

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 978-975-11-7843-5

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

ELEKTRİK-ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ ALANI

AC MOTOR KUMANDA VE SARIM TEKNİKLERİ

11-12

DERS MATERYALI

ELEKTRİK-ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ ALANI

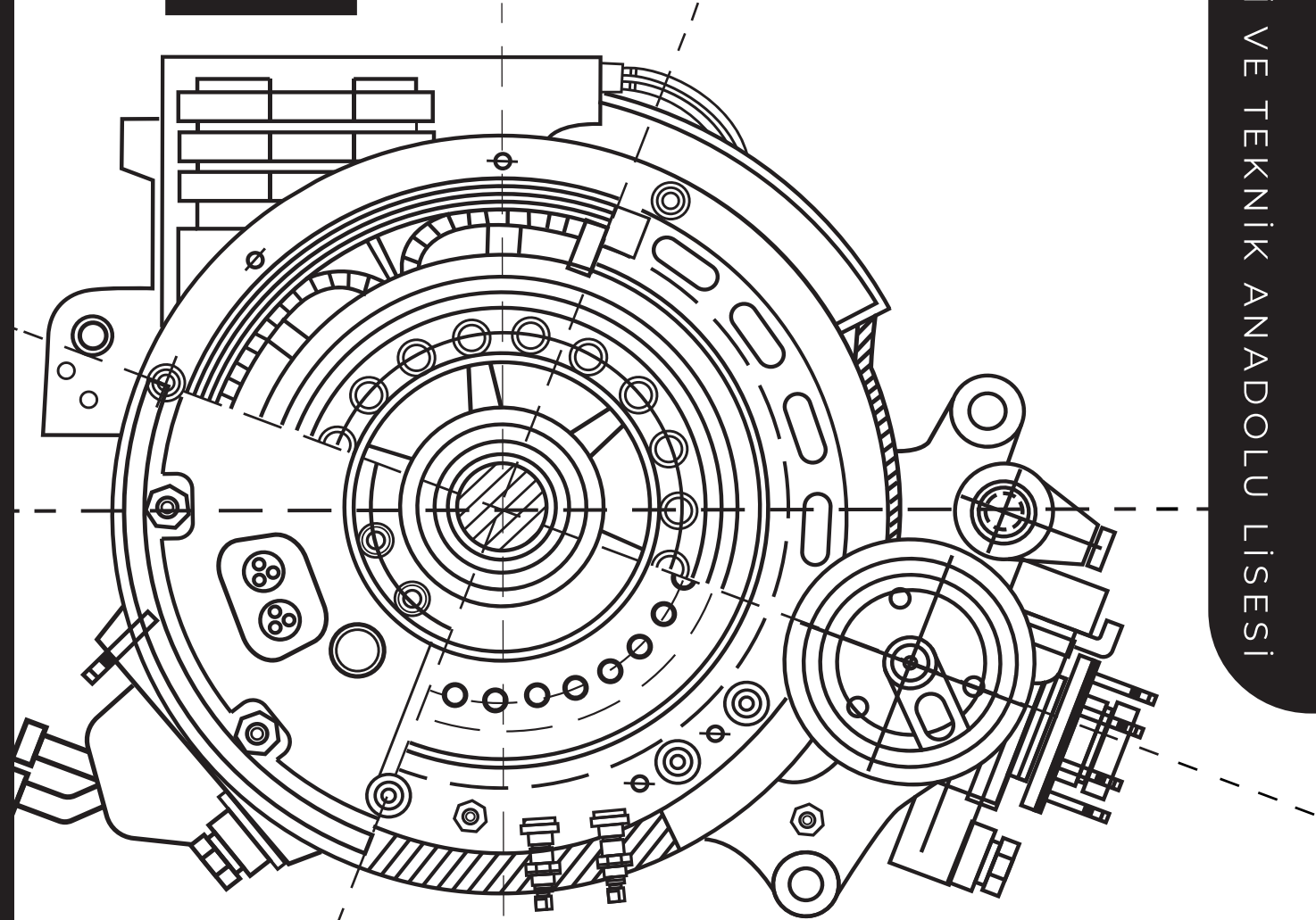
AC MOTOR

KUMANDA VE SARIM

TEKNİKLERİ

DERS MATERYALI

11-12



MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

ELEKTRİK-ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ ALANI

AC MOTOR KUMANDA VE SARIM TEKNİKLERİ

11-12 DERS MATERYALİ

Yazarlar

Enis AYTEKİN

Harun EZER

Hasan DOĞAN

Mehmet Selçuk YÜZBAŞ

Nazım KILINÇ

Sercan SERT

Ünsal Süleyman KESER



MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI : 9367
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ : 3027

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

DİL UZMANI	
Alper YAVAŞ	
PROGRAM GELİŞTİRME UZMANI	
Ergül SİRKINTI	
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME UZMANI	
Günay DURUCAN	
GÖRSEL TASARIM UZMANI	
Emel DOĞMUŞ	

◀ Hazırlayanlar

ISBN 978-975-11-7843-5

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,
Medeniyet 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'sım;
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

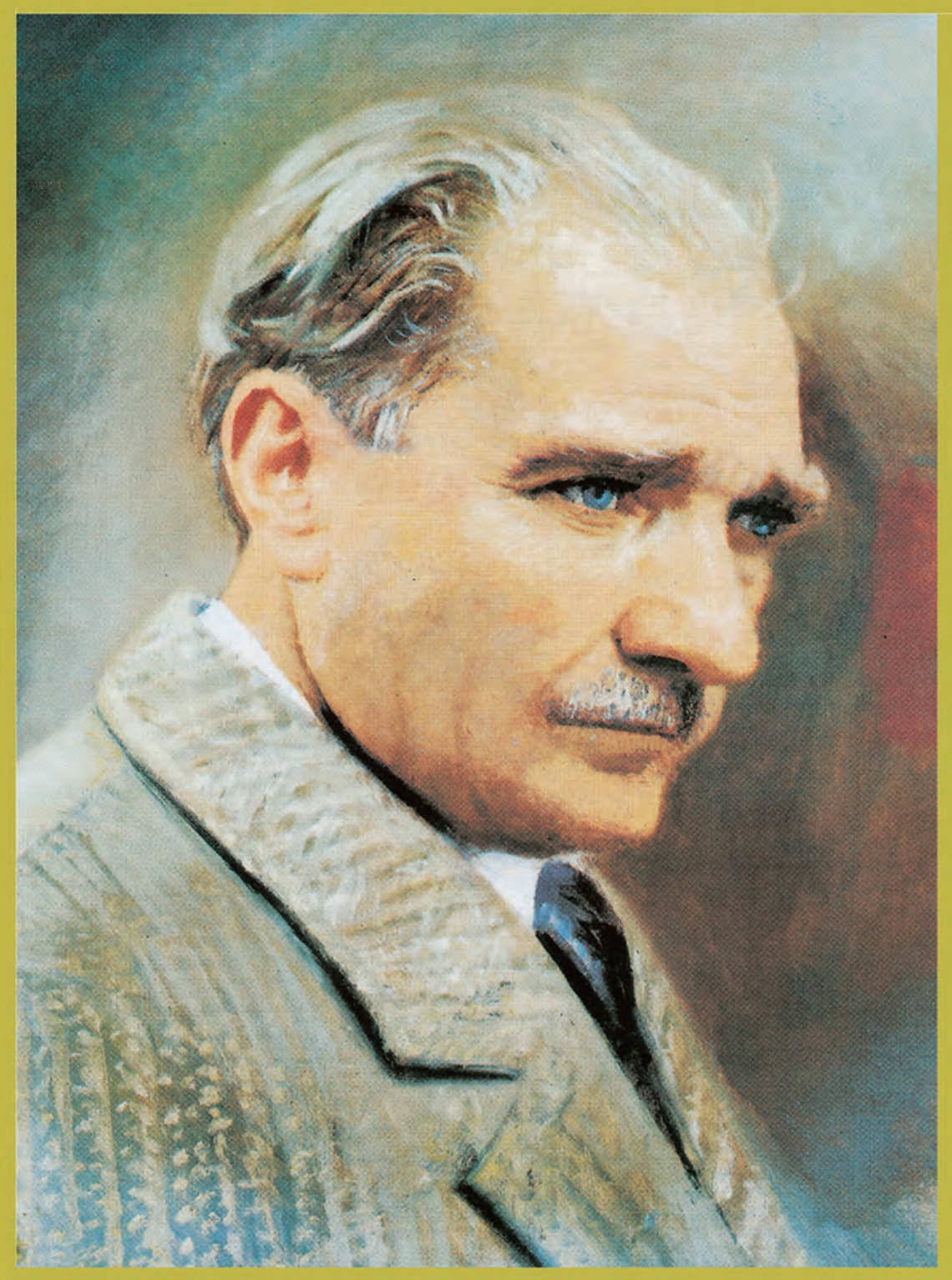
GENÇLİĞE HİTABE

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 namüsaît 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

DERS MATERYALİNİN TANITIMI.....	11

1. ÖĞRENME BİRİMİ: KUMANDA DEVRE ELEMANLARI 17

1.1. ASENKRON MOTORLARIN YAPISI VE ETİKETLERİ	18
1.2. ASENKRON MOTOR KLEMENS BAĞLANTILARI	23
1.1. Uygulama ASENKRON MOTOR KATALOĞU	25
1.2. Uygulama ASENKRON MOTORUN ETİKETİ	27
1.3. Uygulama ASENKRON MOTOR SEÇİMİ	29
1.3. KONTAKTÖR SEÇİMİ VE BAĞLANTILARI.....	31
1.4. AŞIRI AKIM RÖLESİ BAĞLANTILARI.....	35
1.5. ZAMAN RÖLESİ BAĞLANTILARI	36
1.6. KORUMA RÖLELERİ BAĞLANTILARI	37
1.7. PAKET (PAKO) ŞALTERLERİN BAĞLANTILARI	43
1.4. Uygulama KUMANDA VE GÜÇ DEVRESİ ELEMANLARININ SEÇİMİ	48
1.5. Uygulama KUMANDA DEVRE ELEMANLARININ MONTAJI	50
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	52

2. ÖĞRENME BİRİMİ: ASENKRON MOTOR KUMANDA TEKNİKLERİ 53

2.1. KUMANDA DEVRE ELEMANLARI.....	54
2.1. Uygulama BUTONLARIN SERİ VE PARALEL BAĞLANTISI	58
2.2. KUMANDA VE GÜÇ DEVRE SEMBOLLERİ ÇİZİMİ	60
2.2. Uygulama KUMANDA DEVRE ELEMANLARININ SEMBOLLERİ	63
2.3. KUMANDA VE GÜÇ DEVRELERİ ÇİZİMİ.....	65
2.4. KUMANDA VE GÜÇ DEVRELERİ.....	66
2.3. Uygulama KESİK ÇALIŞMA DEVRESİ.....	67
2.4. Uygulama SÜREKLİ ÇALIŞMA DEVRESİ.....	70
2.5. Uygulama İKİ KUMANDA MERKEZLİ SÜREKLİ ÇALIŞMA DEVRESİ.....	73
2.6. Uygulama ELEKTRİKSEL KİLİTLEMELİ DEVİR YÖNÜ DEĞİŞTİRME DEVRESİ.....	76
2.7. Uygulama BUTONSAL KİLİTLEMELİ DEVİR YÖNÜ DEĞİŞTİRME DEVRESİ	79
2.8. Uygulama SINIR ANAHTARI İLE DEVİR YÖNÜ DEĞİŞTİRME DEVRESİ	82
2.9. Uygulama ZAMAN AYARLI ÇALIŞMA DEVRESİ	85
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	88

3. ÖĞRENME BİRİMİ: ASENKRON MOTORLARA YOL VERME TEKNİKLERİ 89

3.1. ASENKRON MOTORLARIN KALKINMASI VE ETKİLERİ.....	90
3.2. ASENKRON MOTORLARA YOL VERME YÖNTEMLERİ	91
3.3. AC MOTOR SÜRÜCÜLERİ İLE DEVİR AYARI	95
3.4. ÇİFT DEVİRLİ ASENKRON (DAHLENDER) MOTORLARA YOL VERME YÖNTEMLERİ	99
3.1. Uygulama DİREKT YOL VERME	102
3.2. Uygulama DAHLENDER MOTORLARA YOL VERME	105
3.3. Uygulama YILDIZ ÜÇGEN YOL VERME	108
3.4. Uygulama DİRENÇLE YOL VERME	111
3.5. Uygulama OTO TRAFOSUYLA YOL VERME	114
3.6. Uygulama SÜRÜCÜYLE MOTORLARA YOL VERME	117

İÇİNDEKİLER

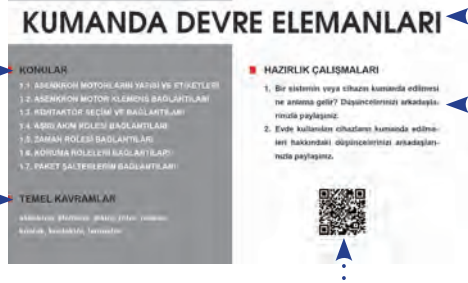
3.7. Uygulama SOFT STARTER İLE YOL VERME	120
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	123
4. ÖĞRENME BİRİMİ: ASENKRON MOTORLARDA FRENLEME	125
4.1. FRENLEME SİSTEMLERİ	126
4.2. ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORA BALATALI FRENLEME SİSTEMLERİ	127
4.3. ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORA DİNAMİK FRENLEME SİSTEMLERİ	130
4.1. Uygulama ANİ DURDURMA İLE MOTORU FRENLEME	133
4.2. Uygulama BALATALI SİSTEM İLE MOTORU FRENLEME	136
4.3. Uygulama DİNAMİK FRENLEME SİSTEMİ İLE MOTORU FRENLEME	139
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	142
5. ÖĞRENME BİRİMİ: KOLEKTÖRSÜZ MOTORUN ELEKTRİK VE MEKANİK BAKIMI	143
5.1. KOLEKTÖRSÜZ MOTORUN ELEKTRİK ARIZALARI	144
5.1. Uygulama KOLEKTÖRSÜZ MOTORUN ELEKTRİK ARIZALARI	149
5.2. ARIZALI KONDANSATÖRLERİN DEĞİŞTİRİLMESİ	151
5.2. Uygulama ARIZALI KONDANSATÖRLERİN DEĞİŞTİRİLMESİ	153
5.3. ARIZALI MERKEZKAÇ ANAHTAR GRUBUNUN DEĞİŞTİRİLMESİ	155
5.3. Uygulama ARIZALI MERKEZKAÇ ANAHTAR GRUBUNUN DEĞİŞTİRİLMESİ	157
5.4. ROTOR KONTROLÜ	159
5.4. Uygulama ROTOR KONTROLÜ	161
5.5. MOTOR TİPİ TESPİTİ	163
5.5. Uygulama MOTOR TİPİ	164
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	166
6. ÖĞRENME BİRİMİ: KOLEKTÖRSÜZ MOTOR MONTAJI	167
6.1. BOBİN BAĞLANTILARI	168
6.1. Uygulama BOBİN BAĞLANTILARI	170
6.2. MOTOR İZOLASYONU	172
6.2. Uygulama MOTOR İZOLASYONU	177
6.3. MOTOR TESTİ	179
6.3. Uygulama MOTOR TESTİ	180
6.4. MOTOR MONTAJI	182
6.4. Uygulama MOTOR MONTAJ	183
6.5. MOTORUN SON KONTROLLERİ	185
6.5. Uygulama MOTORUN SON KONTROLLERİ	187
6.6. MOTOR KARTEKSİ HAZIRLAMA	189
6.6. Uygulama MOTOR KARTEKSİ HAZIRLAMA	193
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	196
7. ÖĞRENME BİRİMİ: EL TİPİ SARIM	197
7.1. EL TİPİ STATOR SARGI SÖKÜMÜ	198
7.1. Uygulama EL TİPİ STATOR SARGISINI SÖKÜLMESİ	200
7.2. EL TİPİ STATOR SARIMI	202

İÇİNDEKİLER

7.2. Uygulama EL TİPİ SARIM ŞEMASININ ÇİZİMİ	212
7.3. Uygulama STATORUN EL TİPİ SARIM TEKNİĞİNE UYGUN OLARAK SARILMASI	216
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	218
8. ÖĞRENME BİRİMİ: YARIM KALIP SARIM	219
8.1. YARIM KALIP STATOR SARGI SÖKÜMÜ.....	220
8.1. Uygulama YARIM KALIP SARILMIŞ STATOR SARGISININ SÖKÜLMESİ	222
8.2. YARIM KALIP STATOR SARIMI.....	224
8.2. Uygulama YARIM KALIP SARIM ŞEMASININ ÇİZİMİ	230
8.3. Uygulama STATORUN YARIM KALIP SARIM TEKNİĞİNE UYGUN OLARAK SARILMASI	234
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	236
9. ÖĞRENME BİRİMİ: TAM KALIP SARIM	237
9.1. TAM KALIP STATOR SARGI SÖKÜMÜ	238
9.1. Uygulama TAM KALIP SARILMIŞ STATOR SARGISININ SÖKÜLMESİ	239
9.2. TAM KALIP STATOR SARIMI	241
9.2. Uygulama TAM KALIP SARIM ŞEMASININ ÇİZİMİ	254
9.3. Uygulama STATORUN TAM KALIP SARIM TEKNİĞİNE UYGUN OLARAK SARILMASI	258
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	260
10. ÖĞRENME BİRİMİ: ÖZEL SARIMLAR	261
10.1. KISA ADIMLI STATOR SARIMI.....	262
10.2. KADEMELİ YARIM KALIP STATOR SARIMI.....	266
10.3. DAHLENDER SARIMI	269
10.1. Uygulama KISA ADIMLI STATOR SARIMI	273
10.2. Uygulama KADEMELİ YARIM KALIP SARIM	276
10.3. Uygulama DAHLENDER SARIM	279
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	282
11. ÖĞRENME BİRİMİ: BİR FAZLI MOTOR SARIMI	283
11.1. BİR FAZLI YARDIMCI SARGILI MOTOR SARIMI	284
11.2. GÖLGE KUTUPLU MOTOR SARIMI	288
11.3. RELÜKTANS MOTOR SARIMI	289
11.1. Uygulama BİR FAZLI YARDIMCI SARGILI MOTOR SARIMI.....	290
11.2. Uygulama GÖLGE KUTUPLU MOTOR SARIMI	292
11.3. Uygulama RELÜKTANS MOTOR SARIMI	294
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	296
12. ÖĞRENME BİRİMİ: ALTERNATÖR SARIMI	297
12.1. ALTERNATÖR STATOR SARIMI ÖNCESİ HAZIRLIKLAR	298
12.2. ALTERNATÖR STATOR SARIMI	300
12.1. Uygulama ALTERNATÖR SARIMI	304
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	306

İÇİNDEKİLER

13. ÖĞRENME BİRİMİ: STEP-SERVO MOTORLAR	307
13.1. STEP MOTOR SÜRÜCÜ BAĞLANTILARI	308
13.1. Uygulama STEP MOTOR İLE SÜRÜCÜ BAĞLANTILARININ YAPILMASI	317
13.2. SERVO MOTOR SÜRÜCÜ BAĞLANTILARI	319
13.2. Uygulama SERVO MOTOR İLE SÜRÜCÜ BAĞLANTILARININ YAPILMASI	324
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	326
 14. ÖĞRENME BİRİMİ: SERVO MOTORUN MEKANİK BAKIMI	327
14.1. SERVO MOTORUN SÖKÜLMESİ	328
14.1. Uygulama SERVO MOTORUN SÖKÜLMESİ	331
14.2. SERVO MOTORUN BAKIM VE ONARIMI	333
14.2. Uygulama ARIZALI RULMANIN DEĞİŞİMİ	335
14.3. Uygulama SERVO MOTORUN BAKIMI	337
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	339
 ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI	340
 KAYNAKÇA	342
 ÖNEMLİ NOTLAR	344



Dijital ortamda öğrenme birimine ulaşmayı sağlayan karekoddur.

Öğrenme biriminde yer alan temel kavramları gösterir.

Öğrenme birimi adını *gösterir*.



DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Uygulama numarasını gösterir.

Uygulama adını gösterir.

1.1. Uygulama

ASENKRON MOTOR KATALOĞU

AMAC: Asenkron motor kataloğunu kullanmak.



Görsel 1.11: Asenkron motor kataloğu

Tablo 1.2: Malzeme Listesi

Adı	Özellik	Miktar
Güç kaynağı	30 V 160 mA	1 adet
Anahtarlama aktüatörü	4 kanal	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı giyiniz.
4. Tablo 1.2'de belirtilen katalogdan asenkron motora ait bilgileri bulunuz ve aşağıdaki noktalı kısma kaydediniz.

Verimlilik sınıfı:
Soğutma sistemi:
Çalışma tipi:
Koruma sınıfı:
Çalışma yüksekliği:
Yalıtım sınıfı:
Isı artış sınıfı:
Çalıştırılabileceği azami ortam sıcaklığı:

5. Çalışma ortamını düzenleyiniz, motoru ve kataloğu sizden sonraki öğrenciye teslim ediniz.

Öğrenci değerlendirme ölçeğini gösterir.

Değerlendirme: Yapacağınız "Asenkron Motor Kataloğu" uygulaması 1.1. Kontrol Listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

1.1. ASENKRON MOTOR KATALOĞU UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ			
Öğrencinin Adı Soyadı:		Öğretmenin Adı Soyadı:	
Sınıfı:		Tarih:	
No:		Süre:	
Ölçütler		EVET	HAYIR
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.		
2	İSG kurallarını yerine getirdi.		
3	Asenkron motora ait verimlilik sınıfını tespit etti.		
4	Asenkron motora ait soğutma sistemini tespit etti.		
5	Asenkron motora ait çalışma tipini tespit etti.		
6	Asenkron motora ait koruma sınıfını tespit etti.		
7	Asenkron motora ait çalışma yüksekliğini tespit etti.		
8	Asenkron motora ait yalıtım sınıfını tespit etti.		
9	Asenkron motora ait ısı artış sınıfını tespit etti.		
10	Asenkron motora ait azami ortalı sıcaklığını tespit etti.		
11	Ortaminin temizlik ve düzeniyle ilgili sorumluluklarını yerine getirdi.		
Toplam			

"Hayır" olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulama ve konuları tekrar ediniz.

* Bu ders materyalinde ölçü birimlerinin uluslararası kısaltmaları kullanılmıştır.

Öğrenme biriminin değerlendirildiği bölümdür.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME



A) Ağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (...) Stator asenkron motorun sabit kısmıdır.
2. (...) Asenkron motor etiket bilgisinde bulunan "IP" inşaat tipini gösterir.
3. (...) Kontaktör, yüksek akımların anahtarlamasını yapan elektromanyetik anahtardır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadeyi yazınız.

4. Üçgen bağlantıda hat akımı faz akımının katıdır.
5. Kontaktörde 13-14 ile ifade edilen yardımcı kontak normalde kontağı ifade eder.
6. Zaman ayarına göre kontaklarını açan veya kapatan kumanda elemanına rölesi denir.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

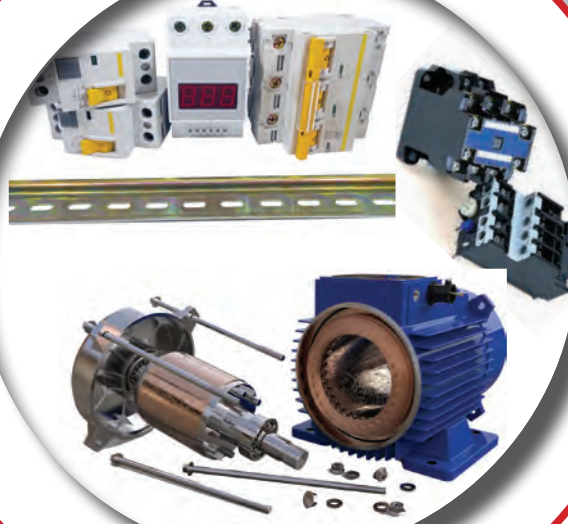
7. Aşağıdakilerden hangisi elektrik motorunu yüksek akıma karşı koruyan röledir?
A) Aşırı akım
B) Faz sırası
C) Gerilim
D) Kaçak akım
E) Zaman
8. Aşağıda verilen koruma rölelerinden hangisi bir fazın gelmemesi durumunda oluşacak istenmeyen durumdan motoru korur?
A) Aşırı akım
B) Faz
C) Frekans
D) Kaçak akım
E) Zaman

9. Bir eksen etrafında döndürülebilen, arka arkaya dizilmiş birçok diskten oluşan, çok sayıda konumlanabilen ve açma kapama yapabilen anahtara ne ad verilir?

- A) Flaşör
- B) Pako şalter
- C) Termik
- D) Termostat
- E) Yıldız-üçgen

10. Asenkron motorun IEC standartlarına göre premium verimlilik sınıfı aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

- A) IE1
- B) IE2
- C) IE3
- D) IE4
- E) IE5



1.
Öğrenme
Birimi

KUMANDA DEVRE ELEMANLARI

KONULAR

- 1.1. ASENKRON MOTORLARIN YAPISI VE ETİKETLERİ
- 1.2. ASENKRON MOTOR KLEMENS BAĞLANTILARI
- 1.3. KONTAKTÖR SEÇİMİ VE BAĞLANTILARI
- 1.4. AŞIRI AKIM RÖLESİ BAĞLANTILARI
- 1.5. ZAMAN RÖLESİ BAĞLANTILARI
- 1.6. KORUMA RÖLELERİ BAĞLANTILARI
- 1.7. PAKET ŞALTERLERİN BAĞLANTILARI

TEMEL KAVRAMLAR

asenkron, klemens, stator, rotor, rulman,
kontak, kontaktör, termistör

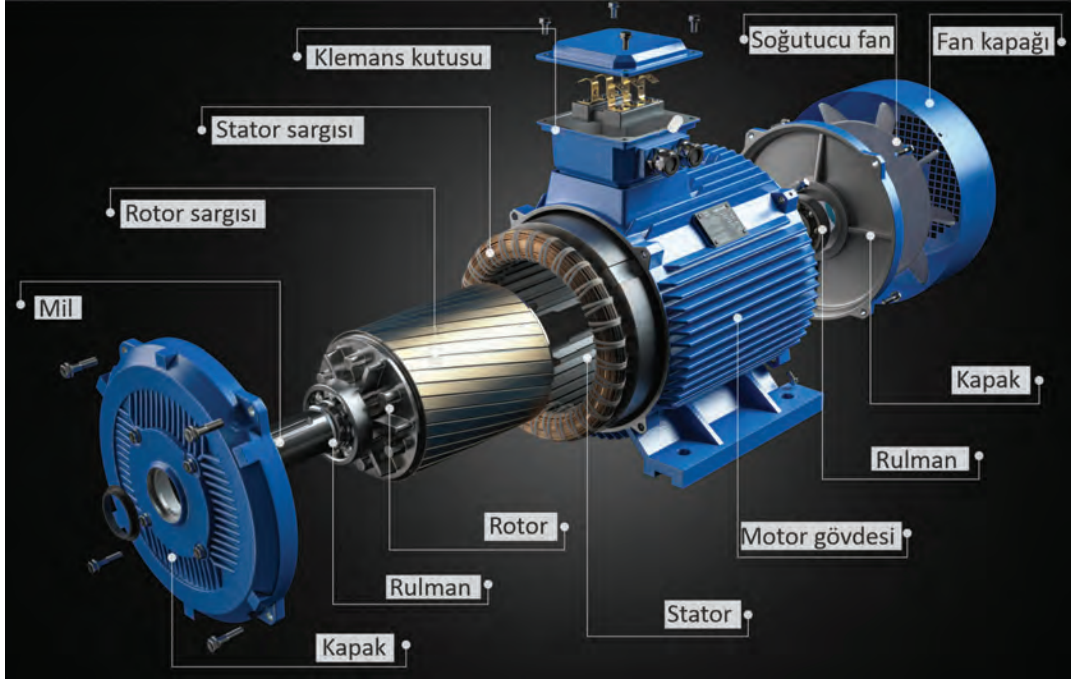
HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Bir sistemin veya cihazın kumanda edilmesi ne anlama gelir? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Evde kullanılan cihazların kumanda edilmeleri hakkındaki düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.



1.1. ASENKRON MOTORLARIN YAPISI VE ETİKETLERİ

Asenkron motor alternatif akımla çalışan ve elektrik enerjisini hareket enerjisine dönüştüren cihazdır. Asenkron motor alternatif akımın manyetik alan ilkesine göre çalışır ve bu çalışma ilkesinden dolayı bu motora **endüksiyon (indüksiyon) motoru** da denir. Asenkron motorlar diğer motorlarla karşılaştırıldığında maliyetinin az olması, az bakım gerektirmesi, istenilen güçte üretilmesi, frekansa dayalı devir sayılarının ayarlanabilmesi gibi avantajlarından dolayı endüstride oldukça fazla tercih edilir. Görsel 1.1’de asenkron motorun yapısı görülmektedir.



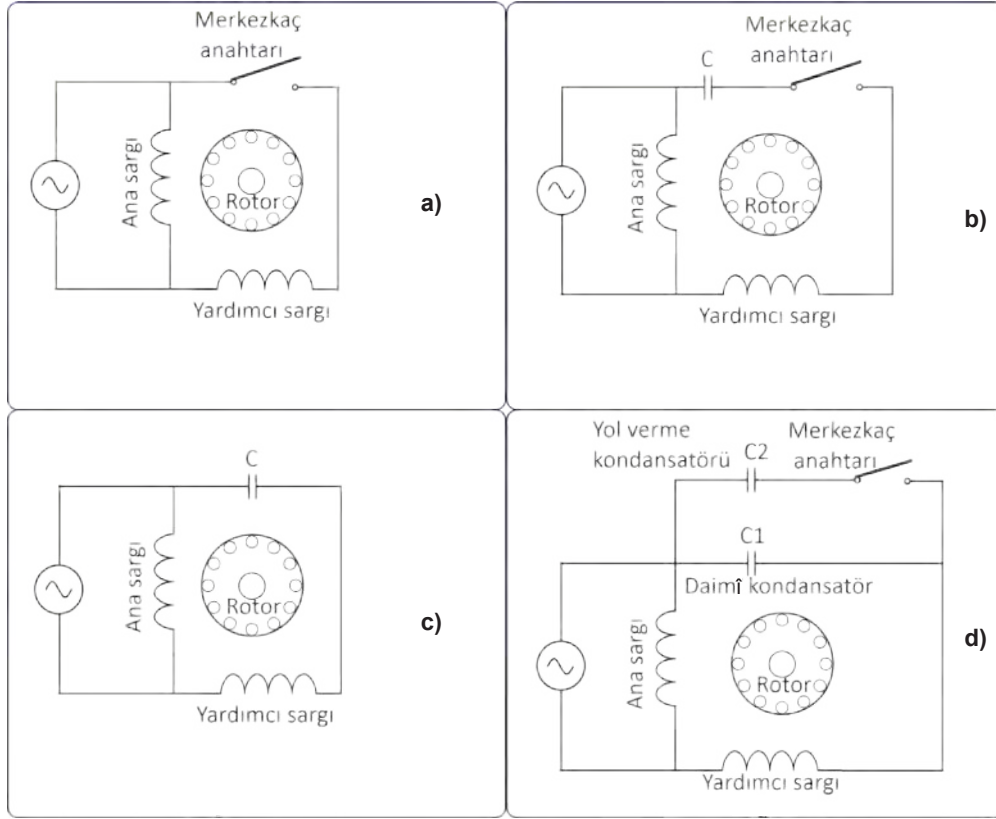
Görsel 1.1: Asenkron motorun yapısı

Asenkron motorlar faz sayılarına göre 1 fazlı, 2 fazlı ve 3 fazlı olarak üretilseler de genellikle 1 fazlı ve 3 fazlı olarak üretilir. 1 fazlı asenkron motorlar elektrik süpürgesi, fan, çamaşır makinesi, santrifüj pompa gibi daha küçük yükler için kullanılır. Üç fazlı asenkron motorlar ise endüstride büyük yükler için kullanılır. Farklı fazlarda üretilen asenkron motorların stator sargıları farklı, geriye kalan kısımları ise aynıdır.

Stator: Asenkron motorun sabit kısmı olup, döner manyetik alanın meydana geldiği yerdir. Statorun iç kısmındaki oyuklar, 0,35-0,8 mm kalınlığındaki yalıtılmış saçların preslenmesinden oluşur. Bu oyuklara ise bobin grupları yerleştirilir.

1 fazlı asenkron motorun statorunda döner manyetik alan oluşturmak için birbirine paralel bağlı ana sargı ve yardımcı sargı bulunur. Döner manyetik alan oluşturmak için 1 fazlı asenkron motorlarda birbirine bağlı ana sargı ve yardımcı sargılar bulunur. Ana sargı kalın kesitli, çok sipirli; yardımcı sargı ise ince kesitli az sipirli bobin telinden oluşur. Telin kalınlığı ile direnci arasında ters orantı, sipir sayısı ile endüktansı arasında ise doğru orantı bulunur. Ana ve yardımcı sargılar stator oluklarına 90° olacak şekilde yerleştirilir. Yardımcı sargı, motorun ilk dönme hareketini gerçekleştirmesine yardımcı olur. Motorun devir sayısının %75-%80'ine ulaştığında devreden çıkar. 1 fazlı yardımcı sargılı asenkron motorların ilk dönme hareketi için 4 yöntem kullanılır.

1. Kondansatörsüz (endüktif) yol verme (Görsel 1.2a)
2. Tek kondansatörlü yol verme (Görsel 1.2b)
3. Daimî kondansatörlü yol verme (Görsel 1.2c)
4. Çift kondansatörlü yol verme (Görsel 1.2d)



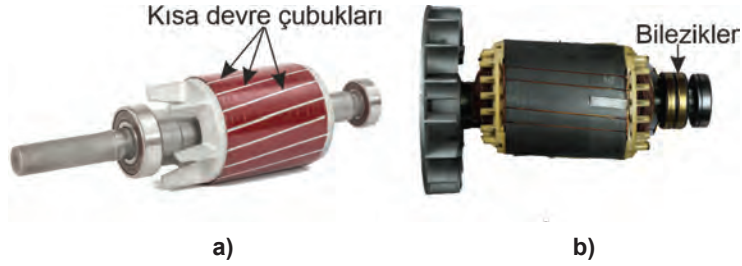
Görsel 1.2: Tek fazlı asenkron motora yol verme yöntemleri

Üç fazlı asenkron motorun stator oyuklarında bulunan her faz grubuna ait bobinlerin aralarında 120° lik açı bulunur. Her faza ait bir sargı grubu, 3 faza ait toplamda 3 sargı grubu (6 adet bobin ucu) bulunur. Bu uçlar, motor üzerindeki klemens kutusuna bağlanır. Bobin uçlarına alternatif akım verildiğinde statorda hızlı ve hareketli döner manyetik alan oluşur (Görsel 1.3).



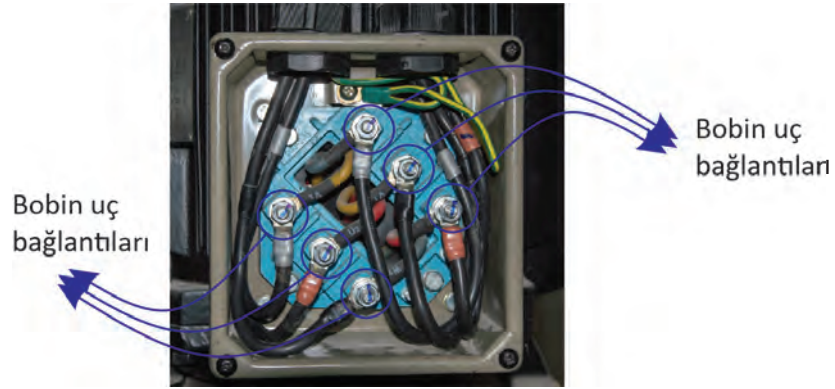
Görsel 1.3: Stator

Rotor: Sıkıştırılmış oluklu saclardan oluşur. Asenkron motorun dönen kısmıdır. Statorun oluşturduğu manyetik alanın etkisiyle rotor üzerinde manyetik alan oluşur. Rotor üzerinde oluşan manyetik alan stator üzerinde oluşan manyetik alana zıt yönlüdür ve bu iki alan birbirlerini iter. Bu itme sonucunda rotor dairesel hareket kazanır. Sincap kafesli (kısa devre çubuklu) (Görsel 1.4a) ve sargılı (bilezikli) (Görsel 1.4b) rotor olmak üzere iki çeşidi vardır.



Görsel 1.4: Rotor çeşitleri

Klemens Kutusu: Stator bobin uçlarının bağlandığı kutudur (Görsel 1.5). Asenkron motora enerji girişinin yapıldığı kısımdır. Aynı zamanda motorun yıldız ya da üçgen bağlantıları klemens kutusunda yapılır.



Görsel 1.5: Klemens kutusu

Yatak ve Rulmanlar: Rotorun dönme hareketi mil (şaft) yardımıyla dışarı alınır. Rulman, mil üzerine monte edilir ve milin dönmesindeki sürtünmeyi azaltır (Görsel 1.6).

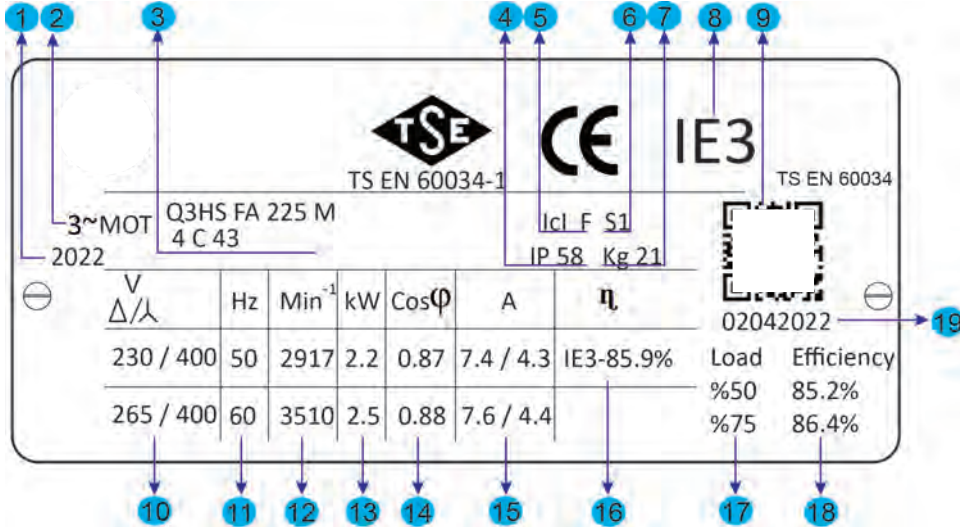


Görsel 1.6: Rulman

Soğutma Pervanesi: Mile bağlı olan ve mil ile birlikte dönen pervane, ısınan motor bobinlerini soğutur.

Gövde ve Kapaklar: Tüm motor elemanlarını bir arada tutan ve aynı zamanda motoru dış etkenlere karşı koruyan kısımdır.

Motor Etiketi: Motorun tüm özelliklerini gösteren ve motor gövdesine monte edilen kısımdır (Görsel 1.7).



Görsel 1.7: Motor etiketi

1. Motorun üretim yılını gösterir.
2. Motorun faz bilgisini verir.
3. Motor kodu üretici firmalara göre farklı olabilir. Kod bilgileri için motorun kataloğuna bakılmalıdır.

Q3HS FA 225 M 4 C 43

- Özel motor numarası (01..99)
- Sac paketi uzunluğu (A: Kısa- B: Orta- C: Uzun)
- Kutup sayısı (2-4-6-8-2/4-2/8)
- Motor gövde uzunluğu (S: Kısa- M:Orta- L: Uzun)
- Gövde büyüklüğü, mil yüksekliği (mm)
- İnşaat tipi (FA: A flanşlı- FB: B flanşlı- FS: Özel flanşlı)
- Motor serisi

4. Motorun IP koruma sınıfını gösterir. Tablo 1.1'de motor IP koruma sınıfı kodları görülmektedir.

IP 5 8

- 2. rakam sıvılar için (8:Sürekli suya daldırmaya karşı koruma)
- 1. rakam katı maddeler için (Toza karşı koruma)
- Koruma sınıfı

Tablo 1.1: Motor IP Koruma Sınıfı Kodları

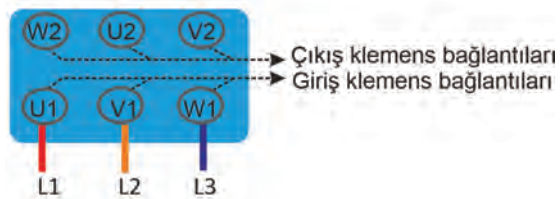
Katı Maddelere Karşı Koruma	1. Rakam	2. Rakam	Sıvı Maddelere Karşı Koruma
Herhangi bir koruma yok.	0	0	Herhangi bir koruma yok.
Çapı 50 mm'den büyük katı cisme karşı koruma sağlar.	1	1	Dikey olarak damlayan sudan koruma.
Uzunluğu 80 mm, çapı 12 mm'den büyük katı cisme karşı koruma sağlar.	2	2	15° açı ile damlayan sudan koruma.
Çapı 2,5 mm'den büyük olan katı cisme karşı koruma sağlar.	3	3	Püskürtülen sudan koruma.
Çapı 1 mm'den büyük olan katı cisme karşı koruma sağlar.	4	4	Su sıçramasına karşı koruma.
Cihazın çalışmasını engelleyecek tozlardan koruma sağlar.	5	5	Hortum gibi ekipmanlar için kullanılan ağızlıktan püskürtülen sudan koruma.
Toza karşı tamamıyla koruma sağlar.	6	6	Denizlerde veya su jetlerine karşı koruma.
		7	Suya daldırmaya karşı geçici koruma.
		8	Suya tamamen daldırılmaya karşı dayanıklı (en fazla 1 metre derinlikte 15 dakika boyunca).

5. Motorun yalıtım sınıfı bilgisini verir. Sargıların dayanabileceği sıcaklığı gösterir.
- A: 105 0C** **E: 120 0C** **B: 130 0C** **F: 155 0C** **H: 180 0C**
6. Motorun servis tipini ve işletme türünü ifade eder. Aşağıda IEC 60034-1 standartlarına göre işletme türleri görülmektedir. İşletme türü belirtilmeyen motorlar, S1 sürekli çalışma türündedir.
- S1: Sürekli çalışma
S2: Kısa süreli çalışma
S3: Kesintili periyodik çalışma
S4: Yol vermeli kesintili periyodik çalışma
S5: Elektrikle frenlemeli kesintili periyodik çalışma
S6: Sürekli periyodik çalışma
S7: Elektrik frenlemeli, sürekli periyodik çalışma
S8: Yük/hız değişmesiyle ilgili periyodik sürekli çalışma
S9: Periyodik olmayan yük ve hız değişimleriyle çalışma
S10: Kesik sabit yüklerle ve sabit hızlarda çalışma
7. Motor ağırlığını ifade eder.

8. Motorun verimlilik sınıfını temsil eder. IEC 60034-30-1 standardına göre 0,12-1000 kW çıkış gücü aralığındaki elektrik motorlarının verimliliklerine göre sınıflandırılması aşağıda verilmiştir.
IE1: Standart Verimlilik
IE2: Yüksek Verimlilik
IE3: Premium Verimlilik
IE4: Süper Premium Verimlilik (senkron ve asenkron motorlar için)
9. Barkod, motorun üretici firma tarafından takip edilmesini sağlar.
10. Motorun çalışma voltaj değerlerini gösterir. 230 V - 265 V gerilim değerlerinde motorun üçgen, 400 V gerilim değerinde motorun yıldız bağlantı yapılacağını ifade eder.
11. Motorun çalışma frekansını ifade eder.
12. Asenkron motorların devir sayıları kutup sayısı ve frekansı değiştirilmek suretiyle ayarlanır.
13. Motor çıkış gücünü ifade eder.
14. Motorun güç katsayısını ifade eder.
15. Çalışma akım değerini ifade eder. Motor üçgen bağlantı ve 230 V gerilim altında 7,4 A akım çeker. Motor yıldız bağlantı ve 400 V gerilim altında ise 4,3 A akım çekmektedir.
16. Motorun tam yükte çalışmasında elde edilen maksimum verimlilik değerini ifade eder.
17. Motorun yük değerini ifade eder. Motorun %50, %75 gibi yük değerlerinde çalışmasını gösterir.
18. Motorun çalıştığı yük değerindeki verimliliği ifade eder. %50 yük değerinde %85,2 verimliliği, %75 yük değerinde %86,4 verimlilik değerini gösterir.
19. Motorun üretim takip numarasını ifade eder.

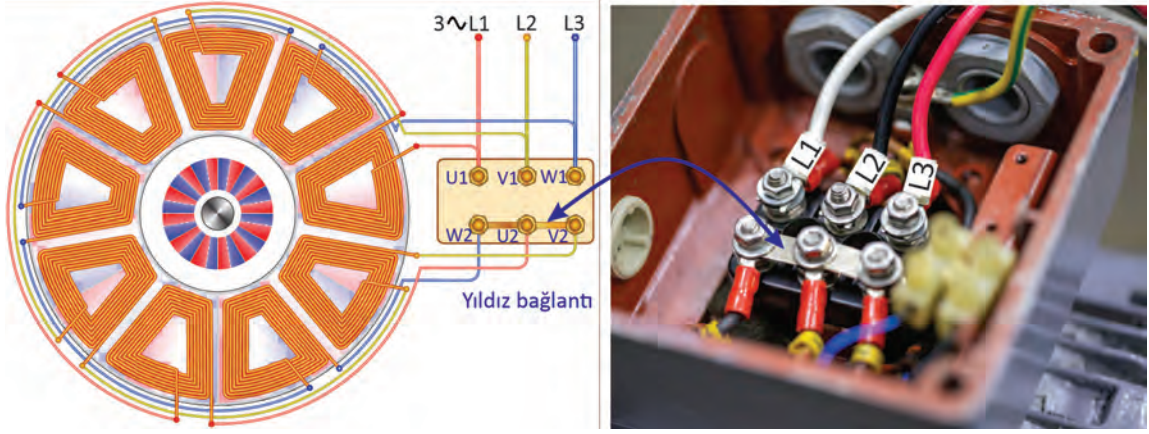
1.2. ASENKRON MOTOR KLEMENS BAĞLANTILARI

3 fazlı asenkron motorların klemens kutusunda 6 tane bağlantı klemensi bulunur. Klemensler, statordaki her faz grubu bobin uçlarının (U1-V1-W1 ve U2-V2-W2) ve dışarıdan gelen 3 faz AC hattın (L1-L2-L3) bağlantılarını yapar (Görsel 1.8).



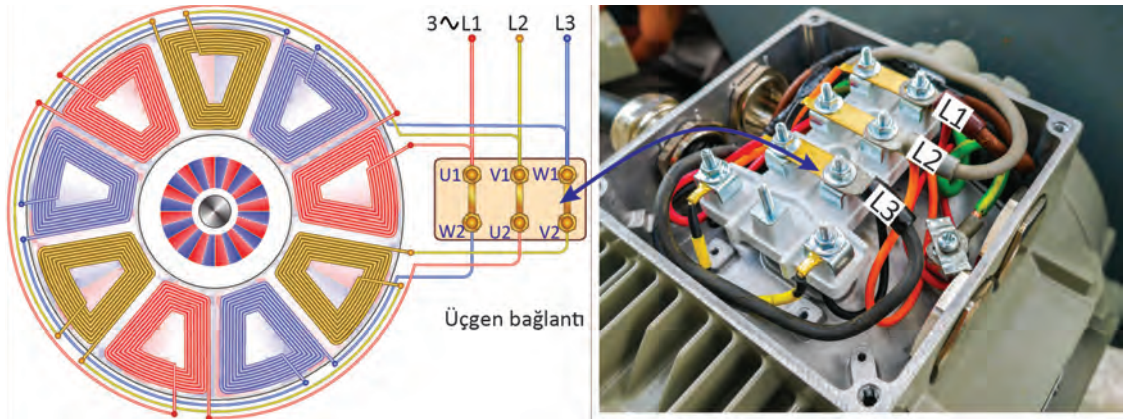
Görsel 1.8: Motor klemensi

Standart 3 fazlı asenkron motorlar, yıldız (star) veya üçgen (delta) yöntemiyle bağlanır. Yıldız bağlantıda hat ve faz akım değerleri eşittir fakat hat gerilimi, faz gerilimin $\sqrt{3}$ katıdır. Faz geriliminin düşük olması yalıtım açısından avantajlıdır. Yıldız bağlantı W2-U2-V2 klemens uçlarının iletken köprü ile birbirine bağlanmasıyla gerçekleştirilir (Görsel 1.9).



Görsel 1.9: Motorun yıldız bağlantısı

Üçgen bağlantı yüksek akıma ihtiyaç duyulan durumlarda tercih edilir. Hat akımı, faz akımının $\sqrt{3}$ katıdır. Üçgen bağlantıda hat ve faz gerilimleri eşittir. Üçgen bağlantıda U1-W2, V1-U2, W1-V2 klemensleri kendi aralarında iletken köprüyle bağlanır (Görsel 1.10).



Görsel 1.10: Motorun üçgen bağlantısı

1.1. Uygulama

ASENKRON MOTOR KATALOĞU

AMAÇ: Asenkron motor kataloğunu okumak.



Görsel 1.11: Asenkron motor kataloğu

Tablo 1.2: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Asenkron motor	230 V/400 V, 50 Hz, 3 fazlı	1 adet
Asenkron motor kataloğu	Asenkron motora ait bilgiler	1 adet



İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı (yalıtkan eldiven, gözlük, yalıtkan paspas) kullanınız.
4. Tablo 1.2'de belirtilen malzemelere ait özellikleri Görsel 1.11'de yer alan kataloğu inceleyerek sizden istenen asenkron motora ait bilgileri bulunuz ve aşağıdaki boşlukları doldurunuz.

Verimlilik sınıfı:

Soğutma sistemi:

Çalışma tipi:

Koruma sınıfı:

Çalışma yüksekliği:

Yalıtım sınıfı:

Isı artış sınıfı:

Çalıştırılabileceği azami ortam sıcaklığı:

5. Çalışma ortamını düzenleyiniz, motoru ve kataloğu sizden sonraki öğrenciye teslim ediniz.



Değerlendirme: Yapacağınız “Asenkron Motor Kataloğu” uygulaması 1.1. Kontrol Listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

1.1. ASENKRON MOTOR KATALOĞU UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

Öğrencinin Adı Soyadı:		Öğretmenin Adı Soyadı:	
Sınıfı:		Tarih:	
No:		Süre:	
Ölçütler		EVET	HAYIR
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.		
2	İSG kurallarını yerine getirdi.		
3	Asenkron motora ait verimlilik sınıfını tespit etti.		
4	Asenkron motora ait soğutma sistemini tespit etti.		
5	Asenkron motora ait çalışma tipini tespit etti.		
6	Asenkron motora ait koruma sınıfını tespit etti.		
7	Asenkron motora ait çalışma yüksekliğini tespit etti.		
8	Asenkron motora ait yalıtım sınıfını tespit etti.		
9	Asenkron motora ait ısı artış sınıfını tespit etti.		
10	Asenkron motora ait azami ortam sıcaklığını tespit etti.		
11	Ortamının temizlik ve düzeniyle ilgili sorumluluklarını yerine getirdi.		
Toplam			
“Hayır” olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulama ve konuları tekrar ediniz.			

1.2. Uygulama

ASENKRON MOTORUN ETİKETİ

AMAÇ: Asenkron motorun etiket bilgilerini kavramak.



1. motor etiketi



2. motor etiketi

Görsel 1.12: Asenkron motor etiketleri

Tablo 1.3: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Asenkron motor	1 fazlı	1 adet
Asenkron motor	3 fazlı	1 adet



İŞLEM BASAMAKLARI

- Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
- İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
- Kişisel koruyucularınızı kullanınız.
- Tablo 1.3'te malzeme listesi verilen asenkron motorlara ait Görsel 1.12'deki etiket değerlerini kullanınız.
- Görsel 1.12'de verilen motorların etiket bilgilerine göre aşağıda boş bırakılan noktalı yerleri doldurunuz.

1. Motor Etiket Bilgileri

Faz durumu:

İşletme türü:

Yapı biçimi:

Koruma sınıfı:

Yalıtım sınıfı:

Verimlilik sınıfı:

Çalışma gerilimi:

Frekans:

Anma akımı:

Anma güçleri:

Anma güç katsayısı:

Anma hızları:

Asenkron motor standardı:

2. Motor Etiket Bilgileri

Faz durumu:

İşletme türü:

Yapı biçimi:

Koruma sınıfı:

Yalıtım sınıfı:

Anma çalışma gerilimi:

Anma frekansı:

Anma hat akımı:

Anma gücü:

Anma güç katsayısı:

Anma devir hızı:

Daimî devre kondansatör kapasitesi:

Kalkış kondansatör kapasitesi:

Asenkron motor standardı:

- Çalışma ortamını düzenleyiniz, motorları sizden sonraki öğrenciye teslim ediniz.



Değerlendirme: Yapacağınız “Asenkron Motorun Etiketi” uygulaması 1.2. Kontrol Listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

1.2. ASENKRON MOTORUN ETİKETİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

Öğrencinin Adı Soyadı:		Öğretmenin Adı Soyadı:	
Sınıfı:		Tarih:	
No:		Süre:	
Ölçütler		EVET	HAYIR
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.		
2	İSG kurallarını yerine getirdi.		
3	1. motora ait faz durumunu tespit etti.		
4	1. motorun işletme türünü tespit etti.		
5	1. motorun yapı biçimini tespit etti.		
6	1. motorun yalıtım sınıfını tespit etti.		
7	1. motorun koruma sınıfını tespit etti.		
8	1. motorun verimlilik sınıfını tespit etti.		
9	2. motorun anma çalışma gerilimini tespit etti.		
10	2. motorun anma hat akımını tespit etti.		
11	2. motorun anma gücünü tespit etti.		
12	2. motorun daimî devre kondansatör değerini tespit etti.		
13	2. motorun daimî kalkış kondansatör değerini tespit etti.		
14	Ortamının temizlik ve düzeniyle ilgili sorumluluklarını yerine getirdi.		
Toplam			
“Hayır” olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulama ve konuları tekrar ediniz.			

1.3. Uygulama

ASENKRON MOTOR SEÇİMİ

AMAÇ: Kataloğu inceleyerek istenen asenkron motorun seçimini yapmak.



Görsel 1.13: Asenkron motorlar

Tablo 1.4: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Katalog	Asenkron motora ait teknik doküman	1 adet



İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı giyiniz.
4. Tablo 1.4'te belirtilmiş olan motor kataloğunu öğretmeninizden alınız.
5. Tablo 1.5'te çalışma bilgileri verilen asenkron motorun seçimini kataloğu inceleyerek yapınız.
6. Çalışma ortamını düzenleyiniz, motoru ve kataloğu sizden sonraki öğrenciye teslim ediniz.

Tablo 1.5: Asenkron Motor Çalışma Bilgileri

3 FAZLI ASENKRON MOTOR (EI2)	
Motor çıkış gücü	7,5 kW
Kutup sayısı	6
Anma gerilimi	230/400 V, 50 Hz ($P_n \leq 2,2$ kW) 400/690 V, 50 Hz ($P_n \geq 2,2$ kW)
Koruma sınıfı (IP)	IP 55
Yalıtım sınıfı	F
Isı artış sınıfı	B
Çalışma tipi	F1
Azami ortam sıcaklığı	400 C
Azami çalışma yüksekliği	1000
Soğutma	IC411



Değerlendirme: Yapacağınız “Asenkron Motor Seçimi” uygulaması 1.3. Kontrol Listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

1.3. ASENKRON MOTOR SEÇİMİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

Öğrencinin Adı Soyadı:		Öğretmenin Adı Soyadı:	
Sınıfı:		Tarih:	
No:		Süre:	
Ölçütler		EVET	HAYIR
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.		
2	İSG kurallarını yerine getirdi.		
3	Asenkron motorun çıkış gücünü seçti.		
4	Asenkron motorun kutup sayısını seçti.		
5	Asenkron motorun anma gerilimi seçimini yaptı.		
6	Asenkron motorun koruma sınıfı seçimini yaptı.		
7	Asenkron motorun yalıtım sınıfı seçimini yaptı.		
8	Asenkron motorun çalışma tipi seçimini yaptı.		
9	Asenkron motorun azami ortam sıcaklığı seçimini yaptı.		
10	Asenkron motorun azami çalışma yüksekliği seçimini yaptı.		
11	Asenkron motorun soğutma tipi seçimini yaptı.		
12	Ortamının temizlik ve düzeniyle ilgili sorumluluklarını yerine getirdi.		
Toplam			
“Hayır” olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulama ve konuları tekrar ediniz.			

1.3. KONTAKTÖR SEÇİMİ VE BAĞLANTILARI

Kontaktör, büyük güçlü elektromanyetik anahtardır (Görsel 1.14). Manyetik alan etkisiyle kontaktörün kapanması ve açılması mantığına göre çalışır. A1-A2 bobin uçlarına uygulanan gerilimle oluşan manyetik alan, güç ve yardımcı kontakların açık ya da kapalı olan konumlarını tersine çevirir. Kontaktörde bobin uçları ve güç kontak sayıları sabit olmakla birlikte yardımcı kontak sayıları üretim modellerine göre farklılık gösterir.

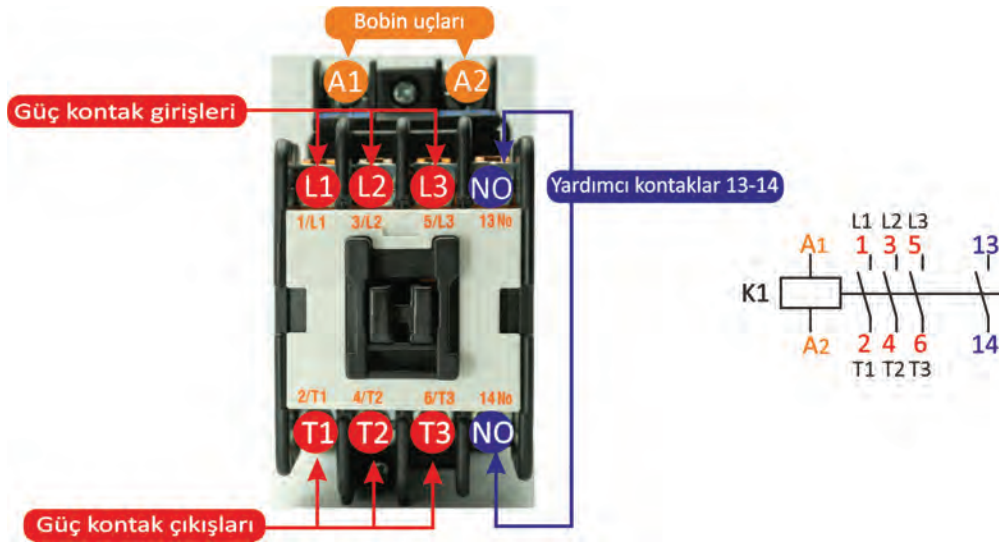
A1-A2: Bobin uçları

1-2 : L1 fazına ait güç kontağı

5-6 : L3 fazına ait güç kontağı

13-14: Normalde açık yardımcı kontak

3-4 : L2 fazına ait güç kontağı



Görsel 1.14: Kontaktörler

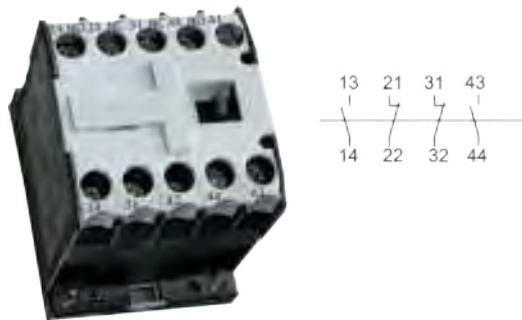
Kontaktörlerin yardımcı kontak sayıları genişleme kontak modülleriyle çoğaltılabilir. Yardımcı kontak isimlendirmesinde birinci rakam kontak ismini, ikinci rakam ise kontağın durumunu belirtir. İkinci rakamın 1-2 olması kontağın kapalı, 3-4 olması kontağın açık olduğunu ifade eder Görsel 1.15'te yardımcı kontak modülü görülmektedir.

13-14: Normalde açık yardımcı kontak

31-32: Normalde kapalı yardımcı kontak

21-22: Normalde kapalı yardımcı kontak

43-44: Normalde açık yardımcı kontak



Görsel 1.15: Yardımcı kontaktör

Kontaktörün yapısı ve çalışması basittir. Kontaktör seçimi yapılırken hangi gerilim türünde (AA yada AC) ve hangi fiziki ortamda çalışacağı, çalıştıracağı devredeki yükün durumu gibi unsurlar göz önünde bulundurulur. Seçimin doğru yapılması, kontaktörün verimini ve ömrünü artırır, kontaktörde oluşabilecek mekanik ve elektriksel arızaları azaltır.

Kontaktörün seçimi aşağıda verilen özelliklere göre yapılmalıdır.

Kutup Sayısı: Yükün faz sayısına göre seçim yapılır. 3 fazlı asenkron motorun kontrolünde 3 tane güç kontağına sahip kontaktör tercih edilir. Nötr hattı üzerinden kumanda yapılmak istenmesi durumunda 4 kantağına sahip kontaktör tercih edilir.

Akım ve Güç: Yükün gücüne göre veya çektiği akıma göre kontaktör seçimi yapılmalıdır. Güç kontakları üzerinden geçecek yük akımının, güç kontaklarının taşıyabileceği akım değerinden fazla olması durumunda kontaklar ısınmaya bağlı olarak aşınır. Aşınmaya maruz kalan kontaklar birbirine yapışır ve tekrar ayrılmaz.

Bobin (A1-A2) Gerilimi: Bobine enerji verildiğinde bobinde oluşan manyetik alan güç kontaklarının ve yardımcı kontakların konumunu değiştirir. Bobine verilen gerilimin düşük olması güç kontaklarının kısa süreli açılıp kapanmasına sebep olur. Gerilimin yüksek olması ise bobine zarar verir. Bobin gerilimi güç kontaklarının geriliminden farklı olur. Güç kontak gerilimi 400 V AC iken bobin gerilimi 48 V AC/DC olabilir.

Yardımcı Kontak Sayısı: Kontaktörün güç kontaklarının yanında yardımcı kontakları da bulunur. Yardımcı kontakların durumu ve sayıları farklılık gösterir. Normalde açık (Normally Open -NO) (normali open), normalde kapalı (Normally Closed -NC) (normali kilozit) veya her iki kantağına da sahip olan kontaktörler vardır.

Nominal Çalışma Gerilimi (Ue), İzolasyon Gerilimi (Ui), Darbe Gerilimi (Uimp): Nominal çalışma gerilimi kontaktörün ideal çalışma gerilimidir. İzolasyon gerilimi; dielektrik dayanım testleri ve kaçak mesafesi için bir referans voltajdır. Darbe gerilimi ise kontaktörün ani gerilim artışlarında dayanabileceği en yüksek gerilim değerini ifade eder. Bu değerler kontaktörün katalog bilgilerinde bulunur.

Kontaktör Kullanım Kategorisi: Kontaktörün seçimi kumanda edeceği yükün akım-gerilim, güç değerlerine göre yapılır. Kontaktörlerin yüke göre kullanım kategorileri IEC60947-4-1 uluslararası standartta tanımlanmıştır. Kontaktör seçimi Tablo 1.6'daki IEC60947-4-1 standartlarına göre yapılmalıdır.

Elektrik ve Mekanik Ömrü: Kontaktörün tam yük altında kontaklarını kapama-açma yapabileceği en yüksek sayıya **elektrik ömrü** denir. 35 A değere sahip bir kontaktörün üzerinde 20 A'lık yükün beslenmesi durumunda kontaktörün elektrik ömrü uzar. Mekanik ömrü ise yük olmadan bobine enerji verilmesiyle kontakların kapama-açma sayısını ifade eder.

Aksesuar Seçeneği: Kontaktörlere yardımcı kontakların yanı sıra zaman rölesi, terminal koruyucu, varistör, mekanik kilit, terminal genişletici gibi birçok aksesuar eklenebilir. Aksesuarların eklenebilmesi için bağlanacağı kontaktörle uyumlu olmaları gerekir.

Montaj Tipleri ve Pozisyonları: Alçak gerilim (1-1000 V) güç kontaktörleri genellikle montajı DIN ray üzerine yapılır. Taban plakası montajlı modellerde ise vidalar ürün montaj talimatında belirtilen tork değeri kadar sıkılmalıdır. Kontaktörün montajı katalog bilgilerine göre yapılır.

Bağlantı Türü: Kontaktöre yapılacak kablo bağlantıları vidalı yada yaylı (geçmeli) olarak yapılabilir. Bu üretimle ilgili bir durumdur. Yaylı modelin kablo bağlantıları klemensteki yay ile sabitlenir. Vidalı türlerin ise kablo bağlantısı vida ile sabitlenir.

Tablo 1.6: Kontaktör IEC60947-4-1 Standartları

Alternatif Akım (AA) Kullanım Kategorileri	
AC-1	Endüktif olmayan veya hafif endüktif yüklerde tercih edilir. Elektrikli ısıtıcılar ve dirençli fırınlar gibi yerlerde kullanılır.
AC-2	Bilezikli asenkron motorların kumanda edilmesinde tercih edilir. Motorun çalıştığı sürece nominal akımının yaklaşık 2,5 katı akım çeker. Kontaklar bu akımı kaldıracak yapıda yapılmıştır.
AC-3	Sincap kafesli motorların kumanda edilmesinde tercih edilir. Asansör, yürüyen merdiven, konveyör ve soğutucu sistemlerinde kullanılır.
AC-4	Sincap kafesli motorların başlatma, yön değiştirme, yavaş ilerleme ve frenleme gibi uygulamalarında kullanılır.
AC-5a	Deşarj lambalarının kumandasında tercih edilir.
AC-5b	Akkor flamanlı lambaların kumandasında tercih edilir.
AC-6a	Transformatörlerin kumandasında tercih edilir.
AC-6b	Kondansatörlerin kumandasında tercih edilir.
AC-7	Elektrikli ev aletlerinin kullanımında tercih edilir.
AC-8	Soğutucu kompresör motoru kumandalarında tercih edilir.
Doğru Akım (DA) Kullanım Kategorileri	
DC-1	Omik özellikli yada endüktif özelliği dikkate alınmayacak kadar küçük olan cihazlarda tercih edilir. Örneğin dirençli fırınlar.
DC-3	Şönt motorların kumandasında tercih edilir. Motorun başlatma, frenleme ve yavaş hareket etme gibi uygulamalarında kullanılır.
DC-5	Seri motorların kumandasında tercih edilir. Motorun başlatma, frenleme ve yavaş hareket etme gibi uygulamalarında kullanılır.
DC-6	Akkor flamanlı lambaların kumanda edilmesinde tercih edilir.

Boyut: Kontaktörün boyutunun kablo bağlantılarına sorun yaşatmadığı sürece küçük olması tercih edilir. Kontaktörün boyut olarak küçük olması kullanılacak panonun küçülmesini, kabloların ve kanalların kısılmasına sağlar. Bu da maliyetin düşmesini sağlar.

Standart: Kontaktörün uluslararası standartlara “The International Electrotechnical Commission (IEC)” sahip olması gerekir.

Kutuplarda Isı Dağılımı: Nominal çalışmada güç kontaklarının birinden yayılan ısı miktarıdır. Bu değer panonun havalandırılması ve soğutulması için yapılan hesaplamalarda kullanılır ve katalog bilgilerinde bulunur.

Maksimum Çalışma ve Saklama Sıcaklığı: Kontaktörün enerji altındaki maksimum sıcaklığı ile depolama anındaki maksimum sıcaklığı birbirinden farklıdır. Bu değerlere dikkat edilmeli ve değerler aşılmamalıdır.

Maksimum Çalışma Yüksekliği: Maksimum yüksekliğin üzerindeki uygulamalarda güç kaybı hesaplamaları yapılmalı ve uygun kontaktör belirlenmelidir.

Şok ve Titreşim Direnci: Darbe ve titreşimli ortamlardaki uygulamalar için belirlenen değerdir. Kontaktörün durumlarını (açık-kapalı) değiştirmeden belirtilen “G” değerine dayanması istenir. Tren, tekne, vinç gibi darbe ve titreşim genlik ve frekansına sahip araçlarda “G” değerinin yüksek olması istenir.

Bobin Çalışma Limitleri: Nominal çalışma geriliminin alt ve üst sınırıdır. Bobine (A1-A2) bu değerler arasında gerilim verildiğinde kontaklar konum değiştirmelidir. 230 V AC’de çalışan kontaktörün;

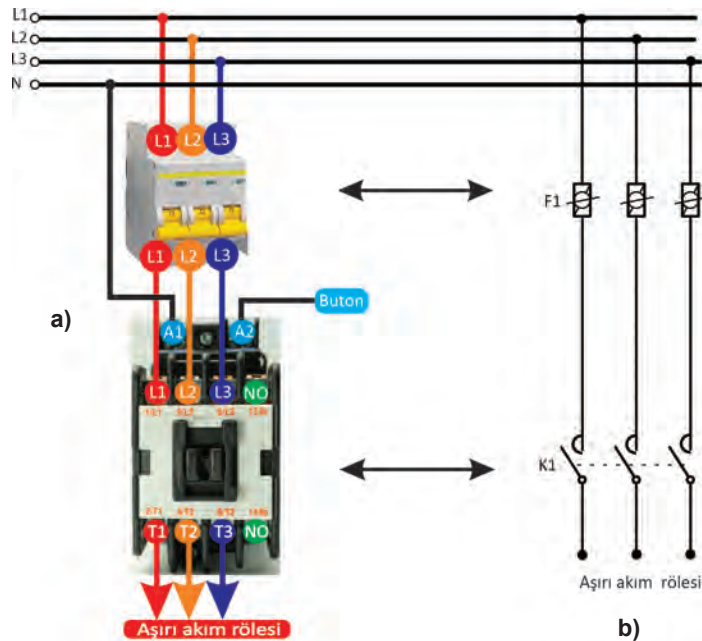
0,85 x U_c ile 1,1 x U_c 0,85 x 230 ile 1,1 x 230 195,5 V ile 253 V
arasındaki gerilim değerlerinde kontaklar konum değiştirir.

Bobin Tüketim Değerleri: Bobinler çekme ve tutma anında enerji tüketir. Tüketilen bu enerjinin düşük olması istenir.

Tepki Süresi: Bobine enerji verildikten sonra kontaktörün tamamen kapanması için geçen süredir. Bu sürenin kısa olması istenir.

Görsel 1.16a’da kontaktörün bağlantıları ve Görsel 1.16b’de devre şeması görülmektedir. Şebeke fazları üç fazlı otomatik sigortadan sonra L1-L2-L3 fazları sırasıyla kontaktörün 1L1-3L2-5L3 kontak girişlerine bağlanır. Bobin uçları olan A1’e nötr hat, A2’ye ise kumanda elemanı (buton, sınır anahtarı gibi) bağlanır. Kontaktörün 2T1-4T2-6T3 çıkışları ise aşırı akım rölesine bağlanır. Kontaktörün yapısında yardımcı kontaklar da bulunur. Yardımcı kontaklar normalde açık (NO) veya normalde kapalı (NC) konumunda olur. Üretim tercihlerine göre yardımcı kontaklardan bir veya daha fazla olabilir.

Görsel 1.16: Kontaktörün şebekeye bağlantısı



1.4. AŞIRI AKIM RÖLESİ BAĞLANTILARI

Elektrik motorlarını ve sistemi yüksek akıma karşı koruyan kumanda elemanıdır. Küçük akım artışlarında gecikmeli olarak kontaklarını açar. Büyük akım artışlarında ise kontaklarını kısa sürede açar. Kontaklarının açılmasıyla motor ya da sistemi korur.

Test butonu, ayarlanan akım değerinin üzerinde akım gelmesi durumunda kontakları açar ve akım geçişini durdurur. Aynı zamanda test butonuyla aşırı akım rölesinin kontakları manuel olarak açılabilir.

Akım ayar vidası, devreye bağlı motor akım değerine göre akım ayarının yapıldığı kısımdır. Ayarlanan akım değerinin üzerine çıkması durumunda test butonu devreyi açar.

Reset butonu, aşırı akım sonucunda rölenin açılan kontaklarını tekrar kapatmak için kullanılır. Rölenin kontakları manuel ve otomatik olarak kapatılabilir. Reset butonunun üzerine basılarak kontaklar manuel olarak kapatılabilir. Ayrıca reset butonu tornavida ile üzerine basılı tutularak sola doğru döndürüldüğünde aşırı akım rölesi otomatik moda alınır. Otomatik modda açılan kontaklar aşırı akımın etkisi geçtikten sonra dışarıdan müdahale olmadan tekrar kapanır.

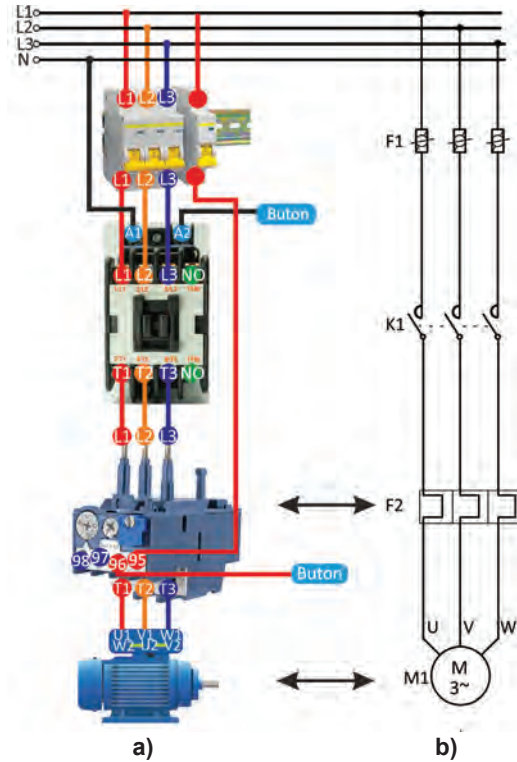
Üç adet güç kontağı (1-2, 3-4, 5-6) motora seri bağlanır.

Normalde kapalı (NC) kontak (95-96) kumanda devresi için kullanılır. Normalde açık (NO) kontak (97-98) ise aşırı akım rölesi kontaklarının açıldığını bildirmek için sinyal lambasına bağlanır. Görsel 1.17’de aşırı akım rölesinin farklı iki modeli görülmektedir.

Görsel 1.18a’da aşırı akım rölesinin bağlantıları ve Görsel 1.18b’de devre çizimi görülmektedir. Aşırı akım rölesi, kontaktör çıkışından (T1-T2-T3) aldığı enerjiyi motora iletir. Kapalı kontak (95-96) kumanda devresine seri bağlanır. Açık kontak ise aşırı akım rölesinin hat enerjisini kestiğini bildirmek için ışıklı göstergeye bağlanır.



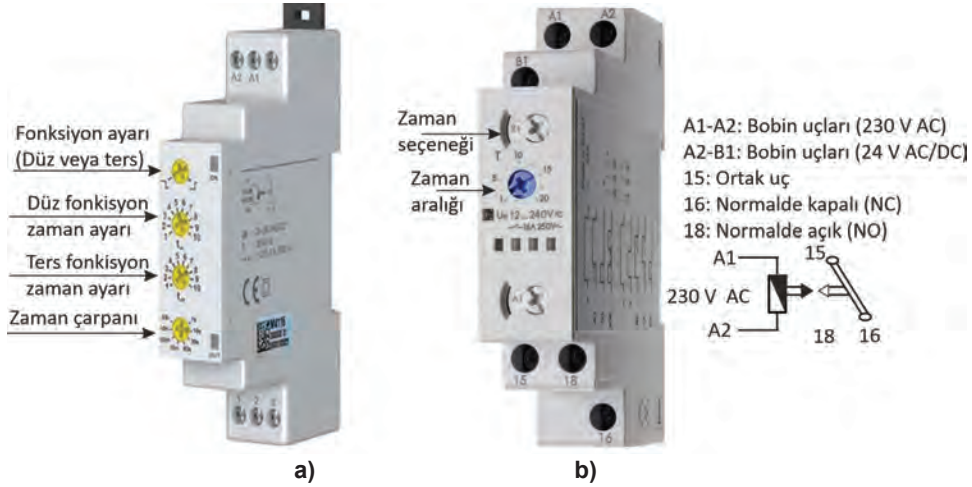
Görsel 1.17: Aşırı akım röleleri



Görsel 1.18: Aşırı akım rölesinin devre bağlantısı ve çizimi

1.5. ZAMAN RÖLESİ BAĞLANTILARI

Zaman ayarına göre kontaklarını açan veya kapatan kumanda devre elemanıdır. Kontaktarın konumları, bobinine enerji verilmesinden bir süre sonra ya da bobinin enerjisinin kesilmesinden bir süre sonra değişir. Görsel 1.19a'da çalışma fonksiyon seçeneğine sahip zaman rölesi, Görsel 1.19b'de ise tek fonksiyona ait zaman rölesi görülmektedir.

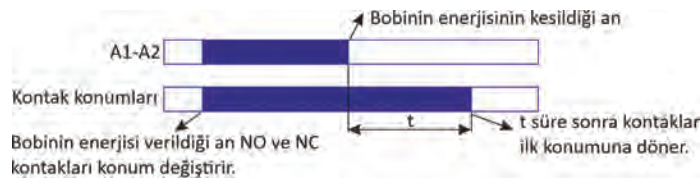


Görsel 1.19: Zaman röleleri

Çekmede Gecikmeli (düz) Zaman Rölesi: A1-A2 bobin uçlarına enerji verildiğinde ayarlanan süre (t) bitiminde kontaktlar (NC ve NO) konum değiştirir.



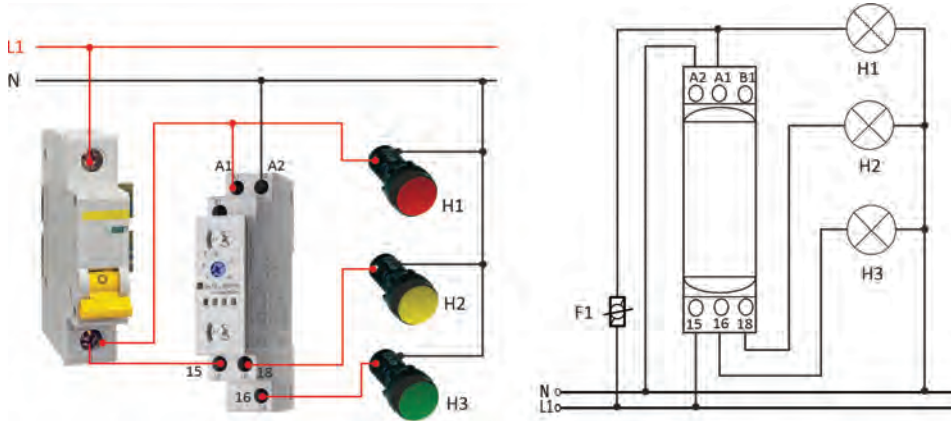
Düşmede Gecikmeli (ters) Zaman Rölesi: A1-A2 bobin uçlarına enerji verildiğinde kontaktlar konum değiştirir. Bobin uçlarına uygulanan enerji kesildiğinde, ayarlanan süre sonunda kontaktlar eski konuma döner.



Çekmede ve düşmede gecikmeli zaman rölelerinin çalışma mantığından yararlanılarak yıldız üçgen, flaşör gibi zaman röleleri de üretilmektedir.

Zaman rölesinin kontak numaraları ve konumları üretici firmaya göre farklılık gösterebilir. Zaman rölesi seçerken ve kullanırken bu farklılıklara dikkat etmek gerekir.

Görsel 1.20a'da çekmede gecikmeli zaman rölesinin bağlantısı ve Görsel 1.20b'de devre çizimi görülmektedir. Tek fazlı otomatik sigorta "1" konumuna getirildiğinde A1-A2 bobini enerjilenir. Ayarlanan süre saymaya başlar. Bu durumda "H1" sinyal lambası (kırmızı) devrede enerji olduğunu göstermek için ışık verir. 15-16 kontağına bağlı H3 (yeşil) sinyal lambası da ışık verir. Ayarlanan sürenin bitiminde 15-16 (NC) ve 15-18 (NO) kontakları konum değiştirir. Bu durumda H3 sinyal lambası söner ve H2 (sarı) sinyal lambası ışık verir. Otomatik sigortayla devre enerjisi kesildiğinde kontaklar eski konumlarına döner ve tüm sinyal lambaları söner.



Görsel 1.20: Çekmede gecikmeli zaman rölesi bağlantısı

1.6. KORUMA RÖLELERİ BAĞLANTILARI

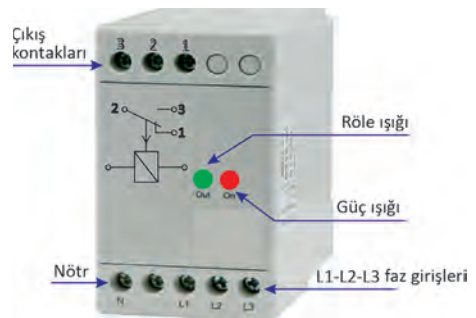
Motor güç ve kumanda devrelerinde kullanılan sigorta çalışma karakteristiğinden dolayı sadece hattı korur. Motor bobinlerinin aşırı ısınması, devir yönünün kontrolsüz değişimi, devir sayısının artması veya azalması gibi istenmeyen durumlarda oluşacak tehlike ve arızaların önüne geçmek için koruma röleleri kullanılır.

Koruma rölelerinin kontak uçları (ortak, NO, NC) üretimini yapan firmalara göre farklılık gösterebilir. Farklı olmalarından dolayı kullanılacak koruma rölesinin bağlantısı katalog bilgisine göre yapılmalıdır.

1.6.1. Motor (Faz) Koruma Rölesinin Bağlantıları

Üç fazlı asenkron motorlarda bir fazın gelmemesi, motorun iki fazdan beslenmesi durumunda motor ana hattan fazla akım çeker. Çekilen yüksek akım motor sargılarının ısınmasına ve aynı zamanda motorun güç üretmekte zorlanmasına sebep olur. İstenmeyen bu durumu önlemek için motor koruma rölesi kullanılır.

Motor koruma rölesi fazlar geldiği sürece devreyi kapalı tutar ve motorun çalışmasına izin verir. Fazlardan birinin gelmemesi veya faz geriliminin %20 düşük gelmesi durumunda belli bir gecikmeden sonra kontakları üzerinden devreyi açar. Üç fazın tekrar gelmesi durumunda devreyi kapatır ve motorun çalışmasını sağlar (Görsel 1.21).

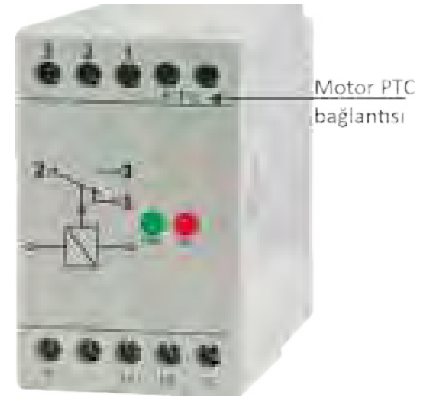


Görsel 1.21: Motor koruma rölesi

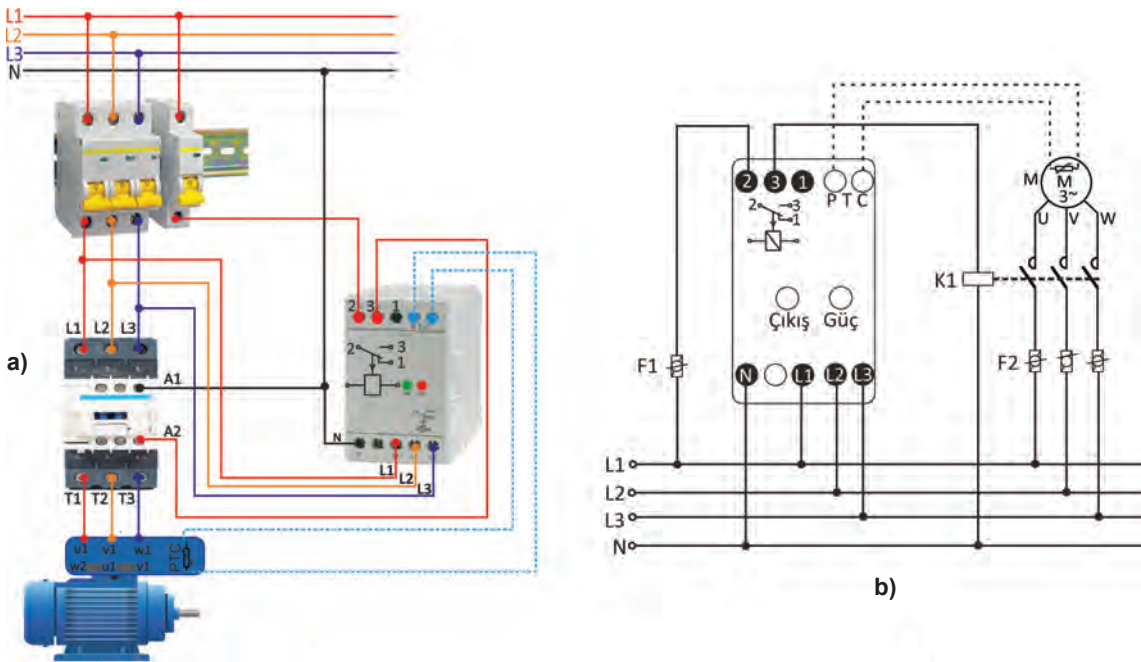
Üç fazlı sistemlerde motor koruma rölesi ile termistör rölesinin aynı paket içinde olan çeşitleri de vardır (Görsel 1.22). **Termistör röle**, motor sargıları içindeki PTC'den aldığı ısı bilgisine göre devreyi açan veya kapatan röledir. Herhangi bir sorun karşısında sargılar ısındığında devreyi açar ve motorun çalışmasını engeller. Sargıların ısısı düştüğünde devreyi kapatır ve motorun tekrar çalışmasını sağlar.

Görsel 1.23a'da termistörlü motor koruma rölesi bağlantısı ve Görsel 1.23b'de devre çizimi görülmektedir. Motor ve termistör koruma rölesinde 1-2 normalde kapalı, 2-3 normalde açık kontaklardır. L1-L2-L3 fazları eksiksiz geldiğinde ve motor sargılarından gelen ısı bilgisi PTC değerinin altında ise 2-3 normalde açık olan kontak kapanır. Aşırı akım rölesi ve durdurma butonu üzerinden yardımcı kontağa (NC) enerji gider. Başlat butonuna baskı uygulandığında kontaktör bobini (A1-A2) enerjilenir ve güç kontaktları kapanır. Başlatma butonu ile yardımcı kontağa yapılan mühürleme nedeniyle motor sürekli çalışır.

Motorla gelen fazlardan birinin gelmemesi durumunda veya motor sargılarının herhangi bir sebepten dolayı ısınması durumunda koruma rölesi 2-3 kontağı açık konuma geçer. Koruma rölesinin 2-3 kontağının açık konuma geçmesi sonucunda kontaktörün bobin enerjisi kesilir. Bobin enerjisinin kesilmesiyle kontaktörün güç kontaktları açılır ve motor enerjisi kesilir.



Görsel 1.22: PTC'li motor koruma rölesi



Görsel 1.23: PTC'li motor koruma rölesi bağlantısı

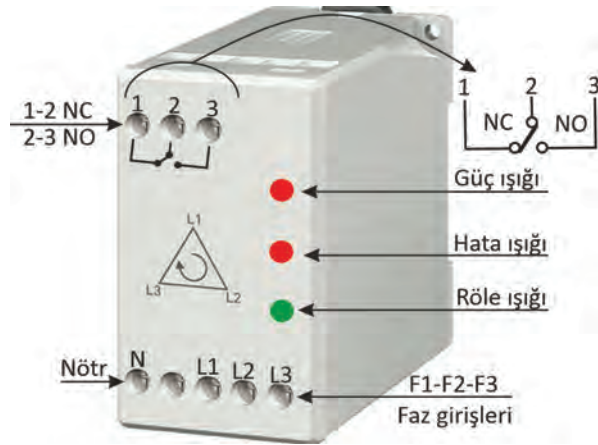
1.6.2. Faz Sırası Koruma Rölesinin Bağlantıları

Üç fazlı sistemlerde faz sıralarının yer değiştirmesi, fazlardan birinin gelmemesi veya faz / nötr arasındaki dengesizlik gibi durumlarda kontakları açan ve devre enerjisini kesen koruma rölesidir (Görsel 1.24). Faz sırası rölesi; asansör, kompresör, taşıma bandı gibi sistemlerde motor yönünün değişmesinin oluşturacağı tehlikeli durumları önlemek için kullanılır.

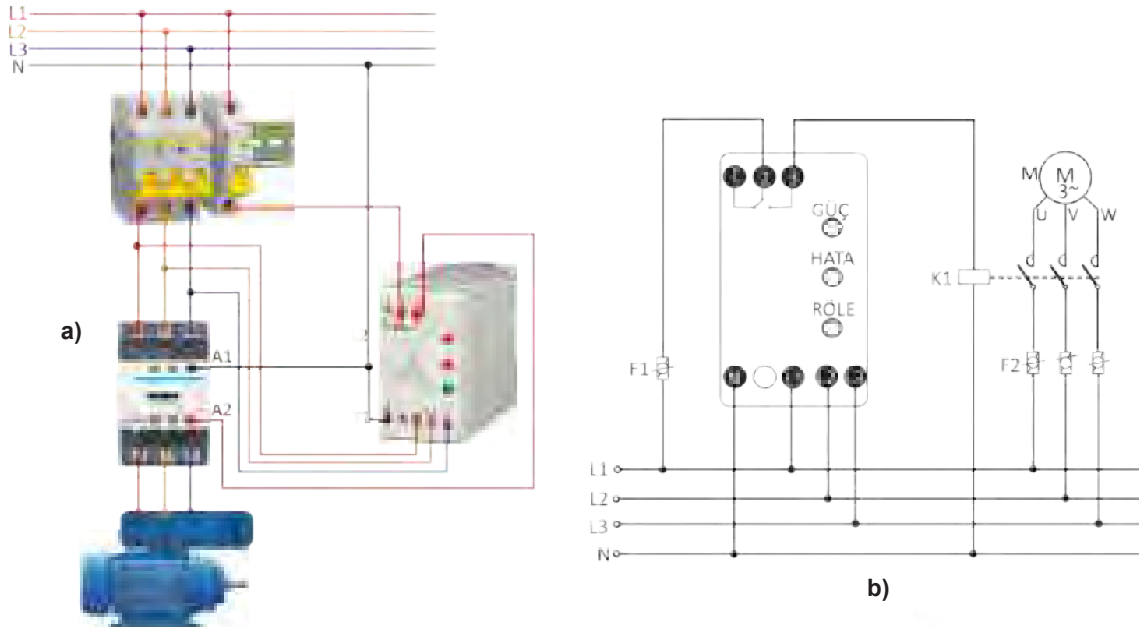
Fazlar (L1-L2-L3) sıralı geldiğinde normalde açık olan 2-3 kontağı kapanır ve kontrol edeceği birime (kontaktör, röle) enerji geçişini sağlar. Fazlarda hata olduğunda 2-3 kontağı açılır ve enerjiyi keser.

Görsel 1.25a'da faz sırası koruma rölesinin bağlantısı ve Görsel 1.25b'de devre çizimi görülmektedir. Fazlar sıralı geldiğinde faz koruma rölesinin güç ledi, kısa bir süre sonra 2-3 kontağı kapanır ve röle ledi yanar. 2-3 kontağının kapanmasıyla kontaktör bobini enerjilenir ve güç kontaklarını kapatır. Güç kontaklarının kapanmasıyla motor çalışır.

Fazlar yer değiştirdiğinde 2-3 kontağı açık konuma geçer, kontaktörün kontakları açılır ve motor durur. Röle ledi söner, hata ledi yanar.



Görsel 1.24: Faz sırası rölesi



Görsel 1.25: Faz sırası koruma rölesinin bağlantısı

1.6.3. Gerilim Koruma Rölesinin Bağlantıları

Asenkron motoru ve sistemlerini yüksek veya düşük gerilime karşı koruyan koruma röleleridir. Asenkron motorlar $\pm \%10$ 'luk gerilim değişimleri içerisinde çalışabilir. Gerilimin daha fazla düşmesi veya yükselmesi durumunda çekilecek fazla veya düşük akım motor sargılarının ısınmasına ve arızalanmasına sebep olur. Bu durumun önüne geçmek için gerilim koruma röleleri kullanılır.

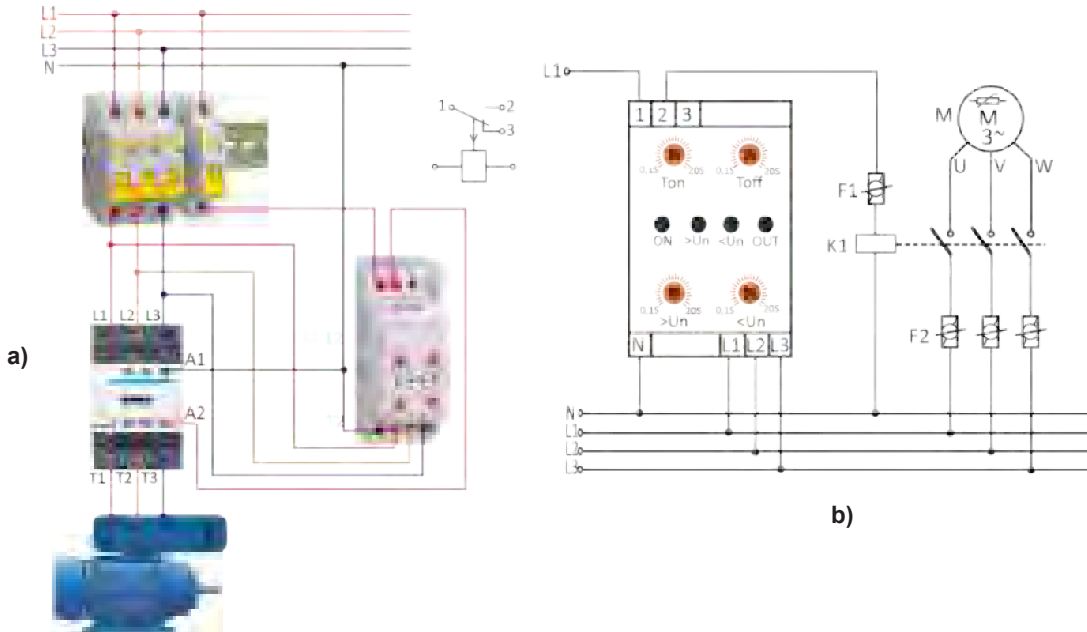
Görsel 1.26'da gerilim koruma rölesi görülmektedir. Hat gerilimi ayarlanan düşük ve yüksek gerilim değerleri arasında ise koruma rölesi 1-2 kontaktlarını kapatır ve kontrol edeceği kontaktör bobinine enerji geçişini sağlar. Sisteme gelen gerilim değeri, ayarlanan düşük ve yüksek gerilim değerleri sınırları dışında ise kontaktlar gecikmeli olarak açılır. Kontaktörün bobin enerjisi kesilir ve sistem durur. Gecikme zaman ayarı, gerilimde kısa süreli değişiklik olması durumunda sistemin enerjisinin kesilmemesini sağlar.

