLAR

growler cihazı, endüvi, bandaj, vernik, kopukluk, kısa devre, tiret, ters bobin, gövdeye kaçak, AVOmetre, izolasyon sıvısı, lak, sıvı polyester, pamuk ipliği, sargı ipi

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. **Endüvi sarımı sonrası kontrollerinin motor çalışmasına katkısı neler olabilir? Fikirlerinizi paylaşınız.**
2. **Endüvinin bandaj ve vernikleme ihtiyacı nasıl ortaya çıkmış olabilir? Araştırınız. Araştırma sonuçlarını arkadaşlarınızla paylaşınız.**

9.1. ENDÜVİ SARIMI SONRASI KONTROLLERİ

Endüvi sarımı sonrasında gövdeye kaçak, sargılarda kopukluk, sargılar arası kısa devre ve ters bobin bağlantı kontrolleri yapılır.

Bobinler kolektör dilimleri üzerinden birbirleriyle bağlantılı hâldedir. Kolektör dilimleri arasında herhangi bir sebeple oluşacak kısa devreler, endüvi sarımı sonrası kontrollerde ölçme hatalarına sebep olabilir. Bu yüzden sarım öncesi yeni bir kolektör diliminin kullanılması ya da kolektör dilimleri arası kısa devre kontrolünün yapılması gerekir.

9.1.1. Kontrol İşlemlerinde Kullanılacak Cihaz ve Ölçü Aletleri

Bandaj ve vernikleme işlemlerine başlamadan önce endüvi üzerinde birtakım elektriksel ve fiziksel kontrollerin yapılması gerekir. Bu kontrolleri yapmak için seri lamba, AVOmetre ve growler cihazı (endüvi kontrol cihazı) kullanılır.

9.1.1.1. AVOmetre

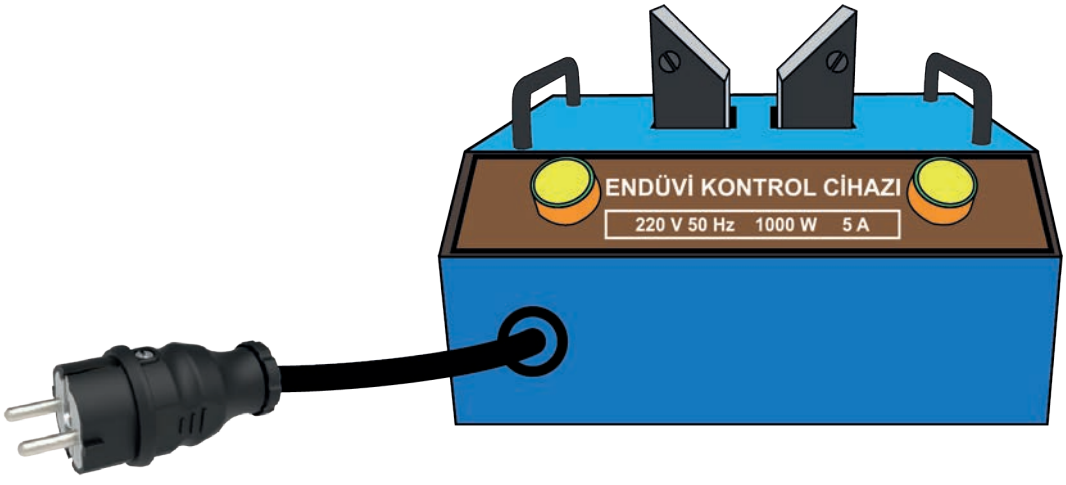
AVOmetre genel olarak akım, gerilim ve direnç gibi elektriksel büyüklükleri ölçmek için tasarlanmış bütünleşik bir ölçü aletidir. Günümüz teknolojisinde çok farklı ölçme işlemleri yapabilen dijital AVOmetreler bulunur. Endüvi kontrollerinde AC gerilim, direnç ve sesli ikaz [buzzer (bazzır)] kademelerinden faydalanılır (Görsel 9.1).

AVOmetre ile ölçme işlemine başlamadan önce uygun kademe seçiminin yapılması ve probların uygun yuvalara takılması gerekir.

Görsel 9.1: Dijital AVOmetre

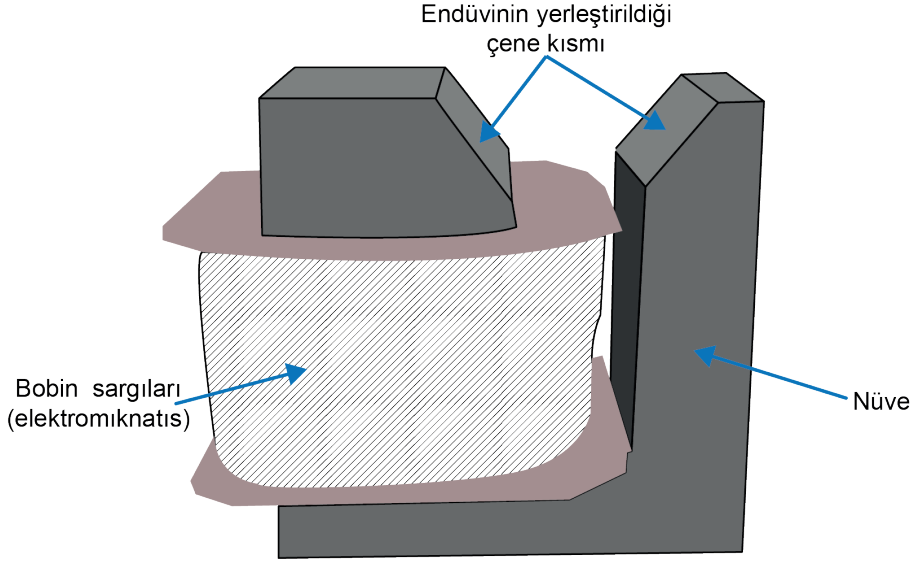
9.1.1.2. Growler Cihazı (Endüvi Kontrol Cihazı)

Growler cihazı, endüvi sarımı sonrasında yapılacak olan kısa devre, kopukluk ve ters bobin bağlantı kontrollerini yapmakta kullanılan, manyetik alan üreten elektrikli bir cihazdır (Görsel 9.2).



Görsel 9.2: Growler cihazı

Manyetik alanın akışının sağlandığı nüve, birer yüzü yalıtılmış silisyum katkılı sacların U şeklinde paketlenmesiyle oluşturulur. Nüvenin cihaz dışında kalan kısımları, endüvinin rahatça yerleştirilebilmesi için açılı bir biçimde kesilmiştir. Nüvenin cihaz içinde kalan bir bacağına ise manyetik alanı üretecek olan bobin sargıları yerleştirilmiştir (Görsel 9.3).



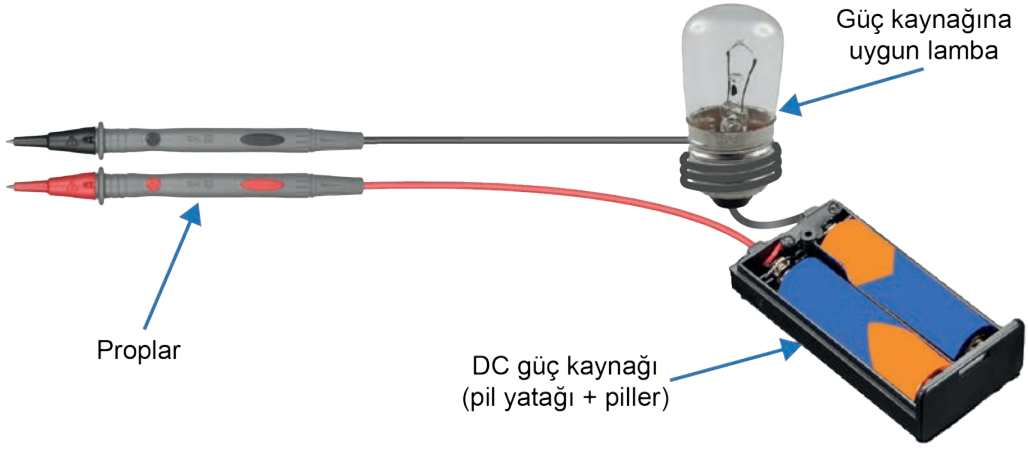
Görsel 9.3: Growler cihazında kullanılan nüve

Nüvenin cihaz dışında kalan V şeklindeki çene kısmına endüvi yerleştirilir. Nüve bobininin enerjilenmesiyle birlikte endüvi üzerinde bir gerilim indüklenir. Gerilim indüklenmesinden sonra ise gerekli testlerin yapılmasına başlanabilir.

Growler cihazı kullanım amacına bağlı olarak çok farklı şekillerde tasarlanır. Sadece manyetik alan üreten türleri olduğu gibi seri lamba, voltmetre, ohmmetre gibi ölçü aletlerini de içeren bütünleşik türleri de vardır.

9.1.1.3. Seri Lamba

Seri lamba; bir güç kaynağı, lamba ve problardan oluşur (Görsel 9.4). Güç kaynağının kullanılacak DC ya da AC lambaya uygun olması gerekir. Düşük gerilim seviyeli bir DC kaynağının kullanılması taşınabilirlik ve iş güvenliği açısından tercih sebebidir. Seri lamba, kısa devre ve kopukluk kontrollerinde kullanılır. Proplar herhangi iki noktaya temas ettirildiğinde lamba yanıyorsa o iki nokta arasında bir kısa devre (iletkenlik) olduğu anlaşılır. Aksi durumda ise o iki nokta arasında kopukluk olduğu yani elektriksel bir temasın olmadığı anlaşılır.



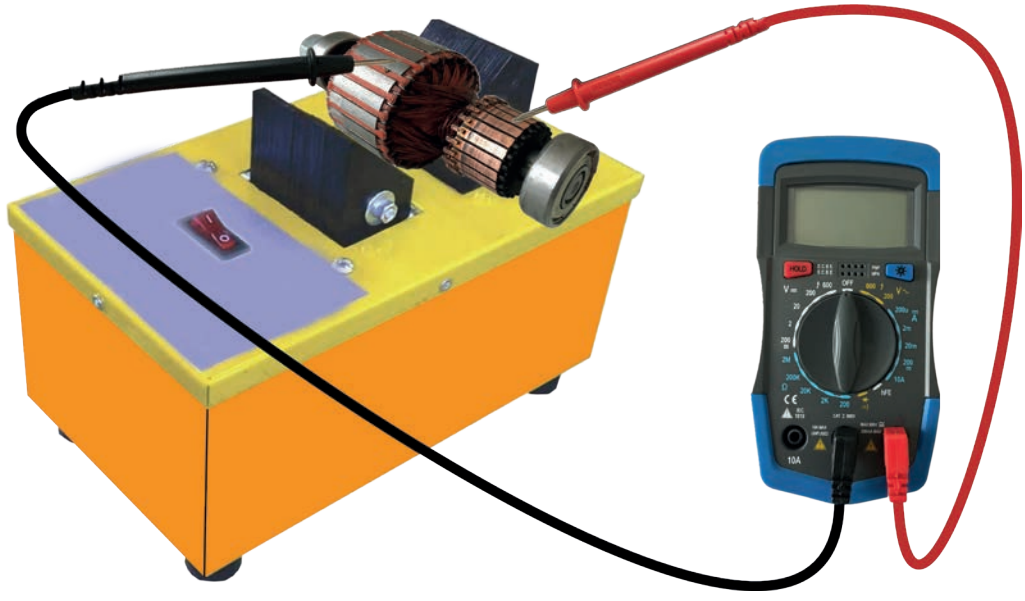
Görsel 9.4: Seri Lamba

9.1.2. Gövdeye Kaçak Kontrolü

Endüvi sargılarının, mil ya da sac paketine temasıyla oluşan gövdeye kaçak, seri lamba ya da AVOmetrenin sesli ikaz kademesi (buzzer) ile tespit edilir. Gövdeye kaçağın sebebi endüvi yalıtımının iyi yapılmaması ya da sargıların yalıtkanlığının bozulması olabilir. Gövdeye kaçak tespit edilirken seri lamba ya da AVOmetrenin bir probu gövdeye sabitlenir. Diğer prop ise sırayla tüm kolektör dilimi üzerinde gezdirilir (Görsel 9.5). Gezdirme esnasında AVOmetre kullanılıyorsa sesli ikaz duyulmamalı, seri lamba kullanılıyorsa ışık yanmamalıdır. Lamba yanıyor ya da sesli ikaz duyuluyorsa gövdeye kaçak var demektir. Kaçağa sebep olan kısmın tespiti için kolektör dilimlerine bağlı bobin uçları sökülmeli, ardından gövdeye kaçak kontrolü bobin uçlarıyla gövde arasında yinelenmelidir. Bu zorlu işlemin yerine bobinleri tekrar sarmak da tercih edilebilir.

Görsel 9.5: AVOmetre ile gövdeye kaçak kontrolü

Gövdeye kaçak kontrolü growler cihazı ve AVOmetre yardımıyla da yapılabilir (Görsel 9.6). Bunun için endüvi, growler cihazına yerleştirilir ve cihaza 220 V şebeke gerilimi uygulanır. AVOmetre AC gerilim kademesine getirilir. AVOmetrenin proplarından biri gövdeye sabitlenerek diğer ucu kolektör dilimleri üzerinde sıra ile gezdirilir. Kaçak yok ise herhangi bir gerilim değeri ölçülmez. Kaçak var ise her kolektör diliminde farklı gerilim değerleri ölçülecektir. En düşük gerilim, kaçağa sebep olan kolektör diliminden okunur. Bu kolektör dilimine bağlı bobin üzerindeki sorun giderilir ya da sarım yeniden yapılır.