Görsel 1.27a'da gerilim koruma rölesinin bağlantısı ve Görsel 1.27b'de devre çizimi görülmektedir. Gerilim değeri istenen değerler arasına geldiğinde 1-2 açık kontağı kapanır. Bu durumda kontaktörün bobini enerjilenir. Bobin güç kontaktlarını kapatır ve motor dönmeye başlar.

Hat gerilimi düşük gerilim değerinden daha düşük değere düşerse veya yüksek gerilim değerinden daha yüksek değere çıkarsa uyarı ledleri ışık verir. Gerilim değerindeki değişiklik gecikme süresi içinde normal değerine dönerse röle, 1-2 kontaklarını kapalı tutmaya devam eder. Gerilim değeri gecikme süresi içinde normal değerine dönmezse röle 1-2 kontaklarını açar ve bobin enerjisini keser. Kontaktörün güç kontaktları açılır ve motor durur.



Görsel 1.26: Gerilim koruma rölesi



Görsel 1.27: Gerilim koruma rölesi bağlantısı

1.6.4. Frekans Koruma Rölesinin Bağlantıları

Frekans koruma rölesi bağlı olduğu sistemi veya asenkron motoru şebeke geriliminde oluşabilecek frekans değişimlerine karşı korur. Motorun devir sayısı frekansla değişir. Frekansın artması motorun devir sayısının artmasına, frekansın düşmesi ise motor devir sayısının azalmasına sebep olur. Frekansın artmasına karşı yüksek frekans koruma röleleri, frekansın düşmesine karşı düşük frekans koruma röleleri kullanılır. Her iki fonksiyonu bünyesinde barındıran frekans röleleri de vardır.

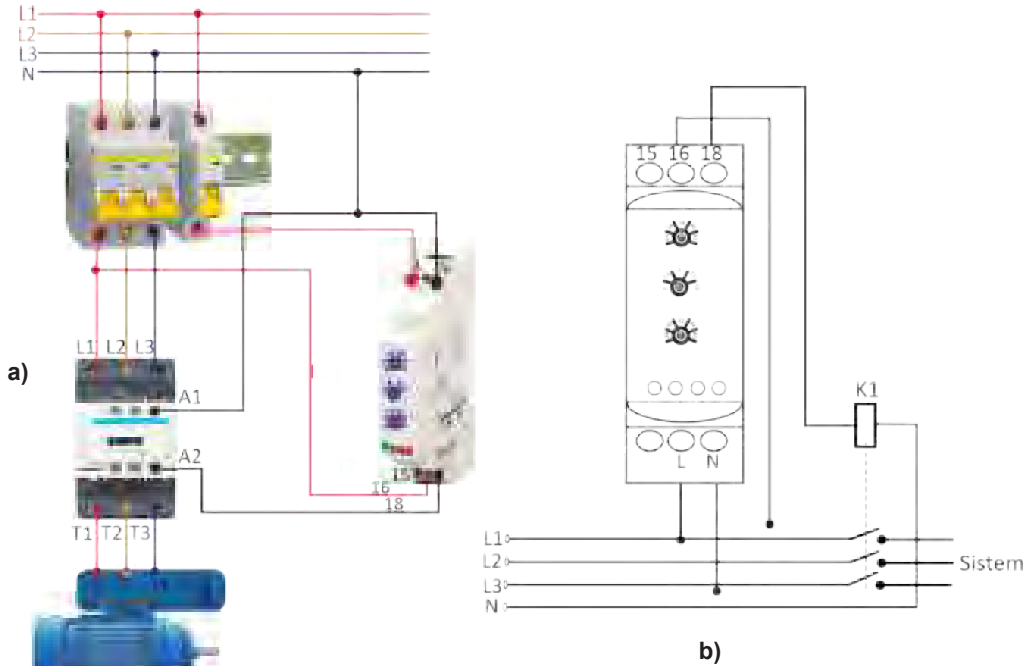
Görsel 1.28'de frekans rölesi görülmektedir. Frekans koruma rölesi ayarlanan frekans değerinin üstüne çıkar veya altına düşerse gecikme süresi kadar bekler ve 16-18 kontağı devreyi açar. Frekans değerinin gecikme süresi içinde ayarlanan frekans değerine dönmesi durumunda röle kontakların konumunu korur.

Görsel 1.29a'da frekans koruma rölesinin bağlantısı ve Görsel 1.29b'de devre çizimi görülmektedir. Frekans değeri istenen değerler arasında geldiği sürece 16-18 açık kontağı kapanır. Bu durumda kontaktörün bobini enerjilenir. Bobin güç kontaklarını kapatır ve motor dönmeye başlar.

Hat frekansı ayarlanan düşük frekans değerinin altına indiğinde veya yüksek frekans değerinin üstüne çıktığında uyar ledleri ışık verir. Frekans değerindeki değişiklik gecikme süresi içinde normal değerine dönerse röle 16-18 kontaklarını kapalı tutmaya devam eder. Frekans değeri gecikme süresi içinde normal değerine dönmediği durumda röle 16-18 kontaklarını açar ve bobin enerjisini keser. Kontaktörün güç kontakları açılır ve sistemin enerjisi kesilir.



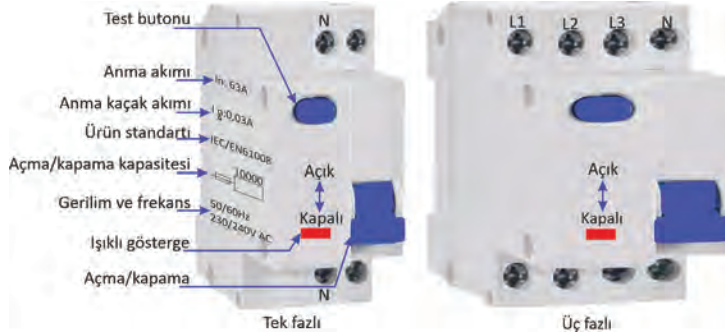
Görsel 1.28: Frekans koruma rölesi



Görsel 1.29: Frekans koruma rölesi bağlantısı

1.6.5. Kaçak Akım Koruma Rölesinin Bağlantıları

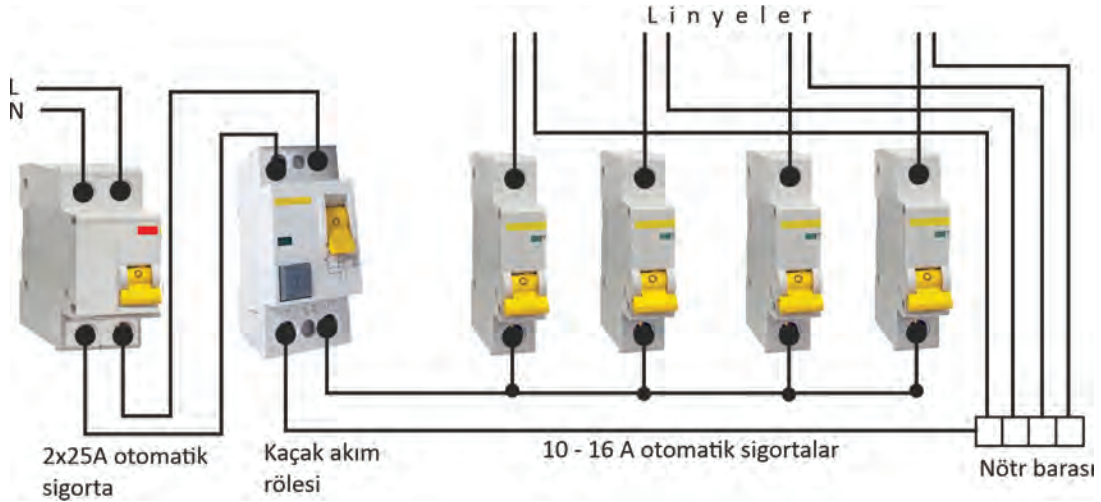
Elektrik devresinde oluşabilecek kaçak akım, hayati tehlike oluşturabildiği gibi yangın gibi istenmeyen durumlara da yol açabilir. Bahsedilen tehlikeli durumlardan korunmak için kaçak akım koruma röleleri kullanılır. **Kaçak akım koruma rölesi (KAKR)**, elektrik devresindeki kaçak akımı algılayan ve devreyi açarak enerji akışını durduran koruma amaçlı kullanılan röledir (Görsel 1.30).



Görsel 1.30: Kaçak akım koruma röleleri

Bir fazlı elektrik devresinde fazdan gelen akım yük üzerine geçtikten sonra nötr hattından çıkar. Devrede kaçak akım olması durumunda giren akımla çıkan akım eşit olmaz. Bu durum faz-nötr dengesizliği olarak bilinir. Kaçak akım koruma rölesi faz-nötr dengesizliğini algıladığında devreyi açar ve akım geçişini durdurur. Üç fazlı sistemlerde ise L1-L2-L3 fazları denge hâlinindedir. L1-L2-L3 fazlarının vektörel toplamı sıfıra eşit olduğu sürece aşırı akım rölesi kontaklarını kapalı tutar. Fazlardan birinde kaçak akım oluşması durumunda, L1-L2-L3 fazları arasındaki denge bozulur. Fazlar arası dengenin bozulması durumunda kaçak akım rölesi kontaklarını açar ve akım geçişini durdurur.

Kaçak akım röleleri kullanım yerlerine göre çeşitli tiplerde üretilir. En çok kullanılan kaçak akım röleleri insan koruma (30 mA) ve yangın koruma (300 mA) amaçlı üretilen rölelerdir. Görsel 1.31'de bir fazlı kaçak akım rölesi bağlantısı görülmektedir.



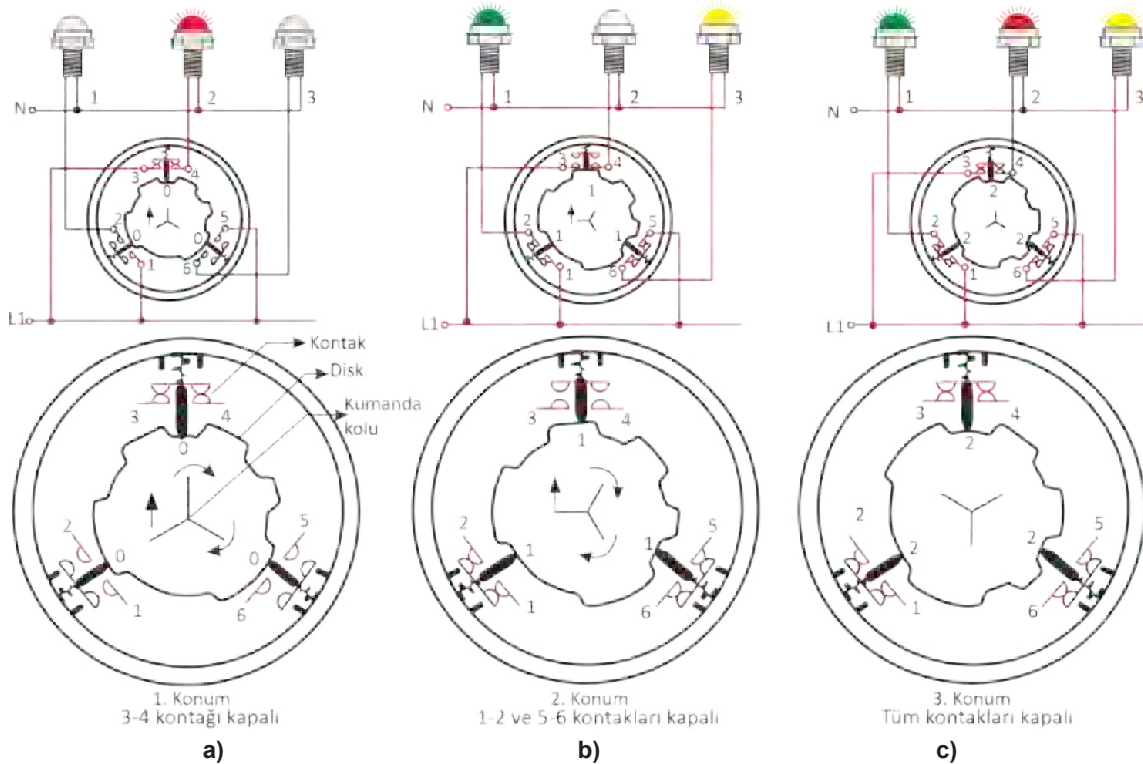
Görsel 1.31: Kaçak akım koruma rölesi bağlantısı

1.7. PAKO (PAKET) ŞALTERLERİN BAĞLANTILARI

Bir eksen etrafında döndürülebilen, arka arkaya dizilmiş birçok diskten oluşan, çok sayıda konumlanabilen ve açma kapama yapabilen anahtarlara **pako (paket) şalter** denir. Paket (pako) şalter elektromekanik anahtardır. Sağa veya sola döndürülmesi ile mil üzerinde bulunan kontakların konumu değişir. Kontaklar disk üzerinde bulunur ve her diskte 2, 3 veya 4 kontak bulunur. İsteğe uygun olarak yalıtılmış birden fazla diskin paketlenmesi ile çoklu kontak konumlarına sahip pako şalterler elde edilir.

Görsel 1.29'da Pako şalterin üç kontaklı bir diski görülmektedir. Kumanda kolu ok yönünde çevrilerek kontakların konumları değiştirilir. Pako şalterin konumuna göre işlemler şunlardır:

1. konumunda 3-4 kontakları kapalıdır. 2 numaralı lamba enerjilenir (Görsel 1.32a). 2. konumunda 1-2 ve 5-6 kontakları kapalıdır. 1 ve 3 numaralı lambalar enerjilenir (Görsel 1.32b). 3. konumunda tüm kontakları kapalıdır. 1, 2 ve 3 numaralı lambalar enerjilenir (Görsel 1.32c).



Görsel 1.32: Pako şalterin iç yapısı ve çalışması

Pakoşalterler küçük güçlü basit makinelerin çalıştırılmalarında ekonomik olmalarından dolayı tercih edilir. Aynı zamanda kumanda devrelerinde buton yerine de kullanılabilir. Pako şalterlerin bağlantılarının yapılması ve kullanılması kolaydır. Ancak pako şalterlerin manyetik ve termik akımlara karşı koruma ve uzaktan kumanda edilebilme özelliği yoktur.

Pako şalterler çok sayıda farklı tipte üretildiği için bağlantıları üretici firmaya göre değişmektedir. Bu sebeple kullanılacak pako şalterin bağlantısı ürün bilgisine göre yapılmalıdır.

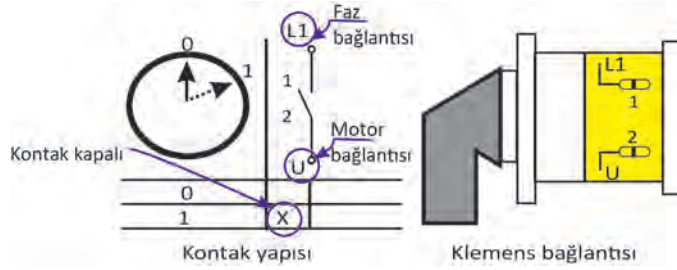
1.7.1. Aç-Kapa Pako Şalter

“0” ve “1” olmak üzere iki konumludur. Açma ve kapama işlemini gerçekleştirir (Görsel 1.33).

Tek fazlı aç-kapa pako şalterde “0” konumunda 1-2 kontakları açık, “1” konumunda 1-2 kontakları kapalıdır. Giriş (L1) 1 numaralı klemense, çıkış (U) ise 2 numaralı klemense bağlanır (Görsel 1.34).

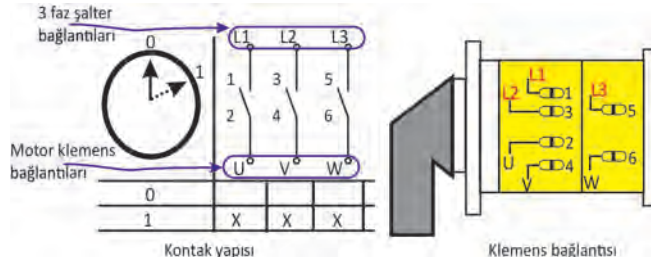


Görsel 1.33:
Aç-kapa
pako şalter



Görsel 1.34: Tek fazlı aç-kapa pako şalter

Üç fazlı aç- kapa pako şalterde “0” konumunda 1-2, 3-4, 5-6 numaralı kontaklar açık, “1” konumunda 1-2, 3-4, 5-6 numaralı kontaklar kapalıdır. Girişlerden “L1” 1 numaralı, “L2” 3 numaralı, “L3” 5 numaralı klemense bağlanır. Çıkışlardan “U” 2 numaralı, “V” 4 numaralı, “W” 6 numaralı klemense bağlanır (Görsel 1.35).



Görsel 1.35: Üç fazlı aç-kapa pako şalter

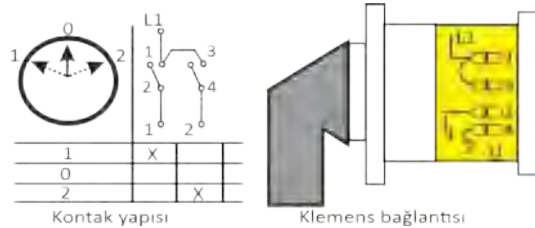
1.7.2. Kutup Değiştirici Pako Şalter

“0”, “1” ve “2” olmak üzere üç konumludur. Şebekeden jeneratöre veya jeneratörden şebekeye geçişleri gerçekleştirir (Görsel 1.36).

Tek fazlı kutup değiştirici pako şalterde “1” konumunda (şebeke) 1-2 kontakları kapalı, “2” konumunda (jeneratör) 3-4 kontakları kapalıdır. Giriş “L1” 1 ve 3 numaralı klemenslere, çıkış ise 2 ve 4 numaralı klemenslere bağlanır (Görsel 1.37).

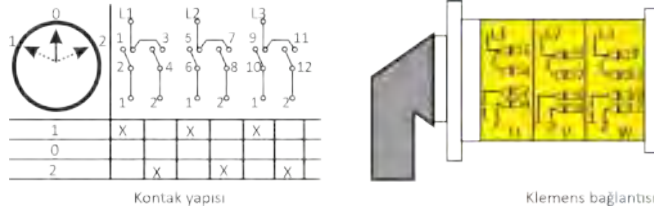


Görsel 1.36:
Kutup değiştirici
pako şalter



Görsel 1.37: Tek fazlı kutup değiştirici pako şalter

Üç fazlı kutup değiştirici pako şalterde “1” konumunda (şebeke) 1-2, 5-6, 9-10 kontakları kapalı, “2” konumunda (jeneratör) 3-4, 7-8, 11-12 kontakları kapalıdır. Girişlerden “L1” 1 ve 3 numaralı klemenslere, “L2” 5 ve 7 numaralı klemenslere, “L3” 9 ve 11 numaralı klemenslere bağlanır. Çıkışlardan “U” 2 ve 4 numaralı, “V” 6 ve 8 numaralı, “W” 10 ve 12 numaralı klemenslere bağlanır (Görsel 1.38).



Görsel 1.38: Üç fazlı kutup değiştirici pako şalter

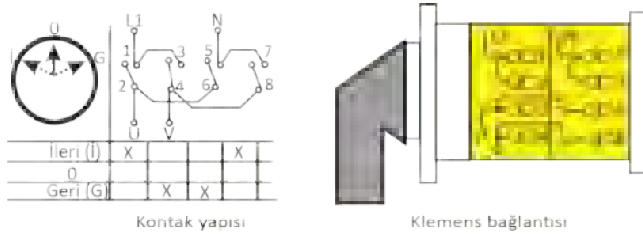
1.7.3. Enversör Pako Şalter

“0”, “İ” ve “G” olmak üzere üç konumludur. Küçük güçlü motorları ileri (sağ) ve geri (sol) yön değiştirmede kullanılır. İki fazın yeri değiştirilerek motorun dönüş yönü değiştirilir. Ancak motor bir yönde dönerken diğer yöne almadan önce motorun durması beklenir. Aksi takdirde motor zarar görebilir (Görsel 1.39).

Tek fazlı inversör pako şalterde “İ” konumunda 1-2 ve 7-8 kontakları kapalı, “G” konumunda 3-4 ve 5-6 kontakları kapalıdır. Giriş “L1” 1 ve 3 numaralı, “N” 5 ve 7 numaralı klemenslere bağlanır. Çıkış “U” 2 ve 6 numaralı, “V” ise 4 ve 8 numaralı klemense bağlanır (Görsel 1.40).

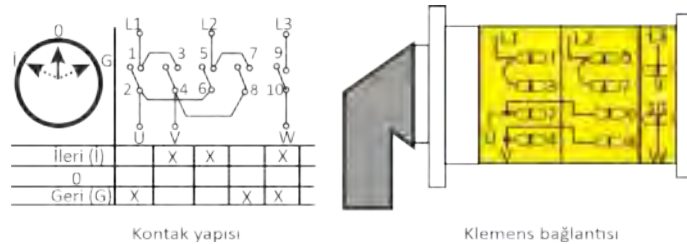


Görsel 1.39: Enversör pako şalter



Görsel 1.40: Tek fazlı inversör pako şalter

Üç fazlı inversör pako şalterde “İ” konumunda 3-4, 5-6, 9-10 kontakları kapalı, “G” konumunda 1-2, 7-8, 9-10 kontakları kapalıdır. Girişlerden “L1” 1 ve 3 numaralı klemenslere, “L2” 5 ve 7 numaralı klemenslere, “L3” 9 numaralı klemense bağlanır. Çıkışlardan “U” 2 ve 6 numaralı, “V” 4 ve 8 numaralı, “W” 10 numaralı klemense bağlanır (Görsel 1.41).



Görsel 1.41: Üç fazlı inversör pako şalter

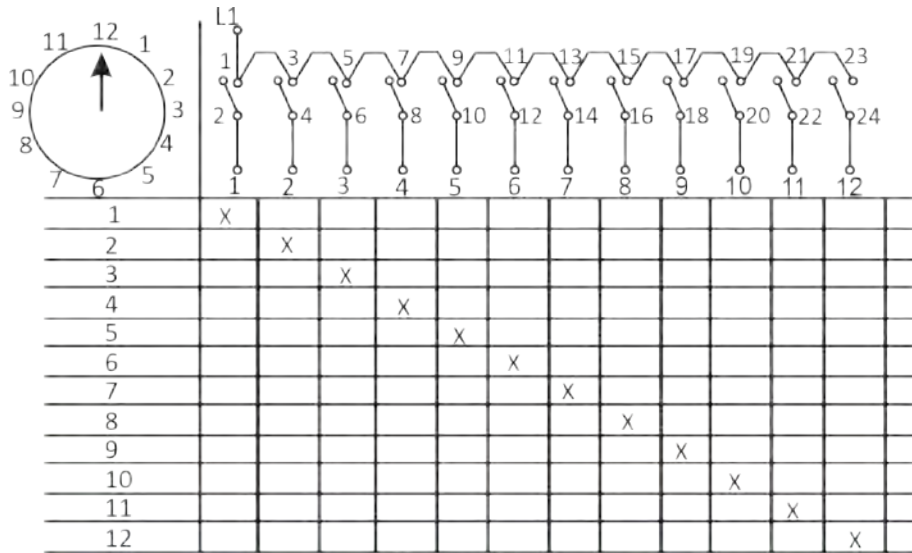
1.7.4. Kademeli Pako Şalter

Çok konumlu paket şalterlerdir (1,2,3....11,12). Her kademesinde enerjiyi farklı yönlendirir (Görsel 1.42).

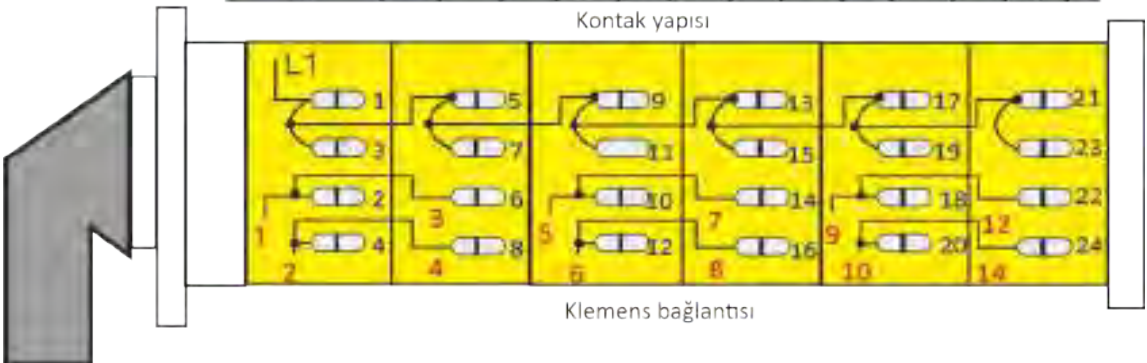


Görsel 1.42: Kademeli pako şalter

“1” konumunda 1-2 kontakları kapalı, diğer kontakların tamamı açıktır. “2” konumunda 3-4 kontakları kapalı diğer kontakların tamamı açık devredir. Toplamda 12 motoru tek tek çalıştırabilir. Bir motor çalışırken diğer motorlar durur (Görsel 1.43).



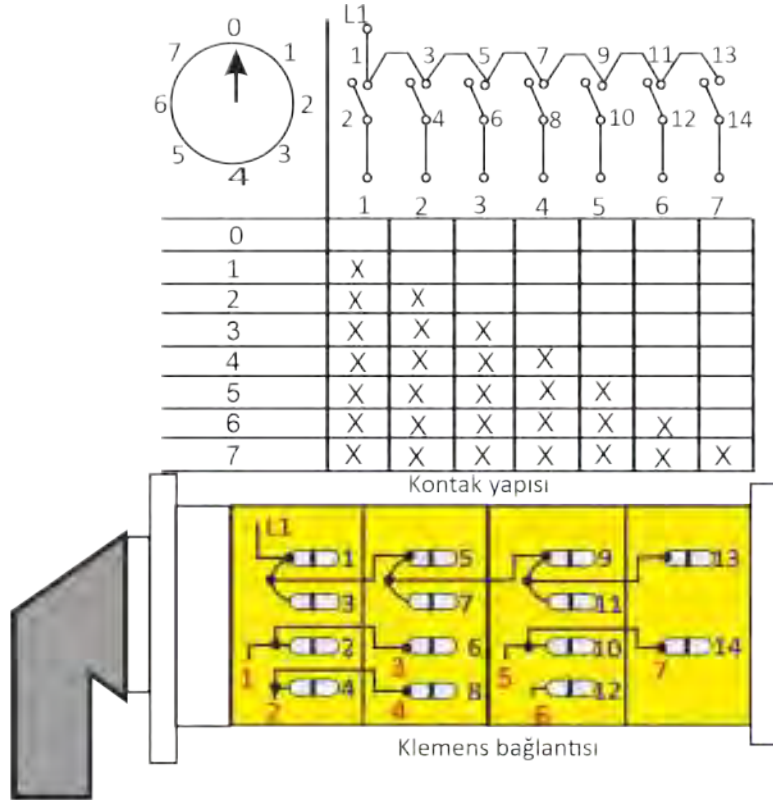
Kontak yapısı



Klemens bağlantısı

Görsel 1.43: Kademeli komütatör pako şalter kontak ve klemens bağlantısı

Bir önceki kontak durumlarını koruyan komütatör kademeli şalterler de vardır. Görsel 1.44'te görülen 7 komütatör kademeli şalterin her kademesinde bir önceki konum korunur. 7 farklı motoru birlikte çalıştırabilir.



Görsel 1.44: Kademeli komütatör pako şalter kontak ve klemens bağlantısı

Notlar

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

1.4. Uygulama

KUMANDA VE GÜÇ DEVRESİ ELEMANLARININ SEÇİMİ

AMAÇ: Kumanda ve güç devresi elemanlarının seçimini yapmak.



Görsel 1.45: Kumanda ve güç devresi elemanları

Tablo 1.7: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Zaman rölesi	230 V, 0,6 sn-10 dk	1 adet
Motor ve faz sırası koruma rölesi	230 V AC	1 adet
Gerilim ve frekans koruma rölesi	230 V AC	1 adet
Kaçak akım rölesi	1 ve 3 faz, 230/400 V	2 adet
Asenkron motor	3 fazlı 230/400 V, 6,2 A, 50 Hz	1 adet
Kontaktör	400 V, 6,8 A	1 adet
Aşırı akım rölesi	400 V, 6,8 A	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı giyiniz.
4. Tablo 1.7'de verilen kumanda ve güç devre elemanlarını kullanınız.
5. Devrenin çalışmasını istediğiniz kontak konumlarına (ters-düz) göre zaman rölesi seçimini yapınız.
6. Çalışma gerilimine göre motor koruma rölesi seçimini yapınız.
7. Çalışma gerilimine göre faz koruma rölesi seçimini yapınız.
8. Çalışma gerilimine göre gerilim koruma rölesi seçimini yapınız.
9. Çalışma gerilimine göre frekans koruma rölesi seçimini yapınız.
10. Kumanda ve güç devresi için 1 ve 3 fazlı kaçak akım rölesi seçimini yapınız.
11. Güç devresi için motor değerlerine göre kontaktör seçimini yapınız.
12. Güç devresi için aşırı akım rölesi seçimini yapınız.
13. Çalışma ortamını düzenleyiniz, kumanda devre elemanlarını sizden sonraki öğrenciye teslim ediniz.



Değerlendirme: Yapacağınız “Kumanda ve Güç Devresi Elemanlarının Seçimi” uygulaması 1.4. Kontrol Listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

1.4. KUMANDA VE GÜÇ DEVRESİ ELEMANLARININ SEÇİMİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

Öğrencinin Adı Soyadı:		Öğretmenin Adı Soyadı:	
Sınıfı:		Tarih:	
No:		Süre:	
Ölçütler		EVET	HAYIR
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.		
2	İSG kurallarını yerine getirdi.		
3	Zaman rölesi seçimini yaptı.		
4	Motor koruma rölesi seçimini yaptı.		
5	Faz koruma rölesi seçimini yaptı.		
6	Gerilim koruma rölesi seçimini yaptı.		
7	Frekans koruma rölesi seçimini yaptı.		
8	Kaçak akım rölesi seçimini yaptı.		
9	Kontaktör seçimini yaptı.		
10	Aşırı akım rölesi seçimini yaptı.		
11	Ortamının temizlik ve düzeniyle ilgili sorumluluklarını yerine getirdi.		
Toplam			
“Hayır” olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulama ve konuları tekrar ediniz.			

1.5. Uygulama

KUMANDA DEVRE ELEMANLARININ MONTAJI

AMAÇ: Kumanda ve güç devresi elemanlarını montaja hazırlamak.



Görsel 1.46: Kumanda ve güç devresi elemanları

Tablo 1.8: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Zaman rölesi	Düz, 230 V	1 adet
Motor ve faz sırası koruma rölesi	230 V AC	1 adet
Gerilim ve frekans koruma rölesi	230 V AC	1 adet
Kaçak akım rölesi	1 ve 3 faz, 230/400 V	2 adet
Asenkron motor	3 fazlı 230/400 V, 6,2 A, 50 Hz	1 adet
Kontaktör	400 V, 6,8 A	1 adet
Aşırı akım rölesi	400 V, 6,8 A	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı giyiniz.
4. Tablo 1.8’de verilen kumanda ve güç devresi elemanlarını öğretmeninizden teslim alınız.
5. Zaman rölesi kontaklarının konumlarını (NO ve NC) ölçü aleti yardımıyla tespit ediniz.
6. Motor ve faz sırası koruma rölesi kontaklarının konumlarını (NO ve NC) ölçü aleti yardımıyla tespit ediniz.
7. Gerilim ve frekans koruma rölesi kontaklarının konumlarını (NO ve NC) ölçü aleti yardımıyla tespit ediniz.
8. 1 ve 3 fazlı kaçak akım rölesi kontaklarını mandalın açık ve kapalı durumunda ölçü aletiyle kontrol ediniz.
9. Asenkron motorun klemens kutusundan bobin ölçümlerini ve sağlamlık kontrolünü yapınız.
10. Kontaktörün güç ve yardımcı kontaklarının konumlarını (NO ve NC) ölçü aleti yardımıyla tespit ediniz.
11. Aşırı akım rölesinin güç ve yardımcı kontaklarının konumlarını (NO ve NC) ölçü aleti yardımıyla tespit ediniz.
12. Çalışma ortamını düzenleyiniz, kumanda devre elemanlarını sizden sonraki öğrenciye teslim ediniz.



1.5. KUMANDA DEVRE ELEMANLARININ MONTAJI UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:				
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:				
Tarih:	Süre:				
YÖNERGE: “1.5. Kumanda Devre Elemanlarının Montajı” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. 1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi					
Ölçütler	1	2	3	4	5
1 Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2 İSG kurallarını yerine getirdi.					
3 Zaman rölesi kontak konumlarını tespit etti.					
4 Motor koruma rölesi kontak konumlarını tespit etti.					
5 Faz koruma rölesi kontak konumlarını tespit etti.					
6 Gerilim koruma rölesi kontak konumlarını tespit etti.					
7 Frekans koruma rölesi kontak konumlarını tespit etti.					
8 Kaçak akım rölesi kontak ölçümlerini yaptı.					
9 Kontaktör kontak konumlarını tespit etti.					
10 Aşırı akım rölesi kontak konumlarını tespit etti.					
11 Asenkron motor bobin ölçümlerini ve sağlamlık kontrolünü yaptı.					
12 Ortamının temizlik ve düzeniyle ilgili sorumluluklarını yerine getirdi.					
Sütun Toplamları					
Ölçek Puanı					
DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Ölçek Puanı]					

A) Ağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (....) Stator asenkron motorun sabit kısmıdır.
2. (....) Asenkron motor etiket bilgisinde bulunan "IP" inşaat tipini gösterir.
3. (....) Kontaktör, yüksek akımların anahtarlama yapar elektromanyetik anahtardır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadeyi yazınız.

4. Üçgen bağlantıda hat akımı faz akımının katıdır.
5. Kontaktörde 13-14 ile ifade edilen yardımcı kontak normalde kontağı ifade eder.
6. Zaman ayarına göre kontaklarını açan veya kapatan kumanda elemanına rölesi denir.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

7. Aşağıdakilerden hangisi elektrik motorunu yüksek akıma karşı koruyan röledir?

- A) Aşırı akım
- B) Faz sırası
- C) Gerilim
- D) Kaçak akım
- E) Zaman

8. Aşağıda verilen koruma rölelerinden hangisi bir fazın gelmemesi durumunda oluşacak istenmeyen durumdan motoru korur?

- A) Aşırı akım
- B) Faz
- C) Frekans
- D) Kaçak akım
- E) Zaman

9. Bir eksen etrafında döndürülebilen, arka arkaya dizilmiş birçok diskten oluşan, çok sayıda konumlanabilen ve açma kapama yapabilen anahtara ne ad verilir?

- A) Flaşör
- B) Pako şalter
- C) Termik
- D) Termostat
- E) Yıldız-üçgen

10. Asenkron motorun IEC standartlarına göre premium verimlilik sınıfı aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

- A) IE1
- B) IE2
- C) IE3
- D) IE4
- E) IE5



2. Öğrenme Birimi

ASENKRON MOTOR KUMANDA TEKNİKLERİ

KONULAR

- 2.1. KUMANDA DEVRE ELEMANLARI
- 2.2. KUMANDA VE GÜÇ DEVRESİ SEMBOLLERİ ÇİZİMİ
- 2.3. KUMANDA VE GÜÇ DEVRELERİ ÇİZİMİ
- 2.4. KUMANDA VE GÜÇ DEVRELERİ

TEMEL KAVRAMLAR

anahtar, buton, devir yönü değiştirme, güç devresi, kontaktör, kumanda devresi, röle,

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Kumanda, kontrol ve otomasyon kavramları sizin için ne ifade ediyor? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Kumanda ve güç devreleri hakkında bildiklerinizi ifade ediniz.
3. Elektrik motorlarının hız kontrolleri nasıl gerçekleşir? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.



2.1. KUMANDA DEVRE ELEMANLARI

Elektrikli makinelerin ve cihazların çalışmaları kumanda devreleri ile kontrol edilir. Kumanda devreleri makinelerin çalışmasını, durmasını veya istenilen şekilde ve sürede çalışmasını sağlayan devre elemanlarından oluşur.

2.1.1. Butonlar

Kumanda devresinin enerji geçişini sağlayan veya devreden geçen enerjiyi dışarıdan manuel (elle) müdahale ile kesen kumanda devre elemanına **buton** denir (Görsel 2.1).



Görsel 2.1: Buton çeşitleri

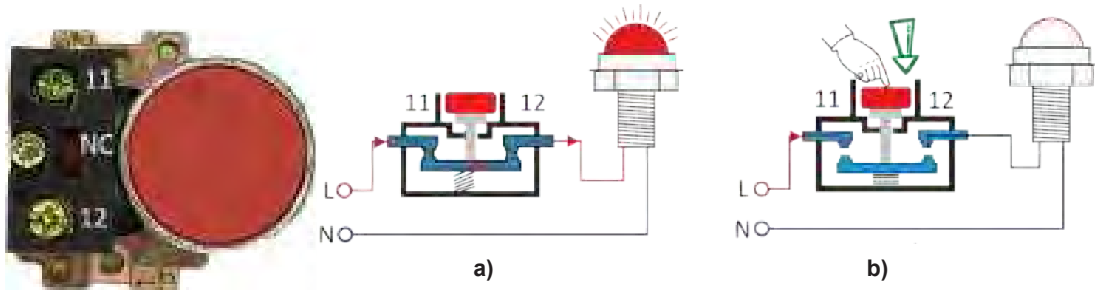
Butonlar yapılarına göre altıya ayrılır.

Ani Temaslı Butonlar: Baskı uygulandığında kontak durumları değişen, uygulanan baskının sona ermesiyle kontak konumları eski hâline dönen butonlardır.

Kalıcı Butonlar: Baskı uygulandığında konumları kalıcı olarak değişen butonlardır. Baskı sona erdiğinde kontaklar eski konumuna dönmez. Kontaktların eski konumuna dönmesi için butona tekrar baskı uygulanmalıdır. Kalıcı tip butonların çevirmeli, anahtarlı ve basmalı tipleri vardır.

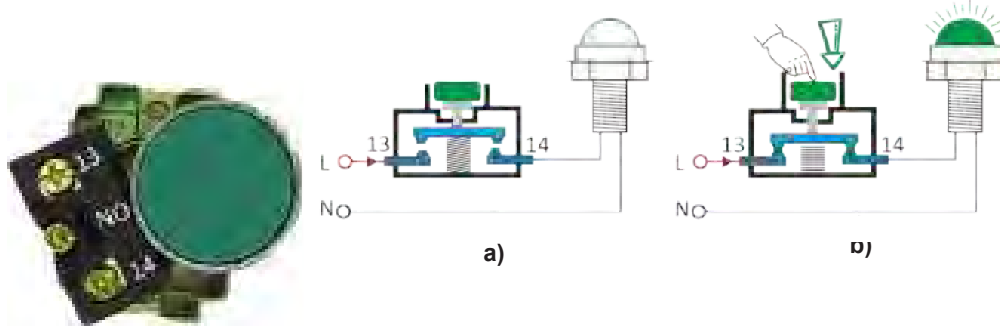
Butonlar çalışmalarına göre dörde ayrılır.

Durdurma (Stop) Butonu: Normalde kapalı buton (NC) olarak da isimlendirilir. Durdurma butonu ani temaslı butondur. Durdurma butonunun kontaktları normalde kapalı olduğu için enerji geçişi gerçekleşir (Görsel 2.2a). Butona baskı uygulandığında kontaktlar açılır ve enerji akışı durur (Görsel 2.2b).



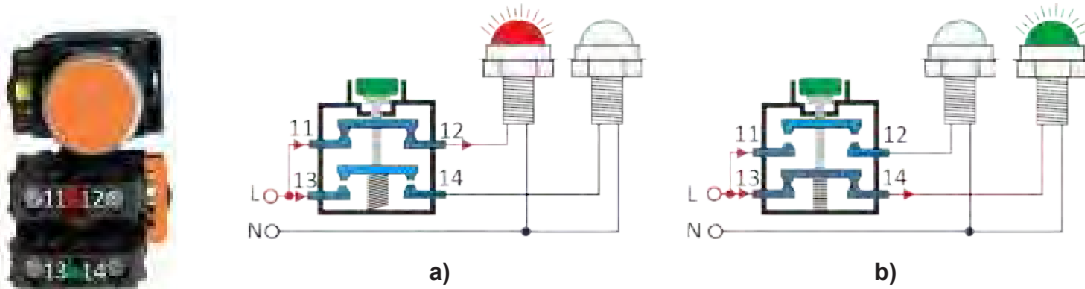
Görsel 2.2: Durdurma butonunun iç yapısı, çalışması

Başlatma (Start) Butonu: Normalde açık (NO) buton olarak da isimlendirilir. Başlatma butonu ani temaslı butondur. Başlatma butonunun kontakları normalde açık olduğu için enerji geçişi gerçekleşmez (Görsel 2.3a). Butona baskı uygulandığında kontaklar temas eder ve enerji akışı gerçekleşir (Görsel 2.3b).



Görsel 2.3: Başlatma butonunun iç yapısı, çalışması

İki Yollu Buton: Normalde açık ve normalde kapalı olmak üzere iki tip kontağı vardır. **Jog** butonu olarak da isimlendirilir. Butona baskı uygulanmadığında 11-12 kontağı kapalı, 13-14 kontağı açık konumdadır. Enerji 11-12 kontağı üzerinden geçer (Görsel 2.4a). Butona baskı uygulandığında kontaklar konum değiştirir ve enerji 13-14 kontağı üzerinden geçer (Görsel 2.4b). İki yollu buton, kontakların yer değiştirmesiyle bir devrenin enerjisini keserken diğer devreye enerji verebilen kumanda devre elemanıdır. Butona yapılan baskı sona erdiğinde kontaklar ilk durumuna döner. İki yollu buton kumanda devrelerinde başlatma ve durdurma butonu olarak da kullanılır.



Görsel 2.4: İki yollu butonun iç yapısı, çalışması

Acil Durdurma Butonu: Tüm sistemin enerjisini kesen ve çalışmasını durduran kumanda devre elemanıdır. Acil durdurma butonlarının normalde kontakları kapalıdır. Sistemde meydana gelebilecek tehlikeli durumlarda acil durdurma butonuna basılır. Yapılan baskıyla kontaklar açılır ve enerji kesilir. Acil durdurma butonu kalıcı tip butondur. Acil durum sona erdiğinde butonu tekrar eski konumuna almak için kapağı ok yönünde çevirip bırakmak gereklidir (Görsel 2.5).



Görsel 2.5: Acil durdurma butonu

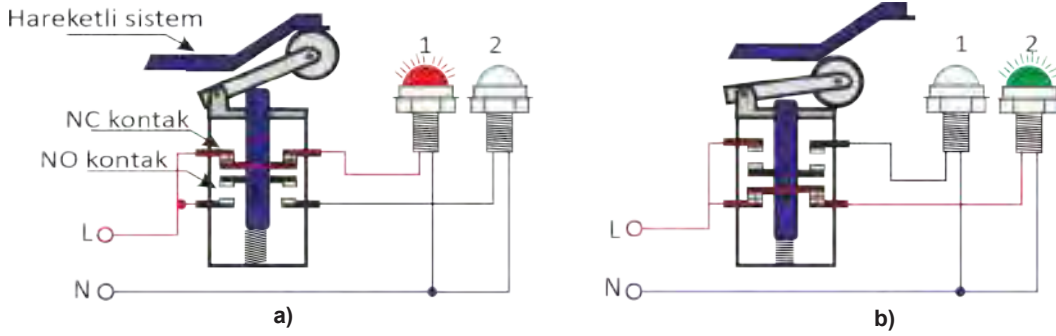
2.1.2. Sınır (Limit) Anahtarları

Bir nesne tarafından kendisine uygulanan fiziksel kuvvetin etkisi sonucu kontakların durumunu değiştiren elektromekanik kumanda elemanıdır (Görsel 2.6). Sınır anahtarı yapısında bulunan kol, pim, piston, makara ve manyetik alan yardımıyla algılama sağlar. Algılama sağlandığında kontaklar durum değiştirir. Sınır anahtarlarında normalde açık ve kapalı kontaklar bulunur.

Belirli bir çalışma sınırı bulunan makine veya sistemin çalışma sınırlarını aşmaması için kullanılır. Garaj kapısı, bant sistemi, takım tezgâhları gibi hareketli sistemlerde sistemin kumandası sınır anahtarı üzerinden yapılır.

Görsel 2.7a'da görüldüğü gibi sınır anahtarının normalde kapalı (NC) kontağı üzerinden enerji geçişi sonucu 1 numaralı lamba enerjilenir.

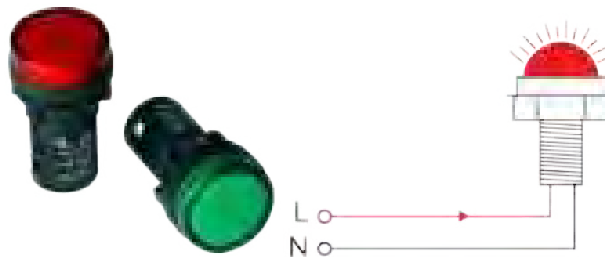
Görsel 2.7b'de hareketli sistemin sınır anahtarına baskı yaptığı görülmektedir. Yapılan baskı sonucu sınır anahtarının kontakları konum değiştirir. Normalde açık (NO) olan kontak kapanır ve 2 numaralı lambanın enerjilenmesini sağlar.



Görsel 2.7: Sınır anahtarının çalışması

2.1.3. Sinyal Lambaları

Kumanda ve güç devresinde enerji olup olmadığını gösteren devre elemanıdır (Görsel 2.8). Sinyal lambalarının 12 V, 24 V, 36 V, 48 V, 230 V gerilimlerde çalışan çeşitleri vardır. Sinyal lambaları pano kapaklarına veya raylara montaj edilir.



Görsel 2.8: Sinyal lambaları

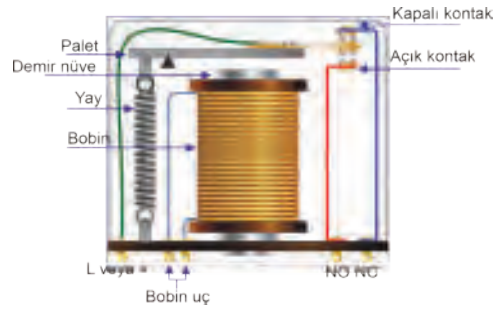
2.1.4. Röleler

Küçük güçlü elektromanyetik anahtardır. Düşük gerilim değeri ile daha yüksek gerilim veya akım değerini kontrol eden röle aynı zamanda kumanda devresi ile güç devresini de birbirinden izole eder. Röle; bobin, palet ve kontak ana parçalarından oluşur. Rölenin normalde açık (NO) ve normalde kapalı (NC) kontaktları vardır. Röleler iki veya daha fazla kontağa sahip olabilir. 5 V- 48 V aralığındaki gerilimlerle beslenen röle bobinleri 5 mA-150 mA arasında akım çeker. AC ve DC gerilimle çalışan çeşitleri vardır. Görsel 2.9'da çok kontaklı röle görülmektedir.



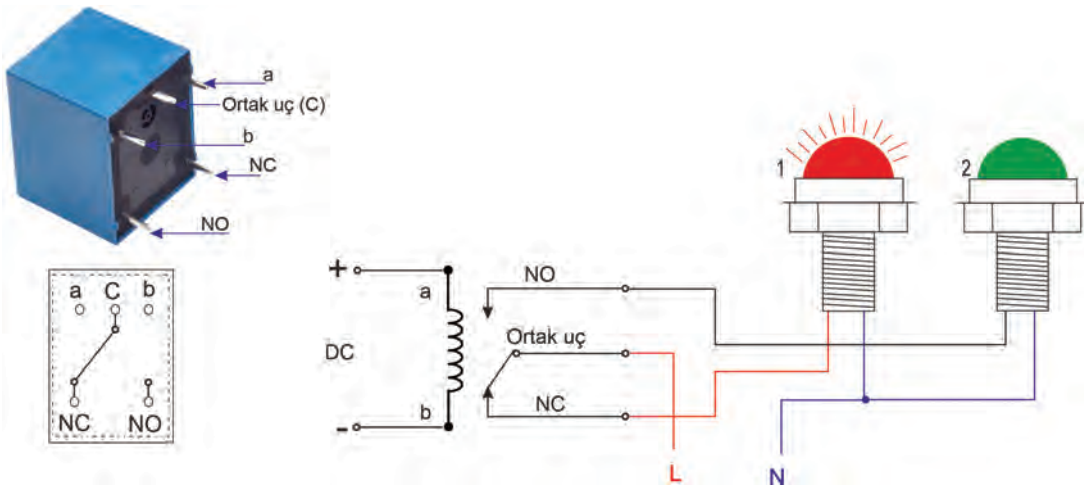
Görsel 2.9: Röle

Bobin uçlarına gerilim uygulandığında bobin içinde bulunan demir nüve mıknatıslanır. Mıknatıslanan demir nüve paleti çeker. Paletin çekilmesi ile kontaktlar konum değiştirir. Bobine uygulanan gerilim kesildiğinde demir nüvedeki mıknatıslanma sona erer ve paletin yay yardımıyla çekilmesi sonucu kontaktlar ilk konumuna döner (Görsel 2.10).



Görsel 2.10: Röle iç yapısı

Görsel 2.11'de rölenin çalışması görülmektedir. Rölenin a-b bobin uçlarına enerji verilmediğinde L fazı normalde kapalı kontak üzerinden 1 numaralı lambayı enerjilendirir. Rölenin a-b bobin uçlarına enerji verildiğinde kontaktlar konum değiştirir. L fazı normalde açık olan kontakın kapanmasıyla 2 numaralı lambanın enerjilenmesini sağlar.

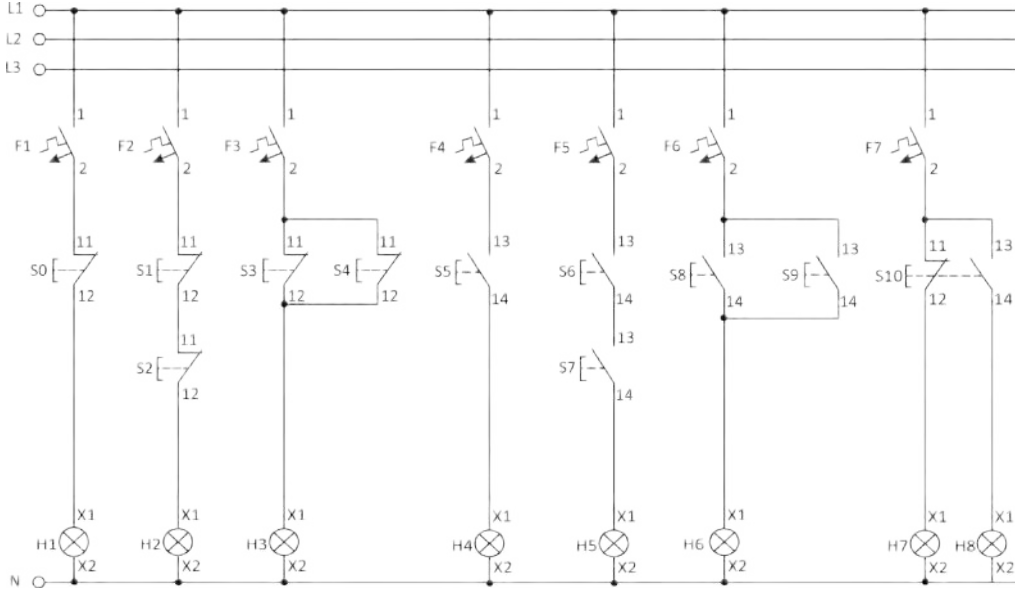


Görsel 2.11: Rölenin çalışması

2.1. Uygulama

BUTONLARIN SERİ VE PARALEL BAĞLANTISI

AMAÇ: Butonların seri ve paralel bağlantılarını yaparak lambaları çalıştırmak.



Görsel 2.12: Buton bağlantıları

Tablo 2.1: Malzeme Listesi

Adı	Özellği	Miktar
Durdurma butonu	Ani temaslı	5 adet
Başlatma butonu	Ani temaslı	5 adet
İki yöllü buton	Ani temaslı	1 adet
Sinyal lambası	230 V	8 adet
Minyatür devre kesici	1P, 25A	7 adet

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Tablo 2.1'de belirtilen malzemelerini kullanınız.
4. Uygulamayı üçer kişilik gruplar hâlinde yapınız.
5. Görsel 2.12'de görülen devrede durdurma butonu uygulamalarını (bir buton, iki buton seri, iki buton paralel) sırasıyla yapınız. Lambaların durumunu gözlemleyiniz.
6. Görsel 2.12'de görülen devrede başlatma butonu uygulamalarını (bir buton, iki buton seri, iki buton paralel) sırasıyla yapınız. Lambaların durumunu gözlemleyiniz.
7. Görsel 2.12'de görülen devrede iki yöllü buton uygulamasını yapınız. Lambaların durumunu gözlemleyiniz.
8. Çalışma ortamını ekip çalışması bilinci içinde düzenleyiniz.



Değerlendirme: Yapacağınız “Butonların Seri ve Paralel Bağlantısı” uygulaması 2.1. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2.1. BUTONLARIN SERİ VE PARALEL BAĞLANTISI UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “2.1. Butonların Seri ve Paralel Bağlantısı” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. **1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi**

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Durdurma butonuyla sinyal lambasını çalıştırdı.					
4	Seri bağlı iki durdurma butonuyla sinyal lambasını çalıştırdı.					
5	Paralel bağlı iki durdurma butonuyla sinyal lambasını çalıştırdı.					
6	Başlatma butonuyla sinyal lambasını çalıştırdı.					
7	Seri bağlı iki başlatma butonuyla sinyal lambasını çalıştırdı.					
8	Paralel bağlı iki başlatma butonuyla sinyal lambasını çalıştırdı.					
9	İki yollu butonla sinyal lambasını çalıştırdı.					
10	Ortamının temizlik ve düzeniyle ilgili sorumluluklarını yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

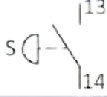
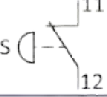
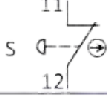
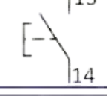
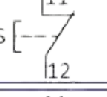
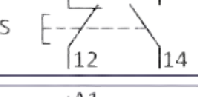
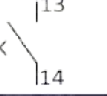
DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

2.2. KUMANDA VE GÜÇ DEVRE SEMBOLLERİ ÇİZİMİ

Kumanda ve güç devreleri IEC [International Electrotechnical Commission (Uluslararası Elektroteknik Komisyonu)] tarafından belirlenen normlara göre çizilir. Kumanda ve güç devre elemanlarının IEC normlarına göre sembolleri Tablo 2.2’de verilmiştir.

Tablo 2.2: Kumanda Devre Eleman Sembolleri

Açıklamalar	IEC Normu
Üç faz nötr ve toprak iletkenleri	
DC gerilim beslemesi (+24V DC)	
Bir fazlı W-otomat sigorta (Minyatür devre kesici)	
Üç fazlı W-otomat sigorta (Minyatür devre kesici)	
Tek fazlı devre kesici (Termal ve Manyetik)	
Üç fazlı devre kesici (Termal ve Manyetik)	
Üç fazlı aşırı akım (Termik) röle kontağı	
Aşırı akım termik rölesi (NO) kontağı	
Aşırı akım termik rölesi (NC) kontağı	
Üç fazlı pako şalter	

Açıklar	IEC Normu
Acil durum (mantar) butonu normalde açık (NO)	
Acil durum (mantar) butonu normalde kapalı (NC)	
Acil stop butonu	
Start (başlatma) butonu	
Stop (durdurma) butonu	
İki yönlü (jog) butonu	
DC röle	
AC röle (kontaktör)	
Normalde açık kontak (NO) (Röle ve kontaktör)	
Normalde kapalı kontak (NC) (Röle ve kontaktör)	
Sınır anahtarı (NO)	
Sınır anahtarı (NC)	

Açıklamalar	IEC Normu
Düz zaman rölesi	
Ters zaman rölesi	
Gecikmeli kapanan düz zaman rölesi (NO) kontağı	
Gecikmeli açılan düz zaman rölesi (NC) kontağı	
Gecikmeli açılan ters zaman rölesi (NO) kontağı	
Gecikmeli kapanan ters zaman rölesi (NC) kontağı	
Üç fazlı kontaktör güç kontağı (NO) kontağı	
Sinyal lambası	
Üç fazlı AC (asenكرون) motor (sincap kafesli)	
Üç fazlı AC (asenكرون) motor (sargılı/bilezikli)	
Bir fazlı AC (asenكرون) motor	

2.2. Uygulama

KUMANDA DEVRE ELEMANLARININ SEMBOLLERİ

AMAÇ: Kumanda devre elemanlarının sembollerini çizmek.

Tablo 2.3: Malzeme Listesi

Adı	Özellği	Miktar
Kurşun kalem (HB), silgi, cetvel, daire şablonu vb.	Teknik resim araç gereçleri	Birer adet

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Tablo 2.3'te belirtilen teknik resim malzemelerini kullanınız.
4. Aşağıda isimleri verilen kumanda devre elamanlarının sembollerini isimlerin üstlerindeki kutucuklara çiziniz.



Acil stop butonu



Başlatma butonu



Durdurma butonu



İki yönlü buton



AC röle



NO kontak



NC kontak



NO sınır anahtarı



3 fazlı kontaktör
güç kontağı



Sinyal lambası



3 fazlı AC motor
(sincap kafesli)



1 fazlı AC motor



3 fazlı otomat
sigorta



3 fazlı aşırı akım
termik röle kontağı



3 fazlı pako şalter



Aşırı akım rölesi
NO kontağı

5. Çalışma ortamını düzenleyiniz.



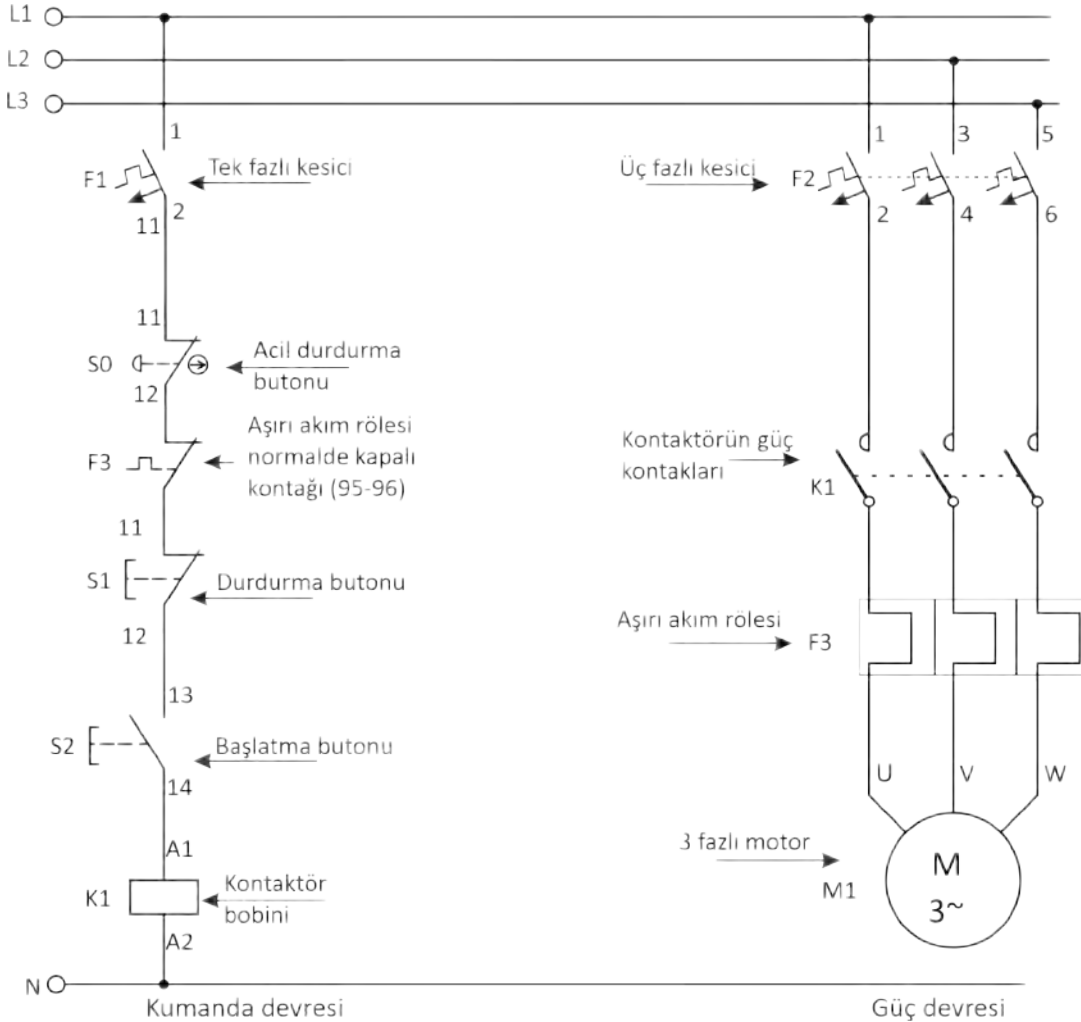
Değerlendirme: Yapacağınız “Kumanda Devre Elemanlarının Sembolleri” uygulaması 2.2. Kontrol Listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız

2.2. KUMANDA DEVRE ELEMANLARININ SEMBOLLERİ UYGULAMASI KONTROL LİSTESİ

Öğrencinin Adı Soyadı:		Öğretmenin Adı Soyadı:	
Sınıfı:		Tarih:	
No:		Süre:	
Ölçütler		EVET	HAYIR
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.		
2	İSG kurallarını yerine getirdi.		
3	Acil stop butonunun sembol çizimini IEC normlarına göre gerçekleştirdi.		
4	Başlatma butonunun sembol çizimini IEC normlarına göre gerçekleştirdi.		
5	Durdurma butonunun sembol çizimini IEC normlarına göre gerçekleştirdi.		
6	İki yollu butonunun sembol çizimini IEC normlarına göre gerçekleştirdi.		
7	AC rölenin sembol çizimini IEC normlarına göre gerçekleştirdi.		
8	NO kontak sembol çizimini IEC normlarına göre gerçekleştirdi.		
9	NC kontak sembol çizimini IEC normlarına göre gerçekleştirdi.		
10	NO sınırlı anahtarı sembol çizimini IEC normlarına göre gerçekleştirdi.		
11	3 fazlı kontaktör kontak sembol çizimini IEC normlarına göre gerçekleştirdi.		
12	Sinyal lambası sembol çizimini IEC normlarına göre gerçekleştirdi.		
13	3 fazlı AC motor sembol çizimini IEC normlarına göre gerçekleştirdi.		
14	1 fazlı AC motor sembol çizimini IEC normlarına göre gerçekleştirdi.		
15	NO sınırlı anahtarı sembol çizimini IEC normlarına göre gerçekleştirdi.		
16	3 fazlı otomat sigorta sembol çizimini IEC normlarına göre gerçekleştirdi.		
17	3 fazlı aşırı akım termik röle kontağı sembol çizimini IEC normlarına göre gerçekleştirdi.		
18	3 fazlı pako şalter sembol çizimini IEC normlarına göre gerçekleştirdi.		
19	3 fazlı aşırı akım röle NO kontağı sembol çizimini IEC normlarına göre gerçekleştirdi.		
20	Ortamının temizlik ve düzeniyle ilgili sorumluluklarını yerine getirdi.		
Toplam			
“Hayır” olarak işaretlenen ölçütler için ilgili uygulama ve konuları tekrar ediniz.			

2.3. KUMANDA VE GÜÇ DEVRELERİ ÇİZİMİ

Asenkron motorlar kumanda ve güç devresi olmak üzere iki devreden oluşur (Görsel 2.13). Öncelikle kumanda devresi çalıştırılır. Kumanda devresinin sorunsuz çalışması halinde güç devresine geçilir. Güç devresi alıcının bulunduğu ve işin yapıldığı devredir. Kumanda devresi ise güç devresinin çalışmasını yönetir. Önce güç devresi çizilir. Güç devresinin çalışmasına uygun olarak kumanda devresi çizilir. Her iki devre çiziminde kullanılan devre elemanları IEC standartlarında belirtilen normlara göre çizilir. Her bir kumanda ve güç devresi elemanı bir sembolle gösterilir.



Görsel 2.13: Üç fazlı bir motorun kesik çalışma için çizilmiş kumanda ve güç devresi

Güç devresi çizilirken seri bağlantı olacak şekilde önce sigorta kontakları sonra kontaktörün güç kontakları ve koruma rölesinin kontakları çizilir. Rölenin çıkışı ise motora bağlanır.

Kumanda devresi çiziminde ise sırasıyla koruma, durdurma ve çalıştırma elemanlarının sembolleri seri bağlantı olacak şekilde çizilir. Ardından güç devresindeki alıcıyı çalıştıracak kontaktör ve rölelerin bağlantıları çizilir. Elemanlar arasında bağlantıyı gösteren çizgilerin her biri tek bir kablo bağlantısı olduğunu gösterir.

Kumanda ve güç devre çizimlerinde kullanılan elemanlar genellikle aşağıdaki harflerle isimlendirilir.

Kontaktör	K1, K2,...
Yardımcı kontaktörler	K1, K2,...
Zaman rölesi	TR1, TR2,...
Sigortalar	F1, F2, F3,...
Aşırı akım rölesi	F1, F2, F3,...
Koruma röleleri	OL
Sinyal lambaları	H1, H2, H3,...
Sınır anahtarı	LS1, LS2,...
Butonlar	S1, S2...
Fazlar	L1, L2, L3...

2.4. KUMANDA VE GÜÇ DEVRELERİ

Güç devresi, motorun şebekeden çektiği akımın geçtiği devredir. Güç devresini oluşturan elemanlar genel olarak sigorta, kontaktör ve aşırı akım rölesi kontakları ile motordan oluşur.

Kumanda devresinde ise genellikle sigorta, acil durdurma butonu, aşırı akım koruma rölesi kontağı, sensör kontakları ile durdurma butonu (stop) ve çalıştırma butonu (start) birbirine seri bağlanır.

Kumanda devresi motorun çalışmasını yöneten devredir. Asenkron motorun çalışmaya başlamasını, durmasını, devir yönünün ayarlanmasını, zaman ayarlı olarak çalışmasını, motorun koruma röleleri ile korunmasını yöneten devredir.

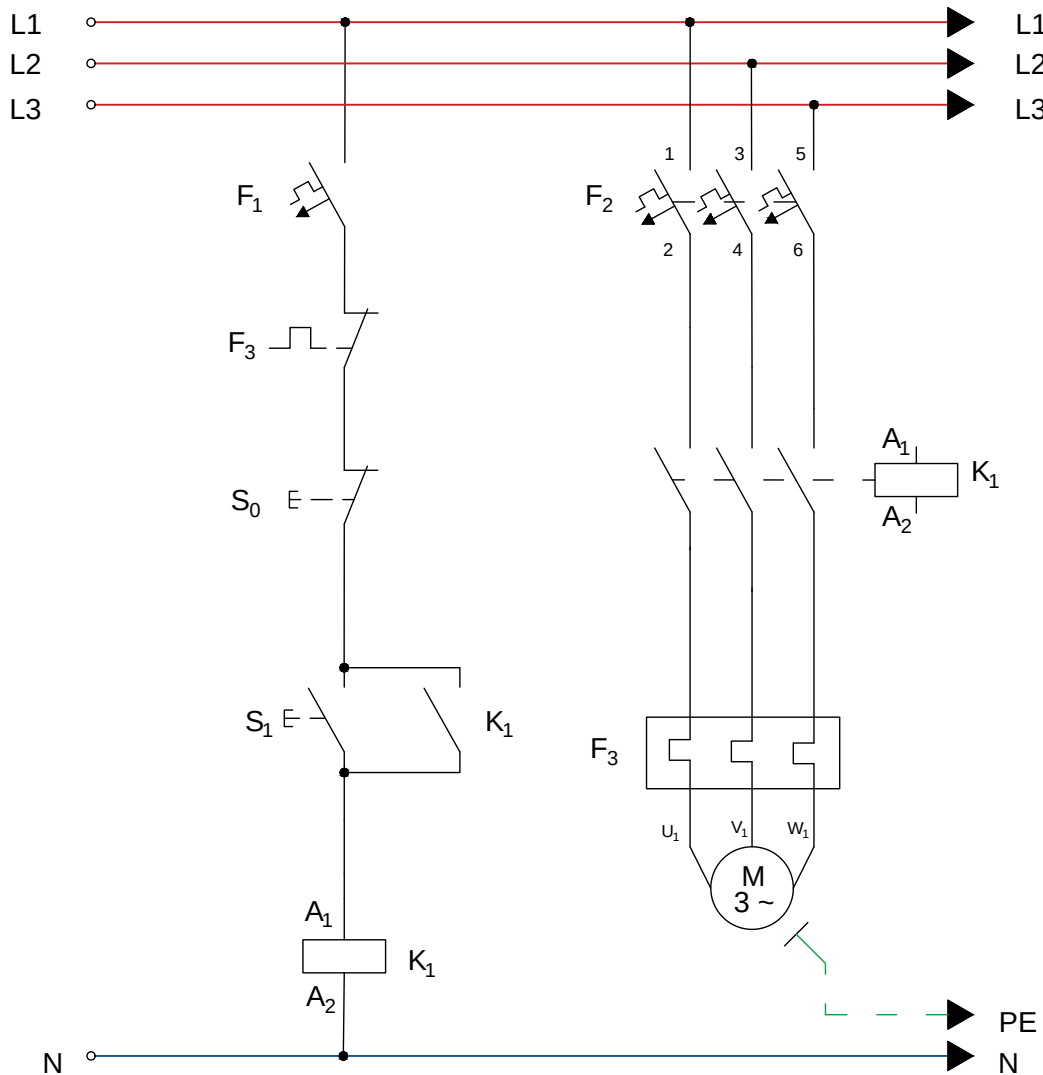
Kumanda devresinin görevleri şunlardır:

- Acil durumlarda tüm sistemin enerjisini keser.
- Güç devresini n çalışmaya başlamasını ve durmasını sağlar.
- Motorun kesik çalışmasını, sürekli çalışmasını, ileri-geri çalışmasını, yıldız-üçgen geçişlerini, istenen sürelerde çalışmasını kumanda eder.
- Birden fazla motorun çalışmasını kontrol eder.
- Güç devresine bağlanan alıcı kontaktörler üzerinden kumanda edilir.
- Koruma röleleri ile motorun korunmasını sağlar.

2.3. Uygulama

KESİK ÇALIŞMA DEVRESİ

AMAÇ: Asenkron motorların kesik çalışması (butona basıldığı süre boyunca) için kumanda ve güç devresini oluşturmak.



Görsel 2.14: Asenkron motorların kesik çalışma bağlantı şeması

Tablo 2.4: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Sigorta	400 V, 230 V, 50 Hz	2 adet
Aşırı akım rölesi	1 C/O, 8 A, 2000 VA	1 adet
Buton	Start, stop	2 adet
Kontaktör	AC1, 32 A	1 adet
El aletleri	Pense, tornavida	2 adet

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Görsel 2.14'te verilen şemaya göre devrenizi kurunuz.
9. Tablo 2.4'te listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
10. Seçtiğiniz malzemelerin sağlamlığını fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
11. Güç devresi ve kumanda devresi elemanlarını yerine monte ediniz.
12. Güç ve kumanda devresinde kullanılacak iletkenleri renk ve kesitlerine göre seçiniz.
13. İletken bağlantılarını yüksük, uygun pens vb. kullanarak gerçekleştiriniz.
14. Öğretmen gözetiminde devreye enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
15. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.

Notlar



Değerlendirme: Yapacağınız “Kesik Çalışma Devresi” uygulaması 2.3. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

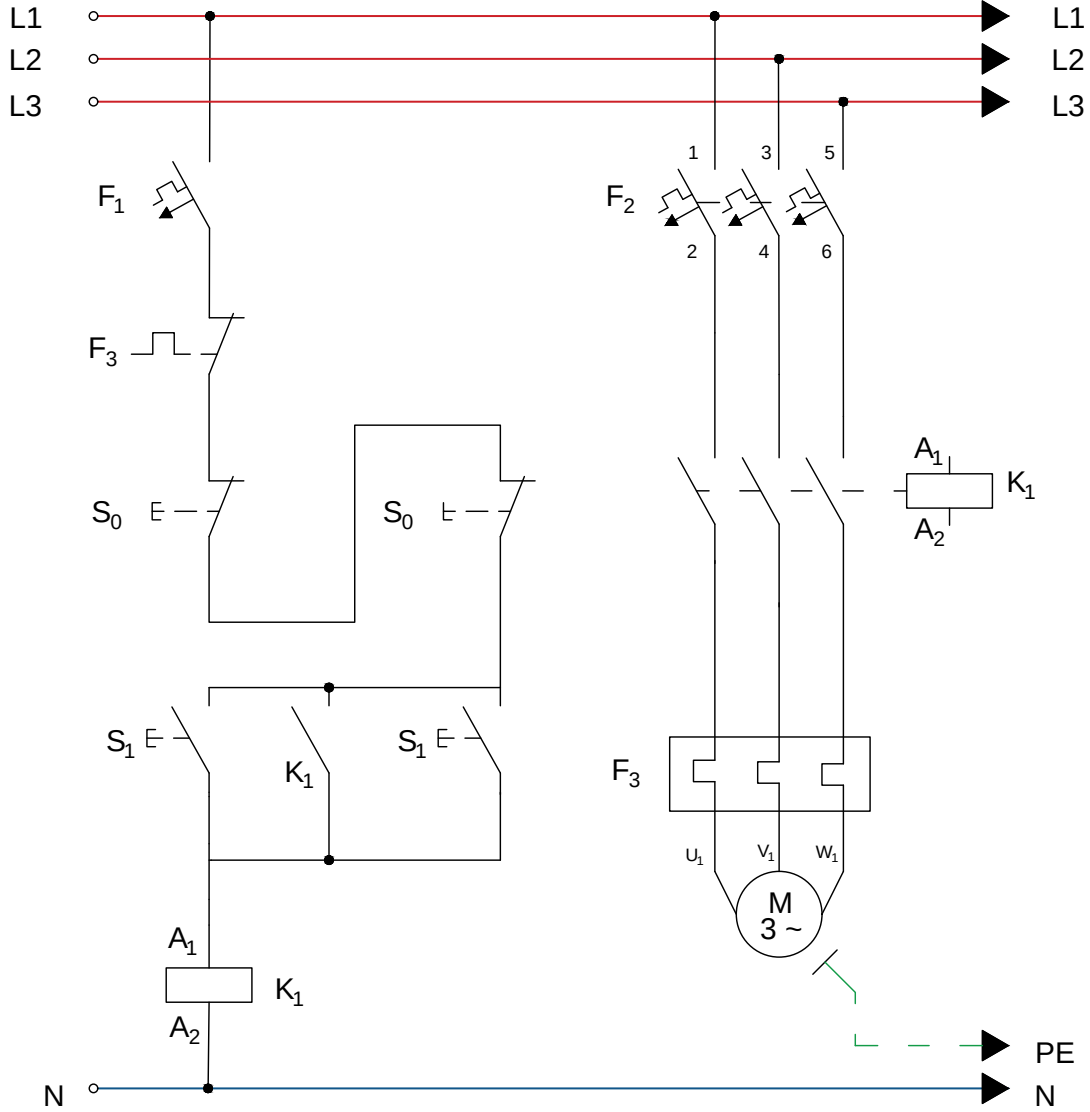
2.3. KESİK ÇALIŞMA DEVRESİ UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:				
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:				
Tarih:	Süre:				
YÖNERGE: “2.3. Kesik Çalışma Devresi” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. 1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi					
Ölçütler	1	2	3	4	5
1 Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2 İSG kurallarını yerine getirdi.					
3 Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4 Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5 Güç devresi ve kumanda devresi bağlantılarını yaptı.					
6 Uygun el aletleri (pens, yüksük, papuç vb.) kullandı.					
7 Enerji verme prosedürünü uyguladı.					
8 Enerji vererek devrenin çalışmasını test etti.					
9 Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
10 Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
11 Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları					
Ölçek Puanı					
DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]					

2.4. Uygulama

SÜREKLİ ÇALIŞMA DEVRESİ

AMAÇ: Asenkron motorların sürekli çalışması için kumanda ve güç devresini oluşturmak.



Görsel 2.15: Asenkron motorların sürekli çalışma bağlantı şeması

Tablo 2.5: Malzeme Listesi

Adı	Özellği	Miktar
Sigorta	400 V, 230 V, 50 Hz	2 adet
Aşırı akım rölesi	1 C/O, 8 A, 2000 VA	1 adet
Buton	Start, stop	2 adet
Kontaktör	AC1, 32 A	1 adet
El aletleri	Pense, tornavida	2 adet

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Görsel 2.15'te verilen şemaya göre devrenizi kurunuz.
9. Tablo 2.5'te listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
10. Seçtiğiniz malzemelerin sağlamlığını fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
11. Güç devresi ve kumanda devresi elemanlarının bağlantılarını gerçekleştiriniz.
12. Güç ve kumanda devresinde kullanılacak iletkenleri renk ve kesitlerine göre seçiniz.
13. İletken bağlantılarını yüksük, uygun pens vb. kullanarak gerçekleştiriniz.
14. Öğretmen gözetiminde cdevreye enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
15. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.

Notlar

[illegible]



Değerlendirme: Yapacağınız “Kumanda Devre Elemanlarının Sembolleri” uygulaması 2.2. Kontrol Listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız

2.4. SÜREKLİ ÇALIŞMA DEVRESİ UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “2.4. Sürekli Çalışma Devresi” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır.

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

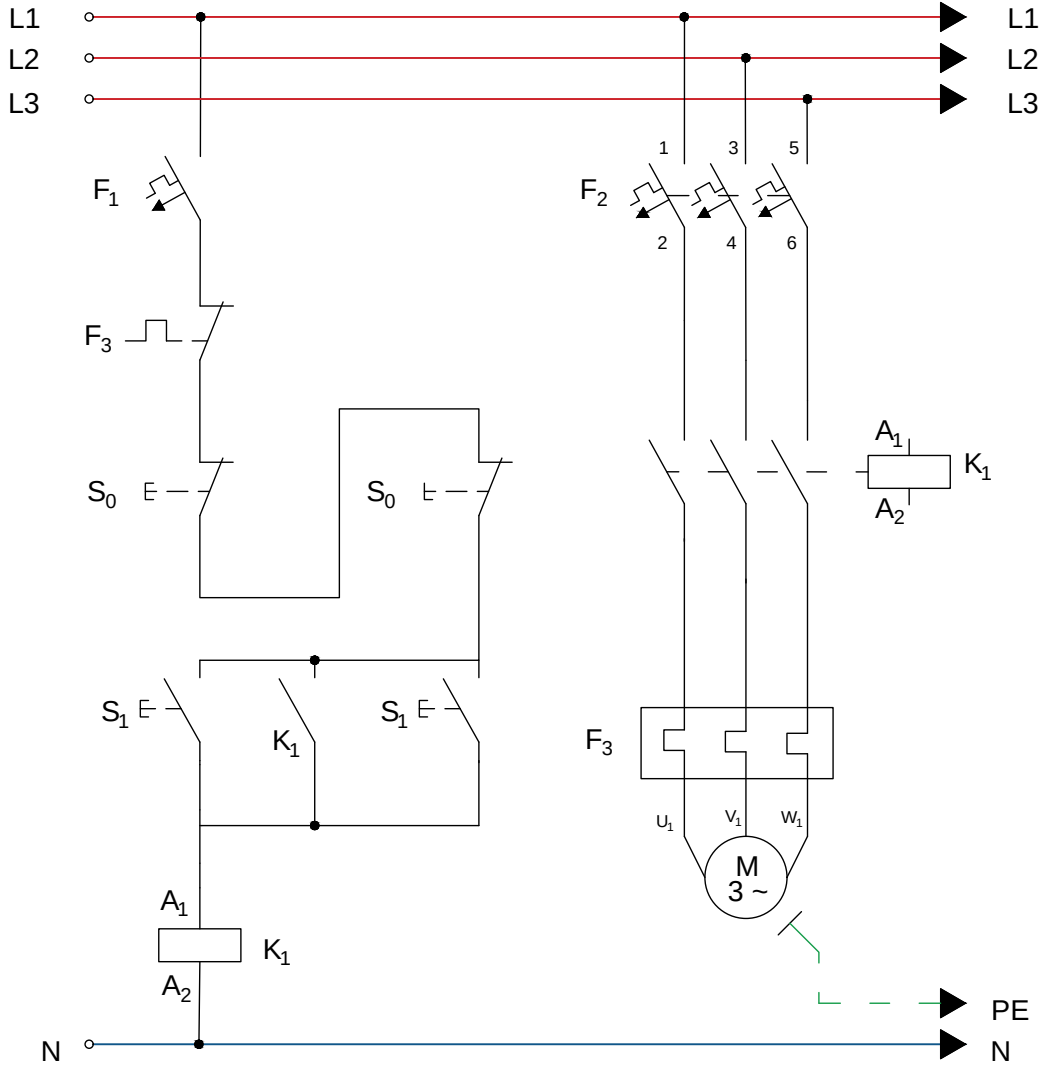
Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Güç devresi ve kumanda devresi bağlantılarını yaptı.					
6	Uygun el aletleri (pens, yüksük, papuç vb.) kullandı.					
7	Enerji verme prosedürünü uyguladı.					
8	Enerji vererek makinenin çalışmasını test etti.					
9	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
10	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
11	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

2.5. Uygulama

İKİ KUMANDA MERKEZLİ SÜREKLİ ÇALIŞMA DEVRESİ

AMAÇ: Asenkron motorların iki farklı noktadan sürekli çalışması için kumanda ve güç devresini oluşturmak.



Görsel 2.16: Asenkron motorların iki kumanda merkezli sürekli çalışma bağlantı şeması

Tablo 2.6: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Sigorta	400 V, 230 V, 50 Hz	2 adet
Aşırı akım rölesi	1 C/O, 8 A, 2000 VA	1 adet
Buton	Start, stop	4 adet
Kontaktör	AC1, 32 A	1 adet
El aletleri	Pense, tornavida	2 adet



Değerlendirme: Yapacağınız “İki Kumanda Merkezli Sürekli Çalışma Devresi” uygulaması 2.5. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2.5. İKİ KUMANDA MERKEZLİ SÜREKLİ ÇALIŞMA DEVRESİ UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “2.5. İki Kumanda Merkezli Sürekli Çalışma Devresi” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. **1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi**

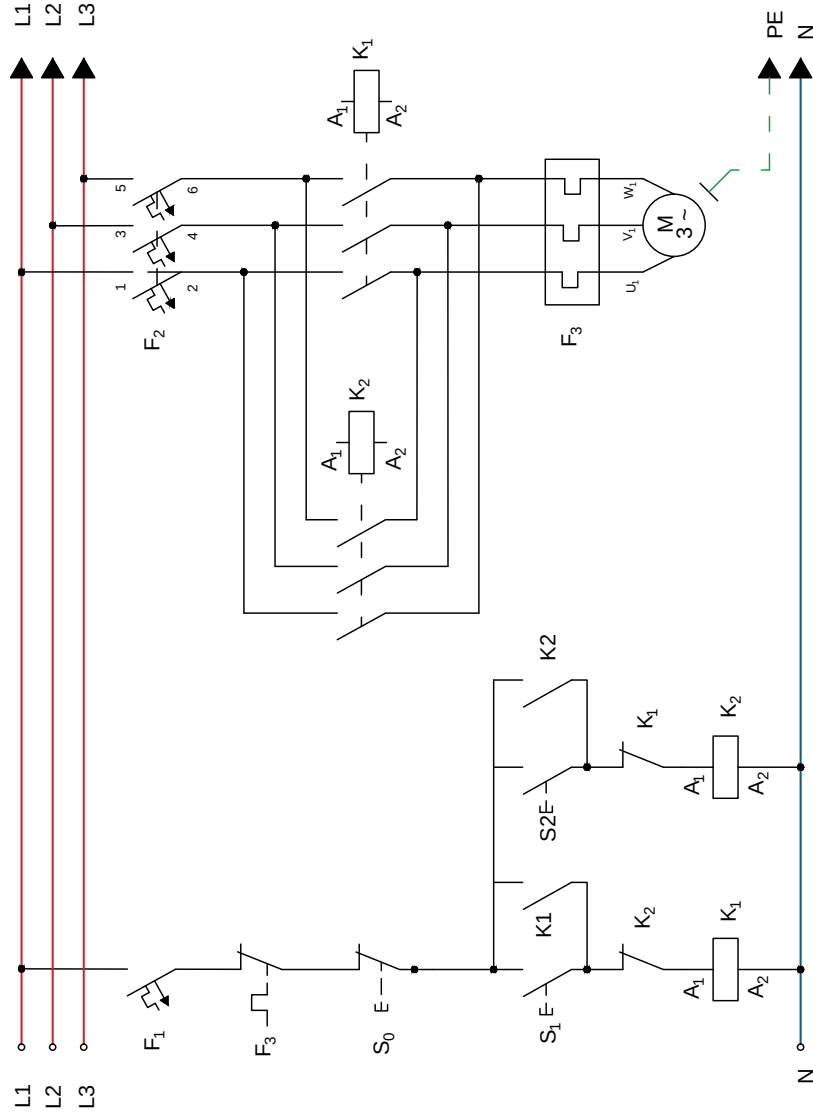
Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Güç devresi ve kumanda devresi bağlantılarını yaptı.					
6	Uygun el aletleri (pens, yüksük, papuç vb.) kullandı.					
7	Enerji verme prosedürünü uyguladı.					
8	Enerji vererek makinenin çalışmasını test etti.					
9	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
10	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
11	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

2.6. Uygulama

ELEKTRİKSEL KİLİTLEMELİ DEVİR YÖNÜ DEĞİŞTİRME DEVRESİ

AMAÇ: Asenkron motorların elektriksel kilitlemeli devir yönü değiştirme çalışması için kumanda ve güç devresini oluşturmak.



Görsel 2.17: Asenkron motorların elektriksel kilitlemeli devir yönü değiştirme bağlantı şeması

Tablo 2.7: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Sigorta	400 V, 230 V, 50 Hz	2 adet
Aşırı akım rölesi	1 C/O, 8 A, 2000 VA	1 adet
Buton	Start, stop	3 adet
Kontaktör	AC1, 32 A	2 adet
El aletleri	Pense, tornavida	1 adet

**İŞLEM BASAMAKLARI**

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Görsel 2.17'de verilen şemaya göre devrenizi kurunuz.
9. Tablo 2.7'de listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
10. Seçtiğiniz malzemelerin sağlamlığını fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
11. Güç devresi ve kumanda devresi elemanlarını yerine monte ediniz.
12. Güç ve kumanda devresinde kullanılacak iletkenleri renk ve kesitlerine göre seçiniz.
13. İletken bağlantılarını yüksük, uygun pens vb. kullanarak gerçekleştiriniz.
14. Öğretmen gözetiminde cihaza enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
15. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.

Notlar

● _____ !

● _____

○ _____

○ _____

○ _____

○ _____

○ _____

○ _____

○ _____

○ _____

○ _____

○ _____



Değerlendirme: Yapacağınız “Elektriksel Kilitlemeli Devir Yönü Değiştirme Devresi” uygulaması 2.6. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2.6. ELEKTRİKSEL KİLİTLEMELİ DEVİR YÖNÜ DEĞİŞTİRME DEVRESİ UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “2.6. Elektriksel Kilitlemeli Devir Yönü Değiştirme Devresi” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. **1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi**

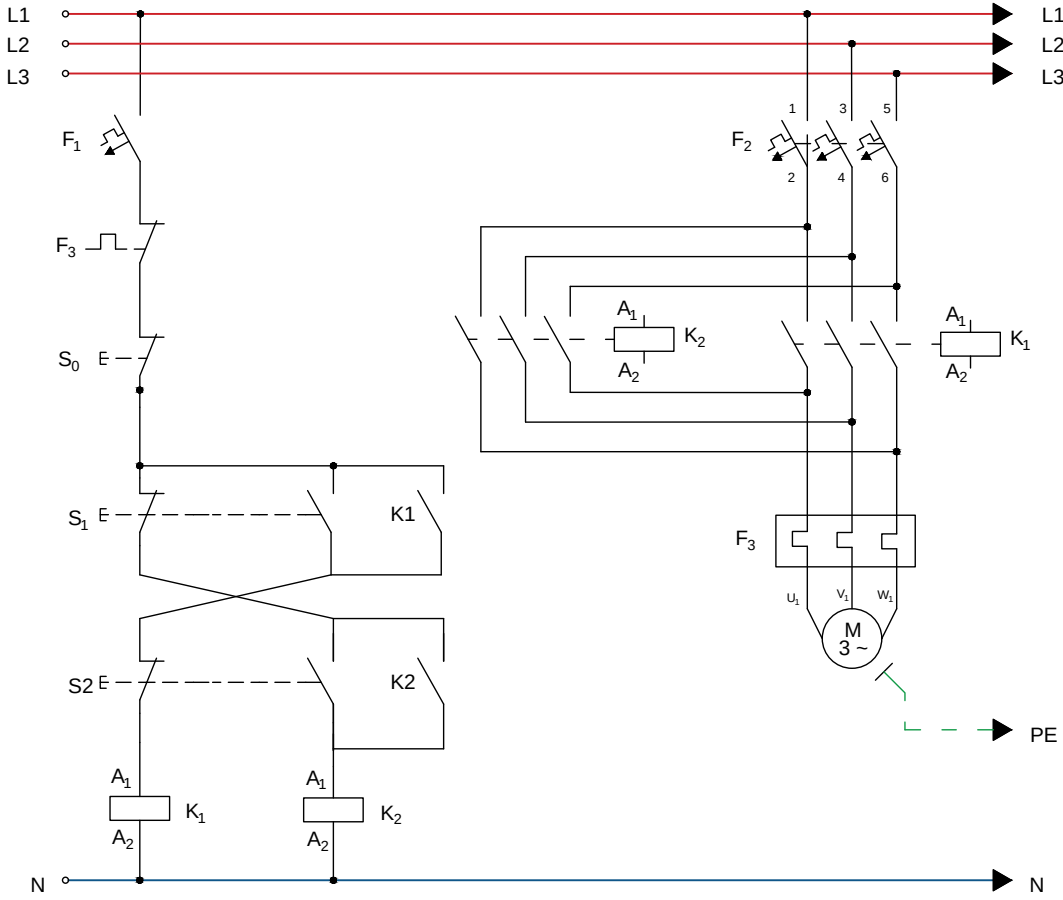
Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Güç devresi ve kumanda devresi bağlantılarını yaptı.					
6	Uygun el aletleri (pens, yüksük, papuç vb.) kullandı.					
7	Enerji verme prosedürünü uyguladı.					
8	Enerji vererek makinenin çalışmasını test etti.					
9	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
10	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
11	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

2.7. Uygulama

BUTON KİLİTLEMELİ DEVİR YÖNÜ DEĞİŞTİRME DEVRESİ

AMAÇ: Asenkron motorların buton kilitlemeli devir yönü değiştirme çalışması için kumanda ve güç devresini oluşturmak.



Görsel 2.18: Asenkron motorların butonsal kilitlemeli devir yönü değiştirme bağlantı şeması

Tablo 2.8: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Sigorta	400 V, 230 V, 50 Hz	2 adet
Aşırı akım rölesi	1 C/O, 8 A, 2000 VA	1 adet
Buton	Start çift yönlü, stop	3 adet
Kontaktör	AC1, 32 A	2 adet
El aletleri	Pense, tornavida	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Görsel 2.18'de verilen şemaya göre devrenizi kurunuz.
9. Tablo 2.8'de listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
10. Seçtiğiniz malzemelerin sağlamlığını fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
11. Güç devresi ve kumanda devresi elemanlarını yerine monte ediniz.
12. Güç ve kumanda devresinde kullanılacak iletkenleri renk ve kesitlerine göre seçiniz.
13. İletken bağlantılarını yüksük, uygun pens vb. kullanarak gerçekleştiriniz.
14. Öğretmen gözetiminde cihaza enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
15. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.

Notlar

Two horizontal lines for notes, each starting with a brown dot and ending with a brown exclamation mark.

Below the notes section, there are ten empty circles, each followed by a horizontal line for additional notes or observations.



Değerlendirme: Yapacağınız “Buton Kilitlemeli Devir Yönü Değiştirme Devresi” uygulaması 2.7. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2.7. BUTON KİLİTLEMELİ DEVİR YÖNÜ DEĞİŞTİRME DEVRESİ UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “2.7. Buton Kilitlemeli Devir Yönü Değiştirme Devresi” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. **1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi**

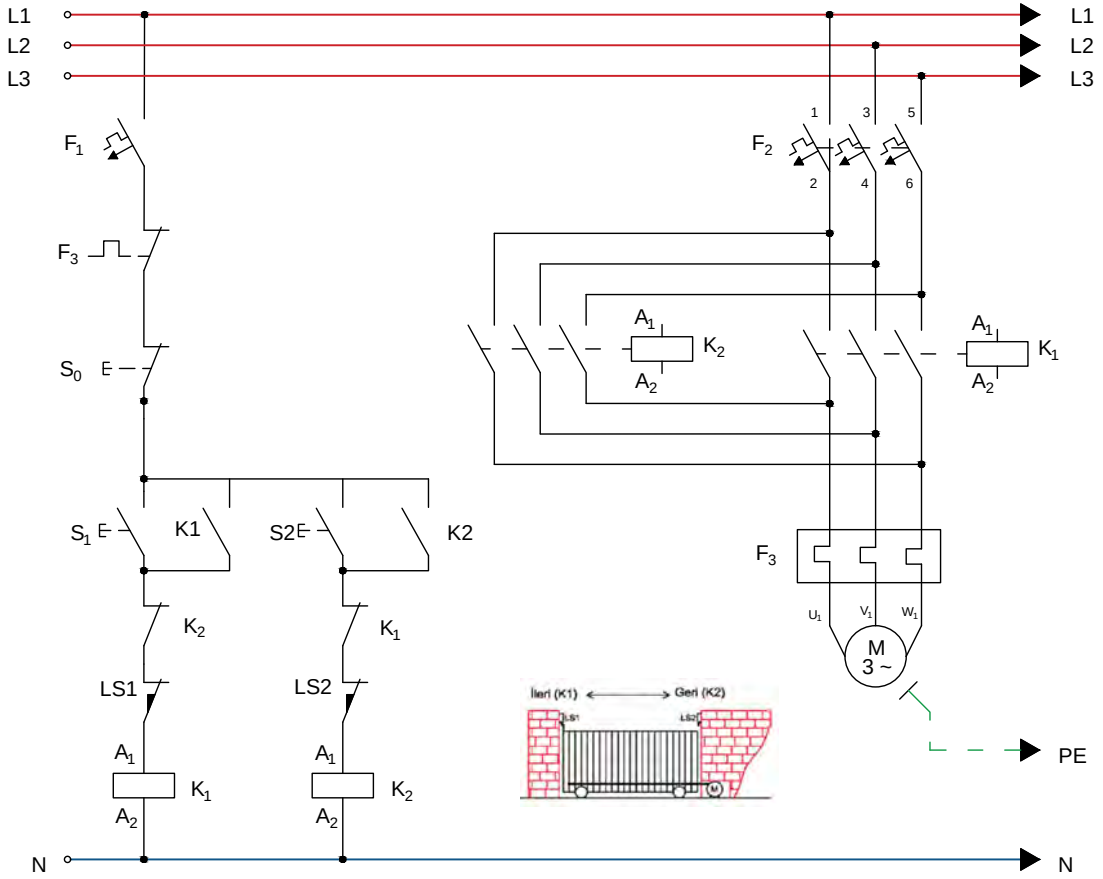
Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Güç devresi ve kumanda devresi bağlantılarını yaptı.					
6	Uygun el aletleri (pens, yüksük, papuç vb.) kullandı.					
7	Enerji verme prosedürünü uyguladı.					
8	Enerji vererek makinenin çalışmasını test etti.					
9	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
10	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
11	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

2.8. Uygulama

SINIR ANAHTARI İLE DEVİR YÖNÜ DEĞİŞTİRME DEVRESİ

AMAÇ: Asenkron motorların sınır anahtarıyla devir yönü değiştirme çalışması için kumanda ve güç devresini oluşturmak.



Görsel 2.19: Asenkron motorların sınır anahtarı ile devir yönü değiştirme bağlantı şeması

Tablo 2.9: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Sigorta	400 V, 230 V, 50 Hz	2 adet
Aşırı akım rölesi	1 C/O, 8 A, 2000 VA	1 adet
Buton	Start, stop	2 adet
Kontaktör	AC1, 32 A	2 adet
Sınır anahtarı	Makaralı / pimli	2 adet
El aletleri	Pense, tornavida	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite standartlarını uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Görsel 2.19'da verilen şemaya göre devrenizi kurunuz.
9. Tablo 2.9'da listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
10. Seçtiğiniz malzemelerin sağlamlığını fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
11. Güç devresi ve kumanda devresi elemanlarını yerine monte ediniz.
12. Güç ve kumanda devresinde kullanılacak iletkenleri renk ve kesitlerine göre seçiniz.
13. İletken bağlantılarını yüksük, uygun pens vb. kullanarak gerçekleştiriniz.
14. Öğretmen gözetiminde cihaza enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
15. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.

Notlar

[illegible]



Değerlendirme: Yapacağınız “Sınır Anahtarıyla Devir Yönü Değiştirme Devresi” uygulaması 2.8. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

2.8. SINIR ANAHTARIYLA DEVİR YÖNÜ DEĞİŞTİRME DEVRESİ UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “2.8. Sınır Anahtarıyla Devir Yönü Değiştirme Devresi” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. **1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi**

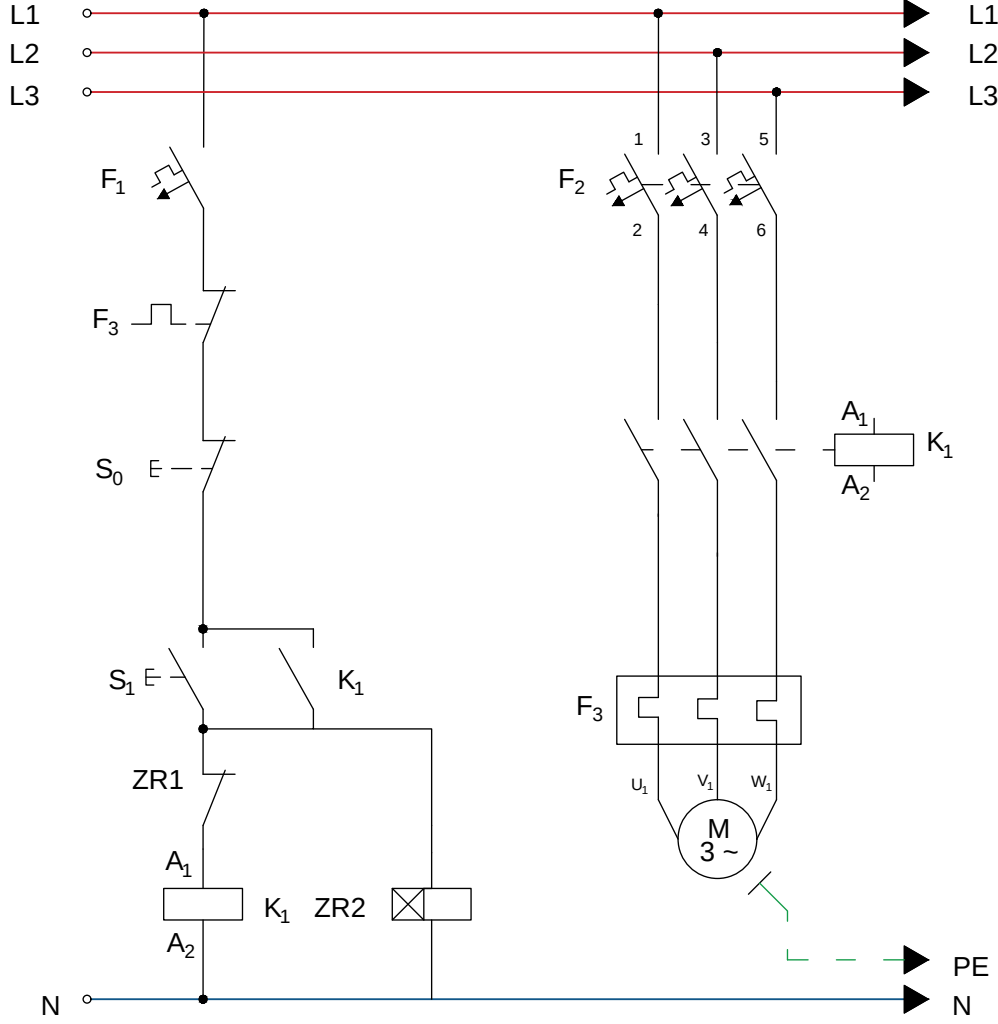
Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Güç devresi ve kumanda devresi bağlantılarını yaptı.					
6	Uygun el aletleri (pens, yüksük, papuç vb.) kullandı.					
7	Enerji verme prosedürünü uyguladı.					
8	Enerji vererek makinenin çalışmasını test etti.					
9	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
10	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
11	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

2.9. Uygulama

ZAMAN AYARLI ÇALIŞMA DEVRESİ

AMAÇ: Asenkron motorların zaman ayarlı çalışması için kumanda ve güç devresini oluşturmak.



Görsel 2.20: Asenkron motorların zaman ayarlı çalışma devresi bağlantı şeması

Tablo 2.10: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Sigorta	400 V, 230 V, 50 Hz	2 adet
Aşırı akım rölesi	1 C/O, 8 A, 2000 VA	1 adet
Buton	Start çift yöllü, stop	2 adet
Kontaktör	AC1, 32 A	1 adet
Sınır anahtarı	Makaralı / pimli	2 adet
El aletleri	Pense, tornavida	1 adet

- ## Notlar

[illegible]



Değerlendirme: Yapacağınız “Kumanda Devre Elemanlarının Sembolleri” uygulaması 2.2. Kontrol Listesi kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız

2.9. ZAMAN AYARLI ÇALIŞMA DEVRESİ UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “2.9. Zaman Ayarlı Çalışma Devresi” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. **1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi**

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Güç devresi ve kumanda devresi bağlantılarını yaptı.					
6	Uygun el aletleri (pens, yüksük, papuç vb.) kullandı.					
7	Enerji verme prosedürünü uyguladı.					
8	Enerji vererek makinenin çalışmasını test etti.					
9	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
10	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
11	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

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

1. (...) Kalıcı buton, uygulanan baskının sona ermesiyle kontak konumları ilk hâline dönen butondur.
2. (...) Röle, küçük güçlü elektromanyetik anahtardır.
3. (...) Güç devresi motorun çalışmasını yöneten devredir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadeyi yazınız.

4. Durdurma butonunun kontakları normalde olduğu için enerji geçişi gerçekleşir.
5. Kumanda devresinde enerji olduğunu işaret eden devre elemanına denir.
6. Motorun şebekeden çektiği akımın geçtiği devre devresidir.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

7. Aşağıdakilerden hangisi jog butonun diğer adıdır?

- A) Acil durdurma butonu
- B) Başlatma (Start) butonu
- C) Durdurma (Stop) butonu
- D) İki yönlü buton
- E) Sınır anahtarı

8. Aşağıdakilerden hangisi düşük gerilim değeri ile daha yüksek gerilim veya akım değerini kontrol eden elemandır?

- A) Başlatma (start) butonu
- B) Jog buton
- C) Kapasitör
- D) Sinyal lambası
- E) Röle

9. Aşağıdakilerden hangisi güç devresini oluşturan elemanlardan biri değildir?

- A) Acil durdurma butonu
- B) Asenkron motor
- C) Aşırı akım rölesi
- D) Kontaktör
- E) Üç fazlı sigorta

10. Aşağıdakilerden hangisi kumanda devresi tarafından yapılmaz?

- A) Acil durumlarda tüm sistemin enerjisini keser.
- B) Motor uçlarına enerji sağlar.
- C) Birden fazla motorun çalışmasını kontrol eder.
- D) Güç devresinin çalışmaya başlamasını ve durmasını sağlar.
- E) Koruma röleleri ile motorun korunmasını sağlar.



3. Öğrenme Birimi

ASENKRON MOTORLARA YOL VERME TEKNİKLERİ

KONULAR

- 3.1. ASENKRON MOTORLARIN KALKINMASI VE ETKLERİ
- 3.2. ASENKRON MOTORLARA YOL VERME YÖNTEMLERİ
- 3.3. AC MOTOR SÜRÜCÜLERİ İLE DEVİR AYARI
- 3.4. ÇİFT DEVİRLİ ASENKRON (DAHLENDER) MOTORLARA YOL VERME YÖNTEMLERİ

TEMEL KAVRAMLAR

asenكرون motor, yol verme, kalkış akımı, sürücü, kontrol, dahlender bağlantı

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Mekanik sistemlerde hareketi sağlayan elemanlar hakkında bildiklerinizi ifade ediniz.
2. Elektrik enerjisini hareket enerjisine dönüştüren cihazların şebekeden ilk anda çektikleri akım miktarı hakkında bildiklerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.
3. Elektrik motorları çalıştırılırken neden yol verme yöntemleri kullanıldığını tartışınız.



3.1. ASEKRON MOTORLARIN KALKINMASI VE ETKİLERİ

Asenkron motorlar alternatif akımı hareket enerjisine dönüştüren elektrik makineleridir (Görsel 3.1). Genel anlamda stator faz sargısına göre bir fazlı asenkron motorlar ve üç fazlı asenkron motorlar olmak üzere iki gruba ayrılır. 3 kW'tan büyük motorlar üç fazlı olarak çalıştırılır.



Görsel 3.1: Asenkron Motor

Üç fazlı asenkron motorlar ilk çalışma anında endüvi reaksiyonundan dolayı şebekeden normal çalışma akımının 4 ile 6 katı arasında akım çeker. Bu kısa süreli akımlara **kalkış akımı** denir. Asenkron motora gerilim uygulandığında stator sargılarında bir manyetik alan meydana gelir. Statorda oluşan manyetik alan kuvvet çizgilerinin tamamı rotor çubuklarını keser. Manyetik alan içinde kalan rotorda indüklenen gerilim ve rotor çubuklarından geçen akım en büyük değerine ulaşır. Rotor ilk anda dönmediğinden zıt EMK (elektromotor kuvvet) en küçük değerindedir. Bu nedenle motor şebekeden en büyük akımı çeker. Rotor dönüş hızı normal devrine ulaştığında ise bu akım azalarak normal değerine düşer.

Kalkış akımları, iletkenlerin iç dirençlerinden dolayı iletkenlerin ısınmasına ve gerilim düşümlerine neden olur. Aynı zamanda asenkron motorun gücü ve döndürme momenti motorlara uygulanan gerilimin karesi ile orantılı olduğundan gerilim düşümünden dolayı motorun gücü ve momenti de düşecektir. Gerilim düşüm değerleri yönetmeliklerce belirlenen, tolere edilebilir aralıklarda olmalıdır. Güç devrelerinde iç tesisler yönetmeliğine göre gerilim düşümü miktarı, dağıtım kutusu ile son alıcı arasında %3'ü geçmemelidir. Örneğin üç fazlı güç sistemlerinde şebeke gerilimi 400 Volt olduğundan en son alıcıda en fazla $400 \times 0,03 = 12$ V düşmelidir. Yani en düşük şebeke gerilim değeri 388 V olmalıdır.

Güçleri 4 kW'tan küçük asenkron motorların kalkış akımları hatlardan ihmal edilebilir düzeyde akım çeker. Bu yüzden 4 kW'tan daha küçük güce sahip asenkron motorlar şebekeye direkt bağlanarak motora yol verilir. Direkt yol vermede kalkış anında aynı şebekeden beslenen büyük güçlü motorlar var ise gerilim düşümünden dolayı devre dışı kalmaması için öncelikle bu motorlar devreye alınır.

Kısa devre rotorlu asenkron motorlarda kalkış anındaki akımları önlemek için motor düşük gerilim ya da düşük frekansla çalıştırılır. Rotoru sargılı asenkron motorlarda ise rotor sargılarına direnç bağlanarak motora yol verilir.

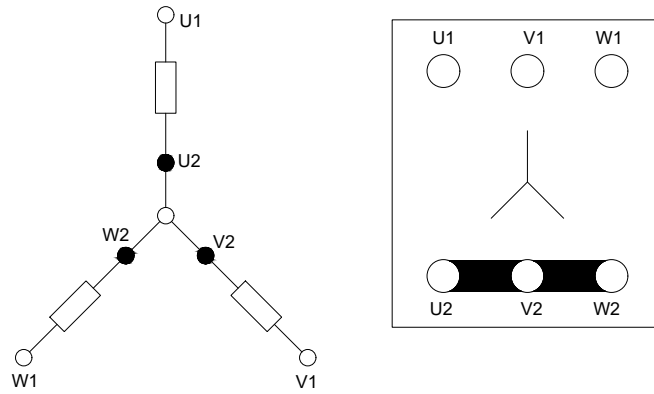
4 KW'tan büyük motorlarda ise kalkış akımlarının neden olacağı olumsuz durumları ve gerilim düşümlerini engellemek için çok çeşitli yol verme yöntemleri kullanılır.

3.2. ASENKRON MOTORLARA YOL VERME YÖNTEMLERİ

Kısa süreli çekilen kalkış akımların etkilerinden korunmak için bir fazlı ve üç fazlı motorlarda ayrı ayrı yol verme yöntemleri kullanılır. 3 fazlı motorlarda yaygın olarak kullanılan yol verme yöntemleri şunlardır:

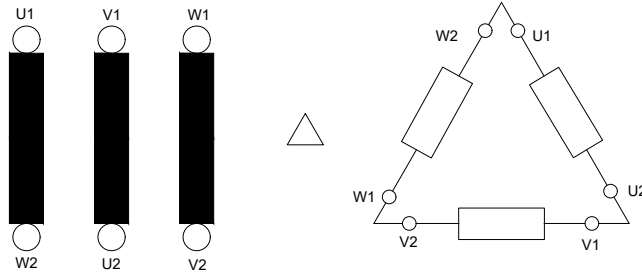
- Yıldız-Üçgen (Star-Delta) Yol Verme
- Oto Trafosuyla Yol verme
- Soft Starter (Yumuşak Yol Verici) İle Yol Verme
- Frekans Değiştirici İle Yol Verme
- Rotoru Sargılı Asenkron Motorlara Yol Verme

Yıldız-Üçgen Yol Verme (λ - Δ): Yıldız bağlantıda motor klemensinde bulunan çıkış uçları (U2, V2, W2) kısa devre edilir. Motor giriş uçlarına (U1, V1, W1) ise fazlar bağlanır (Görsel 3.2).



Görsel 3.2: Yıldız bağlantı

Üçgen bağlantıda motor klemens bağlantıları şu şekilde yapılır: Çıkış ucu olan U2 giriş ucu olan V1 ile çıkış ucu olan V2 giriş ucu olan W1 ile W2 çıkış ucu ise U1 giriş ucu ile birleştirilir (Görsel 3.3).



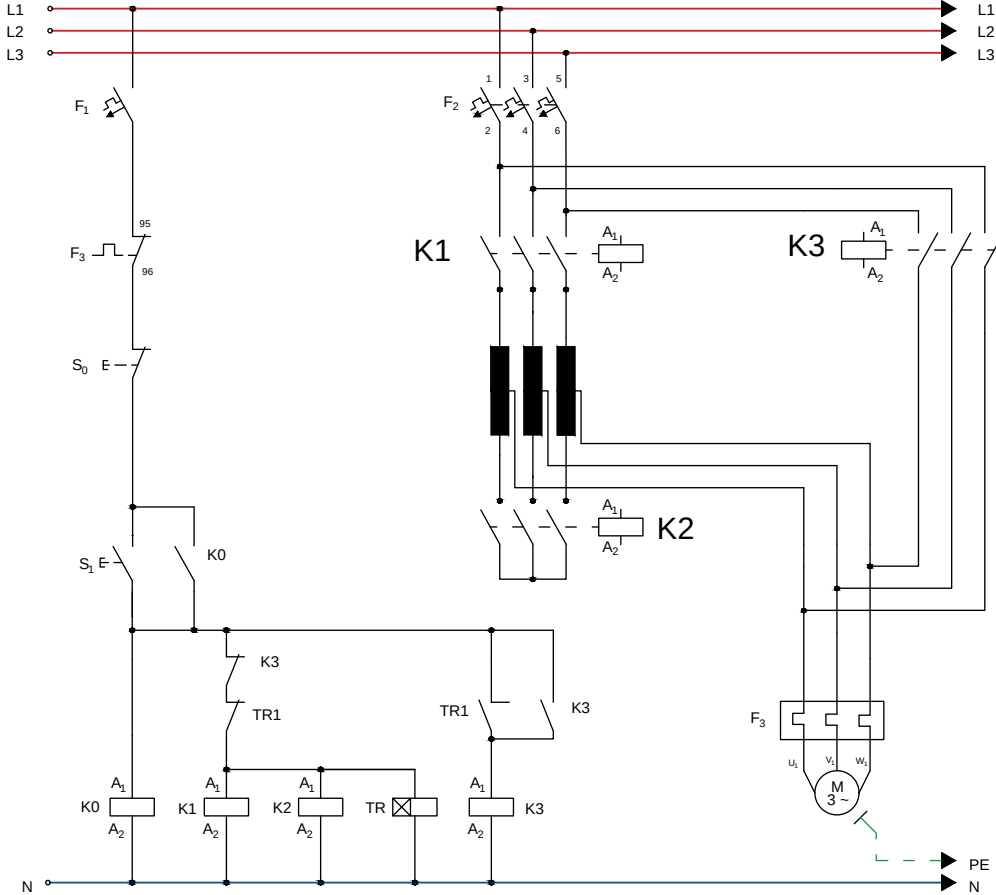
Görsel 3.3: Üçgen bağlantı

Yıldız bağlantı sayesinde gerilim (U), $400 / \sqrt{3} = 230,94$ Volt olarak sınırlandırılır. Bu sayede kalkınma akımı da yaklaşık olarak %42 oranında azalır. Yıldız hat akımı, üçgen hat akımına oranlandığında asenkron motorun yıldız bağlantıda çekeceği akım, üçgen çalıştırıldığında çekeceğin akımın 1/3'ünü çekmiş olur.

Bu nedenle motor kalkış akımının sınırlandırılması için kumanda ve güç devresi elemanları yardımıyla ilk çalışma anında motor önce yıldız bağlantıda çalışır. Kalkış akımı bu şekilde sınırlandırıldıktan sonra üçgen bağlantıya geçilir. Geçiş süresi kısa olmalıdır. Aksi takdirde devir sayısının düşmesi, üçgen bağlantıya geçişte darbe akımlarına ve aşırı yüklenmelere (pik) neden olur.

Üçgen çalışma gerilim değeri, şebeke gerilim değerine eşit değilse yıldız üçgen yol verme yöntemi tercih edilmez. Bunun yerine oto trafosuyla yol verme yöntemi tercih edilebilir.

Oto Trafosuyla Yol Verme: Tek kademeli oto transformatörü kontaktörler yardımıyla motor güç devresine Görsel 3.4'te gösterildiği şekilde bağlanır.



Görsel 3.4: Tek kademeli oto trafosuyla asenkron motorlara yol verme

Start butonuna basıldığında K0 yardımcı kontaktörü devreye girerek mühürleme kontağını kapatır. İlk aşamada K1 ve K2 kontaktörleri ile TR zaman rölesi devreye alınır. K1 ve K2 kontaktörlerine ait açık kontaklar kapatılarak transformatöre şebeke gerilimi uygulanmış olur. Ardından motora şebeke geriliminin yarısı verilmiş olur. Motor düşük gerilimle kalkınmaya başlar. Rotor normal devir sayısına ulaştığında ise zaman rölesi tarafından K3 kontaktörü devreye alınarak motora şebeke gerilimi uygulanmış olur. K3 devreye girince K1 ve K2 kontaktörleri ile TR zaman rölesi devreden çıkarılarak oto transformatörü devre dışı bırakılmış olur. Motor şebeke geriliminde çalışmaya devam eder. Bu sayede kalkınma akımı sınırlandırılmış olur. Durdurma butonuna basıldığında ise devrenin çalışması durur.

Motora uygulanan gerilim, şebeke gerilimine ulaştığında rotor da nominal hızına ulaşmış olur. Soft starter içinde bulunan dâhili baypass kontaktörü üzerinden sistem çalışmaya devam eder. S0 stop butonuna basıldığında ise IN enerjisi kesileceğinden soft starter devre dışı kalır.

Motorun devreden çıkması durumunda ise şebeke gerilimi %100'den başlayarak %30'a kadar düşürülür. Bu şekilde yumuşak duruş gerçekleştirilmiş olur.

Frekans Değiştirici (AC sürücü, inverter) ile Yol Verme: Motorun hızı uygulanan gerilimin frekansına ve kutup sayısına bağlıdır. Devir sayısı besleme geriliminin frekansı ile doğru orantılı, kutup sayısı ile ters orantılıdır. Aralarındaki ilişki matematiksel olarak

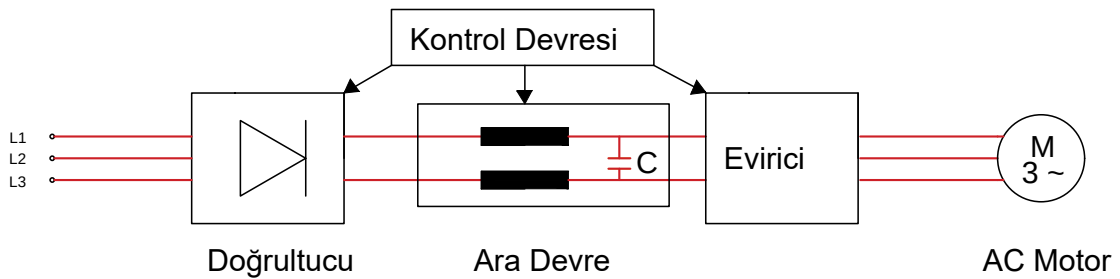
$$n = 60 \cdot f / P \text{ devir/dakikadır.}$$

n= Rotorun dakikadaki devir sayısı

f= Frekans (Hz)

P= Kutup sayısı

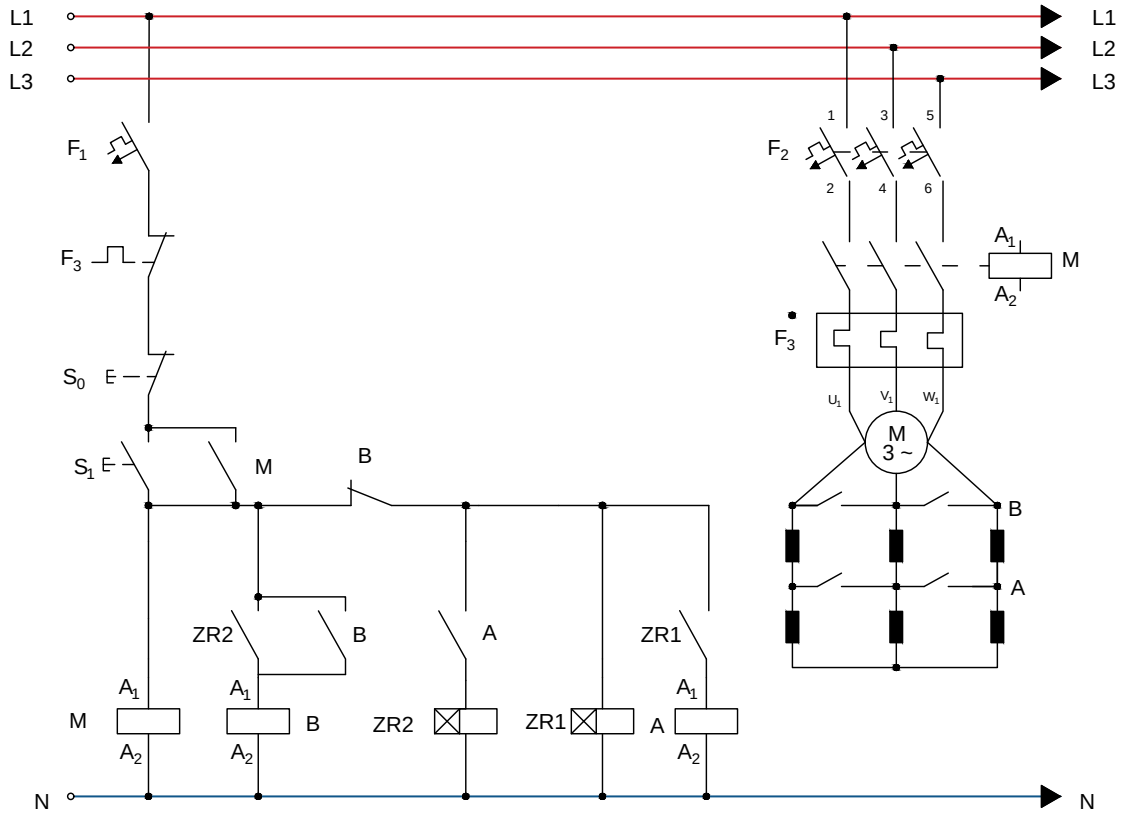
Bu formüle göre gerilimin frekansı değiştirilerek istenilen moment değeri elde edilmiş olur. Devir ayarı motor devresine bağlı inverter aracılığıyla frekans değiştirilerek yapılır. İnverter, otomasyon sistemleriyle bütünleşik şekilde koruma ve frenleme gibi farklı görevleri de yerine getirir. İnverter, sabit frekanslı besleme gerilimini değişken frekanslı çıkışa çeviren elektronik cihazlardır (Görsel 3.6). İnverterde besleme gerilimi önce doğru akıma (DC) dönüştürülür. Ardından bobin ve kondansatörlerden oluşan filtre devresinden geçirilir. Frekansı ve gerilimi değiştirilebilen alternatif gerilim, inverterin evirici bölümünde elde edilir (Görsel 3.6). Kontrol ünitesinde bu süreç boyunca gerilim ve frekans için kontrol sinyalleri üretilir. Bu sayede motorun hızı istenilen seviyede ayarlanmış olur. Frekans değiştirici ile yol verme yöntemini, motor sürücülerıyla devir ayarı değiştirme konusunda daha detaylı incelenecektir.



Görsel 3.6: Frekans değiştirici devresi

Rotoru Sargılı Asenkron Motorlara Yol Verme: Asenkron motorlarda rotora yerleştirilen üç fazlı sargılar yıldız üçgen bağlanır. Diğer uçlar ise rotor miline bağlı bileziklere bağlanır. Bu tip motorlara **rotoru sargılı asenkron motor** denir. Bu tip motorlarda rotor devresine omik direnç bağlanarak nominal geriliminin altında motor devir sayısı, yol alma akımı ve döndürme momenti ayarlanır. Yol verme akımını sınırlamak için dirençler kademelere bölünür.

Başlangıçta tüm dirençler devreye alınır. Motor hızlandıkça dirençler kademe kademe devreden çıkarılır. En sonunda rotor sargısı kısa devre edilir (Görsel 3.7).



Görsel 3.7: Dirençle yol verme devresi

Yukarıdaki kumanda devresinde bulunan başlatma butonuna basıldığında M kontaktörü enerjilenerek mühürleme kontağını kapatır. Motor, bağlı olan dirençlerin tümü ile birlikte çalışmaya başlar. İlk kalkınma anında çekilen akım dirençler sayesinde sınırlanmış olur. M kontaktörü ile birlikte birinci zaman rölesi (ZR1) de enerjilenir. Zaman rölesi ayarlanan süre sonunda ZR1 açık kontağını kapatarak A kontaktörünü çalıştırır. A kontaktörü açık kontaklarını kapatarak güç devresindeki dirençlerin yarısını devreden çıkarır ve ikinci zaman rölesini (ZR2) devreye alır. ZR2 ayarlanan süre sonunda B kontaktörünü devreye alarak tüm dirençleri devreden çıkarmış olur. B kontaktörü devreye girer girmez kapalı kontağını açarak A kontaktörünü ve her iki zaman rölesini de devreden çıkarır. Bu sayede kalkınma akımı dirençlerle sınırlandırılmış olur.

3.3. AC MOTOR SÜRÜCÜLERİ İLE DEVİR AYARI

Alternatif akım motorlarının kullanım alanlarında motor devir sayılarının geniş sınırlar içinde ayarlanabilir olması istenir. Örneğin tekstil ve gemi sektörünün kimi kullanım alanlarında yüksek devirle çalışan motorların devir sayılarının kısa süre içinde nominal devir sayısının 1/10 katına düşmesi istenmektedir. Devir sayısı, kaymaya (senkron hız ile rotor hızı arasındaki fark), frekansa ve kutup sayısına bağlıdır.

Devir sayısını istenilen değerde ayarlamak için kutup sayısı ya da frekans değiştirilir. Kutup sayısında değişiklik ancak imalat aşamasında, bobin bağlantılarından faydalanarak yapılabilir. Gerilimi ve ona bağlı frekansı değiştirmek için motor sürücüleri kullanılır (Görsel 3.8).



Görsel 3.8: AC motor sürücüsü

$$nr = \frac{60 \cdot f}{P} \times (1-s)$$

nr = rotor devir sayısı
f = frekans
P = çift kutup sayısı
s = kayma

Formülden de anlaşılacağı üzere motora uygulanan gerilimin frekansı değiştirildikçe motorun hızı da değişecektir. Frekans ve hız doğru orantılıdır. Eş zamanlı olarak stator geriliminin değeri de orantılı olarak değiştirilirse motorun devrilme momenti de sabit kalacaktır. Gerilim/frekans oranı motorun çalışma şartlarına bağlı olarak değiştirilirse istenen devirde istenen moment sağlanmış olacaktır. Motor sürücüleri ile devir ayarı değişimi otomasyon sistemlerinin gelişimiyle de uyumludur. Ayrıca bu yöntemde moment değerinde bir düşme olmamaktadır. Asenkron motorlara uygulanan frekans iki şekilde değiştirilir.

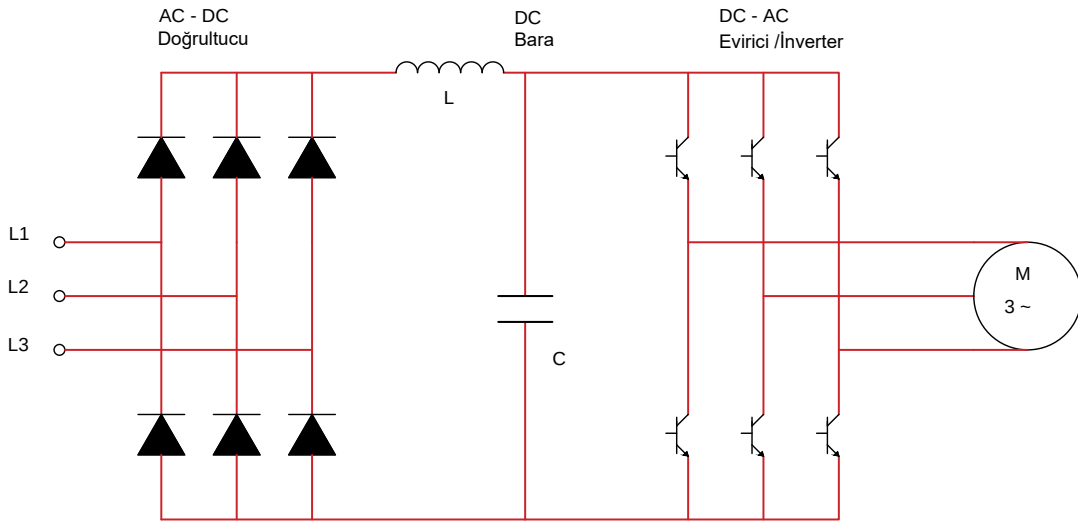
- Dinamik frekans değiştiriciler:** Motoru besleyen bir adet alternatör vardır. Bu alternatörden değişik frekanslı gerilim elde edilir. Alternatörden elde edilen gerilimin frekansı, alternatör milini hareket ettiren tahrik gücü ile değiştirilir. Bu yöntem pahalı ve kullanışsız olduğundan pek tercih edilmez.
- Statik frekans değiştiriciler:** Yapıları itibariyle ara devreli frekans değiştirici ve direkt frekans değiştirici olmak üzere ikiye ayrılır.

Ara devreli frekans değiştiricisinde doğru akım devresi, motoru ve enerji çekilen alternatif akım şebekesinden ayırdığından motora uygulanan gerilimin frekansı istenildiği gibi değiştirilebilmektedir. Bu sayede devir sayısı da geniş sınırlar içinde değiştirilebilmektedir.

Direkt frekans değiştiricilerde ise motor, frekans değiştiriciden direkt olarak beslendiğinden motora uygulanan gerilimin frekansı ancak şebeke geriliminin frekans değerinin altında bir değerde değiştirilebilir. Bu yzden en fazla senkron devir sayısı kadar devir ayarı yapılabilir.

AC motor sűrücüler, kullanım alanlarında hız kontrol sűrücüsü, frekans sűrücü, inverter ya da AC sűrücü řeklinde farklı isimlerle anılmaktadır. AC motor sűrücüler devir ayarının yanında aşırı akım ve gerilimlere karşı da koruma görevi görür. Kalkınma akımlarına yol vererek mekanik yıpranmaları engeller. Enerji tasarrufu sağlar.

Genel olarak motor sűrücüler, doęrultucu, ara filtreleme devresi (DC bara devresi) ve evirici olmak üzere üç ana bölümden oluşur (Görsel 3.9).



Görsel 3.9: Motor sűrücü devre řeması

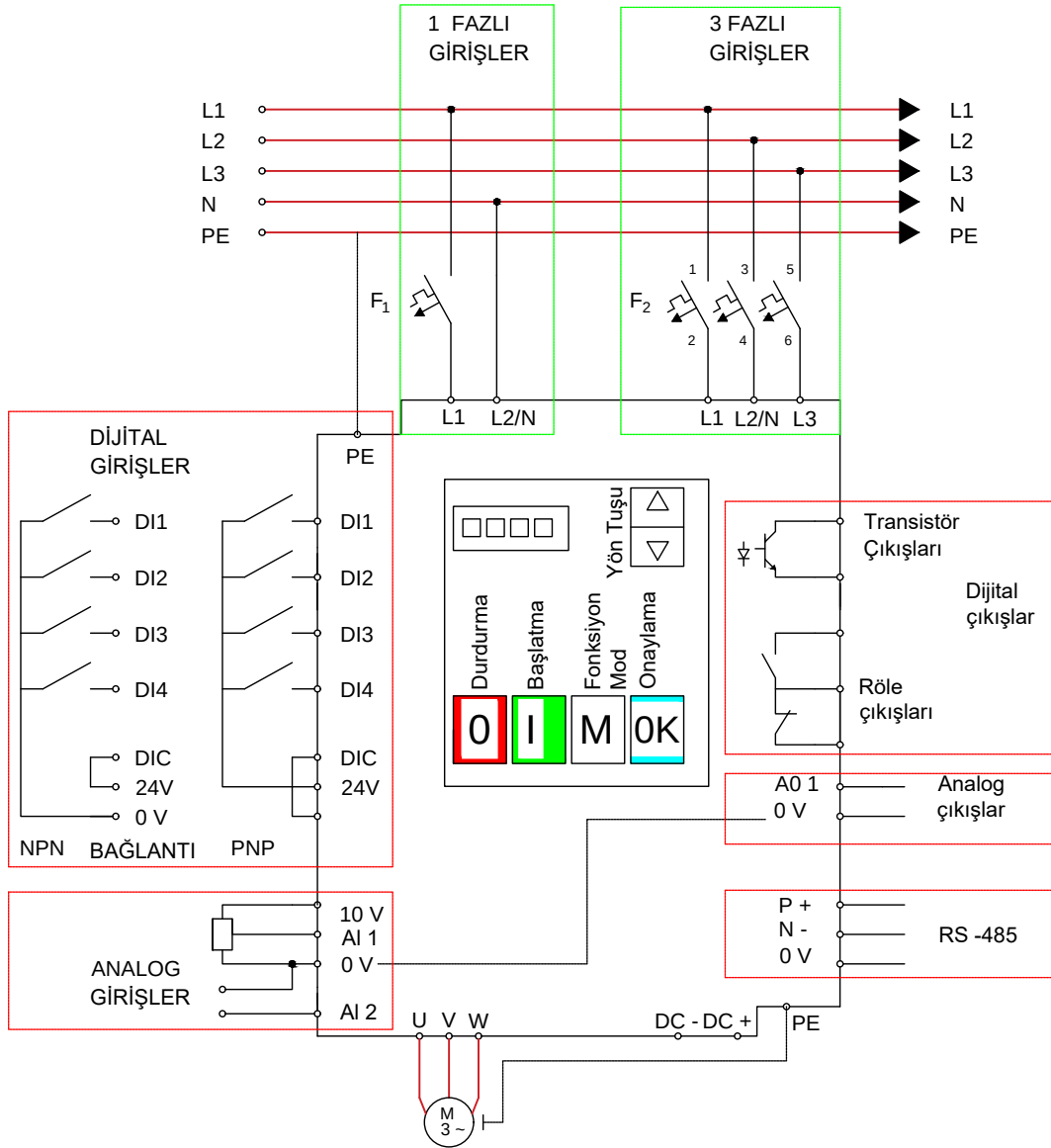
Motora uygulanacak gerilim, birinci bölümde (doğrultucu/converter) önce doğru gerilime dönüştürölür. Bu doğru gerilimin ani yükselmesini ve sınır değerini geçmemesi için ara devre bobinleri kullanılır. Ayrıca doğru gerilimi filtrelemek için kondansatör kullanılır. DC barada bulunan kondansatör yaklaşık olarak şebeke geriliminin tepe değerinin kök iki katı kadar şarj olur. Üç fazlı 400 V'luk bir şebekede DC bara geriliminin ideal olarak 564 V olması beklenir.

Değiştiricinin evirici/inverter bölümünde ise frekansı ve gerilimi ayarlanabilen üç fazlı alternatif gerilim elde edilir. Üretilen bu gerilim, şebeke geriliminin sıfır ile tepe değeri arasında ayarlanabilir. Bu devrede anahtarlama elemanı olarak tristör, BJT, MOSFET, IGBT gibi yarı iletken devre elemanları kullanılır. Frekansı ise 0,5 ile 2000 Hz değerleri arasında değiştirilebilir. Doğru gerilimin alternatif gerilime dönüştürölmesi esnasında ayarlanabilir gerilim ve frekans değerleri için kontrol sinyalleri üretilir. PAM (Pulse-amplitude modulation) ve PWM (Pulse width modulation) denen bu sinyallerin farklı büyüklükte ve genlikte değerler elde edilerek çıkıştaki AC gerilimin değeri ve frekansı değiştirilir. Bu kontrol sinyalleriyle motor hızı istenilen değerde ayarlanmış olur.

Motor sűrücüler, ön panel, kumanda tuşları, giriş çıkış klemensleri, kumanda bağlantı terminaleri, doğrultucu, ara filtreleme devresi, evirici, soğutucu ve fandan meydana gelir. Analog ve dijital giriş çıkışlara sahiptir.

AC motor sűrücüler řebeke gerilimi ile uyumlu olacak řekilde genellikle 200-240 V AC bir faz giriřli ya da 380-400 V AC üç faz giriřli olarak üretilir.

Bir ve üç fazlı motor sürücülerin giriş gerilimi dışında diğer tüm özellikleri aynıdır. Giriş beslemesi bir fazlı sürücüde L1 ve L2/N girişlerine şebekenin faz ve nötr hattının bağlanması ile üç fazlı sürücüde ise şebekenin üç fazının sırayla L1-L2/N-L3 girişlerine bağlanması ile gerçekleştirilir. Sürücü girişlerine analog ve dijital sinyaller gönderen potansiyometre, buton ya da PLC çıkışları bağlanır. Sürücü çıkış terminaleri röleli, transistörlü ya da analog çıkış şeklindedir (Görsel 3.10).



Görsel 3.10: Motor sürücü yapısı

Sürücü panelinin yapısı üretici firmaların tercihlerine göre çeşitli şekillerde üretilir. Genel olarak sürücü panel üzerinde çalıştırma, durdurma, yön tuşları ile mod/menü tuşları bulunur. Sürücüde yer alan her bir bilgi parametresi kısa kodlarla ifade edilir. Örneğin P1082, maksimum motor frekansı olan 50 Hz'de çalışmayı ifade eder. Bu kod ve ifadeler üretici firmaya ait kılavuzlara bakılarak programlanır.

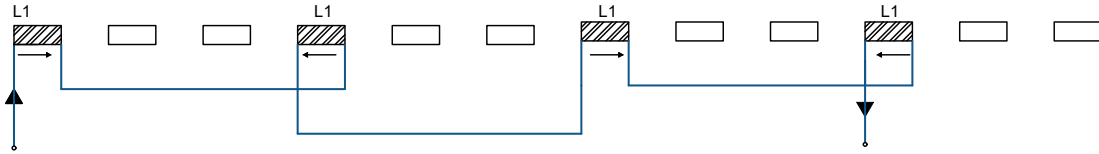
Her markaya göre farklılık taşımakla birlikte örneğin $P1000=2$ değeri girilerek frekans bilgisi ayar kaynağı analog giriş olarak seçmek için (M) tuşuna 2 sn.den uzun basılarak görüntüleme menüsüne geçilir. Bu ekranda motorun çalışma anındaki akım, gerilim ve frekans bilgileri yer almaktadır. (M) tuşuna kısa basılarak bu menüden çıkılır. Böylelikle parametreler menüsüne geçilir. (↑) ve (↓) tuşları kullanılarak P1000 parametresi bulunur. (OK) tuşuna basılarak değeri 2 olarak değiştirilir.

Sürücü bağlantısı yapılırken motor devir yönüne, çıkış gerilimlerine (230-400 V) ve bağlantı şekillerine (yıldız-üçgen) dikkat edilmelidir. Motor ve sürücü seçimi yapılırken sürücü çıkış akımının motor akımından yüksek veya motor akımına eşit olmasına dikkat edilmelidir.

Sürücülerde genellikle bağlantı ve kullanım alanlarına bağlı olarak yağ, nem, toz, oksitlenme vb. nedenlere bağlı olarak giriş çıkış arızaları yaşanmaktadır. Bu yüzden kullanım alanlarında gerekli önlemler alınmalıdır.

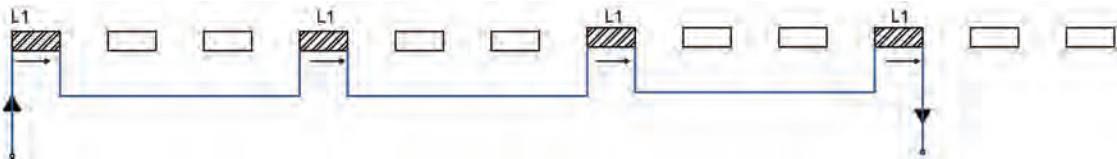
3.4. ÇİFT DEVİRLİ ASEKRON (DAHLENDER) MOTORLARA YOL VERME YÖNTEMLERİ

Asenkron motorlarda çift kutup sayısı (P) değiştirilerek kademeli şekilde devir ayarı yapılabilir. Aynı faza ait bobin grupları birbirinin tersi işaretli kutup meydana getirecek şekilde bağlanmasına **normal kutup bağlantı** denir (Görsel 3.11).



Görsel 3.11: Normal kutup bağlantısı

Eğer aynı faza ait bobin grupları birbirinin aynı işaretli kutuplar oluşturulacak şekilde bağlanırsa ters kutup bağlantısı elde edilir (Görsel 3.12).

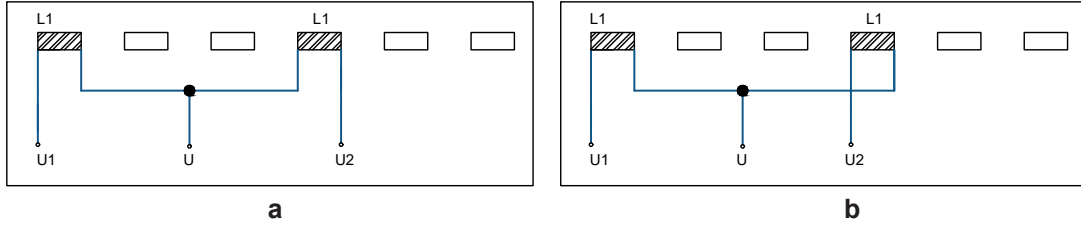


Görsel 3.12: Ters kutup bağlantısı

Asenkron motorlarda devir sayısı, kutup sayısına ve frekansa bağlıdır. Görsel 3.11'deki motorun aynı faza ait bobin grupları Görsel 3.12'deki gibi bağlanırsa 4 kutup yerine 8 kutup elde edilir. Frekansı 50 Hz olan elektrik devresinde yaklaşık 750 devirle dönen bir motor elde edilmiş olur.

Aynı faz sargısından normal kutup ve ters kutup olacak şekilde iki farklı bağlantı yapılsa dahlender sargı yapılmış olur. Bu sayede aynı faz sargısından iki farklı kutup elde edilir. Bu tip motorlara **çift devirli asenkron motor** ya da **dahlender sargılı motor** denir.

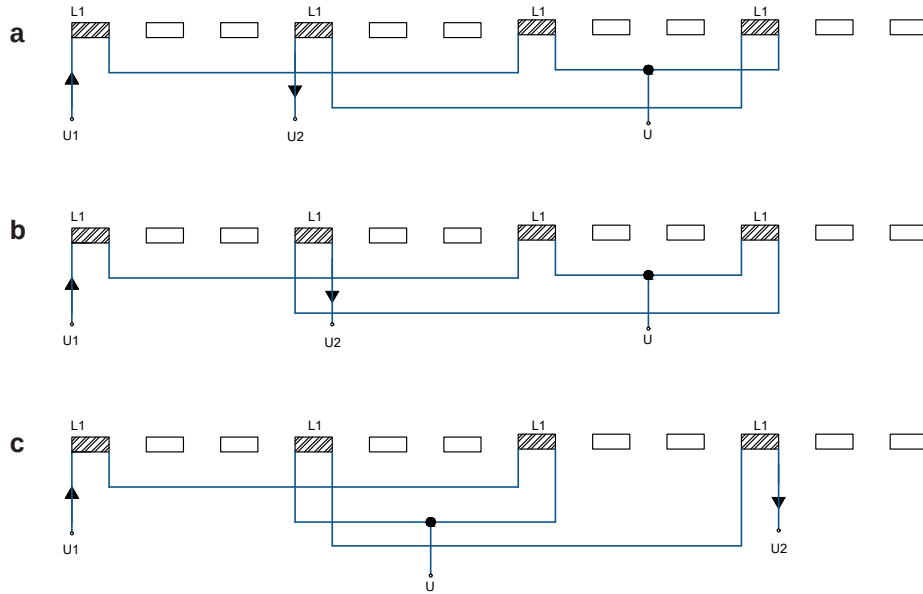
Aynı sargıdan iki farklı kutup sayısı elde edebilmek için bir bobin grubu atlanarak uzun bağlantı yapılır. Dahlender sargılı motorlar genelde 2/4 kutuplu veya 4/8 kutuplu olarak sarılırlar. 2/4 kutuplu dahlender sargılı motorda her faza ait iki bobin grubu bulunur (Görsel 3.13).



Görsel 3.13: Dahlender sargı

Faz girişleri Görsel 3.10a'daki gibi U1, V1, W1 uçlarından yapılırsa ters kutuplu bağlantı ile düşük devir, orta uçlar olan U, V, W uçlarından giriş yapılırsa normal kutup bağlantısı yaparak yüksek devir elde edilir. Eğer Görsel 3.11b'deki gibi bir bağlantıda U1, V1, W1 uçlarından giriş yapılırsa normal kutup bağlantı ile yüksek devir, orta uçlar olan U, V, W uçlarından giriş yapılırsa ters kutup bağlantısı yaparak düşük devir elde edilir.

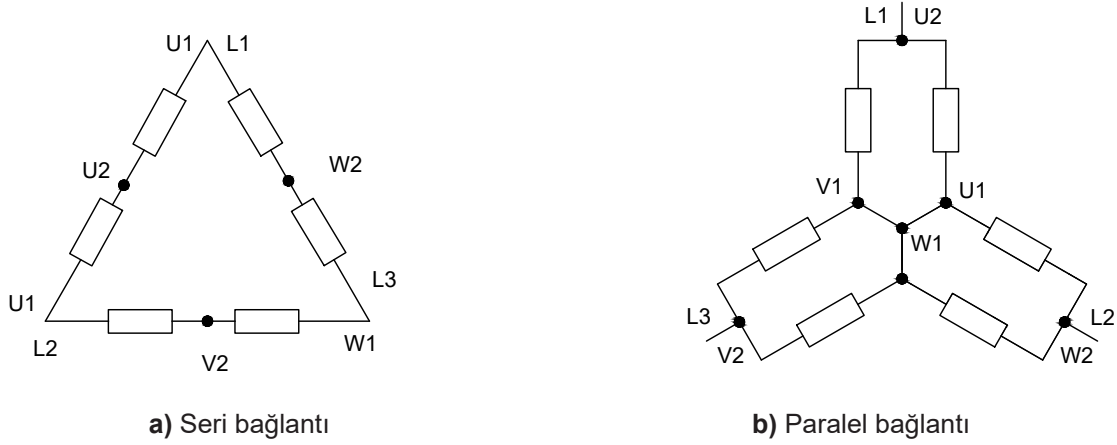
4/8 kutuplu dahlender sargılı motorlarda üç farklı bağlantı yapılabilir (Görsel 3.14).



Görsel 3.14: 4/8 kutuplu dahlender bağlantı

Faz beslemeleri Görsel 3.14a'da U1, V1, W1 uçlarından yapılırsa normal kutup yüksek devir, U2, V2, W2 uçlarından besleme yapılırsa ters kutup düşük devir elde edilir. b ve c'de gösterilen bağlantıda ise besleme U1, V1, W1 uçlarından yapılırsa ters kutup düşük devir, U2, V1, W2 uçlarından besleme yapılırsa normal kutup yüksek devir elde edilir. Dahlender faz sargıları yıldız, üçgen, çift üçgen veya çift yıldız şeklinde bağlanabilir. Alıcının ihtiyacına göre istenilen şekilde faz sargıları bağlanabilir.

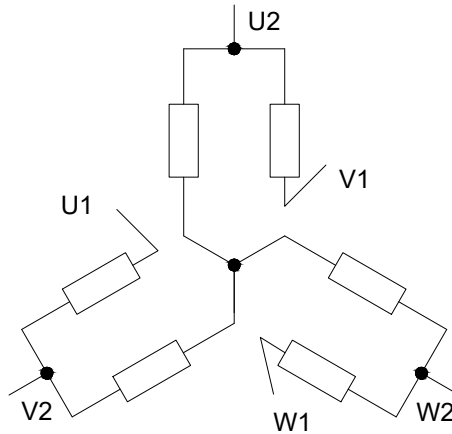
Sabit Moment İçin Seri Üçgen-Paralel Yıldız Bağlama: Seri üçgen bağlantıda düşük devir sayısı elde edilir (Görsel 3.15a). Paralel yıldız bağlamada ise yüksek devir sayısı elde edilir (Görsel 3.15b). Motor devir sayısı arttıkça güç ve hat akımı aynı oranda artacağından moment sabit kalır.



Görsel 3.15: Sabit moment için üçgen-çift yıldız bağlantı

Sabit Güç İçin Üçgen-Paralel Yıldız Bağlama: Moment ile devir sayısı ters orantılıdır. Moment, devir sayısı düştükçe artar. Güç her devirde sabittir. Görsel 3.15'te motor sargılarının paralel bağlanması sayesinde düşük devirde yüksek akım geçmesi sağlanır. Bu sayede moment artar.

Farklı Güç ve Farklı Moment İçin Seri Yıldız-Paralel Yıldız Bağlama: Yüksek hız ve yüksek moment (paralel yıldız) ile düşük hız düşük moment (seri yıldız bağlantı) istenilen durumlarda bu bağlantı çeşidi kullanılır (Görsel 3.16). Düşük devir için U, V, W uçlarına, yüksek devir için ise U, V, W birbirine bağlanarak U1, V1, W1 uçlarına besleme gerilimi verilir.



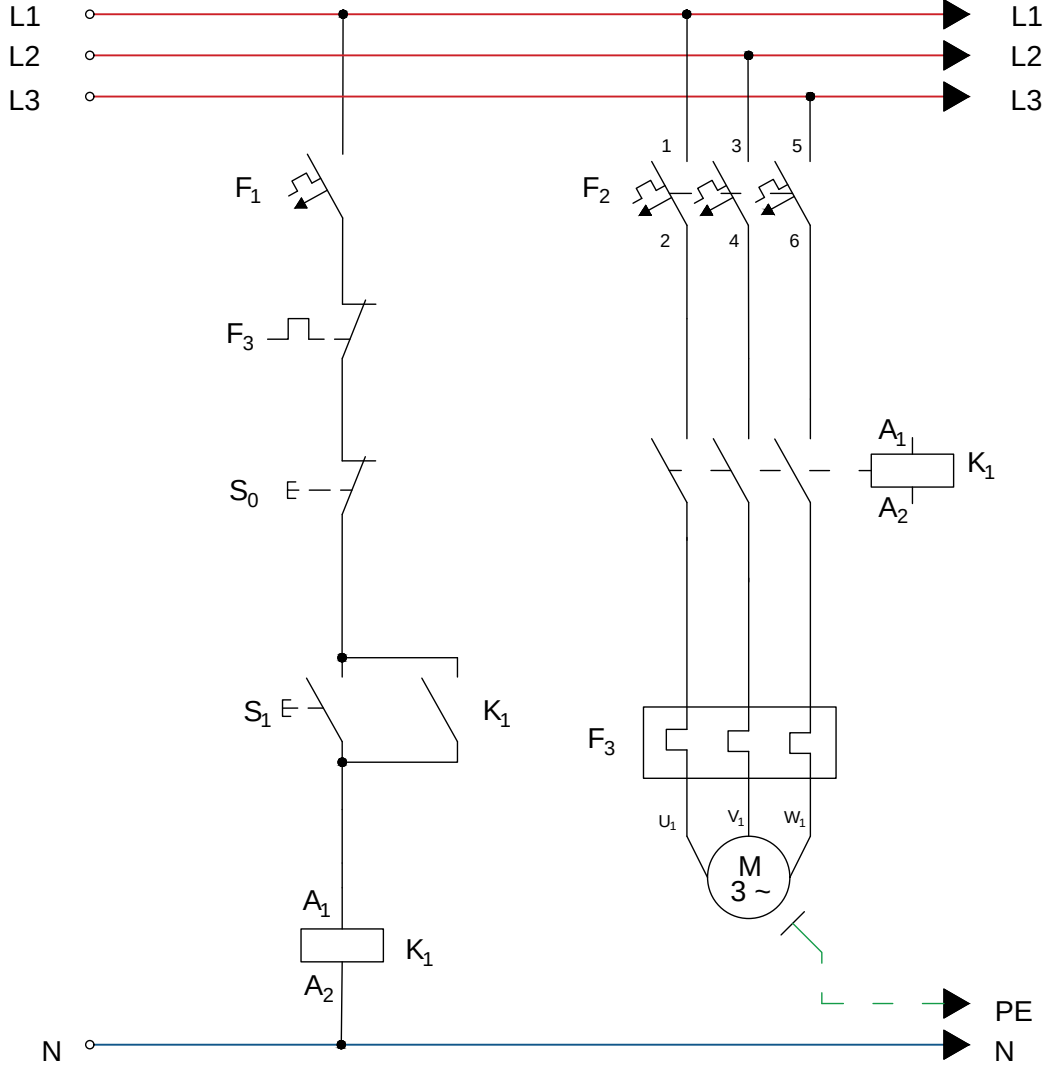
Görsel 3.16: Farklı güç ve farklı moment için seri yıldız- paralel yıldız bağlantı

Ayrıca üç fazlı asenkron motorun statoruna 8 ve 4 kutuplu bir sargı ile 12 ve 6 kutuplu sargı yerleştirildiğinde 750/1500 ve 500/1000 d/dk olacak şekilde 4 farklı devir sayısı elde edilir.

3.1. Uygulama

DİREKT YOL VERME

AMAÇ: Gücü 4 kW altında olan motorlara direkt yol vermek.



Görsel 3.17: Direkt yol verme bağlantı şeması

Tablo 3.1: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Sigorta	400 V, 230 V, 50 Hz	2 adet
Aşırı akım rölesi	1 C/O, 8 A, 2000 VA	1 adet
Buton	Start, stop	2 adet
Kontaktör	AC1, 32 A	1 adet
El aletleri	Pense, tornavida	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Görsel 3.17'de verilen şemaya göre devrenizi kurunuz.
9. Tablo 3.1'de listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
10. Seçtiğiniz malzemelerin sağlamlığını fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
11. Güç devresi ve kumanda devresi elemanlarını yerine monte ediniz.
12. Güç ve kumanda devresinde kullanılacak iletkenleri renk ve kesitlerine göre seçiniz.
13. İletken bağlantılarını yüksük, uygun pens vb. kullanarak gerçekleştiriniz.
14. Öğretmen gözetiminde cihaza enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
15. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.

Notlar

[illegible]



Değerlendirme: Yapacağınız “Direkt Yol Verme” uygulaması 3.1. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

3.1. DİREKT YOL VERME UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “3.1. Direkt Yol Verme” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır.

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

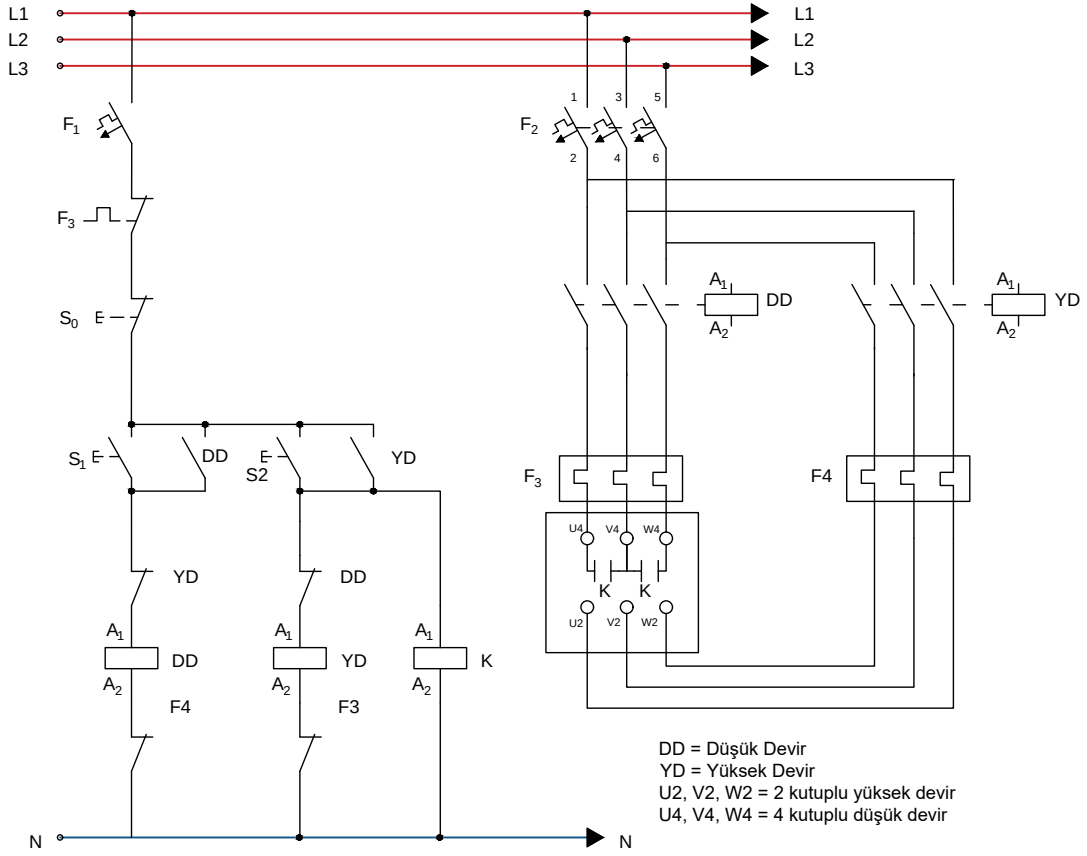
Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Güç devresi ve kumanda devre bağlantılarını yaptı.					
6	Uygun el aletleri (pens, yüksük, papuç vb.) kullandı.					
7	Enerji verme prosedürünü uyguladı.					
8	Enerji vererek makinenin çalışmasını test etti.					
9	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
10	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
11	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

3.2. Uygulama

DAHLENDER MOTORLARA YOL VERME

AMAÇ: Dahlender motorlarda kalkınma akımını sınırlamak.



Görsel 3.18: Dahlender motorlara yol verme bağlantı şeması

Tablo 3.2: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Sigorta	400 V, 230 V, 50 Hz	2 adet
Aşırı akım rölesi	1 C/O, 8 A, 2000 VA	1 adet
Buton	Start, stop	3 adet
Kontaktör	AC1, 32 A	3 adet
El aletleri	Pense, tornavida	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Görsel 3.18'de verilen şemaya göre devrenizi kurunuz.
9. Tablo 3.2'de listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
10. Seçtiğiniz malzemelerin sağlamlığını fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
11. Güç devresi ve kumanda devresi elemanlarını yerine monte ediniz.
12. Güç ve kumanda devresinde kullanılacak iletkenleri renk ve kesitlerine göre seçiniz.
13. İletken bağlantılarını yüksük, uygun pens vb. kullanarak gerçekleştiriniz.
14. Öğretmen gözetiminde cihaza enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
15. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.

Notlar

• _____

• _____

○ _____

○ _____

○ _____

○ _____

○ _____

○ _____

○ _____

○ _____

○ _____

○ _____



Değerlendirme: Yapacağınız “Dahlender Motorlara Yol Verme” uygulaması 3.2. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

3.2. DAHLENDER MOTORLARA YOL VERME UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “3.2. Dahlender Motorlara Yol Verme” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır.

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

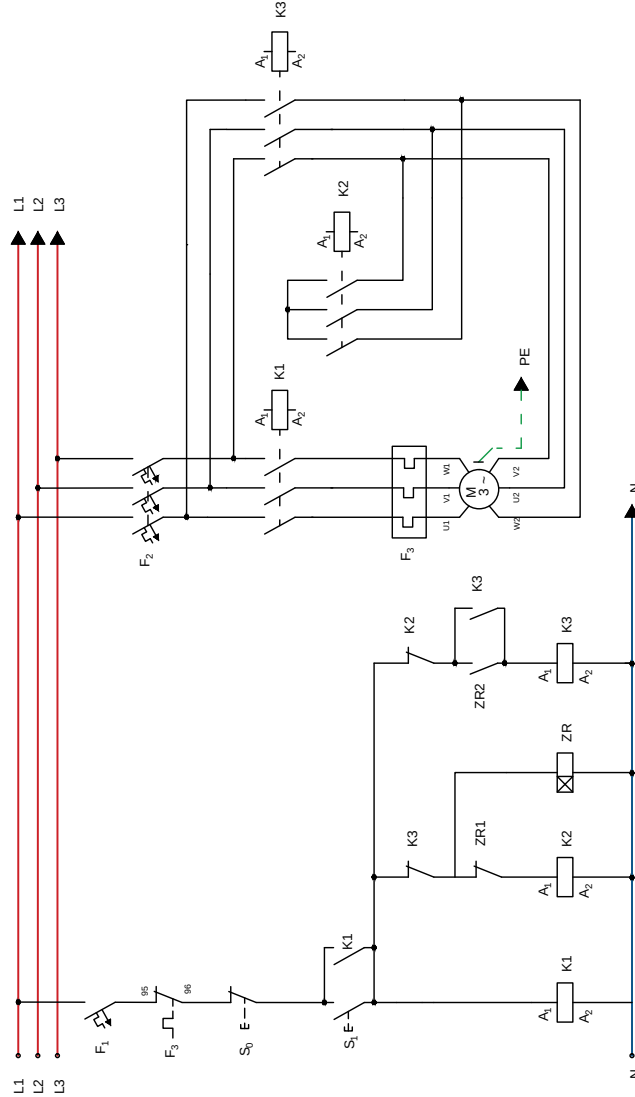
Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Güç devresi ve kumanda devre bağlantılarını yaptı.					
6	Uygun el aletleri (pens, yüksük, papuç vb.) kullandı.					
7	Enerji verme prosedürünü uyguladı.					
8	Enerji vererek makinenin çalışmasını test etti.					
9	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
10	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
11	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

3.3. Uygulama

YILDIZ ÜÇGEN YOL VERME

AMAÇ: Asenkron motorlarda kalkınma akımını sınırlamak.



Görsel 3.19: Yıldız üçgen yol verme bağlantı şeması

Tablo 3.3: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Sigorta	400 V, 230 V, 50 Hz	2 adet
Aşırı akım rölesi	1 C/O, 8 A, 2000 VA	1 adet
Buton	Start, stop	2 adet
Kontaktör	AC1, 32 A	3 adet
Sınır anahtarı	200-240 V	1 adet
El aletleri	Pense, tornavida	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Görsel 3.19'da verilen şemaya göre devrenizi kurunuz.
9. Tablo 3.3'te listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
10. Seçtiğiniz malzemelerin sağlamlığını fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
11. Güç devresi ve kumanda devresi elemanlarını yerine monte ediniz.
12. Güç ve kumanda devresinde kullanılacak iletkenleri renk ve kesitlerine göre seçiniz.
13. İletken bağlantılarını yüksük, uygun pens vb. kullanarak gerçekleştiriniz.
14. Öğretmen gözetiminde cihaza enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
15. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.

Notlar

[illegible]



Değerlendirme: Yapacağınız “Yıldız Üçgen Yol Verme” uygulaması 3.3. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

3.3. YILDIZ ÜÇGEN YOL VERME UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “3.3. Yıldız Üçgen Yol Verme” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır.

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

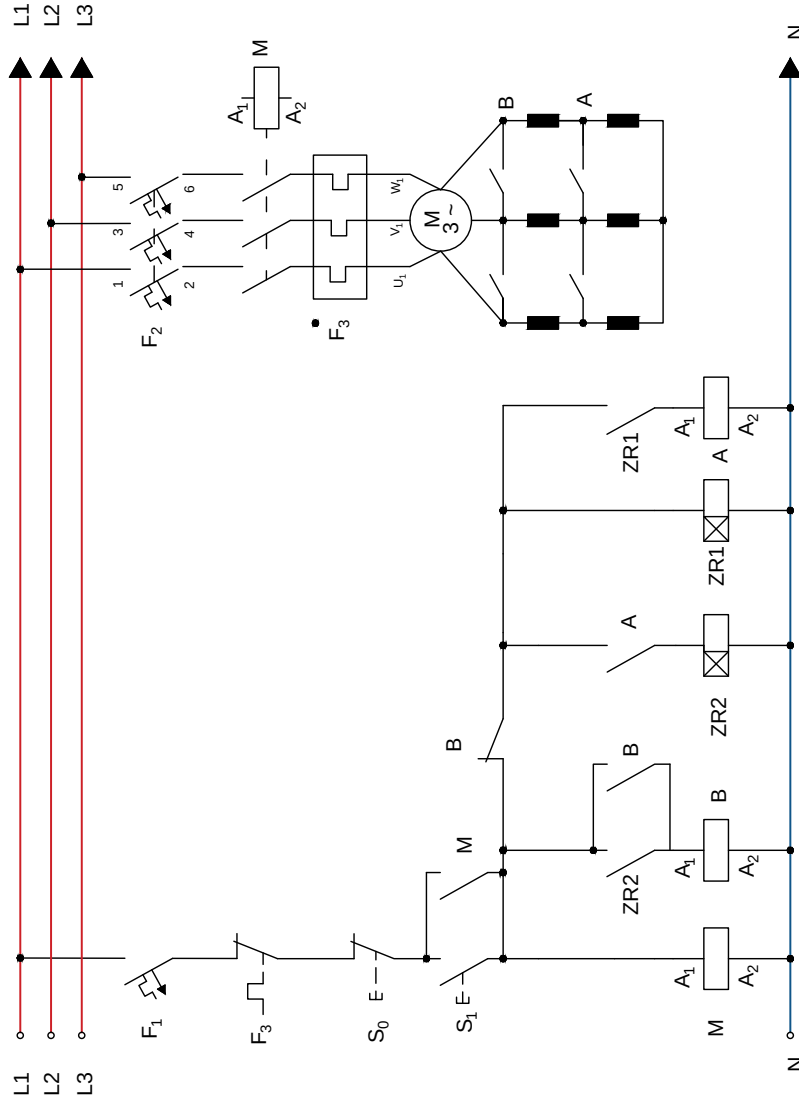
Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Güç devresi ve kumanda devre bağlantılarını yaptı.					
6	Uygun el aletleri (pens, yüksük, papuç vb.) kullandı.					
7	Enerji verme prosedürünü uyguladı.					
8	Enerji vererek makinenin çalışmasını test etti.					
9	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
10	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
11	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = $[(\text{Ölçek Puanı} \times 100) / \text{Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı}]$

3.4. Uygulama

DİRENÇLE YOL VERME

AMAÇ: Asenkron motorlarda kalkınma akımını dirençlerle sınırlamak.



Görsel 3.20: Dirençle yol verme bağlantı şeması

Tablo 3.4: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Sigorta	400 V, 230 V, 50 Hz	2 adet
Aşırı akım rölesi	1 C/O, 8 A, 2000 VA	1 adet
Buton	Start, stop	2 adet
Kontaktör	AC1, 32 A	3 adet
Sınır anahtarı	200-240 V	2 adet
El aletleri	Pense, tornavida	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Görsel 3.20'de verilen şemaya göre devrenizi kurunuz.
9. Tablo 3.4'te listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
10. Seçtiğiniz malzemelerin sağlamlığını fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
11. Güç devresi ve kumanda devresi elemanlarını yerine monte ediniz.
12. Güç ve kumanda devresinde kullanılacak iletkenleri renk ve kesitlerine göre seçiniz.
13. İletken bağlantılarını yüksük, uygun pens vb. kullanarak gerçekleştiriniz.
14. Öğretmen gözetiminde cihaza enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
15. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.

Notlar

•		!
•		
○		
○		
○		
○		
○		
○		
○		
○		
○		
○		
○		



Değerlendirme: Yapacağınız “Dirençle Yol Verme” uygulaması 3.4. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

3.4. DİRENÇLE YOL VERME UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “3.4. Dirençle Yol Verme” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır.

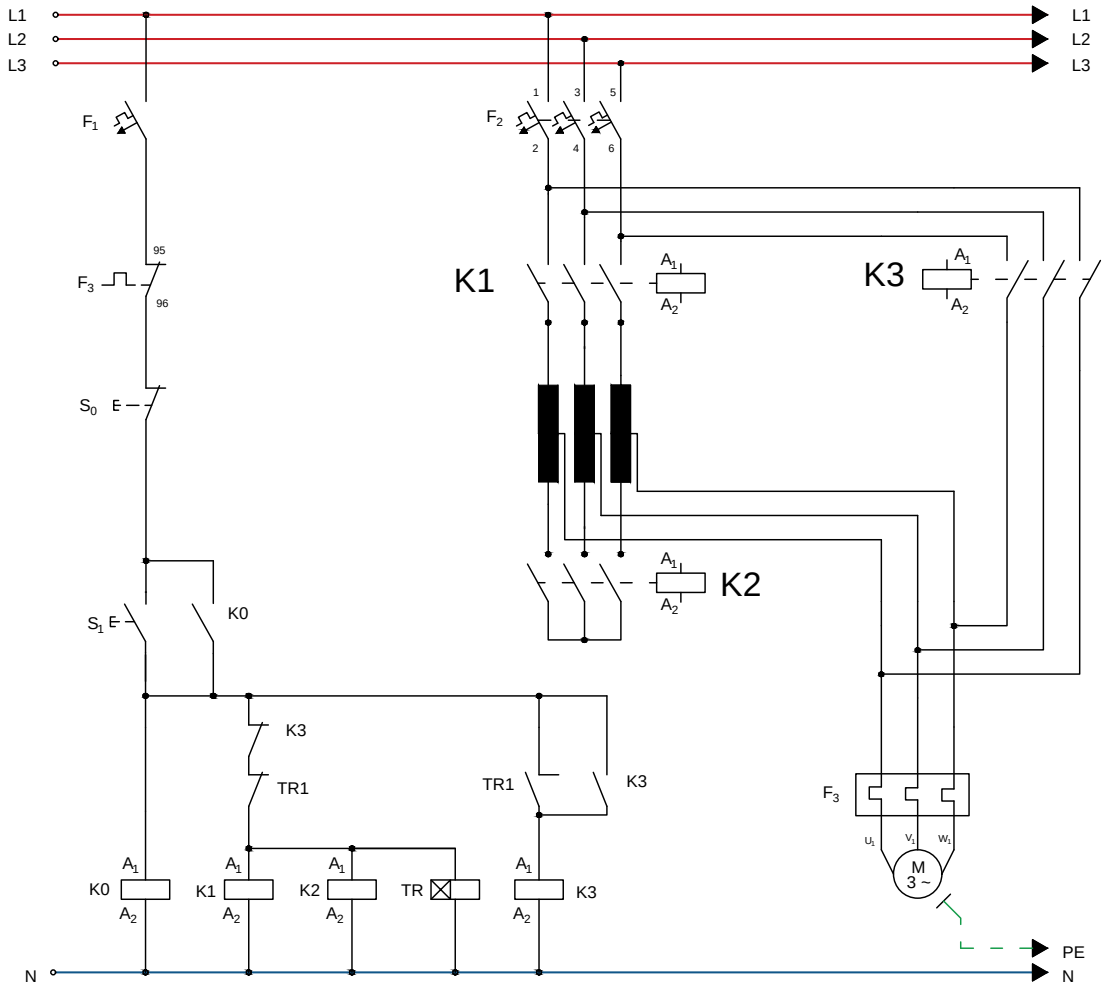
1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Güç devresi ve kumanda devre bağlantılarını yaptı.					
6	Uygun el aletleri (pens, yüksük, papuç vb.) kullandı.					
7	Enerji verme prosedürünü uyguladı.					
8	Enerji vererek makinenin çalışmasını test etti.					
9	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
10	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
11	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

OTO TRAFOSUYLA YOL VERME

AMAÇ: Asenkron motorlarda kalkınma akımını oto trafosuyla sınırlamak.



Görsel 3.21: Oto trafosuyla yol verme bağlantı şeması

Tablo 3.5: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Sigorta	400 V, 50 Hz	1 adet
Aşırı akım rölesi	1 C/O, 8 A, 2000 VA	1 adet
Kontaktör	AC1, 32 A	4 adet
El aletleri	Pense, tornavida	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Görsel 3.21’de verilen şemaya göre devrenizi kurunuz.
9. Tablo 3.5’te listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
10. Seçtiğiniz malzemelerin sağlamlığını fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
11. Güç devresi ve kumanda devresi elemanlarını yerine monte ediniz.
12. Güç ve kumanda devresinde kullanılacak iletkenleri renk ve kesitlerine göre seçiniz.
13. İletken bağlantılarını yüksük, uygun pens vb. kullanarak gerçekleştiriniz.
14. Öğretmen gözetiminde cihaza enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
15. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.

Notlar

[illegible]



Değerlendirme: Yapacağınız “Oto Trafosuyla Yol Verme” uygulaması 3.5. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

3.5. OTO TRAFOSUYLA YOL VERME UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “3.5. Oto Trafosuyla Yol Verme” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır.

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

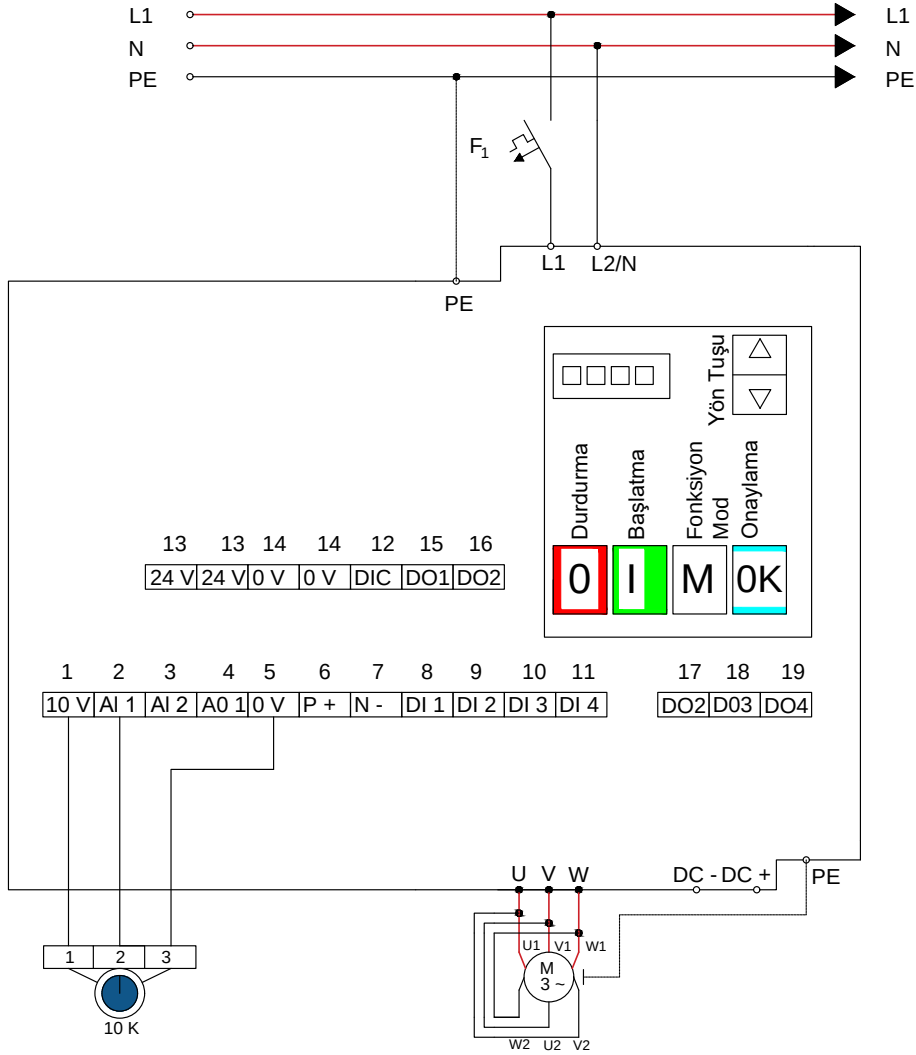
Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Güç devresi ve kumanda devre bağlantılarını yaptı.					
6	Uygun el aletleri (pens, yüksük, papuç vb.) kullandı.					
7	Enerji verme prosedürünü uyguladı.					
8	Enerji vererek makinenin çalışmasını test etti.					
9	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
10	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
11	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

3.6. Uygulama

SÜRÜCÜYLE MOTORLARA YOL VERME

AMAÇ: Potansiyometre kullanarak üç fazlı asenkron motorun motor sürücü ile hız kontrolünü sağlamak.



Görsel 3.22: Sürücüyle motora yol verme bağlantı şeması

Tablo 3.6: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Sigorta	C 1x16 A	1 adet
Motor sürücü	V20 1 fazlı	1 adet
Asenkron motor	3 fazlı	1 adet
Potansiyometre	10 K	1 adet
Takometre	Dijital/Analog	1 adet
El aletleri	Pense, tornavida, kontrol kalemi	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Görsel 3.22'de verilen şemaya göre devrenizi kurunuz.
9. Tablo 3.6'da listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
10. Seçtiğiniz malzemelerin sağlamlığını fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
11. Güç devresi ve kumanda devresi elemanlarını yerine monte ediniz.
12. Güç ve kumanda devresinde kullanılacak iletkenleri renk ve kesitlerine göre seçiniz.
13. İletken bağlantılarını yüksük, uygun pens vb. kullanarak gerçekleştiriniz.
14. Öğretmen gözetiminde cihaza enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
15. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.

Notlar

• _____

• _____

!

○ _____

○ _____

○ _____

○ _____

○ _____

○ _____

○ _____

○ _____

○ _____

○ _____



Değerlendirme: Yapacağınız “Sürücüyle Motorlara Yol Verme” uygulaması 3.6. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

3.6. SÜRÜCÜYLE MOTORLARA YOL VERME UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “3.6. Sürücüyle Motorlara Yol Verme” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. **1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi**

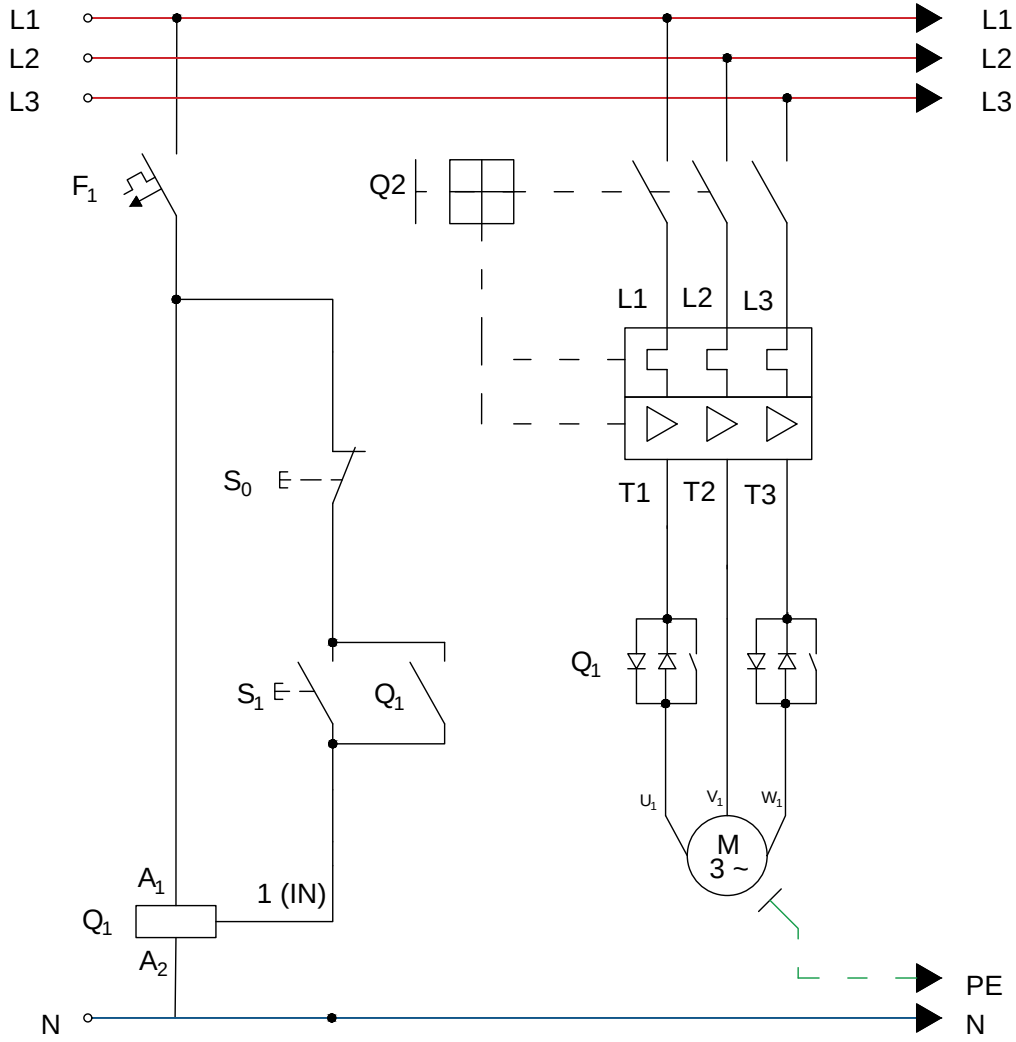
Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Güç devresi ve kumanda devre bağlantılarını yaptı.					
6	Uygun el aletleri (pens, yüksük, papuç vb.) kullandı.					
7	Enerji verme prosedürünü uyguladı.					
8	Enerji vererek makinenin çalışmasını test etti.					
9	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
10	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
11	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

3.7. Uygulama

SOFT STARTER İLE MOTORLARA YOL VERME

AMAÇ: Asenkron motorlarda kalkınma akımını sınırlamak.



Görsel 3.23: Soft starter ile yol verme bağlantı şeması

Tablo 3.7: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Sigorta	400 V, 230 V, 50	2 adet
Soft starter	1,5 kW 3,6 A	1 adet
Buton	Start, stop	3 adet
Kontaktör	AC1, 32 A	1 adet
Motor koruma şalteri	2,5-4 A	1 adet
El aletleri	Pense, tornavida, ölçü aleti	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Görsel 3.23'te verilen şemaya göre devrenizi kurunuz.
9. Tablo 3.7'de listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
10. Seçtiğiniz malzemelerin sağlamlığını fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
11. Güç devresi ve kumanda devresi elemanlarını yerine monte ediniz.
12. Güç ve kumanda devresinde kullanılacak iletkenleri renk ve kesitlerine göre seçiniz.
13. İletken bağlantılarını yüksük, uygun pens vb. kullanarak gerçekleştiriniz.
14. Öğretmen gözetiminde cihaza enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
15. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.

Notlar

[illegible]



Değerlendirme: Yapacağınız “Soft Starter İle Yol Verme” uygulaması 3.7. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

3.7. SOFT STARTER İLE YOL VERME UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “3.7. Soft Starter İle Yol Verme” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır.

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Güç devresi ve kumanda devre bağlantılarını yaptı.					
6	Uygun el aletleri (pens, yüksük, papuç vb.) kullandı.					
7	Enerji verme prosedürünü uyguladı.					
8	Enerji vererek makinenin çalışmasını test etti.					
9	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
10	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
11	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]



A) Ağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (....) Asenkron motorlar ilk çalışma anında şebekeden normal çalışma akımının 4 ile 6 katı arasında akım çeker.
2. (....) Kalkınma akımları, iletkenlerin iç dirençlerinden dolayı iletkenlerin ısınmasına ve gerilim düşümlerine neden olur.
3. (....) Devir sayısı besleme geriliminin frekansı ile ters orantılı, kutup sayısı ile doğru orantılıdır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadeyi yazınız.

4. Elektrik enerjisini hareket enerjisine dönüştüren elemanlara denir.
5. Asenkron motorlar ilk çalışma anında şebekeden çektikleri akıma denir.
6. Aynı faz sargısından normal kutup ve ters kutup olacak şekilde iki farklı bağlantı yapılmasına denir.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

7. Aşağıda verilenlerden hangisi asenkron motorlara yol verme yöntemlerinden biri değildir?

- A) Frekans değiştirici ile yol verme
- B) Oto trafosuyla yol verme
- C) Serbest yol verme
- D) Soft starter ile yol verme
- E) Yıldız üçgen yol verme

- I. Adım sayısı
- II. Sipir sayısı
- III. Oluklar arasındaki elektriksel açı
- IV. İletken çapı

Stator sarım şemasının çizilebilmesi için yukarıdaki bilgilerden hangilerinin hesaplanması gerekir?

- A) I ve II
- B) I ve III
- C) II ve III
- D) III ve IV
- E) I, II, III ve IV

- I. Adım sayısı
- II. Sipir sayısı
- III. Çalışma gerilimi
- IV. İletken çapı

Stator sarımının yapılabilmesi için yukarıdaki bilgilerden hangilerinin bilinmesi gerekir?

- A) I ve II
- B) I ve III
- C) I, II ve III
- D) I, II ve IV
- E) I, II, III ve IV

- I. El tipi sarım
- II. Yarım kalıp sarım
- III. Tam kalıp sarım

Yukarıda verilen sargı tekniklerinden hangilerinde bobinler eşit büyüklükte hazırlanabilir?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) I ve II
- D) II ve III
- E) I, II, ve III

11. Aşağıda verilen üçgen bağlantı ile ilgili bilgilerden hangisi doğrudur?

- A) Çıkış ucu olan U2 giriş ucu olan V1 ile çıkış ucu olan V2 giriş ucu olan W1 ile W2 çıkış ucu ise U1 giriş ucu ile birleştirilir.
- B) Çıkış ucu olan U1 giriş ucu olan V1 ile çıkış ucu olan V2 giriş ucu olan W1 ile W2 çıkış ucu ise U2 giriş ucu ile birleştirilir.
- C) Çıkış ucu olan U2 giriş ucu olan V2 ile çıkış ucu olan V1 giriş ucu olan W1 ile W2 çıkış ucu ise U1 giriş ucu ile birleştirilir.
- D) Çıkış ucu olan U2 giriş ucu olan V1 ile çıkış ucu olan V2 giriş ucu olan W2 ile W1 çıkış ucu ise U1 giriş ucu ile birleştirilir.
- E) Çıkış ucu olan V2 giriş ucu olan V1 ile çıkış ucu olan U2 giriş ucu olan W1 ile W2 çıkış ucu ise U1 giriş ucu ile birleştirilir.

12. Aşağıdakilerden hangisi sürücünün bir bölümü değildir?

- A) Doğrultucu
- B) DC bara devresi
- C) Evirici
- D) Merkezi işlem birimi
- E) Giriş - çıkış klemensi



4. Öğrenme Birimi

ASENKRON MOTORLARDA FRENLEME

KONULAR

- 4.1. FRENLEME SİSTEMLERİ
- 4.2. ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORA BALATALI FRENLEME SİSTEMLERİ
- 4.3. ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORA DİNAMİK FRENLEME SİSTEMLERİ

TEMEL KAVRAMLAR

ani durdurma, balata, dinamik, elektromanyetik, elektromıknatıs, fren, mekanik

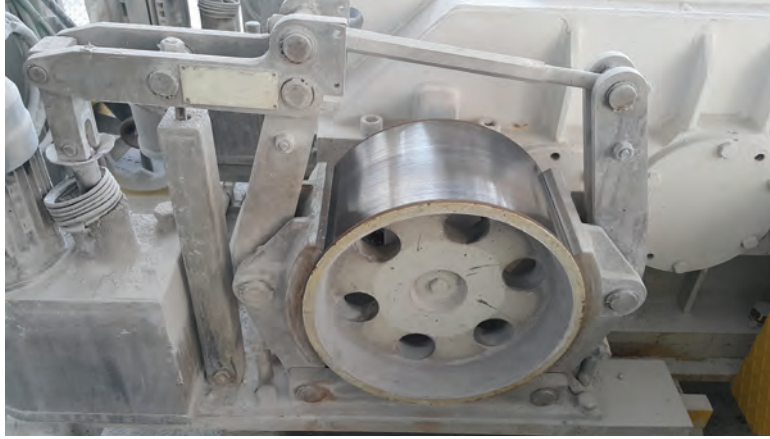
HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Döner mekanik sistemlerde durdurma gerekliliğini tartışınız.
2. Frenleme sistemlerinin kullanıldığı yerlere örnek veriniz.
3. Alternatif akım uygulanan bobin ile doğru akım uygulanan bobinin davranış farklılıklarını tartışınız.



4.2. ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORA BALATALI FRENLEME SİSTEMLERİ

Asenkron motorlarda ve diğer birçok motorda uygulanan yaygın frenleme yöntemidir. Motora verilen elektrik enerjisinin kesilmesinden hemen sonra balatalar motor miline sabitlenmiş kasnağı ya da direkt olarak mili sıkıştırarak motorun durmasını sağlar. Bu işleme **balatalı frenleme** denildiği gibi **mekanik frenleme** adı da verilir (Görsel 4.2).

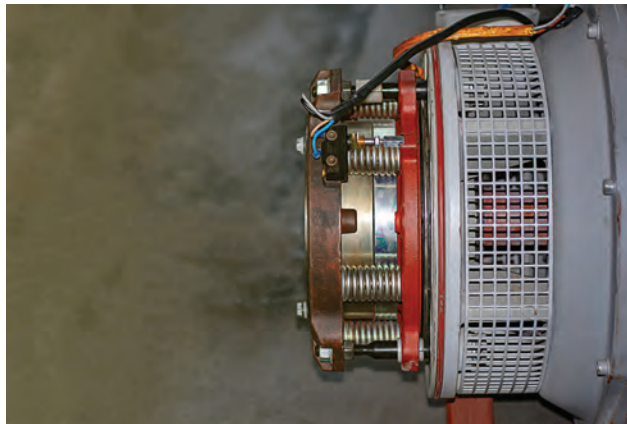


Görsel 4.2: Balatalı frenleme

Motor tarafından oluşturulan mekanik enerji, balatalar ve mil arasındaki temas nedeniyle ısı enerjisine dönüştürülür. Bunun sonucunda açığa çıkan ısı enerjisinin sisteme zarar vermemesi adına frenleme yapılacak motorun gücü ve ona etki edecek balataların durumu dikkatle hesaplanmalıdır.

Fiziksel temas olduğu için balatalı frenlemede periyodik olarak bakım gerçekleştirilmeli ve balatalar değiştirilmelidir.

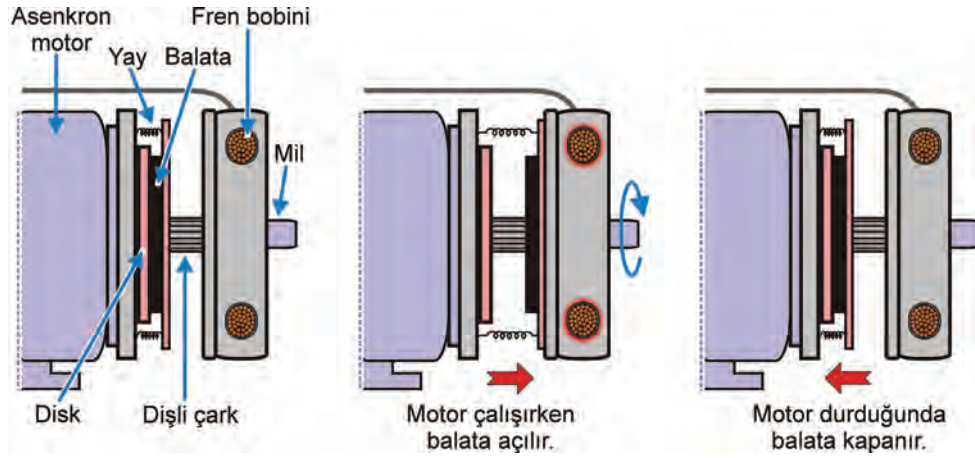
Mekanik frenlemede sistemde enerji olmadığı sürece balatalar sıkılı vaziyette olacaktır. Bu da motorun kontrol altında tutulmasını sağlar. Bu durum otomasyon sistemi ve vinç gibi yük taşıma sistemlerinde kaza veya hasar meydana gelme riskini ortadan kaldırmaktadır.