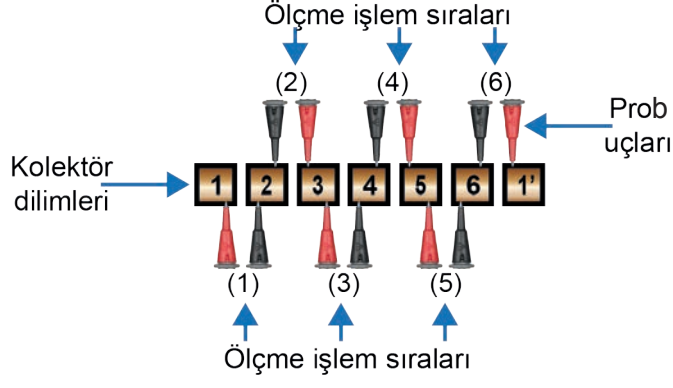


Görsel 9.6: Growler cihazı ve AVOmetre ile gövdeye kaçak kontrolü

9.1.3. Kopukluk Kontrolü

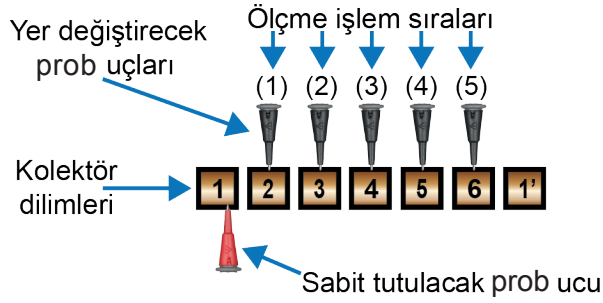
Kopukluk kontrolü; seri lamba, AVOmetre ya da growler cihazıyla yapılabilir. Kopukluk kontrolüne başlamadan önce hesaplamalarda kullanılan çokluk sayısı (m) bilinerek hareket edilmelidir. Çokluk sayısı, fırçaların basacağı kolektör dilimi sayısını belirtir. Bu sayı basit paralel sarımlar için 1'dir.

AVOmetrenin direnç kademesiyle yapılacak ölçümlerde kademe en düşüğe alınır. Bobin sargılarının giriş ve çıkışlarının bağlı olduğu tüm kolektör dilimlerinde ölçümler yapılır (Görsel 9.7). Yapılan tüm ölçümlerde benzer sonuçların elde edilmesi beklenir. Sonuçlar diğerlerinden daha yüksek ya da sonsuz çıkıyorsa ölçümün yapıldığı bobin sargısında kopukluk olduğu anlaşılır.



Görsel 9.7: X = 6, K = 6, m = +1 olan basit paralel sarımlı bir endüvide sargı direnci ölçme sıraları

AVOmetrenin sesli ikaz (buzzer) kademesiyle de kopukluk kontrolü yapılabilir. AVOmetrenin proplarından biri herhangi bir kolektör dilimine sabitlenir. Diğer prob ise çokluk sayısı kadar atlanarak diğer kolektör dilimleri üzerinde sırayla gezdirilir (Görsel 9.8).

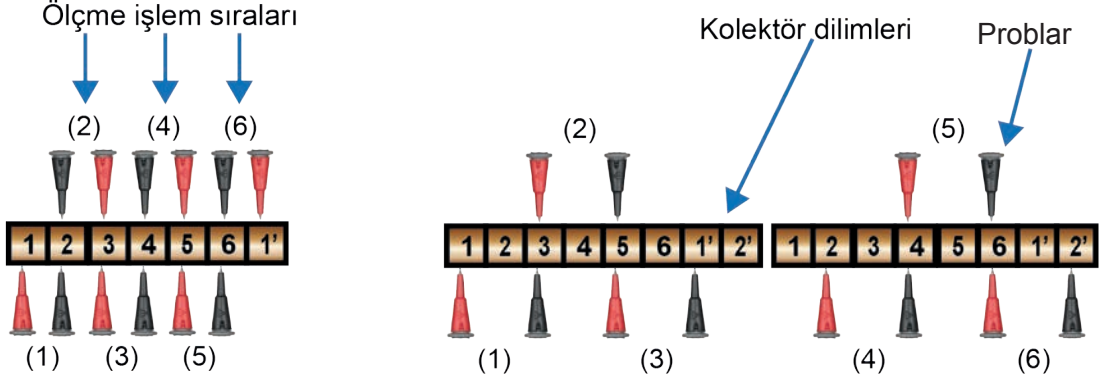


Görsel 9.8: X = 6, K = 6, m = +1 olan basit paralel sarımlı bir endüvide sesli ikaz ölçme sıraları

Bu gezdirme adımlarında AVOmetreden sesli ikaz duyulmalıdır. Sesli ikaz duyulmuyorsa bobinde kopukluk ya da kolektör dilimi ile bobin arasında temassızlık var demektir. Sabit prop, m = +2 çoklu paralel sarımda, 1 numaralı kolektör dilimine yerleştirilir. Yer değiştirecek prop ise sırayla 3-5-7... numaralı dilimlere temas ettirilir. Daha sonra sabit prob 2, hareketli prop ise 4-6-8... numaralı dilimlere temas ettirilir. Çünkü endüvide çokluk sayısı kadar paralel bobin sargı grubu bulunur.

Seri lamba ile yapılacak kontrolün AVOmetrenin sesli ikaz kademesiyle yapılacak kontrolden tek farkı sesli ikaz yerine görsel ikazın olmasıdır. Yani ses duymak yerine lambada ışık yandığı görülür.

Kopukluk kontrolü yapmak için kullanılacak diğer cihaz ise growler cihazıdır. Endüvi, growler cihazının üzerine yerleştirilir ve cihaza 220 V şebeke gerilimi uygulanır. Böylelikle endüvi üzerine bir gerilim indüklenmiş olur. AVOmetre AC gerilim kademesine alınır. Basit paralel sarımda çokluk sayısı 1 olduğundan AVOmetrenin probları komşu kolektör dilimlerine sırayla temas ettirilerek ölçme yapılır (Görsel 9.9.a). Ölçme sonunda bir gerilim değeri okunmuyorsa bobinde kopukluk ya da kolektör dilimi ile bobin arasında temassızlık var demektir. Bobinler arasında oluşan kısa devre sebebiyle de gerilim ölçülemeyebilir. Bu yüzden growler cihazıyla yapılan kontrollerde kopukluk olup olmadığına karar verebilmek için kısa devre deneyinin de bitmiş olması gerekir. Çoklu paralel sarımlar için ölçme yapılacaksa her defasında çokluk sayısı dikkate alınarak bu ölçme işlemleri yinelenir (Görsel 9.9.b).



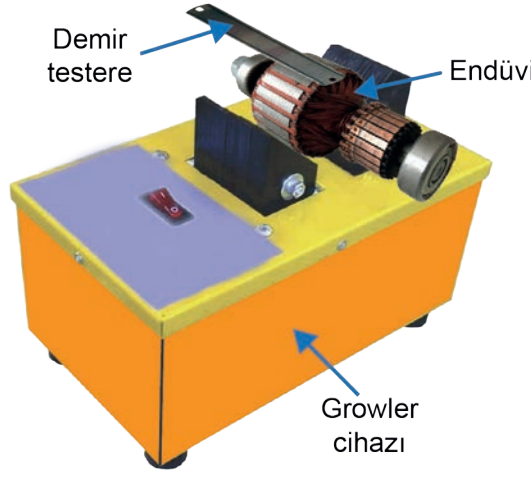
a) m = 1 için ölçme adımları

b) m = 2 için ölçme adımları

Görsel 9.9: X = 6, K = 6 olan endüvinin çokluk (m) sayısına göre gerilimi ölçme sıraları

9.1.4. Kısa Devre Kontrolü

Kısa devre endüvi sargı izolasyonunun bozulması sonucu oluşur. Sargılarda oluşan bu kısa devre, sargının ısınmasına, fırçaların şerare (ark) yapmasına ve kolektör dilimlerinin kararmasına sebep olur.



Görsel 9.10: Kısa devre kontrolünün growler cihazı ve demir testere ile yapılması

Endüvi, growler cihazına yerleştirilir ve cihaza 220 V şebeke gerilimi uygulanır. Daha sonra endüvi oyuğunun üzerini kapatacak ebatlarda ince bir çelik sac veya demir testere endüvi oyukları üzerinde sırasıyla gezdirilir (Görsel 9.10). Endüvi mili el ile çevrilerek çelik sacın bütün oyuklar üzerinden geçmesi sağlanır. Çelik sac elektromanyetik etkiyle titreşmeye başlarsa titreşimin olduğu oyuk sargılarında bir kısa devre olduğu anlaşılır. Kısa devrenin olduğu yer kolektör dilimine ne kadar yakınsa titreşim miktarı da o oranda artar.

Kısa devre kontrolünü çelik sac yerine AVOmetre kullanarak da gerçekleştirmek mümkündür. Bunun için AVOmetre AC gerilim kademesine alınır. AVOmetrenin propları sarım şemasına göre bütün giriş ve çıkış uçlarının bağlı olduğu kolektör dilimlerine sırayla temas ettirilerek gerilimleri ölçülür. Sarım şeması olmadan ölçme yapılacaksa çokluk sayısı dikkate alınır ve her ölçmeden sonra problar tercihe bağlı olarak sağa ya da sola birer dilim kaydırılarak ölçmeler tamamlanır. Ölçülen gerilim değerlerinin aynı olması beklenir. Değer ölçülmüyor ya da diğerlerinden farklı bir değer ölçülüyorsa kolektör dilimleri arasında ya da o kolektör dilimlerine bağlı bobinlerde kısa devre var demektir.

Kısa devre kontrolü growler cihazı olmadan da yapılabilir. Bunun için AVOmetre en düşük direnç kademesine alınır. Sargıların giriş ve çıkış uçları sırayla ölçülür. Her ölçmede aynı direnç değerinin okunması beklenir. Direnç değeri düşüyorsa o sargıda kısa devre olduğu anlaşılır.

9.1.5. Ters Bobin Bağlantı Kontrolü

Ters bobin bağlantı kontrolü growler cihazıyla yapılır. Bunun için endüvi growler cihazına yerleştirilir ve cihaza 220 V şebeke gerilimi uygulanır. AVOmetre AC gerilim kademesine alınır. AVOmetrenin propları bobinin giriş ve çıkışlarının bağlandığı kolektör dilimlerine temas ettirilerek bu bobinde indüklenen gerilim değeri ölçülür. Daha sonra proplardan biri kolektör dilimi üzerinde sabit bırakılarak diğer probun tüm kolektör dilimlerine sırayla teması sağlanır. Bu temaslar sırasında ölçülen gerilim değerleri, ilk ölçülen gerilim değerine göre düzenli bir artış göstermelidir. Ölçümler sırasında sıfır değeri okunur ya da gerilimde azalma olursa bobin uçlarının kolektör dilimlerine bağlantısında hata var demektir. Bu ölçümler bütün paralel bobin sargıları için yinelenir.

1. Uygulama	AVOMETRE İLE ENDÜVİ SON KONTROLLERİNİN YAPILMASI

AMAÇ: Endüvi kısa devre, kopukluk ve gövdeye kaçak kontrollerini AVOmetre kullanarak yapmak.

Görsel 9.11: X = 14, K = 14, m = +1 değerleri olan bir endüvinin kolektör dilimleri

Not: Bu değerler yerine atölyede bulunan endüvi değerleri de kullanılabilir. İşlemler aynı olacaktır.

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Endüvi	Basit paralel sarım ile sarılmış	1 adet
AVOmetre	Dijital ya da analog	1 adet
İş güvenliği elemanları	İş önlüğü	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce iş önlüğünü giyiniz. Malzemeleri öğretmeninizden teslim alınız.

2. Kolektör dilimlerinden birini görsel 9.11'deki sıralamayı elde etmek için 1 olarak işaretleyiniz.

3. AVOmetreyi sesli ikaz (buzzer) kademesine getiriniz.

4. AVOmetrenin proplarından birini gövdeye sabitleyeniz. Diğer probu ise kolektör dilimleri üzerinde gezdiriniz. Sesli ikaz duyuyorsanız gövdeye kaçak var demektir. Kaçak yapan kolektör dilimini asetat kalemiyle işaretleyiniz.

5. AVOmetre problarından birini 1 numaralı kolektör dilimi üzerine sabitleyiniz. Diğer probu ise tüm kolektör dilimleri üzerinde sırasıyla gezdiriniz. Tüm ölçmelerde sesli ikaz duymalısınız. Sesli ikaz duymadığınız kolektör dilimini kopukluk olduğunu belirtmek için asetat kalemiyle işaretleyiniz.

6. Kısa devre kontrolü için AVOmetreyi en düşük direnç kademesine alınız.

7. 1-2 numaralı kolektör dilimlerinin direnç değerini ölçünüz. Daha sonra probları kolektör dilimleri üzerinde sağa doğru birer dilim kaydırarak ölçmeye devam ediniz. Diğerlerinden daha düşük direnç ölçtüğünüz kolektör dilimlerini kısa devre olarak işaretleyiniz.

8. Tespit ettiğiniz hataları gidererek yaptığınız ölçümleri yineleyiniz.

9. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz ve çalışma ortamını temizleyiniz.