Görsel 4.3: Yay baskılı elektromanyetik fren

Balatalı frenlemede fren diskinin kontrolü elektromıknatis yardımı ile sağlandığı için bu tip frenlemeye elektromanyetik fren adı da verilir (Görsel 4.3). Elektromanyetik frenler basitçe iki tipte bulunmaktadır.

Yay Baskılı Elektromanyetik Frenler; sistemde elektrik yokken fren diski yaylar tarafından itilerek milin dönmelerini engeller (Görsel 4.4). Fren bobininin uçlarına doğru akım uygulandığında elektromıknatis yayların itme kuvvetini yenerek diskleri birbirinden ayırır. Böylece motor boşa çıkmış olur. Motor bobinlerine enerji verildiğinde de mil dönmeye başlar.



Görsel 4.4: Balatalı frenleme

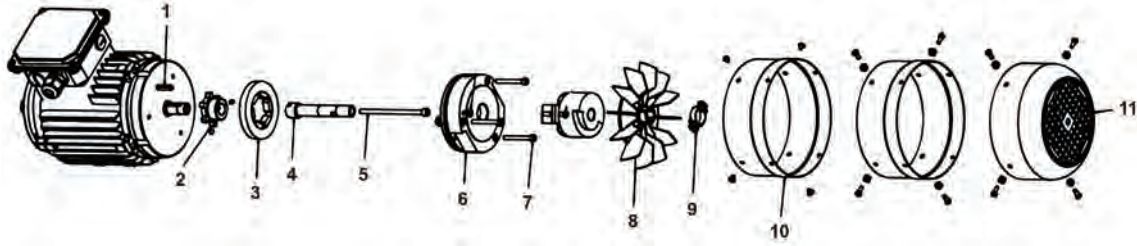
Motor miline yük bağlı ise fren diski ayrılınca motora enerji verilmemiş olsa dahi mil dönmeye başlayabilir. Bu durum bir güvenlik sorunudur. Bu sorunu çözmek adına motor bobinlerine enerji verilmediği sürece elektromıknatisin aktif hâle gelmesini engelleyen bir kontrol devresi eklenmelidir.

Yay baskılı frenlerde Görsel 4.5'te görüldüğü gibi diskleri elle ayırmaya yarayan bir de kol yer alır. Bu sayede elektrik kesintisi gibi bir durumda motor mili manuel olarak serbest bırakılabilir.



Görsel 4.5: Elle ayırma kolu bulunan fren bağlı motor

Akım Baskılı Elektromanyetik Frenler: kısa aralıklarla sık frenleme yapılacağı zaman tercih edilir. Burada motor durdurulmak istendiği zaman elektromıknatısa enerji verilir. Böylece diskler birbirine yapışarak yüksek sürtünme kuvveti sayesinde motoru durdurur.



Görsel 4.6: Fren ekipmanlı motor parçaları

1. Motor arka kapağı	5. Vida	9. Sıkma bileziği
2. Kaplin	6. Fren mekanizması	10. Kasa
3. Fren disk	7. Ayar vidası	11. Pervane kapağı
4. Şaft freni	8. Fan	

Balatalı fren sistemi motorun soğutma pervanesi çıkarılarak milin uzatılması ile monte edilir (Görsel 4.6). Burada önce motor mili ile balata diskini sabitleyen dişli takılır. Daha sonra fren gövde bloku, balata ile fren disk arasında uygun boşluk bırakılacak şekilde monte edilir. İki disk arasındaki uygun boşluk motor fren kataloğuna bakılarak Görsel 4.7’de görülen sentil (filler) çakısı ismi verilen bir alet yardımıyla ayarlanır. Uygun mesafe ayarlandığında sabitleme vidaları iyice sıkılır.



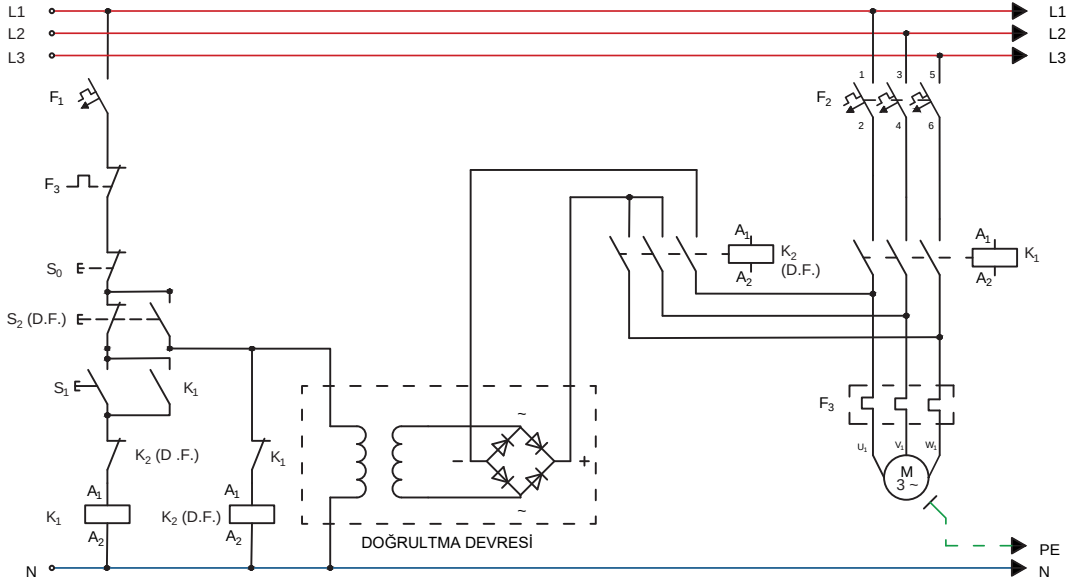
Görsel 4.7: Sentil (filler) çakısı

Asenkron motor alternatif akımla çalışırken fren kontrol mekanizması doğru akım ile çalışmaktadır. Bu nedenle fren sistemine enerji sağlamak için klemens kutusuna ek bir aparat ya da fazlar arasına doğrultucu bir devre eklenmelidir. Elektriksel frenleme sistemlerinde frenleme sonrası motor mili serbest kalacağından yük bağlı sistemler için muhakkak balatalı frenleme kullanılarak tedbir alınmalıdır.

4.3. ÜÇ FAZLI ASEKRON MOTORA DİNAMİK FRENLEME SİSTEMLERİ

Asenkron motora uygulanan alternatif akım kesilerek yerine doğru akım verilirse motor durdurulmuş olur. Doğru akım kısa bir süre uygulandıktan sonra devir sayısı sıfır olur. Motor mili durunca enerji kesilir.

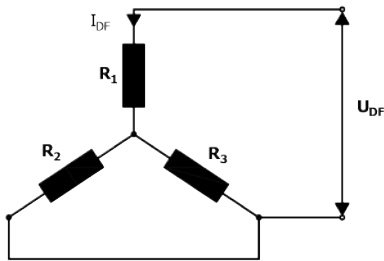
Dinamik frenleme **elektiriksel frenleme** olarak da geçer. Üç fazlı motorlarda fazlardan ikisi birleştirilerek buraya doğru akımın bir ucu, diğer tek faza ise doğru akımın diğer ucu bağlanır (Görsel 4.8). Böylece stator sargıları doğru akım nedeniyle sabit kutuplu hâle gelir ve rotor dönüşü zorlaşır. Akım miktarı ve sargı sayısı ile doğru orantılı olarak dönüşe karşı gösterilen zorluk da artar.



Görsel 4.8: Üç fazlı asenkron motorun dinamik frenlenmesi kumanda ve güç devresi

Yüksek güçlü motorlarda dinamik durdurma işlemi için ihtiyaç duyulan güç değeri de yüksektir. Stator sargılarına doğru akım uygulandığında sargılar omik direnç gösterir. Oluşan direnç değerinin karşılayamayacağı bir akım uygulanması sargıları yakacağından hesaplamaların doğru yapılması gerekmektedir.

- Yıldız bağlı 3 fazlı asenkron motorlar için frenleme gerilimi hesabı



Dinamik frenleme işlemi için iki faz kısa devre edilmelidir. Bunun sonucunda R_2 ve R_3 dirençleri paralel hâle gelir. Karışık bağlantılı direnç devresi çözülecek olursa

$$R_{E\text{Ş}} = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$$

formülünün kullanılması gerekir.

Burada sargıların omik dirençleri eşit olduğundan

$$R_1 = R_2 = R_3 = R$$

$$R_{E\text{Ş}} = R + \frac{R}{R} = 1,5 \cdot R$$

olacaktır.

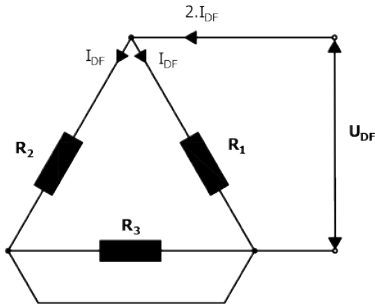
Buna göre önce uygulanması gereken doğru gerilim bulunur.

$$U_{DF} = I_{DF} \cdot R_{E\text{Ş}} = I_{DF} \cdot 1,5 \cdot R_1$$

Ardından sargıların kaldırabileceği güç hesaplanır.

$$P_{DF} = I_{DF} \cdot U_{DF}$$

- Üçgen bağlı 3 fazlı asenkron motorlar için frenleme gerilimi hesabı



Dinamik frenleme işlemi için iki faz kısa devre edildiğinde R_3 direnci kısa devre olur. Hesaba katılmaz.

Böylece R_1 ve R_2 dirençleri paralel bağlı hâle gelir.

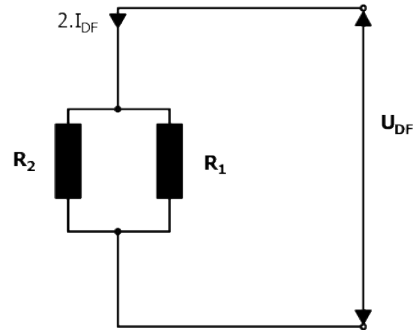
$$R_{E\text{Ş}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Burada sargıların omik dirençleri eşit olduğundan

$$R_1 = R_2 = R$$

$$R_{E\text{Ş}} = \frac{R}{n} = \frac{R}{2}$$

olacaktır.



Dinamik frenleme için uygulanması gereken doğru gerilim şöyle hesaplanır:

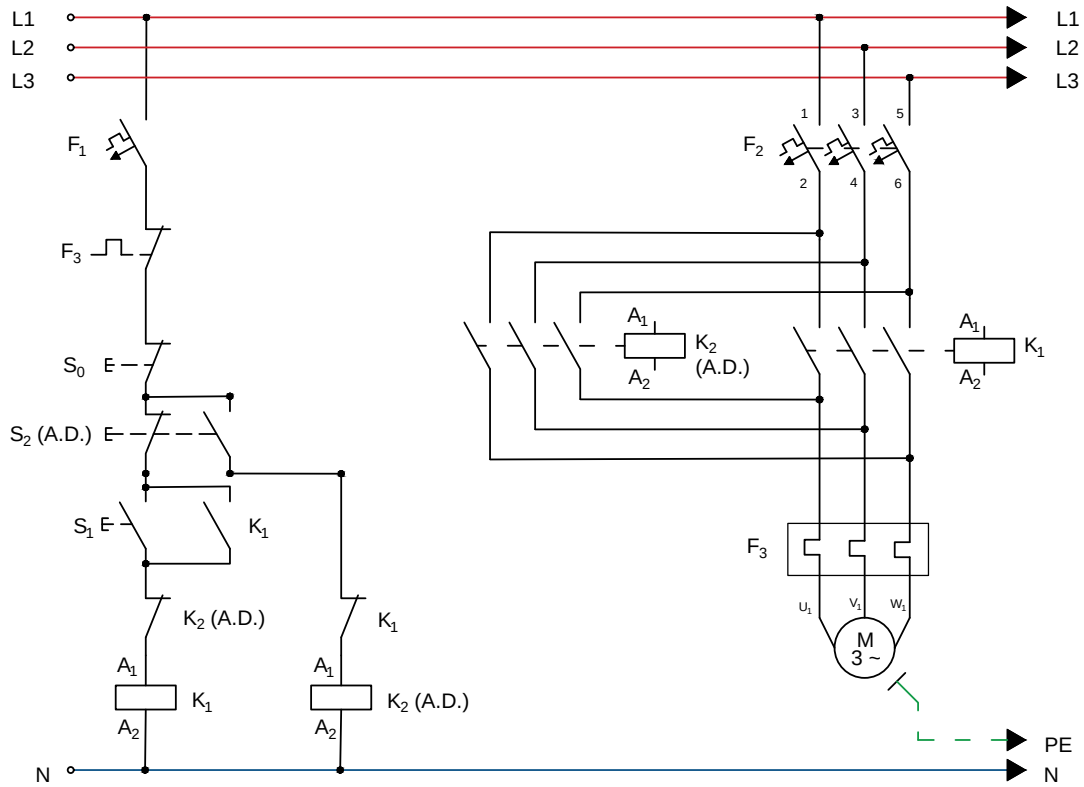
$$U_{DF} = 2 \cdot I_{DF} \cdot R_{E\text{Ş}} = I_{DF} \cdot R$$

Sargılara yüklenebilecek güç ise şu şekilde hesaplanır:

$$P_{DF} = 2 \cdot I_{DF} \cdot U_{DF}$$

NOT: Dinamik frenleme için kullanılan doğru akım uzun süre kullanıldığında motor sargılarına zarar verebilir. Bu nedenle motorun hızı sıfır olduğunda enerji kesilmelidir. Bunun kontrolünü sağlamak için motorun durma zamanına göre ayarlanmış bir zaman rölesi kullanılabilir.

Ani durdurma, belli bir yönde dönen motorun faz uçlarından iki tanesinin yeri değiştirildiğinde gerçekleşen frenleme yöntemidir (Görsel 4.9). Temel mantığı motorun dönüş yönünü değiştirmektir. Ani durdurma yüksek güçlü motorlarda oluşabilecek büyük mekanik gerilmeler nedeniyle tercih edilmez. Genellikle küçük güçlü motorlar için kullanılır.



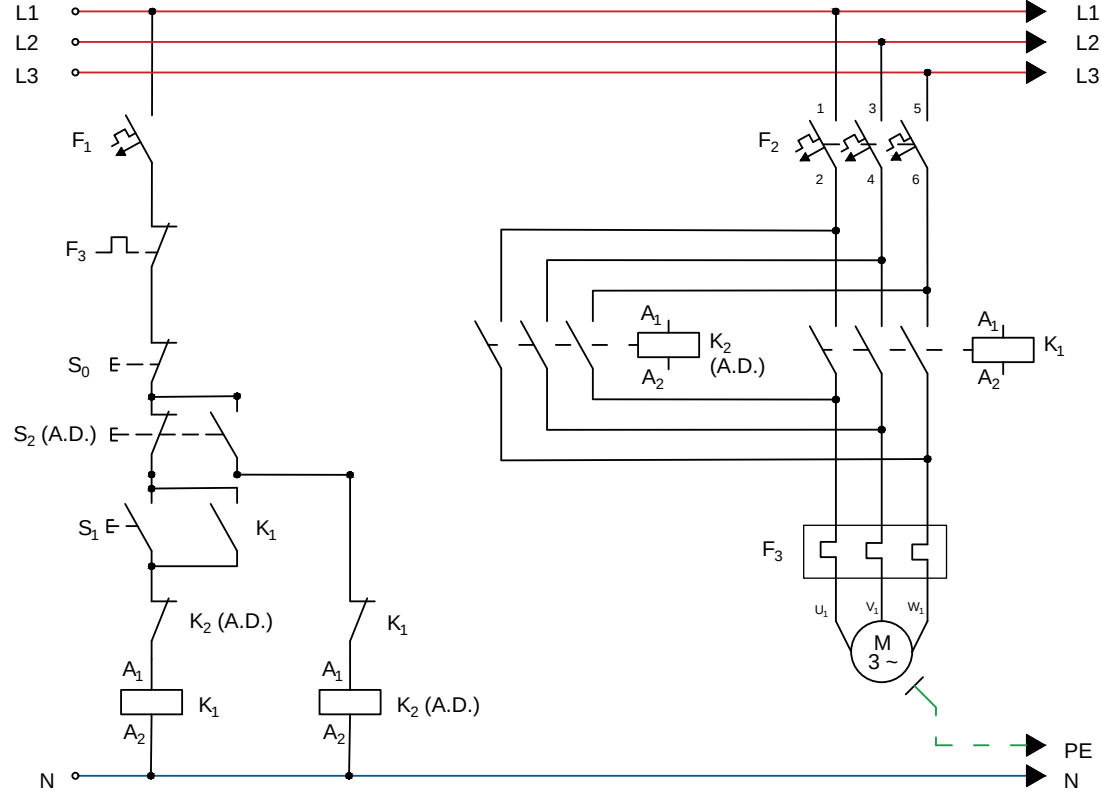
Görsel 4.9: Üç fazlı asenkron motorun ani durdurulması

NOT: Ani durdurmada temel mantık motoru ters yöne dönmeye zorlamaktır. Yani motor durduğu zaman ters yönde dönmeye başlayacaktır. Buna engel olmak için motor miline bağlı ani durdurma anahtarı kullanılır. Bu anahtar motor hızı sıfır olduğunda motoru şebekeden ayırır.

4.1. Uygulama

ANİ DURDURMA İLE MOTORU FRENLEME

AMAÇ: Asenkron motoru ani olarak durdurmak.



Görşel 4.10: Üç fazlı asenkron motorun ani durdurulması kumanda devresi

Tablo 4.1: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Minyatür devre kesici	1 x B16 ve 3 x C16	4 adet
Kontaktör	4 kW	2 adet
Aşırı akım koruma rölesi	2,5-4 A	1 adet
Başlatma ve durdurma butonu	Yay geri dönüşlü	2 adet
Acil durdurma butonu	Yay geri dönüşlü	1 adet
Asenkron motor	3 fazlı	1 adet
Bağlantı kabloları	Deney setine uygun	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Ölçü aleti	Dijital veya analog	1 adet
El aletleri	Pense, , tornavida vb.	

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Görsel 4.10'da verilen şemaya göre devrenizi kurunuz.
9. Tablo 4.1'de listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
10. Seçtiğiniz malzemelerin sağlamlığını fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
11. Güç devresi ve kumanda devresi elemanlarını yerine monte ediniz.
12. Güç ve kumanda devresinde kullanılacak iletkenleri renk ve kesitlerine göre seçiniz.
13. İletken bağlantılarını yüksük, uygun pens vb. kullanarak gerçekleştiriniz.
14. Öğretmen gözetiminde cihaza enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
15. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.

Notlar

●	_____
●	_____
○	_____
○	_____
○	_____
○	_____
○	_____
○	_____
○	_____
○	_____
○	_____
○	_____



Değerlendirme: Yapacağınız “Ani Durdurma ile Motoru Frenleme” uygulaması 4.1. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

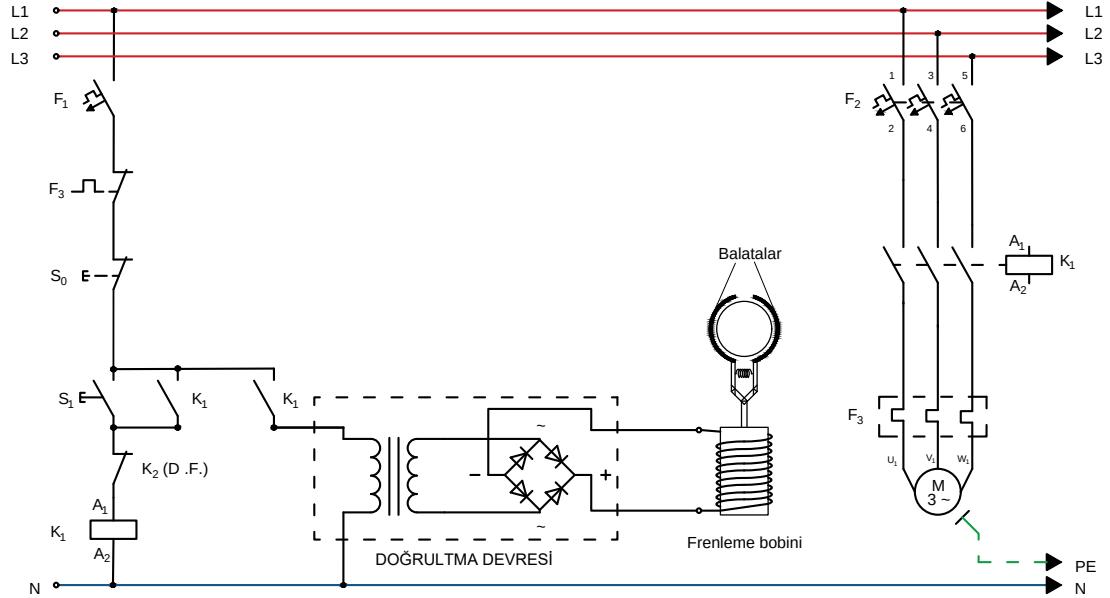
4.1. ANİ DURDURMA İLE MOTORU FRENLEME UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:				
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:				
Tarih:	Süre:				
YÖNERGE: “4.1. Ani Durdurma ile Motoru Frenleme” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. 1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi					
Ölçütler	1	2	3	4	5
1 Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2 İSG kurallarını yerine getirdi.					
3 Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4 Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5 Güç ve kumanda devre bağlantılarını yaptı.					
6 Uygun el aletlerini (pens, yüksük, pabuç vb.) kullandı.					
7 Enerji verme yöntemini uyguladı.					
8 Enerji vererek makinenin çalışmasını test etti.					
9 Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
10 Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
11 Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları					
Ölçek Puanı					
DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]					

4.2. Uygulama

BALATALI SİSTEM İLE MOTORU FRENLEME

AMAÇ: Asenkron motoru mekanik fren ile durdurmak.



Görsel 4.11: Balatalı frenleme kumanda ve güç devresi

Tablo 4.2: Malzeme Listesi

Adı	Özellliği	Miktar
Minyatür devre kesici	1 x B16 ve 3 x C16	4 adet
Kontaktör	4 kW	2 adet
Aşırı akım koruma rölesi	2,5-4 A	1 adet
Başlatma ve durdurma butonu	Yay geri dönüşlü	2 adet
Acil durdurma butonu	Yay geri dönüşlü	1 adet
Transformatör	230 V/12-24 V	1 adet
Doğrultucu	Köprü tipi	1 adet
Asenkron motor	3 fazlı	1 adet
Bağlantı kabloları	Deney setine uygun	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Ölçü aleti	Dijital veya analog	1 adet
El aletleri	Pense , tornavida vb.	-

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Görsel 4.11'de verilen şemaya göre devrenizi kurunuz.
9. Tablo 4.2'de listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
10. Seçtiğiniz malzemelerin sağlamlığını fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
11. Güç devresi ve kumanda devresi elemanlarını yerine monte ediniz.
12. Güç ve kumanda devresinde kullanılacak iletkenleri renk ve kesitlerine göre seçiniz.
13. İletken bağlantılarını yüksük, uygun pens vb. kullanarak gerçekleştiriniz.
14. Öğretmen gözetiminde cihaza enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
15. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.

Notlar



Değerlendirme: Yapacağınız “Balatalı Sistem ile Motoru Frenleme” uygulaması 4.2. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

4.2. BALATALI SİSTEM İLE MOTORU FRENLEME UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “4.2. Balatalı Sistem ile Motoru Frenleme” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. **1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi**

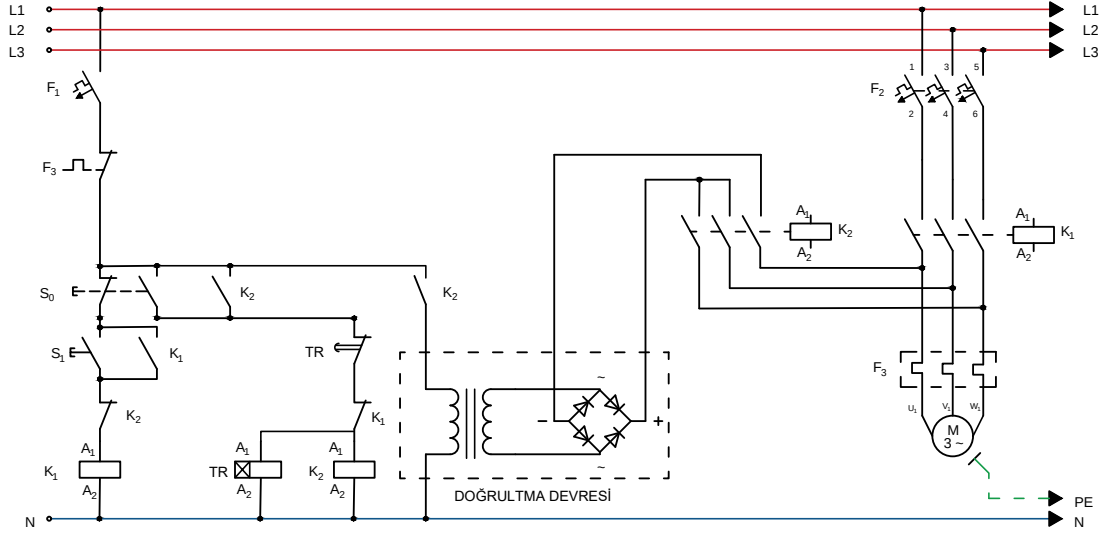
Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Güç ve kumanda devre bağlantılarını yaptı.					
6	Uygun el aletlerini (pens, yüksük, pabuç vb.) kullandı.					
7	Enerji verme yöntemini uyguladı.					
8	Enerji vererek makinenin çalışmasını test etti.					
9	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
10	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
11	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

4.3. Uygulama

DİNAMİK FRENLEME SİSTEMİ İLE MOTORU FRENLEME

AMAÇ: Asenkron motoru düz zaman röleli dinamik frenleme ile durdurmak.



Görsel 4.12: Üç fazlı asenkron motorun düz zaman röleli dinamik frenleme ile durdurulması

Tablo 4.3: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Minyatür devre kesici	1 x B16 ve 3 x C16	4 adet
Kontaktör	4 kW	2 adet
Aşırı akım koruma rölesi	2,5-4 A	1 adet
Başlatma ve durdurma butonu	Yay geri dönüşlü	2 adet
Acil durdurma butonu	Yay geri dönüşlü	1 adet
Transformatör	230 V/12-24 V	1 adet
Doğrultucu	Köprü tipi	1 adet
Asenkron motor	3 fazlı	1 adet
Bağlantı kabloları	Deney setine uygun	-
Deney seti veya kumanda panosu		1 adet
Ölçü aleti	Dijital veya analog	1 adet
El aletleri	Pense, , tornavida vb.	-

- ## Notlar

[illegible]



Değerlendirme: Yapacağınız “Dinamik Frenleme Sistemi ile Motoru Frenleme” uygulaması 4.3. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

4.3. DİNAMİK FRENLEME SİSTEMİ İLE MOTORU FRENLEME UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “4.3. Dinamik Frenleme Sistemi ile Motoru Frenleme” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. **1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi**

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Güç ve kumanda devre bağlantılarını yaptı.					
6	Uygun el aletlerini (pens, yüksük, pabuç vb.) kullandı.					
7	Enerji verme yöntemini uyguladı.					
8	Enerji vererek makinenin çalışmasını test etti.					
9	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
10	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
11	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

A) Ağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (...) Balatalı frenleme sistemleri bakıma ihtiyaç duyan sistemlerdir.
2. (...) Dinamik frenlemede bobinlere ne kadar yüksek akım uygulanırsa o kadar iyi fren yapılır
3. (...) Yüksek güçlü motorlarda ani durdurma en iyi yöntemdir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadeyi yazınız.

4. Asenkron motorların mil hızını hemen sıfıra indirmeye denir.
5. Motor miline veya ona bağlı kasnağa direkt olarak baskı uygulayan frenleme çeşidine frenleme denir.
6. Motor faz uçlarına doğru akım uygulandığında frenleme gerçekleşir.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

7. Aşağıdakilerden hangisi frenleme yöntemlerinden biri değildir?

- A) Ani durdurma
- B) Balatalı frenleme
- C) Dinamik frenleme
- D) Frekans değiştirici ile frenleme
- E) Yay baskılı elektromanyetik frenleme

8. Aşağıdaki frenleme sistemlerinden hangisinde doğru akıma ihtiyaç duyulmaz?

- A) Ani durdurma
- B) Balatalı frenleme
- C) Dinamik frenleme
- D) Akım baskılı elektromanyetik frenleme
- E) Yay baskılı elektromanyetik frenleme

9. Aşağıdakilerden hangisi balatalı frenleme sisteminin parçalarından biri değildir?

- A) Fren diski
- B) Kaplin
- C) Sıkma bileziği
- D) Şaft freni
- E) Sentil

10. Aşağıdakilerden hangisi kullanılan motora uygun frenlemeyi seçmek için dikkate alınması gereken bilgilerdendir?

- A) Motor blokunun rengi
- B) Motorun gücü
- C) Kullanılan şebeke gerilimi
- D) Motorun markası
- E) Motorun soğutma fanı olup olmadığı



5. Öğrenme Birimi

KOLEKTÖRSÜZ MOTORUN ELEKTRİK VE MEKANİK BAKIMI

KONULAR

- 5.1. KOLEKTÖRSÜZ MOTORUN ELEKTRİKİ ARIZALARI
- 5.2. ARIZALI KONDANSATÖRLERİN DEĞİŞTİRİLMESİ
- 5.3. ARIZALI MERKEZKAÇ ANAHTAR GRUBUNUN DEĞİŞTİRİLMESİ
- 5.4. ROTOR KONTROLÜ
- 5.5. MOTOR TİPİ TESPİTİ

TEMEL KAVRAMLAR

gövde kaçağı, kısa devre, bobin sargıları, rotor

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Evlerde kullanılan aletlerin motor türlerini tartışınız.
2. Kondansatörler hangi özelliklerinden dolayı motorlarda kullanılmaktadır?
3. Motorun çalışma mantığını açıklayınız.



5.1. KOLEKTÖRSÜZ MOTORUN ELEKTRİKİ ARIZALARI

Uygun olmayan çalışma şartları, çevresel etkenler, elektriksel sorunlar ve mekanik faktörlerden dolayı motorlarda birtakım arızalar oluşabilir. Bunlar gövde kaçağı, sargılarda kısa devre, bobin sargılarında ve bağlantılarda kopma gibi elektrik arızalarıdır.

5.1.1. Gövde Kaçağı

Motorun gövdesine bobin sargılardan elektrik iletimi olmasına **gövde kaçağı** denir.

Klemens kutusunun veya kutunun bağlı olduğu vidaların bobinlere temas etmesi, iletkenlerin oyuk ağızlarına değmesi ve bir fazlı motorlarda merkezkaç anahtarından gövdeye elektrik iletimi ile kaçak oluşur.

Gövdeye kaçak sonucu motorun çektiği akım artar, güç düşer, devir sayısı azalır. Motor ısınır ve motorun gürültüsü artar. Motorun topraklaması yapılmamışsa ya da topraklamada hata varsa hayati tehlike oluşturabilir.

Kaçak, gövdeye temas eden kişilerde elektrik çarpması oluşturabileceği gibi bobin sargılarına da zarar verebilir. Görsel 5.1, Görsel 5.2 ve Görsel 5.3'te kaçak sonucu oluşan motor arızaları görülmektedir.



Görsel 5.1: Yanmış motor



Görsel 5.2: Yanmış stator



Görsel 5.3: Yanmış sargılar

Kaçak arızalarının çözümü için şunlar yapılır:

- Gövdeye temas eden iletken bulunur.
- Klemens kutusu açılıp bağlantı köprüleri sökülür.
- Avometre kullanılarak faz uçları ile gövde arasında kaçak kontrolü yapılır.

- Avometrenin iletim gösterdiği bobin grupları sökülerek arızanın nereden kaynaklandığı bulunur.
- Oyuk yalıtkanı onarılır ya da bobin grubu değiştirilir.

Bir fazlı motorlarda kaçak arızalarının çözümü için şunlar yapılır:

- Ana sargı ve yardımcı sargı ile gövde arasında kaçak kontrolü sağlanır.
- Merkezkaç anahtarının kontak bağlantıları ile gövde arasında kaçak kontrolü sağlanır.
- Arızalı sargı bulunduktan sonra bobin gruplarına bakılarak arızanın yeri tespit edilir.
- Oyuk yalıtkanı onarılır ya da bobin grubu değiştirilir.

Görsel 5.4'te gövdeye kaçak kontrolü gösterilmektedir.



Görsel 5.4: Gövdeye kaçak kontrolü

5.1.2. Bobin Sargılarında ve Bağlantılarında Kopma

Sargılarda ve bağlantılarda kopukluk; klemens kutusunda olan bağlantılarda gevşeme, bobin gruplarının bağlantılarında gevşeme ya da kopma ve bobin iletkenlerinin kopması sonucu meydana gelir.

Bağlantılarda ya da bobinlerde bir kopukluk oluşmuşsa motor çalışırken manyetik gürültü oluşur. Motor yükte kalkınamaz. Kopma bir faza ait bobin gruplarında ya da bağlantı yerlerinde ise motor iki fazda yük çekeceğinden aşırı akım çekme oluşur ve sargılarda ısınma meydana gelir. Koruma elemanı olmaması durumunda sargılarda yanma oluşur.

Bir fazlı motorlarda ana sargıda ya da yardımcı sargıda bağlantı yerlerinde ve bobinlerde kopma oluşabilir. Ana sargıda bir kopma var ise motor yardımcı sargı ile kalkınamaz ve yardımcı sargıda aşırı ısınma sonucu yanma oluşur. Yardımcı sargıda kopukluk var ise motor ana sargı ile kalkınamaz ve çalışmaz.

Kopma arızalarının çözümü için şunlar yapılır:

- Klemens kutusundaki bağlantı köprüleri sökülür.
- Avometre ile faz uçları arasında ölçüm yapılır.
- Arızalı sargı bulunur.
- Avometre ile bobin gruplarında kopukluk aranır.
- Sorun bağlantı yerinde ise lehimleme yapılır, bobinde ise bobin değiştirilir.
- Bir fazlı motorlarda da işlemler aynı şekilde tekrarlanır.

Görsel 5.5'te bobin sargı kontrolü görülmektedir.



Görsel 5.5: Bobin ve sargı kontrolü

5.1.3. Sargılarda Kısa Devre

Sargı kısa devreleri bobin grupları arasında ve bobinlerin kendi aralarında olabilir.

Bobin grupları arasında olan kısa devreler, bobin gruplarının yanlış fazlara bağlanması sonucu oluşur. Bobinlerin yerleşimi esnasında iletkenlerin dağılması neticesinde başka fazlara ait bobinlere değmesi ile de kısa devre oluşabilir.

Bobinlerin kendi aralarında oluşan kısa devre, bobin iletkenlerinin birbirine değmesi neticesinde oluşur. Motorun aşırı yükte çalışması sonucu oluşan ısı, izolasyonu bozabilir ve kısa devre oluşabilir. Bobinlerin oluklara yerleştirilmesinde dağılan iletkenlerin birbirine değmesi ile de kısa devre oluşabilir. Motorda oluşan sargı kısa devresi sonucu motor, fazla akım çekeceği için çok ısınır ve koruma elemanı yoksa yanabilir.

Kısa devre arızalarının çözümü için şunlar yapılır:

- Motor yüksüz çalıştırılıp faz akımları ölçülür. Ölçüm sonucu farklılık olan fazda kısa devre vardır.
- Arızalı faz bobininde ısınma oluşur.
- Avometre ile faz bobinlerinin dirençleri ölçülür. Bobin grupları arasında ve bobinlerin kendi içlerinde kısa devreler bulunur.
- Bobin gruplarındaki kısa devre için klemens köprüsü çıkartılır.
- Faz girişlerinin ya da çıkışlarının Avometre ile ölçümü yapılır. Ölçümlerde direnç görülüyorsa değer gösteren fazların bobinleri arasında kısa devre vardır.
- Bobinlerin kendi içlerinde arıza tespiti için her fazın giriş ve çıkışları arasından dirençleri ölçülür. Ölçümlerde faz dirençlerinde farklılık varsa o faza ait bobinlerin kendi içinde kısa devre vardır.
- Arızalı bobinler değiştirilir.

Bir fazlı motorlarda kısa devre arızalarının çözümü için şunlar yapılır:

- Ana sargı ile yardımcı sargı bobinleri arasında ve bobinlerin kendilerinde kısa devre oluşabilir.
- Avometre ile ana sargı ve yardımcı sargı arasında ölçüm yapılır. Ölçüm sonucu direnç görülüyorsa sonuç gösteren sargılarda kısa devre vardır.
- Bobinlerin kendilerinde arıza tespiti için ana sargı ve yardımcı sargı dirençleri Avometre ile ölçülür. Ölçüm sonuçları normal direnç değerleri ile karşılaştırılır.
- Arızalı bobinler bulunduysa değiştirilir.

Görsel 5.6'da kısa devre kontrolü görülmektedir.



Görsel 5.6: Kısa devre kontrolü

Motor üretiminden kaynaklı ortaya çıkan bazı elektriksel sorunlar şunlardır:

Bobin Gruplarında Bulunan Bobinlerdeki Terslik: Bobin grubu bağlantılarındaki çıkış-çıkış veya çıkış-giriş bağlantısının hatalı olmasından meydana gelir. Bobin gruplarındaki bobinlerin oluklara ters konmasından da oluşur. Arıza durumunda motor faz akımlarında dengesizlik oluşur ve motor gürültü çıkarır.

Bobin Gruplarında Terslik: Bir faza ait bobinlerin diğer faz bobinlerle bağlanması ile ortaya çıkar.

Bobinlerde Yanlış Gruplandırma: Kutupta faz başına düşen oyuk sayısının fazla olması şartlarında bobinler ikişer veya üçer olarak sarılır. Sarılan bobinler statora konulurken birbirlerine eklenir ve bobin gurubunu oluşturur. Bu bağlantılar esnasında farklı faza ait bobinler birbirine bağlanırsa hatalı gruplandırma oluşur. Bu sorunun oluşmaması için çoklu kalıplar kullanılabilir veya bobin grupları statorun dışında bağlanmalıdır. Bobinlerde yanlış gruplandırma ile çalışan motorda faz akımlarında eşitsizlik ve gürültü oluşur.

Çalışma Gerilimine Göre Hatalı Bağlantı: Motor boşta çalışırken gürültü oluşur ve boşta çalışmada yüklenme olunca devir sayısı düşer, güçte azalma olur.

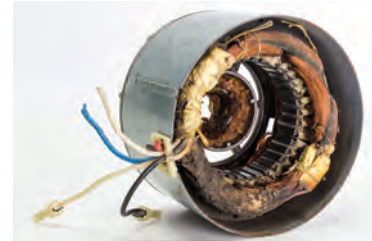
5.1.4. Sargıların Yanma Sebepleri

Motorun İki Fazda Çalışması: Enerji hattının tek fazının motora gelmediği durumdur. Bu durum kopukluk sonucu oluşur. Sigorta atması, kablunun kopması ya da hatalı bağlanması ve açık kontaktör kontağından oluşabilir. Görsel 5.7'de iki fazda çalışma sonucu yanan stator sargıları görülmektedir.

Sargının Kısa Devre Olması: Bobinler arasında ve bobinlerin sarımlarında oluşan kısa devre durumudur. Arıza durumunda motor fazla akım çeker, aşırı ısınma oluşur ve sargılar yanabilir. Görsel 5.8'de bobin kısa devresi görülmektedir.

Motorun Aşırı Akım Altında Çalışması: Sık görülen bir sorundur. Sargıların yanmasına sebep olur. Aşırı yüklenme, iki fazda çalışma, milin sıkışması, rulmanların bozulması, düşük gerilimde çalışma, frenleme süresinin uzun olması, sık durdurma ve kalkış yapma, şebeke frekansında aşırı ve sürekli dalgalanma, motorun anma gücünün üzerinde çalışması, bağlantıda eksiklik ya da hata durumlarında motor aşırı akım çeker. Sargı ısınarak yanar. Görsel 5.9'da aşırı akım sonucu yanan stator görülmektedir.

Gövdeye Kaçak: Yalıtımın eksikliği ya da bozulması sonucunda sargıların statordan gövdeye kaçak yapmasıdır. Motor aşırı akım çeker, güç düşer, ısı artar, devir azalır, gürültülü çalışma oluşur ve sargılar yanabilir. Görsel 5.10'da kaçak sonucu oluşan sargı yanıkları görülmektedir.



Görsel 5.7: Yanmış stator sargıları



Görsel 5.8: Bobin kısa devresi



Görsel 5.9: Aşırı akım sonucu yanan stator



Görsel 5.10: Kaçak sonucu oluşan sargı yanığı

Üç Fazda Dengesizlik: Şebeke geriliminin düzensizliği düşük ve yüksek gerilimde çalışmayı ortaya çıkarır. Bu durumda motor ısınır, verim düşer. Görsel 5.11'de üç fazda dengesizlik sonucu yanan stator sargıları görülmektedir.

Gerilimin Fazla Yükselmesi: Aşırı gerilim yükselmesi; güç devrelerinin sürekli aç kapa yapmasından, yıldırım düşmesinden ve kondansatörün boşalmasından oluşur. Yükselme sonucu darbe akımları oluşur ve sargılar yanabilir. Görsel 5.12'de gerilimin fazla yükselmesi sonucu yanan stator sargıları görülmektedir.

Rotorun Kilitlenmesi: Rotorun dönmemesi durumunda motor aşırı akım çeker ve sargılar yanabilir. Görsel 5.13'te rotorun kilitlenmesi sonucu yanan stator sargıları görülmektedir.

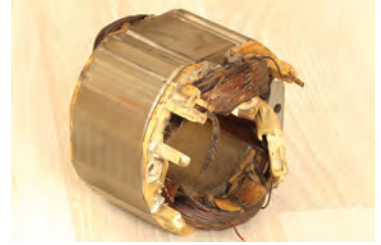
Bir Fazlı Motorlarda Merkezkaç Anahtarı ve Kondansatör Arızası: Bir fazlı motorlarda en fazla görülen sorun merkezkaç anahtarının bozularak yardımcı sargıyı devreden çıkarmaması ve yardımcı sargının yanmasıdır. Daimî devre kondansatörlü motorlarda kondansatör kısa devre olduğunda yardımcı sargı fazla akım çeker ve yanabilir. Görsel 5.14'te yanmış yardımcı sargı görülmektedir.

5.1.5. Yanık Sargı Tespiti

Motor sargılarındaki yanık, motor söküldüğünde anlaşılabilir. Yanık faz bobinini bulabilmek için motor klemens kutusu açılır ve bağlantı köprüleri sökülür. Her faz sargısının giriş çıkış uçlarından dirençleri ölçülür. Ölçümlerde faz sargılarının dirençleri aynı olmalıdır. Farklı ölçüm var ise o faz sargısında hata vardır. Yanma sonucu sargılarda kopma oluşmuşsa ölçüm sonucu direnç görülmez. Bir fazlı motorlarda ana sargının ve yardımcı sargının direnç ölçümleri yapılır ve yanma durumu belirlenir.



Görsel 5.11: Yanmış stator sargıları



Görsel 5.12: Yanan stator sargıları



Görsel 5.13: Yanan stator sargıları



Görsel 5.14
Yanmış yardımcı sargı

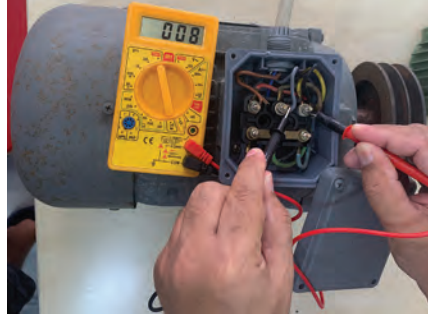
Notlar

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

5.1. Uygulama

KOLEKTÖRSÜZ MOTORUN ELEKTRİK ARIZALARI

AMAÇ: Avometre ile motor sargılarının sağlamlık kontrolünü yapmak.



Görsel 5.15
Bobin sargılarının
sağlamlık kontrolü

Tablo 5.2: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Motor	400 V, 3 faz	1 adet
Ölçü aleti	Avometre	1 adet
Bobin		1 adet
El aletleri	Tornavida, pense, yüksük, pens vb.	

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Tablo 5.1’de listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
9. Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
10. Klemens kutusunu açıp köprüleri sökünüz.
11. Ölçü aleti ile sargıları kontrol ediniz.
12. Görsel 5.15’te gösterildiği gibi ölçü aleti ile bobin gruplarını kontrol ediniz.
13. Faz giriş çıkışlarını ölçü aleti ile kontrol ediniz.
14. Arızalı parça varsa değiştiriniz. Arızayı gideriniz.
15. Klemens kutusunda köprüleri takınız ve kutuyu kapatınız.
16. Güç kablosunu takınız.
17. Yaptığınız bağlantıyı ölçü aleti ile kontrol ediniz.
18. Öğretmen gözetiminde cihaza enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
19. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.



Değerlendirme: Yapacağınız “Kolektörsüz Motorun Elektrik Arızaları” uygulaması 5.1. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

5.1. EKOLEKTÖRSÜZ MOTORUN ELEKTRİKİ ARIZALARI UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “5.1. Kolektörsüz Motorun Elektrik Arızaları” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. **1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi**

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Klemens kutusunu açtı, köprüleri söktü.					
6	Sargıları ölçü aleti ile kontrol etti.					
7	Bobin gruplarını ölçü aleti ile kontrol etti.					
8	Faz giriş çıkışlarını ölçü aleti ile kontrol etti.					
9	Arızalı parçayı değiştirdi.					
10	Arızayı giderdi.					
11	Klemens kutusundaki köprüleri taktı.					
12	Klemens kutusunu kapattı.					
13	İletken bağlantılarını uygun ekipman ile gerçekleştirdi.					
14	Uygun el aletleri (pens, yüksük, papuç vb.) kullandı.					
15	Ölçü aleti ile bağlantıları kontrol etti.					
16	Enerji verme prosedürünü uyguladı.					
17	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
18	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
19	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

5.2. ARIZALI KONDANSATÖRLERİN DEĞİŞTİRİLMESİ

Kondansatör iki iletken levha arasına yalıtkan bir malzemenin konulması ile oluşturulan ve elektrik enerjisini depolayabilen malzemedir.

Bir fazlı yardımcı sargılı motorlara yardımcı sargıya seri bağlantı ile bir kondansatör takılır. Bunun sebebi yardımcı sargı ile ana sargı arasında faz farkı oluşturmaktır. Buna ek olarak kondansatör, motorun kalkınma momentini yükseltir.

Elektrolit kondansatörler kalkış kondansatörlü motorlarda, metalik film kondansatörler daimî kondansatörlü motorlarda sıklıkla kullanılmaktadır.

Bir fazlı yardımcı sargılı motorlarda kullanılacak kondansatörün kapasitesi motorun gücüne ve tipine bağlıdır. Tablo 5.2’de kondansatör değerleri görülmektedir.

Tablo 5.2: Motor Güçlerine Göre Kullanılacak İlk Hareket ve Daimî Devre Kondansatörler

Güç (HP)	Güç (kW)	Kondansatör	
		İlk hareket (µF)	Daimî devre (µF/Volt)
0,35	0,25	43-53	10/400
0,4	0,3	53-64	15/400
0,5	0,35	64-77	15/400
0,55	0,4	72-88	15/400
0,7	0,5	88-108	20/400
0,8	0,6	108-130	20/400
0,9	0,7	124-149	25/400
1,1	0,8	145-175	25/400
1,2	1,0	161-193	30/400
1,3	1,1	189-227	30/400
1,5	1,2	216-259	30/400
1,75	1,3	233-280	40/400
2,0	1,5	280-333	40/400

Kondansatör olan devrelerde akım, gerilimden ileri fazdadır. Kondansatör reaktif güç çeken malzeme olduğu için reaktif güce **kapasitif reaktif** güç denir. Kondansatörler 3-6, 3-10-16-25-35-50-63-100-160-250-350-400-450-630-1000 V olarak üretilmektedir. Burada önemli olan husus çalışma gerilimi altında kondansatör tercih edilmemelidir. Özellikle elektrolit kondansatörler çalışma geriliminden yüksek gerilime maruz kalırsa patlar.

Bir fazlı kondansatörlü motorlarda kondansatörden dolayı şu arızalar oluşabilir:

- Daimî kondansatörlü motorlarda kondansatör kısa devre olmuşsa yardımcı sargı atar, sargılar aşırı ısınır yanabilir. Kondansatör açık devre olmuşsa yardımcı sargıdan akım geçmez ve motor çalışmaz.

- Kalkış kondansatörlü motorlarda kondansatörde sorun varsa daimî kondansatörlü motorlar gibi çalışma oluşur. Kalkınma momenti az olur. Yük momenti kalkınma momentinden fazla ise motor kalkınamaz.

Kondansatörün sağlamlık kontrolü LCR metre ile yapılır. LCR metre ölçüm sonucu kapasite değerini göstermezse kondansatör bozuktur. LCR metrenin olmadığı ortamlarda analog Avometre ile sağlamlık kontrolü yapılabilir. Kondansatör analog Avometrenin uçlarına bağlandığında ibre hızlıca sağa doğru gidip ilk durumuna yavaşça geliyorsa kondansatör sağlamdır. Analog Avometrenin ibresi sağa doğru hızlıca gidip ilk durumuna gelmiyorsa kondansatör kısa devredir. İbre hareket etmiyorsa kondansatör açık devredir. Görsel 5.16'da kondansatörün bağlantısı görülmektedir.



Görsel 5.16: Kondansatör bağlantısı

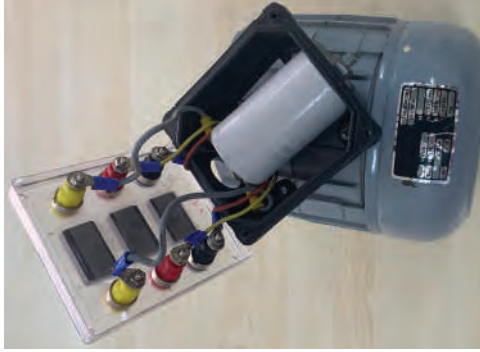
Kondansatörlerle işlem yapılırken dikkat edilmesi gereken önemli noktalar şunlardır:

- Motor kontrolü yapılırken kondansatörün uçlarına çıplak elle dokunulursa çarpılma oluşabilir.
- Kondansatörler AC akımın maksimum değeri ile dolar. Bundan dolayı kondansatörün çalışma gerilimi uygulanacak gerilimin en az 1,41 katı olmalıdır. Örneğin 230 V bir faz şebeke için en az 324,3 voltluk kondansatör kullanılmalıdır.
- Daimî devre kondansatörlü motorlarda boş çalışma esnasında kondansatör geriliminin artması göz önünde bulundurularak kondansatör gerilimi yüksek seçilir. Örneğin 230 V şebeke için 400-450 V gibi.
- Motora bağlanacak kondansatör güce ve tipe uygun belirlenmelidir.
- Elektrolit kondansatörlerde depoda bekleme süresi yaklaşık bir senedir. Bu yüzden elektrolit kondansatörler kullanılmadan önce kontrol edilmelidir.

5.2. Uygulama

ARIZALI KONDANSATÖRLERİN DEĞİŞTİRİLMESİ

AMAÇ: Arızalı kondansatörü değiştirmek.



Görsel 5.17
Kondansatör

Tablo 5.3: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Motor	400 V, 3 faz	1 adet
Kondansatör	300 �F /400 V	1 adet
Öl�� aleti	Avometre, LCR metre	1 adet
El aletleri	Tornavida, pense vb.	

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Tablo 5.3'te listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
9. Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
10. Motora gelen güç kablosunu sökünüz.
11. Görsel 5.17'de verilen kondansatörün sağlamlık kontrolünü ölçü aleti ile yapınız.
12. Uygun özellikteki sağlam kondansatörü alınız.
13. Arızalı malzeme var ise değiştiriniz.
14. Kondansatör bağlantısını uygun şekilde yapınız.
15. Yaptığınız bağlantıyı ölçü aleti ile kontrol ediniz.
16. Güç kablosunu takınız.
17. Öğretmen gözetiminde cihaza enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
18. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.



Değerlendirme: Yapacağınız “Arızalı Kondansatörlerin Değiştirilmesi” uygulaması 5.2. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

5.2. ARIZALI KONDANSATÖRLERİN DEĞİŞTİRİLMESİ UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “5.2. Arızalı Kondansatörlerin Değiştirilmesi” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. 1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Güç kablosunu söktü.					
6	Kondansatörün sağlamlık kontrolünü ölçü aleti ile yaptı.					
7	Uygun özellikteki kondansatörü aldı.					
8	Arızalı malzemeyi değiştirdi.					
9	Kondansatör bağlantısını yaptı.					
10	Ölçü aleti ile bağlantıları kontrol etti.					
11	Güç kablosunu taktı.					
12	Enerji verme prosedürünü uyguladı.					
13	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
14	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
15	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = $[(\text{Ölçek Puanı} \times 100) / \text{Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı}]$

5.3. ARIZALI MERKEZKAÇ ANAHTAR GRUBUNUN DEĞİŞTİRİLMESİ

Bir fazlı yardımcı sargılı motorlarda motor hareketlenirken yardımcı sargının devrede kalmasını sağlayan ve motoru normal devrinin %75'ine ulaştığında devreden çıkartan malzemeye **merkezkaç anahtarı** denir. Görsel 5.18'de merkezkaç anahtarı görülmektedir.

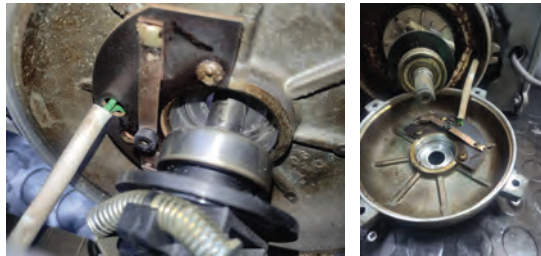


Görsel 5.18: Merkezkaç anahtarı

5.3.1. Merkezkaç Anahtar Grubunun Yapısı

Dairesel hareket yapan cisimleri merkezin dışına doğru iten kuvvete **merkezkaç kuvveti** denir. Merkezkaç anahtarı da bu prensibe göre çalışır. Motor çalışmadığında anahtarın kontakları kapalı konumdadır ve yardımcı sargı devrededir. Motor çalışmaya başladığında devir sayısı arttıkça doğru orantılı olarak merkezkaç kuvveti de artar. Motor normal devrinin %75'ine geldiğinde hareketli kısım merkezkaç kuvvetinden dolayı dışarıya doğru itilerek kontak üzerine düşen basıncı kaldırır. Kontak açılır ve yardımcı sargı devreden çıkar. Bir fazlı yardımcı sargılı motorlarda yardımcı sargıyı devreden çıkartmak için en kullanışlı yöntem merkezkaç anahtarı kullanımıdır. Basit ve sağlam bir anahtar yapısına sahip olmasına rağmen merkezkaç anahtarında oluşacak bir sorunda motorun sökülmesi gerekir.

İki bölümden oluşan merkezkaç anahtarında duran parça motorun arka kapağında, hareketli parça ise rotor üzerinde bulunur. Hareketli parça göbek sacı, itme bileziği, iki adet palet ve iki adet yaydan meydana gelir. Duran parça motorun arka kapağına yerleştirilmiş kontakta oluşur. Görsel 5.19'da hareketli kısım ve kontak kapağı görülmektedir.



Görsel 5.19: Hareketli kısım ve kontak kapağı

Merkezkaç anahtarının hareketli parçası arka rulmandan önce arka milin dişli yerine takılır. Göbek sacı ve itme bileziği mil üzerine yerleştirilir. Göbek sacı ve itme bileziği arasına ikişer adet palet ile yay yerleştirilir. Kontak motorun arka kapağına takılır. Normal şartlarda merkezkaç anahtarının itme bileziği kontağı ittiğinde kontak kapalı durumdadır. Merkezkaç kuvveti ve itme bileziğinin çekilmesine yarayan hızı ayarlayan malzemeler, paletler ve yaylardır. Kullanılacak palet ve yaylar motorun hızına uygun seçilmelidir. Görsel 5.20’de merkezkaç anahtarının rotor üzerindeki hareketli parçaları görülmektedir.



Görsel 5.20: Merkezkaç anahtarının rotor üzerindeki hareketli parçaları

5.3.2. Merkezkaç Anahtar Grubunun Çeşitleri

Merkezkaç anahtarları, kullanılacak motorun devir sayısına göre belirlenmelidir. Motorun hızına göre merkezkaç etkisi de değişir. Bundan dolayı anahtarın yayları ve paletleri de değişir. Genel olarak 3 farklı tipte üretilen anahtarlar aşağıdaki gibidir.

- 2 kutuplu (3000 devir/dak.) motorlarda kullanılan merkezkaç anahtarları
- 4 kutuplu (1500 devir/dak.) motorlarda kullanılan merkezkaç anahtarları
- 6 kutuplu (1000 devir/dak.) motorlarda kullanılan merkezkaç anahtarları

Kullanılacak motorun büyüklüğüne göre merkezkaç anahtarları da büyük ve küçük olmak üzere iki boyda üretilir.

5.3.3. Merkezkaç Anahtar Grubunun Arızaları

Bir fazlı yardımcı sargılı motorlarda en sık görülen sorun merkezkaç anahtarı kontaklarının istenildiği gibi hareket etmemesi yüzünden yardımcı sargının yanmasıdır.

Merkezkaç anahtarı arızalarında gözlenen durumlar şunlardır:

- Merkezkaç anahtarının sacı rotor miline takılmıştır. Rotor mili üzerinde rahatça dönüyorsa itme parçası kontağı kapatamaz ve kalkış kondansatörü devreye giremez.
- Kontak ayarları bozulabilir. Kontak, motorun normal devrinde açılmazsa kondansatör hep devrede kalır ve bozulur. Kontak kapanmazsa kondansatör ve yardımcı sargı devreye alınamaz ve motor hareketlenemez.
- Kontak, ark oluşması neticesinde saca yapışabilir. Kondansatör hep devrede olur ve bozulur.
- Olması gereken yay ya da palet kullanılmamışsa merkezkaç anahtarı devreyi erken açabilir. Bu durumda motor hareketlenmeden kondansatör devreden çıkar, kalkış momenti yük momentini karşılayamaz ve motor aşırı yükte çalışır. Merkezkaç anahtarı devreyi geç açarsa kalkış kondansatörü normalden fazla süre devrede kalacağından bozulabilir.

5.3. Uygulama

ARIZALI MERKEZKAÇ ANAHTAR GRUBUNUN DEĞİŞTİRİLMESİ

AMAÇ: Arızalı merkezkaç anahtar grubunu değiştirmek.



Görsel 5.21
Merkezkaç anahtar grubu

Tablo 5.4: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Merkezkaç anahtarı	4 kutuplu	1 adet
Motor	400 V, 3 faz	
Ölçü aleti	Avometre	1 adet
El aletleri	Tornavida, pense, vb.	



İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Tablo 5.4'te listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
9. Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
10. Motorun elektrik bağlantısını sökünüz.
11. Motorun sökümünü yapınız.
12. Görsel 5.21'de verilen merkezkaç anahtarının sökünüz.
13. Arızalı parça var ise parçayı değiştiriniz.
14. Arızayı gideriniz.
15. Merkezkaç anahtarını takınız.
16. Motoru montaj ediniz.
17. Motorun elektrik bağlantısını yapınız.
18. Öğretmen gözetiminde cihaza enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
19. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.



Değerlendirme: Yapacağınız “Arızalı Merkezkaç Anahtar Grubunun Değiştirilmesi” uygulaması 5.3. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

5.3. ARIZALI MERKEZKAÇ ANAHTAR GRUBUNUN DEĞİŞTİRİLMESİ UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “5.3. Arızalı Merkezkaç Anahtar Grubunun Değiştirilmesi” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. **1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi**

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Motorun elektrik bağlantısını söktü.					
6	Motoru söktü.					
7	Merkezkaç anahtarını söktü.					
8	Arızalı parçayı değiştirdi.					
9	Arızayı giderdi.					
10	Merkezkaç anahtarını taktı.					
11	Motoru monte etti.					
12	Motor elektrik bağlantısını yaptı.					
13	Enerji verme prosedürünü uyguladı.					
14	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
15	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
16	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = $[(\text{Ölçek Puanı} \times 100) / \text{Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı}]$

5.4. ROTOR KONTROLÜ

Rotor kontrolü sargılarda, bileziklerde, çubuklarda ve kanatçıklarda yapılmaktadır.

5.4.1. Rotor Sargılarından Oluşabilecek Sorunlar

Rotoru sargılı asenkron motorlarda rotor üzerindeki oyuklara statorda da yapıldığı gibi üç fazlı sargılar konur. Bu sargılar yıldız bağlantı ile rotor mili üzerinde bulunan bileziklere takılır. Rotor sargılarında elektriksel sorunlar oluşabilir. Sargılarda kopma, gövdeye kaçak, kısa devre vb. hatalar oluşabilir. Rotor sargılarında oluşabilecek hatalar neticesinde asenkron motorlarda akım artar, moment ve verim düşer. Stator sargılarında anlatıldığı gibi sargı dirençleri ölçülerek arıza bulunur. Arızalı sargı bobinleri değiştirilir.

5.4.2. Bileziklerden Oluşabilecek Arızalar

Rotorunda sargı olan asenkron motorlarda bileziklere baskı yapan fırçalardan dolayı bileziklerde hatalar oluşabilir. Bu hatalar şunlardır:

- Bilezikler arasında bulunan izolasyon malzemesinde çatlama ya da kırılma neticesinde kısa devre oluşabilir.
- Kullanılan fırça kalitesi düşükse bileziklerde çizilme, lekelenme oluşabilir ve bilezikler yıpranır. Yıpranma neticesinde kısa devre oluşabilir. Az çizilme olan bileziklerde taşlama ile sorun çözülebilir. Bazı motorlarda hareketlendikten sonra bileziklerin olduğu yerde eklenen mekanik sistem ile fırçalar kaldırılır ve bilezikler kısa devre yapılır. Fırçalar bileziklere temas etmediğinden bileziklerde ve fırçada yıpranma oluşmaz.
- Akım, döner parçada bulunan rotor devresine fırçalar ve bilezikler vasıtası ile yollar. Fırçalarda yıpranma varsa bilezikle olan temaslarında eksiklik oluşur. Bilezik üzerinde yıpranan fırçalardan dolayı ark oluşabilir ve bilezik bozulabilir. Akım rotor devresine geçemez, motor moment düşer, diğer sargılarda akım artar ve ısınma olur. Koruma elemanı yoksa sargılar yanabilir.

Fırçalar doğru akım motorlarında olduğu gibi rotoru sargılı (bilezikli) asenkron motorlarda da en çok bozulan parçadır. Motordaki fırça boyları kontrol edilmeli ve fırça yuvaları temizlenmelidir. Fırça bileziğe az temas ederse ark oluşur ve bilezik yıpranır. Fırça fazla temas ederse kısa süre içerisinde fırça yıpranır. Görsel 5.22’de bilezikler görülmektedir.



Görsel 5.22: Asenkron motor bileziği

5.4.3. Çubuklarda Oluşan Çatlak

Nadir görülen bir arızadır. Rotor arızaları üretim aşamasındaki alüminyum döküm işleminden veya rotor ile stator arasında bulunan hava boşluğu düzensizliğinden oluşur. Kısa devre çubuklarının kırılması ya da çatlaması motorun kalkışında zorlanmaya ve aşırı ısınmaya sebebiyet verir. Kırılma veya çatlama sonucu çubuklardan akım geçemez. Bunun neticesinde diğer çubukların ısısı artar, motorun momenti düşer, verim azalır ve gürültülü çalışma olur.

5.4.4. Çubuklarda Gevşeklik

Rotor kısa devre çubuklarında gevşeme, rotor kısa devre bileziği ile kısa devre çubukları arasında oluşan bağlantı kopukluğu nedeniyle oluşabilir. Bunun sonucu diğer çubuklarda fazla ısınma oluşur, motor momenti azalır, verim düşer, akım artar ve gürültü oluşur. Sorun olan kısa devre çubuklarının kısa devre bileziğine kaynak yapılması ile oluşabilecek hatalar ortadan kaldırılabilir.

5.4.5. Kanatçık Hataları

Rotorun yan taraflarında rotor çubuklarını kısa devre yapan halkalarda üretim esnasında kanatçıklar oluşturulur. Bunun sebebi pervane görevi ile motorun soğumasına yardımcı olmaktır. Kanatçıklarda kopma, yamulma olabilir. Eğilme durumunda motorun dengesi bozulabilir. Merkezkaç kuvvetinde değişiklik oluşabilir ve gürültü meydana gelir. Yamulma olan kanatçıların düzeltilmesi ya da rotorun değiştirilmesi ile sorun çözülür. Kopma arızası nadir görülmektedir. Görsel 5.23'te kanatçıklar görülmektedir.



Görsel 5.23: Rotor kanatçıkları

Notlar

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

5.4. Uygulama

ROTOR KONTROLÜ

AMAÇ: Rotor tipine uygun rotor kontrolünü yapmak.



Görsel 5.24: Rotor

Tablo 5.5: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Rotor		1 adet
Ölçü aleti	Avometre	1 adet
El aletleri	Tornavida, pense vb.	



İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Tablo 5.5'te listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
9. Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
10. Rotor sargılarını kontrol ediniz.
11. Rotor bileziklerini kontrol ediniz.
12. Rotor çubuklarını kontrol ediniz.
13. Rotor kanatçıklarını kontrol ediniz.
14. Öğretmen gözetiminde cihaza enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
15. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.



Değerlendirme: Yapacağınız “Rotor Kontrolü” uygulaması 5.4. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

5.4. ROTOR KONTROLÜ UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “5.4. Rotor Kontrolü” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır.

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Rotor sargılarını kontrol ediniz.					
6	Rotor bileziklerini kontrol ediniz.					
7	Rotor çubuklarını kontrol ediniz.					
8	Rotor kanatçıklarını kontrol ediniz.					
9	Cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol etti.					
10	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
11	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
12	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = $[(\text{Ölçek Puanı} \times 100) / \text{Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı}]$

5.5. MOTOR TİPİ TESPİTİ

Bir fazlı asenkron motorlar ev, ofis, küçük işletmeler gibi bir faz olan yerlerde kullanılmaktadır.

Üç fazlı asenkron motorlar sanayi tesisleri gibi üç faz şebeke olan yerlerde yüksek performans sebebi ile tercih edilir.

Asenkron motorlar alçak-yüksek devir, soğutma tarzı, koruma sınıfları, işletme çalışma şekli (kesik-sürekli) gibi etkenlerden dolayı değişik tiplerde üretilmektedir.

Açık Tip Motorlar: Gövde ve kapaklarda açıklık olan motorlardır. Açıklık soğutma işlemine yarar. Sargılar hava ile temas ettiğinden izolasyonda bozulmalar sık görülür. Bundan dolayı bu motorların korunması zordur. Görsel 5.25'te açık tip motor görülmektedir.

Kapalı Tip Motorlar: Yaygın olan motorlardır. Korunmaları basittir. Görsel 5.26'da kapalı tip motor görülmektedir.

Flanşlı Tip Motorlar: Yapı olarak iş makinelerine kolay bir şekilde montaj edilirler. Motor mili kapağında bir dairesel metal bulunur. Bu kapak flanş olarak isimlendirilir. Kapağın aynısı motorun takılacağı sistemde de bulunur ve motor ile motorun takılacağı sistem birleştirilmiş olur. Görsel 5.27'de flanşlı tip motor görülmektedir.

Asenkron motorların çalışma şekilleri motor milinin pozisyonuna göre yatık ve dik çalışma olarak isimlendirilir. Görsel 5.28'de dik çalışma, Görsel 5.29'da yatık çalışma görülmektedir.



Görsel 5.25: Açık tip motor



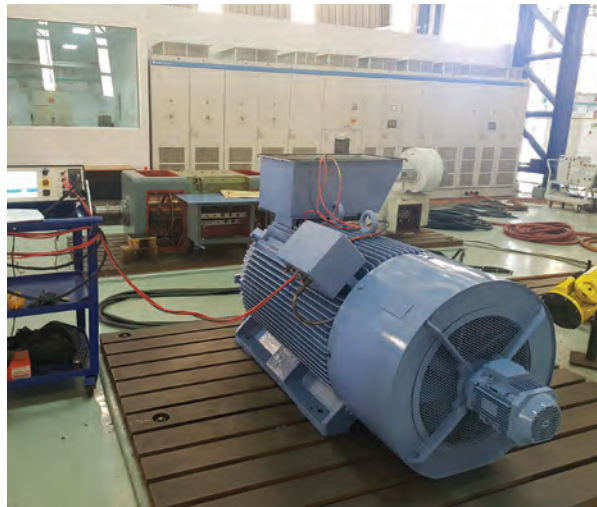
Görsel 5.26: Kapalı tip motor



Görsel 5.27: Flanşlı tip motor



Görsel 5.28: Dik çalışma



Görsel 5.29: Yatık çalışma

5.5. Uygulama

MOTOR TİPİ

AMAÇ: Motor tipini tespit etmek.



Görsel 5.30: Motor

Tablo 5.6: Malzeme Listesi

Adı	Özellği	Miktar
Motor	400 V, 3 faz, 1 faz, açık tip, kapalı tip	1 adet
Ölçü aleti	Avometre	1 adet
El aletleri	Tornavida, pense vb.	



İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Tablo 5.6'da listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
9. Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
10. Motora gelen güç kablosunu gözlemleyiniz ve kontrol ediniz.
11. Klemens kutusunu açıp bağlantıları gözlemleyiniz ve faz kontrolü yapınız.
12. Görsel 5.30'da verilen motorun faz durumunu belirleyiniz.
13. Görsel 5.30'da verilen motorun açık tip ya da kapalı tip durumunu gözlemleyiniz.
14. Öğretmen gözetiminde cihaza enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
15. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.



Değerlendirme: Yapacağınız “Motor Tipi Tespiti” uygulaması 5.5. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

5.5. MOTOR TİPİ TESPİTİ UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “5.5. Motor Tipi Tespiti” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır.

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	İletken bağlantılarını uygun ekipman ile gerçekleştirdi.					
6	Güç kablosunu gözlemledi.					
7	Güç kablosunu kontrol etti.					
8	Klemens kutusundaki bağlantıları gözlemledi.					
9	Klemens kutusundaki bağlantıları kontrol etti.					
10	Motorun faz durumunu belirledi.					
11	Motorun açık-kapalı tip durumunu belirledi.					
12	Enerji verme prosedürünü uyguladı.					
13	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
14	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
15	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

A) Ağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (...) Asenkron motorun topraklaması yapılmamışsa hayati tehlike oluşur.
2. (...) Kondansatör olan devrelerde akım gerilimden ileri fazdadır.
3. (...) Motora enerji verildiğinde motor ilk anda düşük akım çeker.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadeyi yazınız.

4. Motor sargı testi yapılırken Avometre kademesine alınır.
5. Motorlarda kasa tipi ve kapalı olmak üzere iki çeşittir.
6. 1 fazlı asenkron motorlarda metalik film kondansatörlerle birlikte kondansatörler kullanılır.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

7. Gövdeye elektrik iletimi varsa aşağıdakilerden hangisi oluşur?

- A) Gürültüsüz çalışma
- B) Isınma
- C) Normal akımda çalışma
- D) Normal güçte çalışma
- E) Sabit devir

8. Motor arızalarının oluşmasında aşağıdakilerden hangisinin etkisi yoktur?

- A) Çalışma ortamı
- B) Çevresel etki
- C) Elektriksel etki
- D) Mevsimsel etki
- E) Mekanik etki

9. Aşağıdakilerden hangisi sargıların yanma sebeplerinden biridir?

- A) Rotorun çalışması
- B) Sargının kısa devre olması
- C) Stator sargılarında manyetik alan oluşması
- D) 3 fazda çalışma
- E) 1 fazda çalışma

10. Aşağıdakilerden hangisi rotorlarda oluşabilecek hatalardan biri değildir?

- A) Bilezikler
- B) Çubuklarda gevşeklik
- C) Gövde
- D) Kanatçık hataları
- E) Rotor sargıları



6. Öğrenme Birimi

KOLEKTÖRSÜZ MOTOR MONTAJI

KONULAR

- 6.1. BOBİN BAĞLANTILARI
- 6.2. MOTOR İZOLASYONU
- 6.3. MOTOR TESTİ
- 6.4. MOTOR MONTAJI
- 6.5. MOTORUN SON KONTROLLERİ
- 6.6. MOTOR KARTEKSİ HAZIRLAMA

TEMEL KAVRAMLAR

bobin, sargı, izolasyon, vernik, karteks, rulman

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Elektrik-elektronik uygulamalarında izolasyonun gerekliliğini tartışınız.
2. Bobin ölçümü hakkında bildiklerinizi açıklayınız.
3. Toprak ölçümü hakkında bildiklerinizi açıklayınız.

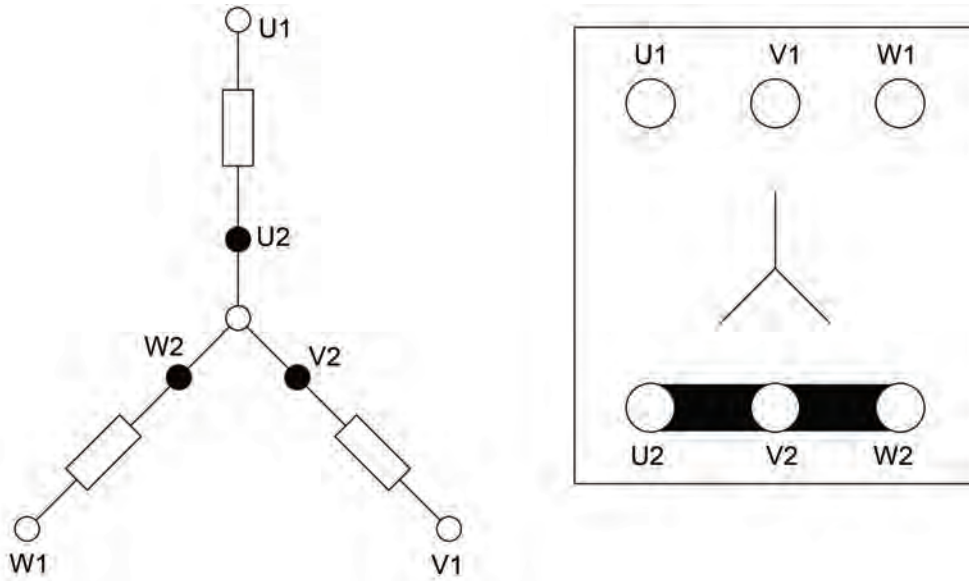


6.1. BOBİN BAĞLANTILARI

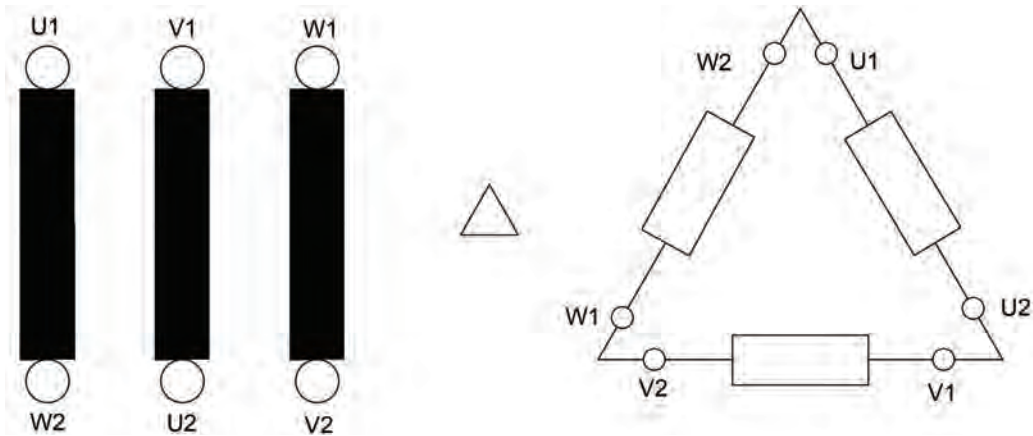
Üç fazlı asenkron motorun sargıları yıldız (λ) -üçgen (Δ) devre olarak bağlanır. Motor kablo bağlantıları klemens kutusu içerisinde yapılmaktadır. Klemens kutusu içinde yapılan bağlantılar, pirinçten veya demirden üretilen ve üzerleri izolasyon malzemesiyle kaplı köprüler ile yapılmaktadır.

Yıldız bağlantıda sargı çıkış uçları köprüler yardımıyla kısa devre yapıldığında sargılar herhangi bir sıra ile bağlanabilir. Fakat üçgen bağlantıda köprülerin karşı karşıya yerleşimi kısa devre oluşturur. Bu kısa devre sorununu ortadan kaldırmak için sargı çıkışları yana kaydırılarak ayarlanır. Sargı giriş uçları U1-V1-W1 (U-V-W), sargı çıkış uçları W2-U2-V2 (Z-X-Y) şeklinde düzenlenir.

Görsel 6.1'de yıldız bağlantıya ait motor klemens uçları ve bağlantıları, Görsel 6.2'de üçgen bağlantıya ait motor klemens uçları ve bağlantıları görülmektedir.

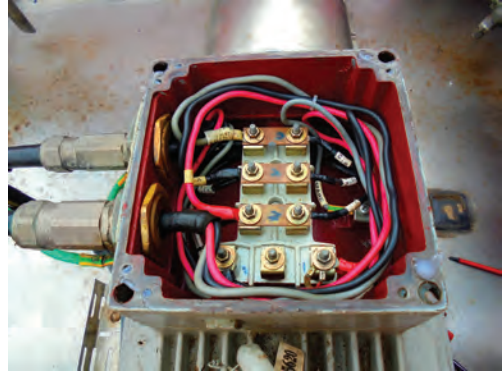


Görsel 6.1: Yıldız bağlantı



Görsel 6.2: Üçgen bağlantı

5. Öğrenme Birimi



Görsel 6.4: Üçgen bağlantı

Notlar

[illegible]

6.1. Uygulama

BOBİN BAĞLANTILARI

AMAÇ: Bobinlerin grup ve klemens bağlantılarını yapmak.



Görsel 6.5: Klemens bağlantıları

Tablo 6.1: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Klemens kutusu	Plastik, mika	1 adet
Bağlantı ekipmanları	Klemens arası bağlantı parçası, somun, vida vb.	Yeteri kadar
Ölçü aleti	Avometre	1 adet
El aletleri	Tornavida, pense, vb.	



İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Tablo 6.1’de listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
9. Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
10. Görsel 6.5’e göre bağlantınızı oluşturunuz.
11. Bobin uçlarını bağlayınız.
12. Klemens uçlarını sıkınız.
13. İletken bağlantılarını yüksük, uygun pens vb. kullanarak gerçekleştiriniz.
14. Yaptığınız bağlantıyı ölçü aleti ile kontrol ediniz.
15. Öğretmen gözetiminde cihaza enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
16. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.



Değerlendirme: Yapacağınız “Bobin Bağlantıları” uygulaması 6.1. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

6.1. BOBİN BAĞLANTILARI UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “6.1. Bobin Bağlantıları” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır.

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Bobin uçlarını bağladı.					
6	Klemens uçlarını sıktı.					
7	İletken bağlantılarını uygun ekipman ile gerçekleştirdi.					
8	Uygun el aletleri (pens, yüksük, papuç vb.) kullandı.					
9	Ölçü aleti ile bağlantıları kontrol etti.					
10	Enerji verme prosedürünü uyguladı.					
11	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
12	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
13	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

6.2. MOTOR İZOLASYONU

Elektrik motorlarında izolasyon motorların güvenli çalışabilmesi için önemli bir husustur. İzolasyonda oluşabilecek hatalar motorun aşırı ısınmasına ve dolayısıyla motorun ömrünün azalmasına neden olur. İyi bir izolasyonun özellikleri şunlardır:

- Nem etkisini ortadan kaldırmalı ya da en aza indirmeli.
- Nem etkisine karşı direnç göstermeli.
- Yağa karşı direnç göstermeli.
- İletkenleri birbirine kuvvetli bağlamalı.
- Isıya dayanıklı olmalı.
- Mekanik sarsıntının etkisini azaltmalı.
- Sistemde oluşan havayı atmali.
- İzolasyonun kalitesini artırmalı.
- Elektriksel direncin kalitesini artırmalı.
- İzolasyon ile düz bir yüzey oluşturmali.
- Tamamlanan iş güzel görünmeli.
- Titreşim ve merkezkaç kuvvetine dayanabilecek güçte olmalı.

İzolasyonda kullanılan sıvılar mekanik, termal, kimyasal ve elektriksel etkilerle karşılaşmaktadır.

Mekanik Etki: İletkenlerin ve metal parçaların sarsıntıları, ısıtma ve soğutma esnasında oluşan genleşme, büzülme, merkezkaç kuvveti, dış kuvvetler (kivirma, uzatma vb.)

Termal Etki: Yüksek sıcaklık değerlerinde uzun süre çalışma cihazların performansını düşüren unsurlardan biridir. İyi bir izolasyon ile sıcaklık derecelerini yüksek tutmak önemlidir. Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC) ve Ulusal Elektrik Üreticileri Derneği (NEMA) motorlarla ilgili standartları belirleyen kurumlardır. İzolasyon verniklerinin ısı dayanıklılığı teknolojik gelişmeler sayesinde daha iyi seviyelere gelmektedir.

Kimyasal Etki: Kimyasal maddeler, toz, nem, tuz ve yağ gibi etkenler izolasyon için olumsuz şartlar oluşturabilir.

Elektriksel Etki: İzolasyonun azalması ya da bozulması neticesinde yanma, ark oluşumu, voltaj dayanımı azalması (izolasyon maddesinin özelliğini kaybetmesi), dielektrik kaybı (izolasyon malzemesindeki ısı formunda olan enerji kaybı), malzemenin tamamen bozulması, kimyasal etkilere açık ortamda çalışan cihazlarda izolasyon yüzeyinde akım geçme eğilimi oluşur.

6.2.1. İzolasyon Verniği Çeşitleri

Hava kurumalı yüzey izolasyon vernikleri ve emprenye izolasyon vernikleri olmak üzere iki çeşit izolasyon vernik çeşidi vardır.

a) Hava Kurumalı Yüzey İzolasyon Vernikleri

Elektriksel amaçla kullanılır. Son kat olarak fırça ya da pistole tabancası ile uygulanır. Elektrik malzemeleri ve sargılar için kullanılır. Vernikleme ile hem güzel bir görüntü hem de düz ve çatlaksız bir zemin oluşur. Nem direnci artar.

Alkollü Tip Vernikler: Isı dayanımı ve nem direnci orta seviyededir. Tamir ve düzeltme işlemlerinde kullanılır. Yağ ve çözücülere dayanıksızdır. Yaklaşık 4 saatte kurur.

Bitümlü Tip Vernikler: Nemli ortamlar için uygundur. Yağ ve çözücülere dayanıksızdır. Yaklaşık 3 saatte kurur.

Yağ Modifiye Fenolik Tip Vernikler: Tropikal ortamlar dışındaki yerlerde son kat vernik olarak kullanılabilir. Yaklaşık 3 saatte kurur.

Alkid Rezinli Vernikler: Isıya dayanıklıdır, renklendirilebilir. Mekanik kuvvetlerin yüksek olduğu sessiz çalışma gereken motor ve sargı cihazlarında kullanılır. Uzun kullanımlarda çatlama kırılma gibi istenmeyen sonuçlarda başarılıdır. Yaklaşık 3 saatte kurur.

Epoksi Reçineli Vernikler: Kimyasal etkilere karşı dayanıklıdır. Parçalara bağlanma özelliği yüksektir. Esnekliğini uzun süre koruyabilir. Yüksek sıcaklıklarda çalışmaya uygundur. Yaklaşık 3 saatte kurur.

Poliüretan Rezinli Vernikler: Kimyasal etkilere çok dayanıklıdır. Çözücülere ve yağlara dayanıklıdır. Sarım diplerinde bile anında sertleşerek cihazı komple tutar. Kütle olarak sertleşim istenen yerlerde uygulanır. Yaklaşık 3 saatte kurur.

Nihâi Kırmızı Boya: Sarımların dayanıklılığını artırmak için uygulanır. Fırınlanmaya gerek yoktur. Yaklaşık 4 saatte kurur.

b) Emprenye İzolasyon Vernikleri

Bu verniklerde fırında ısı ile kurutma yapılmaktadır. Bu tip verniklerde işlem yapılacak sargılara nemi ortadan kaldırmak ve verniğin yayılımını kolaylaştırmak için ön ısıtma yapılır. Bunun yanında ön ısıtma kurumunun içten dışa doğru olmasını da sağlar.

Oleoresinous (Oleorezinus) Tip Vernikler: Açık bobin iletkenlerinde kullanışlıdır. Büyük multi KVA transformatörlerinin verniklenmesinde yararlanılır.

Ziftli Bitümlü Tip Vernikler: Kurumaları için oksijen gerekmektedir. Bu sebeple kullanımları azalmaktadır. Ucuz ve nem dirençleri fazladır. Yağ dirençleri azdır.

İzolasyon vernikleri daldırma ve vakum ile emdirme (emprenye) yöntemleri ile uygulanmaktadır.

Basit daldırma yönteminde parça ön ısıtmaya tabi tutulur. Sargılar yavaşça vernik tankına sokulur. Parça bir süre tankın içerisinde sabit tutulur. Parça tanktan çıkarılır ve vernik akması bitene kadar kurutulur. Bazı durumlarda ön ısıtma yapılmamaktadır. Ön ısıtma verniğin daha iyi etki etmesini sağlamaktadır.

Vakum ile emdirme (emprenye) yöntemi az boşluklu ince tel sargılarda uygulanmaktadır. Parça ön ısıtmaya tabi tutulur. Sargılar vernik tankına sokulur. Parça bir süre tankın içerisinde sabit tutulur. Parça tanktan çıkarılır ve vernik akması bitene kadar kurutulur. Parça uygun sıcaklıkta ısıtılmış fırına koyulur. Vernik tamamen kuruyuncaya kadar ısıtma işlemi yapılır.

Büyük makineler ve bobinler için kullanılan bir diğer yöntemde bobin sarımında vernik tabakalar hâlinde fırça ile sürülür. Bobinin sarım işlemi bittikten sonra bobin fırına yerleştirilir ve ısıtmaya tabi tutulur.

6.2.2. Yalıtım Sınıfları

Malzeme dayanımında en önemli etken sıcaklıktır. Tablo 6.2’de yalıtkan sınıfları verilmiştir. Tablodaki rakamlar °C olarak verilmiştir.

Tablo 6.2: Yalıtım Sınıfları

	Yalıtım Sınıfı				
	A	E	B	F	H
Isı Yüksekliği (C)	105	120	130	155	180
Maksimum Sargı Sayısı (Sipir)	100	115	120	140	165
Ortam Isısı (C)	40	40	40	40	40
Kızgın Nokta Sınırı	5	5	10	15	15

Kullanım alanları az olan Y ve C sınıfları da vardır. Y sınıfı max. 90 °C sıcaklık sınırını, C sınıfı max. 180 °C sıcaklık sınırını belirtmektedir.

6.2.3. Kullanım Yerlerine Göre İzolasyon Vernikleri

Hava kurumalı izolak, hava kurumalı emrenye vernik, hava kurumalı izolasyon verniği, poliüretan vernik, fırın kurumalı epoksi izolak, fırın kurumalı nihai kırmızı boya, poliüretan boya, fırın kurumalı izolasyon boyası kullanım yerlerine göre izolasyon vernikleridir.

- Hava Kurumalı İzolak**

Alanı-Cinsi	Alkid rezin bazlı hava kurumalı son kat yüzey verniği
Uygulama Şekli	Pistole tabancası, daldırma, fırça
Uygulama Alanı	Alçak ve orta gerilim motor bobinajları, küçük ve orta boy trafoların izolasyonu
Isı	90 °C-100 °C
Renk	Renksiz, saydam
Kuruma Süresi	Oda sıcaklığında ön kurutma için 30 dakikada esnek sert, 4 saatte sert
Özellik	Daldırma işlemine uygun Derin yerlerde verniğin iyi sertleşmesi için düşük derecede fırınlanma Neme dirençli Isınıp soğumaya dayanıklı

- Hava Kurumalı Emrenye Vernik**

Alanı-Cinsi	Hava kurumalı son kat yüzey izolasyonu
Uygulama Şekli	Daldırma, fırça
Uygulama Alanı	Alçak ve orta gerilim motor bobinajları, küçük ve orta boy trafoların izolasyonu
Isı	90 °C-100 °C
Renk	İstenilen renkte
Kuruma Süresi	Yüzey kuruması için 30 dakika
Özellik	Neme dirençli Isınıp soğumaya dayanıklı Daldırma işlemine uygun

- **Hava Kurumalı İzolasyon Verniği**

Alanı-Cinsi	Tek bileşenli reçine temelli izolak, H sert sınıf
Uygulama Şekli	Fırça, rulo, tabanca, daldırma
Uygulama Alanı	Trafolar, yüksek gerilim cihazları, endüvi izolasyonu, balast, regülatör gibi cihazlarda titreşim ile oluşan sesi engellemede, elektrik izolasyonu istenen yerlerde
Isı	E sıcaklık sınıfı
Renk	Şeffaf kahve
Kuruma Süresi	Yüzey kuruması için 6 saat
Özellik	Dielektrik sabiti yüksek Aşınmaya dirençli Asit, alkali ve diğer kimyasallara dayanıklı Dip bölgelerde aynı anda sertleşme ile cihazın tamamen tutunmasını sağlar.

- **Poliüretan vernik**

Alanı-Cinsi	Çift bileşenli hava kurumalı poliüretan emrenye, H sert sınıf
Uygulama Şekli	Pistole tabancası, fırça, döküm
Uygulama Alanı	Derin bölümlerde boşluk doldurma Kütle olarak sertleşme istenen cihazlarda
Isı	Max. 120 °C
Renk	Renksiz, saydam
Kuruma Süresi	İlk kuruma 20-30 dakika. Tam sertleşme 3 saat. Ya da 50 °C yarım saat fırınlanma
Özellik	Kimyasallara dayanıklı Çözücü ve yağlara dayanıklı Dip bölgelerde bile aynı anda sertleşme ile cihazın aynı anda tutunumu

- **Fırın Kurumalı Epoksi İzolak**

Alanı-Cinsi	Epoksi-amino rezin karışımı fırın kurumalı emrenye, H sert sınıf
Uygulama Şekli	Daldırma, pistole tabancası, emrenye
Uygulama Alanı	Mekanik kuvvetin çok olduğu sessiz çalışması gereken motor ve sargılı cihazlarda
Isı	F sıcaklık sınıfı
Renk	Renksiz, saydam
Kuruma Süresi	140 °C'de 3 saat
Özellik	Parçaları iyi bağlama Kimyasallara dayanıklı Uzun süreli esneklik Yüksek sıcaklıkta uzun süreli çalışmaya uygunluk

- **Fırın Kurumalı Epoksi İzolak**

Alanı-Cinsi	Alkit-sentetik rezin karışımı fırın kurumalı emrenye
Uygulama Şekli	Daldırma, pistole tabancası, emrenye
Uygulama Alanı	Mekanik kuvvetin çok olduğu sessiz çalışması gereken motor ve sargılı cihazlarda
Isı	H sıcaklık sınıfı
Renk	Renksiz, saydam
Kuruma Süresi	120 °C'de 3 saat
Özellik	Parçaları iyi bağlama Uzun süreli esneklik Yüzeye iyi yapışma Uzun süre çatlama, kırılma yapmama

- **Fırın Kurumalı Nihai Kırmızı Boya**

Alanı-Cinsi	Epoksi-amino rezin karışımı fırın kurumalı emrenye, H sert sınıf
Uygulama Şekli	Pistole tabancası
Uygulama Alanı	İzole sarımların dayanıklılığını arttırma ve rutubete karşı koruma
Kuruma Süresi	30 dakikada kuruma, tam kuruma 4 saat
Özellik	Fırınlamaya ihtiyaç durmadan kuruma

- **Poliüretan Boya**

Alanı-Cinsi	İki bileşenli
Uygulama Şekli	Pistole tabancası
Uygulama Alanı	Elektrik motorlarının sargılarında alçak, orta ve yüksek boy güç trafolarında, metal malzemelerin boyanmasında
Renk	Kırmızı
Kuruma Süresi	30-60 dakika
Özellik	Uygulama alanı ile yüksek kenetlenme

- **Fırın Kurumalı İzolasyon Boyası**

Alanı-Cinsi	Alkit-amino asit karışımı fırın kurumalı emrenye, H sert sınıf
Uygulama Şekli	Daldırma, pistole tabancası, emrenye
Uygulama Alanı	Mekanik kuvvetin çok olduğu sessiz çalışması gereken motor ve sargılı cihazlarda
Isı	F sıcaklık sınıfı
Renk	Beyaz
Kuruma Süresi	120 °C'de 3 saat
Özellik	Mekanik kuvvetlere karşı bağlayıcı Uzun süreli esneklik Yüzeye iyi yapışma, çatlamama, eskimeme Yüksek sıcaklıkta uzun süreli çalışma

6.2. Uygulama

MOTOR İZOLASYONU

AMAÇ: Motor izolasyonunu yapmak.



Görsel 6.6: Motor sargıları

Tablo 6.3: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Motor sargıları	İzolasyonsuz	1 adet
Poliüretan vernik	U2 bileşenli, hava kurumalı	1 kutu

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Tablo 6.3'te listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
9. Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
10. Görsel 6.6'da verilen motor sargılarına uygun miktarda fırçaıyla vernikleme yapınız.
11. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.



Değerlendirme: Yapacağınız “Motor İzolasyonu” uygulaması 6.2. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

6.2. MOTOR İZOLASYONU UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “6.2. Motor İzolasyonu” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır.

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki olarak kontrol etti.					
5	Malzemeleri elektriksel olarak kontrol etti.					
6	Motor sargılarına uygun miktarda vernikleme yaptı.					
7	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
8	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
9	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

6.3. MOTOR TESTİ

Elektrik motorlarının testi Avometre ve toprak ölçüm cihazı ile yapılabilmektedir.

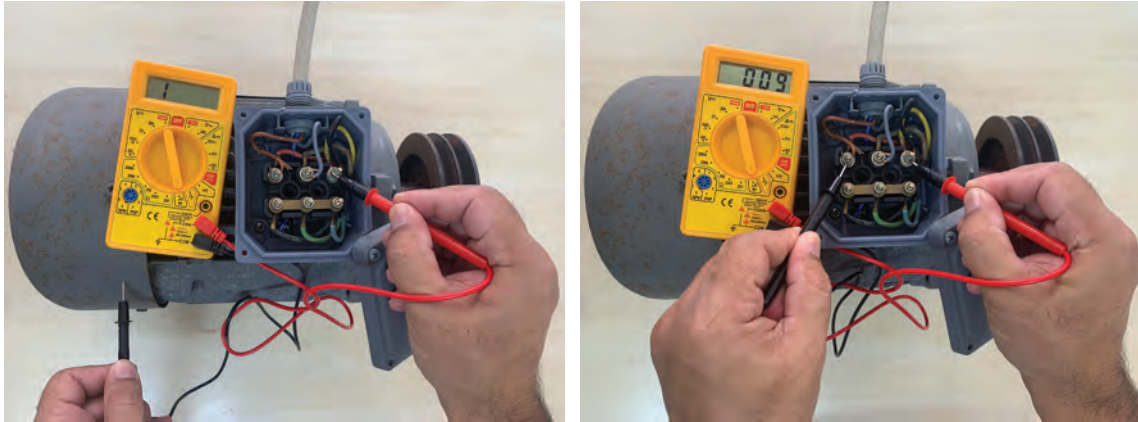
Avometre ile 3 faz motor ölçümünde aşağıdaki işlemler yapılır:

- Avometre ohm kademesine alınır.
- Motor klemens kutusu açılır ve bağlantı köprüsü çıkarılır.
- Motor klemensine gelen kablolardaki aynı renkler sırası ile ölçülür.
- Ölçüm sonuçları yakın değerde ise motor sağlamdır. Sonuçlarda farklılık var ise ölçüm yapılan motor sargılarında sorun vardır.
- Sargılar arası ölçüm sonrası sargıların her birinin toprak ile ölçümü yapılır.
- Rulman ile mekanik arızalar elle ve gözle kontrol edilir.
- Rulmanın yağ durumu kontrol edilir.
- Parça ya da sargı değiştirilir.
- Motora enerji verilir. Motorun yüklü ve yüksüz kontrolü yapılır.
- Bobinlerin gerilim ölçümü yapılır.

Avometre ile 1 faz motor ölçümünde;

- 3 faz motor ölçümündeki işlemler tekrarlanır. Farklı olarak 1 fazlı motorlarda ana sargı ile yardımcı sargı ayrı ayrı ölçülür. Direnç ölçüm sonuçları farklı ise motor sağlamdır.

Görsel 6.7'de sargı uçlarının toprak ve birbirleri ile ölçümü görülmektedir.



Görsel 6.7: Sargıların ölçüm işlemi

Toprak ölçüm cihazı ile izolasyon kontrolünde aşağıdaki işlemler yapılır:

- Toprak ölçüm cihazı uçları sargılara sırası ile dokundurularak ölçüm yapılır. Sargılar arası yüksek direnç (sonsuz direnç) varsa izolasyon sorunu yoktur.
- Sargılar ile motor gövdesi arasında izolasyon kontrolü yapılır. Ölçüm sonucunda yüksek direnç (sonsuz direnç) varsa izolasyon sorunu yoktur.

6.3. Uygulama

MOTOR TESTİ

AMAÇ: Motor testini yapmak.

Tablo 6.4: Sargı Tablosu

Sargılar			Sargı Ölçüm Sonuçları		Toprak Ölçümü	
U	V	W	U-X		Kaçak	
Z	X	Y	V-Y		Var	Yok
			W-X			

Tablo 6.5: Malzeme Listesi

Adı	Özellığı	Miktar
Motor	Arızalı	1 adet
Ölçü aleti	Avometre, toprak ölçüm cihazı	1 adet



İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Tablo 6.5'te listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
9. Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
10. Avometreyi ohm kademesine alınız.
11. Motor klemens kutusunu açınız.
12. Bobin sargılarını ölçünüz.
13. Ölçüm sonucunu Tablo 6.4'te uygun yere yazınız.
14. Toprak ölçümünü yapınız.
15. Ölçüm sonucunu Tablo 6.4'te uygun yere yazınız.
16. Mekanik kontrolleri yapınız.
17. Yağ durumunu kontrol ediniz.
18. Arızalı ya da bozuk parçayı değiştiriniz.
19. Öğretmen gözetiminde cihaza enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
20. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.



Değerlendirme: Yapacağınız “Motor Testi” uygulaması 6.3. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

6.3. MOTOR TESTİ UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “6.3. Motor Testi” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır.

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

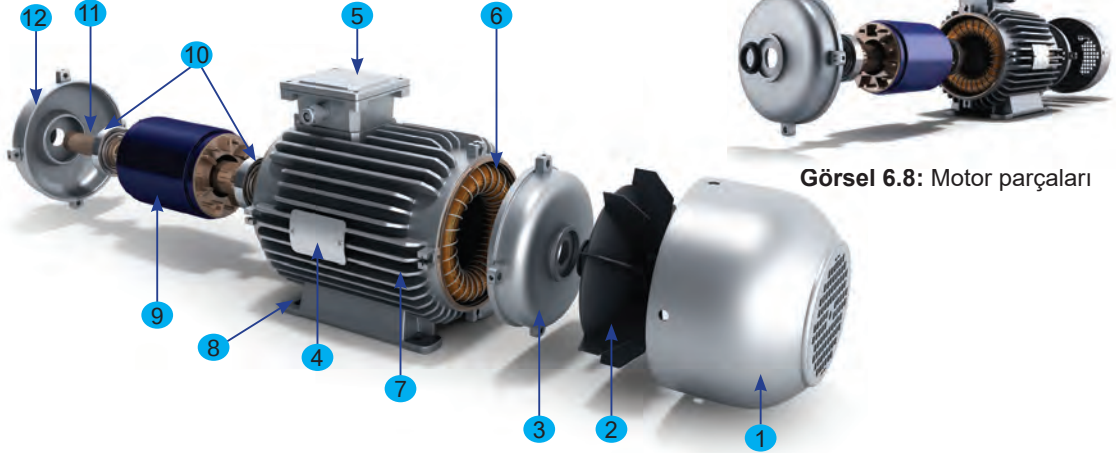
Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Uygun malzemeleri seçti.					
6	Avometreyi ohm kademesine aldı.					
7	Motor klemens kutusunu açtı.					
8	Bobin sargılarını ölçtü.					
9	Ölçüm sonuçlarını uygun yerlere yazdı.					
10	Toprak ölçümünü yaptı.					
11	Ölçüm sonuçlarını uygun yerlere yazdı.					
12	Mekanik kontrolleri yaptı.					
13	Yağ durumunu kontrol etti.					
14	Arızalı ya da bozuk parçayı yenisi ile değiştirdi.					
15	Enerji verme prosedürünü uyguladı.					
16	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
17	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
18	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

6.4. MOTOR MONTAJI

Motor montajı söküm işleminin tersidir. Montaj sırasında söküm yapılan sıranın tam tersi şekilde birleştirme yapılmalıdır. Parçaların yerlerine oturması için plastik çekiç veya tokmak kullanılabilir. Metal çekiç veya tokmak parçalara ve motora zarar verebileceği için kullanılmamalıdır.

Görsel 6.8'de motor parçaları ve isimleri görülmektedir. Söküm ve montaj işleminde parçaların yerlerine dikkat edilmeli, gerekiyorsa not alınmalıdır.



Görsel 6.8: Motor parçaları

1. Pervane kapağı	5. Klemens kutusu	9. Rotor
2. Pervane	6. Stator sargıları	10. Ön ve arka rulman
3. Ara kapak	7. Gövde	11. Rotor mili
4. Etiket	8. Gövde ayağı	12. Ön kapak

Motor sarım ve yalıtım işlemlerinden sonra klemens kutusu bağlantısı uygun şekilde yapılmalıdır. Görsel 6.9'da üçgen bağlantı, Görsel 6.10'da yıldız bağlantı görülmektedir.



Görsel 6.9: Üçgen bağlantı



Görsel 6.10: Yıldız bağlantı

Klemens kutusu bağlantısı bittikten sonra sargılara dikkat ederek rotoru ön ve arka rulmanlar ile beraber takınız.

Rotor takıldıktan sonra motor kapaklarını takınız. Plastik tokmak ile kapağa hafifçe vurarak kapakların yerleşmesini sağlayınız.

Pervaneyi ve pervane kapağını takınız.

Gövdenin ve gövde ayağının montajını sallanmayacak şekilde yapınız.

6.4. Uygulama

MOTOR MONTAJI

AMAÇ: Motorun montajını yapmak.



Görsel 6.11: Motor parçaları

Tablo 6.6: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Motor parçaları	Rotor, gövde, pervane, kapak vb.	1 adet
Ölçü aleti	Avometre	1 adet
El aletleri	Tornavida, pense vb.	

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmenin belirllediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Tablo 6.6'da listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
9. Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
10. Görsel 6.11'de verilen rotoru gövdeye kontrollü bir şekilde monte ediniz.
11. Görsel 6.11'de verilen gövde kapaklarını kontrollü bir şekilde monte ediniz.
12. Görsel 6.11'de verilen pervaneyi kontrollü bir şekilde monte ediniz.
13. Görsel 6.11'de verilen pervane kapağını kontrollü bir şekilde monte ediniz.
14. Görsel 6.11'de verilen motor parçalarını kontrollü bir şekilde monte ediniz.
15. Öğretmen gözetiminde cihaza enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
16. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.



Değerlendirme: Yapacağınız “Motor Montajı” uygulaması 6.4. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

6.4. MOTOR MONTAJI UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “6.4. Motor Montajı” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır.

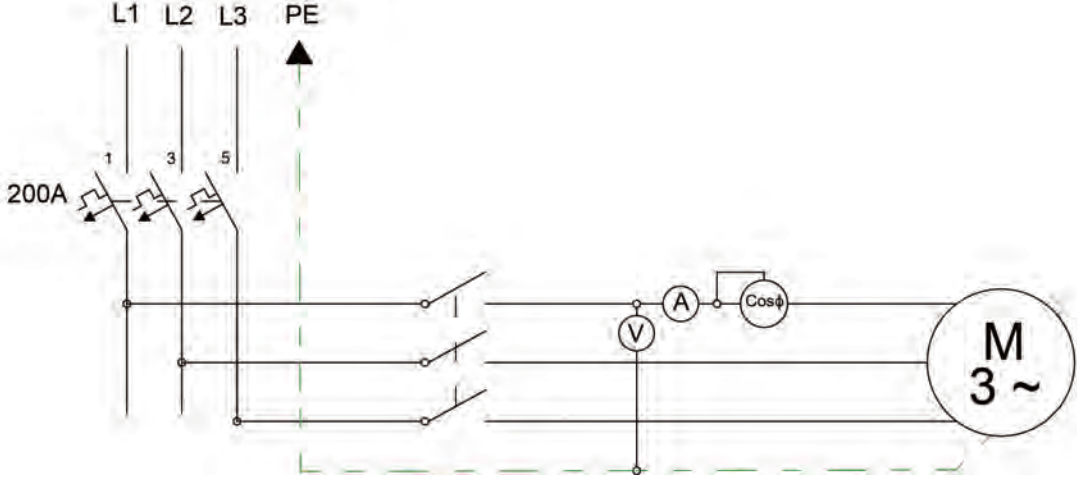
1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Rotoru gövdeye kontrollü bir şekilde monte etti.					
6	Gövde kapaklarını kontrollü bir şekilde monte etti.					
7	Pervaneyi kontrollü bir şekilde monte etti.					
8	Pervane kapağını kontrollü bir şekilde monte etti.					
9	Motor montajını yaptı.					
10	Enerji verme prosedürünü uyguladı.					
11	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
12	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
13	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

6.5. MOTORUN SON KONTROLLERİ

3 fazlı dengeli yükü olan devrelerde bir faz akımını, gerilimini ve güç katsayısını ölçmek yeterlidir. Görsel 6.12’de 3 fazlı dengeli yüklü devre şeması görülmektedir.



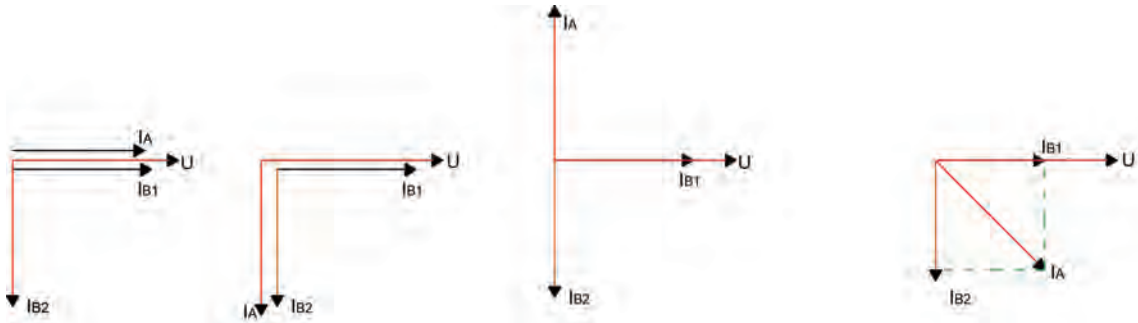
Görsel 6.12: 3 fazlı dengeli devrede güç ölçümü

Bir faza ait güç şu formül ile hesaplanır:

$$P_f = U_f \cdot I_f \cdot \cos\Phi$$

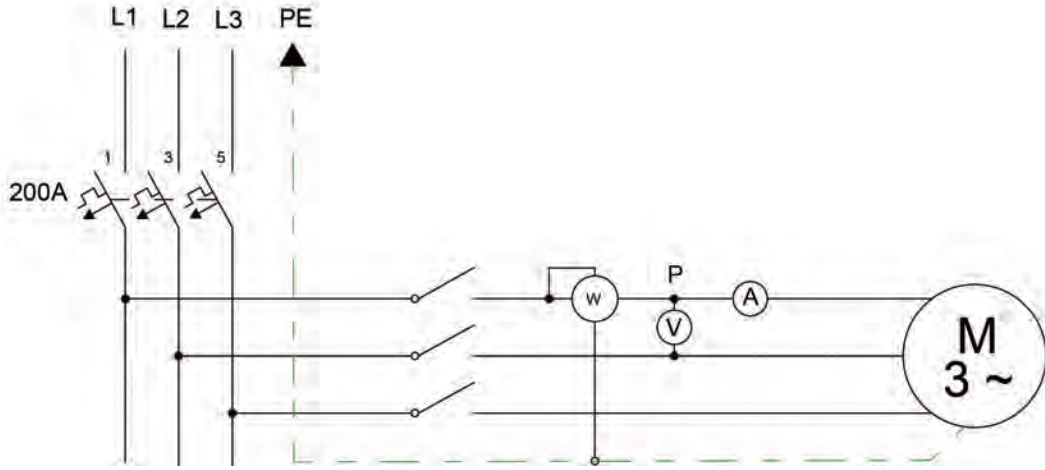
Bulunan P_f değeri 3 ile çarpılarak 3 fazlı dengeli yüklü devrenin gücü bulunur.

$\cos\Phi$ güç katsayısı sembolüdür. Bu değer 0-1 arasındadır. Alternatif akım devrelerinde akım ile gerilim aynı fazda ise devre omiktir. Akım ile gerilim arasında açı farkı mevcut ise devre endüktif ya da kapasitiftir. Akım ile gerilim arasında olan açığa **faz farkı** denir. Bu açının kosinüs değerine de güç katsayısı denmektedir. Görsel 6.13’te güç katsayısı gösterimleri görülmektedir.



Görsel 6.13: Güç katsayısı çaları

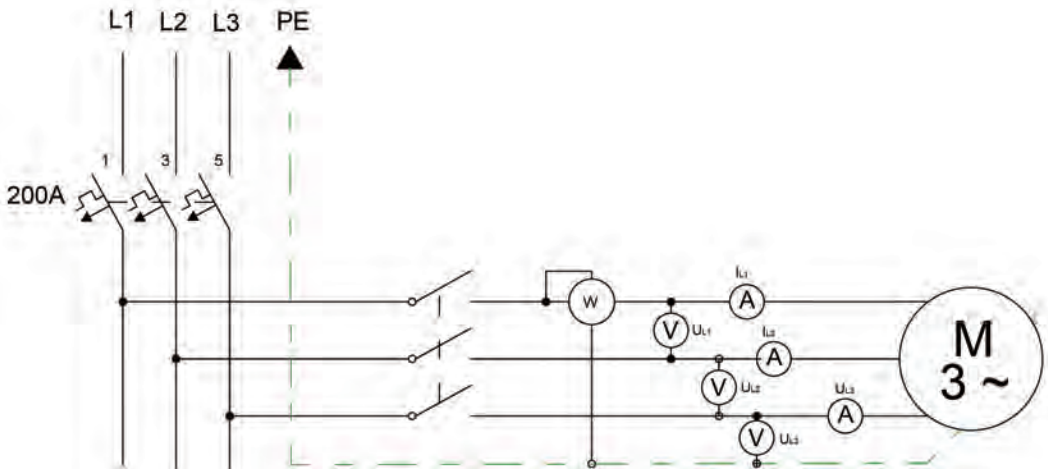
Güç katsayısını ölçen cihaza **Cos Φ metre** denir. Ölçüm için uygun cihaz yoksa Görsel 6.14'te gösterildiği gibi ampermetre, voltmetre ve wattmetre ile ölçüm yapılabilir.



Görsel 6.14: Ampermetre, voltmetre, wattmetre bağlantı yöntemi

3 fazda ölçüm için motorun her bir fazına ampermetre ve fazların arasına da voltmetre bağlanarak ölçüm yapılır.

Görsel 6.15'de her faz için ampermetre bağlantısına ait devre şeması görülmektedir.



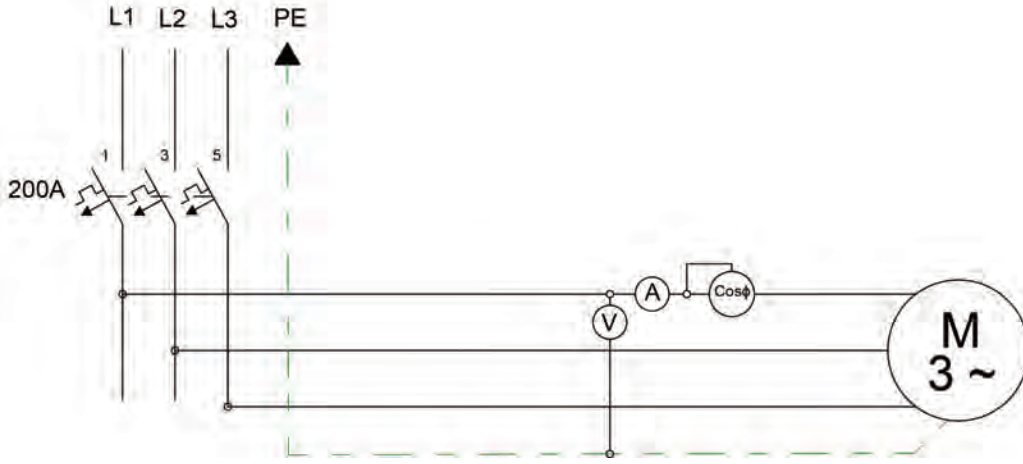
Görsel 6.15: Her faz için ampermetre bağlantısı

Motora enerji verildiğinde ilk çalışma anında yüksek akım çeker ve bu yüksek akım motor gücüne göre normal seviyeye iner. Fazların çektiği akımlar eşit ise sorun yoktur. Bu akım değerleri motor etiket değerleri ile karşılaştırıldığında hata yok ise motorun son kontrolleri tamamlanmıştır ve motor kullanıma hazırdır.

6.5. Uygulama

MOTORUN SON KONTROLLERİ

AMAÇ: Motorun son kontrollerini yapmak.



Görsel 6.16: 3 fazlı dengeli devrede güç ölçümü

Tablo 6.7: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Motor	3 faz	1 adet
Ölçü aleti	Avometre, wattmetre, CosΦ metre	1 adet
El aletleri	Tornavida, pense vb.	



İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Tablo 6.7’de listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
9. Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol ediniz.
10. Görsel 6.16’da verilen devreyi kurunuz.
11. Faz akımını, gerilimini ve güç katsayısını ölçünüz.
12. Öğretmen gözetiminde cihaza enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
13. İlk çalışma anında motorun yüksek akım çektiğini kontrol ediniz.
14. Akım normal seviyeye indiğinde akımı etiket değeri ile karşılaştırınız.
15. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.



Değerlendirme: Yapacağınız “Motorun Son Kontrolleri” uygulaması 6.5. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

6.5. MOTORUN SON KONTROLLERİ UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “6.5. Motorun Son Kontrolleri” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır.

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Devreyi uygun bir şekilde kurdu.					
6	Faz akımını ölçtü.					
7	Faz gerilimini ölçtü.					
8	Güç katsayısını ölçtü.					
9	Ölçü aleti ile bağlantıları kontrol etti.					
10	Enerji verme prosedürünü uyguladı.					
11	Motorun yüksek akım çektiğini kontrol etti.					
12	Normal seviyesindeki akımı etiket değeri ile karşılaştırdı.					
13	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
14	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
15	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

6.6. MOTOR KARTEKSİ HAZIRLAMA

Arızalı motorun bakım ve onarım işlemlerine başlanmadan teknik bilgilerinin yazıldığı ve gerekli çizimlerinin yapıldığı bir bilgi kartına ihtiyaç duyulur. Bakım ve onarım esnasında ya da daha sonra talep gerektiğinde bilgi kartından faydalanılır. Kullanılan bu bilgi kartı motor karteksi olarak da adlandırılır. Günümüzde dijital ortamda tutulan bilgiler bu kartların yerini almaya başlamıştır.

Motor karteksinin ön ve arka yüzlerine ait tablolar Tablo 6.8’ de ve Tablo 6.9’da görülmektedir.

Tablo 6.8: Motor Karteksi Ön Yüzü

MOTOR KARTEKSİ			
MÜŞTERİNİN		MAKİNEİNİN	
Adı Soyadı		Marka	
Adresi		Model-Tip	
		Seri No.	
Telefon No.		Akım/Gerilim	
Teslim Alınma Tarihi		Çalışma Şekli	
Teslim Edilme Tarihi		Devir Sayısı	
Arıza Bilgileri/Açıklamalar		Dönüş Yönü	
		Kutup Sayısı	
		Not	
MANYETİK NÜVE		BOBİNLER	
Çap		Tel Cinsi	
Uzunluk		Tel Kalınlığı	
Oluk Sayısı		Oluk Adımı	
Oluk Şekli		Bobin Sayısı	
Yalıtkan Malzeme Cinsi		Spir Sayısı	
Yalıtkan Malzeme Ölçütleri		Sarım Yönü	
Not		Sarım Tipi	
		Bir Oluktaki Bobin Kenarı Sayısı	

Tablo 6.9: Motor Karteksi Arka Yüzü

SARIM SAYISI

Örneği verilen kartekslerde müşteri ile ilgili alan uygun bilgiler ile doldurulur.

Makine ile ilgili bilgiler motorun etiketinden bakılarak doldurulur.

Nüve ile ilgili bilgilerde çap ve uzunluk kumpas yardımı ile ölçülerek doldurulur, oluk şekli çizilir ve yalıtkan malzeme bilgileri yazılır.

Bobin ile ilgili bilgiler uygun yerlere yazılır. Bu alanda tel kalınlığı mikrometre ile ölçülür. Oluk adımı için bobin kenarlarının olduğu oluklar sayılarak yazılır. Bobin sayısı için statorda sarılacak bobinlerin sayısı işlenir. Spir sayısı için bir bobindeki iletken sayısına bakılarak spir sayısı yazılır. Sarım tipi için el, yarım, tam, özel sarım bilgileri yazılır. Bir oluktaki bobin kenar sayısı için bir oyuktaki bobin kenarı sayısı yazılır.

Motor Etiketi

Motor üzerinde bulunur ve motora ait teknik bilgileri içerir.

1 Fazlı Motor Etiketi:

Tablo 6.10'da 1 fazlı motor etiketi görülmektedir.

Tablo 6.10: 1 Fazlı Motor Etiketi

..... ELEKTRİK ®					
1~ MOTOR	TİP	VM90S-4			
S1	IM B3	IP 55	I.CL.F		
V 230	Hz 50	A 7,3	kW 1,1	Cosφ -0,93	1/min-1400
Cap 30 4F 400V / 189-227 4F 250V					
Seri No.					TS 4239

Tablo 6.10'daki işaretlerin anlamları Tablo 6.11'de gösterilmiştir.

Tablo 6.11: 1 Fazlı Motor Etiketi Açıklamaları

1~ Motor	Motor 1 fazlıdır
TİP VM 90S-4	Gövde büyüklüğü 90.S kutup sayısı: 4
TSE	Türk Standartları belge onayı
CE	Avrupa Birliği normlarına uygunluk işareti
S1	İşletme türü: Sürekli çalışma
IP55	Yapı biçimi: Toz birikimine ve fışkıran suya korumalı
I.CL.F	Sargı yalıtımı sınıfı: F sınıfı
V-230	Anma gerilimi: 230 V
Hz- 50	Anma çalışma frekansı: 50 Hz
A-7,3	Anma hat akımı: 7,3 A
KW-1,1	Anma gücü: 1,1 kW
Cap 30µF 400V	Daimi devre kondansatörü kapasitesi: 30 µF 400V
189-227 µF 250V	Kalkış kondansatörü kapasitesi: 189-227 µF 250 V
1/min-1400	Anma devir hızı: 1400 d/dak.
Cosφ -0,93	Anma güç katsayısı
TS 4239	Bir fazlı kondansatörlü asenkron motorların TSE standardı
Seri No.	İlk 6 basamak motorun seri numarasıdır. 7.8.9.10. basamaklar üretim yılıdır.

3 Fazlı Motor Etiketi:

Tablo 6.12'de 3 fazlı motor etiketi görülmektedir.

Tablo 6.12: 3 Fazlı Motor Etiketi

..... ELEKTRİK ®					
3~ MOTOR	TİP	VM90L-2			EFF2
S1	IM B3	IP 55	I.CL.F		
V Δ230 /Y380 Y440	Hz 50 60	A 8,6/5,0 5,0	kW 2,2 2,54	Cosφ 0,85 0,84	1/min 2840 3380
Cap 30 µF 400V / 189-227 µF 250V					
Seri No.					TS 3067

Tablo 6.12'deki işaretlerin anlamları Tablo 6.13'te gösterilmiştir.

Tablo 6.13: 3 Fazlı Motor Etiket Açıklamaları

3~ Motor	Motor 3 fazlıdır.
TİP VM 90S-2	Gövde büyüklüğü 90.S kutup sayısı: 2
TSE	Türk Standartları belge onayı
CE	Avrupa Birliği normlarına uygunluk işareti
EFF2	Verimlilik sınıfı
S1	İşletme türü: Sürekli çalışma
IMB3	Yapı biçimi: Ayaklı tip normal kapaklı motor
IP55	Koruma türü: Toz birikimine ve fışkıran suya korumalı
I.CL.F	Sargı yalıtımı sınıfı: F sınıfı
A 8,6/ 5,0	Anma hat akımı
Hz- 50	Anma çalışma frekansı: 50 Hz
KW-2,2	Anma gücü:2,2 kW
V Δ230 /Y380 Y440	Anma çalışma gerilimi
1/min-2840	Anma devir hızı: 2840 d/dak.
Cosψ -0,85	Anma güç katsayısı
TS 3067	Üç fazlı asenkron motorların TSE standardı
Seri No.	İlk 6 basamak motorun seri numarasıdır. 7.8.9.10. basamaklar üretim yılıdır.

Teknolojik gelişmelerin etkisiyle yeni üretim motorların etiket bilgilerinde karekod alanları da bulunmaktadır.

6.6. Uygulama**MOTOR KARTEKSİ HAZIRLAMA****AMAÇ:** Motorun karteksini hazırlamak.**Tablo 6.14:** Motor Karteksinin Ön ve Arka Yüzü

MOTOR KARTEKSİ			
MÜŞTERİNİN		MAKİNEİNİN	
Adı Soyadı		Marka	
Adresi		Model-Tip	
		Seri No.	
Telefon No.		Akım/Gerilim	
Teslim Alınma Tarihi		Çalışma Şekli	
Teslim Edilme Tarihi		Devir Sayısı	
Arıza Bilgileri/Açıklamalar		Dönüş Yönü	
		Kutup Sayısı	
		Not	
MANYETİK NÜVE		BOBİNLER	
Çap		Tel Cinsi	
Uzunluk		Tel Kalınlığı	
Oluk Sayısı		Oluk Adımı	
Oluk Şekli		Bobin Sayısı	
Yalıtkan Malzeme Cinsi		Spir Sayısı	
Yalıtkan Malzeme Ölçütleri		Sarım Yönü	
Not		Sarım Tipi	
		Bir Oluktaki Bobin Kenarı Sayısı	

SARIM SAYISI

6.6. Uygulama

MOTOR KARTEKSİ HAZIRLAMA

Tablo 6.15: 1 Fazlı Motor Etiketi

..... ELEKTRİK ®					
1~ MOTOR	TİP	VM90S-4			
S1	IM B3	IP 55	I.CL.F		
V 230	Hz 50	A 7,3	kW 1,1	Cosφ -0,93	1/min-1400
Cap 30 µF 400V / 189-227 µF 250V					
Seri No.					TS 4239



İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Tablo 6.15'te verilen motor etiket bilgilerine dikkat ediniz.
9. Etiket bilgilerine göre Tablo 6.14'te gösterilen motor karteksini doldurunuz.
10. Motor karteksine yazdığınız bilgileri kontrol ediniz.
11. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.



Değerlendirme: Yapacağınız “Motor Karteksi Hazırlama” uygulaması 6.6. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

6.6. MOTOR KARTEKSİ HAZIRLAMA UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “6.6. Motor Karteksi Hazırlama” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. 1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Motor etiket bilgilerine dikkat etti.					
5	Etiket bilgilerine göre motor karteksini doldurdu.					
6	Motor karteksine yazılan bilgileri kontrol etti.					
7	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
8	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
9	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

A) Ağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (....) Motor karteksi doldurulurken motor etiketine bakılır.
2. (....) Motor etiketinin üzerinde anma frekansı dâhil motor ile ilgili teknik bilgiler bulunur.
3. (....) Motora enerji verildiğinde motor ilk anda düşük akım çeker.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadeyi yazınız.

4. Motor sargı testi için ölçü aleti olarak kullanılır.
5. 3 fazlı asenkron motorun sargıları ve üçgen olarak bağlanır.
6. Motor izolasyonu için kullanılır.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

7. Aşağıdakilerden hangisi motor bobin sargısının bağlantı yöntemlerinden biridir?

- A) Daire
- B) Dikdörtgen
- C) Elips
- D) Kare
- E) Üçgen

8. Aşağıdakilerden hangisi motor izolasyonunda kullanılan sıvıların direnç gösterdiği kimyasal etkilerden biri değildir?

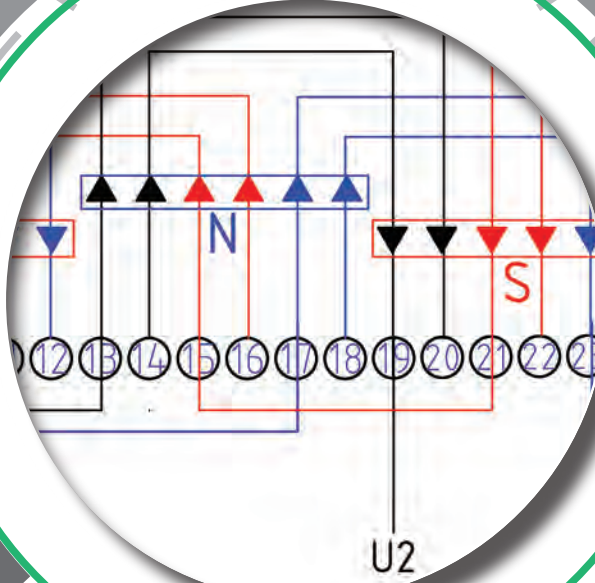
- A) Nem
- B) Sıcaklık
- C) Toz
- D) Tuz
- E) Yağ

9. Aşağıdakilerden hangisi iyi bir izolasyonun özelliklerinden değildir?

- A) Isıya dayanıklılık
- B) İletkenlerin birbirine iyi bağlanması
- C) İzolasyon yapılan zeminin pürüzlü olması
- D) Neme karşı direnç
- E) Yapılan işin güzel görünmesi

10. Aşağıdakilerden hangisi motor parçalarından biri değildir?

- A) Gövde
- B) Karteks
- C) Rotor
- D) Rulman
- E) Pervane



7. Öğrenme Birimi

EL TİPİ SARIM

KONULAR

7.1. EL TİPİ STATOR SARGISININ SÖKÜLMESİ

7.2. EL TİPİ STATOR SARIMI

TEMEL KAVRAMLAR

asenkron motor, stator sargıları, stator sarım teknikleri, el tipi sarım, stator sarım şemaları

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

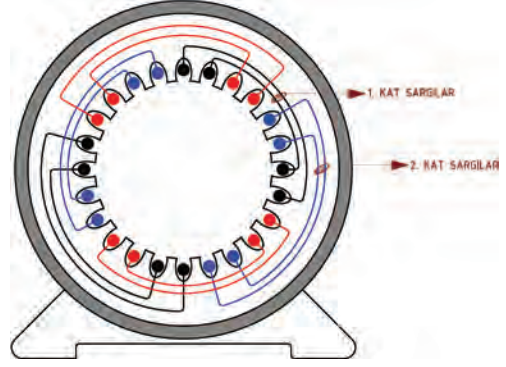
1. Elektrik akımının manyetik etkisi ile ilgili bildiklerinizi paylaşınız.
2. Elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren makinelerde bulunan sargılarla ilgili bildiklerinizi paylaşınız.
3. Elektrik motorlarında bulunan statorun yapısı ve görevi ile ilgili bildiklerinizi paylaşınız.



7.1. EL TİPİ STATOR SARGI SÖKÜMÜ

Elektrik makinelerinde istenilen özellikte manyetik alanı oluşturmak için gereken bobinlerin tasarlanması, sarılması ve yerleştirilmesi işlemlerinin tamamına **bobinaj** denir. Stator sargılarının tasarlanmasında ve yerleştirilmesinde temel olarak üç farklı sarım yöntemi kullanılır. Bu yöntemler **el tipi sarım**, **yarım kalıp sarım** ve **tam kalıp sarım** olarak isimlendirilir.

El tipi sarımda bobin grupları katlı olarak yerleştirilir (Görsel 7.1). Diğer sarım yöntemlerinde ise sargılar tek kattan oluşur. Bu yöntemde sarılan bobin gruplarının statora yerleştirildikten sonra birbirlerinden ayırt edilmesi daha kolaydır. Bu nedenle üretim sırasında sargılar yarım ya da tam kalıp sarılırken daha sonrasında arızalanan motorun stator sargılarının yenilenmesinde el tipi sarım daha çok tercih edilir. Bobin grupları eşit büyüklükte bobinlerden oluşan sargılara **eşit adımlı sargılar**, bobinleri kademeli olarak küçülen sargılara **değişken adımlı sargılar** denir (Görsel 7.2). El tipi sarımda sadece değişken adımlı bobin grupları kullanılır. Diğer yöntemlerde ise değişken ya da eşit adımlı sargılar kullanılabilir.



Görsel 7.1: El tipi sarımın statora yerleştirilmesi



Görsel 7.2: Eşit adımlı ve değişken adımlı bobin grupları

Motorların sargılarından öngörülenden daha fazla akım geçmesi nedeniyle sargıların aşırı ısınması durumunda izolasyon tabakası bozulur. Sargıları hasar gören motorların stator sargısı sökülerek motor yeniden sarılır. Motorun yeniden hatasız olarak sarılabilmesi için sargılar sökülürken aşağıdaki bilgilerin tespit edilmesi gerekir.

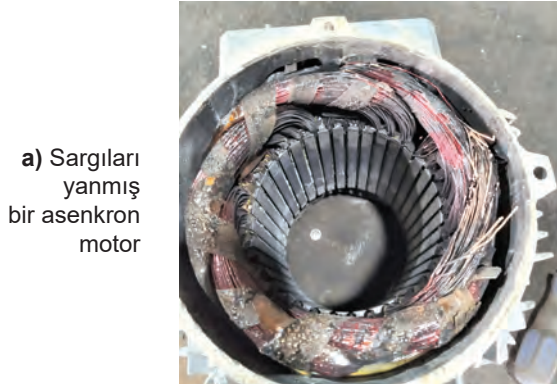
1. Adım. Bobinin iki kenarı arasında bulunan oluk sayısı
2. Sarım için kullanılan iletkenlerin çapları ve sayıları
3. Bobinleri oluşturan sargının sipir (tur) sayısı

Her bir motor için bir dosya açılır. Motor sargıları sökülürken yukarıda elde edilen bilgilerle birlikte motor etiketinden de aşağıdaki bilgiler alınarak dosyaya kaydedilir.

- Marka ve model ismi
- Çalışma gerilimi
- Çalışma frekansı
- Çıkış gücü
- Devir sayısı
- Bağlantı şekilleri

Sargıların sökülmesine başlamadan önce sargılar incelenerek bobinlerin iki kenarı arasında bulunan oluk sayısı ve bobin gruplarını oluşturan bobin sayıları tespit edilir.

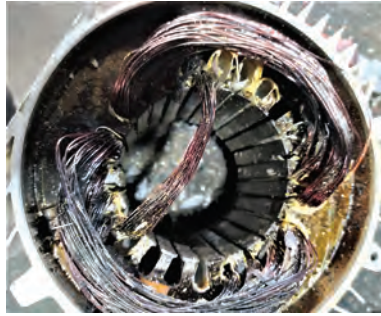
Stator sargılarının birbirine eklendiği makaronlar açılarak yapılan ekteki iletken sayıları kontrol edilir. Sargılar yerleşimi kolaylaştırmak için sarılması gereken iletkenlerden daha ince olan iki veya daha fazla iletkenle paralel sarılmış olabilir. Bu durum ancak makaronların içerisinde yapılan eklerden tespit edilebilir.



a) Sargıları yanmış bir asenkron motor



b) Bir tarafında bulunan stator sargıları kesilmiş asenkron motor



c) Sargıların statorun diğer yüzünden çekilerek sökülmesi



d) Stator sargıları tamamen sökülmüş bir asenkron motor

Görsel 7.3: Asenkron motor sargılarının sökülmesinde izlenecek işlem basamakları

İletken üzerindeki vernik tabakası yakılarak temizlenir. Temizleme işlemi kazılarak yapılmalıdır. Kazıma işlemi iletken çapını azaltarak yanlış ölçüm yapılmasına neden olur. İletken düzeltilir ve çapı mikrometre ile ölçülür. Birbirinden farklı kesitte sarılmış bobin grupları varsa her bir sargı grubu için iletken çapları ölçülerek kaydedilir.

Bu bilgiler kaydedildikten sonra stator sargılarının sökülmesine başlanabilir. Sargılar sökülürken ısı işlemi uygulamamak esastır. Eğer sargıların üzerindeki vernik ve emaye tabakanın ısıtılarak gevşetilmesi gerekirse bu işlem büyük güçlü bir trafo ile sargılara düşük gerilim verilerek yapılmalıdır. Pürmüzle alev kullanarak yapılacak ısıtma işlemi statoru oluşturan sacların arasında bulunan yalıtkan tabakalarının zarar görmesine ve motorun veriminin azalmasına neden olur.

Stator sargılarının sökülmesi ile ilgili aşamalar Görsel 7.3'te verilmiştir. Stator sargılarının oluk dışına çıkmasının engellemek için yerleştirilmiş presbant ve varsa diğer koruma yalıtkanları çıkarılır. Sargıların birer kenarı kesilir. Sargılar kesilmeyen taraftan çekilerek oluk dışına çıkarılır. En az bir stator oluğundan sargılar eksiksiz olarak çıkarılmalıdır. Bu aşamada eksiksiz çıkarılan sargıda bulunan teller sayılarak sipir sayısı belirlenir.

7.1. Uygulama

EL TİPİ STATOR SARGISININ SÖKÜLMESİ

AMAÇ: El tipi sarılmış stator sargısını sökmek.

Tablo 7.1: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Sac makası		1 adet
Pense	İzoleli elektrikçi pensesi	1 adet
Yan keski	İzoleli elektrikçi yan keski	1 adet
Mikrometre	0-25mm, 0,01 mm hassasiyetli	1 adet



İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Motorun klemens bilgilerini inceleyerek bilgileri Tablo 7.2'ye kaydediniz.
9. Tablo 7.1'de listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
10. Stator sargılarına şekil vermek için sarılan bandajları sökünüz.
11. Stator sargılarında bulunan makaronları sökerek bobinin kaç iletkenle sarıldığının tespit ediniz. Mikrometre yardımıyla iletkenin çapını ölçünüz.
12. Bir bobin grubunda bulunan bobin sayısını tespit ediniz.
13. Bobin grubundaki en küçük bobininin iki kenarı arasında bulunan oluk sayısını tespit ediniz.
14. 11. 12. 13. ve 14. işlem basamaklarında tespit ettiğiniz bilgileri Tablo 7.2'ye kaydediniz.
15. Statorun bir yüzünde bulunan bobin kenarlarını kesiniz.
16. Sargıları statorun diğer yüzünde bulunan bobin kenarlarından çekerek çıkarınız.
17. Olukları presbantlardan ve diğer artıklardan temizleyiniz.
18. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.

Tablo 7.2: Asenkron Motor Bilgileri

Markası	.....	Bobin grubunda bulunan bobin sayısı	.....
Modeli	.....	İki bobin kenarı arasındaki oluk sayısı	.....
Türü	.....	Bobinlerin sarımında kullanılan paralel tel sayısı	.....
Gücü	.....	Telin çapı	.....
Çalışma gerilimi ve bağlantı şekli	.....	Bir oluktaki iletken sayısı	.....
Çalışma frekansı ve devir sayısı	.....		.....



Değerlendirme: Yapacağınız “El Tipi Stator Sargısının Sökülmesi” uygulaması 7.1. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

7.1. EL TİPİ STATOR SARGISININ SÖKÜLMESİ UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “7.1. El Tipi Stator Sargısının Sökülmesi” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. **1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi**

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri temin etti.					
2	Motor klemensini inceleyerek gerekli bilgileri doğru tespit etti.					
3	Motor sargısını inceleyerek gerekli bilgileri doğru tespit etti.					
4	İş güvenliği kurallarına uyarak çalıştı.					
5	Motorun sargılarını verilen talimatlara uygun olarak söktü.					
6	Sargıların sipir sayısını doğru olarak belirledi.					
7	Statoru temizleyerek sarıma hazır hale getirdi.					
8	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

7.2. EL TİPİ STATOR SARIMI

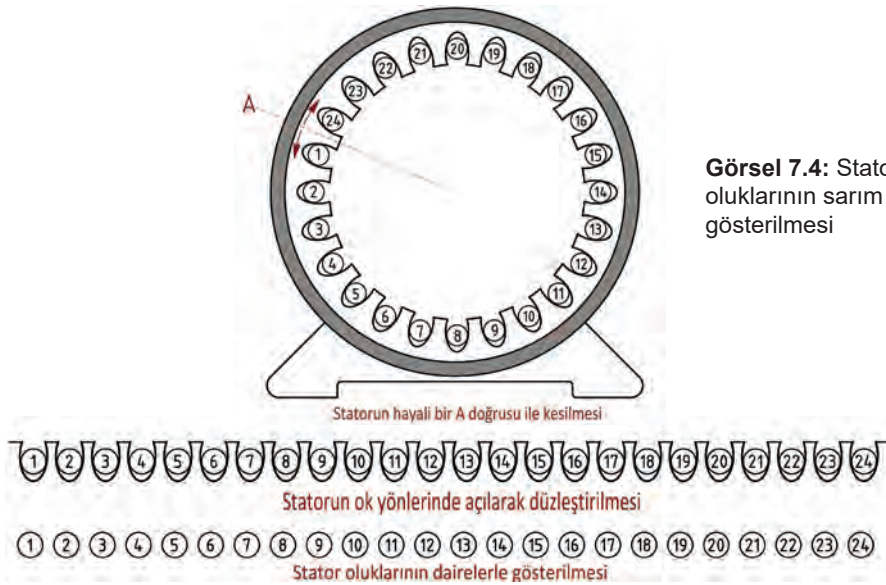
Sargılar sökölüp stator temizlendikten sonra el tipi stator sarımı aşğıdaki işlem basamaklarına göre gerçekleştirilir.

1. Sargı şemasının çizilmesi
2. Stator oyuklarının presbantla yalıtılması
3. Yerleştirilecek bobin gruplarına göre sargı kalıbının alınması
4. Sökme işlemi sırasında belirlenen iletken sayısı, çapı ve sipir sayısı bilgilerine göre bobin gruplarının sarılması
5. Sarım şemasına göre iletkenlerin oyuklara yerleştirilmesi
6. Sarım şemasına göre bobin grupları arasındaki bağlantıların yapılarak motorun giriş ve çıkış uçlarının bağlantı klemensine çıkarılması
7. Stator sargılarına şekil verilerek sargıların bandajlanması
8. Stator sargılarının verniklenerek sabitlenmesi
9. Sarımı tamamlanan motorun montajının tamamlanarak test edilmesi

7.2.1. El Tipi Stator Sarım Hesaplamaları

Üç fazlı motorlarda her faz için bir sargı bulunur. Bu sargılar üzerinde 2, 4, 6... gibi ikinin katları şeklinde artan kutup sayıları elde edilebilir. Kutup sayısı arttıkça motorun devir sayısı azalırken aynı gücü elde etmek için daha büyük gövdeli motorlar yapmak gerekir. Bu durumda maliyet artar. Bu nedenle genellikle 2 veya 4 kutuplu motorlar daha yaygındır.

Üç fazlı motorlarda faz sayısı 3, kutup sayıları da 2'nin katları şeklinde arttığından. Statordaki oluk sayısı hem 2'ye hem de 3'e bölünebilmelidir. Bu nedenle motorun gövde büyüklüğüne göre statordaki oluk sayısı 12, 18, 24, 36, 48 gibi değerlerde üretilir. Stator sarım şemasını basitleştirmek için statorun Görsel 7.4'te görüldüğü gibi bir A doğrusu boyunca kesilerek açıldığı ve doğru haline getirildiği düşünölür. Her bir stator oyuğu bir daire ile gösterilir.



Görsel 7.4: Stator oluklarının sarım şemalarında gösterilmesi

Hasar gören motor sargıları sökülürken alınan bilgilere göre sarılır. Bununla birlikte stator üzerine farklı kutup sayısı elde etmek için bobin gruplarının nasıl yerleştirileceği ve birbirine nasıl bağlanacağı sarım hesaplamalarının yapıp şemalarının çizilmesiyle bulunabilir.

Stator sarım hesabında girdi olarak kullanılan büyüklükler aşağıda verilmiştir.

X : Statorda bulunan oluk sayısı

m : Faz sayısı

$2p$: Kutup sayısı

Stator sarım hesabında hesaplanması gereken büyüklükler aşağıda verilmiştir.

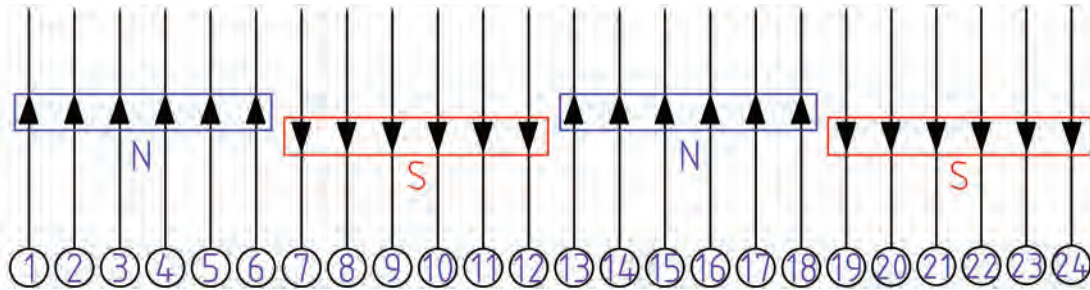
C : Bobin grubunda bulunan bobin sayısı

Y_x : Adım. Bobinin iki kenarı arasındaki oluk sayısı

α : İki oluk arasındaki elektriksel açı

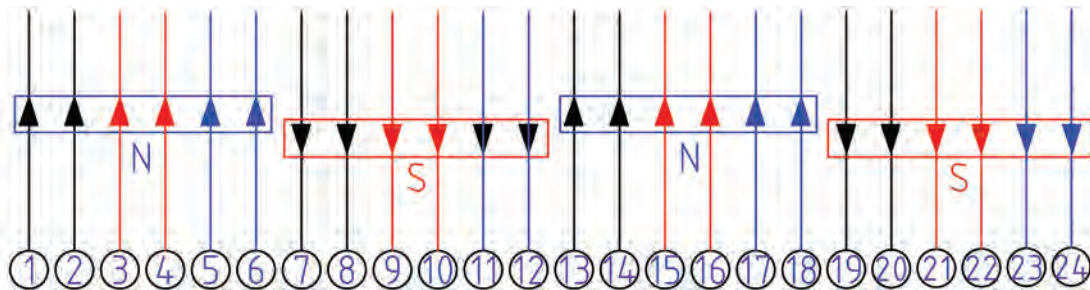
7.2.1.1. Bir Bobin Grubunda Bulunan Bobin Sayısının Hesaplanması

Bir stator oluşunda oluşan manyetik kutbun kuzey (N) veya güney (S) olmasını o oluktaki sargıdan geçen akımın yönü belirler. Görsel 7.5'de 24 oluklu bir stator üzerinde 4 kutup oluşturmak için oluşturulması gereken akım yönleri gösterilmektedir. Şemada görüldüğü gibi statordaki olukların sayısı oluşturulacak kutup sayısına bölünerek aynı yönde akım geçmesi gereken bobin sayısı bulunabilir. Örnekte bu sayının $\frac{24}{4} = 6$ olarak bulunduğu görülmektedir.



Görsel 7.5: Kutup başına düşen bobin kenarlarını belirlemek

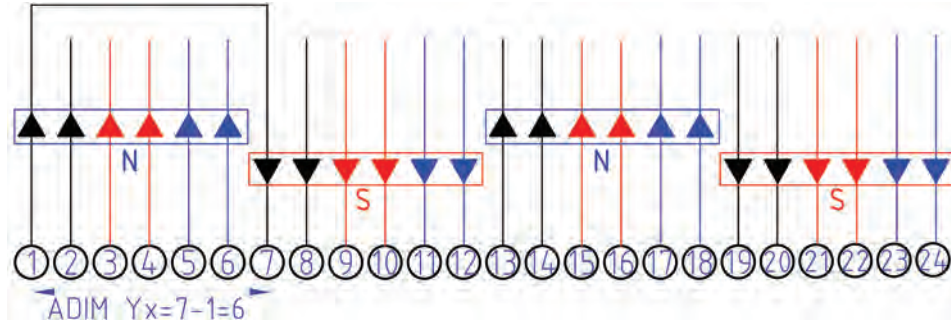
Bu sayıyı fazlara paylaşmak için birde faz sayısına yani " m " değerine bölünmelidir. 3 fazlı sarım için bu 6 oluktaki bobin 3'e bölünerek her faza ait bobin farklı renklerle gösterilebilir (Görsel 7.6).



Görsel 7.6: Bobin grubunda bulunan bobin sayısını hesaplamak

Bu durumda bitişik olan ve aynı renkle gösterilen bobin kenarları aynı bobin grubuna aittir. Görselde bu sayı 2'dir. Bu değer stator oluk sayısının (X), sırasıyla kutup sayısına ($2p$) ve faz sayısına (m) bölünmesiyle bulunduğu göre bir bobin grubunda olması gereken bobin $C = \frac{X}{2p.m}$ sayısı formülü ile hesaplanabilir. C değeri renk sayısı olarak da ifade edilir.

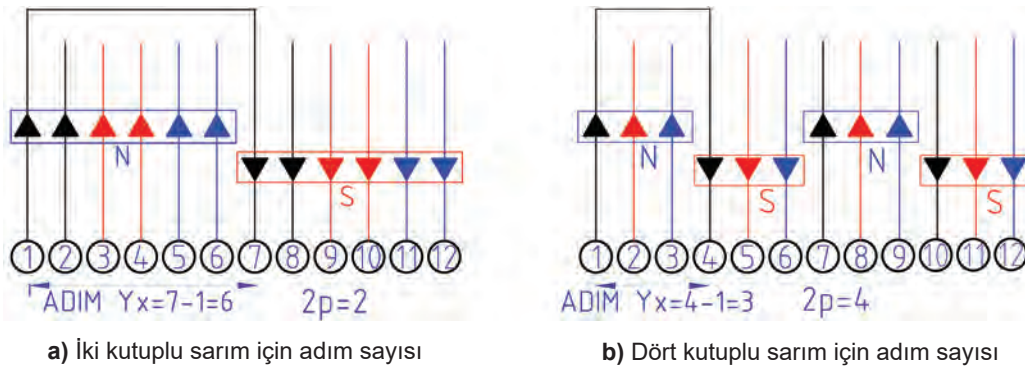
7.2.1.2. Adım Sayısının Hesaplanması



Görsel 7.7: Adım sayısının bulunması

Görsel 7.7'de bir kenarı 1 numaralı olukta bulunan bobinin diğer kenarının 7 numaralı olukta olduğu görülür. İki bobin kenarının bulundukları olukların arasındaki fark değeri ($7-1=6$) **adım** olarak adlandırılır ve Y_x ile gösterilir. El tipi sarım dışındaki yöntemlerde adım, tüm bobinler için aynıdır. El tipi sarımda bobinler farklı büyüklüklerde sarıldığı için adım değeri her bobin için eşit olmaz. İçte kalan kenar içteki kenarla, dışta kalan kenar dıştaki kenarla bileştirilir.

Görsel 7.8'de 12 oluklu bir statorun 2 ve 4 kutuplu sarımı için bobinlerin yerleşimi ve adım sayıları görülmektedir. Bir bobine ait iki kenardan geçen akım yönleri birbirlerinden farklı olduğundan oluşan kutuplarda farklıdır. Bobinin 1. kenarı N kutbunu oluşturuyorsa 2. kenarı S kutbunu oluşturur. Bu nedenle kutup sayısı arttıkça adım mesafesi uzamalıdır.



a) İki kutuplu sarım için adım sayısı

b) Dört kutuplu sarım için adım sayısı

Görsel 7.8: Kutup sayısı ile adım sayısının değişimi

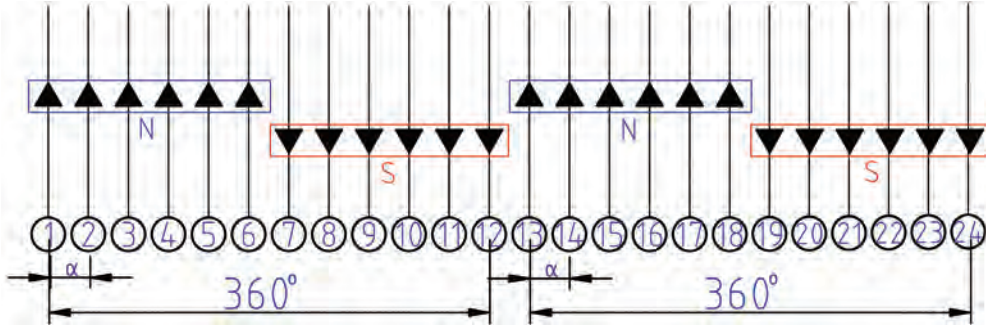
2 kutup ($2p=2$) oluşturmak için adım değeri $Y_x=6$ olurken 4 kutup ($2p=4$) için adım değeri $Y_x=3$ 'tür. Görseldeki her iki durum için de adım sayıları ile kutup sayılarının çarpımları ($2 \times 6=12$ veya $4 \times 3=12$) oluk sayısını (X) verir.

Adım değeri, kutup sayısı azaldıkça artarken kutup sayısı arttıkça azalır. Bu ters orantı nedeniyle adım değeri ile kutup sayısının çarpımı sabittir ve stator oluk sayısına eşittir. Dolayısıyla $Yx \cdot 2p = X$ ifadesi yazılabilir.

Buradan adım sayısı, oluk sayısının kutup sayısına bölünmesi ile bulunabilir.

Buna göre $Yx = \frac{X}{2} p$ formülü bulunur.

7.2.1.3. İki Oluk Arasındaki Elektriksel Açının Hesaplanması



Görsel 7.9: Oluklar arasındaki elektriki aç

Statorda döner manyetik alanın oluşması için her bir N ve S kutbunda 360°'lik açının tamamlaması gerekir. Örneğin Görsel 7.9'da her bir N ve S kutbu için toplam 12 oluk bulunmaktadır. Bu 12 oluk 360°'lik elektriksel açığı paylaşır.

Bir çift kutup başına düşecek oluk sayısı; oluk sayısının (X), çift kutup sayısına (p) bölünmesiyle bulunabilir. Bu durumda $\frac{X}{p}$ değeri ile bir oluğa düşen elektriksel açının (α) çarpımı 3600 olmalıdır. Böylece $\frac{X}{p} \cdot \alpha = 360$ yazılabilir.

Buradan α için, $\alpha = \frac{360 \cdot p}{X}$ formülü bulunur.

7.2.2. El Tipi Sarım Şeması Çizimi

Oluk sayısı, faz sayısı ve kutup sayısı bilinen bir motor için gerekli hesaplamalar yapılarak sarım şeması çizilebilir. Sarım hesaplamalarını yapmak için gerekli formüller aşağıda verilmiştir.

Bobin grubundaki bobin sayısı

$$C = \frac{X}{2p \cdot m}$$

Adım

$$Yx = \frac{X}{2} p$$

Oluklar arasındaki elektriki aç

$$\alpha = \frac{360 \cdot p}{X}$$

Örnek: 24 oluklu statora sahip üç fazlı, 4 kutuplu motor için aşağıdaki işlemleri yapınız.

- Sarım için gerekli hesaplamaları yapınız.
- Stator el tipi sarım şemasını çiziniz.

a) Hesaplamaların yapılması:

Gruptaki bobin sayısı

$$C = \frac{X}{2p.m}$$

$$C = \frac{24}{4.3} = \frac{24}{12} = 2$$

Adım

$$Yx = \frac{X}{2} p$$

$$Yx = \frac{24}{4} = 6$$

Oluklar arasındaki elektriki açı

$$a = \frac{360.p}{X}$$

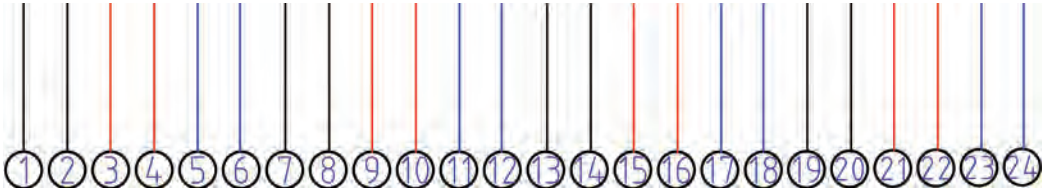
$$a = \frac{360.2}{24} = \frac{360}{12} = 30^\circ$$

b) Sarım Şemasının çizilmesi:

1. $X=24$ olduğuna göre her bir stator oluğu için bir daire olmak üzere yan yana 24 tane daire çizilir (Görsel 7.10).

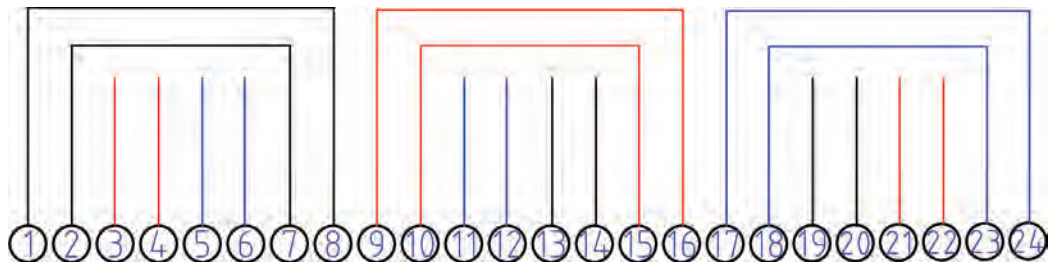
**Görsel 7.10:** Stator oluklarını temsilen çizilen daireler

2. C değerine göre bobinlere ait kenarlar farklı renklerle çizilir. C değeri 2 olarak hesaplandığı için iki kırmızı, iki siyah, iki mavi olmak üzere sırayla her dairenin üzerine bir bobin kenarı çizilir. Burada siyah renkli çizgiler L1 fazına, kırmızı renkli çizgiler L3 fazına, mavi renkli çizgiler ise L2 fazına ait bobin kenarlarını gösterir (Görsel 7.11).

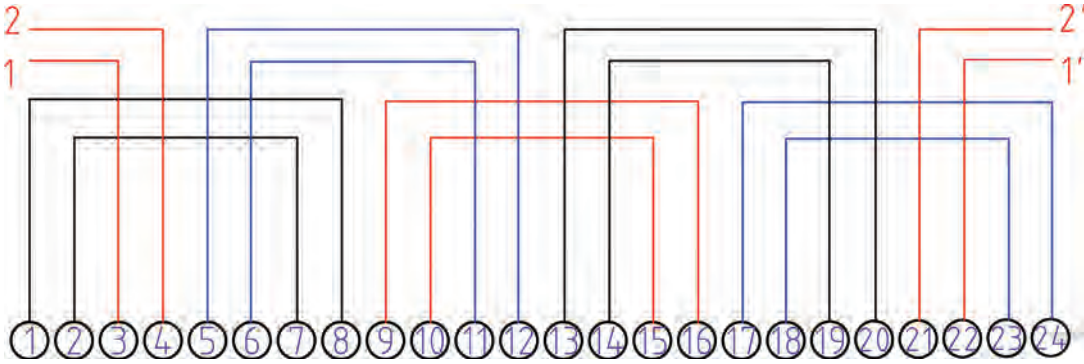
**Görsel 7.11:** C değerine göre bobin kenarlarının çizilmesi

3. Öncelikle her faz için 1. kata yerleştirilecek bobinler çizilir. Bunun için 1-2 ile 7-8 oluklarında bulunan kenarlar birleştirilerek birinci faza ait ilk bobin grubu oluşturulur.

Birinci bobin grubu oluşturulduktan sonra Görsel 7.12'da görüldüğü gibi kırmızı ve mavi renkle oluşturulan bobin grupları da çizilerek ikinci ve üçüncü fazlar için de 1. kat bobin grupları oluşturulur.

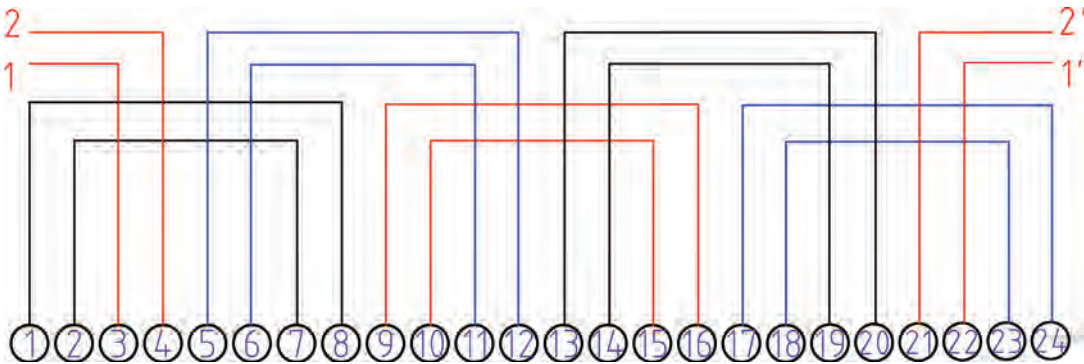
**Görsel 7.12:** El tipi sarımda 1. kata ait bobinlerin çizilmesi

4. Birinci kat bobinleri tamamlandıktan sonra Görsel 7.13'te görüldüğü gibi aynı renkli bobin kenarları birleştirilerek 2. kata yerleştirilecek bobinler çizilir. 3-4 ile 21-22 numaralı oluklara yerleştirilen bobin grubu, statorun dairesel yapısının açılımı nedeniyle ayrı iki sargı gibi görünse de aslında tek sargıdır. Bobinlerin birbirine bağlı olduğunu göstermek için karşılıklı uçlar 1-1' ve 2-2' olarak etiketlenir.



Görsel 7.13: El tipi sarımda 2. kata ait bobinlerin çizilmesi

5. Bobin gruplarının birbirleri arasındaki bağlantısı her faz için sırayla yapılır. L1 fazına ait bobin grupları birbirine bağlanır (Görsel 7.14). 1. bobin grubunun çıkışı ile 2. bobin grubunun girişi birbirine bağlanır. 1. faz için sargının girişi U1 ile çıkışı ise U2 ile gösterilir. U1'den giren akımın izleyeceği yol U2 ucundan çıkana kadar izlenerek akım yönleri ok işareti ile belirtilir. Böylece oluşacak manyetik kutuplar belirlenir.

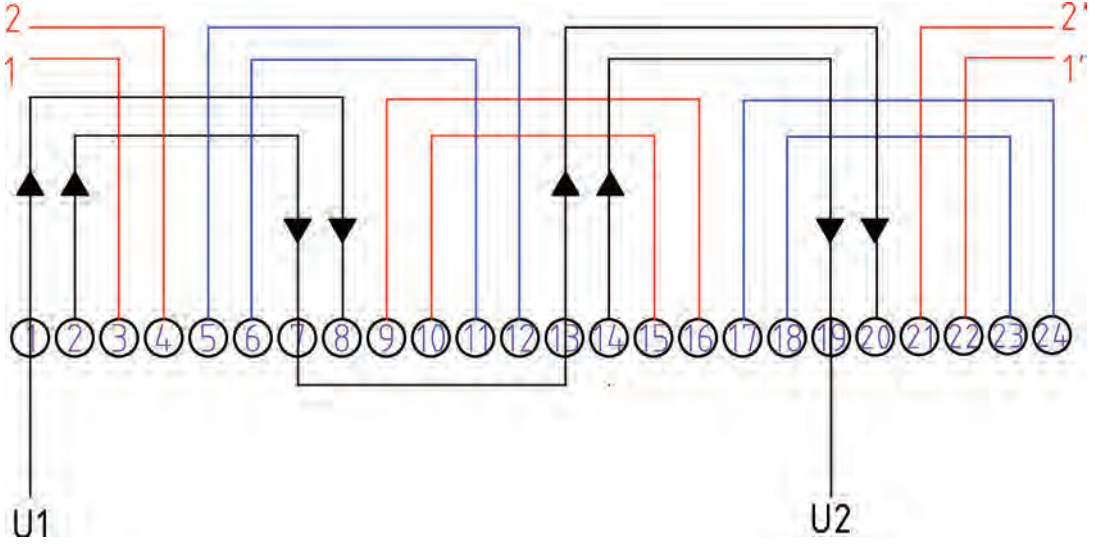


Görsel 7.14: L1 fazına ait bobin gruplarının birbirlerine bağlanması

El tipi sarımda bobin gruplarının girişi büyük bobinden yapıldıysa çıkışı küçük bobinden yapılır. Ters durumda yani sargının girişi küçük bobinden yapılmışsa çıkışı büyük bobinden yapılmalıdır. Örnekte sargı girişleri büyük bobinden, çıkışları küçük bobinden yapılmıştır.

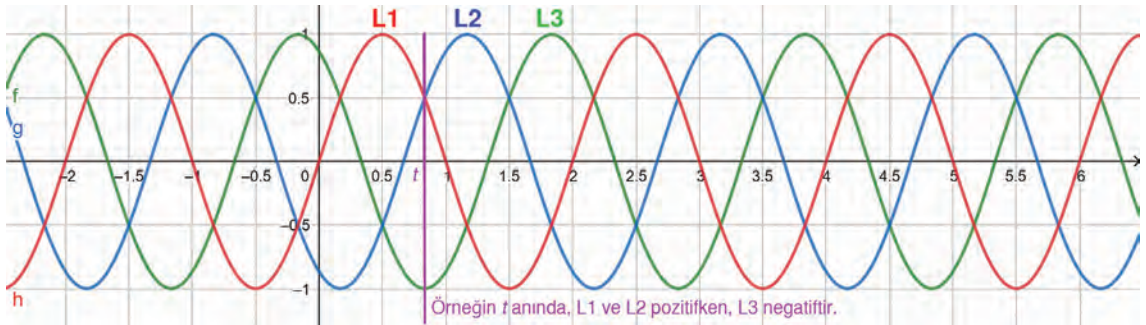
6. L2 fazının hangi stator oluştundan uygulanacağını belirlemek için α değeri kullanılır. Fazlar arasında 120° lik faz farkı olması gerekir. Oluklar arasındaki elektrik açı (α) bilindiğine göre 1. fazın uygulandığı oluktan başlanarak (1. oluk) 120° ye ulaşana kadar tek tek oluklar sayılır. 120° ye ulaşılan oluktan (5. oluk) L2 fazı uygulanır (Görsel 7.15). İkinci

faza ait 1. bobin grubunun çıkışı ile 2. bobin grubunun girişi birbirine bağlanır. L2 fazının uygulandığı sargının giriş ucu V1, çıkış ucu ise V2 olarak etiketlenir. Akım yönleri V1'den V2'ye doğru işaretlenir.



Görsel 7.15: L2 fazına ait bobin gruplarının birbirine bağlanması

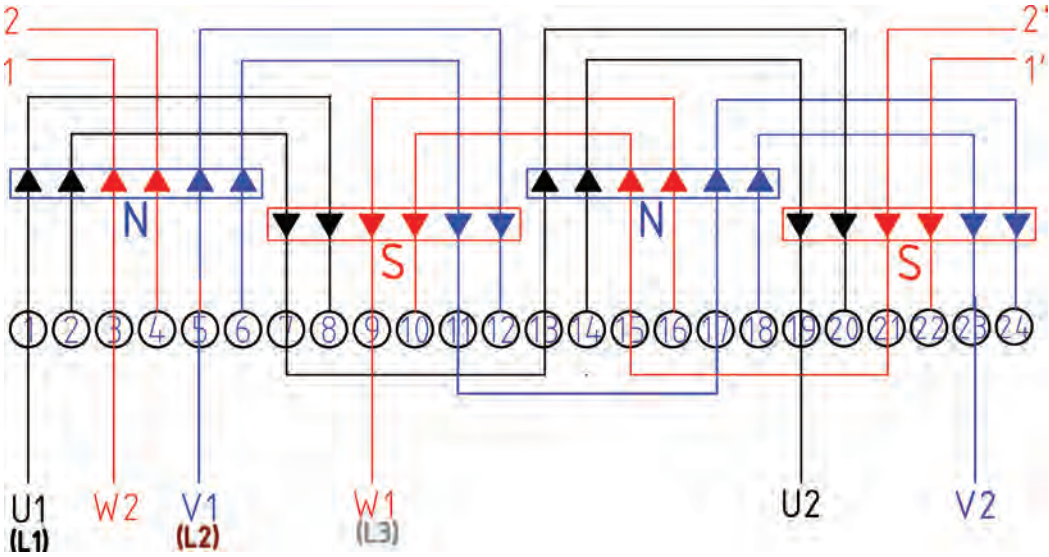
7. L3 fazının hangi stator oluştundan uygulanacağını belirlemek için 2. fazın uygulandığı oluktan başlanarak (5. oluk) 120°ye ulaşana kadar tek tek oluklar sayılır. 120°ye ulaşılan oluktan (9. oluk) L3 fazı uygulanır. Üçüncü faza ait 1. bobin grubunun çıkışı ile 2. bobin grubunun girişi birbirine bağlanır. L2 fazının uygulandığı sargının giriş ucu W1, çıkış ucu ise W2 olarak etiketlenir. Akım yönleri işaretlenirken W2 ucu giriş, W1 ucu çıkış olarak kabul edilir. Bunun nedeni 3 fazlı sistemde fazlardan birinin diğer iki fazdan farklı işaretli olmasıdır. Görsel 7.16'da üç fazlı sistemde faz değerlerinin zamanla değişimi görülmektedir.



Görsel 7.16: Üç fazlı sistemde faz değerlerinin zamanla değişimi

Örneğin t anında L1 ve L2 fazları x ekseninin üzerinde ve pozitif değerliyken L3 fazı x ekseninin altında ve negatif değerlidir. Bu nedenle 3. faz sargısı için akım yönleri W2'den, W1'e doğru işaretlenir.

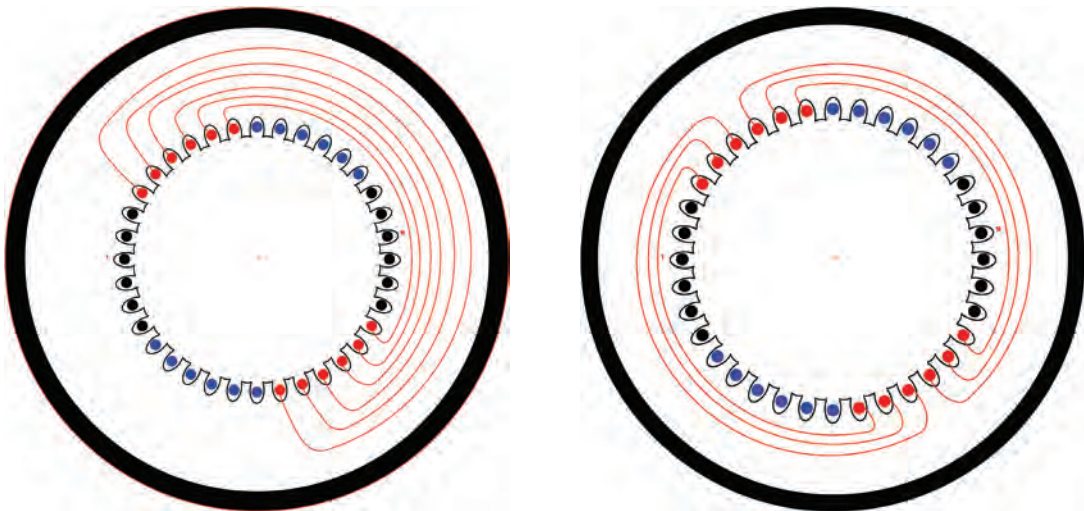
3. faz için de akım yönleri işaretlendikten sonra sarım şeması üzerinde öngörülen sayıda N ve S kutupları oluşmalıdır (Görsel 7.17). Böylece sarım şemasının çizimi tamamlanmış olur.



Görsel 7.17: El tipi sarım şemasının tamamlanması

7.2.2.1. Dağıtılmış El Tipi Sarım

El tipi iki kutuplu stator sarımlarında her faz için bir bobin grubu oluşur. Örneğin 36 oluklu 2 kutuplu bir stator için C değeri 6 bulunur. El tipi sarımda bobinler kademeli olarak sarıldığı için 6 kat oluşmasına ve ayrıca bobin adım sayısının gereksiz yere uzamasına neden olur. Bu durumda bir faza ait bobinler, üçer bobinden oluşan iki bobin grubuna ayrılarak statora simetrik olarak yerleştirilir (Görsel 7.18).



a) Sargıların dağıtılmadığı durumda statora yerleşimi

b) Sargıların dağıtılarak statora yerleştirilmesi

Görsel 7.18: İki kutuplu sarımda bobin grubunun ikiye bölünerek sargıların statora dağıtılması

Bobin grubunun dağıtılması nedeniyle bu tip sargılara **dağıtılmış tip sarım** denir. Sargıların dağıtılmasıyla hem kat sayısı yarıya indirilmiş hem de adım sayısı kısaltılmış olur.

Örnek: $X=36$, $2p=2$, $m=3$ olan motorun stator sargısı için gerekli hesaplamaları yaparak el tipi sarım şemasını çiziniz.

a) Hesaplamaların yapılması:

Gruptaki bobin sayısı

$$C = \frac{X}{2p \cdot m}$$

$$C = \frac{36}{2 \cdot 3} = \frac{36}{6} = 6$$

Adım

$$Y_x = \frac{X}{2} p$$

$$Y_x = \frac{36}{2} = 12$$

Oluklar arasındaki elektrikli açı

$$a = \frac{360 \cdot p}{X}$$

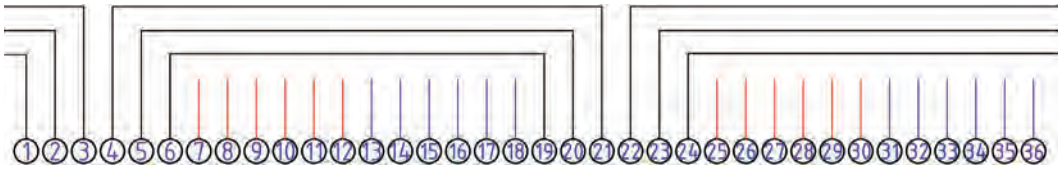
$$a = \frac{360 \cdot 1}{36} = \frac{360}{36} = 10^\circ$$

İlk aşamada oluk sayısı kadar daire ve her daire üzerine bir çizgi çizilir. Örnekte oluk sayısı 36 olduğu için 36 adet daire çizilmelidir (Görsel 7.19). Her bir olukta bir bobin kenarı olacağından her bir dairenin üzerine birer tane çizgi çizilir. Fazları birbirinden ayırmak için yan yana çizilen çizgiler 6'lı gruplar (C değeri kadar) hâlinde farklı renkte çizgilerle gösterilir. Örnekte birinci faz sargıları siyah, ikinci faz sargısı mavi ve üçüncü faz sargısı kırmızı renkli çizgilerle gösterilmiştir.



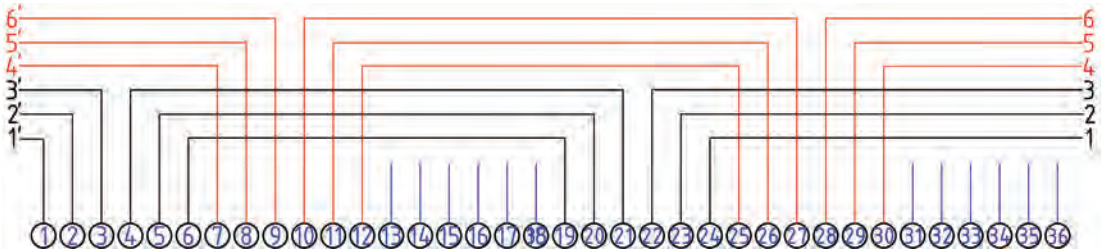
Görsel 7.19: Stator oluklarının çizilmesi

Siyah renkli çizgilerle gösterilen bobinler üçerli iki gruba bölünerek Görsel 7.20'deki gibi birleştirilir.



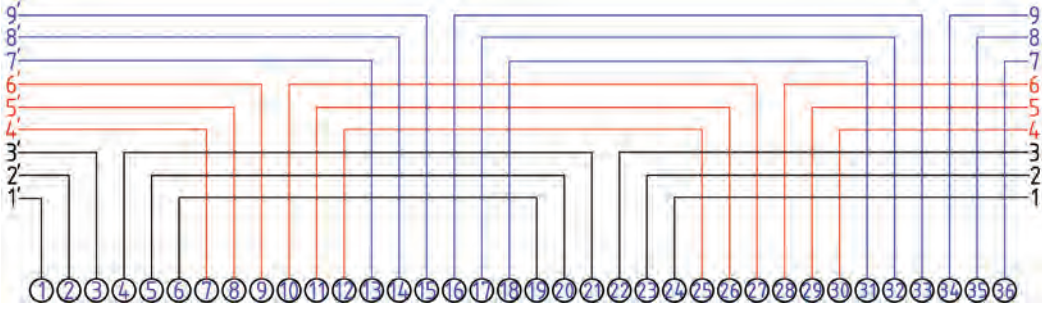
Görsel 7.20: Birinci kata ait bobin gruplarının çizilmesi

Kırmızı renkli çizgilerle gösterilen bobinler üçerli iki gruba bölünerek Görsel 7.21'deki gibi birleştirilir.



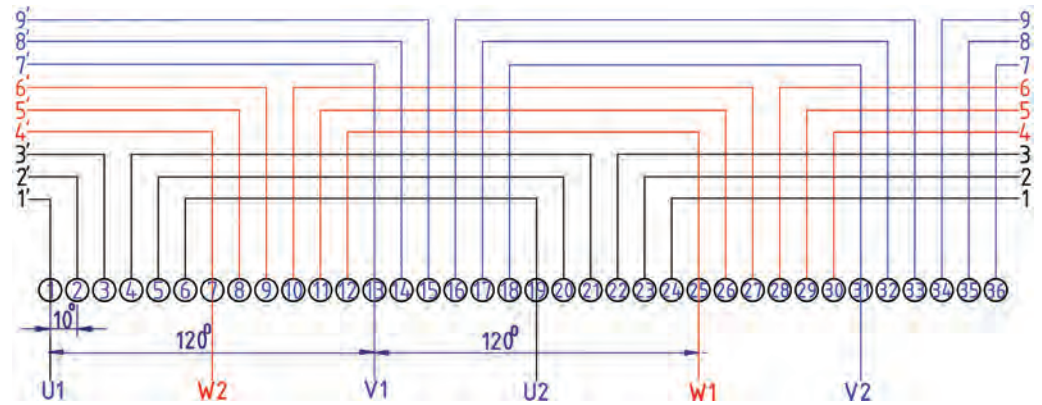
Görsel 7.21: İkinci kata ait bobin gruplarının çizilmesi

Mavi renkli çizgilerle gösterilen bobinler üçerli iki gruba bölünerek birleştirilir (Görsel 7.22).

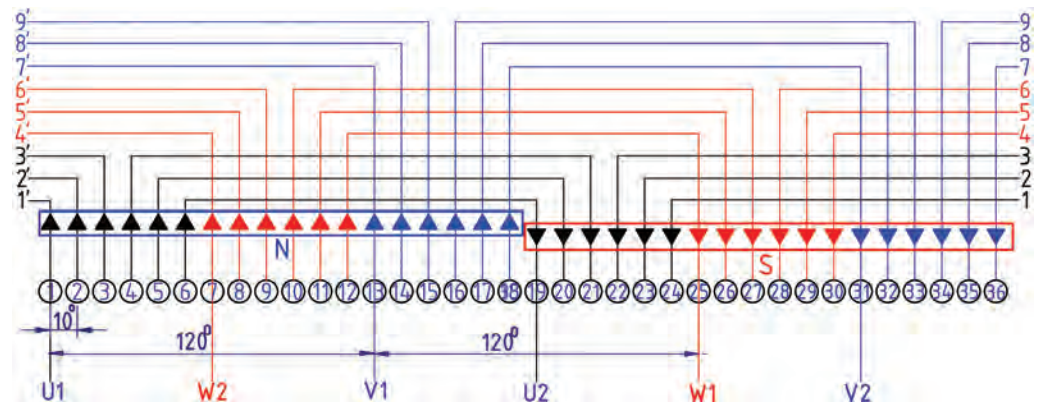


Görsel 7.22: Üçüncü kata ait bobin gruplarının çizilmesi

Sargılar tamamen birleştirildikten sonra çizimin en sağ ile en solunda gösterilen ancak statörün dairesel yapısından dolayı birbirlerine bağlı olan sargı uçları 1-1', 2-2'... biçiminde etiketlenir (Görsel 7.23). 1. oluk U1 girişi olarak seçilir. Oluklar arasındaki elektriki açı $\alpha=100$ olarak bulunmuştur. Bu değere göre V1 girişi yapılacak oluk 13, W1 girişi yapılacak oluk 25 olarak belirlenir. Bu girişlere göre akım yönleri takip edilerek oluşan kutuplar ve çıkış uçları belirlenerek çizim tamamlanır (Görsel 7.24).



Görsel 7.23: Birbirleri ile bağlantılı uçların etiketlenerek sargı giriş çıkış uçlarının belirlenmesi



Görsel 7.24: Dağıtılmış tip el tipi sarım şemasının tamamlanması

7.2. Uygulama

EL TİPİ SARIM ŞEMASININ ÇİZİMİ

AMAÇ: Statorun el tipi sarım şemasının çizimini yapmak.

Tablo 7.3: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Cetvel		1 adet
Çizim kalem	Mavi, kırmızı ve siyah renklerde	3 adet

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmanızı öğretmenin belirllediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
2. Tablo 7.1'de listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikteki olanları seçiniz.
3. Verilen değerlere göre sarım hesaplamalarının yaparak C, α , Yx değerlerini hesaplayınız.
4. Sarım şemasını çizmeden önce çizim gereçlerinizi temizleyiniz.
5. Görsel 7.25'de verilen görsel üzerine sarım şemasını çizin.
6. Bobin gruplarının birbirleriyle olan bağlantılarını yaptıktan sonra akım yönlerini takip ederek soruda verilen kutup sayısının oluşup oluşmadığını kontrol ediniz.
7. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.

X=36, 2p=6, m=3 değerlerine göre gereken hesaplamaları yaparak statorun sarım şemasını çizin.

Sarım Hesaplamaları:

Sarım Şemasının Çizilmesi:



Görsel 7.25: El tipi stator sarım şemasının çizilmesi



Değerlendirme: Yapacağınız “El Tipi Sarım Şemasının Çizimi” uygulaması 7.2. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

7.2. EL TİPİ SARIM ŞEMASININ ÇİZİMİ UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “7.2. El Tipi Sarım Şemasının Çizimi” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. **1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi**

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri temin etti.					
2	Sarım şemasını çizmek için gerekli hesaplamaları yaptı.					
3	C ve Yx değerlerine uygun olarak bobin gruplarını çizdi.					
4	α değerine uygun olarak bobin grupları arasındaki bağlantıları yaptı.					
5	Akım yollarını izleyerek N ve S kutuplarının oluştuğunu gösterdi.					
6	Giriş ve çıkış uçlarını doğru isimlendirdi.					
7	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

7.2.3. El Tipi Bobin Gruplarının Hazırlanması

Stator üzerindeki sargılar sökülüp temizlendikten sonra stator olukları presbantla yalıtılır (Görsel 7.26). Kullanılacak presbant, sökülen presbant ile aynı kalınlıkta olmalıdır.



a) Sargıları sökülmiş stator



b) Temizlenmiş ve olukları presbantla yalıtılmış stator

Görsel 7.26: Stator oluklarının presbantla yalıtılması

Presbantlar oluklara uygun ölçüde kesildikten sonra her iki kısa kenarından yaklaşık 3 mm kalınlığında katlanarak oluklara yerleştirilir. Bu katlama işlemi ile presbantın oluk dışına çıkması engellenmiş olur.

Sargıların oluşturulmasında Görsel 7.27’de gösterilen adımlar izlenir. Oluklar yalıtıldıktan sonra adım sayısına göre kalıplar alınır. Kalıp olması gerekenden küçük olursa sargılar statora yerleşmez. Olması gerekenden büyük olması durumunda sargılar gövdeden taşar, kapaklar kapanmaz. Bu nedenle sargı kalıbının alınması esnasında özenli ve dikkatli olunmalıdır.



a) Sargı kalıbının alınması



b) Kalıpların alınan ölçüye uygun olarak ayarlanması



c) Gerekli sayıda sargının oluşturulması

Görsel 7.27: Stator sargılarının hazırlanması

Alınan kalıplara göre uygun hazır kalıplar bulunursa bu hazır kalıplar kullanılır. Eğer uygun hazır kalıp yoksa ahşap kullanılarak özel kalıplar hazırlanır. Stator sargısı, hazırlanan kalıplar üzerine sökülen teller ile aynı çapta, aynı sayıda tel kullanılarak sökülen sargının sipir sayısına eşit sayıda sarılarak hazırlanır.

Hazırlanan sargılar statora yerleştirilir. Sargılar yerleştirilirken önce birinci kattaki daha sonra ikinci kattaki bobinler yerleştirilir. Bobin gruplarında bulunan bobinlerin yönü değiştirilmemelidir. Statorun en az bir tarafında sargı uçlarının klemense çıkarılabilmesi için geçit bulunur. Sargı uçları bu geçit olan taraftan çıkarılır. Aynı faza ait bobin grupları şemaya uygun olarak birbirine bağlanır. Bobinler arasında yapılan bağlantılar makaron ile yalıtılır.

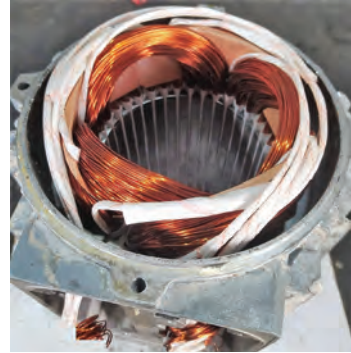
Farklı fazlara ait sargılar arasına presbant yerleştirilerek yalıtkanlık artırılır. Sargılara şekil verilerek taret adı da verilen bandaj ipleriyle sargılar sabitlenir. Stator sargılarının yerleştirilmesinde izlenecek aşamalar Görsel 7.28'de verilmiştir.



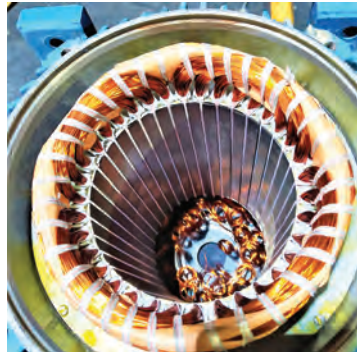
a) 1. kat sargılarının statora yerleştirilmesi



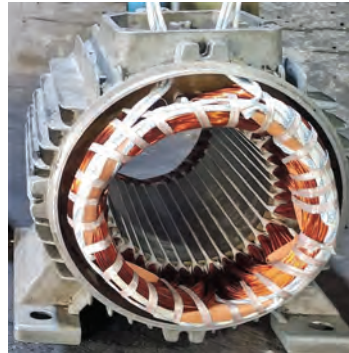
b) Farklı fazlara ait sargıların presbantla yalıtılması



c) Bobinler arasındaki bağlantıların yapılarak makaronla yalıtılması



d) Sargıların taret ipliyle şekil verilerek sabitlenmesi



e) Sargıların sabitlenerek bağlantı uçlarının klemens kutusuna çıkarılması

Görsel 7.28: Stator sargılarının yerleştirilmesinde izlenen aşamalar

Sargılar statora yerleştirildikten sonra oluklar sargıların dışarı çıkmasına izin verilmeyecek şekilde presbantla kapatılır. U1, V1, W1 uçları ile gerekiyorsa U2, V2, W2 uçları klemens kutusuna çıkarılır. Rotor ve kapaklar monte edilerek motor test edilir. Test aşamasından sonra kapaklar ve rotor sökülerek motor sargıları verniklenir. Vernikleme işleminde amaç sargıların fiziksel mukavemetini ve elektriksel yalıtımını artırmaktır.

7.3. Uygulama

STATORUN EL TİPİ SARIM TEKNİĞİNE UYGUN OLARAK SARILMASI

AMAÇ: Statorun el tipi sarım tekniğine uygun olarak sarımını yapmak.

Tablo 7.4: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Asenkron motor	1 Hp gücünde	1 adet
Emaye bobin teli	Uygun kesitte	500 gr
Presbant	0,10 mm kalınlıkta	0,15 m ²
Sargı kalıbı	El tipi sarıma uygun	1 adet
Sargı bandajı	0,5 cm eninde	6 m
Makaron	2,5 mm çapında	50 cm



İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
2. Tablo 7.4'te listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikteki olanları seçiniz.
3. Saracağınız sarıma uygun olan el tipi sarım şemasını çizin.
4. Statorun oluklarına kaplayacak biçimde uygun presbant kalıbını çıkarınız.
5. Oluk sayısı kadar presbant keserek her iki kısa kenarından 3 mm katlayınız.
6. Presbantları oyuklara yerleştiriniz.
7. Sargı ölçüsünü adım sayısına uygun olarak alınız.
8. Sargı kalıplarının mesafesini aldığınız ölçüye göre ayarlayınız.
9. Sargıları uygun çaptaki iletkenlerle belirlenen sipir sayısı kadar sararak oluşturunuz.
10. Sargıları çizdiğiniz şemaya uygun olarak statora yerleştiriniz.
11. Stator oluklarına sargıların dışarı çıkmasını engellemek için presbant şeritlerini yerleştiriniz.
12. Bobin grupları arasındaki bağlantıları yaparak sargıları makaronla yalıtınız.
13. Sargı uçlarını klemens tablosuna çıkarınız.
14. Farklı fazlara ait sargıların arasına uygun şekilde kesilmiş presbantlar yerleştiriniz.
15. Sargılara şekil vererek sargı bandajları ile sabitleyiniz.
16. Rotor ve kapakları monte ediniz.
17. Motora öğretmeninizin kontrolünde enerji vererek motoru test ediniz.
18. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.



Değerlendirme: Yapacağınız “Statorun El Tipi Sarım Tekniğine Uygun Olarak Sarılması” uygulaması 7.3. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

7.3. STATORUN EL TİPİ SARIM TEKNİĞİNE UYGUN OLARAK SARILMASI UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “7.3. Statorun El Tipi Sarım Tekniğine Uygun Olarak Sarılması” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. **1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi**

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri temin etti.					
2	Yapılacak sarımın şemasını doğru olarak çizdi.					
3	Presbantları doğru ölçüde oluşturdu.					
4	Presbantları statora doğru olarak yerleştirdi.					
5	Sarım için kullanılacak bobin ölçüsünü doğru aldı.					
6	Sargıları doğru ölçüde ve sayıda oluşturdu.					
7	Sargıları statora doğru olarak yerleştirdi.					
8	Sargılar arasındaki bağlantıları doğru yaptı.					
9	Sargıların uçlarını klemens kutusuna doğru çıkardı.					
10	Farklı fazlara ait sargılar arasına presbantları doğru olarak yerleştirdi.					
11	Sargılara şekil vererek tiritleme işlemini doğru olarak yaptı.					
12	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

A) Ağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (....) Hasarlı olan sargı sökülmeden önce incelenerek bazı bilgilerin alınması gerekir.
2. (....) Hasarlı olan motorun etiket bilgileri kaydedilir.
3. (....) Stator sargıları sökülürken olukların dışında kalan kısımlar statorun her iki tarafından da kesilir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadeyi yazınız.

4. Bobinlerin iki kenarı arasındaki oluk sayısı olarak isimlendirilir.
5. Oluklar arasındaki elektriksel açı sembolü ile gösterilir.
6. Stator da döner manyetik alanın oluşması için her bir N ve S kutbunda derece açının tamamlaması gerekir.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

7. I. Çalışma frekansı
II. Stator oluk sayısı
III. Faz sayısı
IV. Kutup sayısı

Stator sarım şemasının çizilebilmesi için yukarıdaki numaralanmış ifadelerden hangileri bilinmelidir?

- A) Yalnız I
- B) I ve II
- C) III ve IV
- D) II, III ve IV
- E) I, II, III ve IV

8. I. Adım sayısı
II. Sipir sayısı
III. Oluklar arasındaki elektriksel açı
IV. İletken çapı

Stator sarım şemasının çizilebilmesi için yukarıdaki numaralanmış ifadelerden hangilerinin hesaplanması gerekir?

- A) I ve II
- B) I ve III
- C) II ve III
- D) III ve IV
- E) I, II, III ve IV

9. I. Adım sayısı
II. Sipir sayısı
III. Çalışma gerilimi
IV. İletken çapı

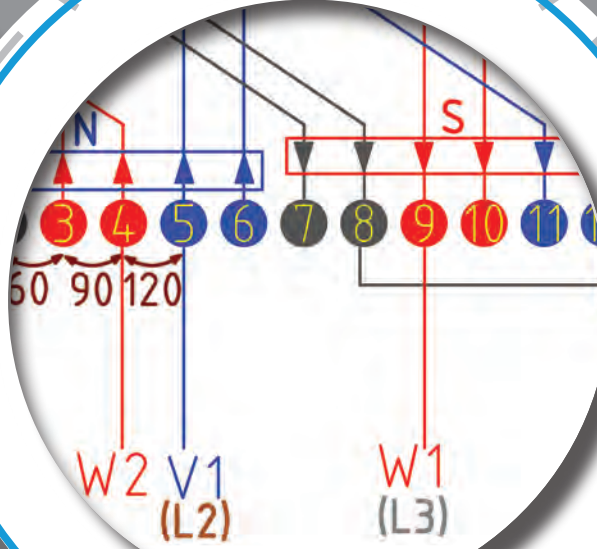
Stator sarımının yapılabilmesi için yukarıdaki numaralanmış ifadelerden hangilerinin bilinmesi gerekir?