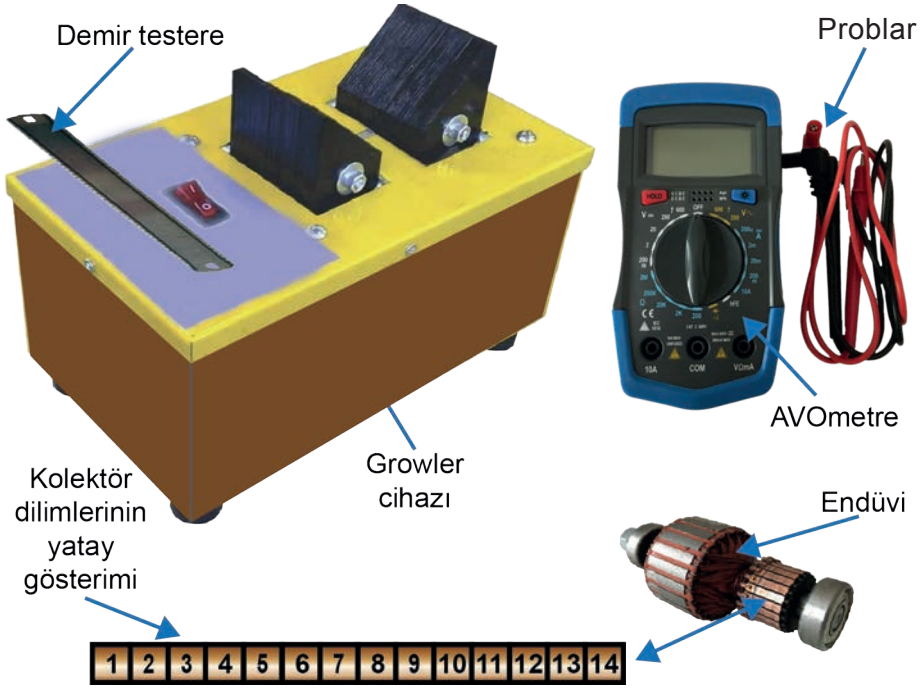
SORU

1. Yaptığınız ölçümleri seri lambayla nasıl yapardınız? Kısaca anlatınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** AVOmetre kademelerinin doğru kullanılması	20	
Sınıfı:	**2.** Gövdeye kaçak kontrolünün doğru yapılması	20	
Numarası:	**3.** Kopukluk kontrolünün doğru yapılması	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Kısa devre kontrolünün doğru yapılması	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

2. Uygulama	GROWLER CİHAZIYLA ENDÜVİ SON KONTROLLERİNİN YAPILMASI

AMAÇ: Basit paralel sarılmış bir endüvinin kısa devre, kopukluk ve ters sargı kontrollerini growler cihazı kullanarak yapmak.



Görsel 9.12: Uygulamada kullanılacak malzeme görselleri

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Growler cihazı	220 V	1 adet
AVOmetre	Sesli ikaz özellikli	1 adet
Metal sac parçası	Çelik, ince, endüvi ölçülerine uygun ebatlarda	1 adet
Endüvi	Basit paralel sarım ile sarılmış	1 adet
İş güvenliği elemanları	İş önlüğü, iş eldiveni	1 adet

Tablo 9.1: Ölçme Sonuçları

ÖLÇME TÜRÜ	Kolektör dilimleri													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Kısa devre														
Kopukluk														
Gövdeye kaçak														
Ters sargı														

İŞLEM BASAMAKLARI

1. İşe başlamadan önce iş önlüğü ve iş eldivenini giyiniz. Görsel 9.12'deki malzemeleri öğretmeninizden teslim alınız.
2. Endüviyi growler cihazı üzerine dikkatlice yerleştiriniz ve cihaza 220 V şebeke gerilimi uygulayınız.
3. AVOmetre kademesini AC gerilim kademesine getiriniz.
4. Herhangi bir kolektör dilimini 1 numaralı kolektör dilimi olarak işaretleyiniz.
5. 1 numaralı kolektör diliminden başlayarak her defasında propları birer dilim sağa kaydırarak bütün dilimlerde indüklenen gerilim değerlerini ölçünüz. Kopukluk olan sargılar için herhangi bir değer okunmayacaktır. Kısa devre olan sargılarda ise diğerlerinden farklı değer (indüksiyon prensibi gereği daha küçük) okunacaktır. Ölçme sonuçlarını bu bilgilere göre yorumlayarak kısa devre ve kopukluk olan kolektör dilimlerini Tablo 9.1'de X ile işaretleyiniz. Burada yapılan işlemi propları sola doğru kaydırarak da yapabilirsiniz.
6. Çelik sac parçasını endüvinin görünen oyukları üzerinde gezdiriniz. Endüviyi elinizle çevirerek tüm oyuklar üzerinde gezdirme işlemini gerçekleştiriniz. Kısa devreden dolayı titreşim yapan sargıların bağlı bulunduğu kolektör dilimini tespit edip daha önce işaretlediğiniz kolektör dilimleriyle eşleştiğini doğrulayınız. Doğrulama işlemini Tablo 9.1'de X ile işaretli kısmı daire içerisine alarak kaydediniz.
7. AVOmetrenin bir ucunu 1 numaralı kolektör diliminde sabit tutunuz. Bu sabit kolektör dilimiyle diğer kolektör dilimleri arasındaki gerilimleri sırasıyla ölçünüz. Ölçtüğünüz gerilimler ilk ölçtüğünüz gerilimin katları şeklinde olmalıdır. Ölçtüğünüz gerilimleri bu bilgiye göre yorumlayarak ters sargı bağlantısı yapılıp yapılmadığını tespit ediniz. Ters sargı olan kolektör dilimlerini Tablo 9.1'e X ile işaretleyiniz.
8. Growler cihazının enerjisini kesiniz. Endüviyi growler cihazından çıkarınız.
9. Tespit ettiğiniz hataları gidererek yaptığınız ölçümleri yineleyiniz.
10. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz ve çalışma ortamını temizleyiniz.

SORU

1. Growler cihazının endüvi üzerindeki fiziksel ve elektriksel etkileri nelerdir? Kısaca açıklayınız.

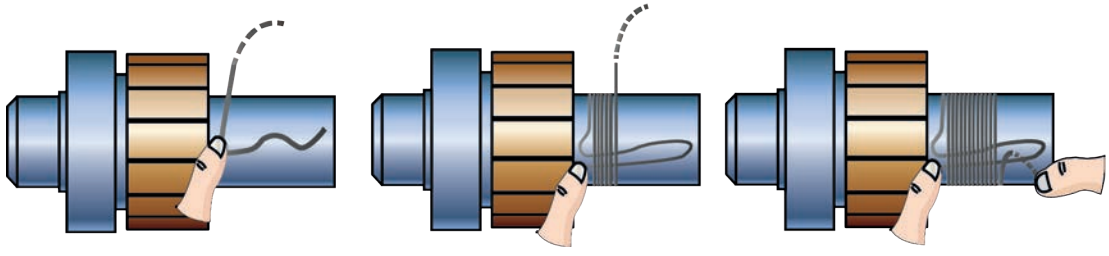
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Kısa devre kontrolünün doğru yapılması	20	
Sınıfı:	**2.** Kopukluk kontrolünün doğru yapılması	20	
Numarası:	**3.** Ters sargı kontrolünün doğru yapılması	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Gövdeye kaçak kontrolünün doğru yapılması	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

9.2. SARGI BANDAJI

DC Motorun çalışması esnasında oluşan merkezkaç kuvveti endüvi bobinlerini de etkiler. Bu etki, endüvi sargılarının yerinden oynamasına, kolektör bağlantılarının çıkmasına sebep olabilir. Bunun önüne geçebilmek için endüvi sargıları üzerinde yapılan işlemlerden bir tanesi bandajdır. Bandaj işlemi sargıların yerlerine tam olarak oturması için de önemlidir. Endüvinin bandaj işlemine sargıları sarıldıktan ve son kontrolleri yapıldıktan sonra başlanır. Bandaj malzemesi olarak keten şerit ya da pamuk ipliği kullanılır.

Uygulamada bandaj işlemi, sadece bobinlerin kolektör dilimine bağlandığı mil boşluğuna yapıldığı gibi tüm sargıları kapsayacak şekilde de yapılmaktadır. Tüm sargıları kapsayacak şekilde yapılan bandaj işlemi tıpkı oyuklara bobin sarar gibi yapılır. Bandaj işlemine kolektör dilimi dibindeki milden başlanır ve sac tarafına doğru ilerlenir.

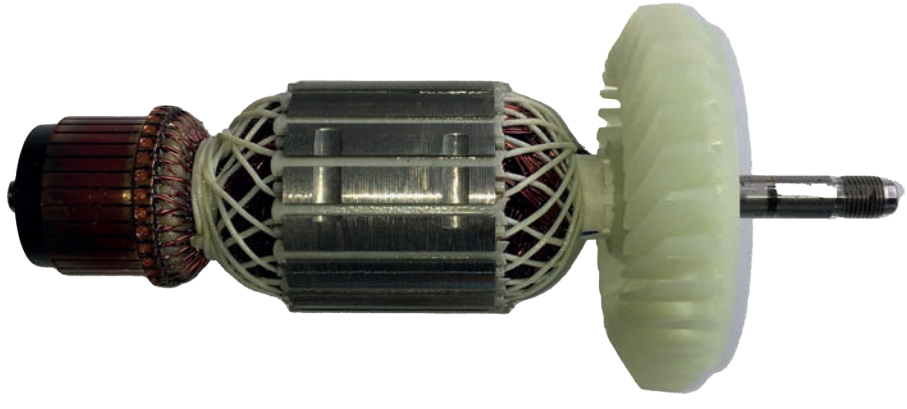
Bandaj ipinin başlangıç kısmı biraz boşluk bırakıldıktan sonra birkaç tur sarılarak altta bırakılır ve bu kısmın hareketsiz kalması sağlanır. Bitiş kısmının hareketsiz kalmasını sağlamanın ise birkaç yöntemi vardır. Bunlardan birincisi ve en çok tercih edileni bitiş kısmının başlangıç kısmında bırakılan boşlukla birleştirilerek düğüm atılmasıdır. Düğüm atıldıktan sonra düğüm noktası sıvı yapıştırıcı ile yapıştırılır.



Görsel 9.13: Bandaj ipini mile sarma adımları

İkinci yöntemde başlangıç ipinin boşluk bırakılan kısmı sac tarafına doğru yatırılır ve sarma işlemi bu yatırılan tarafa doğru, yatırılan kısmı altta kalacak şekilde yapılır (Görsel 9.13.a). Kolektör ile endüvi sacının ortasına gelindiğinde başlangıç kısmının boş bırakılan kısmı kolektör tarafına yatırılarak firkete görüntüsü elde edilir (Görsel 9.13.b). Sarma işlemine devam edilir. İpin son kısmı firkete şeklini alan kısmın arasından geçirilir (Görsel 9.13.c). Başlangıç ipi çekilmek suretiyle ipin en son kısmı sargıların altına doğru çekilir. İpin başlangıç ve bitiş kısımlarındaki fazlalıklar kesilir.

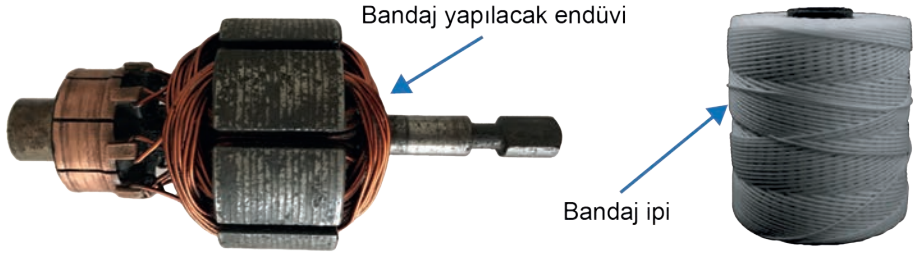
Uygulamada çok farklı bandaj yöntemleriyle karşılaşmak mümkündür. Her firma ya da usta kendine has metotlar geliştirebilmektedir. Görsel 9.14'te bandaj işlemi bitirilmiş bir endüvi görülmektedir.



Görsel 9.14: Bandajı tamamlanmış bir endüvi

3. Uygulama	ENDÜVİ SARGI BANDAJI

AMAÇ: Sarımı bitmiş endüvi için bandaj malzemesi ayarlamak ve bandaj yapmak.



Görsel 9.15: Bandaj yapılacak endüvi

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Bandaj malzemesi	Keten şerit ya da pamuk ipliği	1 metre
Endüvi	Sarımı yapılmış, bobin uçları kolektör dilimlerine bağlanmış	1 adet
Endüvi sehpası	-	1 adet
Makas	-	1 adet
İş güvenliği elemanları	İş önlüğü	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce iş önlüğü giyiniz. Malzemeleri öğretmeninizden teslim alınız.
2. Görsel 9.15'teki gibi sarımı tamamlanmış bir endüviyi, endüvi sehpası üzerine yerleştiriniz.
3. Kolektör tarafından başlayıp biraz boşluk bırakarak bandaj ipini birkaç tur sarınız. Boşta kalan kısmın sarılan iplerin altında kalmasına dikkat ediniz. Bu ve bundan sonraki adımlarda ipi sararken sıkı olmasına özen gösteriniz.
4. Bobin sargısının birinci adımının geçtiği oyuklar üzerinden bandaj ipini dolaştırıp bir tur daha sarınız. Bu işlemi bütün oyuklar için tekrarlayınız.
5. Sargı işlemi bittikten sonra ipin başlangıçta bıraktığımız kısmıyla en son kalan kısmını sıkıca düğümleyiniz. Düğümde oluşan fazlalıkları kesiniz. Düğüm noktasına biraz sıvı yapıştırıcı dökünüz.
6. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz ve çalışma ortamını temizleyiniz.

SORU

1. Bandaj işleminin sıkı yapılmasının sebebi nedir? Kısaca açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Bandaj işleminin ilk turunun doğru yapılması	20	
Sınıfı:	2. İpin sargıları kavrayacak kadar sıkı olması	20	
Numarası:	3. Oyuklardan geçen kısımların sarım şekline uygunluğu	20	
ÖĞRETMEN	4. Son bağlantının uygun yapılması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

9.3. ENDÜVİ BOBİNLERİNİN VERNİKLENMESİ

Sarım, sarım sonrası kontroller ve bandaj işlemleri bittikten sonra endüvi bobinleri verniklenir. Endüvi bobinlerinin verniklenmesinin sebepleri şunlardır:

- Sargılar arası yalıtımı sağlar.
- Bobinlerin, merkezkaç kuvvetinin etkisiyle oyuk ya da kolektör dilimlerinden çıkmasını önler.
- Sargıları mekanik darbelere karşı korur.
- Sargı sıcaklığını azaltarak karbonlaşmayı geciktirir.
- Sargı ömrünü dolayısıyla motor ömrünü uzatır.

Vernik üreticileri tarafından belli standartlarda vernikler üretildiği gibi yapılacak işin niteliğine göre özel vernikler de üretilmektedir. Vernik seçerken hava kurutmalı ya da fırın kurutmalı olduğuna dikkat edilmelidir. Endüvinin boyutları ve verniğin uygulama şekli de vernik seçiminde önemlidir.

Uygulamada vernik yerine alternatif izolasyon sıvıları da sıklıkla kullanılmaktadır. Lak, sıvı polyester ve sıvı yapıştırıcı bunlardan bazılarıdır. Kullanım yeri ve şekli, ulaşılabilirliği, fiyatı, kuruma şekli ve süresi, mekaniksel dayanımı, kimyasal özellikleri, ısıl ve elektriksel yalıtkanlıkları dikkate alınarak izolasyon sıvısı seçimi yapılır.

9.3.1. Verniklemeye Başlamadan Önce Yapılması Gerekenler

Vernikleme işlemine geçmeden önce kolektör ve endüvi mili açık yer kalmayacak şekilde ısıya dayanıklı yalıtkan bantla sarılır. Zarar vermeden sargılara son şekli verilir, oyukların üzeri çıtalarla kapatılır. Çıtaların oyukları tam kapatmasına ve bütün çıtaların eşit uzunlukta olmasına özen gösterilir. Daha sonra izolasyon sıvısı (vernik, lak, sıvı yapıştırıcı ya da polyester) seçilir. İzolasyon sıvısı yeter miktarda ayarlanır ve içine sıvının hızlı donmasını sağlayan hızlandırıcı kimyasal dökülür.

Kullanılacak izolasyon sıvısının sargı aralarına iyice geçmesi için bobin sargılarının kuru olması gerekir. Bu yüzden vernikleme işlemine geçilmeden endüvi ısıtılmalıdır. Tam kuruma sağlamak için kurutma fırınları kullanılır (Görsel 9.16). Kurutma fırınında 120 °C ile 150 °C arası ısıyla 35-40 dakika kurumaya bırakılan endüvi, nemden arınmış olacaktır. Küçük işletmelerde kurutma için saç kurutma makinesi, elektrikli soba gibi alternatif ısıtıcılar kullanılır.

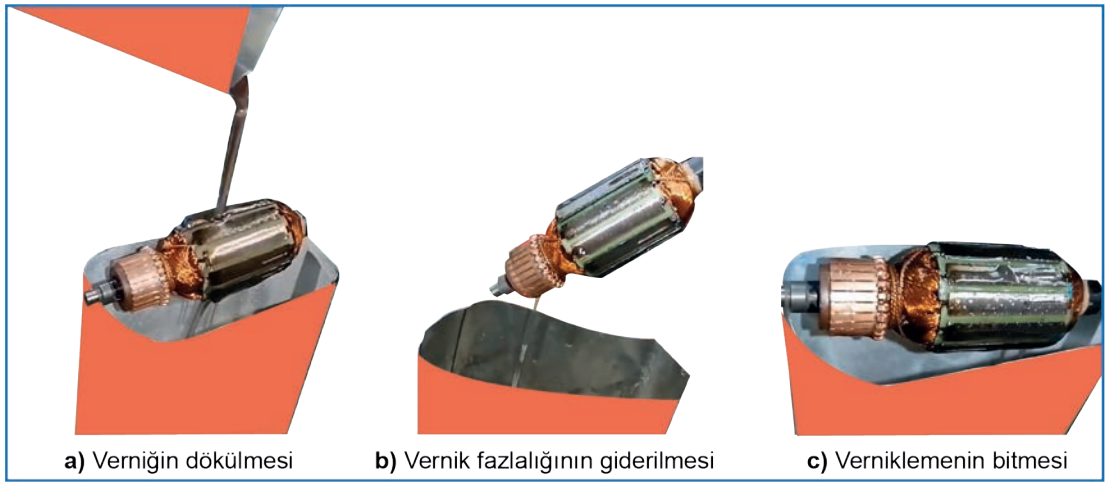
Görsel 9.16: Kurutma fırını

9.3.2. Vernikleme ve Kurutma İşlemi

Endüvi, fırından çıktıktan sonra izolasyon sıvısı doldurulmuş kap içerisine daldırılır. Daldırma işleminden sonra endüvi çevrilmeye başlanır. İzolasyon sıvısı sargıların arasına girerken kabarcıklar çıkarır. Bu kabarcıklar sona erene kadar çevirme işlemine devam edilir. Kabarcıklar görülmemeye başladıktan sonra endüvi, izolasyon sıvısının içerisinden çıkarılır. İzolasyon sıvısının fazlalıklarının kap içerisine akması beklenir. Endüvinin kuruması; hava ile kurutmalı vernik kullanılmışsa sehpa üzerinde bekletilerek, fırın ile kurutmalı vernik kullanılmışsa kurutma fırınında gerçekleştirilir. Kurutma fırınında sıcaklık 120 °C ile 150 °C arası, bekleme süresi ise 1 saat civarında olmalıdır. Fırından çıkarılan endüvi soğumaya bırakılır.

Küçük boyutlu endüviler için kap içine daldırma işlemi yapılmaz. Bunun yerine biri boş diğeri izolasyon sıvısı ile dolu olan iki kap ayarlanır.Kaplar izolasyon işlemi yapılacak endüvinin rahatça sığacağı büyüklükte olmalıdır. Boş kap sehpa üzerine yerleştirilir. Boş kabın üzerinde bir elle endüvi tutulurken diğer elle izolasyon sıvısı sargılar üzerine dökülür (Görsel 9.17.a). Endüvi çevrilerek dökme işlemine devam edilir. İzolasyon sıvısı biter ise sehpa üzerindeki kap ile elde tutulan kap yer değiştirilerek izolasyon sıvısının dökülmesine devam edilir. İzolasyon sıvısı sargıların arasına iyice yedirildikten sonra dökme işlemi sonlandırılır. Endüvi üzerindeki fazlalıklar bitene kadar endüvinin çevrilmesine devam edilir (Görsel 9.17.b). Görsel 9.17.c'de görüldüğü gibi akıntı kalmayınca kurutma fırınına sürülerek ya da sehpa üzerinde bekletilerek vernikleme işlemi sonlandırılır.

Vernikleme işlemi fırça yardımıyla da yapılır. Fırça, izolasyon sıvısı dolu kap içerisine daldırılır ve bobinlere sürülür. İzolasyon sıvısının bobinlerin içine iyice yedirilmesine özen gösterilir.



a) Verniğin dökülmesi **b)** Vernik fazlalığının giderilmesi **c)** Verniklemenin bitmesi

Görsel 9.17: Endüvi vernikleme aşamaları

9.3.3. Vernikleme Sonrası İşlemler

Endüvi mili ve kolektör dilimleri üzerindeki yalıtkan bant sökülür. Endüvi sacı üzerinde donmuş izolasyon sıvısı bir bıçak ya da benzer bir aletle sıyrılır. Varsa kolektör dilimleri ve mil üzerindeki donmuş izolasyon sıvıları da temizlenir. Uygulamada bu işlemleri yapmak ve endüvinin yuvarlaklığını sağlamak için torna tezgâhından faydalanılır. Bu işlemleri yaparken sargıların ve kolektörün zarar görmemesine özen gösterilir.

Son olarak balans makinesinde balans ayarı yapılır. Balans ayarı motorun gürültüsüz ve düzenli çalışması için yapılır.

4. Uygulama	ENDÜVİ VERNİKLEME

AMAÇ: Sarımı bitmiş endüvi için vernik hazırlamak ve uygulamasını yapmak.

Görsel 9.18: Endüvi izolasyon uygulaması malzemeleri

İzlemek için kodu tarayınız.
42521

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
İzolasyon malzemesi	Endüviye uygun vernik, lak, sıvı yapıştırıcı ya da sıvı polyester	100 ml
Endüvi	Sarımı ve bandajı tamamlanmış	1 adet
Kap	İzolasyon sıvısı koymak için endüvinin sığacağı ebatlarda	2 adet
Yalıtkan bant	Isıya dayanıklı, kalın	1 adet
Fırça	-	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. İş önlüğü giyip eldiven ve maske takınız. Görsel 9.18'deki malzemeleri öğretmeninizden alınız.
2. Kolektör dilimi ve mil kısımlarını yalıtkan bant ile sıvı girmeyecek şekilde sarınız.
3. Verniği kaba dökünüz. Vernik içine %0,1-0,2 oranında hızlandırıcı kimyasal döküp karıştırınız.
4. Fırçayı kaba daldırıp çıkarınız. Fırçayı bobinler üzerinde çevirerek verniği bobinlere yediriniz.
5. Vernik iyice yedirildikten sonra endüviyi bir süre daha çevirmeye devam ediniz.
6. Endüviden izolasyon sıvısı akışı kalmayana kadar çevirdikten sonra endüviyi sehpa üzerinde kurumaya bırakınız. Hızlı kurutma için kurutma fırını, saç kurutma makinesi ya da soba kullanabilirsiniz.
7. Kuruma gerçekleştikten sonra yalıtkan bantları sökünüz.
8. Sac ve mil üzerindeki izolasyon malzemesi fazlalıklarını sıyırınız.
9. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz ve çalışma ortamını temizleyiniz.

SORU

1. Endüvi neden verniklenir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Verniğin hazırlanması	20	
Sınıfı:	2. Vernikleme uygulamasının doğru biçimde yapılması	20	
Numarası:	3. Fırınlama işleminin yapılması	20	
ÖĞRETMEN	4. Fırınlama sonrası işlemlerin yapılması	20	
Adı ve Soyadı:	5. Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümleleri okuyunuz ve cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. ( ) Growler cihazı üzerine konan endüvi bobinleri üzerinde gerilim indüklenir.

2. ( ) Endüvinin son kontrollerinde mekanik dayanıklılık testi de yapılır.

3. ( ) Olta ipi (misina) endüvi bandajında kullanılan bir ip türüdür.

4. ( ) Çokluk sayısı fırçaların basacağı kolektör dilimi sayısıdır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Akım, gerilim ve direnç ölçmek için tasarlanmış bütünleşik ölçü aletine .....denir.

6. Işıkla görsel ikaz gerçekleştiren elektriksel ölçme aracına ..... denir.

7. Endüviye uygulanacak gerilim ..... üzerinden aktarılır.

8. DC motorlarda endüvi bobin uçlarının bağlandığı elemana ..... denir.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

9. Endüvi kısa devre kontrolünde aşağıdaki el aletlerinin hangisinden yararlanılır?

A) Alyan anahtar B) Demir testere C) Kargaburnu

D) Kontrol kalemi E) Plastik çekiç

10. Growler cihazı hangi türde, kaç volt gerilimle çalışır?

A) 110 V AC B) 110 V DC C) 220 V AC D) 220 V DC E) 380 V AC

11. Endüvi sarımı sonrasında en son yapılan iş aşağıdakilerden hangisidir?

A) Balans ayarı B) Bandaj yapma C) Oyuklara çıta yerleştirme

D) Kopukluk testi E) Vernikleme

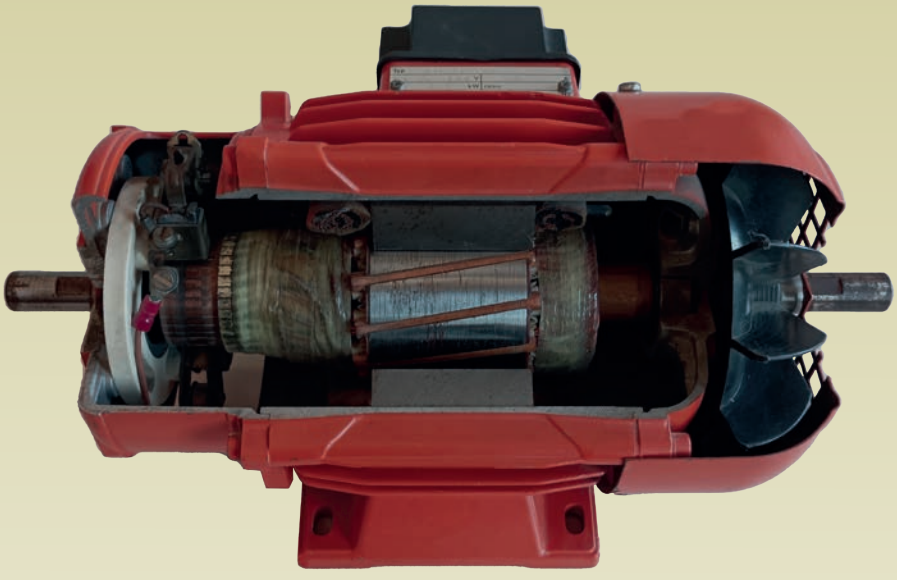
12. Vernikleme işleminden önce vernik bulaşmaması için kolektör ve endüvi mili üzerine sarılan malzeme aşağıdakilerden hangisidir?