- A) I ve II
- B) I ve III
- C) I, II ve III
- D) I, II ve IV
- E) I, II, III ve IV

10. I. El tipi sarım
II. Yarım kalıp sarım
III. Tam kalıp sarım

Yukarıda verilen sargı tekniklerinin hangilerinde bobinler eşit büyüklükte hazırlanabilir?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) I ve II
- D) II ve III
- E) I, II, ve III



8.

Öğrenme
Birimi

YARIM KALIP SARIM

KONULAR

8.1 YARIM KALIP STATOR SARGISININ SÖKÜLMESİ

8.2 YARIM KALIP STATOR SARIMI

TEMEL KAVRAMLAR

asenكرون motor, stator sargıları, stator sarım teknikleri, yarım kalıp sarım, stator sarım şemaları

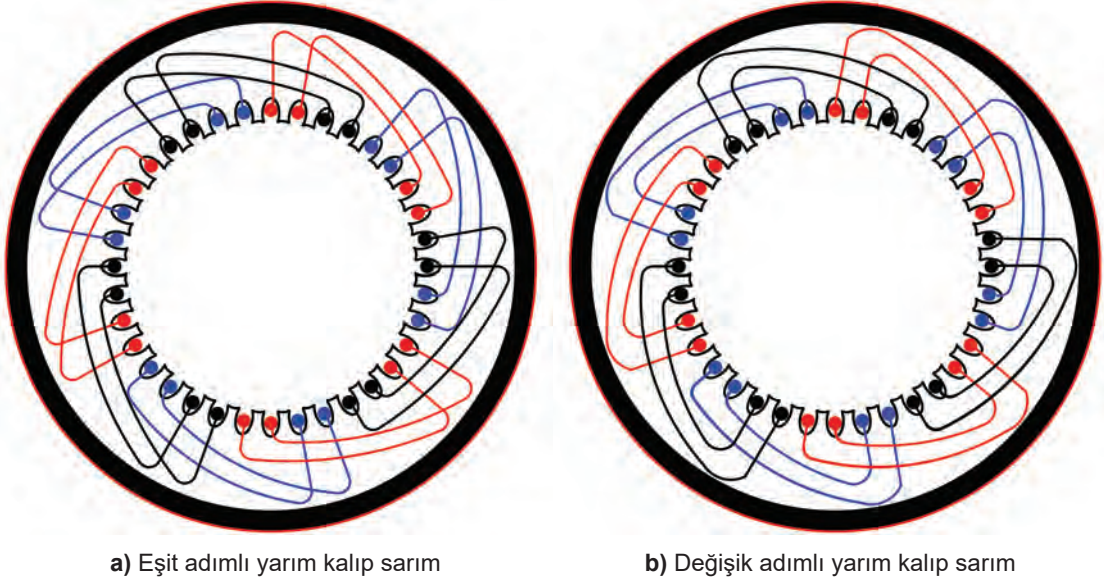
HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Elektrik akımının manyetik etkisi ile ilgili bilgilerinizi paylaşınız.
2. Elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren makinelerde bulunan sargılarla ilgili bilgilerinizi paylaşınız.
3. Elektrik motorlarında bulunan statorun yapısı ve görevi ile ilgili bildiklerinizi paylaşınız.



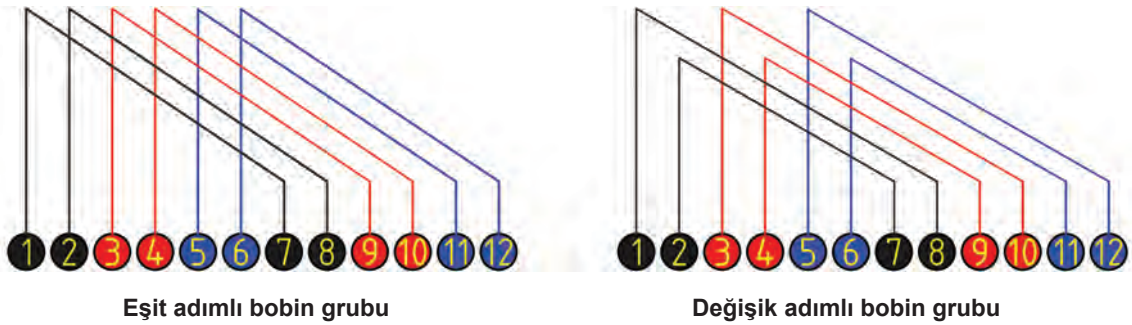
8.1. YARIM KALIP STATOR SARGI SÖKÜMÜ

Stator sargılarının tasarlanmasında ve yerleştirilmesinde en sık kullanılan yöntemlerden biri yarım kalıptır. Bobin grupları eşit adımli veya değişken adımli bobinlerden oluşturulabilir. Yarım kalıp sarımda tüm bobinler statora tek katta yerleştirilir. Sargılar statora eşit olarak dağılır (Görsel 8.1).



Görsel 8.1: Yarım kalıp sargının statora yerleştirilmesi

Her bir bobin grubuna ait kenarlar bir sonraki bobin grubuna ait kenarların altında kalır. Üstte olan bobin kenarı uzun çizgiyle, altta kalan bobin kenarı ise kısa çizgiyle gösterilir (Görsel 8.2). Son bobin grubu yerleştirilirken ilk yerleştirilen bobin grubuna ait kenarlar çıkarılarak son bobine ait kenarın altına yerleştirilir. Böylece tek katmanlı bir yerleşim elde edilir.



Görsel 8.2: Yarım kalıp sarımda eşit adımli ve değişik adımli bobin gruplarının gösterilmesi

Yarım kalıp ya da el tipi sarım yöntemiyle sarılmış statorun sökülmesinde izlenen yöntem aynıdır. Sargıların sökülmesine başlamadan önce motorun etiketinden aşağıdaki bilgiler alınır. Bu bilgilerle motor için bir dosya oluşturulur.

- Marka ve model ismi
- Çalışma gerilimi
- Çalışma frekansı
- Çıkış gücü
- Devir sayısı
- Bağlantı şekilleri

Motor kapakları ve rotor çıkarıldıktan sonra bobinlerin kenarları arasındaki oluklar sayılır ve adım değeri olarak kaydedilir. Yarım kalıp sarımda eşit adımlı sargılarda adım değeri tüm bobinler için aynıdır.

Eşit adımlı yarım kalıp sarımda bobin gruplarının kaç bobinden oluştuğunu (C değeri) tespit etmek değişik adımlı sarıma kıyasla daha zordur. Eğer sargılar incelenerek C değeri belirlenemiyorsa adım sayısı faz sayısına bölünerek bulunabilir.

Stator sargılarının birbirine eklendiği makaronlar açılarak yapılan ekteki iletken sayısı tespit edilir. İletkenin çapı mikrometre ile ölçülerek kaydedilir.

Bu bilgiler kaydedildikten sonra stator sargılarının sökülmesine başlanabilir. Öncelikle bandaj ipleri kesilir. Sargıların üzerini kapatan presbantlar çıkarılır. Statorun bir yüzündeki sargılar kesilerek diğer yüzünden çıkarılır. Oluklarda bulunan presbantlar çıkarılır. Presbant ve vernik artıkları temizlenir.

Sökülen sargılardaki iletkenler sayılarak sipir sayıları bulunur ve kaydedilir.

Notlar

☐ _____
☐ _____

!

☐ _____
☐ _____
☐ _____
☐ _____
☐ _____
☐ _____
☐ _____
☐ _____
☐ _____
☐ _____
☐ _____

8.1. Uygulama

YARIM KALIP SARILMIŞ STATOR SARGISININ SÖKÜLMESİ

AMAÇ: Yarım kalıp sarılmış stator sargısını sökmek.

Tablo 8.1: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Sac makası	İzoleli elektrikçi pensesi	1 adet
Pense	İzoleli elektrikçi yan keski	1 adet
Yan keski	0-25 mm, 0,01 mm hassasiyetli	1 adet
Mikrometre	El tipi sarıma uygun	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Motorun klemens bilgilerini inceleyerek bilgileri Tablo 8.2'ye kaydediniz.
9. Tablo 8.1'de listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun olanları seçiniz.
10. Stator sargılarına şekil vermek için sarılan bandajları sökünüz.
11. Stator sargılarında bulunan makaronları sökerek bobinin kaç iletkenle sarıldığının tespit ediniz ve mikrometre yardımıyla iletken çapını ölçünüz.
12. Bir bobin grubunda bulunan bobin sayısını tespit ediniz.
13. Bobin grubundaki en küçük bobininin iki kenarı arasında bulunan oluk sayısını tespit ediniz.
14. 11, 12, 13 ve 14. işlem basamaklarında tespit ettiğiniz bilgileri Tablo 8.2'ye kaydediniz.
15. Statorun bir yüzünde bulunan bobin kenarlarını kesiniz.
16. Sargıları statorun diğer yüzünde bulunan bobin kenarlarından çekerek çıkarınız.
17. Olukları presbantlardan ve diğer artıklarından temizleyiniz.
18. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.

Tablo 8.2: Asenkron Motor Bilgileri

Markası	.....	Bobin grubunda bulunan bobin sayısı	.....
Modeli	.....	İki bobin kenarı arasındaki oluk sayısı	.....
Türü	.....	Bobinlerin sarımında kullanılan paralel tel sayısı	.....
Gücü	.....	Telin çapı	.....
Çalışma gerilimi ve bağlantı şekli	.....	Bir oluktaki iletken sayısı	.....
Çalışma frekansı ve devir sayısı	.....		.....



Değerlendirme: Yapacağınız “Yarım Kalıp Sarılmış Stator Sargısının Sökülmesi” uygulaması 8.1. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

8.1. YARIM KALIP SARILMIŞ STATOR SARGISININ SÖKÜLMESİ UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “8.1. Yarım Kalıp Sarılmış Stator Sargısının Sökülmesi” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. **1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi**

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri temin etti.					
2	Motor klemensini inceleyerek gerekli bilgileri doğru tespit etti.					
3	Motor sargısını inceleyerek gerekli bilgileri doğru tespit etti.					
4	İş güvenliği kurallarına uyarak çalıştı.					
5	Motorun sargılarını verilen talimatlara uygun olarak söktü.					
6	Sargıların sipir sayısını doğru olarak belirledi.					
7	Statoru temizleyerek sarıma hazır hâle getirdi.					
8	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

8.2. YARIM KALIP STATOR SARIMI

Sargılar sökülüp stator temizlendikten sonra el tipi stator sarımı aşağıdaki işlem basamaklarına göre gerçekleştirilir.

1. Sarım şeması çizilir.
2. Stator oyukları presbantla yalıtılır.
3. Yerleştirilecek bobin gruplarına göre sargı kalıbı alınır.
4. Sökme işlemi sırasında belirlenen iletken sayısı, çapı ve sipir sayısı bilgilerine göre bobin grupları sarılır.
5. Sarım şemasına göre iletkenler oyuklara yerleştirilir.
6. Sarım şemasına göre bobin grupları arasındaki bağlantılar yapılarak motorun giriş ve çıkış uçları bağlantı klemensine çıkarılır.
7. Stator sargılarına şekil verilerek sargılar bandajlanır.
8. Stator sargıları verniklenerek sabitlenir.
9. Sarımı tamamlanan motorun montajı tamamlanarak test edilir.

8.2.1. Yarım Kalıp Stator Sarım Şemasının Çizimi

Hasar gören motorun sargıları yeniden sarılırken sökülürken alınan bilgiler kullanılır. Sarım yapılmadan önce sarım şeması çizilir. Yarım kalıp sarımın çizimi için yapılacak hesaplamalar ile el tipi sarım için yapılan hesaplamalar aynıdır. Oluk sayısı (X), kutup sayısı (2p) ve faz sayısı (m) bilinen bir stator için Y_x , C ve α değerleri hesaplanır.

Örnek: 24 oluklu statora sahip üç fazlı, 4 kutuplu motor için aşağıdaki işlemleri gerçekleştiriniz.

- a) Yarım kalıp sarımı için gerekli hesaplamaları yapınız.
- b) Eşit adımlı yarım kalıp sarım şemasını çiziniz.
- c) Değişik adımlı yarım kalıp sarım şemasını çiziniz.

a) Hesaplamaların yapılması:

Verilenlere göre oluk sayısı $X=24$, kutup sayısı $2p=4$ ve faz sayısı $m=3$ 'tür. Buna göre aşağıdaki hesaplamalar yapılır.

Gruptaki bobin sayısı

$$C = \frac{X}{2p \cdot m}$$

$$C = \frac{24}{4 \cdot 3} = \frac{24}{12} = 2$$

Adım

$$Y_x = \frac{X}{2} p$$

$$Y_x = \frac{24}{4} = 6$$

Oluklar arasındaki elektrikli açı

$$a = \frac{360 \cdot p}{X}$$

$$a = \frac{360 \cdot 2}{24} = \frac{360}{12} = 30^\circ$$

b) Eşit adımlı yarım kalıp sarım şemasının çizilmesi:

1. $X=24$ olduğuna göre her bir stator oluğu için bir daire olmak üzere yan yana 24 tane daire çizilir (Görsel 8.3). Oluklar C değerine göre renklendirilir.



Görsel 8.3: Stator oluklarını temsilen çizilen daireler

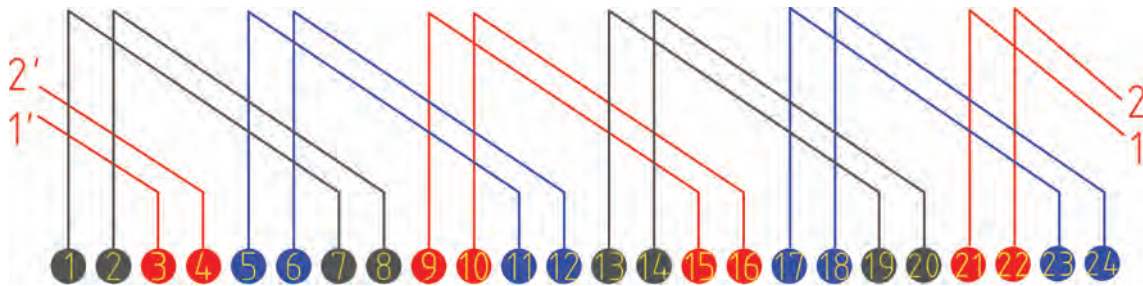
Yarım kalıp sarımda üstteki bobin kenarları uzun çizgilerle, altta kalan bobin kenarları kısa çizgilerle gösterilir. Dolayısıyla C değerine göre bobinlere ait kenarlar farklı renklerle ve sırayla uzun ve kısa çizgilerle gösterilir. C değeri 2 olarak hesaplandığı için sırayla önce iki uzun sonra iki kısa çizgi çizilir (Görsel 8.4).



Görsel 8.4: C değerine göre bobin kenarlarının çizilmesi

Yarım kalıp sarım tekniğinde bobinler eşit büyüklükte olduğundan adım sayısı sabittir. Örnekte adım sayısı $Y_x=6$ olduğundan her bir bobin kenarı kendisinden 6 oluk ileride bulunan bobin kenarı ile birleştirilir. Her bobinin bir kenarı üstte bir kenarı altta kalacağından her bir uzun kenar ile aynı renkte olan en yakındaki kısa kenar birleştirilmiş olur.

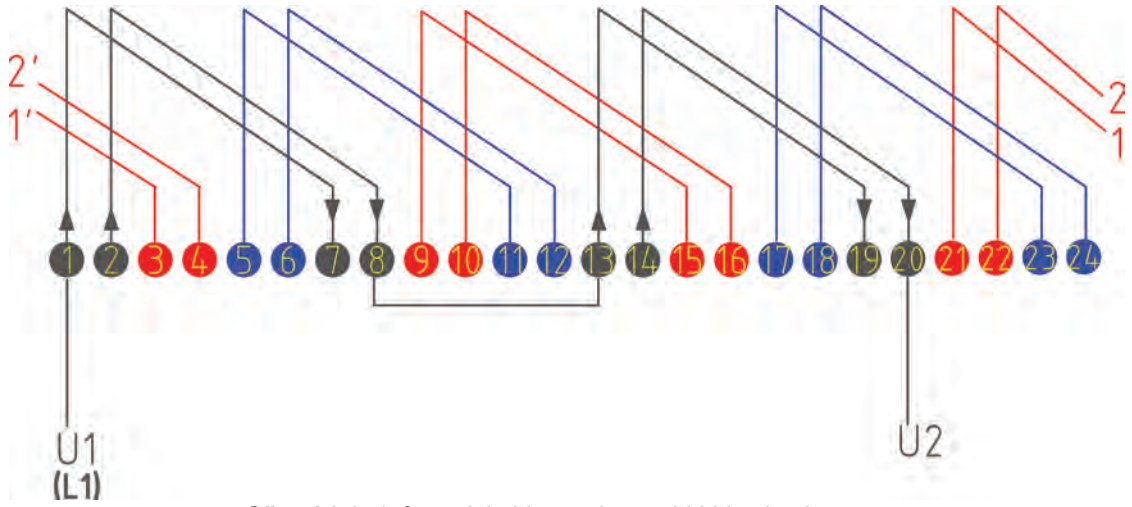
Kenarları 21-22 ve 3-4 numaralı oluklarda bulunan sargıların uçları çizimin farklı iki kenarında bulunsun da aslında statorun dairesel yapısında dolayı aynı bobine aittir. Bu durumu göstermek için bu uçlar 1-1' ve 2-2' olarak isimlendirilir (Görsel 8.5).



Görsel 8.5: Yarım kalıp sarım şemasında bobin gruplarının çizimi

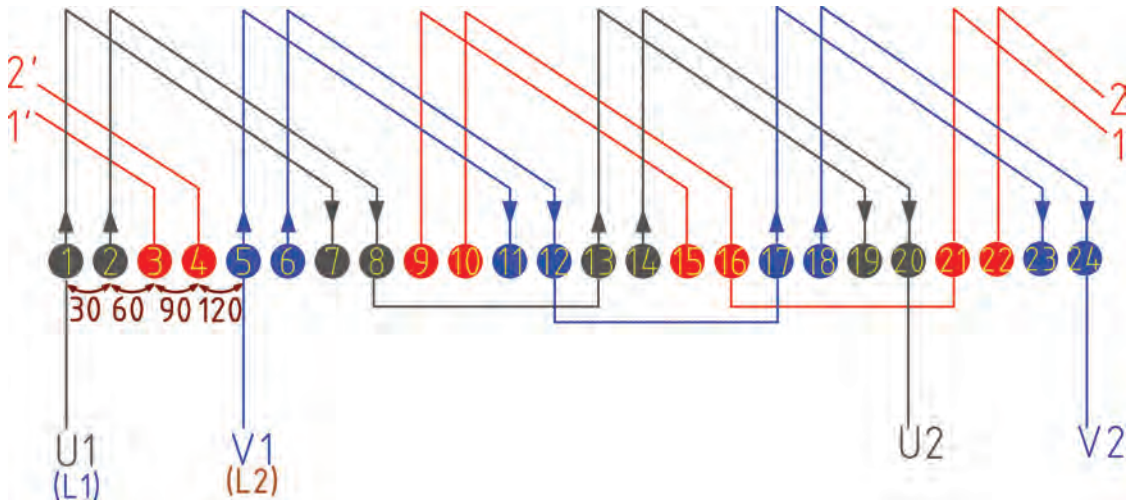
Aynı faza ait bobin grupları birbirlerine bağlanır. 1. oluktaki bobin, 1. fazın girişi olarak belirlenir ve U1 olarak isimlendirilirse bu bobin grubunun 8. oluktaki çıkışı aynı faza ait ve aynı renkle çizilmiş olan 13 numaralı oluktaki bobine bağlanır. 20 numaralı oluktan çıkan uç 1. faza ait olan sargının çıkış ucudur ve U2 olarak isimlendirilir.

U1 ucundan giriş yapan akımın izlediği yol işaretlenir (Görsel 8.6).



Görsel 8.6: 1. faza ait bobin gruplarının birbirine bağlanması

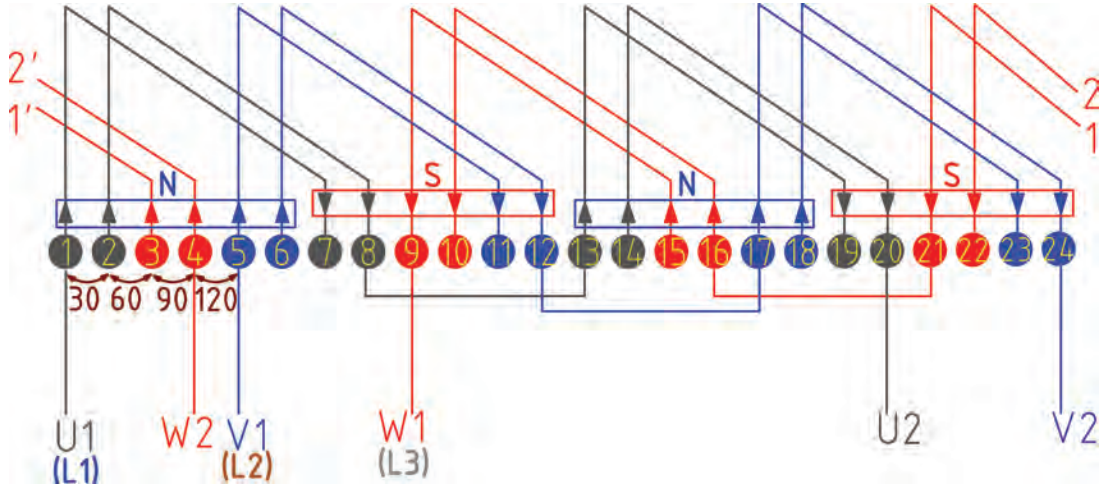
L2 fazı ile L1 fazına ait sargılar arasında 120° elektriksel açı oluşturulmalıdır. Oluklar arasındaki elektriksel açının $\alpha=30^\circ$ olduğu hesaplanmıştı. L1 fazının uygulandığı oluktan başlanarak (1. oluk) 120° 'ye ulaşana kadar otuzar otuzar sayılarak 120° 'ye ulaşılan oluktan (5. oluk) L2 fazı uygulanır (Görsel 8.7). İkinci faza ait 1. bobin grubunun çıkışı ile 2. bobin grubunun girişi birbirine bağlanır. L2 fazının uygulandığı sargının giriş ucu V1, çıkış ucu ise V2 olarak etiketlenir. Akım yönleri V1'den V2'ye doğru işaretlenir.



Görsel 8.7: İkinci faza ait bobin gruplarının birbirine bağlanması

L3 fazının bağlanacağı oluğu tespit etmek için L2 fazının bağlandığı oluktan 120° derece açıya ulaşana kadar α değeri kadar artırılarak oluklar sayılır. L2 fazının uygulandığı 5. oluktan otuzar

derecelik artışlarla 120 dereceye 9. olukta ulaşılır. L3 fazı 9. oluktan uygulanır. L3 fazına ait 1. bobin grubunun çıkışı ile 2. bobin grubunun girişi birbirine bağlanır (16. ve 21. oluklar arasındaki bağlantı). Sargının 4. oluktan çıkan ucu W2 ucu olarak etiketlenir. L3 fazına ait olan sargıdan geçen akım yönleri işaretlenirken W2 ucu giriş, W1 ucu çıkış olarak kabul edilir. Yukarı yönde oluşan akım yönleri N kutbunu, aşağı yönde oluşan akım yönleri S kutbunu oluşturur. Şema tamamlandığında öngörülen kutup sayısı elde edilmelidir (Görsel 8.8).

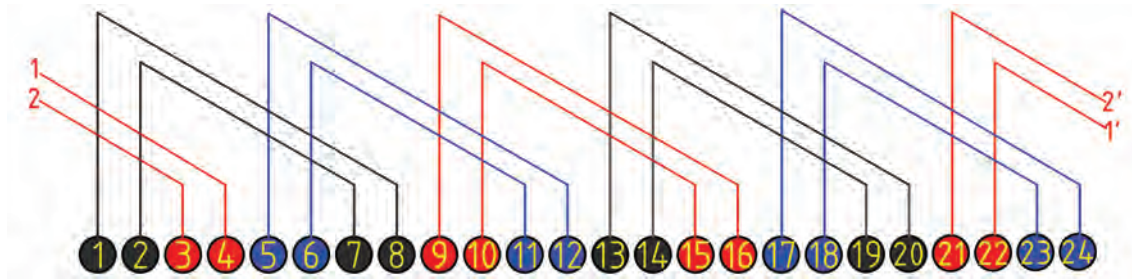


Görsel 8.8: Yarım kalıp sarım şemasının tamamlanması

c) Değişik adımlı yarım kalıp sarım şemasının çizilmesi:

Statordaki oluk sayısı kadar daire çizilir. Daireler C sayısına göre renklendirilir. Her daire üzerine C sayısına göre önce uzun çizgiler, sonra kısa çizgiler çizilir.

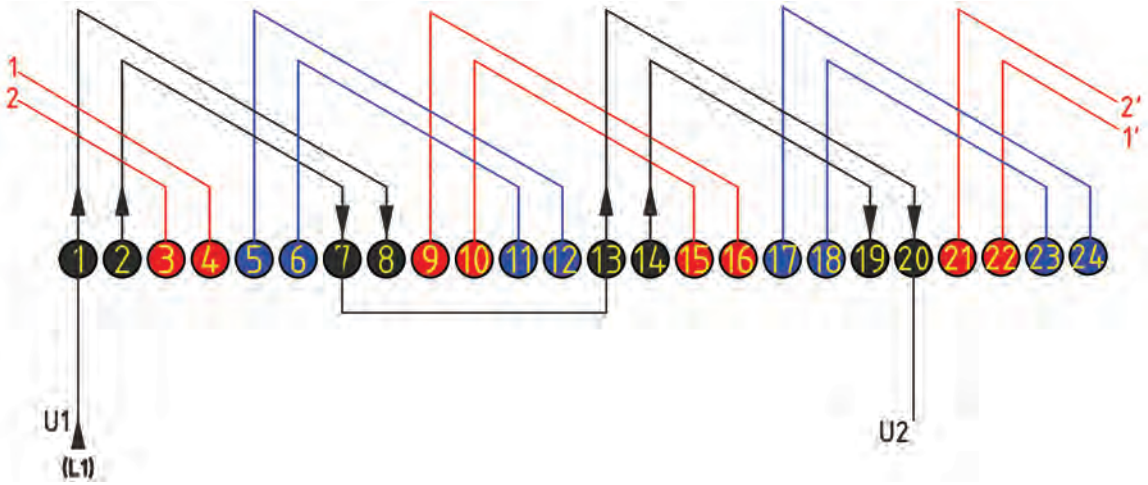
C değeri iki olduğundan iki uzun, iki kısa çizgi çizilir. Aynı renkli çizgilerden içteki çizgiler içteki çizgilerle, dıştaki çizgiler dıştaki çizgilerle birleştirilir (Görsel 8.9).



Görsel 8.9: Değişik adımlı yarım kalıp sarımda bobin gruplarının çizilmesi

Yarım kalıp sarımda aynı faza ait bobin gruplarının çıkışları, bir sonraki bobin grubunun girişine bağlanır. L1 fazı için ilk bobin grubunun girişi U1, son bobin grubunun çıkışı ise U2 olarak isimlendirilir.

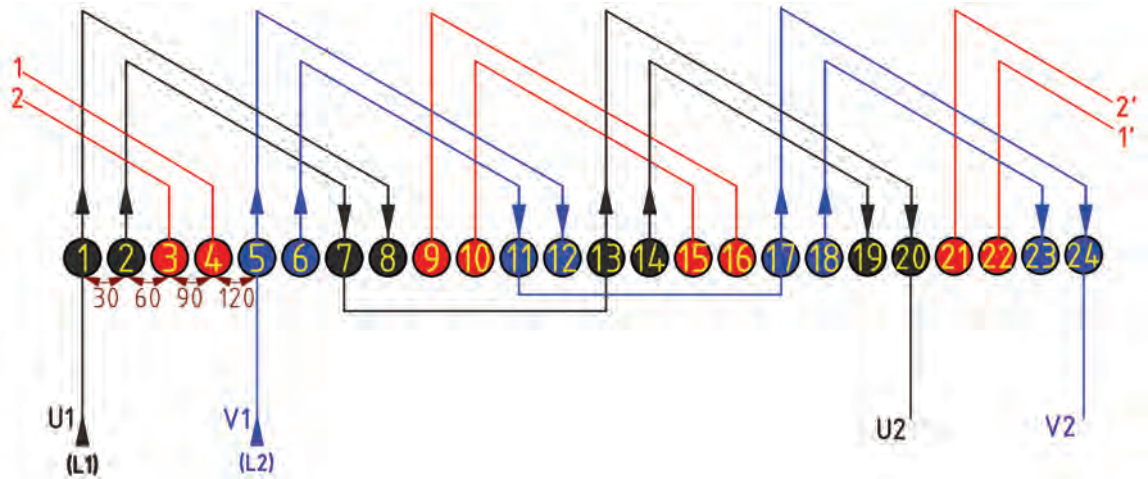
1. oluktaki bobin 1. fazın girişi olarak belirlenir ve U1 olarak isimlendirilirse bu bobin grubunun 7. oluktaki çıkışı aynı faza ait ve aynı renkle çizilmiş olan 13 numaralı oluktaki bobine bağlanır. 20 numaralı oluktan çıkan uç 1. faza ait olan sargının çıkış ucudur ve U2 olarak isimlendirilir. U1 ucundan giriş yapan akımın izlediği yol işaretlenir (Görsel 8.10).



Görsel 8.10: L1 fazına ait bobinlerin alt bağlantılarının yapılması

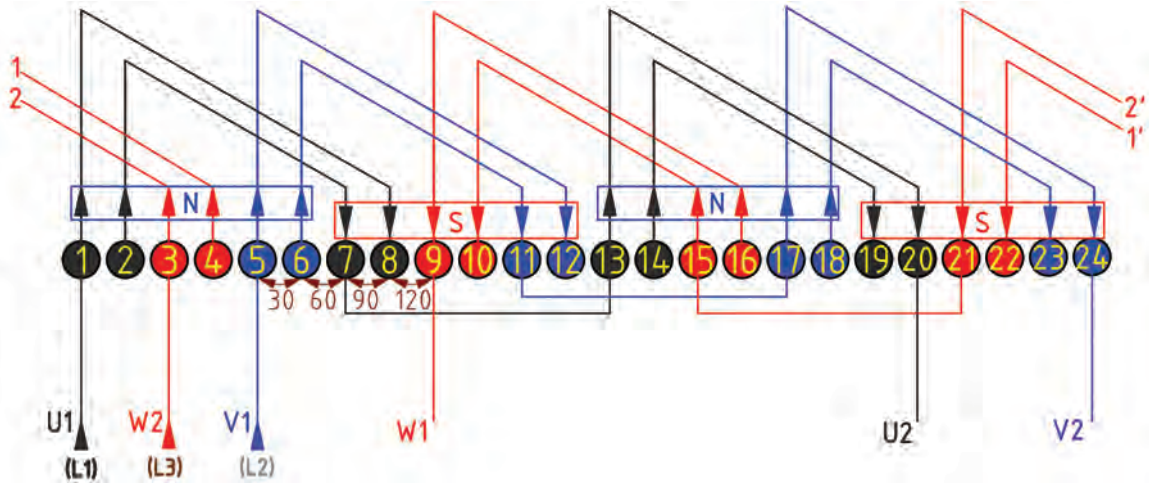
L2 fazı ile L1 fazına ait sargılar arasında 120° elektriksel açı oluşturulmalıdır. Oluklar arasındaki elektriksel açının $\alpha=30^\circ$ olduğu hesaplanmıştı. L1 fazının uygulandığı oluktan başlanarak (1. oluk) 120° 'ye ulaşana kadar otuzar otuzar sayılarak 120° 'ye ulaşılan oluktan (5. oluk) L2 fazı uygulanır. İkinci faza ait 1. bobin grubunun çıkışı ile 2. bobin grubunun girişi (11 numaralı oluktan çıkan uçla 17 numaralı oluğa giren uç) birbirine bağlanır.

L2 fazının uygulandığı sargının giriş ucu V1, çıkış ucu ise V2 olarak etiketlenir. Akım yönleri V1'den V2'ye doğru işaretlenir (Görsel 8.11).



Görsel 8.11: L2 fazına ait bobinlerin alt bağlantılarının yapılması

L3 fazının bağlanacağı oluğu tespit etmek için L2 fazının bağlandığı oluktan 120° açığı ulaşılana kadar α değeri kadar artırılarak oluklar sayılır. L2 fazının uygulandığı 5. oluktan otuzar derecelik artışlarla 120° 9. olukta ulaşılır. L3 fazı 9. oluktan uygulanır. L3 fazına ait 1. bobin grubunun çıkışı ile 2. bobin grubunun girişi birbirine bağlanır (15. ve 21. oluklar arasındaki bağlantı). Sargının 3. oluktan çıkan ucu W2 ucu olarak etiketlenir. L3 fazına ait olan sargıdan geçen akım yönleri işaretlenirken W2 ucu giriş, W1 ucu çıkış olarak kabul edilir. Yukarı yönde oluşan akım yönleri N kutbunu, aşağı yönde oluşan akım yönleri S kutbunu oluşturur. Şema tamamlandığında öngörülen kutup sayısı elde edilmelidir (Görsel 8.12).



Görsel 8.12: L3 fazına ait bobinlerin alt bağlantılarının yapılarak değişik adımlı yarım kalıp sarım şemasının tamamlanması

Notlar

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

8.2. Uygulama

YARIM KALIP SARIM ŞEMASININ ÇİZİMİ

AMAÇ: Statorun yarım kalıp sarım şemasının çizimini yapmak.

Tablo 8.3: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Cetvel		1 adet
Çizim kalem	Mavi, kırmızı ve siyah renklerde	3 adet

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
2. Tablo 8,3'te listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikteki olanları seçiniz.
3. Verilen değerlere göre sarım hesaplamalarını yaparak C, α , Yx değerlerini hesaplayınız.
4. Sarım şemasını çizmeden önce çizim gereçlerinizi temizleyiniz.
5. Görsel 8.13'te verilen görsel üzerine sarım şemasını çizin.
6. Bobin gruplarının birbirleriyle olan bağlantılarını yaptıktan sonra akım yönlerini takip ederek soruda verilen kutup sayısının oluşup oluşmadığını kontrol ediniz.
7. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.

X=36, 2p=6, m=3 değerlerine göre gereken hesaplamaları yaparak statorun sarım şemasını çizin.

Sarım Hesaplamaları:

Sarım Şemasının Çizilmesi:



Görsel 8.13: Yarım kalıp sarım şemasının çizilmesi



Değerlendirme: Yapacağınız “Yarım Kalıp Sarım Şemasının Çizimi” uygulaması 8.2. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

8.2. YARIM KALIP SARIM ŞEMASININ ÇİZİMİ UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:					
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:					
Tarih:	Süre:					
YÖNERGE: “8.2. Yarım Kalıp Sarım Şeması Çizimi” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. 1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi						
Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri temin etti.					
2	Sarım şemasını çizmek için gerekli hesaplamaları yaptı.					
3	C ve Yx değerlerine uygun olarak bobin gruplarını çizdi.					
4	α değerine uygun olarak bobin grupları arasındaki bağlantıları yaptı.					
5	Akım yollarını izleyerek N ve S kutuplarının oluştuğunu gösterdi.					
6	Giriş ve çıkış uçlarını doğru isimlendirdi.					
7	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						
DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]						

8.2.2. Yarım Kalıp Sarım İçin Statorun Sarıma Hazırlanması

Statorun sarıma hazırlanması işlemi hem yarım kalıp sarım için hem de el tipi sarım için aynıdır. Stator üzerindeki sargılar sökülüp temizlendikten sonra stator olukları sökülen presbantla aynı ölçü ve kalınlıktaki presbantla yalıtılır.

Presbantlar oluklara uygun ölçüde kesildikten sonra her iki kısa kenarından yaklaşık 3 mm kalınlığında katlanarak oluklara yerleştirilir. Bu katlama işlemi ile presbantın oluk dışına çıkması engellenmiş olur.

El tipi sarımda olduğu gibi sarılacak bobinlerin ölçüsü alınır. El tip sarımdan farklı olarak yarım kalıp sarımda hazırlanan bobinler eşit büyüklüktedir. Bu nedenle el tipi sarımda kademeli olarak küçülen sargı kalıpları kullanılırken yarım kalıp sarımda sabit ölçülü sargı kalıpları kullanılır.

Stator sargısı, hazırlanan kalıplar üzerine sökülen teller ile aynı çapta, aynı sayıda tel kullanılarak, sökülen sargının sipir sayısına eşit sayıda sarılarak hazırlanır.

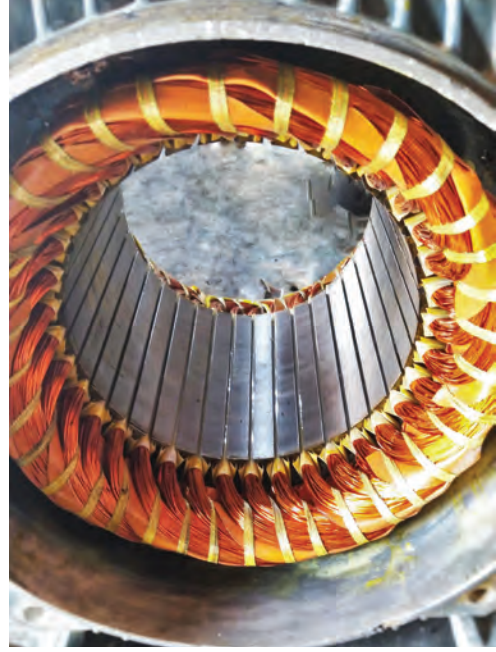
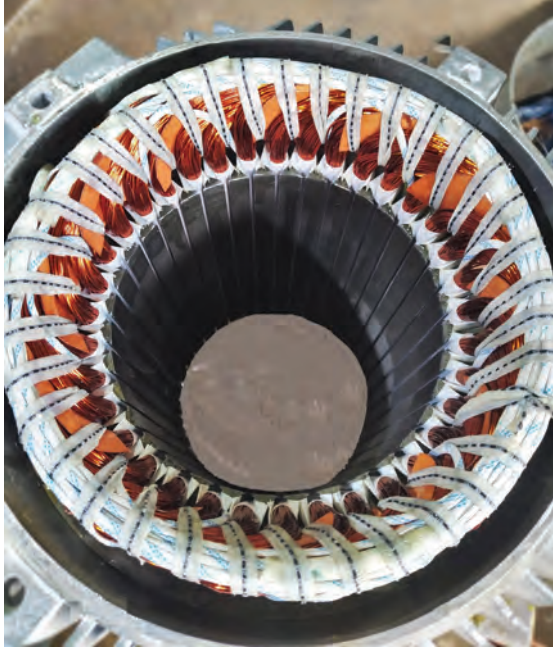
Hazırlanan sargılar statora yerleştirilir. Sargı statora yerleştirildikten sonra oluklar sargıların dışarı çıkmasına izin verilmeyecek şekilde presbantla kapatılır. Aynı faza ait bobin grupları şemaya uygun olarak birbirine bağlanır. Bobinler arasında yapılan bağlantılar makaron ile yalıtılır. Farklı fazlara ait sargılar arasına presbant yerleştirilerek yalıtkanlık artırılır. Sargılara şekil verilerek taret adı da verilen bandaj ipleriyle sargılar sabitlenir (Görsel 8.14).

U1, V1, W1 uçları ile gerekiyorsa U2, V2, W2 uçları klemens kutusuna çıkarılır. Rotor ve kapaklar monte edilerek motor test edilir. Test aşamasından sonra kapaklar ve rotor sökülerek motor sargıları verniklenir. Vernikleme işleminin amacı sargıların fiziksel mukavemetini ve elektriksel yalıtımını artırmaktır.



a) Yarım kalıp sarımın statora yerleştirilmesi

Görsel 8.14: Yarım kalıp sarımda sargıların statora yerleştirilmesi



b) Sargıların şekil verilerek bandaj ipleriyle sabitlenmesi

Görsel 8.15: Yarım kalıp sarımda sargıların statora sabitlenmesi

Notlar

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

8.3. Uygulama

STATORUN YARIM KALIP SARIM TEKNIĞİNE UYGUN OLARAK SARILMASI

AMAÇ: Statorun el tipi sarım tekniğine uygun olarak sarımını yapmak.

Tablo 8.4: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Asenkron motor	1 Hp gücünde	1 adet
Emaye bobin teli	Uygun kesitte	500 gr
Presbant	0,10 mm kalınlıkta	0,15 m ²
Sargı kalıbı	Eşit kademeli	1 adet
Sargı bandajı	0,5 cm eninde	6 m
Makaron	2,5 mm çapında	50 cm



İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
2. Tablo 8.4'te listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikteki olanları seçiniz.
3. Saracağınız sarıma uygun olan el tipi sarım şemasını çiziniz.
4. Statorun oluklarını kaplayacak biçimde uygun presbant kalıbını çıkarınız.
5. Oluk sayısı kadar presbant keserek bandları her iki kısa kenarından 3 mm katlayınız.
6. Presbantları oyuklara yerleştiriniz.
7. Sargı ölçüsünü adım sayısına uygun olarak alınız.
8. Sargı kalıplarının mesafesini aldığınız ölçüye göre ayarlayınız.
9. Sargıları uygun çaptaki iletkenlerle belirlenen siper sayısı kadar sararak oluşturunuz.
10. Sargıları çizdiğiniz şemaya uygun olarak statora yerleştiriniz.
11. Stator oluklarına sargıların dışarı çıkmasını engellemek için presbant şeritlerini yerleştiriniz.
12. Bobin grupları arasındaki bağlantıları yaparak bobinleri makaronla yalıtınız.
13. Sargı uçlarını klemens tablosuna çıkarınız.
14. Farklı fazlara ait sargıların arasına uygun şekilde kesilmiş presbantlar yerleştiriniz.
15. Sargılara şekil vererek sargıları sargı bandajları ile sabitleyiniz.
16. Rotoru ve kapakları monte ediniz.
17. Motora öğretmeninizin kontrolünde enerji vererek motoru test ediniz.
18. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.



Değerlendirme: Yapacağınız “Statorun Yarım Kalıp Tekniğine Uygun Olarak Sarılması” uygulaması 8.3. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

8.3. STATORUN YARIM KALIP SARIM TEKNIĞİNE UYGUN OLARAK SARILMASI UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “8.3. Statorun Yarım Kalıp Tekniğine Uygun Olarak Sarılması” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. **1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi**

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri temin etti.					
2	Yapılacak sarımın şemasını doğru olarak çizdi.					
3	Presbantları doğru ölçüde oluşturdu.					
4	Presbantları statora doğru olarak yerleştirdi.					
5	Sarım için kullanılacak bobin ölçüsünü doğru aldı.					
6	Sargıları doğru ölçüde ve sayıda oluşturdu.					
7	Sargıları statora doğru olarak yerleştirdi.					
8	Sargılar arasındaki bağlantıları doğru yaptı.					
9	Sargıların uçlarını klemens kutusuna doğru çıkardı.					
10	Farklı fazlara ait sargılar arasına presbantları doğru olarak yerleştirdi.					
11	Sargılara şekil vererek tiritleme işlemini doğru olarak yaptı.					
12	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

A) Ağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (....) Yarım kalıp sarım tekniğinde adım sayısı tüm bobinler için eşittir.
2. (....) Yarım kalıp sarım tekniğinde bobinler kademeli olarak küçülür.
3. (....) Stator sargıları sökülürken olukların dışında kalan kısımlar statorun bir tarafından kesilir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadeyi yazınız.

4. Stator sargısına uygulanacak faz sayısı harfi ile gösterilir.
5. Adım değeri sembolü ile gösterilir.
6. Stator'da iki faz sargısı arasında derecelik elektriksel açı bulunmalıdır.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

7. I. Stator oluk sayısı
II. Gerilim
III. Faz sayısı

Stator sarım şemasının çizilebilmesi için yukarıdaki numaralanmış ifadelerden hangileri bilinmelidir?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) I ve II
- D) II ve III
- E) I, II ve III

8. I. Faz sayısı
II. Sipir sayısı
III. Oluklar arasındaki elektriksel açı

Stator sarım şemasının çizilebilmesi için yukarıdaki numaralanmış ifadelerden hangilerinin hesaplanması gerekir?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) II ve III
- E) I ve III

9. I. Yx değeri
II. C değeri
III. Sipir sayısı
IV. İletken çapı

Stator sarımının yapılabilmesi için yukarıdaki numaralanmış ifadelerden hangilerinin bilinmesi gerekir?

- A) I ve II
- B) I ve III
- C) I, II ve III
- D) I, II ve IV
- E) I, II, III ve IV

10. I. El tipi sarım
II. Yarım kalıp sarım
III. Tam kalıp sarım

Yukarıda verilen sargı tekniklerinin hangilerinde bobinler kademeli olarak hazırlanır?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) I ve II
- D) II ve III
- E) I, II, ve III



9.1. TAM KALIP STATOR SARGI SÖKÜMÜ

Stator sargılarının tasarlanmasında ve yerleştirilmesinde kullanılan yöntemlerden biri de tam kalıptır. Tam kalıp sarımda her olukta iki ayrı bobin kenarı bulunur. Bu nedenle iki tabakalı sarım olarak da isimlendirilir. Bobinler aralarına presbant yerleştirilerek birbirinden ayrılır. Bobin grupları eşit ölçüde bobinlerden oluşur. Sargılar statora eşit olarak dağılır. Her bir bobinin bir kenarı bir sonraki bobine ait kenarın altında kalır.

Elektrik motorları çalışırken şebeke frekansından daha yüksek frekanslara sahip gerilimler ve akımlar oluşturur. Oluşan bu akımlar ve gerilimler harmonik olarak isimlendirilir. Harmonikler şebekenin akım ve gerilim eğrilerinin bozulmasına neden olur.

Harmonikler nedeniyle aşağıdaki olumsuzluklar meydana gelir.

- Elektronik cihazlar hatalı çalışabilir.
- Dönen makineler aşırı ısınır.
- Dönen elektrik makinelerinde titreme ve mekanik zorlanmalara neden olur.
- Devre kesicilerde hatalı açmaya neden olur.
- Kapasitörlerde bozulmaya neden olur.
- Cihazların izolasyonlarında bozulmaya neden olabilir.
- Data sinyallerinde bozulmalara neden olur.
- Ölçü aletlerinin yanlış ölçme yapmasına neden olur.
- Nötr akımının artmasına neden olur.
- Enerji kayıplarına ve gerilim değerinde dalgalanmalara neden olur.
- Cihazların ve makinelerin ömürlerinin kısalmasına neden olur.
- Kompanzasyon sistemlerinin aşırı yüklenmesine neden olur.

Tam kalıp sarım yöntemiyle sarılan motorlar daha az harmonik oluşturur. Büyük güçlü motorların oluşturduğu harmonikler şebekeyi daha fazla etkiler. Bu nedenle yüksek güçlü motorların sargıları tam kalıp yöntemiyle sarılır. Tam kalıp sarım yönteminin ikincil pozitif etkisi güç katsayısının yüksek olmasıdır. Bu da şebekeden çekilen reaktif enerjiyi bir miktar azaltır.

Tam kalıp sarımın sökülmesinde izlenen yöntemle yarım kalıp ya da el tipi sarım yöntemiyle sarılmış statorun sökülmesinde izlenen yöntem aynıdır. Sargıların sökülmesine başlamadan önce motorun etiketinden gerekli bilgiler alınır. Motorla ilgili bir dosya açılarak bu bilgiler kaydedilir.

Motor kapakları ve rotor çıkarıldıktan sonra bobinlerin kenarları arasındaki oluklar sayılır ve adım değeri olarak kaydedilir. Bir olukta iki ayrı bobin kenarının bulunması sarımın tam kalıp yöntemiyle yapıldığını gösterir. C değeri, sargılar incelenerek belirlenemiyorsa adım sayısı faz sayısına bölünerek bulunabilir. Stator sargılarının birbirine eklendiği makaronlar açılarak yapılan ektaki iletken sayısı tespit edilir. İletkenin çapı mikrometre ile ölçülerek kaydedilir.

Bu bilgiler kaydedildikten sonra stator sargılarının sökülmesine başlanabilir. Öncelikle bandaj ipi kesilir. Sargıların üzerini kapatan presbantlar çıkarılır. Statorun bir yüzündeki sargılar kesilerek diğer yüzünden çıkarılır. Sökülen sargılardaki iletkenler sayılarak sipir sayıları bulunur ve kaydedilir. Oluklarda bulunan presbantlar çıkarılır. Presbant ve vernik artıkları temizlenerek stator sarıma hazır hâle getirilir.

9.1. Uygulama

TAM KALIP SARILMIŞ STATOR SARGISININ SÖKÜLMESİ

AMAÇ: Tam kalıp sarılmış stator sargısını sökmek.

Tablo 8.1: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Sac makası		1 adet
Pense	İzoleli elektrikçi pensesi	1 adet
Yan keski	İzoleli elektrikçi yan keski	1 adet
Mikrometre	0-25 mm, 0,01 mm hassasiyetli	1 adet



İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Motorun klemens bilgilerini inceleyerek bilgileri Tablo 9.2'ye kaydediniz.
9. Tablo 9.1'de listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özelliktekileri seçiniz.
10. Stator sargılarına şekil vermek için sarılan bandajları sökünüz.
11. Stator sargılarında bulunan makaronları sökerek bobinin kaç iletkenle sarıldığının tespit ediniz ve mikrometre yardımıyla iletken çapını ölçünüz.
12. Bir bobin grubunda bulunan bobin sayısını tespit ediniz.
13. Bobin grubundaki en küçük bobininin iki kenarı arasında bulunan oluk sayısını tespit ediniz.
14. 11, 12, 13 ve 14. işlem basamaklarında tespit ettiğiniz bilgileri Tablo 9.2'ye kaydediniz.
15. Statorun bir yüzünde bulunan bobin kenarlarını kesiniz.
16. Sargıları statorun diğer yüzünde bulunan bobin kenarlarından çekerek çıkarınız.
17. Olukları presbantlardan ve diğer artıklarından temizleyiniz.
18. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.

Tablo 9.2: Asenkron Motor Bilgileri

Markası	.....	Bobin grubunda bulunan bobin sayısı	.....
Modeli	.....	İki bobin kenarı arasındaki oluk sayısı	.....
Türü	.....	Bobinlerin sarımında kullanılan paralel tel sayısı	.....
Gücü	.....	Telin çapı	.....
Çalışma gerilimi ve bağlantı şekli	.....	Bir oluktaki iletken sayısı	.....
Çalışma frekansı ve devir sayısı	.....		.....



Değerlendirme: Yapacağınız “Tam Kalıp Sarılmış Stator Sargısının Sökülmesi” uygulaması 9.1. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

**9.1. TAM KALIP SARILMIŞ STATOR SARGISININ SÖKÜLMESİ UYGULAMASI
DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ**

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “9.1. Tam Kalıp Sarılmış Stator Sargısının Sökülmesi” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. **1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi**

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri temin etti.					
2	Motor klemensini inceleyerek gerekli bilgileri doğru tespit etti.					
3	Motor sargısını inceleyerek gerekli bilgileri doğru tespit etti.					
4	İş güvenliği kurallarına uyarak çalıştı.					
5	Motorun sargılarını verilen talimatlara uygun olarak söktü.					
6	Sargıların sipir sayısını doğru olarak belirledi.					
7	Statoru temizleyerek sarıma hazır hale getirdi.					
8	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = $[(\text{Ölçek Puanı} \times 100) / \text{Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı}]$

9.2. TAM KALIP STATOR SARIMI

Sargılar sökülüp stator temizlendikten sonra el tipi stator sarımı aşağıdaki işlem basamaklarına göre gerçekleştirilir.

1. Sarım şeması çizilir.
2. Stator oyukları presbantla yalıtılır.
3. Yerleştirilecek bobin gruplarına ve adım sayısına göre sargı kalıbı alınır.
4. Sökme işlemi sırasında belirlenen çap, iletken ve sipir sayısı bilgilerine göre bobin grupları sarılır.
5. Sarım şemasına göre önce birinci katı oluşturan bobinler oluklara yerleştirilir.
6. Birinci katı oluşturan bobinler yerleştirildikten sonra oluklara presbantlar yerleştirilir.
7. Sarım şemasına uygun olarak ikinci katı oluşturan bobinler oluklara yerleştirilir.
8. Sarım şemasına göre bobin grupları arasındaki bağlantılar yapılarak motorun giriş ve çıkış uçları bağlantı klemensine çıkarılır.
9. Stator sargılarına şekil verilerek sargılar bandajlanır.
10. Motorun montajı yapılarak motor test edilir.
11. Stator sargıları verniklenerek sabitlenir.
12. Statordaki fazla vernik tabakaları temizlenerek motorun montajı yapılır.

9.2.1. Tam Kalıp Stator Sarım Şemasının Çizimi

Tam kalıp sarımın çizimi için yapılacak hesaplamalar ile el tipi ve yarım kalıp sarım için yapılan hesaplamalar aynıdır. Oluk sayısı (X), kutup sayısı (2p) ve faz sayısı (m) bilinen bir stator için Yx, C ve α değerleri hesaplanır.

1. Örnek: 12 oluklu statora sahip üç fazlı, 2 kutuplu motorla ilgili aşağıdaki işlemleri yapınız.

- a) Tam kalıp sarımı için gerekli hesaplamaları yapınız.
- b) Statorun eşit adımlı tam kalıp sarım şemasını çiziniz.
- c) Statorun değişik adımlı tam kalıp sarım şemasını çiziniz.

a) Hesaplamaların Yapılması

Verilenlere göre oluk sayısı X=12, kutup sayısı 2p=2 ve faz sayısı m=3'tür. Buna göre aşağıdaki hesaplamalar yapılır.

Gruptaki bobin sayısı,	Adım,	Oluklar arasındaki elektriki açı,
$C = \frac{X}{2p.m}$	$Yx = \frac{X}{2p}$	$a = \frac{360.p}{X}$
$C = \frac{12}{2.3} = \frac{12}{6} = 2$	$Yx = \frac{12}{2} = 6$	$a = \frac{360.1}{12} = \frac{360}{12} = 30^\circ$

b) Eşit Adımlı Sarım Şemasının Çizilmesi

X=12 olduğuna göre her bir stator oluğu için bir daire olmak üzere yan yana 12 tane daire çizilir. Tam kalıp sarımda her olukta iki bobin kenarı olduğu için daireler bir çizgi ile ortadan ikiye bölünür.

Üstteki yarım daire üstteki bobin kenarını, alttaki yarım daire ise alttaki bobin kenarını temsil eder (Görsel 9.1).



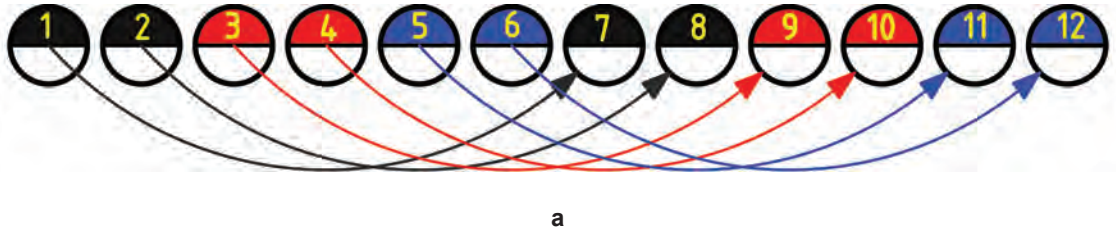
Görsel 9.1: Tam kalıp sarım şemasında stator oluklarının çizimi



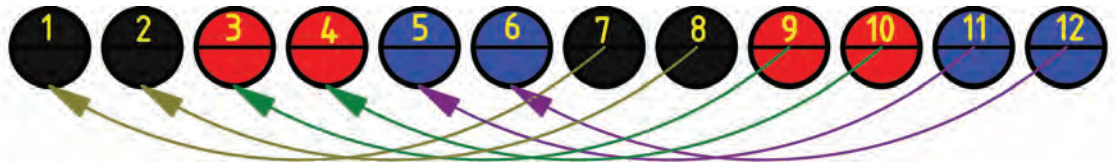
Görsel 9.2: C değerine göre alttaki yarım dairelerin renklendirilmesi

Üstteki yarım daireler C değerine göre renklendirilir. Üstteki bobin kenarlarının karşılığı olan kenarlar altta kalacağı için adım değeri kadar sayılarak bulunan oluğun altındaki yarım daireler aynı renkle boyanır.

1 ve 2 numaralı oluklarda bulunan bobinlerin altta kalan kenarları 7 ve 8, 3 ve 4 numaralı oluklarda bulunan bobinlerin altta kalan kenarları 9 ve 10, 5 ve 6 numaralı oluklarda bulunan bobinlerin altta kalan kenarları 11 ve 12 numaralı oluklardır. Altta kalan kenarları alttaki yarım daire temsil ettiği için alttaki yarım daireler Görsel 9.3 a'da görüldüğü gibi aynı renklerle boyanır.



a



b

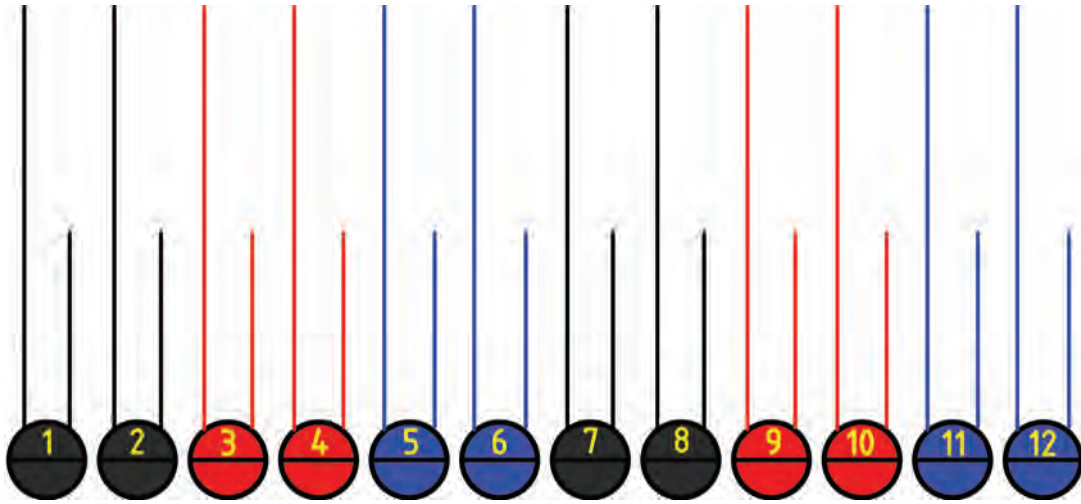


c

Görsel 9.3 a-b-c: Yx değerine göre alttaki yarım dairelerin renklendirilmesi

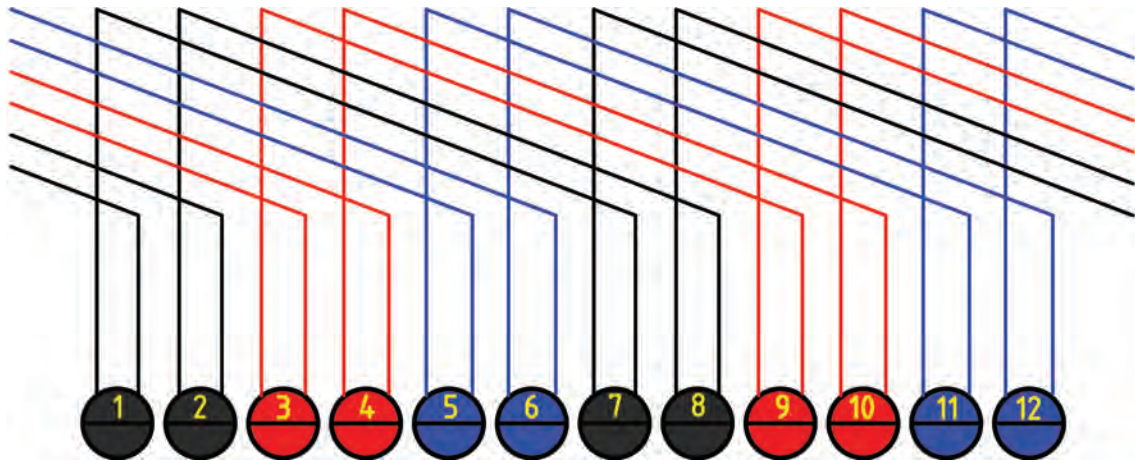
7 ve 8 numaralı oluklarda bulunan bobinlerin altta kalan kenarları 1 ve 2, 9 ve 10 numaralı oluklarda bulunan bobinlerin altta kalan kenarları 3 ve 4, 11 ve 12 numaralı oluklarda bulunan bobinlerin altta kalan kenarları 5 ve 6 numaralı oluklardır. Altta kalan kenarları alttaki yarım daire temsil ettiği için alttaki yarım daireler Görsel 9.3 b'de görüldüğü gibi aynı renklerle boyanır. Olukların renklendirilmesi tamamlandığında Görsel 9.3 c'de görüldüğü gibi tüm oluklar renklendirilmiş olur.

Tam kalıp sarım tekniğinde her olukta iki bobin kenarı olduğundan her bir oluğun üzerine iki tane olukla aynı renkte iki tane çizgi çizilir. Üstte kalan kenarı temsilen üstteki yarım daireyle aynı renkte uzun bir çizgi, altta kalan kenarı temsilen de alttaki yarım daire ile aynı renkte kısa bir çizgi çizilir (Görsel 9.4).



Görsel 9.4: Tam kalıp sarım şemasında oluklarda bulunan bobin kenarlarının çizilmesi

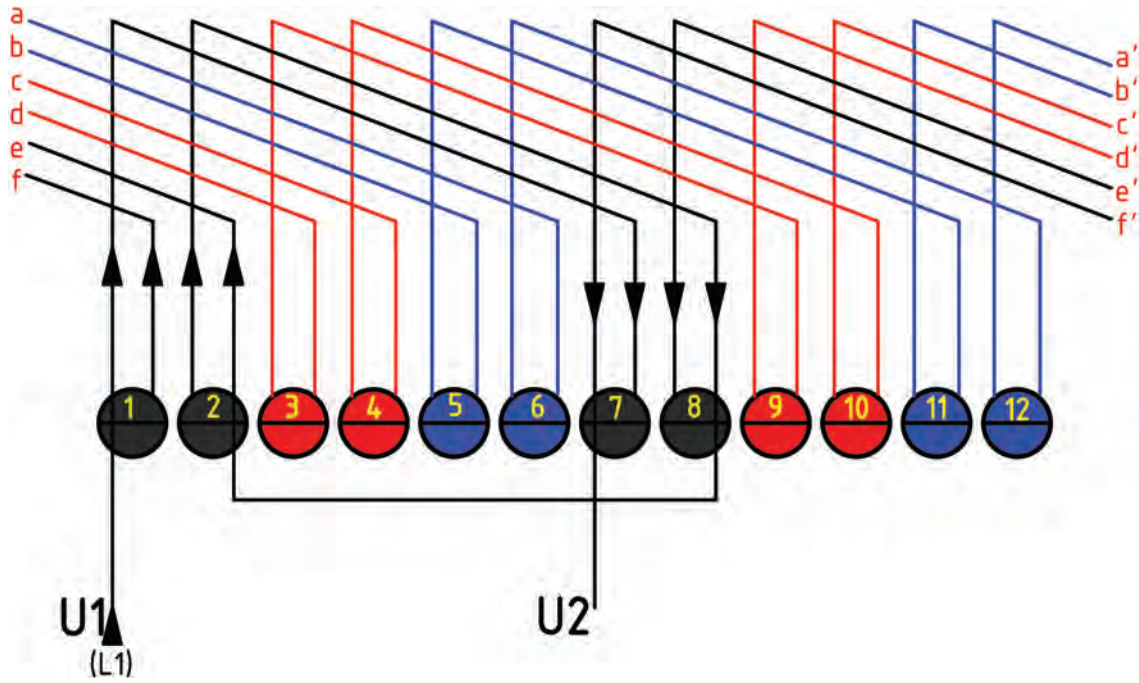
Birinci oluktan başlanarak her uzun çizgi kendisinden adım sayısı kadar ileride olan oluktaki aynı renge sahip kısa çizgiyle birleştirilir (Görsel 9.5).



Görsel 9.5: Tam kalıp sarım şemasında bobinlerin çizimi

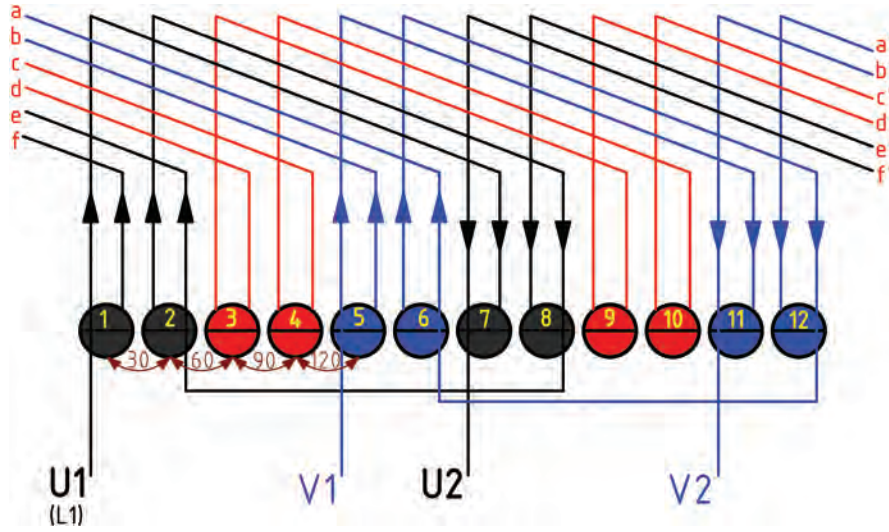
Bobinlerin en sol ve en sağ taraftaki uçlarının birbirleriyle bağlantılı olduğunu göstermek için a,b,c,d,e,f ve a',b',c',d',e',f' adlandırmaları yazılır.

Tam kalıp sarımda aynı faza ait olan bobinlerin girişleri bir önceki sargının girişlerine, çıkışları ise bir önceki sargının çıkışlarına bağlanır. İlk bobin grubunun girişi faz giriş ucu olur. Son bobin grubunun çıkışı ise faz çıkış ucu olur. Görsel 9.6'da görüldüğü üzere 1 ve 2 numaralı olukta üst kenarı bulunan bobinler ilk bobin grubudur. 1 numaralı oluktaki bobinin girişi U1 olarak isimlendirilir. Bobin grubunun çıkışı 8 numaralı oluktaki kısa kenardan yapılır. Bu uç aynı faza ait diğer bobin grubunun çıkışına yani 2 numaralı oluktaki kısa kenara bağlanır. İkinci bobine ait giriş ucu U2 olarak isimlendirilir. Böylece L1 fazına ait bobinlerin alt bağlantıları yapılmış olur. U1 ucundan akım girişi olduğu kabul edilerek U2 ucuna kadar akımın takip ettiği yol işaretlenerek Görsel 9.6'daki şema çizilmiş olur.



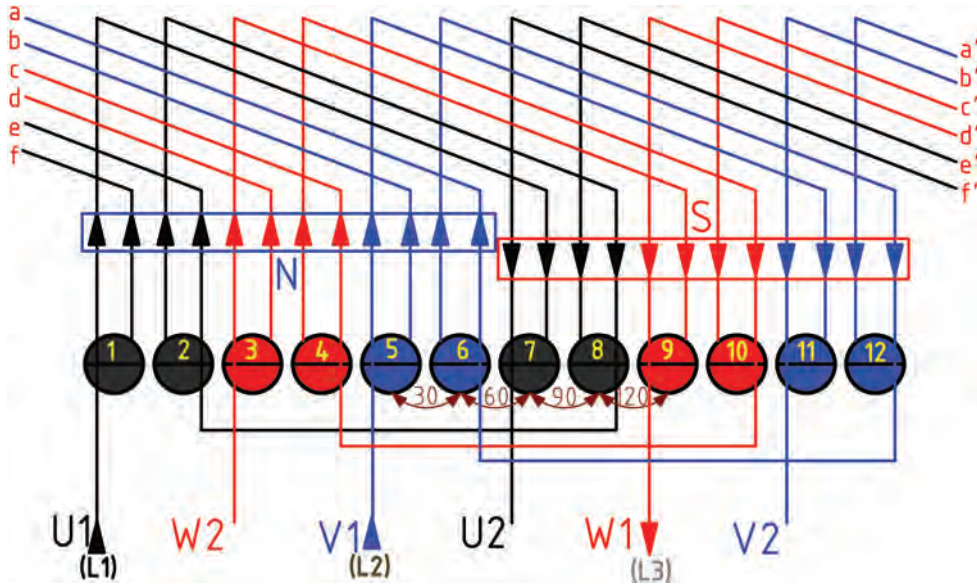
Görsel 9.6: L1 fazına ait bobinlerin alt bağlantılarının çizilmesi

L2 fazına ait sargılar ile L1 fazına ait sargılar arasında 120° elektriksel açı oluşturulmalıdır. Oluklar arasındaki elektriksel açının $\alpha=30^\circ$ olduğu hesaplanmıştı. L1 fazının uygulandığı oluktan başlanarak (1. oluk) 120° 'ye ulaşana kadar otuzar otuzar sayılarak 120° 'ye ulaşılan oluktaki (5. oluk) üstte bulunan sargı bobininden L2 fazı uygulanır. Bu giriş V1 olarak etiketlenir. Tam kalıp sarımda bobinlerin çıkışının bir sonraki bobinin çıkışına bağlanması gerekir. Giriş yapılan bobin grubunun 12 numaralı olukta bulunan çıkışı ile sonraki bobin grubunun 6 numaralı olukta bulunan çıkışı birleştirilir. 2 bobin grubu aynı zamanda L2 fazına ait son bobin olduğundan bu bobin grubunun çıkışı V2 olarak adlandırılır (Görsel 9.7).



Görsel 9.7: L2 fazına ait bobinlerin alt bağlantılarının çizilmesi

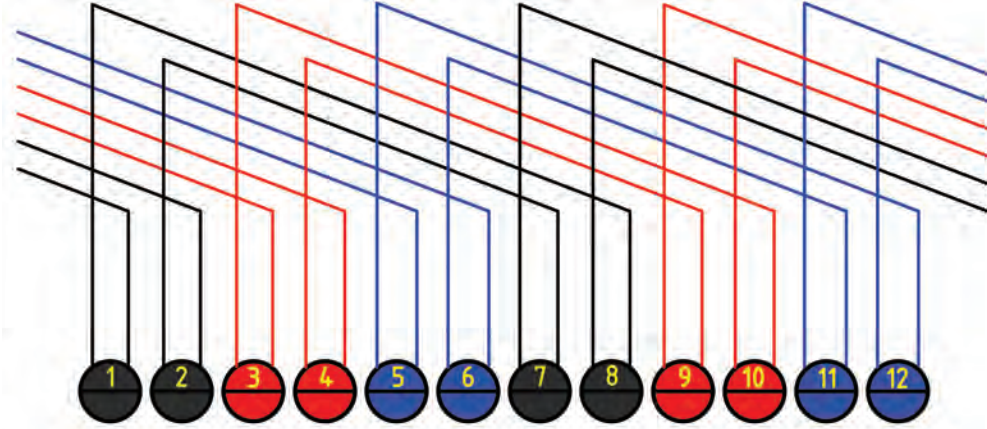
L3 fazının bağlanacağı oluğu tespit etmek için L2 fazının bağlandığı oluktan 120 derece açığa ulaşana kadar α değeri kadar artırılarak oluklar sayılır. L2 fazının uygulandığı 5. oluktan otuzar derecelik artışlarla 120 dereceye 9. olukta ulaşılır. L3 fazı 9. oluktan uygulanır. L3 fazına ait 1. bobin grubunun çıkışı ile 2. bobin grubunun çıkışı birbirine bağlanır (10. ve 4. oluklar arasındaki bağlantı). Sargının 3. oluktan çıkan ucu W2 ucu olarak etiketlenir. L3 fazına ait olan sargıdan geçen akım yönleri işaretlenirken W2 ucu giriş, W1 ucu çıkış olarak kabul edilir. Yukarı yönde oluşan akım yönleri N kutbunu, aşağı yönde oluşan akım yönleri S kutbunu oluşturur. Şema tamamlandığında öngörülen kutup sayısı elde edilmelidir (Görsel 9.8).



Görsel 9.8: Tam kalıp sarım şemasının tamamlanması

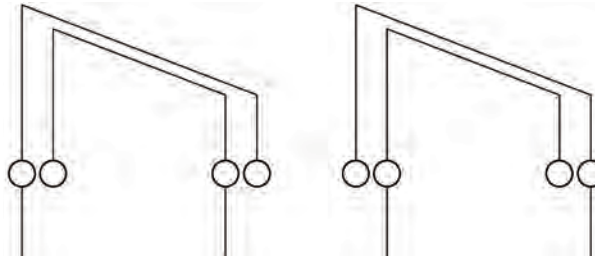
c) Değişik Adımlı Tam Kalıp Sarım Şemasının Çizimi

Tam kalıp değişik adımlı sarım şeması ile eşit adımlı sarım şemasının çiziminde bobin kenarlarının birleştirilmesi aşamasına kadar aynı yol izlenir. Stator olukları çizilerek C değerine ve adım sayısına göre renklendirilir. Bobin kenarları birleştirilirken içteki kenarlar içteki kenarlarla dıştaki kenarlar ise dıştaki kenarlarla birleştirilir (Görsel 9.9).



Görsel 9.9: Değişik adımlı tam kalıp sarım şemasında bobin kenarlarının birleştirilmesi

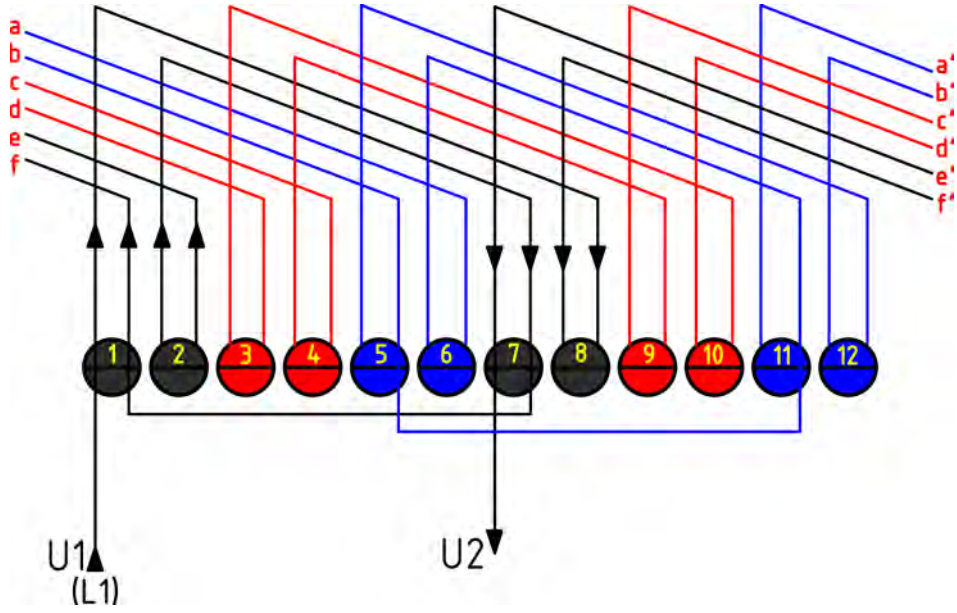
Değişik adımlı sargılarda bobin girişi dıştaki kenardan ya da içteki kenardan yapılabilir. Bobin girişi dıştaki kenardan yapılırsa çıkış içteki kenardan yapılır. Bobin girişi içteki kenardan yapılırsa bobin çıkışı dıştaki kenardan yapılır (Görsel 9.10).



Görsel 9.6: L1 fazına ait bobinlerin alt bağlantılarının çizilmesi

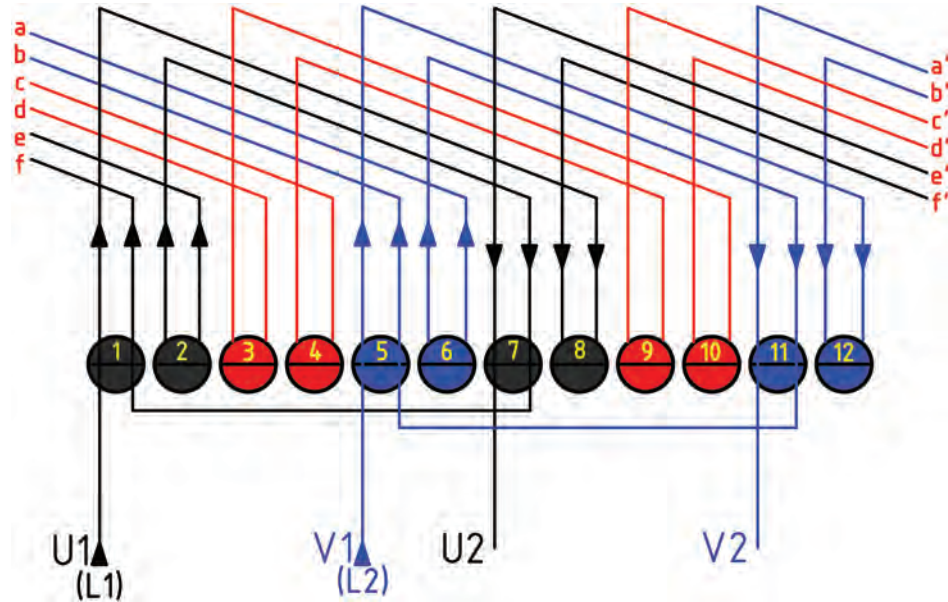
Bobinlerin alt bağlantıları bu durumlardan birine uygun olarak yapılır. Tam kalıp sarım tekniğinde bobinlerin çıkışları sonraki bobinin çıkışına, girişleri ise önceki bobinin girişine bağlanır. Bir faza ait bobinlerden ilk bobinin giriş ucu faz girişi, son bobinin giriş ucu ise faz çıkışı olur.

Birinci oluktan giriş yapıldığı kabul edilirse bu uç L1 fazı için giriş ucu kabul edilir ve U1 olarak isimlendirilir. 7. oluktaki kısa kenar ile 1. oluktaki kısa kenar birbirine bağlanır böylece bobinler çıkış çıkışa bağlanmış olur. Bu durumda 7. oluktaki uzun kenara ait uç birinci faza ait çıkış ucu olur ve U2 olarak isimlendirilir. U1 ucundan U2 ucuna doğru akım yolu takip edilerek işaretlenir (Görsel 9.11).



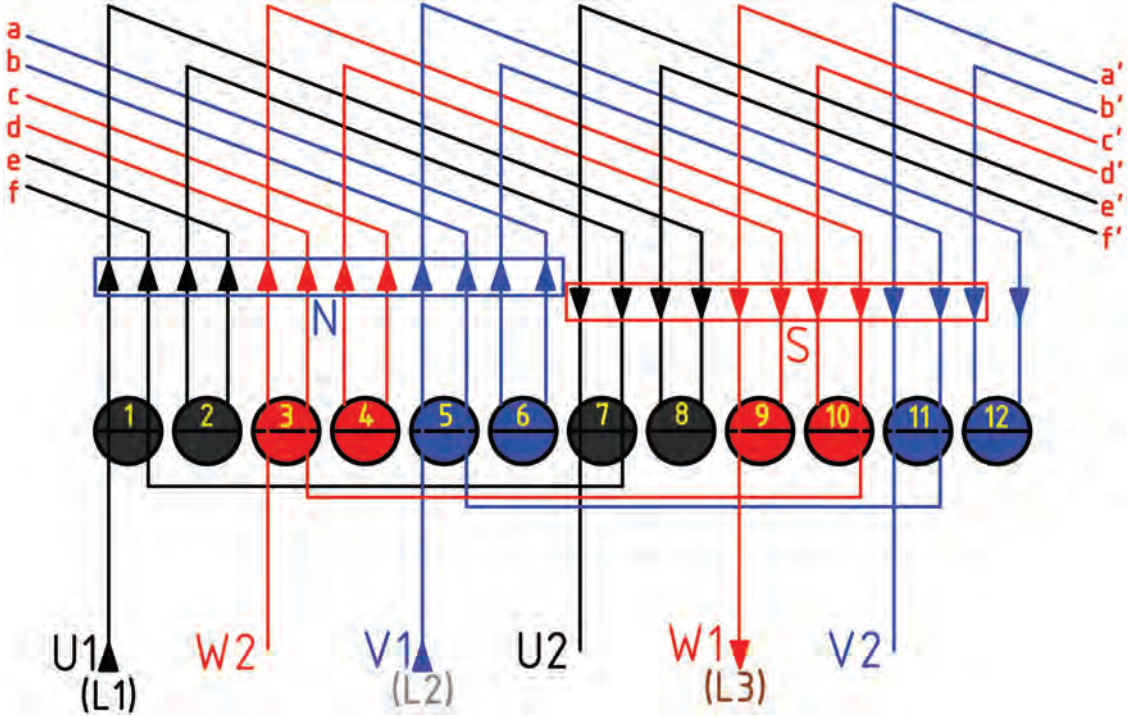
Görsel 9.11: L1 fazına ait bobinlerin alt bağlantılarının yapılması

L2 fazına ait girişin hangi oluktan yapılacağını bulmak için U1 ucunun bulunduğu oluktan başlanarak (1. oluk) 120 dereceye ulaşana kadar α değerinin katları kadar artırılarak sayılır. 120 dereceye ulaşıldığında bulunan oluktaki (5. oluk) uzun kenara ait uç V1 olarak adlandırılır. L2 fazına ait bobin gruplarının alt bağlantılarını yapmak için 11. oluktaki kısa kenar ile 5. oluktaki kısa kenar birleştirilir. 11 numaralı oluktaki uzun kenarlı bobin ucu V2 olarak isimlendirilir (Görsel 9.12).



Görsel 9.12: L2 fazına ait bobinlerin alt bağlantılarının yapılması

L3 fazına ait girişin hangi oluktan yapılacağını bulmak için V1 ucunun bulunduğu oluktan başlanarak (5. oluk) 120 dereceye ulaşana kadar α değerinin katları kadar artırılarak sayılır. 120 dereceye ulaşıldığında bulunan oluktaki (9. oluk) uzun kenara ait uç W1 olarak adlandırılır. L2 fazına ait bobin gruplarının alt bağlantılarını yapmak için 11. oluktaki kısa kenar ile 5. oluktaki kısa kenar birleştirilir. 3 numaralı oluktaki uzun kenara ait bobin ucu W2 olarak işaretlenir. W2 ucu giriş, W1 ucu çıkış olarak kabul edilerek akım yönleri işaretlenir. Akım yönleri tamamen işaretlendiğinde N ve S kutupları oluşmalıdır (Görsel 9.13).



Görsel 9.13: Tam kalıp değişken adımlı stator sargı şemasının tamamlanması

2. Örnek: 24 oluklu statora sahip üç fazlı, 4 kutuplu motorla ilgili aşağıdaki işlemleri yapınız.

- Gerekli hesaplamaları yapınız.
- Statorun eşit adımlı tam kalıp sarım şemasını çiziniz.

a) Hesaplamaların Yapılması

Verilenlere göre oluk sayısı $X=24$, kutup sayısı $2p=4$ ve faz sayısı $m=3$ 'tür. Buna göre aşağıdaki hesaplamalar yapılır.

Gruptaki bobin sayısı,

Adım,

Oluklar arasındaki elektrikli açı,

$$C = \frac{X}{2p \cdot m}$$

$$Y_x = \frac{X}{2p}$$

$$a = \frac{360 \cdot p}{X}$$

$$C = \frac{24}{4.3} = \frac{24}{12} = 2$$

$$Y_x = \frac{24}{4} = 6$$

$$a = \frac{360.2}{24} = \frac{360}{12} = 30^\circ$$

b) Sarım Şemasının Çizilmesi

X=24 olduğuna göre her bir stator oluğu için bir daire olmak üzere yan yana 24 tane daire çizilir (Görsel 9.14).



Görsel 9.14: Tam kalıp sarım şemasında stator oluklarının çizilmesi

Üstteki yarım daireler Görsel 9.15'te görüldüğü gibi C değerine göre renklendirilir.



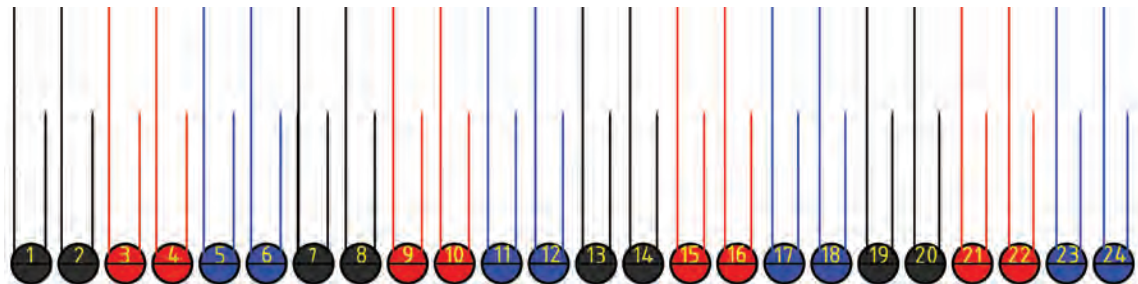
Görsel 9.15: Stator oluklarının C değerine göre renklendirilmesi

Üstteki bobin kenarlarının karşılığı olan kenarlar adım sayısı kadar ileride ve altta kalacağı için adım değeri kadar sayılarak bulunan oluğun altındaki yarım daireler aynı renkle boyanır (Görsel 9.16).



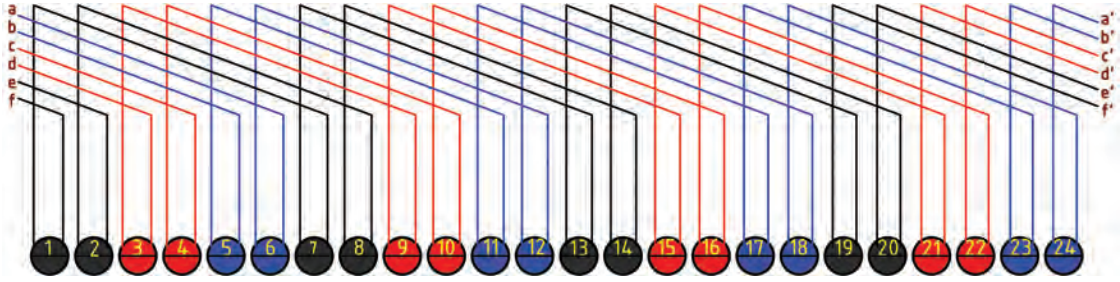
Görsel 9.16: Alttaki yarım dairelerin adım sayısına uygun olarak renklendirilmesi

Stator olukları renklendirildikten sonra bobin kenarlarını temsilen oluklar üzerine çizgiler çizilir. Her bir dairenin üzerine üst yarım daireyle aynı renk uzun çizgi ve alt yarım daireyle aynı renk kısa çizgi çizilir (Görsel 9.17).



Görsel 9.17: Bobin kenarlarının çiziminin yapılması

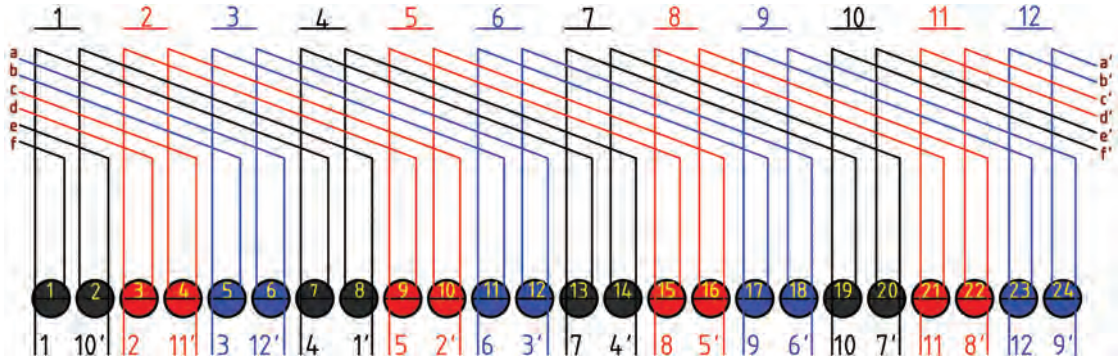
1 numaralı oluktan başlanarak her uzun çizgi, adım sayısı kadar ilerideki olukta bulunan kısa çizgi ile birleştirilerek bobin gruplarının çizimi yapılır (Görsel 9.18).



Görsel 9.18: Bobin gruplarının çizimi

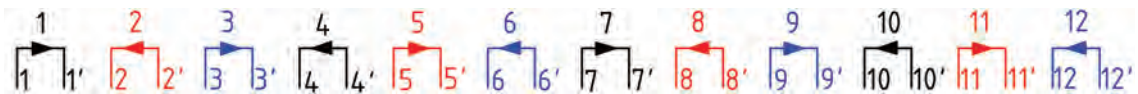
Tam kalıp sarım tekniğinde aynı faza ait bobin gruplarının girişi diğer sargı grubunun girişine, çıkışları ise diğer sargı grubunun çıkışına bağlanır. Bobin sayısı arttıkça alt bağlantıların takip edilmesi zorlaşır ve hata yapılabilir. Hangi bobinlerin birbirine bağlanacağı aşağıdaki işlem basamakları izlenerek bulunabilir.

1. Her bobin grubuna ve giriş çıkış uçlarına numara verilir. Bobin gruplarının uzun kenarlarının üzerine çizgi çekilerek sargı numarası yazılır. Sargı giriş ucuna sargıya verilen numaranın aynısı verilir. Çıkış ucuna ise giriş ucuna verilen numaranın üzerine ' işareti eklenerek etiketlenir. Örneğin şemanın en solundaki ilk bobine 1 numarası verilir. 1 numaralı bobinin giriş ucu 1, çıkış ucu ise 1' olarak etiketlenir (Görsel 9.19).



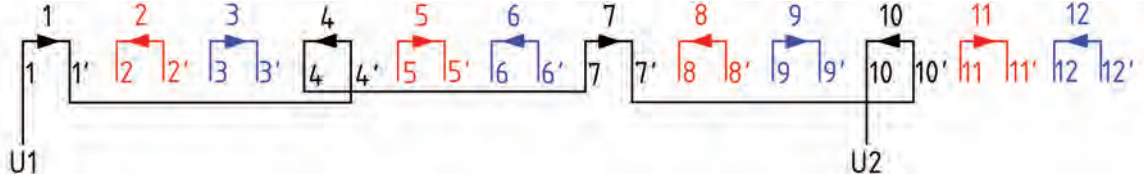
Görsel 9.19: Bobin gruplarının ve uçlarının etiketlenmesi

2. Her bobin grubu birer çizgi ile gösterilir. Çizgilerin üzerine temsil ettikleri sargının numarası ile sargı uçlarının etiketleri yazılır. Çizgilerin üzerine ardışık olarak birbirine zıt yönde oklar çizilir (Görsel 9.20).



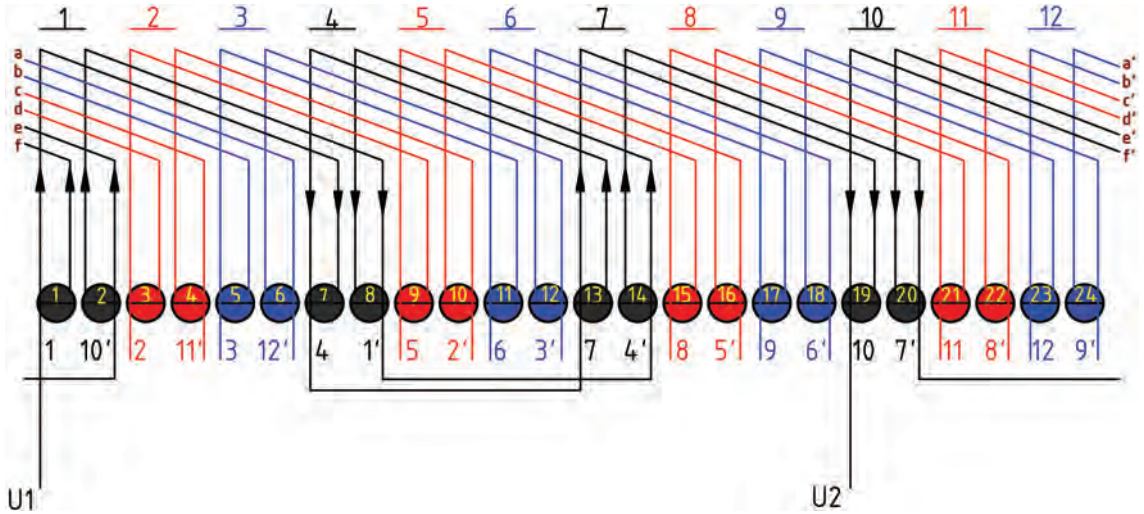
Görsel 9.20: Sargıların ve uçlarının etiketlenmesi

3. 1 numaralı uç U1 olarak isimlendirilir. Çizilen oklar takip edilerek bobin uçları birbirine bağlanır. Çıkış ucu U2 olarak etiketlenir. Bu durumda şemada 1'-4', 4-7, 7'-10' numaralı uçlar birbirine bağlanmalıdır (Görsel 9.21).



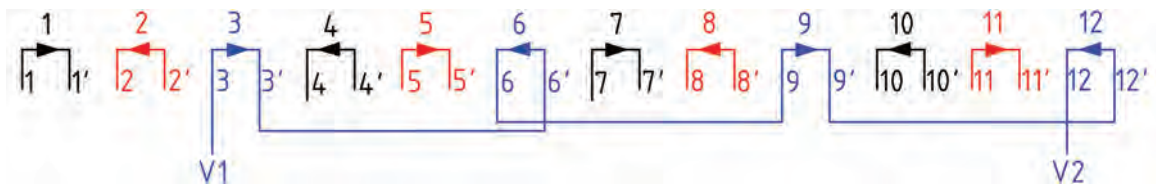
Görsel 9.21: L1 fazına ait sargıların alt bağlantılarının nasıl yapılacağıın belirlenmesi

Birbirlerine bağlanması gereken uçlar belirlendikten sonra sarım şemasında aynı bağlantılar yapılır. U1 ucundan U2 ucuna doğru akım yolları işaretlenir (Görsel 9.22).



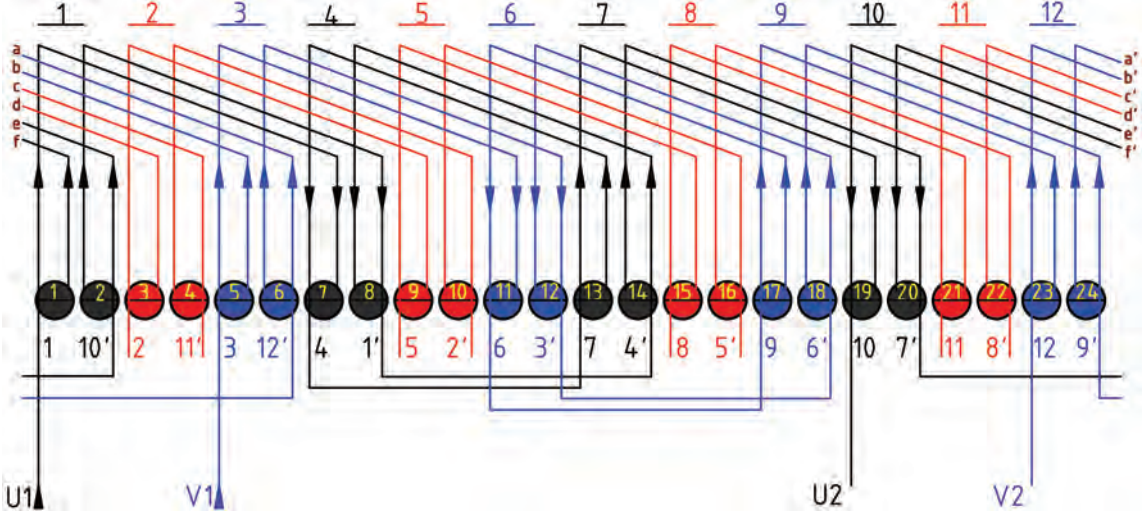
Görsel 9.22: L1 fazına ait sargıların alt bağlantılarının yapılması

L2 fazı girişi için U1 ucunun bağlı olduğu sargıdan itibaren bir renk atlanarak 3 numaralı sargı girişi seçilir ve V1 olarak isimlendirilir. Ok yönleri takip edilerek aynı renkli bobin uçları birbirine bağlanır. Çıkış ucu V2 olarak etiketlenir. Bu durumda şemada 3'-6', 6-9, 9'-12' numaralı uçlar birbirine bağlanmalıdır (Görsel 9.23).



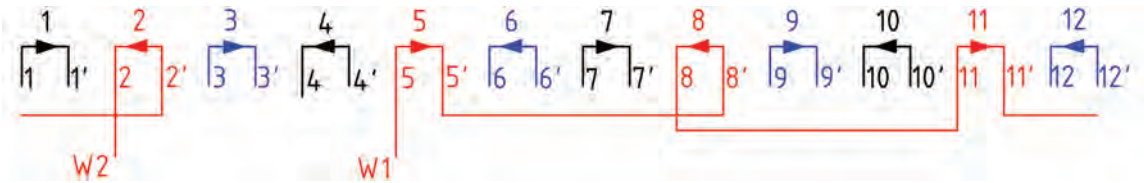
Görsel 9.23: L2 fazına ait sargı alt bağlantılarının tespit edilmesi

Tespit edilen bağlantılara göre şema üzerinde 3'-6', 6-9, 9'-12' sargı uçları birbirine bağlanır. L1 ve L2 fazlarına ait sargılar arasında 120 derece faz farkı olmalıdır. α değeri ile oluklar arasında kalan aralık sayısı çarpılarak 120 derecelik açının oluşup oluşmadığı kontrol edilebilir. V1 ucu giriş V2 ucu çıkış kabul edilerek akım yönleri işaretlenir (Görsel 9.24).



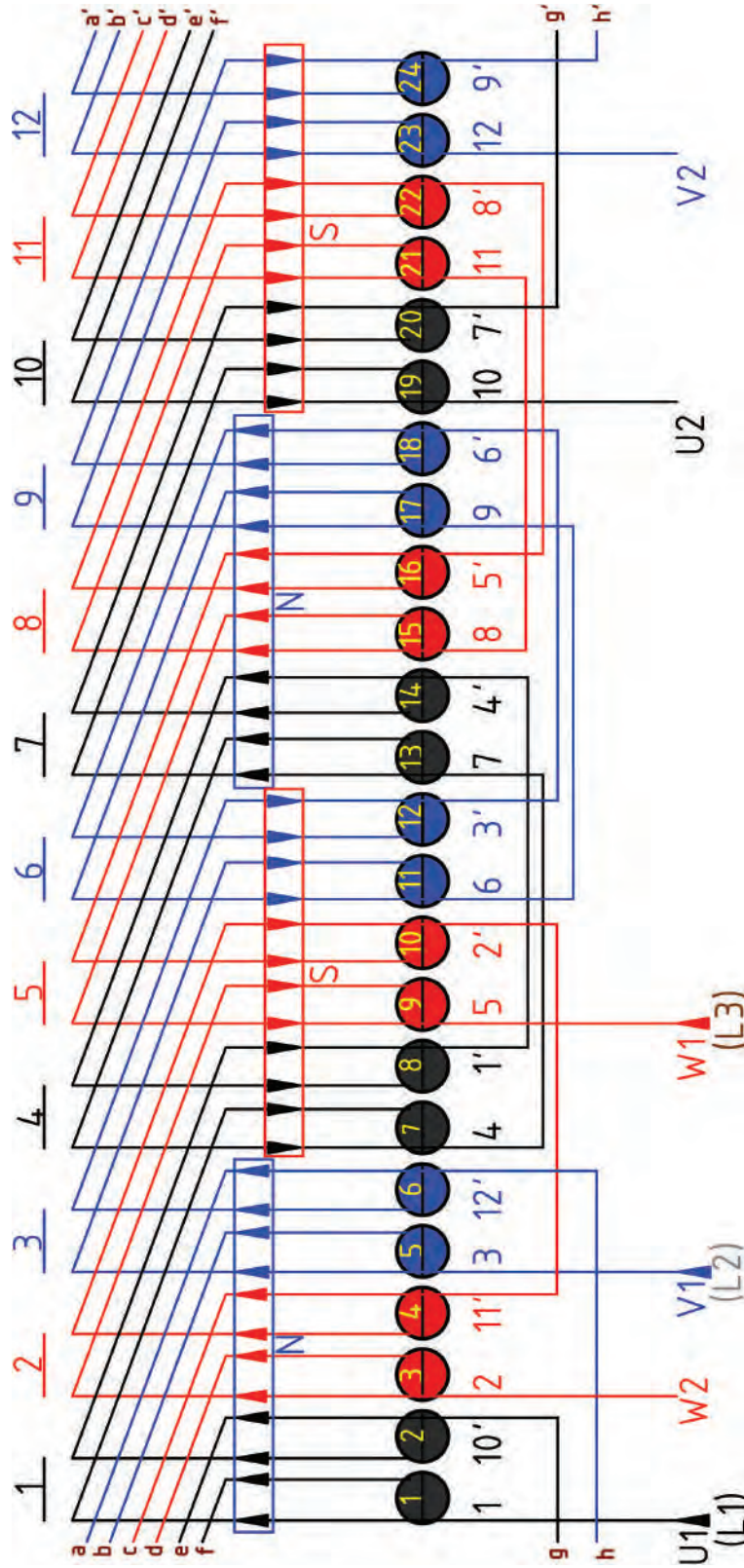
Görsel 9.24: L2 Fazına ait bobin gruplarının alt bağlantılarının yapılması

L3 fazı girişi için V1 ucunun bağlı olduğu sargıdan itibaren bir renk atlanarak 5 numaralı sargı girişi seçilir ve W1 olarak isimlendirilir. Ok yönleri takip edilerek aynı renkli bobin uçları birbirine bağlanır. Çıkış ucu W2 olarak etiketlenir. Bu durumda şemada 5'-8', 8-11, 11'-2' numaralı uçlar birbirine bağlanır (Görsel 9.25).



Görsel 9.25: L3 fazına ait bobin gruplarının alt bağlantılarının yapılması

Birbirine bağlanacak uçlar belirlendikten sonra sarım şemasında da aynı bağlantılar yapılır. W2 ucu L3 fazı için giriş kabul edilerek akım yönleri işaretlenir. Yukarı yönlü ok işaretleri N kutbunu aşağı yönlü ok işaretleri S kutbunu gösterir. Çizim tamamlandığında istenen kutup sayısı elde edilmiş olmalıdır (Görsel 9.26).



Görsel 9.26: Tam kalıp sarım şemasının tamamlanması

9.2. Uygulama

TAM KALIP SARIM ŞEMASININ ÇİZİMİ

AMAÇ: Statorun tam kalıp sarım şemasını çizmek.

Tablo 9.3: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Cetvel ve daire şablonu		1 adet
Çizim kalem	Mavi, kırmızı ve siyah renklerde	3 adet

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
2. Tablo 9.3'te listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikteki olanları seçiniz.
3. Verilen değerlere göre sarım hesaplamalarını yaparak C, α , Y_x değerlerini hesaplayınız.
4. Sarım şemasını çizmeden önce çizim gereçlerinizi temizleyiniz.
5. Görsel 9.27'de verilen görsel üzerine sarım şemasını çizin.
6. Bobin gruplarının birbirleriyle olan bağlantılarını yaptıktan sonra akım yönlerini takip ederek soruda verilen kutup sayısının oluşup oluşmadığını kontrol ediniz.
7. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.

$X=18$, $2p=6$, $m=3$ değerlerine göre gereken hesaplamaları yaparak statorun sarım şemasını çizin.

Sarım Hesaplamaları:

Sarım Şemasının Çizilmesi:



Görsel 9.27: Tam kalıp stator sarım şemasının çizilmesi



Değerlendirme: Yapacağınız “Tam Kalıp Sarım Şemasının Çizimi” uygulaması 9.2. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

9.2. TAM KALIP SARIM ŞEMASININ ÇİZİMİ UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:				
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:				
Tarih:	Süre:				
YÖNERGE: “9.2. Tam Kalıp Sarım Şeması Çizimi” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. 1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi					
Ölçütler	1	2	3	4	5
1 Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri temin etti.					
2 Sarım şemasını çizmek için gerekli hesaplamaları yaptı.					
3 C ve Yx değerlerine uygun olarak bobin gruplarını çizdi.					
4 α değerine uygun olarak bobin grupları arasındaki bağlantıları yaptı.					
5 Akım yollarını izleyerek N ve S kutuplarının oluştuğunu gösterdi.					
6 Giriş ve çıkış uçlarını doğru isimlendirdi.					
7 Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
Sütun Toplamları					
Ölçek Puanı					
DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]					

9.2.2. Tam Kalıp Yöntemi İle Hazırlanan Sargıların Statora Yerleştirilmesi

Statorun tam kalıp sarıma hazırlanması işlemi diğer sarımlarla aynıdır. Stator üzerindeki sargılar sökülüp temizlendikten sonra stator olukları sökülen presbantla aynı ölçü ve kalınlıktaki presbantla yalıtılır (Görsel 9.28). Sarımın eşit adımlı mı ya da değişken adımlı mı sarılacağı belirlenir. Belirlenen sarım tipine göre sarılacak bobinlerin ölçüsü yarım kalıp sarımdaki gibi alınır. Sargılar alınan ölçüye uygun olarak, hazırlanan kalıplar üzerine sökülen teller ile aynı sayıda, aynı çapta, aynı sipir sayısı ile sarılarak hazırlanır.



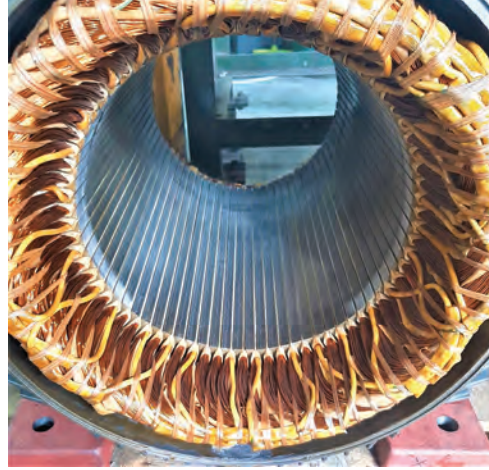
Görsel 9.28: Stator oluklarının presbant ile yalıtılması

Oyuğa birinci kata sargının kenarı yerleştirildikten sonra sargının üzeri presbantla kapatılarak yalıtılır. Daha sonra ikinci katı oluşturan sargı kenarı oluğa yerleştirilir (Görsel 9.29).



Görsel 9.29: Tam kalıp sarım tekniğine göre sargıların statora yerleştirilmesi

Sargıların tamamı statora yerleştirildikten sonra oluklar, sargıların dışarı çıkmasına izin verilmeyecek şekilde presbantla kapatılır. Aynı faza ait bobin grupları şemaya uygun olarak birbirine bağlanır. Bobinler arasında yapılan bağlantılar makaron ile yalıtılır. Farklı fazlara ait sargılar arasına presbant yerleştirilerek yalıtkanlık artırılır. Sargılar şekillendirilir ve tiret adı da verilen bandaj ipleriyle bağlanıp sabitlenir (Görsel 9.30).



Görsel 9.30: Tam kalıp sarımda sargılara şekil verilerek bandaj ipleriyle sabitlenmesi

U1, V1, W1 uçları ile gerekiyorsa U2, V2, W2 uçları klemens kutusuna çıkarılır. Rotor ve kapaklar monte edilerek motor test edilir. Test aşamasından sonra kapaklar ve rotor sökülerek motor sargıları verniklenir. Statorun iç yüzeyi vernikle doldurularak tüm sargının vernikle temas etmesi sağlanır (Görsel 9.31). Vernik tabakası kuruduktan sonra stator iç yüzeyinde fazla vernik tabakaları temizlenir. Rotor, kapaklar, soğutma pervanesi ve koruma kapağı birleştirilerek motor çalışmaya hazır hâle getirilir.



a) Sargı uçlarının klemens kutusuna çıkarılması

b) Stator sargılarının verniklenmesi

Görsel 9.31: Sargı uçlarının klemens kutusuna çıkarılması ve stator sargılarının verniklenmesi

9.3. Uygulama

STATORUN TAM KALIP SARIM TEKNİĞİNE UYGUN OLARAK SARILMASI

AMAÇ: Statorun tam kalıp sarım tekniğine uygun olarak sarımını yapmak.

Tablo 9.4: Malzeme Listesi

Adı	Özellği	Miktar
Asenkron motor	1 Hp gücünde	1 adet
Emaye bobin teli	Uygun kesitte	500 gr
Presbant	0,10 mm kalınlıkta	0,15 m ²
Sargı kalıbı	Eşit kademeli	1 adet
Sargı bandajı	0,5 cm eninde	6 m
Makaron	2,5 mm çapında	50 cm



İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
2. Tablo 9.4'te listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikteki olanları seçiniz.
3. Saracağınız sarıma uygun olan el tipi sarım şemasını çiziniz.
4. Statorun oluklarını kaplayacak biçimde uygun presbant kalıbını çıkarınız.
5. Oluk sayısı kadar presbant keserek bandları her iki kısa kenarından 3 mm katlayınız.
6. Presbantları oyuklara yerleştiriniz.
7. Sargı ölçüsünü adım sayısına uygun olarak alınız.
8. Sargı kalıplarının mesafesini aldığınız ölçüye göre ayarlayınız.
9. Sargıları uygun çaptaki iletkenlerle belirlenen siper sayısı kadar sararak oluşturunuz.
10. Sargıları çizdiğiniz şemaya uygun olarak statora yerleştiriniz.
11. Stator oluklarına sargıların dışarı çıkmasını engellemek için presbant şeritlerini yerleştiriniz.
12. Bobin grupları arasındaki bağlantıları yaparak bobinleri makaronla yalıtınız.
13. Sargı uçlarını klemens tablosuna çıkarınız.
14. Farklı fazlara ait sargıların arasına uygun şekilde kesilmiş presbantlar yerleştiriniz.
15. Sargılara şekil vererek sargıları sargı bandajları ile sabitleyiniz.
16. Rotoru ve kapakları monte ediniz.
17. Motora öğretmeninizin kontrolünde enerji vererek motoru test ediniz.
18. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.



Değerlendirme: Yapacağınız “Statorun Tam Kalıp Tekniğine Uygun Olarak Sarılması” uygulaması 9.3. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

9.3. STATORUN TAM KALIP SARIM TEKNIĞİNE UYGUN OLARAK SARILMASI UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “9.3. Statorun Tam Kalıp Tekniğine Uygun Olarak Sarılması” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. **1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi**

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri temin etti.					
2	Yapılacak sarımın şemasını doğru olarak çizdi.					
3	Presbantları doğru ölçüde oluşturdu.					
4	Presbantları statora doğru olarak yerleştirdi.					
5	Sarım için kullanılacak bobin ölçüsünü doğru aldı.					
6	Sargıları doğru ölçüde ve sayıda oluşturdu.					
7	1. Kat sargılarını statora doğru olarak yerleştirdi.					
8	1. Kat sargılarının üzerini presbantla kapattı					
9	2. kat sargılarını statora doğru olarak yerleştirdi					
10	Sargıların üzerini presbantla uygun şekilde kapattı					
11	Sargılar arasındaki bağlantıları doğru yaptı.					
12	Doğru sargı uçlarını klemens kutusuna çıkardı.					
13	Farklı fazlara ait sargılar arasına presbantları doğru olarak yerleştirdi.					
14	Sargılara şekil vererek tiritleme işlemini doğru olarak yaptı.					
15	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

A) Ağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (....) Yarım kalıp sarım tekniğinde iki ayrı kat oluşur.
2. (....) Tam kalıp sarım tekniğinde bir olukta iki sargı kenarı bulunur.
3. (....) Tam kalıp sarım tekniğinde eşit ya da değişken adımlı bobinler kullanılabilir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadeyi yazınız.

4. Bir olukta birbirlerinden yalıtılmış iki ayrı sargı kenarı olan sarımlara kalıp sarım adı verilir.
5. Bobin grubu sayısı tam kalıp sarımda aynı özelliklere sahip diğer sarımların katıdır.
6. Tam kalıp sarım şemasında alttaki yarım daireler altta kalan kenarlarını gösterir.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

7. I. Her olukta iki adet bobin kenarı bulunur.
II. Sargılar eşit ya da değişken adımlı sarılabilir.
III. Faz sayısı mutlaka üç olmalıdır.

Tam kalıp sarım tekniği ile ilgili yukarıdaki numaralanmış ifadelerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) I ve II
- D) II ve III
- E) I, II ve III

8. I. Kısa çizgi üstte kalan bobin kenarın temsil eder.
II. Her olukta bir kısa bir de uzun çizgi çizilir.
III. Her bir oluk yatay olarak ikiye bölünmüş dairelerle gösterilir.

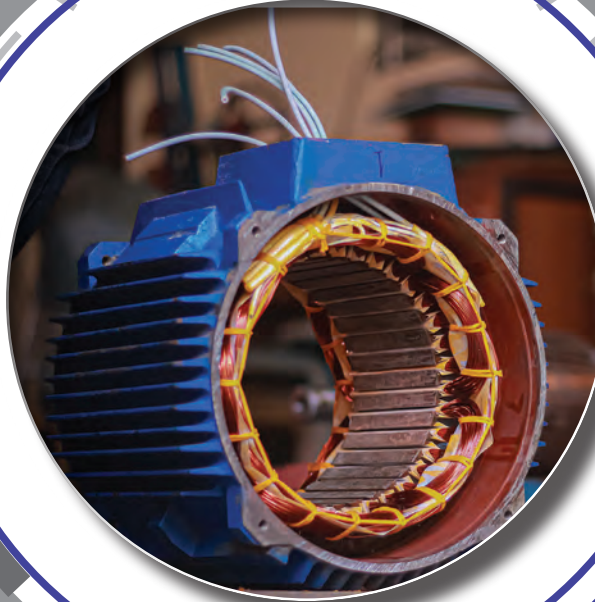
Tam kalıp sarım şemasının çizimi ile ilgili yukarıdaki numaralanmış ifadelerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ve III
- E) II ve III

9. I. Aynı faza ait bobinler giriş-girişe ve çıkış-çıkışa bağlanır.
II. Üç fazlı sistemde U1-V1-W1 uçlarının bağlı olduğu oluklar arasında 120°lik fark oluşur.
III. Akım yönleri çizilirken U1 ve V1 giriş kabul edilirse W1 ucu çıkış kabul edilmelidir.

Tam kalıp sarımla ilgili yukarıdaki numaralanmış ifadelerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) I ve II
- D) II ve III
- E) I, II ve III



10.
Öğrenme
Birimi

ÖZEL SARIMLAR

KONULAR

- 1.1. KISA ADIMLI STATOR SARIMI
- 1.2. KADEMELİ YARIM KALIP STATOR SARIMI
- 1.3. DAHLENDER SARIMI

TEMEL KAVRAMLAR

sargı, dahlender, oyuk

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Motor sarımlarında kullanılan malzemeler hakkında bilgi edininiz. Edindiğiniz bilgiyi arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Farklı sarım şekillerine sahip asenkron motorların özelliklerini araştırınız. Araştırma sonuçlarınızı arkadaşlarınızla paylaşınız.



10.1. KISA ADIMLI STATOR SARIMI

Stator oyuk adımı hesaplaması sonucu normal adıma göre oyuk adımı daha küçük değerde olan sarım yerleştirme şeklidir.

Normal adımli stator oyuk adımı formülü:

$$Y_x = \frac{X}{2P}$$

Kısa adımli stator oyuk adımı formülü:

$$Y_x = \frac{X}{2P} - q$$

Kısa adımli stator sarımlarda daha az iletken kullanılır ve bobinlerin oluklara yerleştirilmesi daha kolaydır. Kısa adımli sarımlar statora yerleştirildiğinde kör oluk meydana gelebilir. Kör oluk, aynı kutup alanı içerisinde kalan sargı gruplarının oluşturduğu manyetik alanın birbirine zıt olma durumudur.

Kısa adımli sargılar, tam ve yarım kalıp sarım uygulamalarında kullanılır. El tipi sarım yerleştirmelerinde kullanılmaz.

1. Örnek:

$X = 24$, $2P = 4$, $m = 3$, $q = 1$ olarak verilen stator değerlerine göre oyuk adımını yarım kalıp sarıma göre bulup sargı çizimlerini yapınız.

Çözüm:

Oyuk adımı:

$$Y_x = \frac{X}{2P} - q = \frac{24}{4} - 1 = 6 - 1 = 5(1 - 6)$$

Renk sayısı:

$$C = \frac{X}{2P.m} = \frac{24}{4.3} = 2$$

Oluk başına düşen açı:

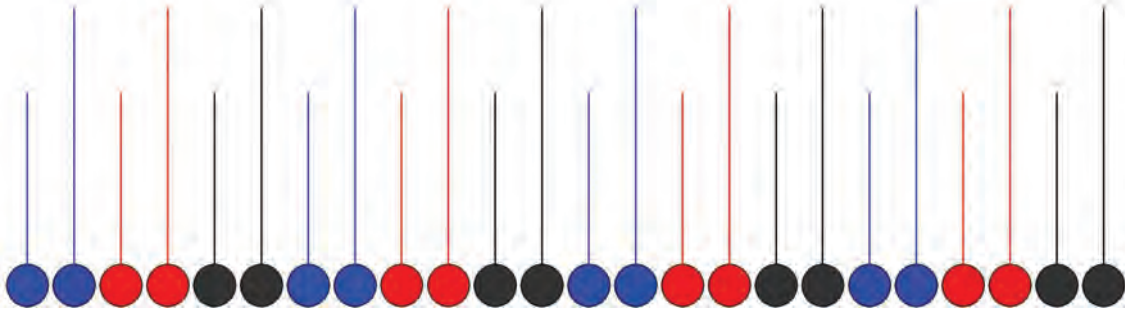
$$\alpha = \frac{360.P}{X} = \frac{360.2}{24} = 30^\circ$$

Çözüm:

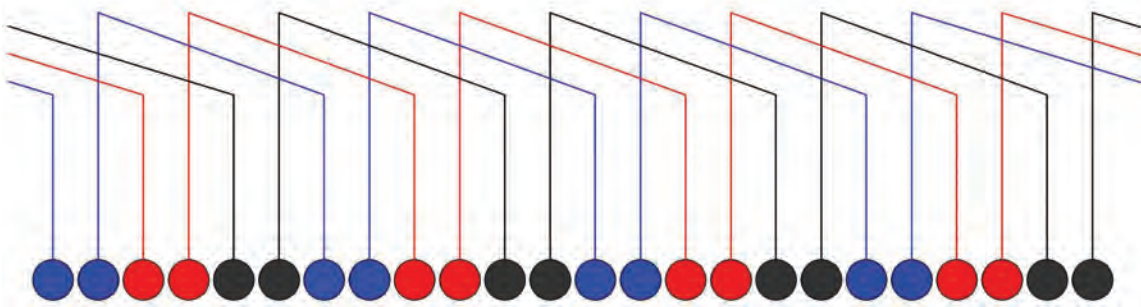
$X = 24$ oluk, her faz için $c = 2$ renk çizilir.



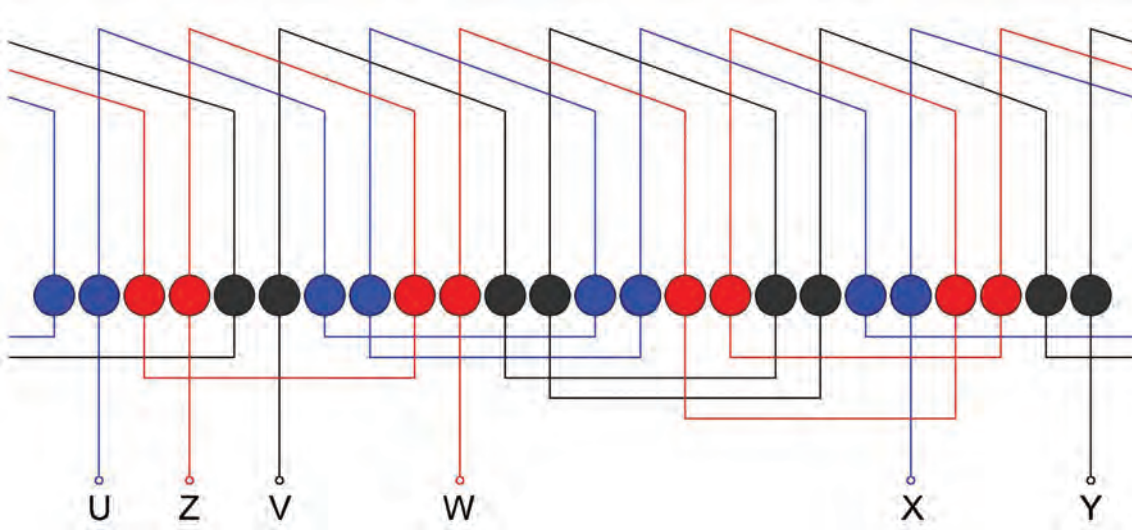
Bobin kenarları bir uzun bir kısa olacak şekilde oyuklara çizilir.



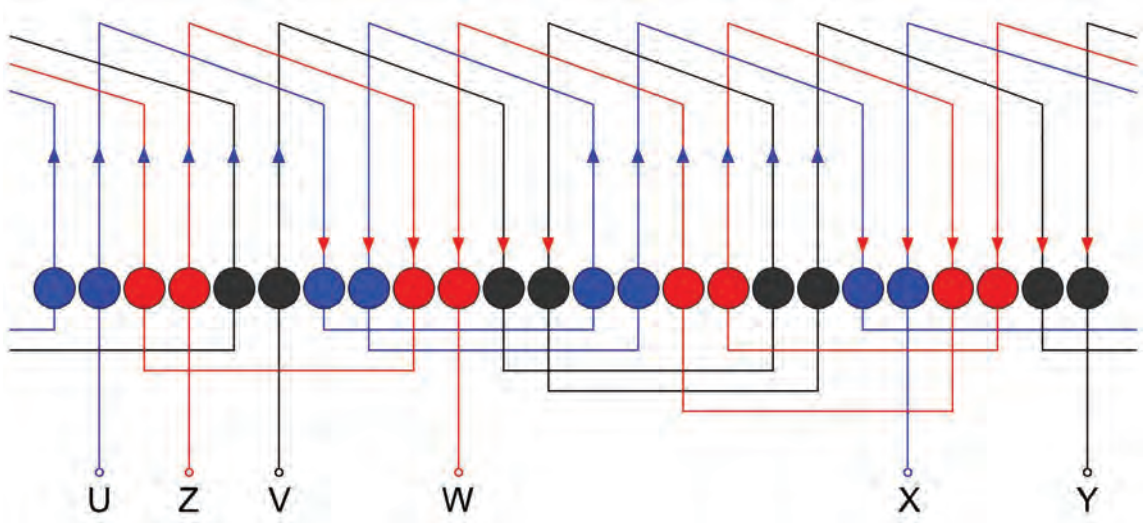
$Y_X = 5(1 - 6)$ olacak şekilde üst kısımlar birleştirilir.



Oluk başına düşen açı ($\alpha = 30^\circ$) dikkate alınarak faz giriş ve çıkış uçları çizilir.



Bobin kutupları gösterilir.



2. Örnek:

$X = 24$, $2P = 4$, $m = 3$, $q = 1$ olarak verilen statorun kısa adımli tam kalıp sarım hesabını yapıp sarım şemasını çiziniz.

Çözüm:

Oyuk adımı:

$$Y_x = \frac{X}{2P} - q = \frac{24}{4} - 1 = 6 - 1 = 5(1 - 6)$$

Renk sayısı:

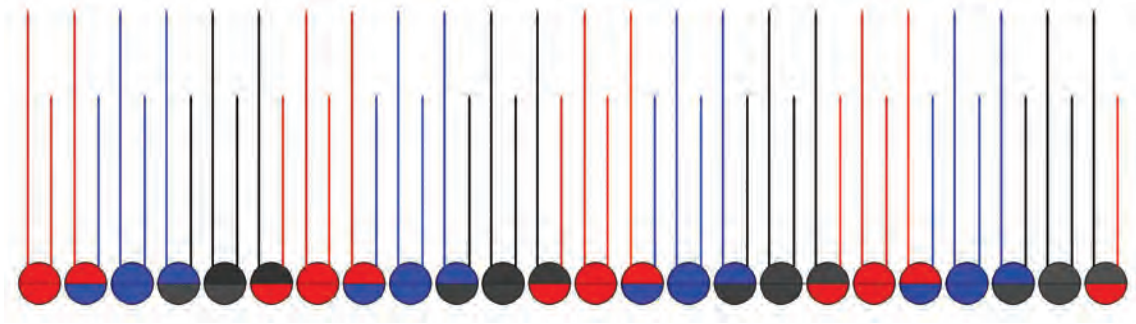
$$C = \frac{X}{2P \cdot m} = \frac{24}{4 \cdot 3} = 2$$

Çözüm:

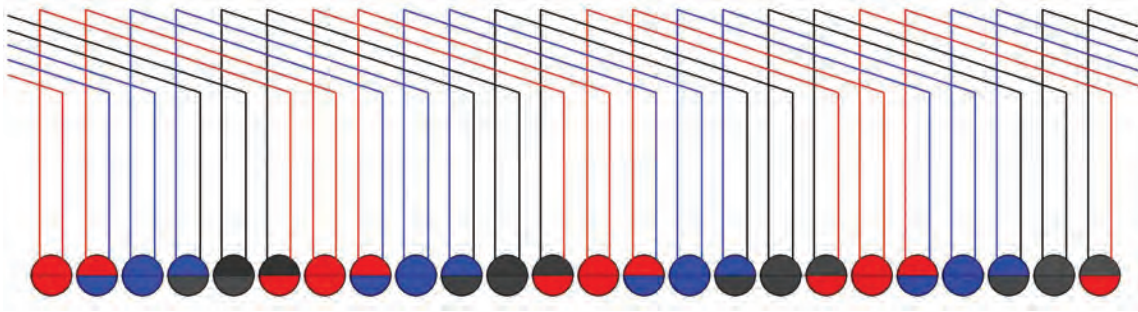
$X = 24$ oluk çizilir. Daireler bir çizgiyle ortadan ikiye bölünür. Her faz için $c = 2$ renk çizilir.



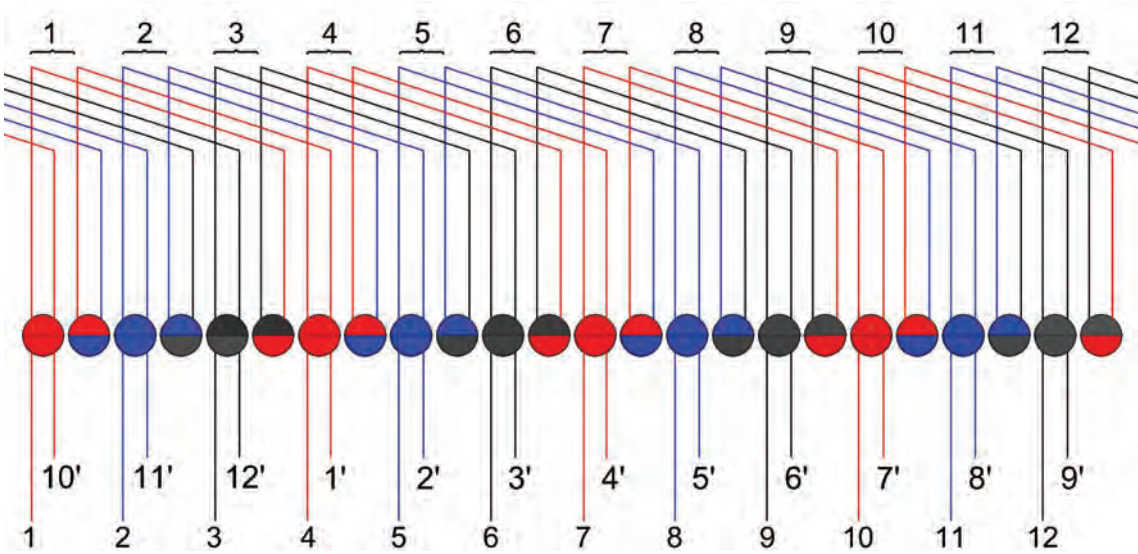
Her oluk için bir uzun bir kısa kenar olacak şekilde çizgi çizilir.



$Y_X = 5(1 - 6)$ olacak şekilde üst kısımlar birleştirilir.



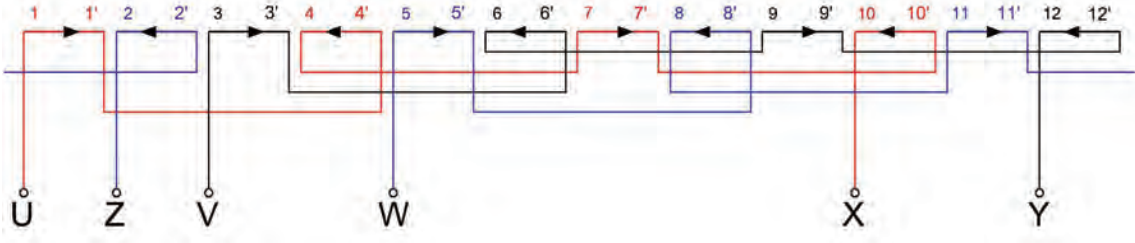
Bobin giriş ve çıkış uçlarına numaralar verilir.



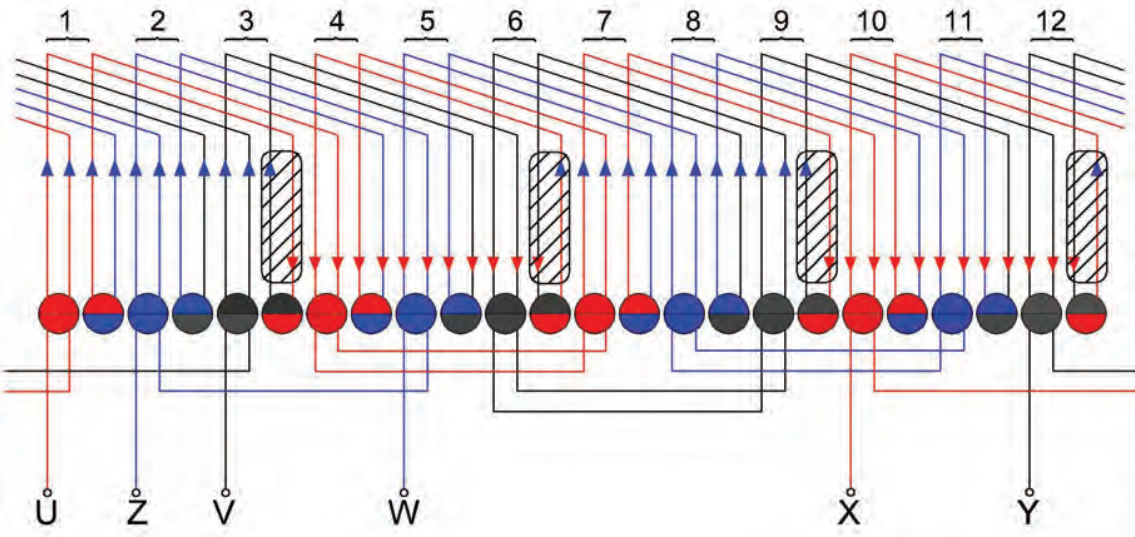
Bobin grupları çizilir.



Akım yönlerine göre bobinler birleştirilir. Faz giriş ve çıkış uçları çizilir.



Giriş ve çıkış fazları oluklar üzerine çizilir. Kutuplar çizilir ve oluşan kör noktalar gösterilir.



10.2. KADEMELİ YARIM KALIP STATOR SARIMI

Kademeli yarım kalıp sarımlar iç içe sargılardan oluştuğu için bobin kalıpları kademeli olarak seçilir. Sarım çapları ve oyuk adımları farklıdır. Kademeli yarım stator sarımında oyuk adımı farklı olduğundan dikkate alınmaz.

Örnek-1:

$X = 24$, $2P = 4$, $m = 3$ olarak verilen stator değerlerine göre kademeli yarım kalıp sarım sargı çizimlerini yapınız.

Çözüm:**Oyuk adımı:**

$$Y_x = \frac{X}{2P} = \frac{24}{4} = 6(1 - 7)$$

Renk sayısı:

$$C = \frac{X}{2P.m} = \frac{24}{4.3} = 2$$

Oluk başına düşen açı:

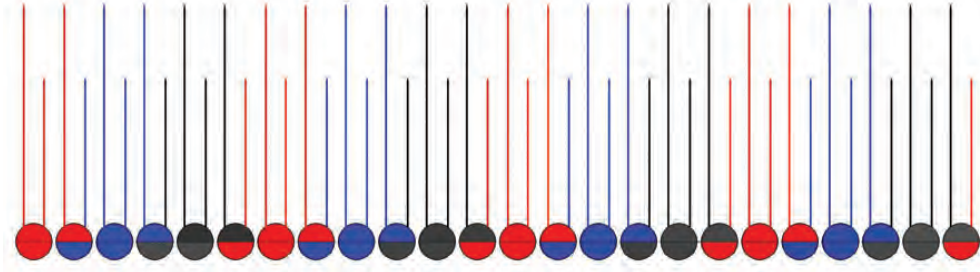
$$\alpha = \frac{360.P}{X} = \frac{360.2}{24} = 30^\circ$$

Çözüm:

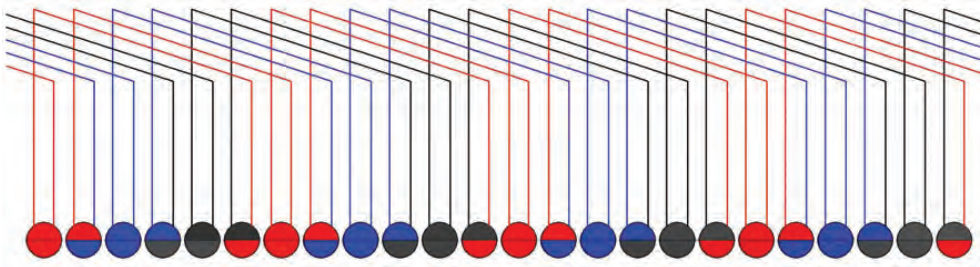
$X = 24$ oluk, her faz için $c = 2$ renk çizilir.



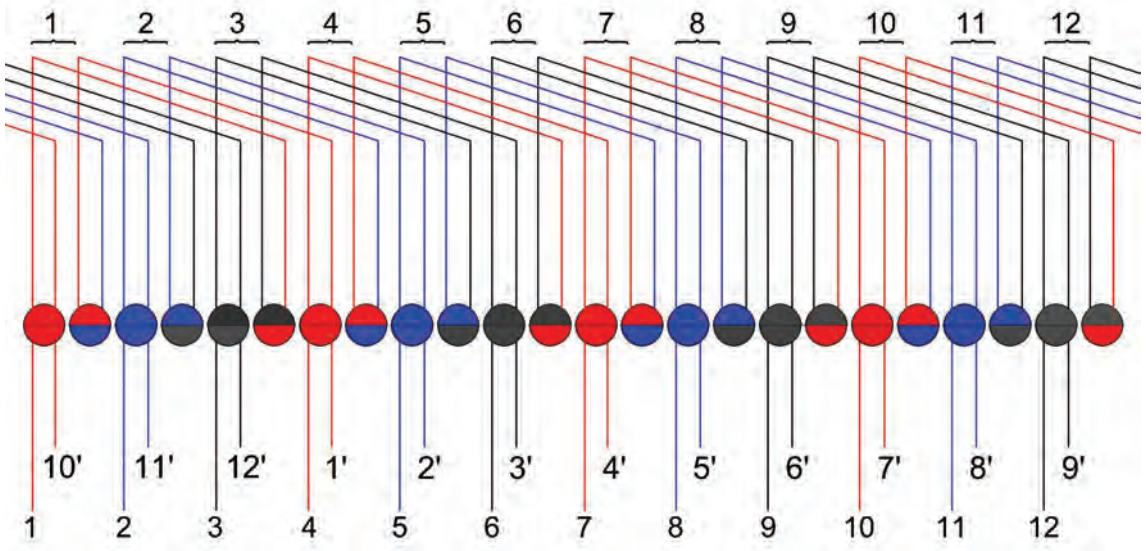
Bobin kenarları kademeli iki uzun ve kademeli iki kısa olacak şekilde oyuklara çizilir.



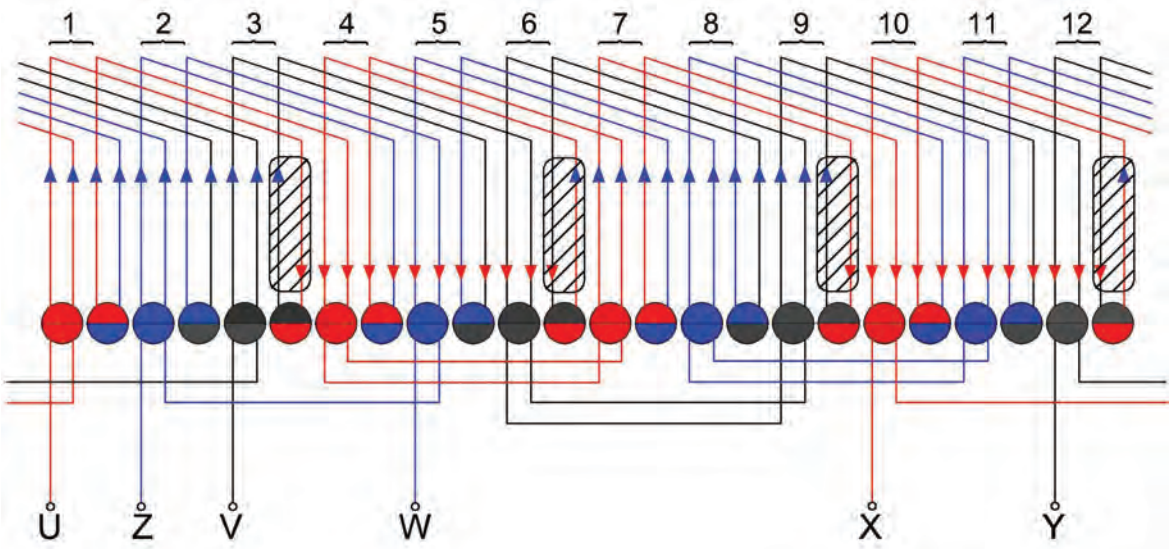
Uzun ve kısa sargı kenarları birbirine en yakın olandan başlayarak kademeli bir şekilde üst-ten çizilir.



Oluk başına düşen açi ($\alpha = 30^\circ$) dikkate alınarak faz giriş ve çıkış uçları çizilir.



Bobin kutupları gösterilir.



10.3. DAHLENDER SARIMI

Alternatif akım motorunun devir sayısı ayarı şebeke frekansını ya da motor kutup sayısını değiştirerek yapılır. Motor devir sayısı frekansla doğru, kutuplarla ters orantılı olarak değişir. Aşağıda verilen formülle asenkron motorun devir sayısı hesabı yapılır.

$$n_s = \frac{120.f}{2P}$$

Dahlender sarımı, alternatif akım motorlarının devir sayısı ayarını değiştirmek için yapılan sarım şeklidir. Bunun için uygulanan birinci yöntem motorun düşük ve yüksek hızda çalışmasını sağlayacak iki sargı kullanmaktır. Bu yöntemle 2, 3 veya 4 devire kadar ulaşılır. Düşük ve yüksek hız sargıları arasında elektriksel bir bağlantı yoktur. İkinci yöntem ise motor stator sargılarını bir sargı yapmaktır. Bu yöntem maliyeti ve kullanışlılık durumu açısından en çok tercih edilen yöntemdir. Burada stator düşük devir kutup sayısına göre sarılmaktadır. Faz bobinleri düşük devirde seri-üçgen, yüksek devirde paralel-yıldız bağlanır.

1. Örnek:

X = 24, 2P = 2/4, m = 3 olarak verilen statorun el tipi sarıma göre dahlender sarım çizimlerini yapınız.

Çözüm: Hesaplama düşük devire göre (2P = 4) yapılır.

Oyuk adımı:

$$Y_x = \frac{X}{2P} = \frac{24}{4} = 6(1 - 7)$$

Renk sayısı:

$$C = \frac{X}{2P.m} = \frac{24}{4.3} = 2$$

Oluk başına düşen açı:

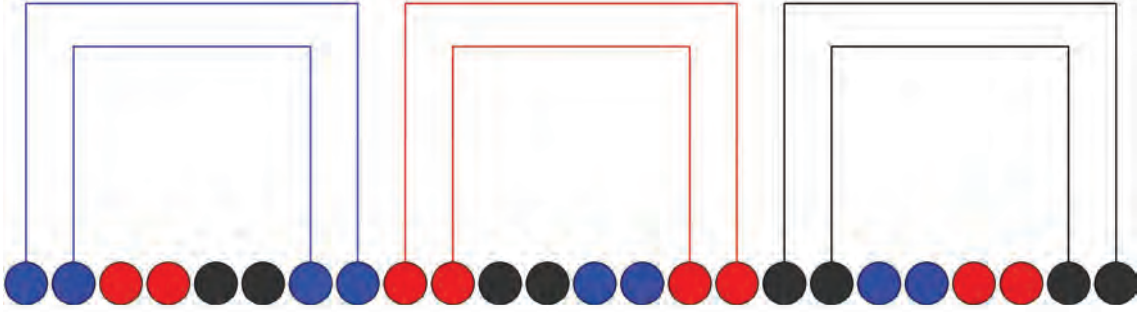
$$\alpha = \frac{360.P}{X} = \frac{360.2}{24} = 30^\circ$$

Çözüm:

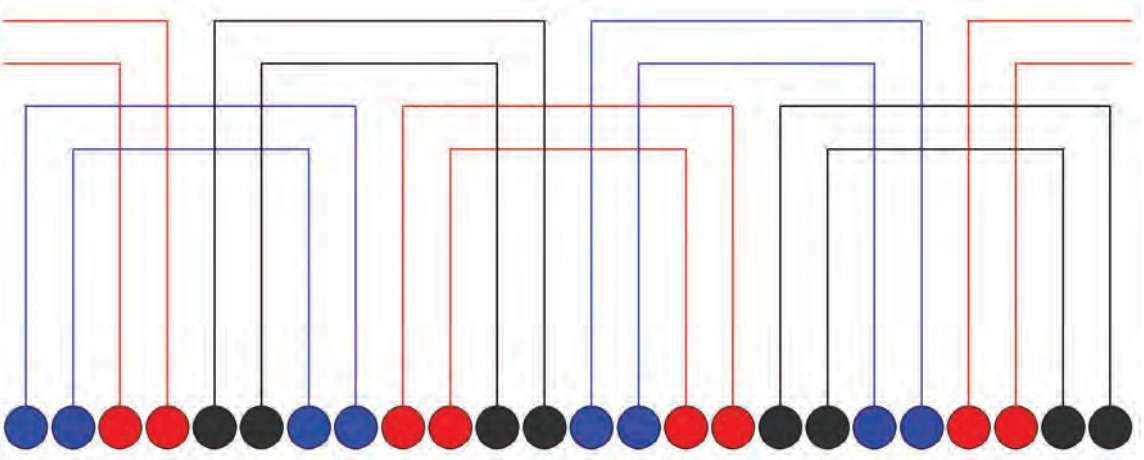
X = 24 oluk, her faz için c = 2 renk çizilir.



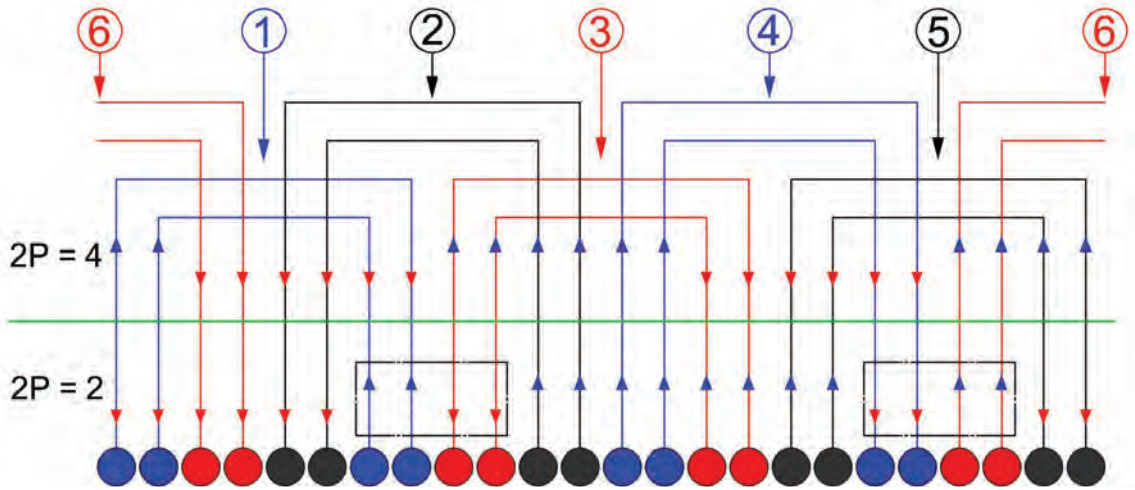
Her faz için ilk bobinler çizilir.



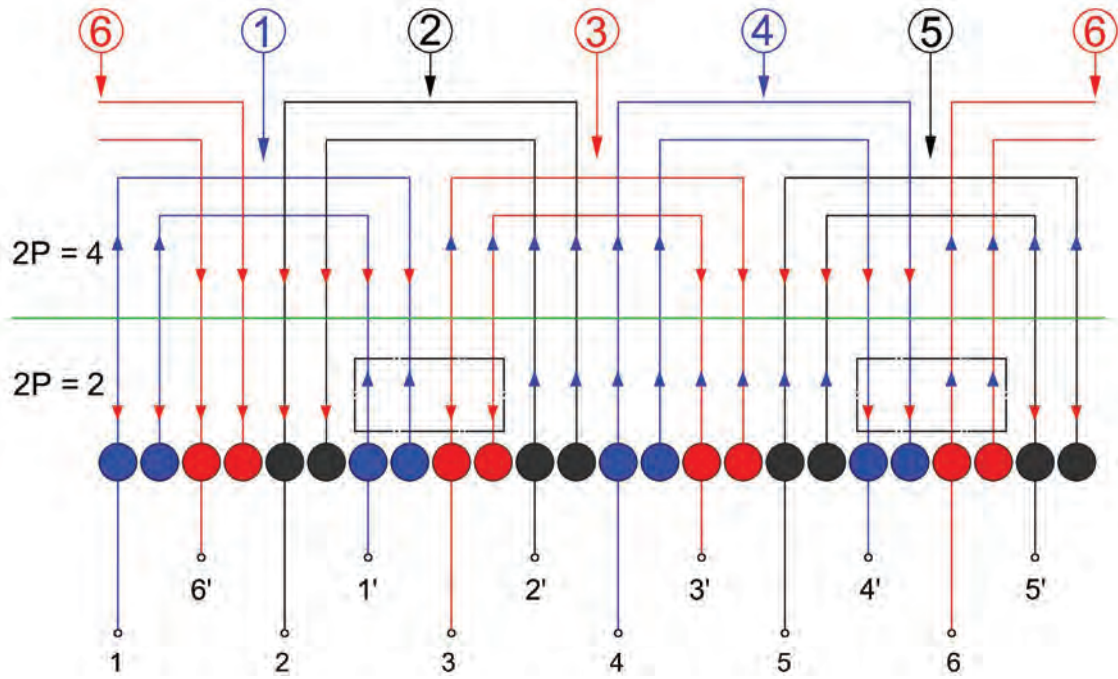
İkinci bobinler çizilir.



Bobinlere numara verilir, kutup sayıları belirtilir ve kutuplar gösterilir.

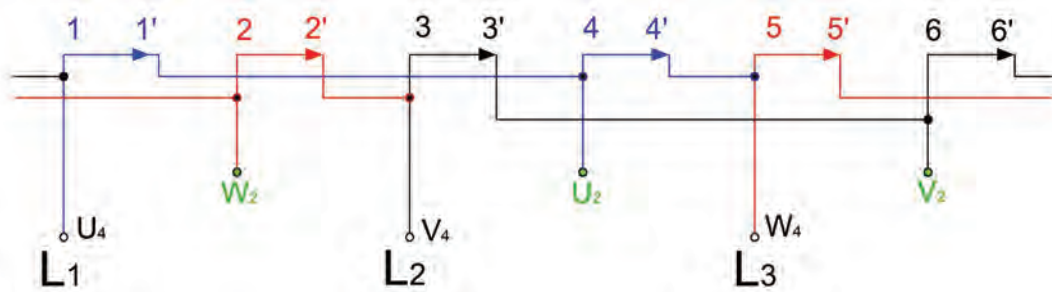


Faz giriş ve çıkış uçları numaralandırılır.

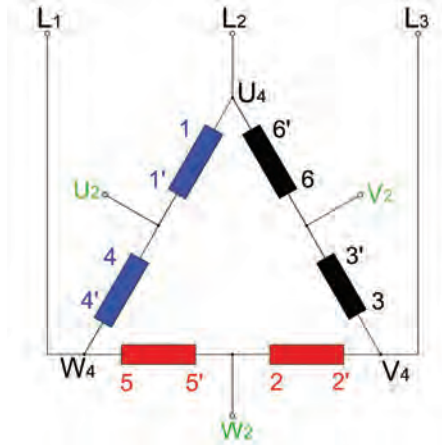


Sargı renkleri ve sıralaması dikkate alınarak bobin giriş ve çıkış uçları numaralandırıldıktan sonra sırayla şu işlemler yapılır:

- 4 kutuplu el tipi sargıda olduğu gibi bobin grupları çıkış girişe olacak şekilde bağlanır.
- Bobin faz grubunun çıkış ucu kendinden sonra gelen ilk bobin grubuna bağlanır.
- Faz giriş uçları yazılır.

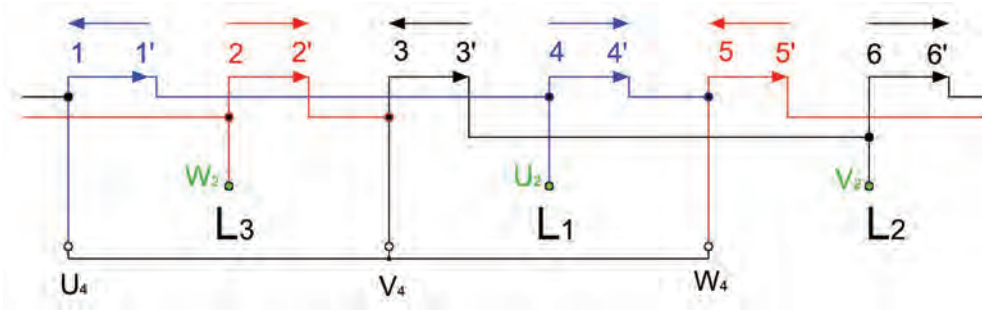


Bobin grupları seri-üçgen şekilde bağlanır ve U_2 , V_2 , W_2 uçları 2 kutuplu bağlantı için boşta olacak şekilde 4 kutuplu stator bağlantı tamamlanır.

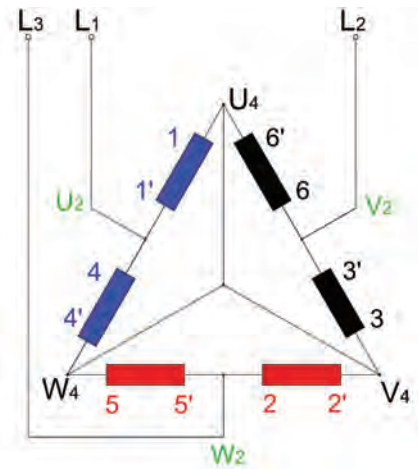


İki kutuplu bağlantı için sırayla şu işlemler yapılır:

- Daha önce 4 kutuplu bağlantıda boşta bırakılan U_2 , V_2 , W_2 uçlarına L_1 , L_2 , L_3 fazları bağlanır.
- U_4 , V_4 , W_4 uçları kısa devre edilir.



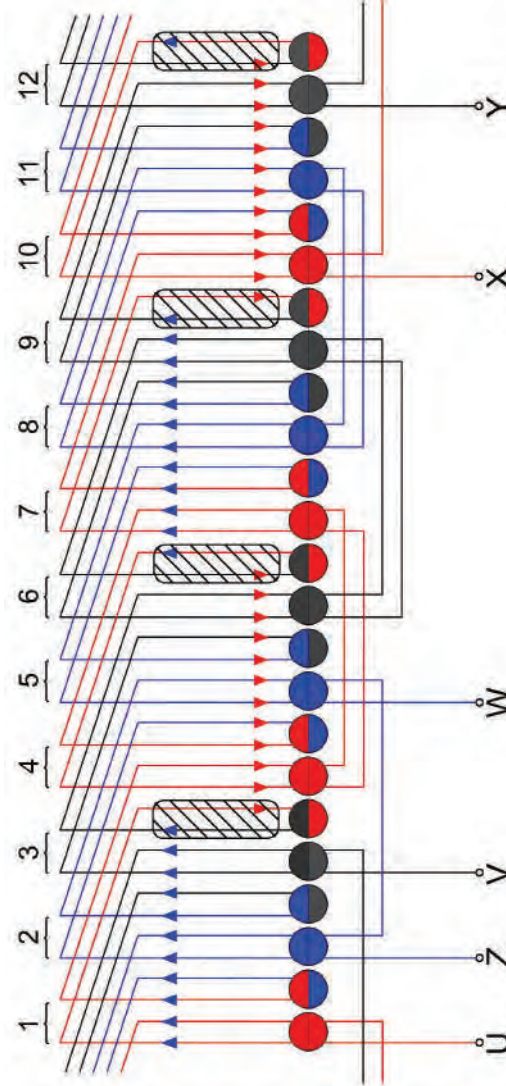
Bobin grupları paralel-yıldız şekilde bağlanır.



10.1. Uygulama

KISA ADIMLI STATOR SARIMI

AMAÇ: $X = 24$, $2P = 4$, $m = 3$, $q = 1$ olarak değerleri verilen kısa adımli yarım kalıp stator sarım çiziminin uygulamasını yapmak.



Görsel 10.1: Kısa adımli stator sarımı

Tablo 10.1: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Stator	24 oyuklu	1 adet
Presbant	Polyester	1 metre
Makaron	4,8 mm	1 metre
Ölçü aleti	Avometre	1 adet
El aletleri	Pens, tornavida	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Tablo 10.1'de listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
9. Her faz için bobin sarımlarını yapınız.
10. Stator oyuklarının ölçülerine göre presbandı kesip katlayınız.
11. Birinci faz bobinlerini yerleştiriniz ve bobinlerin bağlantılarını yapınız.
12. Birinci faz bobin giriş ve çıkış iletken telleri üzerine isimlerini yazınız.
13. İkinci faz bobinlerini yerleştiriniz ve bobinlerin bağlantılarını yapınız.
14. İkinci faz bobin giriş ve çıkış iletken telleri üzerine isimlerini yazınız.
15. Üçüncü faz bobinlerini yerleştiriniz ve bobinlerin bağlantılarını yapınız.
16. Üçüncü faz bobin giriş ve çıkış iletken telleri üzerine isimlerini yazınız.
17. Faz çıkış uçlarını yıldız bağlantı yapınız.
18. Öğretmen gözetiminde cihaza enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
19. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.

Notlar

Notlar

!

○

○

○

○

○

○

○

○

○



Değerlendirme: Yapacağınız “Kısa Adımlı Stator Sarımı” uygulaması 10.1. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

10.1. KISA ADIMLI STATOR SARIMI UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “10.1. Kısa Adımlı Stator Sarımı” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. **1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi**

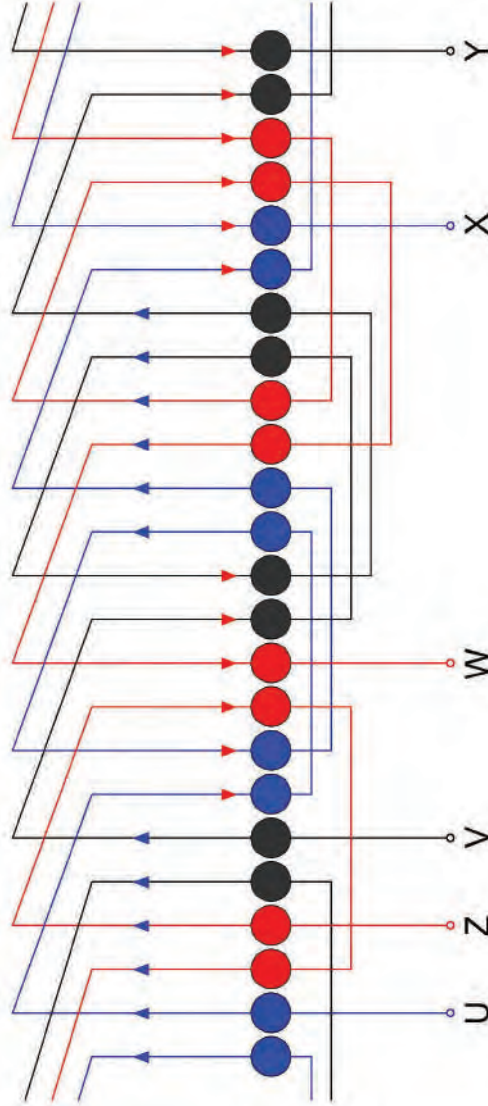
Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Bobin sarımlarını yaptı.					
6	Presbant yerleştirmesini yaptı.					
7	Bobin sarımlarının tamamını statora doğru yerleştirdi.					
8	Bobin bağlantılarını yaptı.					
9	Enerji verme prosedürünü uyguladı.					
10	Enerji vererek stator çalışmasını test etti.					
11	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
12	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
13	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

10.2. Uygulama

KADEMELİ YARIM KALIP SARIM

AMAÇ: $X = 24$, $2P = 4$, $m = 3$ olarak verilen stator değerlerine göre kademeli yarım kalıp sarım sarım uygulamasını yapmak.



Görsel 10.2: Kademeli yarım kalıp sarım

Tablo 10.2: Malzeme Listesi

Adı	Özellği	Miktar
Stator	24 oyuklu	1 adet
Presbant	Polyester	1 metre
Makaron	4,8 mm	1 metre
Ölçü aleti	Avometre	1 adet
El aletleri	Pens, tornavida	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Tablo 10.2'de listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
9. Her faz için bobin sarımlarını yapınız.
10. Stator oyuklarının ölçülerine göre presbandı kesip katlayınız.
11. Birinci faz bobinlerini yerleştiriniz ve bobinlerin bağlantılarını yapınız.
12. Birinci faz bobin giriş ve çıkış iletken telleri üzerine isimlerini yazınız.
13. İkinci faz bobinlerini yerleştiriniz ve bobinlerin bağlantılarını yapınız.
14. İkinci faz bobin giriş ve çıkış iletken telleri üzerine isimlerini yazınız.
15. Üçüncü faz bobinlerini yerleştiriniz ve bobinlerin bağlantılarını yapınız.
16. Üçüncü faz bobin giriş ve çıkış iletken telleri üzerine isimlerini yazınız.
17. Faz çıkış uçlarını yıldız bağlantı yapınız.
18. Öğretmen gözetiminde cihaza enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
19. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.

Notlar



Değerlendirme: Yapacağınız “Kademeli Yarım Kalıp Sarım” uygulaması 10.2. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

10.2. KADEMELİ YARIM KALIP SARIM UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “10.2. Kademeli Yarım Kalıp Sarım” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. **1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi**

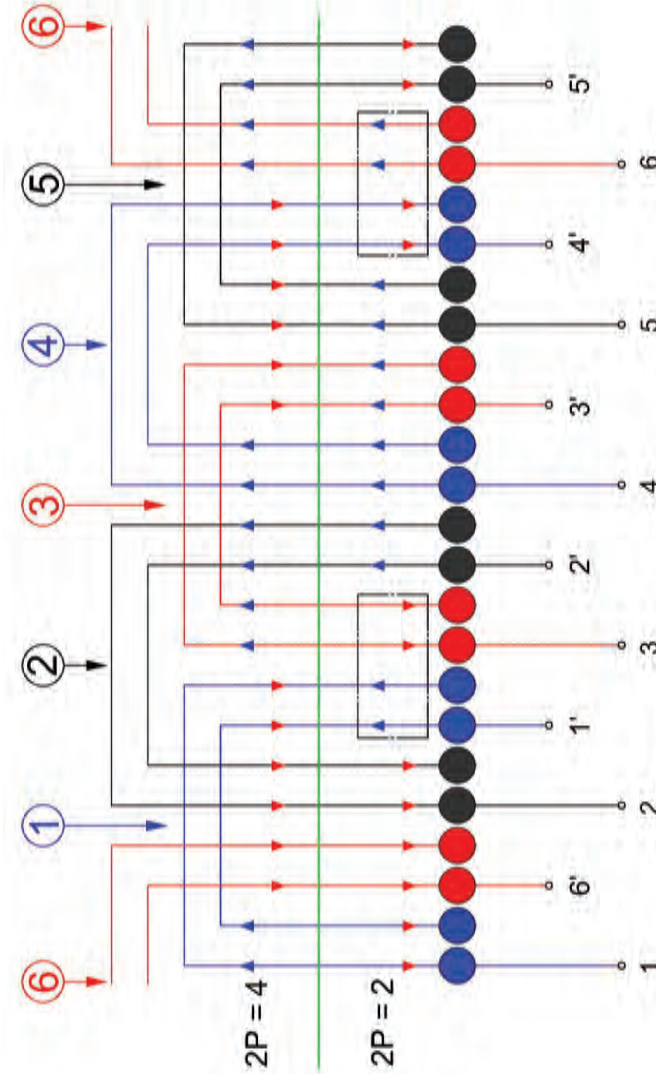
Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Bobin sarımlarını yaptı.					
6	Presbant yerleştirmesini yaptı.					
7	Bobin sarımlarının tamamını statora doğru yerleştirdi.					
8	Bobin bağlantılarını yaptı.					
9	Enerji verme prosedürünü uyguladı.					
10	Enerji vererek stator çalışmasını test etti.					
11	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
12	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
13	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = $[(\text{Ölçek Puanı} \times 100) / \text{Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı}]$

10.3. Uygulama

DAHLENDER SARIM

AMAÇ: $X = 24$, $2P = 2/4$, $m = 3$ olarak verilen statorun el tipi sarıma göre dahlender sarım uygulamasını yapmak.



Görsel 10.3: El tipi dahlender sarım

Tablo 10.3: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Stator	24 oyuklu	1 adet
Presbant	Polyester	1 metre
Makaron	4,8 mm	1 metre
Ölçü aleti	Avometre	1 adet
El aletleri	Pens, tornavida	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Tablo 10.3'te listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
9. Her faz için bobin sarımlarını yapınız.
10. Stator oyuklarının ölçülerine göre presbandı kesip katlayınız.
11. Birinci faz bobinlerini yerleştiriniz ve bobinlerin bağlantılarını yapınız.
12. Birinci faz bobin giriş ve çıkış iletken telleri üzerine isimlerini yazınız.
13. İkinci faz bobinlerini yerleştiriniz ve bobinlerin bağlantılarını yapınız.
14. İkinci faz bobin giriş ve çıkış iletken telleri üzerine isimlerini yazınız.
15. Üçüncü faz bobinlerini yerleştiriniz ve bobinlerin bağlantılarını yapınız.
16. Üçüncü faz bobin giriş ve çıkış iletken telleri üzerine isimlerini yazınız.
17. İki ve dört kutuplu olacak şekilde faz çıkış uçlarının bağlantısını yapınız.
18. Öğretmen gözetiminde cihaza enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
19. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.

Notlar

☐ _____
☐ _____

!

☐ _____

☐ _____

☐ _____

☐ _____

☐ _____

☐ _____

☐ _____



Değerlendirme: Yapacağınız “Dahlender Sarım” uygulaması 10.3. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız

10.3. DAHLENDER SARIM UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “10.3. Dahlender Sarım” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır.
1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Bobin sarımlarını yaptı.					
6	Presbant yerleştirmesini yaptı.					
7	Bobin sarımlarının tamamını statora doğru yerleştirdi.					
8	Bobin bağlantılarını yaptı.					
9	Enerji verme prosedürünü uyguladı.					
10	Enerji vererek dört kutupta stator çalışmasını test etti.					
11	Enerji vererek iki kutupta stator çalışmasını test etti.					
12	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
13	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
14	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

A) Ağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (....) Kör oluk, aynı kutup alanı içerisinde kalan sargı gruplarının oluşturduğu manyetik alanın birbirine zıt olma durumudur.
2. (....) Kısa adimli sargılar el tipi sarım uygulamalarında kullanılır.
3. (....) Motor devir sayısı frekansla doğru, kutuplarla ters orantılı olarak değişir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadeyi yazınız.

4. Stator oyuk adımı hesaplaması sonucu normal adıma göre oyuk adımı daha küçük değerde olan sarım yerleştirme şekline denir.
5. Alternatif akım motorlarının devir sayısı ayarını değiştirmek için yapılır.
6. Dahlender sarım faz bobinleri düşük devirde..... yüksek devirde paralel-yıldız bağlanır.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

7. Kutup sayısını değiştirerek motorun devir sayısını değiştiren uygulama aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Dahlender
- B) Frekansmetre
- C) Kademeli sarım
- D) Kısa adimli sarım
- E) Üçgen bağlantı

8. Dahlender sarımla yüksek devirde işlem yapmak için hangi bağlantı uygulanmalıdır?

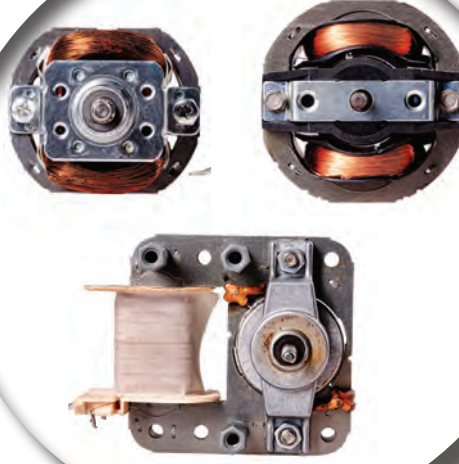
- A) Paralel-üçgen
- B) Paralel-yıldız
- C) Seri-yıldız
- D) Seri -üçgen
- E) Seri -paralel-yıldız

9. Asenkron motorların devir sayıları aşağıdaki hangi iki değerin değiştirilmesine bağlıdır?

- A) Akım ve gerilim
- B) Frekans ve kutup sayısı
- C) İletken çapı ve direnci
- D) Oluk ve kutup sayısı
- E) Stator oyuk sayısı ve gerilim

10. Asenkron motorda oluk başına düşen elektriksel açı değerini bulmak için hangi iki değerin bilinmesi gereklidir?

- A) Akım ve gerilim
- B) Frekans ve kutup sayısı
- C) İletken çapı ve direnci
- D) Oluk ve kutup sayısı
- E) Stator oyuk sayısı ve gerilim



11.

Öğrenme
Birimi

BİR FAZLI MOTOR SARIMI

KONULAR

- 11.1. BİR FAZLI YARDIMCI SARGILI MOTOR SARIMI
- 11.2. GÖLGE KUTUPLU MOTOR SARIMI
- 11.3. RELÜKTANS MOTOR SARIMI

TEMEL KAVRAMLAR

relüktans, gölge kutup, yardımcı sargı

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Motor gücünün önemi hakkında araştırma yaparak düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Bir fazlı motorların kullanım yerleri hakkında araştırma yaparak sonuçları arkadaşlarınızla paylaşınız.

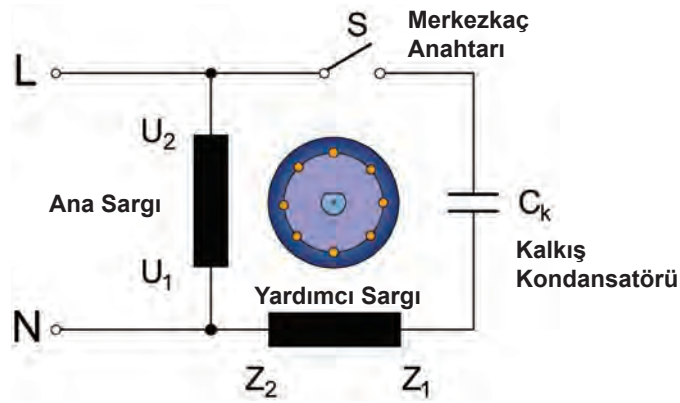


11.1. BİR FAZLI YARDIMCI SARGILI MOTOR SARIMI

Küçük güç gereksinimi duyulan yerlerde bir fazlı asenkron motor kullanılır. Kullanım alanları oldukça geniştir. Bir fazlı asenkron motor seçilirken çalışması, verimi ve özellikleri dikkate alınır. Günlük hayatımızda bulaşık makinesi, vantilatör, çamaşır makinesi, kompresör gibi cihazlarda kullanılan motorlar bu türdendir. Bu motorlar yardımcı sargılı, yardımcı kutuplu (gölge kutuplu) ve relüktans olmak üzere üç çeşit üretilmektedir.

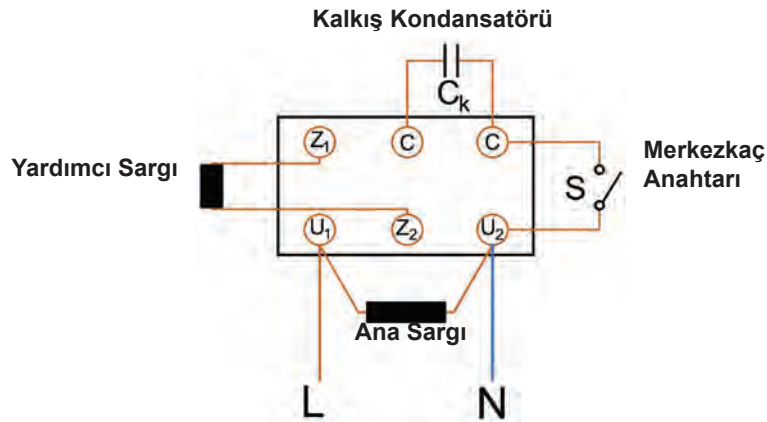
Bu motorlarda ana ve yardımcı sargı olmak üzere iki tip sargı vardır. Bu iki sargı stator oluklarına 90° faz farklı olacak şekilde yerleştirilir. Ana sargı kalın kesitli iletken telden, yardımcı sargı ise ince kesitli iletken telden sarılır.

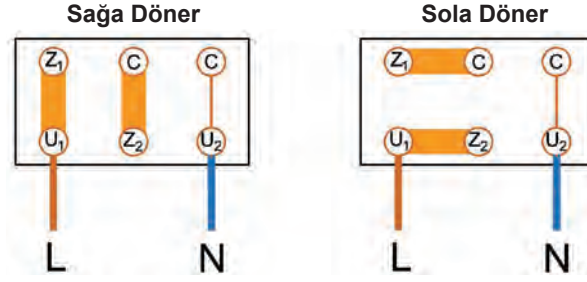
Bir fazlı yardımcı sargılı motorlarında kalkış kondansatörü, merkezkaç anahtarı ve yardımcı sargı birbirine seri bağlıdır (Görsel 11.1). Motor belli bir devri tamamladığında yardımcı sargıyı merkezkaç anahtarı devre dışı bırakır. Motor ana sargıyla çalışmaya devam eder.



Görsel 11.1: Bir fazlı yardımcı sargılı motorun bağlantı şeması

Bir fazlı yardımcı sargılı motorun devir yönünü değiştirmek için ya motor ana sargısı ya da yardımcı sargısının bağlantı uçlarının yeri değiştirilir. Devir yönünü değiştirme işlemi motorun üzerindeki klemens içerisinde yapılır (Görsel 11.2).





Görsel 11.2: Motorun klemens bağlantısı ve devir yönü değiştirme işlemi

Bir fazlı yardımcı sargılı motorlar el tipi sarım ve yarım kalıp sarım olarak sarılır. Ana sargı ile yardımcı sargının statordaki oranları ise

Ana Sargı:

$$\text{Ana sargı oluk sayısı} = \frac{2 \cdot (\text{Stator oluk sayısı})}{3}$$

Yardımcı Sargı:

$$\text{Yardımcı sargı oluk sayısı} = \frac{\text{Stator oluk sayısı}}{3}$$

Örnek-1:

X = 24, 2P = 4, m = 1 olarak verilen bir fazlı yardımcı sargılı motorun el tipi stator sargı çizimlerini yapınız.

Çözüm:

Ana sargı oluk sayısı:

$$\text{Ana sargı oluk sayısı} = \frac{2 \cdot (\text{Stator oluk sayısı})}{3} = \frac{2 \cdot 24}{3} = 16$$

Yardımcı sargı oluk sayısı:

$$\text{Yardımcı sargı oluk sayısı} = \frac{24}{3} = 8$$

Oluk başına düşen açı:

$$\alpha = \frac{360 \cdot P}{X} = \frac{360 \cdot 2}{24} = 30^\circ$$

Çözüm:

X = 24 oluk çizilir.



Motor 4 kutuplu olduğundan ana ve yardımcı sargılar dörder bobin grubundan oluşacaktır. Bir bobin grubuna düşen oluk sayısı ise aşağıdaki gibi hesaplanır.

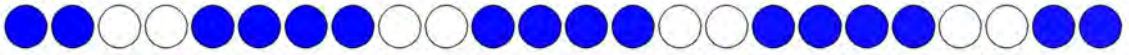
Ana Sargı:

$$\text{Ana sargının bir bobini için oluk sayısı} = \frac{\text{Ana sargı oluk sayısı}}{\text{Ana sargı bobin sayısı}} = \frac{16}{4} = 4$$

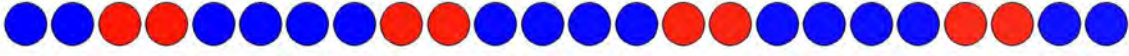
Yardımcı Sargı:

$$\text{Yardımcı sargının bir bobini için oluk sayısı} = \frac{\text{Yardımcı sargı oluk sayısı}}{\text{Ana sargı bobin sayısı}} = \frac{8}{4} = 2$$

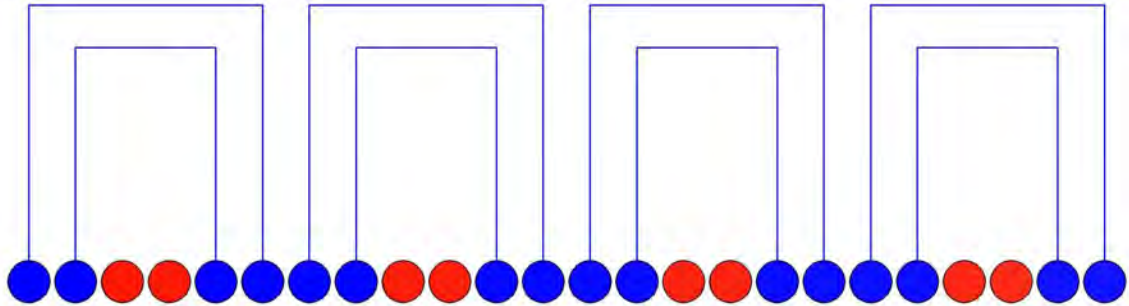
Ana sargı olukları renklendirilir.



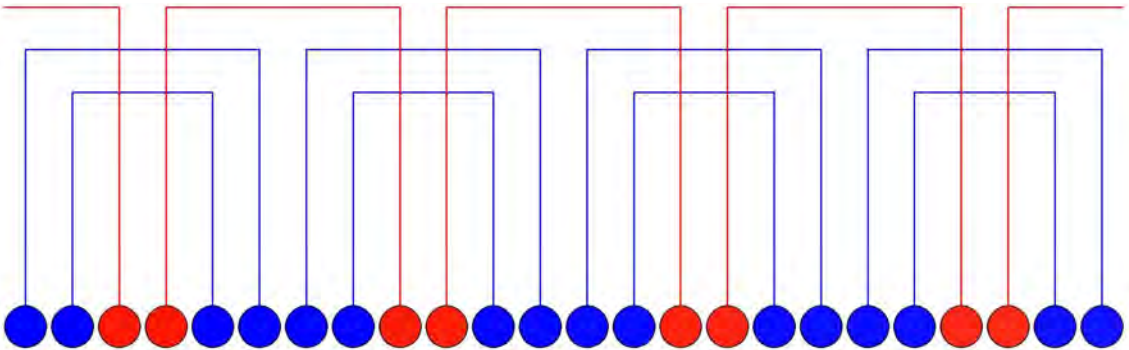
Yardımcı sargı olukları renklendirilir.



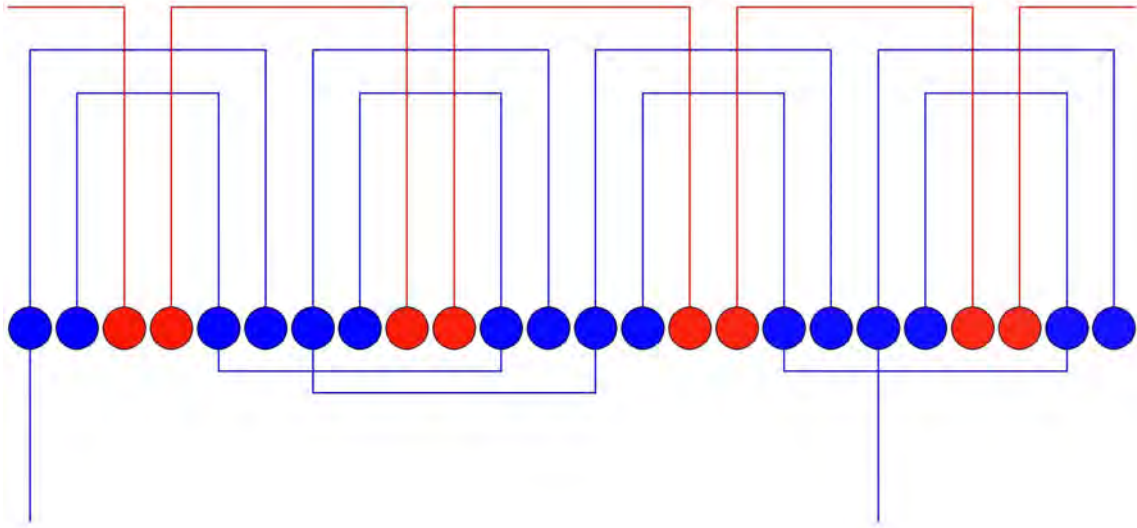
Ana sargı bobinleri çizilir.



Yardımcı sargı bobinleri çizilir.

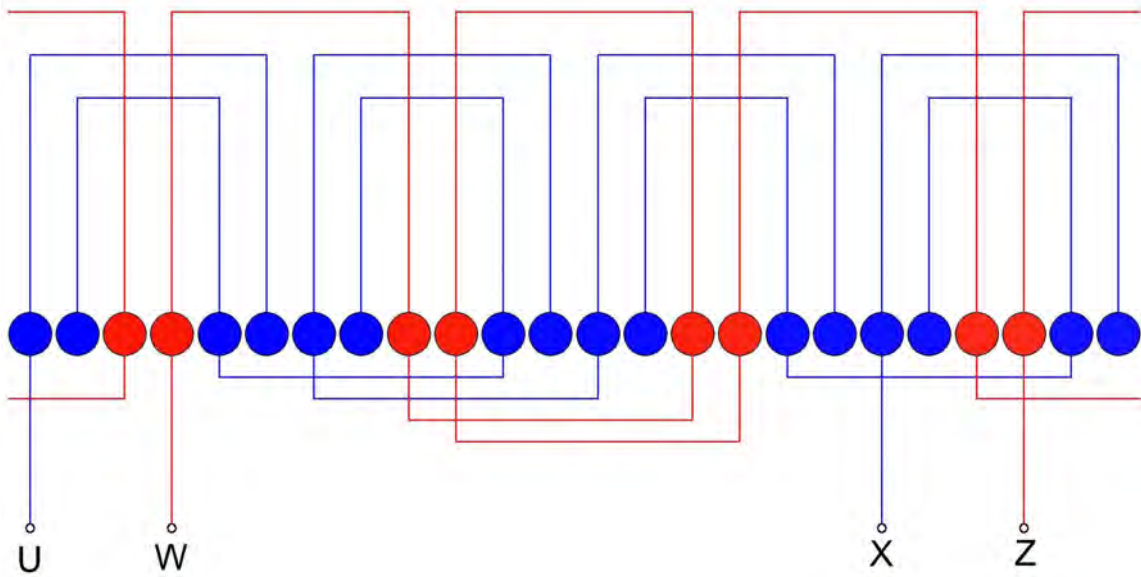


Ana sargı bobin uçları çıkış-çıkışa ardından giriş-girişe olacak şekilde çizilir.

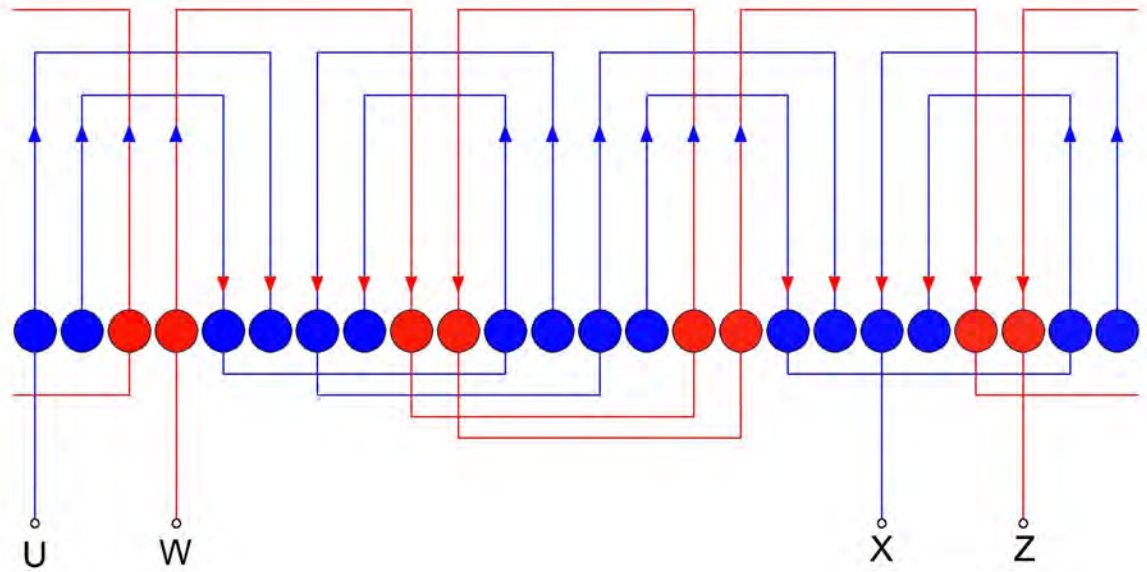


Ana sargı ile yardımcı sargı giriş uçları arasında 90° lik faz farkı vardır. Oluk başına düşen açı 30° hesaplanmıştı.

Yardımcı sargının giriş ve çıkış uçları çıkış-çıkışa ardından giriş-girişe olacak şekilde çizilir.

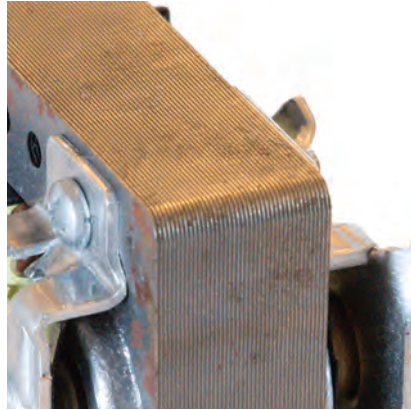


Kutuplar için ana ve yardımcı sargı bobinlerinin girişi-çıkışı doğru takip edilir ve ok yönleri çizilir.



11.2. GÖLGE KUTUPLU MOTOR SARIMI

Tek fazlı, asenkron ve kısa devre rotorlu motorlardır. Bu motorlara yardımcı kutuplu motorlar da denir (Görsel 11.1). En önemli özellikleri uzun ömürlü olmaları ve çok sessiz çalışmalarıdır. Genel olarak düşük güçlü fan ve aspiratör motorlarında ayrıca çamaşır makinesinin su tahliye pompasında kullanılır.

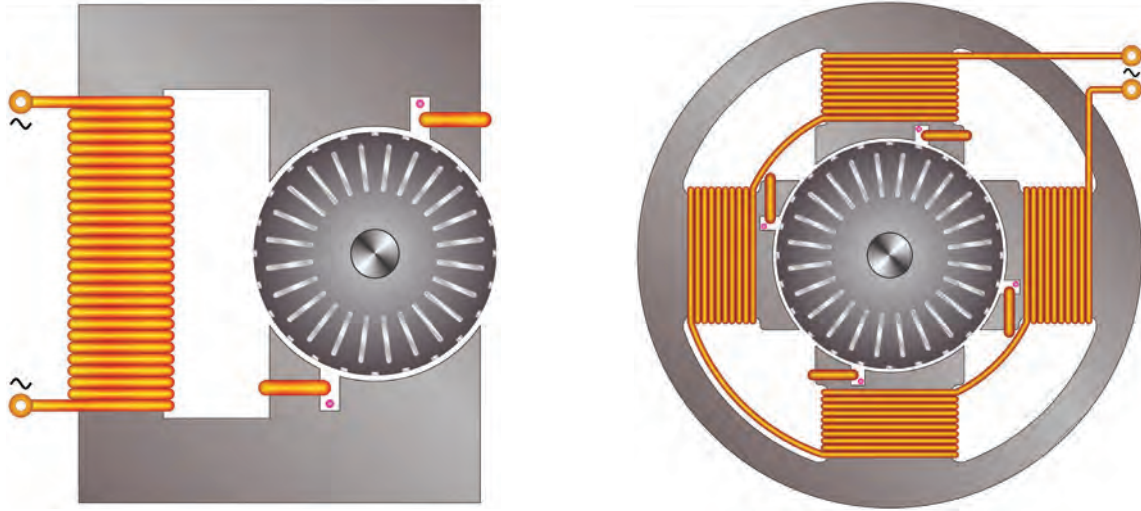


Görsel 11.3: Gölge kutuplu motor

Gölge kutuplu motorların statorları çıkıntılı kutuplu olarak yapılır. Bu çıkıntılı kutupların olduğu alana bakır halkalar yerleştirilmiştir.

Bu motorların sarım bağlantı şekilleri basittir. Sargılar bir yalıtkan makara üzerine sarılır. Her sargı için bir makara kullanılır. Sargıların birbirine bağlantısı uçların çıkış kısmı giriş kısmına olacak şekilde bağlanır.

Oluşan sargı grubunun giriş ucuna ve sargı grubunun çıkış ucuna faz ve nötr bağlantısı yapılmasıyla işlem tamamlanır (Görsel 11.2).



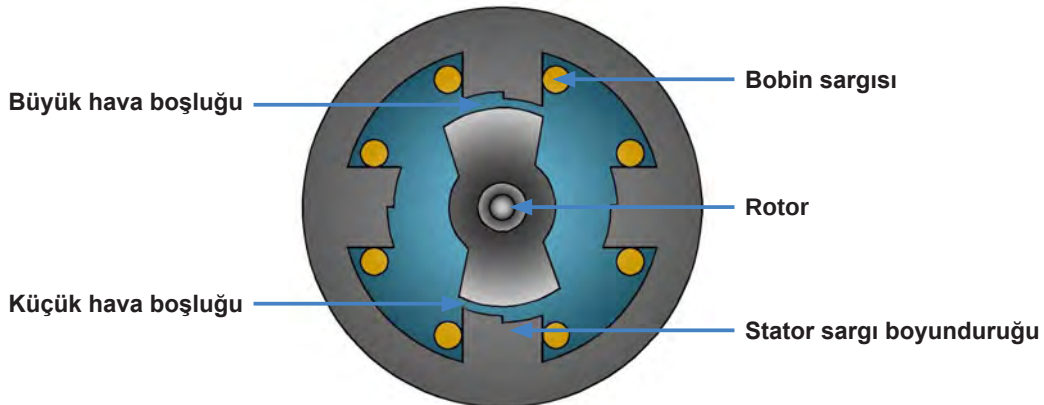
Görsel 11.4: Bir ve dört kutuplu gölge kutuplu motor

11.3. RELÜKTANS MOTOR SARIMI

Tek fazlı, asenkron ve kısa devre rotorlu motorlardır. Relüktans motorların statorları çıkıntılı kutuplu olarak yapılır. Çıkıntı kutup yüzeylerinde yükselti farkı vardır. Bu yükselti farkından dolayı manyetik alan geçirgenlik direnci farklılık gösterir. Rotor ve kutuplar arasındaki mesafe artarsa manyetik direnç artar, mesafe azalırsa manyetik direnç azalır.

Relüktans motorların devir yönü kutup ile rotor mesafesinin fazla olduğu taraftan az olduğu tarafa doğrudur. Kalkışın ve aşırı yük momentlerinin düşük olduğu yerlerde kullanılır. Kullanım alanı çok dardır.

Relüktans motorların sarımı gölge kutuplu motorların sarımıyla aynıdır. Sargıların birbirine bağlantısı uçların çıkış kısmı giriş kısmına olacak şekilde bağlanır. Oluşan sargı grubunun giriş ucuna ve sargı grubunun çıkış ucuna faz ve nötr bağlantısı yapılmasıyla işlem tamamlanır (Görsel 11.3).