A) Islak mendil B) Keten şerit C) Pamuk ipliği

D) Yağlı kâğıt E) Yalıtkan bant

10. ÖĞRENME BİRİMİ

KOLEKTÖRLÜ MOTOR MONTAJI



KONULAR

10.1. KOLEKTÖRLÜ MOTORLARIN MONTAJI

10.2. MOTORLARIN NİHAİ TESTLERİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- **Kolektörlü motorun parçalarını monte etme**
- **Kolektörlü motorun nihai testlerini yapma**

TEMEL KAVRAMLAR

rulman, endüvi, endüktör, gövde, fırça, kolektör, gres yağı, kapaklar, mil, ampermetre, voltmetre, wattmetre, takometre, motor etiketi

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. **Motor montajı sırasında bir parçanın yere düşerek fiziksel darbe alması ne gibi sorunlara yol açabilir? Düşüncelerinizi ifade ediniz.**
2. **Motor nihai testleri niçin yapılıyor olabilir? Fikirlerinizi paylaşınız.**

10.1. KOLEKTÖRLÜ MOTORLARIN MONTAJI

DC motorun endüvi ve endüktör sarımları, elektriksel ve mekaniksel bakımları yapıldıktan sonra bütün parçaların toplanması aşamasına geçilir. Bu aşamada motora ait bütün parçaların, uygun araç gereç ve teknikler kullanılarak yerlerine montajı yapılır ve böylece motor kullanıma hazır hâle gelir.

10.1.1. Montaj Sırasında Kullanılacak Araç Gereçler

Kolektörlü motorların montajı esnasında genellikle segman pensi, tornavida, plastik çekiç ve açık ağızlı anahtar kullanılır. Ayrıca rulmanların montajı için rulman boyutlarına uygun boru, metal pervanelerin yerine takılması içinse pürmüz kullanılır. Motorun yapısına bağlı olarak bazen başka el aletlerine de ihtiyaç duyulabilir (Görsel 10.1).

Görsel 10.1: Kolektörlü motor montajında kullanılan araç gereçler

10.1.2. Kolektörlü Motorların Montajı Sırasında Dikkat Edilecek Hususlar

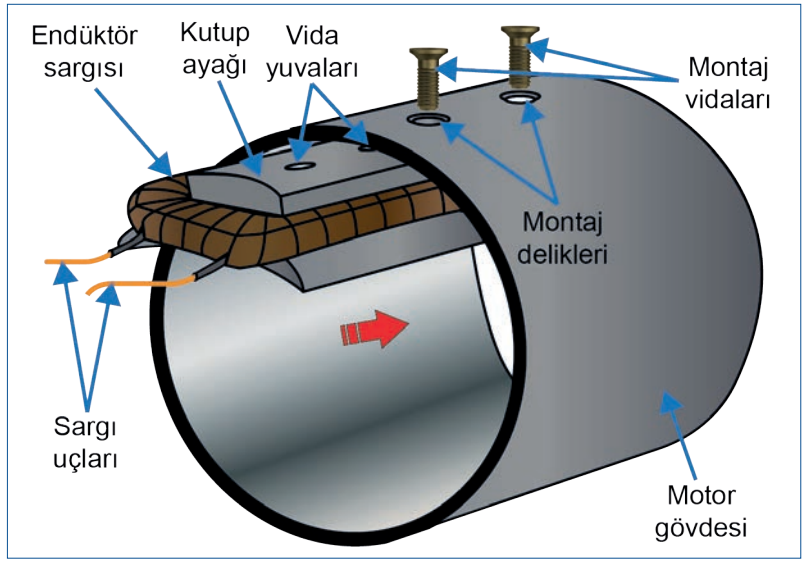
Çalışma ortamının temizliği, tertip ve düzeni bütün atölye çalışmalarında dikkat edilmesi gereken bir husustur. Kolektörlü motor montajında da bu hususlara dikkat etmek gerekir. Montaj işlemlerinde kullanılacak olan araç gereçleri hazır bulundurmak, yapılacak işin en az hatayla ve daha hızlı gerçekleştirilmesine katkı sağlar.

Kolektörlü motorların sökülmesi sırasında uygulanan işlem basamaklarının tersini uygulamak motorun montajını yapmak demektir. Bu yüzden motoru sökerken izlenen sırayı unutmamak gerekir. Gerekirse bunun için motor üzerine hatırlatıcı işaretler konabilir, boş bir kâğıt üzerine birtakım notlar alınabilir.

Montaja başlamadan önce motor sökülürken çekiç ve nokta zımba ya da asetat kalemiyle gövde üzerine vurulmuş işaretler tespit edilir. Bu işaretler kapakların yerlerine montajı için çok önemlidir. Bu hususa dikkat edilmez ise kapaklar ve gövde arasında bir uyumsuzluk oluşur. Bu ise motorun dengesiz çalışmasına sebep olur.

10.1.2.1. Endüktör Montajı

Endüktör sargısı, bobinlere zarar vermeden kutup ayağına yerleştirilmelidir. Bundan sonra kutup ayakları, motor gövdesinin iç kısmına doğru itilmeli, vida yuvaları ile montaj delikleri üst üste getirilerek vidalanmalıdır (Görsel 10.2). Vidalar paslanmışsa pasını gidermek, sıkma özelliğini yitirmişse vidaları değiştirmek gerekir. Endüktör sargı uçlarının klemens kutusuna doğru biçimde bağlandığından emin olunmalıdır.

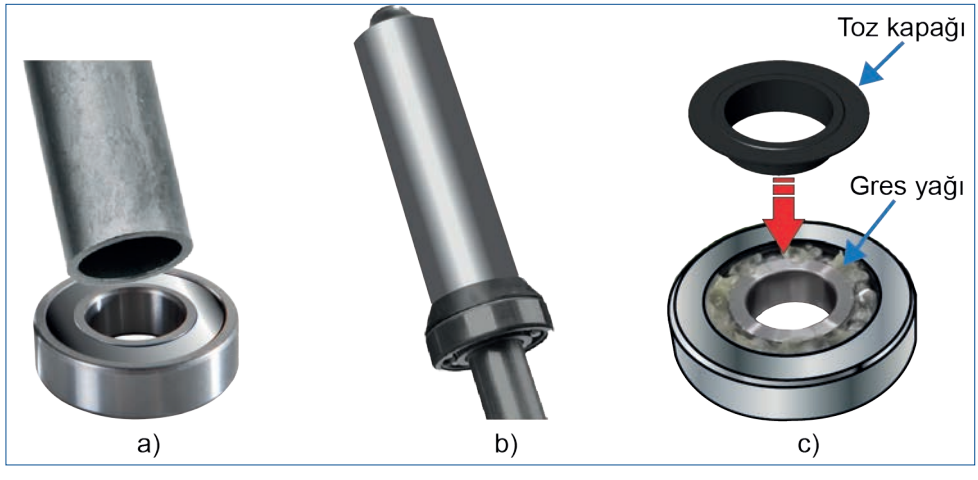


Görsel 10.2: Endüktör montajı

10.1.2.2. Rulman Montajı

Pres yöntemiyle çalışan farklı sistemler bulunsa da rulman montajında genellikle plastik çekiç ve rulman montaj borusu kullanılır. Kullanılacak bu boru, rulmanın yuvarlanma elemanlarına zarar vermemelidir. Bunun için kullanılacak boru, Görsel 10.3.a'da gösterildiği gibi rulman iç bileziğine ya da Görsel 10.3.b'de gösterildiği gibi iç ve dış bileziğin ikisine birlikte oturacak şekilde seçilmelidir.

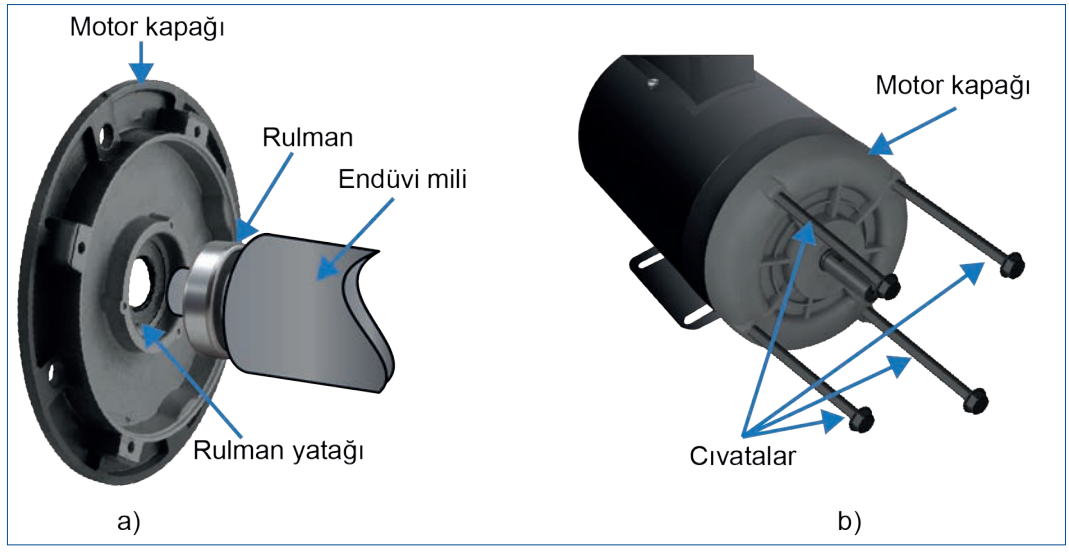
Rulmanın mil yatağına oturduğundan emin olunmalıdır. Rulman, gerekiyorsa gres yağıyla yağlanmalı, toz kapağının takılması unutulmamalıdır (Görsel 10.3.c). Sökülmüş rulman, özelliğini kaybetmişse yeni rulman takılmalıdır. Rulmanın zarar görmeden mil yatağına oturması, rulman montajında dikkat edilmesi gereken en önemli hususdur.



Görsel 10.3: Rulman montajı

10.1.2.3. Kapak Montajı

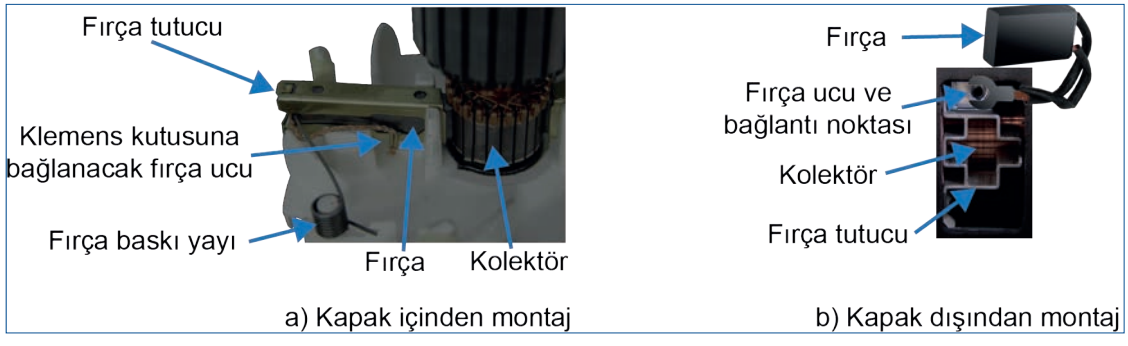
Kapakları birbirine tutturacak somun ve cıvatalar paslanmışsa pasları giderilmeli, özelliklerini yitirmişse değiştirilmelidir. Kapaklar ve gövdenin birleşim yerleri yağ, pas ve kirden arındırılmalıdır. Kapaklar, kendisi ve motor gövdesi üzerindeki işaretlere bakılarak takılacağı tarafa ayrılır. Endüvinin kolektörlü tarafı fırça yuvalarının bulunduğu kapağa yerleştirilir. Bu işlem esnasında rulmanın kapak içindeki yatağa oturduğundan emin olunur (Görsel 10.4.a). Fırça yuvaları kapak içerisindeyse fırçalar buraya takılmalı ve fırçaların kolektör üzerindeki konumu kontrol edilmelidir. Fırçaların montajı kapak dışından yapılıyorsa bu işlem en sona bırakılır. Fırça ayarları yapılan kapak, endüviyle birlikte gövde içine doğru itilmek suretiyle yerine yerleştirilir. Yerleştirme esnasında endüvi ve endüktör sargıları ile kolektör dilimlerine zarar verilmemelidir. Büyük boyutlu bir motor üzerinde çalışılıyorsa yerleştirme işi halat ya da kayış kullanılarak gerçekleştirilmelidir. Diğer taraftaki kapak da işaretlerine dikkat edilerek ve rulmanın yatağına oturduğundan emin olunarak yerine yerleştirilir. Cıvatalar yuvalarına yerleştirildikten sonra sıkma işlemine geçilir (Görsel 10.4 b). Bütün cıvataların sırayla dolaşılarak sıkılması kapakların gövdeye tam oturması açısından önemlidir. Cıvataların uygun yeterlikte sıkıldığından emin olunmalıdır.



Görsel 10.4: Motor kapaklarının montajı

10.1.2.4. Fırça Montajı

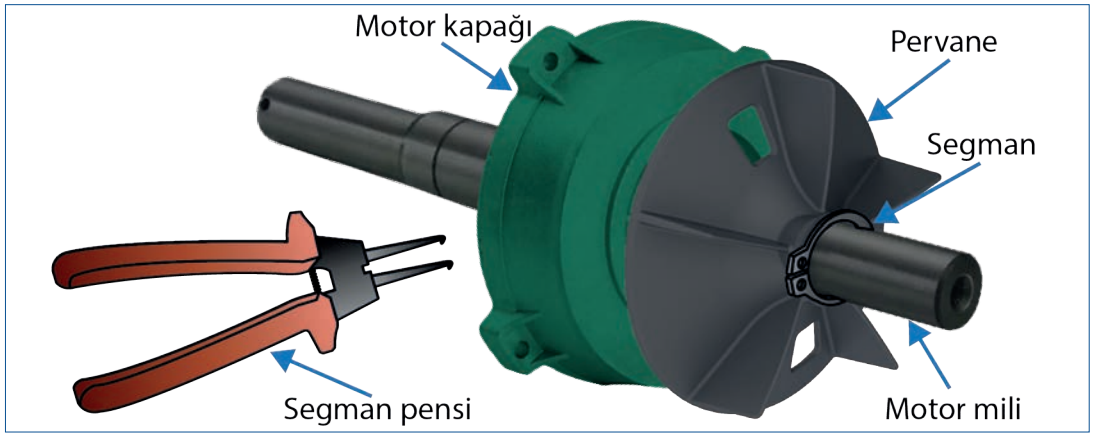
Fırça montajı motorun yapısına göre kapak içinden (Görsel 10.5.a) veya dışından (Görsel 10.5.b) yapılır. Fırçaların montajı yapılırken fırçaların kırık ya da kısa olmadığından, yay basıncının iyi ayarlandığından emin olunmalıdır. Ayrıca klemens kutusuyla bağlantısı kontrol edilmelidir.



Görsel 10.5: Fırçaların montajı

10.1.2.5. Soğutma Pervanesi Montajı

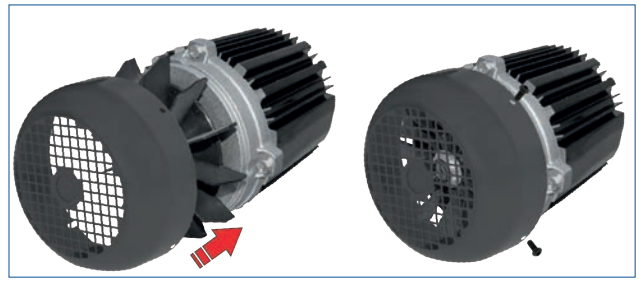
Soğutma pervanesi (fanı) mildeki yatağına yerleştirilmeli ve sabitlenmelidir. Sabitleme için kullanılacak elemanlar motorun ve pervanenin türüne göre değişiklik gösterir. Plastik pervanelerde segman ya da kelepçe kullanılırken döküm pervanelerde kama ya da cıvata kullanılır. Segman takılırken segman pensi kullanılmalıdır (Görsel 10.6). Segman, mil üzerindeki segman kanalına yerleştirilmelidir. Metal döküm pervanelerin mil üzerine oturtulmasında zorluk yaşanırsa pervane, pürmüzle ısıtılmalı ve montaj, eldiven kullanarak yapılmalıdır. Pervane kanatçıklarının dışarı baktığından emin olmak gerekir.



Görsel 10.6: Kolektörlü motorun pervane montajı

10.1.2.6. Soğutma Pervanesi Koruma Kafesinin Montajı

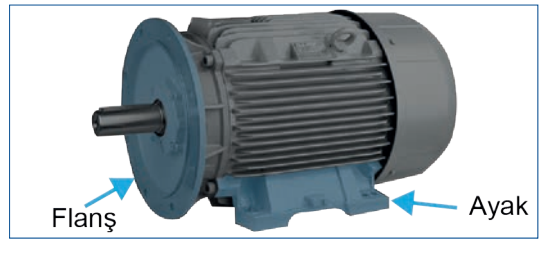
Soğutma pervanesini muhafaza eden koruma kafesi, pas ve kirinden arındırılmış vidalarla kapak üzerine monte edilir (Görsel 10.7).



Görsel 10.7: Kolektörlü motorun soğutma pervanesi koruma kapağı montajı

10.1.3. Kolektörlü Motor Montaj Teknikleri

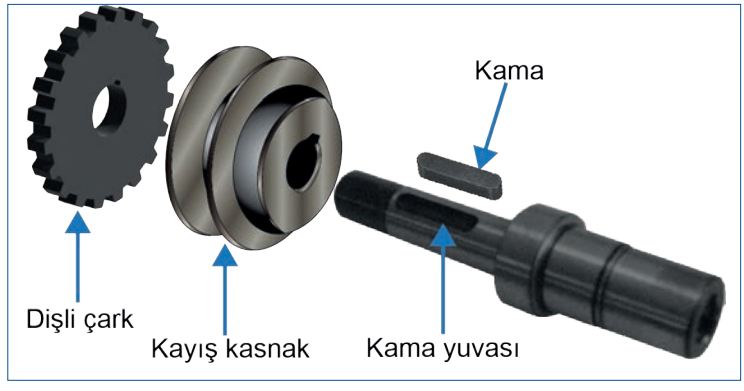
Genel olarak motorların yüzeye montajı, ayak ve flanş kısımlarından birinin ya da her ikisinin birlikte montaj yüzeyine cıvatayla tutturulmasıyla yapılır (Görsel 10.8).



Görsel 10.8: Kolektörlü motorun yüzeye bağlantı noktaları

Montaja başlamadan bağlantı noktalarının (ayak ya da flanş) çok iyi merkezlenmesi gerekir. Motorların montajı düz ve titreşimsiz bir yüzeye yapılmalı, montajdan sonra bağlantı noktalarının yüzeye tam oturduğu tespit edilmelidir. Bağlantı noktaları ile yüzey arasında oluşacak boşluk titreşime sebep olur. Montajda kullanılacak cıvatalar aynı boyda olmalı ve eşit kuvvetlerde sıkılmalıdır.

Motorların montajında bir diğer husus aktarma elemanlarının bağlanmasıdır. Kasnak, dişli çark, kaplin vb. aktarma elemanları kullanılarak motor milindeki mekanik güç, sistemdeki diğer makinelere aktarılır (Görsel 10.9). Aktarma elemanlarının motor miline montajı sırasında yatakların bozulmasına sebep olabilecek şiddette zorlama ve darbelerden kaçınılmalıdır. Takma aparat ve düzeneği mevcut değilse aktarma elemanları 80 °C'ye kadar ısıtılarak takılabilir. Güç aktarılan makine ile motor yatağı aynı eksende olmalıdır. Eksen kayması yatak ömrünü dolayısıyla motorun ömrünü kısaltır. Kayış kasnak sistemine aktarma yapılacak motorların montajı, kayışın gerdirmesini ayarlayabilmek için raylı bir sistem üzerine yapılmalıdır. Kayış gerdirmesi çok iyi ayarlanmalıdır. Gerdirmenin gevşek ya da sıkı olması motorun ısınmasına, titremesine ve yatakların aşınmasına sebep olur.

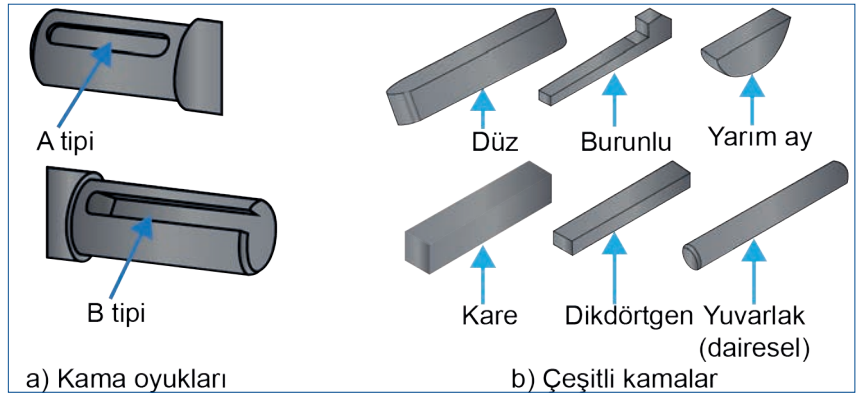


Görsel 10.9: Kolektörlü motorlarda aktarma elemanları

Motorların montajındaki son aşama elektriksel bağlantıdır. Elektriksel bağlantı yetkili bir kişi tarafından motorun teknik özellikleri dikkate alınarak yapılmalıdır.

10.1.3.1. Kama Çeşitleri

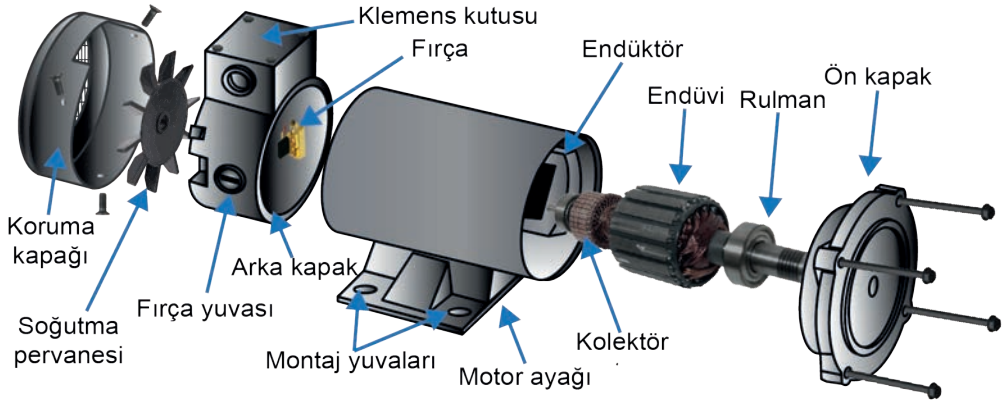
Aktarma elemanları mil üzerine açılmış oyuklara (Görsel 10.10.a) kamalar yardımıyla tutturulur. Kamalar; dikdörtgen, yarım ay, yuvarlak vb. şekillerde imal edilir (Görsel 10.10.b). Kamaların cıvata yuvalı olan çeşitleri de vardır. Ne tür kama kullanılırsa kullanılsın aktarım elemanının motor miline sabitlendiğinden emin olunmalıdır.



Görsel 10.10: Kolektörlü motorlarda aktarma elemanları

1. Uygulama	KOLEKTÖRLÜ MOTOR MONTAJI

AMAÇ: Kolektörlü motor parçalarını monte etmek.



Görsel 10.11: Kolektörlü motor parçaları

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Motor parçaları	Endüvi, kapak, pervane, gövde, fırçalar, koruma kapağı	Birer adet
El aletleri	Tornavida, alyan ve açık ağızlı anahtar, segman pensi vb.	Birer adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce iş önlüğünü giyiniz. Görsel 10.11'deki malzemeleri teslim alınız.
2. Endüktör sargı uçlarını sarım şemasına göre işaretledikten sonra gövdeye montajını yapınız.
3. Endüvi milini arka kapaktan geçiriniz. Rulmanı kapaktaki yatağa oturtunuz. Fırça ayarlarını yapınız.
4. Endüktör sargısı ve fırçanın uçlarını klemens kutusu içerisine alınız.
5. Endüviyi arka kapakla birlikte gövde içerisinden geçirerek diğer kapaktaki yuvaya rulmanı oturtunuz.
6. Kapakları, sökülürken işaretlenen yerlere göre çeviriniz. Cıvataları yerleştirip sıkınız.
7. Soğutma pervanesini takıp segman ile sabitleyiniz. Koruma kapağını takıp vidalarını sıkınız.
8. Klemens kutusu bağlantılarını motorun sarım şemasına göre yapınız.
9. Montajı tamamlanan motoru öğretmeninize teslim ediniz ve çalışma ortamını temizleyiniz.

SORU

1. Kapakları işaretli yerlerden takmamanın ne gibi sonuçları olur? Kısaca açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Fırçaların uygun biçimde yerleştirilmesi	20	
Sınıfı:	**2.** Kapakların işaretli yerlerine göre montajının yapılması	20	
Numarası:	**3.** Klemens kutusu bağlantısının şemaya uygun yapılması	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Soğutma fanı ve segmanın doğru takılması	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

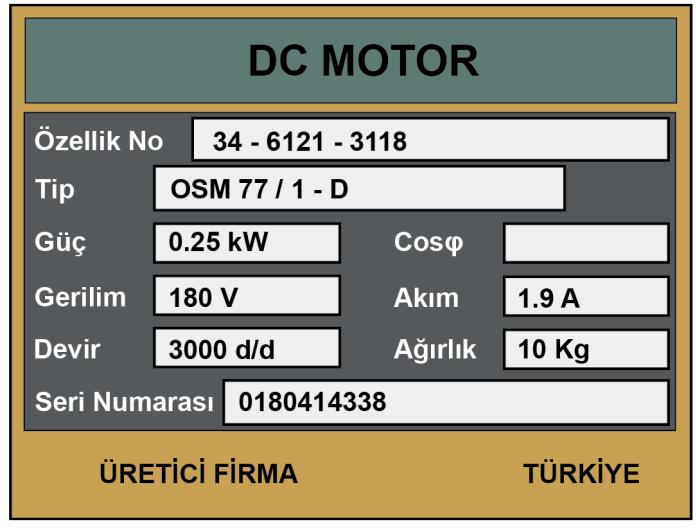
10.2. MOTORLARIN NİHAİ TESTLERİ

Motorların tasarlanması aşamasında hesaplanan akım, gerilim, güç ve devir sayısı gibi etiket bilgisi değerlerinin üretim sonunda mutlaka ölçülmesi gerekir. Bu yüzden motorlar kullanılmaya başlamadan önce birtakım testlere tabi tutulur. Bu testler kalite yönetim standartları çerçevesinde yapılır. Motorlar sadece üretildikten sonra değil herhangi bir sebeple tamir edildikten sonra da aynı testlere tabi tutulur.

Motor etiket bilgileriyle test sonuçlarından elde edilen değerlerin örtüşmemesi motorun verimini ve kalitesini düşürür. Bu ayrıca evrensel kurallar açısından bakıldığında etik bir sorundur. Böyle bir durumda ilgili firma müşteriyle sorunlar yaşayabilir. Müşteri memnuniyeti ve ticari pazar payı açısından motorların standart değerlerde olması gerekir. Bu açıdan motorların nihai testlerinin özenle yapılması büyük önem taşır.

10.2.1. Kolektörlü Motor Etiket Bilgileri

Üretildikten sonra kolektörlü motorların elektrik, mekanik ve fiziksel ölçümleri yapılır. Bu ölçümlerden akım, gerilim, güç, güç katsayısı, devir sayısı, ağırlık ve ebat bilgileri elde edilir. Elde edilen bu veriler; motorun gerilim türü, tipi, seri numarası, üretim tarihi, üretim standardı, üretici firma bilgileri vb. bilgilerle birleştirilerek motor etiketi oluşturulur (Görsel 10.12). Bu bilgiler PVC etiketlere ya da alüminyum plakalara işlenerek motor üzerine sabitlenir.



Görsel 10.12: Motor etiketi

Arızalı motorların arızası giderildikten ve montajı tamamlandıktan sonra akım, gerilim, güç ve devir sayısı değerleri ölçülür. Ölçümden elde edilen değerler motor etiketinde yer alan, aynı zamanda bakım onarım kartına da işlenmiş değerlerle karşılaştırılır. Karşılaştırılan değerlerin aynı ya da çok yakın olması, motor arızasının eksiksiz giderildiğini gösterir. Aksi durumda motoru müşteriye teslim etmek etik açıdan doğru olmaz.

10.2.2. Enerji Altında Çalışmada İş Sağlığı ve Güvenliği Kuralları

İş sağlığı ve güvenliğiyle ilgili uygulamalar 1 Ocak 2013 tarihinde yürürlüğe giren 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu hükümlerince yürütülür. Kanuna bağlı yönetmeliklerin çıkarılması, uygulamalarla ilgili iş ve işlemlerin takibi ve denetimlerinin yapılması Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığının yetkisindedir.

İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri; yapılacak işin niteliği, gerilim seviyesi, çalışma ortamı, çalışmayı yürütecek işletme vb. unsurlara bağlı olarak değişkenlik gösterir. Elektrikle ilgili tüm iş ve

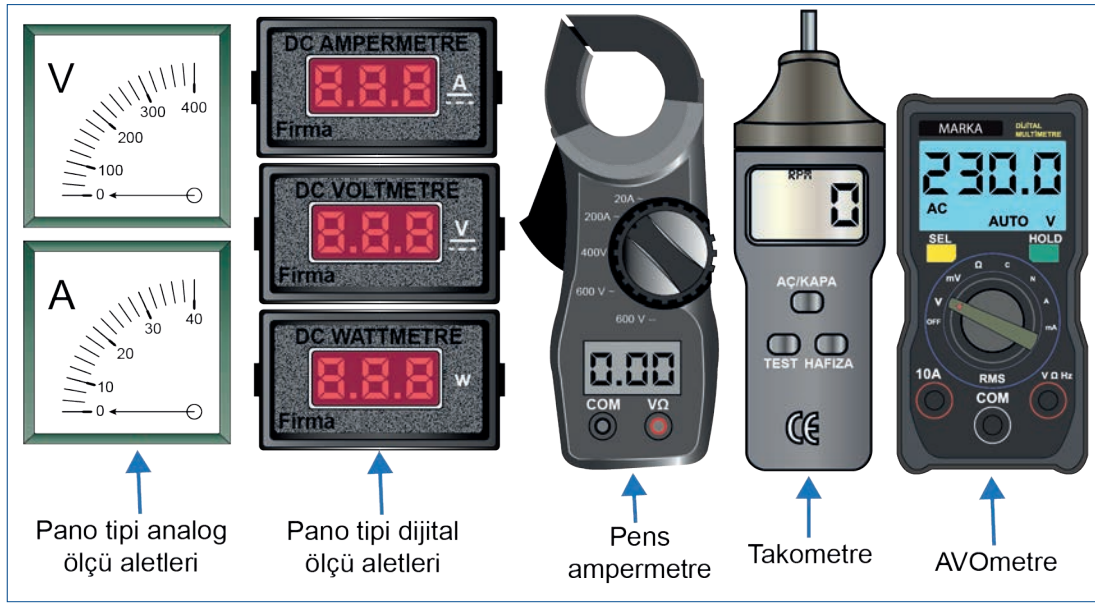
işlemlerde esas olan enerji altında çalışmamaktır. Enerji altında çalışmak zorunda kalınan durumlarda genel olarak şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Enerji altında çalışacak personel, iş sağlığı ve güvenliği eğitimini başarıyla tamamlamış ve sertifikasını almış olmalı.
- Enerji altında çalışacak personelin mesleki yeterliliği bulunmalı.
- Çalışma ortamında korunma ve güvenlik işaretleri kullanılmalı ve bu işaretlere uyulmalı.
- Çalışma, yetkili birinin gözetiminde yapılmalı.
- Çalışma ortamı yeterli seviyede aydınlatılmalı.
- Tesiste uygun direnç değerli topraklama hattı bulunmalı.
- Tesiste uygun teknik değerlerde kaçak akım koruma rölesi (KAKR), sigorta ve şalter kullanılmalı.
- Çevrede iş kazalarına karşı ilk yardım malzemeleri bulunmalı.
- Sıkışık, dar, karmaşık vb. olumsuz çevre koşullarında çalışılmamalı. Uzanmak zorunda kalmadan tüm ekipmanlara ulaşılabilmeli.
- Islak ve elektriksel olarak tehlikeli olabilecek oranlarda nemli ortamlarda çalışılmamalı.
- El, ayak ve elbisenin ıslak olmamasına dikkat edilmeli.
- Çalışılacak ortamda kimyasal, parlayıcı ve yanıcı madde bulundurulmamalı.
- Bileklik, yüzük vb. iletkenliği olan aksesuarlar çıkarılmalı.
- Kullanılacak donanımların sağlamlığı, özellikle yalıtkan kısımları kontrol edilmeli. Zarar gören donanımlar kesinlikle kullanılmamalı.
- Çalışma gerilimine uygun teknik değerlerde ölçü, kontrol, test ve el aletleri kullanılmalı.
- İşin niteliğine göre yalıtımlı iş eldiveni, yalıtımlı iş ayakkabısı, yalıtımlı iş tulumu, baret, gözlük, emniyet kemeri kullanılmalı. Kullanılacak bu kişisel koruyucu donanımlar personelin vücut ölçüleriyle ve çalışma gerilimiyle uyumlu olmalı.
- Yapılacak işin işlem basamakları, sırasıyla ve doğruluğundan emin olunarak yapılmalı.
- Yasal olmayan işlemler kesinlikle yapılmamalı.
- Kablo bağlantıları uygun uçlarla yapılmalı, vidalar yeterli miktarda sıkılmalı.
- Açıkta ve boşta kablo ucu bırakılmamalı.
- İletken yalıtımları gerilim seviyesine uygun ve mekanik darbelere dayanıklı olmalı.
- Hareketli makineler sabitlenmeli.
- İşletme tarafından belirlenen diğer kurallara uyulmalı.

10.2.3. Kolektörlü Motorların Çalıştırılması Esnasında Yapılacak Ölçümler

Montajı tamamlanan kolektörlü motor çalıştırılarak birtakım deneylere tabi tutulur. Bu deneylerde motorun şebekeden çektiği akım, çalışma gerilimi, elektriksel gücü ve ürettiği devir sayısı değerleri ölçülür. Ölçümlerde analog ya da dijital nitelikli ölçü aletleri kullanılır. Günümüz teknolojisinde analog ölçü aletlerinin kullanımı oldukça azalmıştır. Dijital ölçü aletleri, yaygın kullanımına bağlı olarak birden fazla ölçme yapabilen bütünleşik türleriyle gelişimini sürdürmektedir. Dijital ölçü aletlerinin en büyük dezavantajı ise harici bir besleme gerilimiyle çalışmasıdır.

Kolektörlü motorların ölçümlerinde pano tipi ve taşınabilir (mobil) ölçü aletleri kullanılabilir. Ampermetre, voltmetre ve wattmetre pano tipi; AVOmetre, takometre ve pens ampermetre taşınabilir tip ölçü aletleridir (Görsel 10.13).



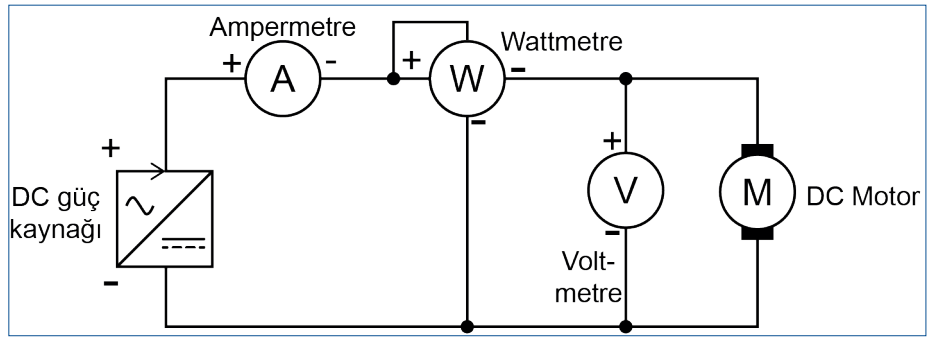
Görsel 10.13: Ölçü aletleri

10.2.3.1. Akım, Gerilim ve Güç Ölçme

Akım ampermetre, gerilim ise voltmetre ile ölçülür. Ampermetre, ölçümü yapılacak devreye seri olarak bağlanırken voltmetre paralel olarak bağlanır. Elektriksel güç ise wattmetre ile ölçülür. Wattmetrenin yapısında akım ve gerilim ölçmek için iki farklı kısım vardır. Akım ölçen kısmı devreye seri, gerilim ölçen kısmı devreye paralel bağlanır. Bu iki kısmın etkileşimi sonucu elektriksel güç ölçülür.

Akım, gerilim ve güç ölçümlerinde pano tipi dijital ya da pano tipi analog ölçü aletleri kullanılır. Akım, gerilim ve güç değerlerini tek başına ölçen dijital pano tipi ölçü aletleri de yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca akım ve gerilim ölçümlerinde pens ampermetre ve AVOmetre kullanılabilir.

Ölçüm yapılacak tesisatın gerilim türü (AC/DC) ve seviyesi bilinmeli, buna göre uygun tür ve ölçme aralığında ölçü aletleri seçilmelidir. Pens ampermetre ya da AVOmetre gibi kademeli ölçü aletleri kullanılacaksa kademe ayarlarının doğru yapılması gerekir. Ölçü aletlerinin tesisattaki bağlantı yönü AC ölçmelerde önemli değilken DC ölçmelerde (+) ve (-) yönlerine (pens ampermetre hariç) dikkat etmek gerekir. DC motorların akım, gerilim ve güç değerleri Görsel 10.14'teki devre kurularak ölçülür.

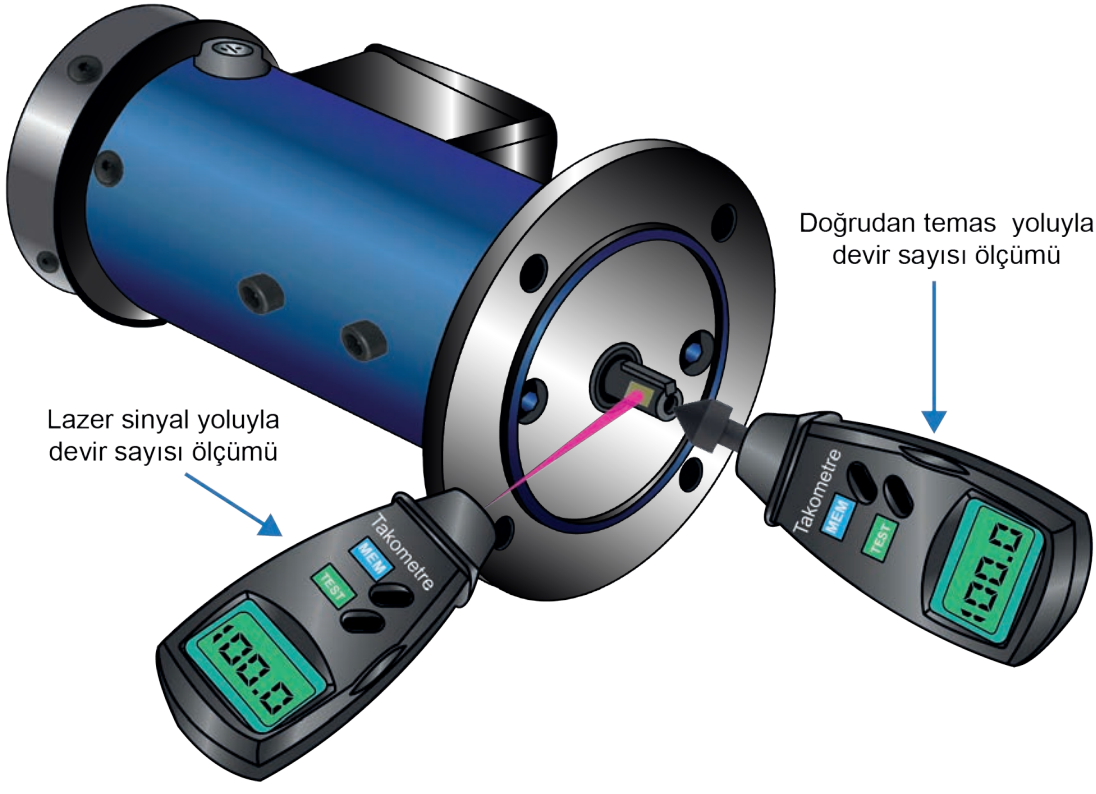


Görsel 10.14: DC motorun akım, gerilim ve güç ölçümü devresi

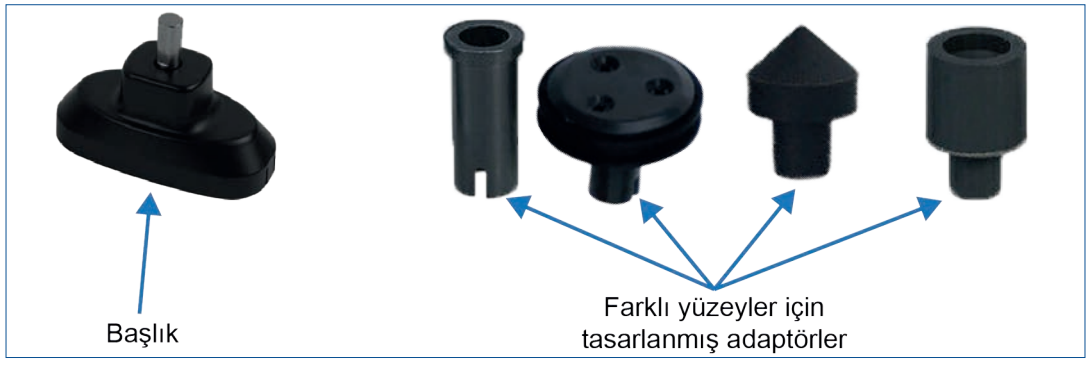
10.2.3.2. Devir Sayısı Ölçme

Devir sayısı takometre ile ölçülür. Takometrenin dijital ve analog türleri vardır. Analog takometre ile ölçüm yapmak için takometrenin mili, motor milinin uç kısmındaki oyuğa yerleştirilir. Motor miliyle birlikte dönen takometre mili, motor devir sayısının ölçülmesini sağlar. Dijital takometre motor miline gönderilen lazer sinyal ile devir sayısını ölçer (Görsel 10.15). Dijital takometreler, uç kısmına takılan adaptörler yardımıyla analog takometreler gibi kullanılabilir (Görsel 10.16).

Dijital takometreler ile gönderilen lazer sinyalin motorun dönüşünü algılayabilmesi için motor mili üzerine bir parça bant yapıştırılır. Bu bant motor mil renginden ayırt edilebilecek, tercihen açık renkte olmalıdır. Bant ile sinyalin her karşılaşması motor milinin bir tur dönmesi demektir. Dijital takometreler bu yaklaşımla devir sayısı ölçümü yapar.



Görsel 10.15: DC motorun devir sayısını lazer sinyal ve doğrudan temas yoluyla ölçme



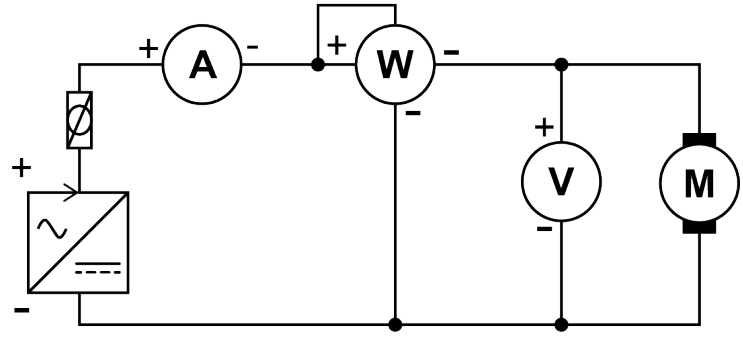
Görsel 10.16: Dijital ve analog takometrenin ucuna takılan adaptörler

2. Uygulama	MOTORUN AKIM, GERİLİM, GÜÇ VE DEVİR SAYISI DEĞERLERİNİN ÖLÇÜLMESİ

AMAÇ: Montajı tamamlanmış kolektörlü motorun akım, gerilim, güç ve devir sayısı değerlerini ölçerek etiket değerleriyle karşılaştırma uygulamasını yapmak.

İzlemek için kodu tarayınız.

42522



Görsel 10.17: DC motorun akım, gerilim ve güç ölçümü devresi

Tablo 10.1: Motor Etiketi ve Ölçüm Sonuçları

Teknik Özellikler	Etiketten Okunan Değerler	Ölçülen Değerler
Akım (Amper)		
Gerilim (Volt)		
Güç (Watt)		
Devir Sayısı (devir/dakika)		

MALZEME LİSTESİ

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
DC güç kaynağı	Motor çalışma gerilimine uygun	1 adet
DC motor	-	1 adet
Ampermetre	Dijital ya da analog	1 adet
Motor	Dijital ya da analog	1 adet
Motor	Dijital ya da analog	1 adet
Motor	Dijital ya da analog	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, kontrol kalemi, tornavida vb.	Birer adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Uygulamaya başlamadan önce iş önlüğünü giyiniz. Malzemeleri öğretmeninizden teslim alınız.
2. Motor etiketinden okuduğunuz değerleri Tablo 10.1'e yazınız.
3. Görsel 10.17'deki devreyi kurunuz. Bağlantılarınızın doğruluğunu ve sağlamlığını kontrol ediniz.
4. Devreye enerji veriniz. Motorun çalıştığını gözlemleyiniz.
5. Ölçü aletlerinden okuduğunuz değerleri tabloya kaydediniz.
6. Takometre ile devir sayısını ölçüp tabloya kaydediniz. (Lazer ile yapılacak ölçüm için motor miline bir parça açık renk bant yapıştırmayı unutmayınız.)
7. Ölçüm işlemi tamamlandıktan sonra devrenin enerjisini kesiniz.
8. Kullandığınız malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz ve çalışma ortamını temizleyiniz.

SORULAR

1. Tablo 10.1'deki okuduğunuz ve ölçtüğünüz değerleri yorumlayınız.
2. Dijital takometrelerle ölçüm yapmak için bir parça bant kullanılmasının sebebi nedir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Etiket değerlerinin doğru okunması ve kaydedilmesi	20	
Sınıfı:	**2.** Devrenin doğru kurulması	20	
Numarası:	**3.** Akım, gerilim ve güç değerlerinin doğru ölçülmesi	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Devir sayısının doğru ölçülmesi	20	
Adı ve Soyadı:	**5.** Tertip düzen ve temizlik	20	
İmza:	**TOPLAM PUAN**	100	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümleleri okuyunuz ve cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. ( ) Akım ölçmek için ampermetre, pens ampermetre ya da AVOmetre kullanılabilir.

2. ( ) Gerilim ölçmek için voltmetre, pens ampermetre ya da AVOmetre kullanılabilir.

3. ( ) Rulman, motor miline çektirme ile takılır.

4. ( ) Devir sayısı ölçümü, motor nihai testleri arasındadır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Motorun elektriksel gücü ..... ile ölçülür.

6. Farklı yüzeylerde devir sayısı ölçmek için takometrenin miline uygun bir ..... takılır.

7. İhtiyaç hâlinde rulman ..... ile yağlanır.

8. Motor milinin ..... attığı tur sayısı, motor devir sayısı olarak adlandırılır.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

9. Soğutma fanının yerinden oynamaması için aşağıdakilerden hangisi kullanılır?

A) Alçı B) İğne C) Segman D) Takoz E) Yapıştırıcı

10. Aşağıdaki verilen ikililerden hangisi endüvi sargılarına enerji vermek için kullanılır?

A) Fırça-kolektör B) Gövde-kapak C) İğne-iplik

D) Rulman-yatak E) Somun-cıvata

11. DC motorun akım ve gerilim değerleri matematiksel olarak çarpıldığında motorun aşağıdakilerden hangi değeri bulunmuş olur?

A) Devir sayısı B) Elektriksel gücü C) İletken kesiti

D) Kayıp miktarı E) Sargı direnci

12. Aktarma elemanları motor miline aşağıdakilerden hangisi ile sabitlenir?

A) Kanca B) Kama C) Menteşe D) Rulman E) Takoz

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/mustafa.aktas/137354/f%C4%B1r%C3%A7as%C4%B1z%20dc%20motor%20BLDC.pdf (12.04.2023 saat: 21.00)

https://www.emo.org.tr/ekler/9133ecd58d46a5f_ek.pdf (22.04.2023 saat: 11.00)

https://www.emo.org.tr/ekler/2cfe1632e63ffee_ek.pdf?tipi=35&turu=X&sube (12.04.2023 saat: 21.30)

avesis.yyu.edu.tr (sarım tekniği) (05.01.2023 saat: 13.30)

https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/62055/mod_resource/content/0/12.%20HAFTA.pdf (13.01.2023 saat: 16.55)

http://elektrik.kocaeli.edu.tr (11.03.2023 saat: 22: 00) https://aast.edu/pheed/staffadminview/pdf_retreive.php?url=45_16255_EE543_2015_1__2_1_week_9%2010.pdf&stafftype=staffcourses (18.05.2023 saat: 17.00)

https://www.botem.com.tr/enduvi-sarimi (20.05.2023 saat: 14.00)

https://www.orhunkimya.com.tr/firin-kurumali-motor-bobinaj-vernikleri/ (20.05.2023 saat: 16.30)

https://www.ozgurbobinaj.com.tr/tr/hizmetlerimiz/atelye-hizmetlerimiz/dc-motor-sarimi/ (21.05.2023 saat: 15.00)

https://tdk.gov.tr/icerik/diger-icerikler/tumsozlukler/

GÖRSEL KAYNAKÇASI

http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=2487

Materyalin görsel kaynakçasına bu karekodu okutarak ulaşabilirsiniz.

DİJİTAL MATERYAL İÇERİĞİ

Uygulamanın Adı	Sayfa No	Kitapta Kullanılacak Karekod Linki
ŞÖNT MOTORUN DEVRE BAĞLANTISI VE YOL VERME	24	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=42511
ŞÖNT MOTORUN DEVİR SAYISI AYARI	37	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=42512
ŞÖNT MOTORUN DEVİR YÖNÜNÜN DEĞİŞTİRİLMESİ	47	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=42513
DC MOTOR RULMANININ SÖKÜLMESİ	92	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=42514
DC MOTOR RULMANININ MONTAJI	94	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=42515
KOLEKTÖRLÜ MOTORUN FIRÇALARININ DEĞİŞTİRİLMESİ	102	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=42516
ENDÜVİDE ELEKTRİKSEL ARIZALARIN TESPİTİ	113	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=42517
ENDÜKTÖR SARGISININ SARILMASI	130	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=42518
BASİT PARALEL İLERLEYEN ENDÜVİ SARIM UYGULAMASI	163	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=42519
ÇOKLU PARALEL İLERLEYEN ENDÜVİ SARIM UYGULAMASI	175	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=42520
ENDÜVİ VERNİKLEME	207	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=42521
MOTORUN AKIM, GERİLİM, GÜÇ VE DEVİR SAYISI DEĞERLERİNİN ÖLÇÜLMESİ	220	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=42522

CEVAP ANAHTARI

1. Öğrenme Birimi		
1. Doğru	**5.** paralel	**9.** B
2. Doğru	**6.** E-F	**10.** E
3. Yanlış	**7.** C-D, E-F	**11.** D
4. Doğru	**8.** mıknatıs	**12.** C

2. Öğrenme Birimi		
1. Yanlış	**5.** fırça	**9.** C
2. Doğru	**6.** sürtünmeyle	**10.** D
3. Doğru	**7.** ark (şerare)	**11.** E
4. Yanlış	**8.** soğutma.	**12.** A

3. Öğrenme Birimi		
1. Yanlış	**5.** 40	**9.** B
2. Doğru	**6.** muhafaza	**10.** A
3. Doğru	**7.** dört	**11.** D
4. Yanlış	**8.** verim	**12.** C

4. Öğrenme Birimi		
1. Yanlış	**5.** yuvarlanma	**9.** C
2. Doğru	**6.** balans makinesi	**10.** B
3. Yanlış	**7.** büyük	**11.** D
4. Doğru	**8.** iç çapını	**12.** E

5. Öğrenme Birimi		
1. Doğru	**5.** çektirme	**9.** B
2. Doğru	**6.** eşiti	**10.** A
3. Yanlış	**7.** sıfır	**11.** D
4. Doğru	**8.** gövdeye kaçak	**12.** E

6. Öğrenme Birimi		
1. Doğru	**5.** emaye	**9.** D
2. Yanlış	**6.** mikrometre	**10.** B
3. Doğru	**7.** kalıbı	**11.** E
4. Yanlış	**8.** bandajlama	**12.** C

7. Öğrenme Birimi		
1. Doğru	**5.** presbant	**9.** C
2. Yanlış	**6.** kavelası	**10.** B
3. Yanlış	**7.** çokluk	**11.** A
4. Doğru	**8.** fırça adımı	**12.** D

8. Öğrenme Birimi		
1. Yanlış	**5.** pervane	**9.** B
2. Doğru	**6.** kutup ayağı	**10.** D
3. Yanlış	**7.** gerileyen	**11.** A
4. Doğru	**8.** oyuk çıtası	**12.** C

9. Öğrenme Birimi		
1. Doğru	**5.** AVOmetre	**9.** B
2. Yanlış	**6.** seri lamba	**10.** C
3. Yanlış	**7.** fırçalar	**11.** A
4. Doğru	**8.** kolektör	**12.** E

10. Öğrenme Birimi		
1. Doğru	**5.** AVOmetre	**9.** C
2. Doğru	**6.** adaptör	**10.** A
3. Yanlış	**7.** gres yağı	**11.** B
4. Doğru	**8.** dakikada	**12.** B

NOTLAR