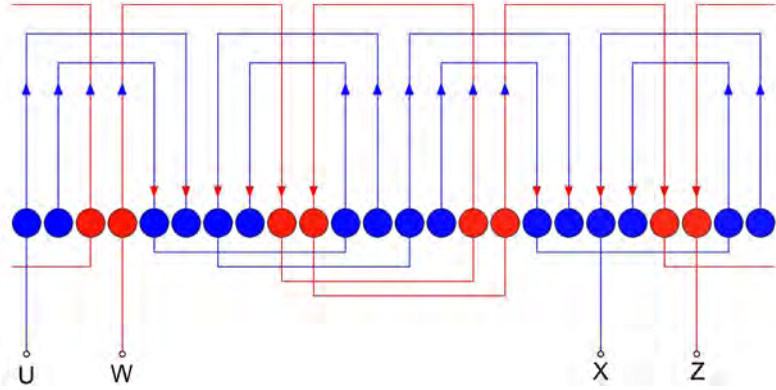


Görsel 11.5: Relüktans motorun yapısı

11.1. Uygulama

BİR FAZLI YARDIMCI SARGILI MOTOR SARIMI

AMAÇ: $X = 24$, $2P = 4$, $m = 1$ olarak verilen bir fazlı yardımcı sargılı motorun el tipi stator sarım uygulamasını yapmak.



Görsel 11.6: Bir fazlı yardımcı sargılı stator sarımı

Tablo 11.1: Malzeme Listesi

Adı	Özellği	Miktar
Stator	24 oyuklu	1 adet
Presbant	Polyester	1 metre
Makaron	4,8 mm	1 metre
Ölçü aleti	Avometre	1 adet
El aletleri	Pense, tornavida	1 adet



İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Tablo 11.1'de listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
9. Ana ve yardımcı sargı için bobin sarımlarını yapınız.
10. Stator oyuklarının ölçülerine göre presbandı kesip katlayınız.
11. Ana sargı bobinlerini statora yerleştiriniz ve bobinlerin bağlantılarını yapınız.
12. Yardımcı sargı bobinlerini yerleştiriniz ve bobinlerin bağlantılarını yapınız.
13. Öğretmen gözetiminde cihaza enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
14. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.



Değerlendirme: Yapacağınız “Bir Fazlı Yardımcı Sargılı Stator Sarımı” uygulaması 11.1. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

11.1. BİR FAZLI YARDIMCI SARGILI STATOR SARIMI UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “11.1. Bir Fazlı Yardımcı Sargılı Stator Sarımı” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. **1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi**

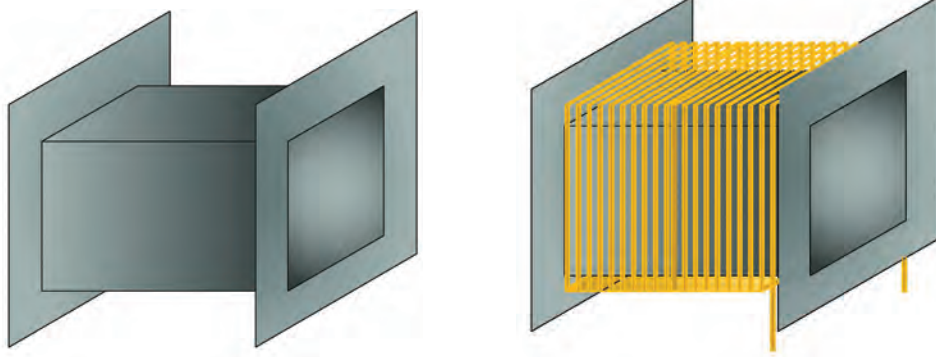
Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Bobin sarımlarını yaptı.					
6	Presbant yerleştirmesini yaptı.					
7	Bobin sarımlarının tamamını statora doğru yerleştirdi.					
8	Bobin bağlantılarını yaptı.					
9	Enerji verme işlemini uyguladı.					
10	Enerji vererek stator çalışmasını test etti.					
11	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
12	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
13	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

11.2. Uygulama

GÖLGE KUTUPLU MOTOR SARIMI

AMAÇ: Gölge kutuplu (Dört kutuplu) motorun sarım uygulamasını yapmak.



Görsel 11.7: Gölge kutuplu motorun makaraya sarımı

Tablo 11.2: Malzeme Listesi

Adı	Özellği	Miktar
Gölge kutuplu motor	Dört kutuplu	1 adet
Presbant	Polyester	1 metre
Makaron	4,8 mm	1 metre
Ölçü aleti	Avometre	1 adet
El aletleri	Pens, tornavida	1 adet
Ölçü aleti	Mikrometre	1 adet



İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Tablo 11.2'de listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
9. Motorun eski kutuplarını sökünüz, bobin sayısını ve kesitini tespit ediniz.
10. Bütün kutupların sarımını yapınız.
11. Kutup bobinlerini seri bağlayınız.
12. Öğretmen gözetiminde cihaza enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
13. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.



Değerlendirme: Yapacağınız “Gölge Kutuplu Motor Sarımı” uygulaması 11.2. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

11.2. GÖLGE KUTUPLU MOTOR SARIM UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “11.2. Gölge kutuplu motor sarımı” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. **1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi**

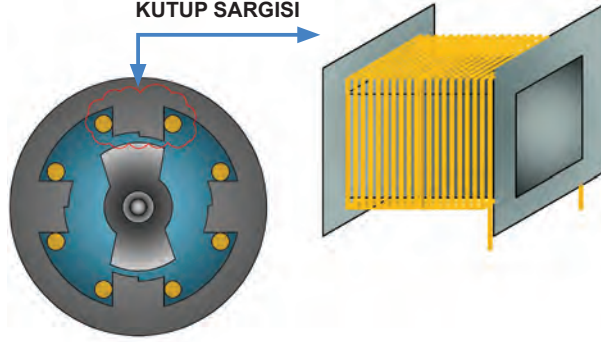
Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Eski motorun kutuplarını söktü.					
6	Bobin spir sayılarını ve tel çapını tespit etti.					
7	Kutup bobinlerinin sarımını yaptı.					
8	Bobin bağlantılarını yaptı.					
9	Enerji verme işlemini uyguladı.					
10	Enerji vererek motorun çalışmasını test etti.					
11	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
12	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
13	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

11.3. Uygulama

RELÜKTANS MOTOR SARIMI

AMAÇ: Gölge kutuplu (dört kutuplu) motorun sarım uygulamasını yapmak.



Görsel 11.8: Relüktans motor ve kutup makara sarımı

Tablo 11.3: Malzeme Listesi

Adı	Özellği	Miktar
Relüktans motor	Dört kutuplu	1 adet
Presbant	Polyester	1 metre
Makaron	4,8 mm	1 metre
Ölçü aleti	Avometre	1 adet
El aletleri	Pens, tornavida	1 adet
Ölçü aleti	Mikrometre	1 adet



İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Tablo 11.3'te listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
9. Motorun eski kutuplarını sökünüz, bobin sayısını ve kesitini tespit ediniz.
10. Bütün kutupların sarımını yapınız.
11. Kutup bobinlerini seri bağlayınız.
12. Öğretmen gözetiminde cihaza enerji vererek cihazın çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
13. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.



Değerlendirme: Yapacağınız “Relüktans Motor Sarımı” uygulaması 11.3. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

11.3. RELÜKTANS MOTOR SARIMI UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “11.3. Relüktans Motor Sarımı” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. **1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi**

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Motorun eski kutuplarını söktü.					
6	Bobin spir sayılarını ve tel çapını tespit etti.					
7	Kutup bobinlerinin sarımını yaptı.					
8	Bobin bağlantılarını yaptı.					
9	Enerji verme işlemini uyguladı.					
10	Enerji vererek motoru çalışmasını test etti.					
11	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
12	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
13	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

A) Ağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (....) Yardımcı sargılı motorların yapısında ana ve yardımcı sargı dışında bakır halka vardır.
2. (....) Gölge kutuplu motorların sargıları bir yalıtkan makara üzerine sarılır.
3. (....) Motor devir sayısı frekansla doğru, kutuplarla ters orantılı olarak değişir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadeyi yazınız.

4. Ana ve yardımcı sargı arasında 90° faz farklı olacak şekilde yerleştirilen motorlara denir.
5. Gölge kutuplu motorların statorları çıkıntılı kutupludur. Bu çıkıntılı kutupların olduğu alana yerleştirilmiştir.
6. Motorların devir yönü kutup ile rotor mesafesinin fazla olduğu taraftan az olduğu tarafa doğru ise bu tür motorlara denir.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

7. Ana sargısı kalın kesitli iletken tel, yardımcı sargı ise ince kesitli iletken tel olan motor aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Dahlender
- B) Doğru akım
- C) Gölge kutuplu
- D) Relüktans
- E) Yardımcı sargılı

8. “Motorun devir yönünün kutup ile rotor mesafesinin fazla olduğu taraftan az olduğu tarafa doğrudur” ifadesini kullanan bir kişi hangi motoru kastetmiştir?

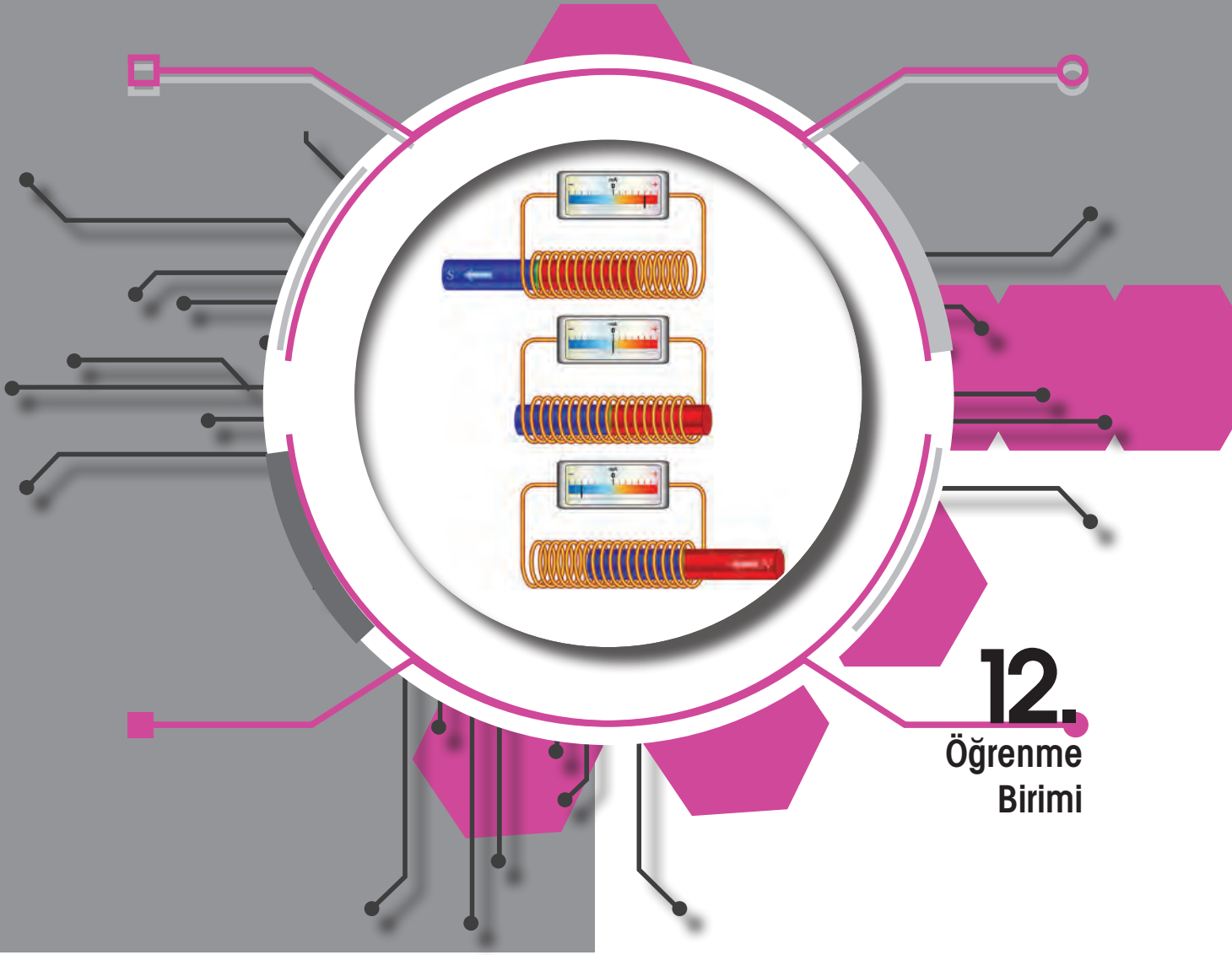
- A) Dahlender
- B) Doğru akım
- C) Gölge kutuplu
- D) Relüktans
- E) Yardımcı sargılı

9. Aşağıda verilen kullanım yerlerinden hangisinde bir fazlı motor kullanılmaz?

- A) Aspiratör
- B) Asansör
- C) Vantilatör
- D) Çamaşır makinesi
- E) Bulaşık makinesi

10. $X = 12$, $2P = 4$, $m = 1$ olarak verilen bir fazlı yardımcı sargılı motorun oluk başına düşen elektriki açısı kaç derecedir?

- A) 20
- B) 30
- C) 60
- D) 90
- E) 120



12. Öğrenme Birimi

ALTERNATÖR SARIMI

KONULAR

12.1. ALTERNATÖR STATOR SARIMI ÖNCESİ

HAZIRLIKLAR

12.2. ALTERNATÖR STATOR SARIMI

TEMEL KAVRAMLAR

alternatör, stator, kutup, yıldız bağlantı

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Alternatif akım nasıl elde edilir? Araştırıp arkadaşlarınızla paylaşınız.
2. Alternatörlerde elektrik üretiminin nasıl yapıldığı ile ilgili araştırma yaparak öğrendiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.



12.1. ALTERNATÖR STATOR SARIMI ÖNCESİ HAZIRLIKLAR

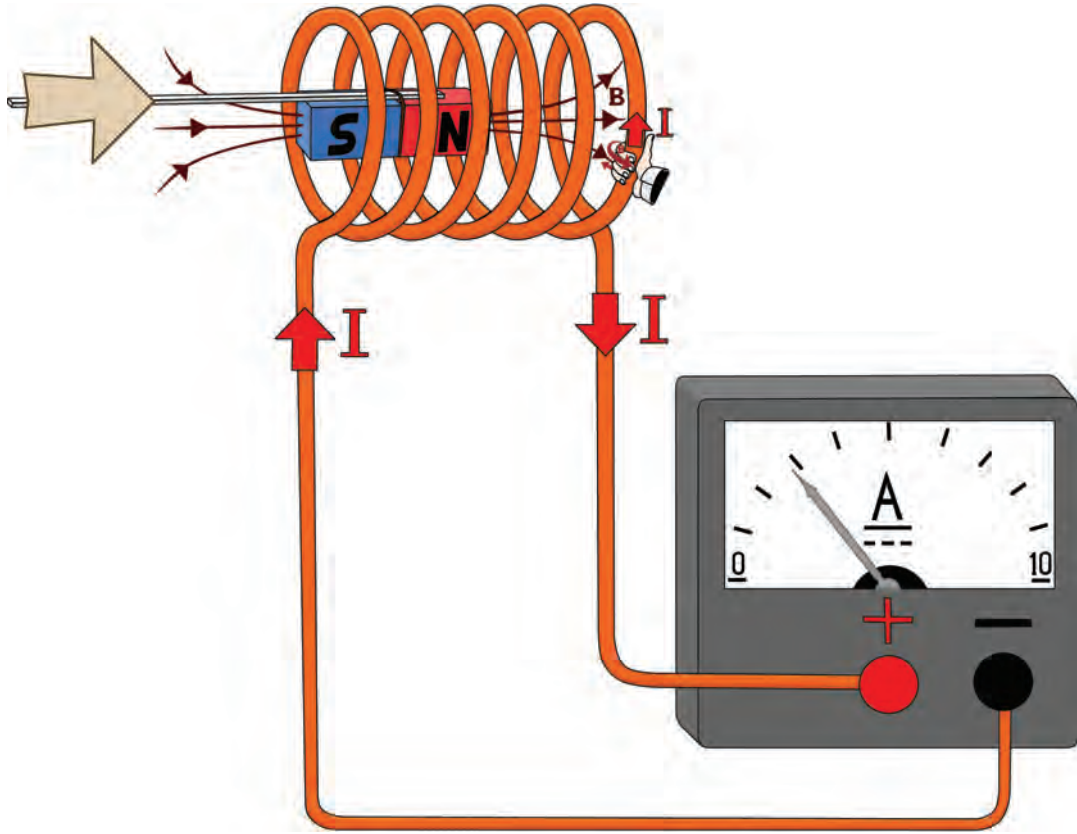
Alternatör stator sarımına başlamadan önce statoru oyukların temizliği, yalıtımının yapılması gereklidir. Uygun stator seçimi yapıldıktan sonra sarıma geçilmelidir.

12.1.1. Alternatör

Bir tahrik sonucunda oluşan mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren devre elemanına **alternatör** denir. Alternatörlerde alternatif akım elde edilir.

Alternatörlerde üretilen alternatif akım sinüsoidaldır. Üretilen gerilimin tam sinüsoidal olabilmesi için bir kutup altındaki bir faza ait bobin dağıtılır ve her oluğa eşit olarak yerleştirilir.

Alternatif akımın elde edilmesi Faraday Kanunu ile açıklanır. Faraday, sabit bir manyetik alan içerisinde bir iletken hareket ettirilir veya iletken sabit tutulur, manyetik alan hareket ettirilirse iletken üzerinde bir gerilimin oluşacağını söylemiştir (Görsel 12.1).

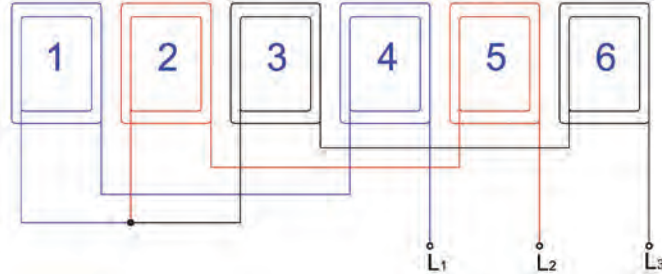


Görsel 12.1: Alternatif akımın elde edilişi

Alternatör, rotor ve stator olmak üzere iki ana kısımdan oluşur. Rotor, kutupların olduğu stator ise alternatif akımın elde edildiği kısımdır.

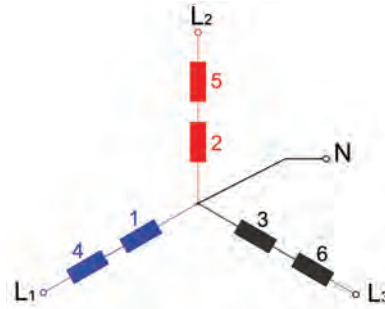
Doğru akım verilerek rotorda kutup oluşturmaları sağlanır. Bir tahrik aracı tarafından rotor döndürülür. Rotorun döndürülmesiyle kutup alanı hareket eder. Hareket eden kutuplar stator sargılarını keser ve sargılarda gerilim indüklenir.

Rotordaki kutuplanma mıknatıs kullanılarak da yapılır. Mıknatıs kullanılarak yapılan rotor alternatörü küçük güçlüdür. Mıknatıs kullanılarak yapılan bir alternatörün stator sargısı aşağıdaki gibidir (Görsel 12.2).



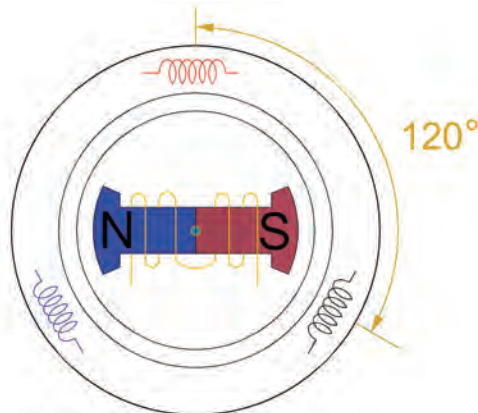
Görsel 12.2: Üç fazlı alternatif akım elde edilen alternatörün stator sargısı

Statordaki aynı faza ait iki bobinden birinci bobinin çıkışı, ikinci bobinin girişine bağlanır. Her faz için bu uygulama aynıdır. Alternatör bobin gruplarının yıldız bağlantısı aşağıda verilmiştir (Görsel 12.3). Burada yıldız bağlantı noktasının olduğu yerden nötr hattı çıkarılır.



Görsel 12.3: Üç fazlı alternatif akım elde edilen statorun yıldız bağlantı şekli

Üç fazlı alternatörlerde herhangi iki faz arasında 120 derecelik faz farkı vardır. Faz bobin grupları statora yerleştirilirken bu durum uygulanır (Görsel 12.4).



Görsel 12.4: Alternatör faz sargıları arasındaki 120 derecelik faz farkı

12.1.2. Alternatör Arızası ve Bakımı

Tüm cihazlar gibi alternatörler de bakıma ihtiyaç duyar. Alternatörde oluşacak muhtemel arıza durumları ve çözümleri Tablo 12.1'deki gibidir.

Tablo 12.1: Alternatör Arızaları ve Çözümleri

	Arıza Durumu	Arızanın Çözümü
1	Alternatör sesli çalışıyor.	- Rulmanlar kontrol edilir ve değiştirilir. - Alternatör rotorunu tahrik eden sistem kontrol edilir. Arıza varsa giderilir.
2	Alternatör ısınıyor.	- Yük kontrol edilir. - Dengesiz yük durumu varsa alternatörün etiket değerine bakılarak bu durum giderilir. - Soğutma sistemi temizlenir. - Sargıların kısa devre kontrolü yapılır. - Rulman yatakları kontrol edilir.
3	Alternatörde gerilim elde edilemiyor.	- Stator ve rotor sargılarının kopukluk durumu kontrol edilir. - Stator ve rotor sargıları için kısa devre kontrolü yapılır.

12.2. ALTERNATÖR STATOR SARIMI

Alternatör stator sarımı için statorun sarıma hazır hâle getirilmesi gereklidir. Statorda herhangi bir kalıntı ve hasar olmaması önemlidir. Stator sargılarının yalıtımı için oyukların presbantla yalıtımı yapılmalıdır.

12.2.1. Alternatör Stator Hesabı

Piyasada farklı sarım şekilleriyle üretilmiş birçok alternatör vardır. Alternatör stator sargısının formülü aşağıdaki gibidir.

Oyuk adımı:

$$Y_x = \frac{X}{P}$$

Renk sayısı:

$$C = \frac{X}{P.m}$$

Oluk başına düşen açı:

$$\alpha = \frac{180}{Y_x}$$

Statordaki oyuk sayısı, kutup sayısı ve faz sayısı biliniyorsa bir faz için oluşacak bobin sayısı hesabı:

$$n = \frac{X}{2p.m}$$

- Y_x : Bir kutup altındaki oyuk sayısı
 X : Toplam oyuk sayısı
 P : Toplam kutup sayısı
 c : Bir kutup altındaki bir faza ait oyuk sayısı
 m : Faz sayısı
 ∞ : Oyuklar arası açı
 n : Bir faz bobin sayısı
 X : Stator oyuk sayısı
 $2p$: Kutup sayısı
 m : Faz sayısı

Örnek-1:

24 oluklu, 4 kutuplu ve üç fazlı bir stator için sargı ve bağlantı çizimlerini yapınız.

Çözüm:

Bobin sayısı hesabı:

$$n = \frac{X}{2p.m} = \frac{24}{4.3} = 2$$

Oyuk adımı:

$$Y_x = \frac{X}{P} = \frac{24}{4} = 6$$

Bir kutup altındaki bir faza ait oyuk sayısı:

$$C = \frac{X}{P.m} = \frac{24}{4.3} = 2$$

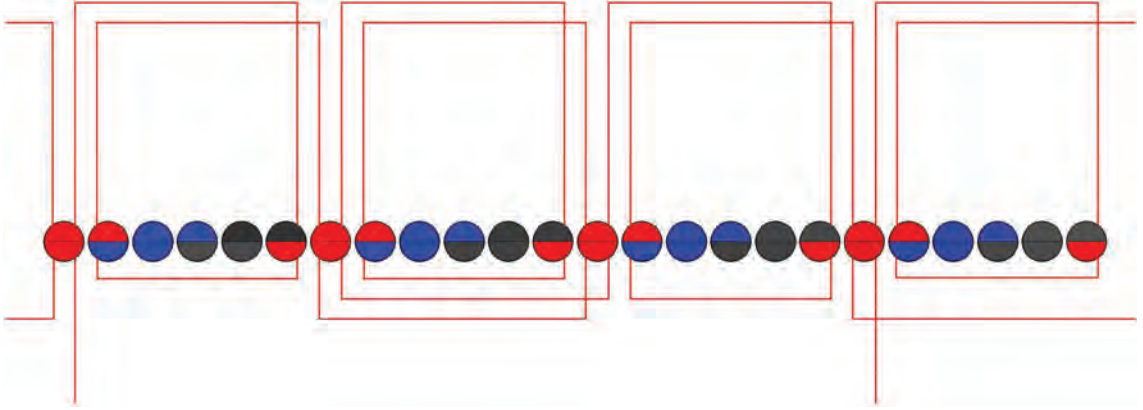
Oyuk başına düşen açı:

$$\infty = \frac{180}{Y_x} = \frac{180}{6} = 30^\circ$$

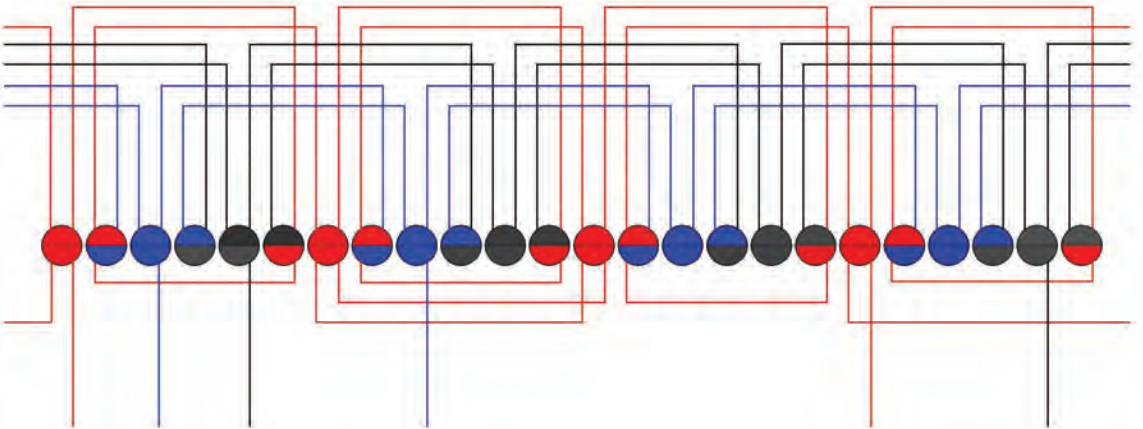
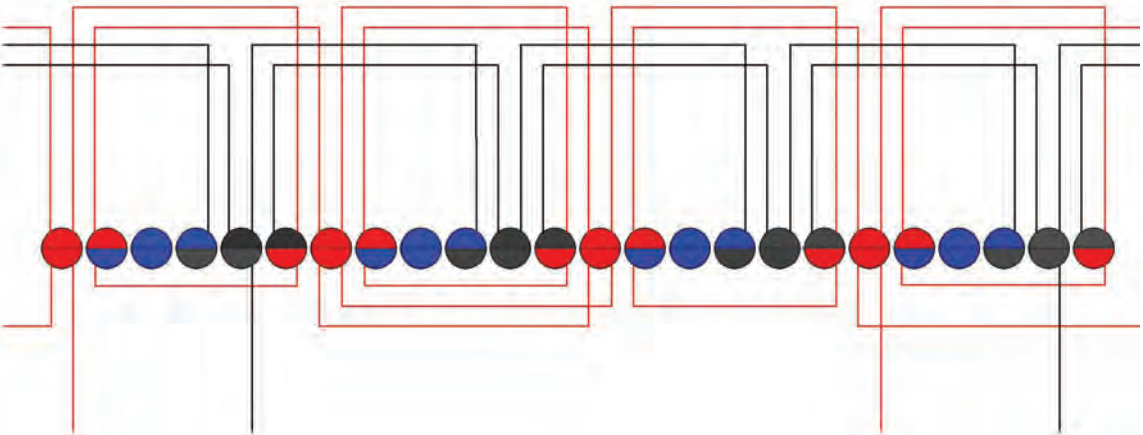
Oyuklar çift katmanlı çizilir.



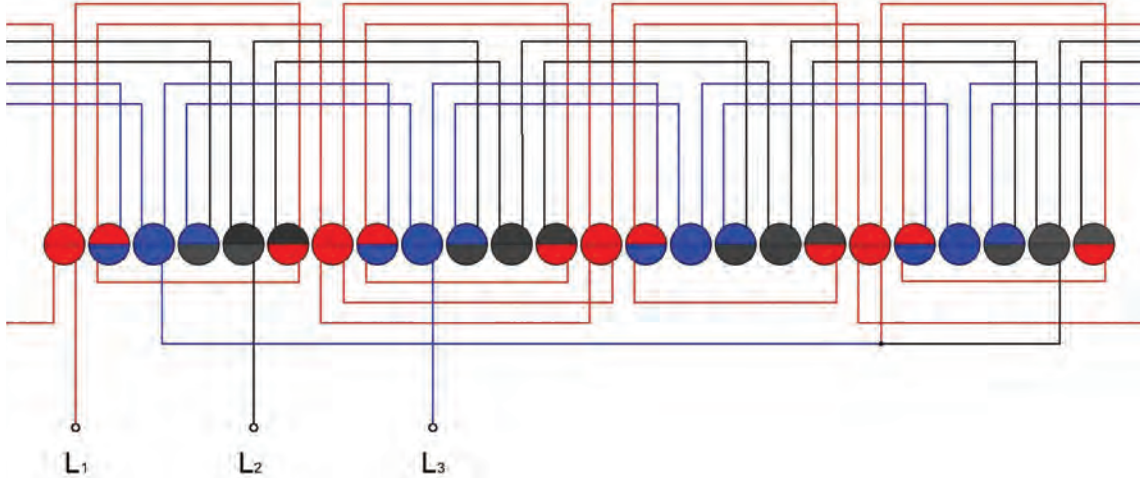
Bir faz için bobin grubu yerleştirilir. Bobin bağlantıları çıkış-çıkışa, giriş-girişe bağlanacak şekildedir.



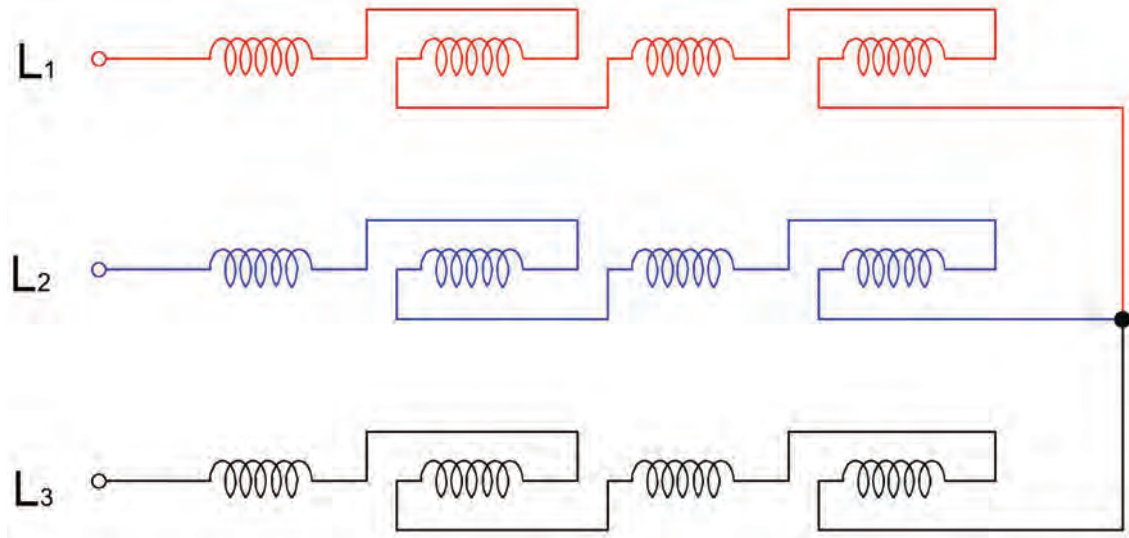
Diğer faz bobin grupları da aynı şekilde çizilir.



Oyuk başına düşen faz açısıyla fazlar arası 120 derecelik yer tespiti yapılır ve isimlendirilir. Faz bobin gruplarının çıkışları yıldız bağlanır.



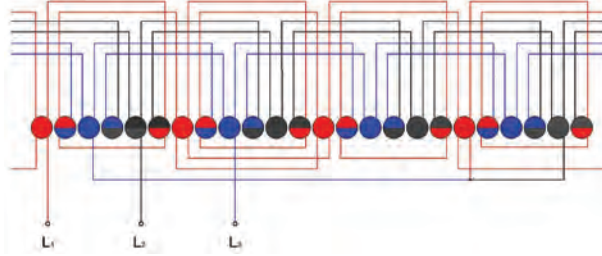
Her faz için stator bobin gruplarının seri bağlantısı çizilir. Seri bağlı faz bobin gruplarının çıkışlarının yıldız bağlantısı çizilir. Son olarak yıldız bağlantı birleşim noktasından nötr hattı çizilir.



12.1. Uygulama

ALTERNATÖR SARIMI

AMAÇ: 24 oluklu bir statora alternatör sarımı yapmak.



Görsel 12.5: Alternatör sarımı

Tablo 12.2: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Stator	24 oyuklu	1 adet
Presbant	Polyester	1 metre
Makaron	4,8 mm	1 metre
Ölçü aleti	Avometre	1 adet
El aletleri	Pens, tornavida	1 adet



İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve yöntemleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucularınızı giyiniz.
4. Makine ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Tablo 12.2'de listelenen malzemelerden çalışmanıza uygun özellikte olanları seçiniz.
9. Her faz için bobin sarımlarını yapınız.
10. Stator oyuklarının ölçülerine göre presbandı kesip katlayınız.
11. Birinci faz bobinlerini yerleştiriniz ve bobinlerin bağlantılarını yapınız.
12. Birinci faz bobin giriş ve çıkış iletken telleri üzerine isimlerini yazınız.
13. İkinci faz bobinlerini yerleştiriniz ve bobinlerin bağlantılarını yapınız.
14. İkinci faz bobin giriş ve çıkış iletken telleri üzerine isimlerini yazınız.
15. Üçüncü faz bobinlerini yerleştiriniz ve bobinlerin bağlantılarını yapınız.
16. Üçüncü faz bobin giriş ve çıkış iletken telleri üzerine isimlerini yazınız.
17. Bobin faz gruplarını yıldız bağlayınız.
18. Öğretmen gözetiminde alternatörün çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.
19. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.



Değerlendirme: Yapacağınız “Alternatör Sarımı” uygulaması 12.1. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

12.1. ALTERNATÖR SARIMI UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “12.1. Alternatör Sarımı” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır.

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve yöntemleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki malzemeleri seçti.					
4	Malzemeleri fiziki ve elektriksel olarak kontrol etti.					
5	Bobin sarımlarını doğru bir şekilde yaptı.					
6	Presbant yerleştirmesini yaptı.					
7	Bobin sarımlarının tamamını statora doğru yerleştirdi.					
8	Bobin bağlantılarını yaptı.					
9	Alternatör statorunun çalışmasını test etti.					
10	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
11	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
12	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

A) Ağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (....) Alternatörlerde üretilen alternatif akım sinüsoidaldır.
2. (....) Alternatif akımın elde edilmesi Faraday Kanunu ile açıklanır.
3. (....) Alternatör, rotor ve stator olmak üzere iki ana kısımdan oluşur.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadeyi yazınız.

4. Sabit bir manyetik alan içerisinde bir iletken hareket ettirilir veya iletken sabit tutulur, manyetik alan hareket ettirilirse iletken üzerinde bir indüklenir.
5. Alternatörün stator sargılarının yalıtımı için oyuklar yalıtımı yapılır.
6. Alternatör bobin gruplarının yıldız bağlantısı noktasından hattı çıkarılır.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

7. Mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren devre elemanına ne ad verilir?

- A) Alternatör
- B) Asenkron motoru
- C) Rotor
- D) Bir fazlı motor
- E) Relüktans motor

8. Üç fazlı alternatörlerde iki faz arasındaki faz farkı kaç derecedir?

- A) 20
- B) 30
- C) 60
- D) 90
- E) 120

9. Aşağıdakilerden hangisi alternatörün yapısında yer almaz?

- A) Kutup
- B) Kontaktör
- C) Presbant
- D) Rotor
- E) Stator

10. $X = 12$, $2P = 4$, $m = 3$ olarak verilen bir alternatörün bir kutup altındaki bir faza ait oyuk sayısı kaçtır?

- A) 2
- B) 3
- C) 6
- D) 9
- E) 12



13.

Öğrenme
Birimi

STEP-SERVO MOTORLAR

KONULAR

- 13.1. STEP MOTOR SÜRÜCÜ BAĞLANTILARI
- 13.2. SERVO MOTOR SÜRÜCÜ BAĞLANTILARI

TEMEL KAVRAMLAR

sürücü, servo motor, stap motor, geri besleme

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Step motorların ve servo motorların kullanım alanlarını araştırınız. Edindiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.



13.1. STEP MOTOR SÜRÜCÜ BAĞLANTILARI

Step motorlar elektrik enerjisini hareket enerjisine dönüştüren ve açısal konumunu adımlar hâlinde değiştiren elektromanyetik makinelerdir. Step motorlar sürücü devresi ile kontrol edilir. Sürücü devresinden gelen her darbe step motorun bir adım dönmesini sağlar. Darbelerin frekansı ile step motorun hızı kontrol edilir. CNC tezgâhlarında, disk sürücülerinde, yazıcılarda, endüstriyel makinelerde, robotlarda, tıbbi cihazlarda ve adım kontrolünün yapıldığı birçok alanda step motorlar kullanılır. Yüksek konum performansı için step motorlar tercih edilmelidir. Yüksek rpm (dakikadaki devir sayısı) için ise servo motorlar daha iyi bir tercih olacaktır.

13.1.1. Step (Adım) Motorların Yapısı

Step motorlar temel olarak stator, rotor, gövde, rulman ve milden oluşmaktadır. Görsel 13.1'de hibrit step motorun yapısı görülmektedir.

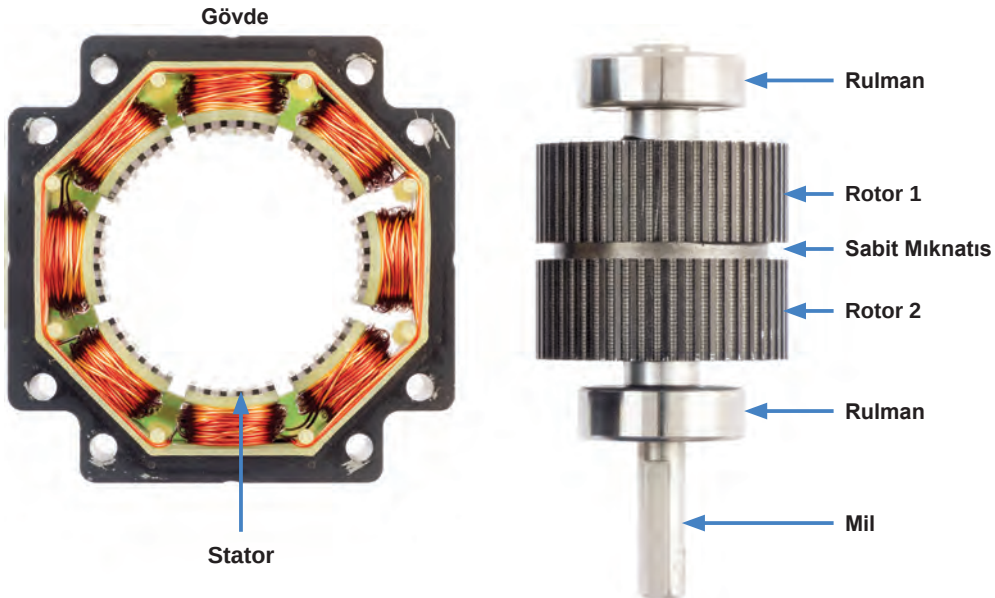
Stator: Step motorun sabit parçasıdır. Sargı ile donatılmış birden fazla kutbu vardır. Kutup sayısı motora göre değişkenlik gösterse de sayı genel olarak 8'dir.

Rotor: Step motorun hareketli parçasıdır. Rotor 1 ve rotor 2 arasında N ve S kutbundan oluşan bir sabit mıknatıs barındırır.

Gövde: Step motoru dış etkenlerden koruyan parçadır. Metal yapısından dolayı step motorun soğumasına yardımcı olur.

Rulman: Motor milinin dönüşünü en az sürtünme ile yapmasını sağlayan parçadır.

Mil: Rotora bağlı olarak dönerek hareket enerjisini dışarıya aktarır.



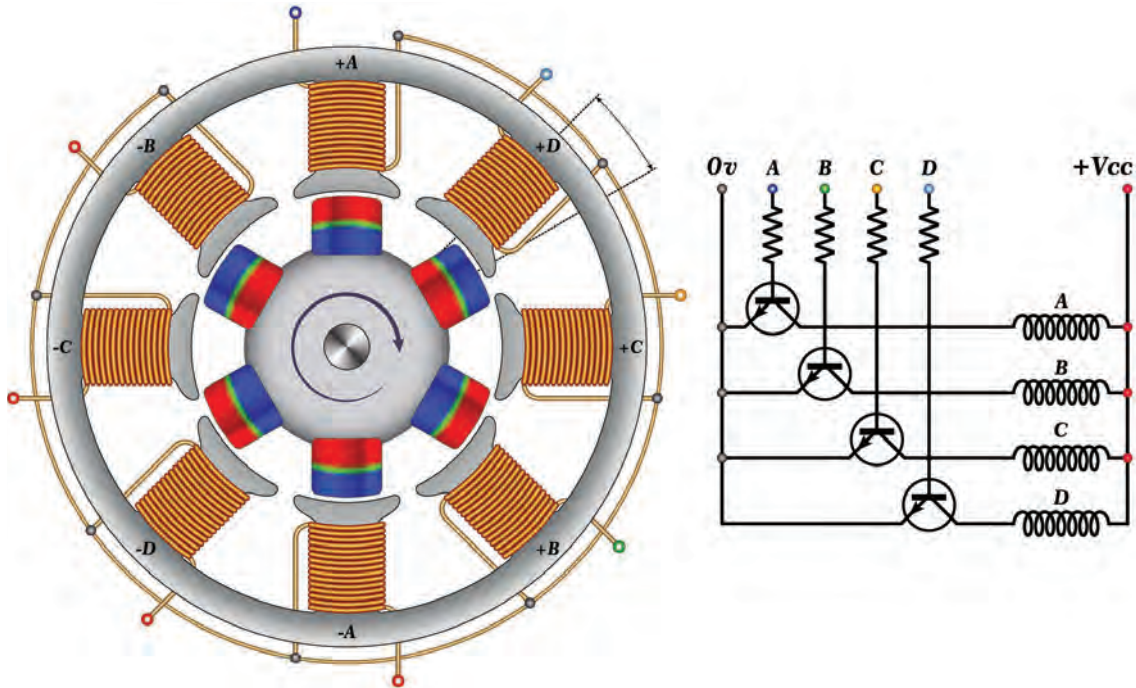
Görsel 13.1: Step motorun yapısı

13.1.2. Step (Adım) Motorların Çalışması

Step motorlar da diğer motorlar gibi elektrik enerjisini hareket enerjisine çevirir. Step motorların diğer motorlardan farkı adım adım hareket etmesidir. Bir sürücü devresi ile step motorun stator sargılarına sırayla elektrik enerjisi gönderilir.

Elektrik enerjisi gönderilen sargıda elektromanyetik alan oluşur ve bu elektromanyetik alan ile rotordaki manyetik alan birbirine itme ya da çekme kuvveti uygular. Bu itme ya da çekme kuvveti step motorun bir adım dönmesini sağlar. Sargılara sırayla elektrik enerjisi uygulandığında step motor adım adım döner. Step motorun hızı sargılara uygulanan elektrik enerjisinin frekansı değiştirilerek kontrol edilir. Step motorların step açıları $0,9^\circ$, $1,8^\circ$, $7,5^\circ$, 18° , 45° , 90° gibi farklı olabilir. Günümüzde $1,8^\circ$ step açısına sahip step motorlar yaygın olarak kullanılır. Örneğin $1,8^\circ$ lik step açısına sahip bir step motorun tam bir turu tamamlayabilmesi için 200 adım dönmesi gerekir ($1,8^\circ \times 200 = 360^\circ$). Daha hassas adımların oluşabilmesi için rotor ve statorda küçük dişler vardır (Görsel 13.1). Bu dişlerin birbirine temas etmemesi gerekir. Step motorların step açıları küçüldükçe maliyetleri artar.

Görsel 13.2'de 4 fazlı (A, B, C, D) bir step motor görülmektedir. Fazlara elektrik enerjisi uygulandığında fazların etrafında elektromanyetik alan meydana gelir. +A fazının tam karşısında -A fazı bulunmaktadır. Örneğin +A fazı statora çekme kuvveti uygularken -A fazı statora itme kuvveti uygular. Bu sayede step motorun torku (çekiş gücü) iki katına çıkmış olur. A fazına elektrik enerjisi uygulandığında stator A fazına doğru hareketlenir. A fazının elektrik enerjisi kesilip D fazına elektrik enerjisi verildiğinde stator D fazına doğru hareketlenir. A fazına ve D fazına belirli oranlarda elektrik enerjisi verildiğinde ise step motorun adım sayısına da bağlı olarak stator, A fazı ve D fazı arasında istenilen yere konumlandırılabilir. Fazlara uygulanan elektrik enerjisi bir sürücü devresi ile kontrol edilir. Step motorları sürmek için farklı teknikler kullanılmaktadır.



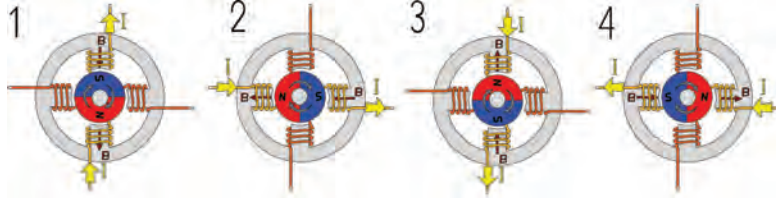
Görsel 13.2: Step motorun çalışma prensibi

13.1.3. Step (Adım) Motorların Çeşitleri

Farklı tasarımlara sahip birçok step motor vardır. Yapılarına göre başlıca step motorlar sabit mıknatıslı step motorlar, hibrit step motorlar ve değişken relüktanslı step motorlardır.

Sabit Mıknatıslı Step Motorlar (PM Tip Step Motorlar)

Bu tip step motorların rotoru sabit mıknatıstan oluşur ve dişli yapıda değildir. Görsel 13.3'te 4 fazlı sabit mıknatıslı step motorun yapısı görülmektedir. Statordaki sargılar motorun fazlarını oluşturur. Fazlara sırasıyla enerji verildiğinde step motor 90°lik adım açısıyla hareket eder. Adım açısını düşürmek için faz sayısını artırmak gerekir. Örneğin 8 fazlı sabit mıknatıslı bir step motorun adım açısı 45° olacaktır. Bu tip motorlarda faz sayısını yani stator diş sayısını artırmanın bir sınırı olduğundan çok küçük adım açılarına ulaşmak mümkün değildir. Bu dezavantaj değişken relüktanslı step motorların geliştirilmesi ile aşılmıştır.

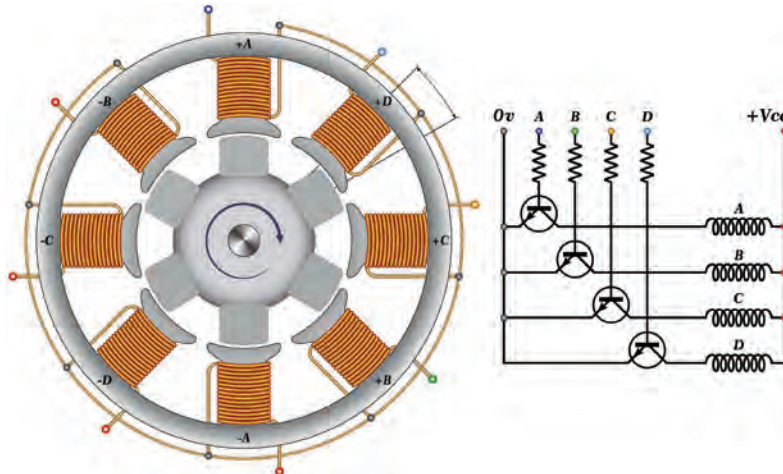


Görsel 13.3: 4 Fazlı sabit mıknatıslı step motorun yapısı ve çalışması

Değişken Relüktanslı Step Motorlar (VR Tip Step Motorlar)

Değişken relüktanslı step motorlar sabit mıknatıslı step motorlar gibi birden fazla kutbu olan motorlardır. Değişken relüktanslı step motorları sabit mıknatıslı step motorlardan ayıran en önemli özellik rotorunda sabit mıknatıs yerine mıknatıslanma özelliğine sahip malzeme olmasıdır. Ayrıca rotorları da dişli yapıdadır. Ayrıca rotorundaki diş sayısı ile statorundaki diş sayısı aynı değildir. Görsel 13.4'teki değişken relüktanslı step motorun rotorunda 6 diş, statorunda ise 8 diş bulunmaktadır. Rotordaki dişler ile statordaki dişlerin arasında hava boşluğu olmalıdır. Daha yüksek tork için bu hava boşluğunun mümkün olduğunca küçük olması gerekir. Gelişmiş step motorlarda bu hava aralığı 30 ila 100 μm 'dir.

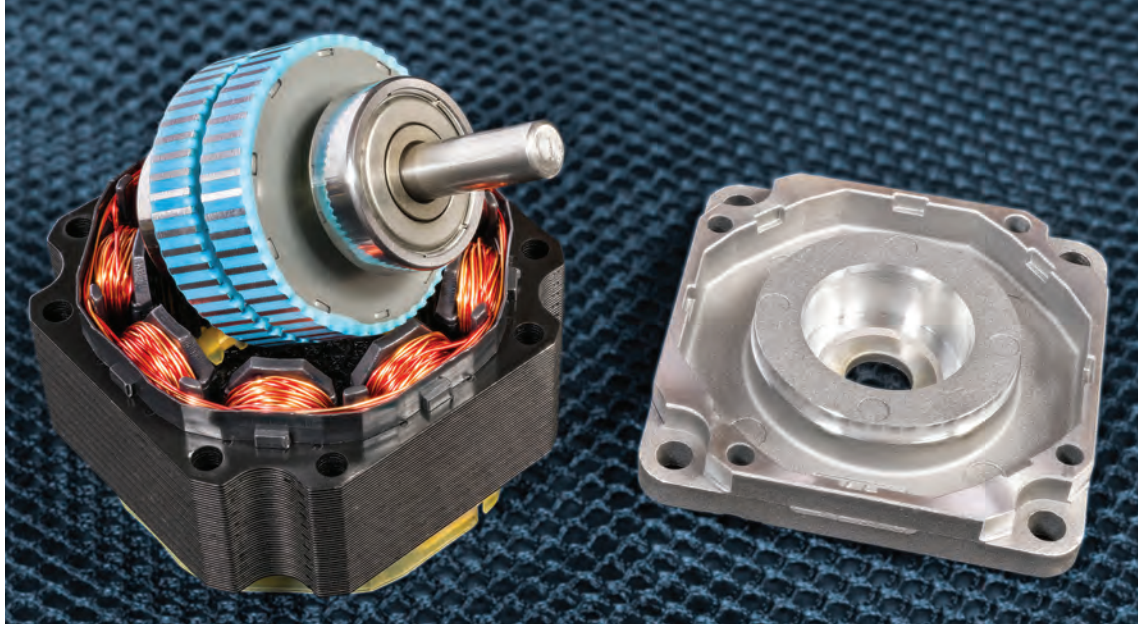
Statoruna DC akım verildiğinde kutuplar mıknatıslanır ve rotor dişlerini çekerek adım hareketi gerçekleşir. Değişken relüktanslı step motorların başlama hızı, durma hızı ve adımları sabit mıknatıslı step motorlara göre daha hızlıdır.



Görsel 13.4: Değişken relüktanslı step motorun yapısı

Hibrit Step Motorlar

Bu tip motorlara hibrit denmesinin sebebi, sabit mıknatıslı step motor ve değişken relüktanslı step motorların bir karışımı olmasıdır. Rotoru, sabit mıknatıslı step motor gibi sabit mıknatıs içerir. Statoru ise değişken relüktanslı step motorlar gibi dişli yapıdadır (Görsel 13.5). Hibrit step motorun rotorundaki sabit mıknatıstan dolayı her zaman kalıntı torku vardır. Hibrit step motorlar en yaygın kullanılan step motor çeşididir.

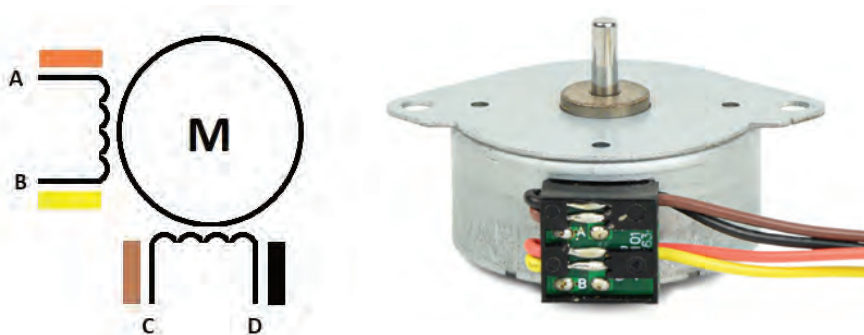


Görsel 13.5: Hibrit step motor

13.1.4. Step (Adım) Motorların Uçlarının Bulunması

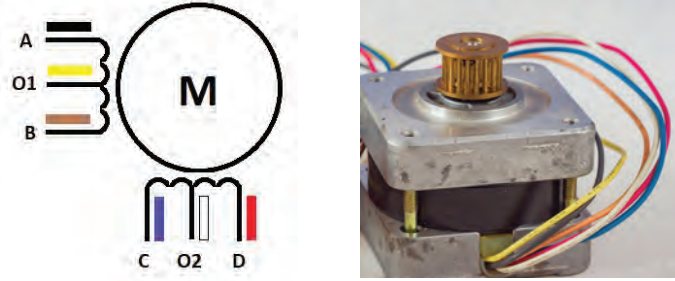
Step motorların uçları basit bir şekilde direnç ölçerek ya da motorun kataloğuna bakılarak bulunabilir.

Örneğin Görsel 13.6'daki 4 uçlu bipolar step motorun uçları ölçü aletinin direnç kademesini kullanılarak bulunur. Uçlar arasında rastgele direnç ölçümü yapılırsa sadece A-B ve C-D arasını ölçüldüğünde değer okunabilir. Böylece hangi uçların birbiriyle bağlantılı olduğunu bulunur.



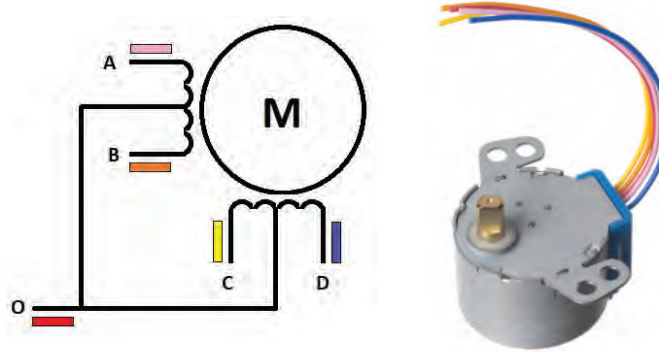
Görsel 13.6: 4 uçlu bipolar sargılı step motor

Görsel 13.7’de 6 uçlu unipolar step motor görülmektedir. Görüldüğü gibi A, O1 ve B uçları birbiriyle bağlantılıdır. Aynı şekilde C, O2 ve D uçları da birbiriyle bağlantılıdır. Uçlar arasındaki direnç değeri ölçü aletiyle ölçüldüğünde A-B arasındaki direnç değeri A-O1 ve O1-B arasındaki direnç değerlerinin 2 katı olmalıdır. C-D arasındaki direnç değeri ise C-O2 ve O2-D arasındaki direnç değerlerinin 2 katı olmalıdır.



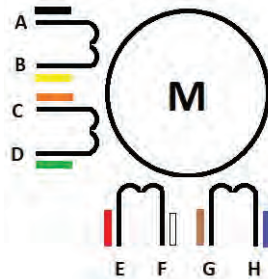
Görsel 13.7: 6 uçlu unipolar sargılı step motor

Bazı step motorların ortak uçları birleştirilip dışarıya tek kablo olarak çıkarılır. Bu step motorlar 5 uçludur (Görsel 13.8).



Görsel 13.8: 5 uçlu unipolar sargılı step motor

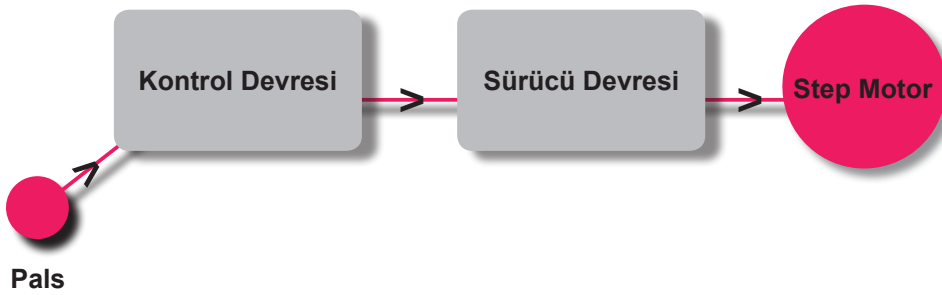
Bazı step motorlarda ortak uç kullanılmaz. Bütün sargı uçları ayrı ayrı dışarıya çıkarılır. Bu step motorlar 8 uçludur (Görsel 13.9).



Görsel 13.9: 8 uçlu unipolar sargılı step motor

13.1.5. Step Motorların Kontrolü ve Sürülmesi

Bir step motorun adım hareketini yapabilmesi için motor fazlarına uygulanacak darbelerin bir kontrol devresi tarafından üretilmesi gerekir. Kontrol devresi mikroişlemci, PLC, arduino veya lojik devre olabilir. Genellikle kontrol devresinin çıkışları step motoru çalıştırabilmek için yetersizdir. Bu yüzden kontrol devresi ile motor katı arasında kuvvetlendirici bir sürücü devresi bulunmalıdır (Görsel 13.10). Örneğin lojik devre elemanları ile yapılmış bir kontrol devresinden 5 V ve 18 mA'lık çıkışlar alınabilmektedir. Genellikle bir step motorun uyartım devresi 5 V ve 3 A istemektedir. Buradaki farkın giderilmesi için sürücü devresi kullanılmalıdır. Günümüzde step motorun özelliğine ve kullanılacak yere göre üretilmiş kontrol devresini de içeren sürücü kartları bulunmaktadır.



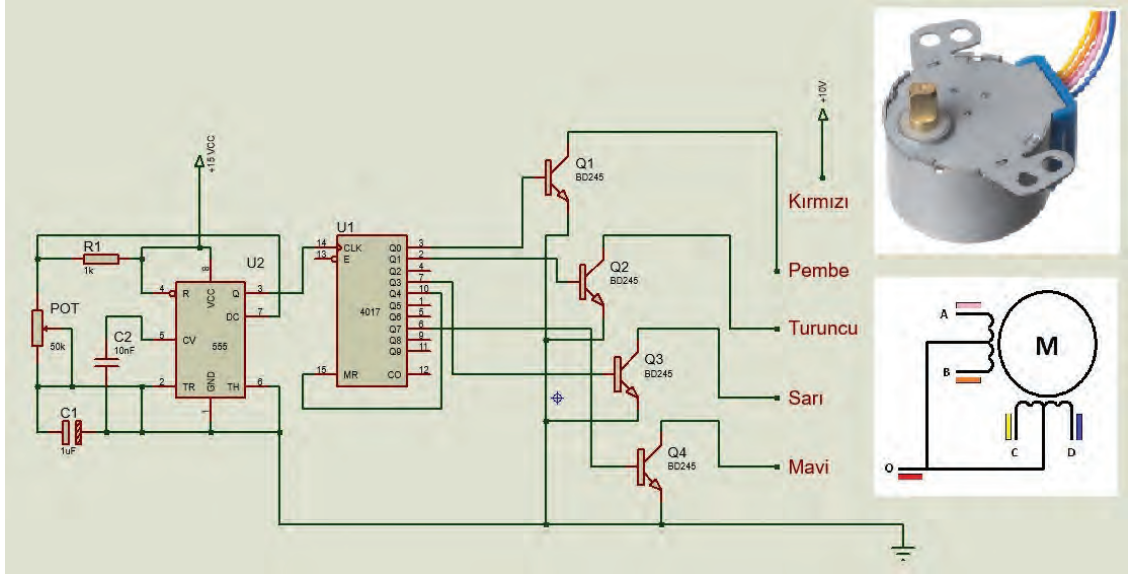
Görsel 13.10: Step motor sürücü ve kontrol devresi blok diyagram

13.1.6. Step Motor Sürücü Bağlantıları

Step motorun adım hareketini yapabilmesi için sürücü devresine ihtiyacı vardır. Sürücü devresi transistörlü bir devreden veya bir entegreden oluşabilir. Örneğin ULN2003 entegresi step motoru sürebilmek için özel olarak üretilmiş bir entegredir. Piyasada çok farklı türlerde step motor sürücü devreleri bulunabilir. Step motorun adım sayısını, adım hızını ve hareket yönünü kontrol edebilmek için ise bir kontrol devresine ihtiyaç vardır. Kontrol devresi mikrodeneleyici, arduino veya bir entegreden oluşabilir. Piyasada çok farklı türlerde step motor kontrol devresi bulunabilir.

4017 Sayıcı Entegresi ve 555 Osilatör Entegresi İle Kontrol Edilen Sürücü Devresi Bağlantıları

Görsel 13.11'deki sürücü devresinde 5 uçlu bir unipolar step motor kullanılmıştır. Devrede 555 entegresi ile yapılmış bir osilatör bulunmaktadır. Bu osilatör devresinden gelen her pals sinyali ile 4017 sayıcı entegresinin çıkışları sırayla güç katındaki transistörleri tetikler. Tetiklenen her transistör kendisine bağlı olan motor sargısından akım geçmesini sağlar. Bu sayede step motor tek yönlü olarak adım hareketini yapar. Pals sinyalinin frekansı devredeki potansiyometre ile değiştirilebilir. Dolayısıyla step motorun dönüş hızını da değiştirmiş olur.

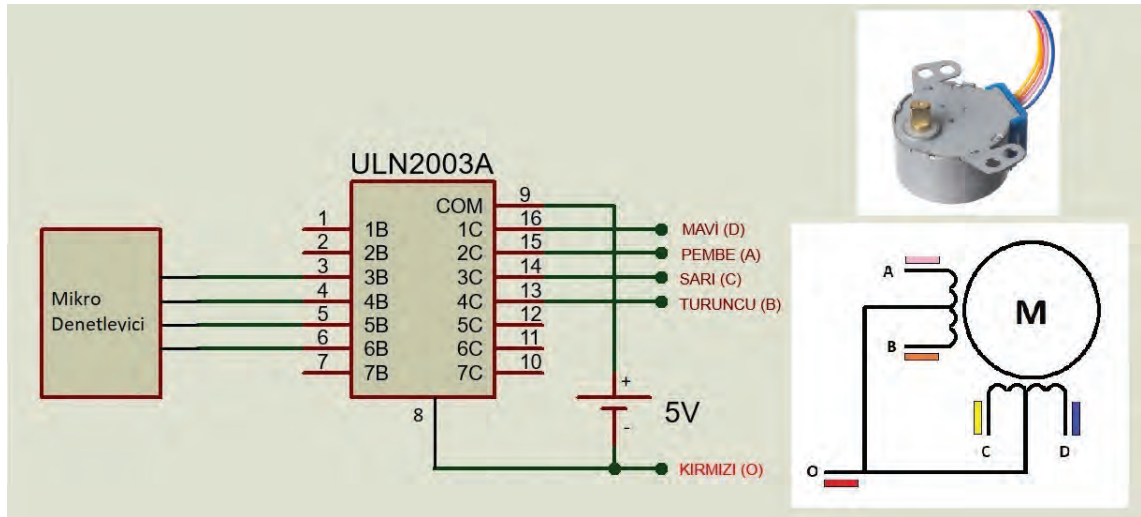


Görsel 13.11: 4017 sayıcı entegresi ve 555 osilatör entegresi ile kontrol edilen sürücü devresi

Mikrodenetleyici İle Kontrol Edilen Sürücü Devresi Bağlantıları

Step motorların kontrolü mikrodenetleyicilerle yapılabilir. Step motora adım hareketini yap-
tıracak faz işaretleri mikrodenetleyici tarafından üretilir. Bu faz işaretlerinin sırası, sayısı, hızı ve
yönü mikrodenetleyicilerle kontrol edilir.

Görsel 13.12'deki sürücü devresinde ULN2003 sürücü entegresi ve 5 uçlu unipolar step motor
kullanılmıştır. Mikrodenetleyici tarafından gönderilen faz kontrol sinyalleri ULN2003 sürücü en-
tegresi üzerinden motora iletilir ve step motor istenilen şekilde adım hareketini yapar. Mikrodenet-
leyiciye yüklenen program üzerinden step motorun adım hareketinin sayısı, hızı ve yönü kontrol
edilir.



Görsel 13.12: Mikrodenetleyici ile kontrol edilen sürücü devresi

Arduino İle Kontrol Edilen Sürücü Devresi Bağlantıları

Arduino ile step motor kontrolü kolaylıkla yapılabilir. Görsel 13.13'te 5 uçlu unipolar step motorun arduino ile kontrol edildiği bir sürücü devresi görülmektedir. Devrede sürücü entegresi olarak ULN2003A kullanılmıştır. Arduino istenen şekilde kodlanarak step motorun hızı, yönü ve adım sayısı kontrol edilebilir. Aşağıdaki devrede step motorun uçlarına 300 milisaniye aralıklarla sırayla enerji verilmektedir ve step motor tek yönde dönmektedir. Arduinoya yüklenmesi gereken kod aşağıdaki gibidir:

```
int motorPin1 = 8;
int motorPin2 = 9;
int motorPin3 = 10;
int motorPin4 = 11;
void setup() {

    pinMode(motorPin1, OUTPUT);
    pinMode(motorPin2, OUTPUT);
    pinMode(motorPin3, OUTPUT);
    pinMode(motorPin4, OUTPUT);
}

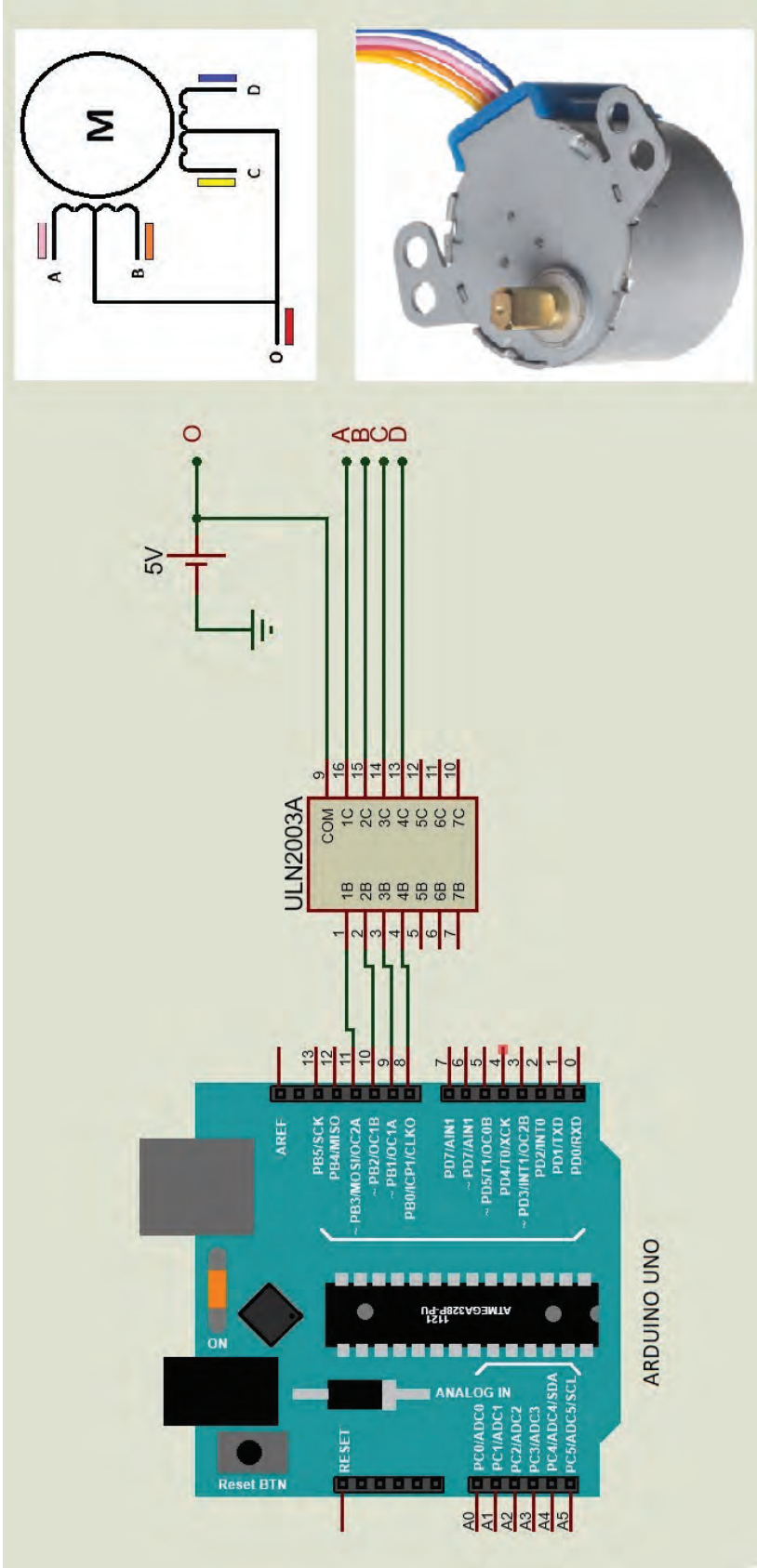
void loop() {

    digitalWrite(motorPin1, HIGH);
    digitalWrite(motorPin2, LOW);
    digitalWrite(motorPin3, LOW);
    digitalWrite(motorPin4, LOW);
    delay(300);

    digitalWrite(motorPin1, LOW);
    digitalWrite(motorPin2, HIGH);
    digitalWrite(motorPin3, LOW);
    digitalWrite(motorPin4, LOW);
    delay(300);

    digitalWrite(motorPin1, LOW);
    digitalWrite(motorPin2, LOW);
    digitalWrite(motorPin3, HIGH);
    digitalWrite(motorPin4, LOW);
    delay(300);

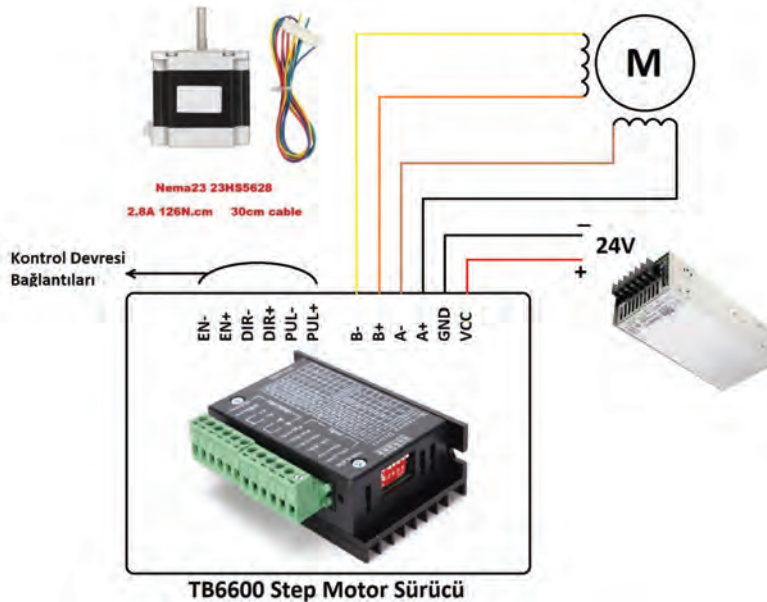
    digitalWrite(motorPin1, LOW);
    digitalWrite(motorPin2, LOW);
    digitalWrite(motorPin3, LOW);
    digitalWrite(motorPin4, HIGH);
    delay(300);
}
```



Görsel 13.13: Arduino ile kontrol edilen step motor sürücü devresi

STEP MOTOR İLE SÜRÜCÜ BAĞLANTILARININ YAPILMASI

AMAÇ: Step motor ile sürücü arasındaki bağlantıları yapmak.



Görsel 13.14: Step motor sürücü bağlantı şeması

Tablo 13.1: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
Step motor	23HS5628 Nema 23	1 adet
Step motor sürücü	TB6600	1 adet
DC Güç kaynağı	24 V	1 adet
Multimetre	Dijital	1 adet
Tornavida	Yıldız, düz	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz. Cihaz ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
4. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
5. Çalışmanıza uygun özellikteki ölçü ve el aletlerini alınız (Tablo 13.1).
6. Multimetre yardımıyla step motorun aynı bobine bağlı uçlarını tespit ediniz.
7. Step motorun kablolarını görsel 13.14'teki şemaya uygun olacak şekilde TB6600 step motor sürücü kartına bağlayınız.
8. Step motor sürücü kartının DC güç kaynağı ile bağlantısını görsel 13.14'teki şemaya göre yapınız.
9. Öğretmeninizle bağlantıların doğruluğunu kontrol ediniz.
10. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.



Değerlendirme: Yapacağınız “Step Motor İle Sürücü Bağlantılarının Yapılması” uygulaması 13.1. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

13.1. STEP MOTOR İLE SÜRÜCÜ BAĞLANTILARININ YAPILMASI UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “13.1. Step Motor İle Sürücü Bağlantılarının Yapılması” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. **1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi**

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve prosedürleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki ölçü cihazı ve el aleti kullandı.					
4	Multimetreyi doğru konumda kullandı.					
5	Multimetre kullanarak step motorun uçlarını doğru şekilde tespit etti.					
6	Step motor ile sürücü kartı arasındaki bağlantıları doğru şekilde yaptı.					
7	Sürücü kartı ile güç kaynağı arasındaki bağlantıları doğru şekilde yaptı.					
8	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
9	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
10	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

13.2. SERVO MOTOR SÜRÜCÜ BAĞLANTILARI

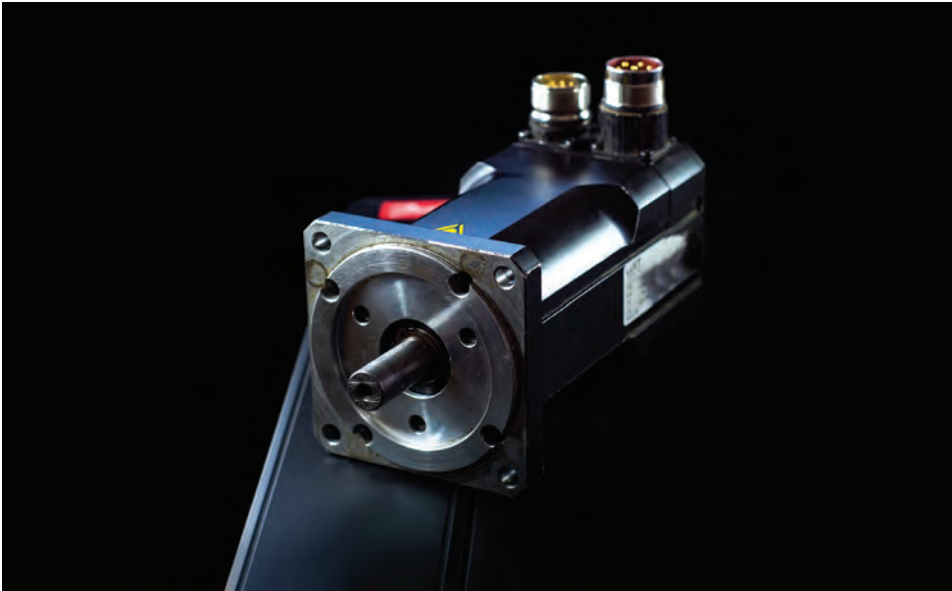
Günümüzde motor ve motor kontrol sistemlerinden beklenenler; daha geniş hız aralığı, dinamik kalkış ve duruş, iyi bir hız ve moment davranışı, hassasiyet ve yüksek verimliliklerdir. Geleneksel tip AC ve DC motorlar bu beklentilere kısmen cevap verebilmektedir. Servo motorlar ise bu beklentileri karşılamaktadır.

Servo motorları diğer motorlardan ayıran en önemli özellik içerisinde milin hız ve konum bilgisini algılayan bir enkoderin bulunmasıdır. Enkoder milin hızını ve konumunu kontrol devresine gönderir. Ayrıca servo motorlar çok hızlı bir şekilde hızlanır ve frenleyebilir.

Servo motorlar açısal konum, ivmelenme ve hız bakımından hassas kontrol sağlar. Görsel 13.15'te örnek bir servo motor görülmektedir.

Servo motorların güçleri birkaç wattan yüzlerce watta kadar çıkabilir. Bu motorlar diğer motorlara göre daha küçük çaplı ve daha uzundur. Bunun sebebi servo motorun atalet momentini düşürmektir. Atalet momenti motorun verimli bir şekilde dönmesini engelleyen bir etkidir. Servo motorlar güç değerleri aynı olan normal bir motora göre daha büyüktür.

Servo motorlar robotik sistemler, tıbbi cihazlar, savunma sanayi, takım tezgâhları ve otomatik kapılar gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılır.



Görsel 13.15: Servo motor

13.2.1. Servo Motorun Yapısı ve Çalışması

Servo motorlar genel olarak bir motor ve bir geri besleme ünitesinden oluşur. Geri besleme ünitesinde servo motorun konum ve hız bilgisini algılayan encoder bulunur (Görsel 13.17). Servo motorların en önemli özelliklerinden biri de çok hızlı bir şekilde ivmelenmeleri ve frenleyebilmeleridir. Normal motorlarda ivmelenme ve frenleme saniyelerle ifade edilirken bu süre servo motorlarda milisaniyelerle ifade edilir. İvmelenme ve frenleme performansını artırabilmek için rotor çapları küçük ve boyları uzun olacak şekilde üretilir. Ayrıca rotorları hafif yapıdadır. Bu özellikleri servo motorların eylemsizlik momentini düşürür.

Servo motorların üzerinde güç konnektörü ve enkoder konnektörü bulunur (Görsel 13.16). Motorun çalışması için gerekli olan enerji güç konnektöründen verilir. Motorun dönüş bilgilerinin sürücüye aktarılması ise enkoder konnektörü üzerinden yapılır.

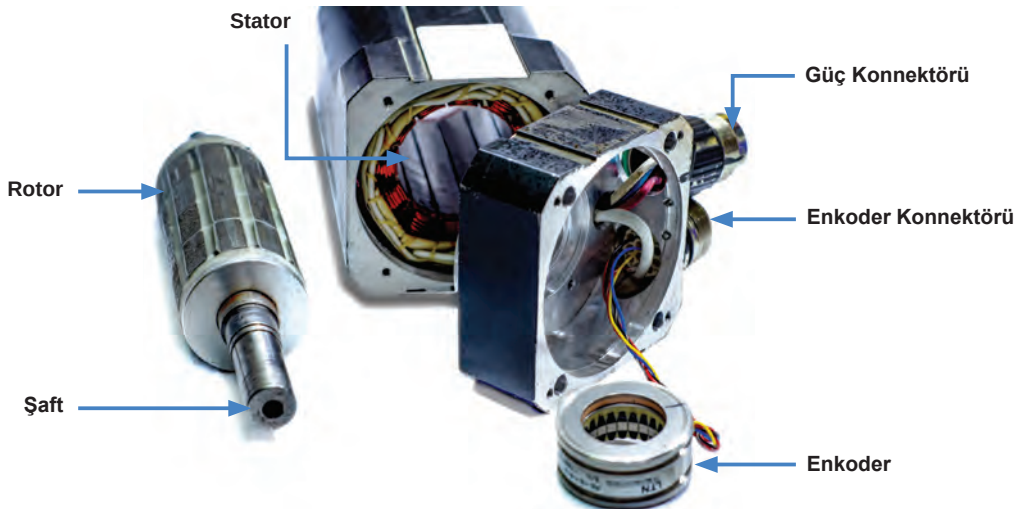
Servo motorların içerisinde ihtiyaca göre normal bir motor bulunur. Bu motor fırçalı DC motor, fırçasız DC motor, senkron motor veya bir asenkron motor olabilir.

Servo motor çalışabilmesi için gereken enerjiyi güç konnektöründen alır. Encoder konnektörü ise kontrol devresi ile bağlantının yapıldığı yerdir (Görsel 13.16). Encoderden gelen konum ve hız bilgisi kontrol devresi tarafından işlenerek motor kontrol edilir.

Bazı servo motorlarda motor miline bağlı bir fan bulunur. Bu fanın görevi motoru soğutmaktır. Ancak motor yavaş döndüğünde fan soğutma işlevini yerine getiremez. Bu yüzden bazı servo motorlarda haricî bir fan kullanılır.

Servo motorların avantajları aşağıdaki gibidir:

- Son derece hassas çalışır.
- Sessiz çalışır.
- Yüksek hız ve torka sahiptir.
- Encoder sayesinde konum ve hızları dijital sinyallere dönüştürülür.
- Verimleri yüksektir.
- Stabil çalışır.
- Boyutları küçüktür.
- Zorlu şartlarda çalışmaya uygundur.



Görsel 13.17: Servo motorun iç yapısı

13.2.2. Servo Motor Çeşitleri

Geleneksel AC ve DC motorlara geri besleme yapısı eklenerek servo sistemlerde kullanılabilir. Ancak bu motorlar servo sistemler için yeterince elverişli değildir. Servo sistemlerde özel olarak üretilmiş servo motorlar kullanılır. Servo motorların fırçalı ve fırçasız olan tasarımları vardır. Fırçalı olan servo motorlar daha ucuzdur ve bu motorların kullanımı kolaydır. Fırçasız olan servo motorlar ise daha verimlidir ve daha sessiz çalışır. Görsel 13.18’de çeşitli servo motorlar görülmektedir.

Servo motorlar temel olarak AC servo motor ve DC servo motor olarak ikiye ayrılır.



Görsel 13.18: Servo motor çeşitleri

AC Servo Motor

Günümüzde AC servo motorlar düşük veya yüksek güç uygulamalarında kullanılmaktadır. AC servo motorların yapıları basittir. Fırça ve kolektörleri olmadığından arıza yapma ihtimalleri azdır ve bakımları kolaydır. Ancak moment-hız karakteristikleri DC servo motorlar kadar ideal değildir. Aynı boyutlarda AC servo motoru DC servo motor ile kıyaslırsak daha düşük momente sahiptir. Ayrıca verimleri düşüktür ve yüksek ısı yayılımına sahiptir.

Büyük güçlü servo motorlar genellikle iki ya da üç fazlı olarak üretilir. Bu motorların çalışma prensibi senkron ya da asenkron motorların çalışma prensibine çok benzemektedir.

AC servo motorlarda rotor devresinin direnci oldukça yüksek olacak şekilde imal edilir. AC servo motorlar hızları gerilimin genliği ile oynanarak değiştirilse de sabit hızlı motorlardır.

AC servo motorların 208/240 V, 460/480 V ve 575/600 V gerilim aralıklarında çalışan çeşitleri vardır. Bu tip motorların su geçirilmeyen çeşitleri de üretilmektedir. Ayrıca radyasyona dayanıklı AC servo motorlar da üretilmektedir.

AC servo motorların kullanım alanları oldukça geniştir. Bu motorlar robotlar, radarlar, CNC makineleri, otomatik kaynak makineleri, paketleme makineleri, pres makineleri, tıbbi cihazlar ve bunun gibi birçok alanda kullanılır.

DC Servo Motor

DC motorlar temel olarak endüvi manyetik alanı ile endüktör manyetik alanının etkileşimi sayesinde dönme hareketini yapar. Geleneksel DC motorların kutupları sargılı olarak üretilir. DC servo motorlarda ise kutuplar sabit mıknatıstan oluşur.

DC servo motorlar fırçasız DC servo motor ve fırçalı DC servo motor olarak ikiye ayrılır.

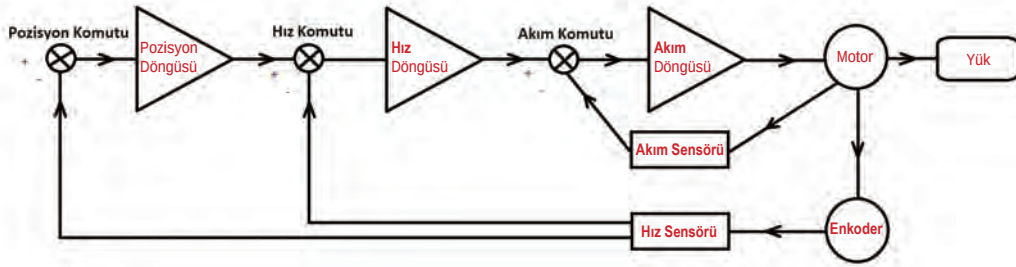
Fırçalı DC servo motorların endüvisine fırça kullanılarak enerji verilir ve manyetik alan oluşturulur. Sabit mıknatıs ve endüvi sargılarının manyetik alanlarının birbiriyle etkileşimi sonucunda endüvide dönme hareketi meydana gelir. Bu motorlarda fırçalar sürtünmeden dolayı ısınır ve motorun ısısını yükseltir. Aşınmadan dolayı fırçaların zamanla değiştirilmesi gerekir. Ayrıca fırçalarda ark oluşabilir.

Fırçasız DC servo motorun yapısında ise fırça bulunmaz. Günümüzde fırçasız DC servo motorlar fırçalı DC servo motorlara göre daha fazla kullanılmaktadır. Fırçaların sürtünmesinden dolayı oluşan ısı ve ark bu motorlarda oluşmaz. Ayrıca fırçaların aşınmasından dolayı oluşan bakım ihtiyacı bu motorlarda olmaz. Fırçasız DC motorlarda gerilim gövdeye bağlı endüviye uygulanır. Dönen kısım ise sabit mıknatıstan oluşan kutuplardır.

13.2.3. Servo Motor Sürücü Bağlantıları

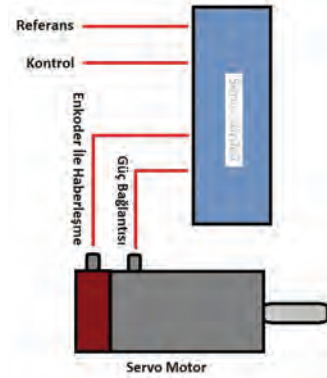
Servo Sürücüler

Servo sürücü motor, aktarma organı ve yükten oluşan servo sistemin kontrolünü sağlayan elektronik güç devresidir. Servo sürücüler sayesinde konum, hız, ivme gibi parametrelerin kontrolü sağlanır. Servo sistemlerde tork kontrolü çok önemlidir. Basit bir sürücüde torku kontrol etmek için tek bir servo devre olabilir. Daha gelişmiş servo sürücülerde hız devresi ve konum devresi bulunur. Tam bir servo sürücü devresinde ise tork, hız ve konum devrelerinin hepsi bulunur (Görsel 13.19). Servo motorun birçok sürücü çeşidi vardır. Kullanılacak motora uygun sürücü seçilmelidir. Servo sürücüler DC servo sürücü ve AC servo sürücü olmak üzere iki çeşittir.



Görsel 13.19: Servo motor sürücü sistemi

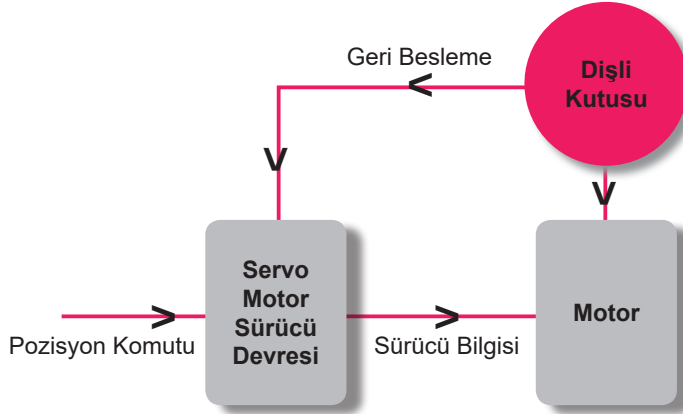
Servo motor ile sürücü arasında iki bağlantı bulunur (Görsel 13.20). Servo motor üzerindeki güç konnektörü ve geri besleme elemanından gelen bilginin aktarıldığı konnektör ile servo sürücü arasında bağlantı vardır. Servo motor çalışması için gereken enerjiyi güç konnektörü üzerinden alır. Güç konnektörü içerisinde 3 faz ve 1 nötr olmak üzere 4 adet pin vardır. Pozisyon ve hız gibi bilgiler ise enkoder konnektörü üzerinden sürücüye aktarılır. Enkoder ile sürücü arasındaki bağlantı RS-232 veya RS-485 bağlantı kabloları ile yapılabilir.



Görsel 13.20: Servo motor ve sürücü bağlantıları

DC Servo Sürücüler

DC servo sürücüler darbe genlik modülasyonu (PWM) ile çalışır. Yani DC servo motorun hızı gerilim değiştirilerek kontrol edilir. Geri besleme elemanından alınan bilgiyle motorun hızı tespit edilir ve çıkış geriliminin artırılıp azaltılması ile hız değiştirilir. Bu sürücüler genellikle analog ya da dijital sürücülerdir. Geri besleme olarak tako jeneratör, hall sensör veya artırımlı enkoder kullanılır. Bu sürücülerin fiyatı uygun kullanımı ise kolaydır. Ancak dinamik performansları düşüktür. Görsel 13.21'de DC servo motor sürücüsünün çalışma prensibini gösteren blok diyagramı görülmektedir.



Görsel 13.21: Çalışma prensibini gösteren blok diyagramı

AC Servo Sürücüler

Sinüzoidal darbe genlik modülasyonu ile çalışır. Analog ya da dijital yapıda sürücülerdir. Geri besleme olarak hall sensör, çözümleyici artırımlı enkoder veya mutlak enkoder kullanılır. Bu sürücüler kullanmak basit değildir ve bilgi gerektirir. DC servo sürücülere göre daha pahalıdır ancak dinamik performansları yüksektir. Günümüzde pek çok farklı modelde ve çeşitte AC servo sürücüler üretilmektedir. Bu farklı sürücülerin farklı özellikleri olabilir ancak temel olarak çalışma prensipleri aynıdır. Görsel 13.22'de örnek bir AC motor sürücü görülmektedir.

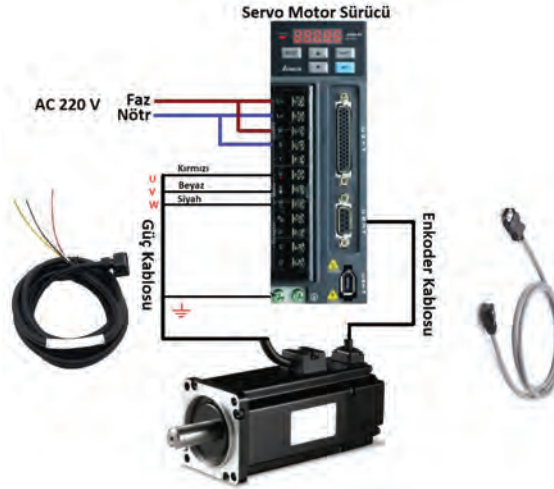


Görsel 13.22: AC servo motor sürücü

13.2. Uygulama

SERVO MOTOR İLE SÜRÜCÜ BAĞLANTILARININ YAPILMASI

AMAÇ: Servo motor ile sürücü arasındaki bağlantıları yapmak.



Görsel 13.23: Servo motor sürücü bağlantı şeması

Tablo 13.2: Malzeme Listesi

Adı	Özelliği	Miktar
AC servo motor	ECMA-C20604RS	1 adet
Servo motor sürücü	ASDA-B2	1 adet
AC güç kaynağı	220 V	1 adet
Tornavida	Yıldız, düz	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve prosedürleri okuyunuz.
2. İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Cihaz ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Çalışmanıza uygun özellikteki ölçü ve el aletlerini alınız (Tablo 13.2).
9. Servo motorun enkoder kablosunu CN2 konnektörüne bağlayınız.
10. Servo motorun güç kablosunu görsel 13.23'teki şemaya uygun şekilde bağlayınız.
11. AC 220 voltluk güç kaynağından gelen fazı L1C girişine, nötrü ise L2C girişine bağlayınız.
12. AC 220 voltluk güç kaynağından gelen fazı R girişine, nötrü ise S girişine bağlayınız.
13. Öğretmeninizle bağlantıların doğruluğunu kontrol ediniz.
14. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.



Değerlendirme: Yapacağınız “Servo Motor İle Sürücü Bağlantılarının Yapılması” uygulaması 13.2. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

13.2. SERVO MOTOR İLE SÜRÜCÜ BAĞLANTILARININ UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “13.2. Servo Motor İle Sürücü Bağlantılarının Yapılması” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. **1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi**

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve prosedürleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki ölçü cihazı veya el aleti kullandı.					
4	Servo motorun enkoder kablosunu CN2 konnektörüne bağladı.					
5	Servo motorun güç kablosunun U-V-W uçlarını sürücüye bağladı.					
6	Servo motorun güç kablosunun toprak ucunu sürücüye bağladı.					
7	AC 220 voltluk güç kaynağının faz ve nötrünü L1C ve L2C girişlerine bağladı.					
8	AC 220 voltluk güç kaynağının faz ve nötrünü R ve S girişlerine bağladı.					
9	Verilen sürede çalışmasını bitirdi.					
10	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
11	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = [(Ölçek Puanı X 100) / Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı]

A) Ağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (....) Step motorlar açısal konumunu adımlar hâlinde değiştirir.
2. (....) Step motorun hareketli parçasına stator denir.
3. (....) Servo motorun içerisinde konum bilgisini algılayan enkoder bulunur.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadeyi yazınız.

4. İvmelenme ve frenleme performansını artırabilmek için rotor çapları küçük ve boyları uzun olacak şekilde üretilen motorlara denir.
5. Rotoru sabit mıknatıstan oluşan ve dişli yapıda olmayan step motora step motor denir.
6. Sabit mıknatıslı step motor ve değişken relüktanslı step motorun bir karışımı olan step motor çeşidine denir.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

7. Aşağıdakilerden hangisi servo motorun özelliklerinden değildir?

- A) Çok hassas çalışır.
- B) Sessiz çalışır.
- C) Stabil çalışır.
- D) Verimleri düşüktür.
- E) Yüksek hız ve torka sahiptir.

8. Aşağıdakilerden hangisi step motorun bir parçası değildir?

- A) Enkoder
- B) Rotor
- C) Stator
- D) Gövde
- E) Mil

9. Servo sürücülerin özellikleri ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) DC servo sürücünün kullanımı basittir.
- B) AC servo sürücülerin dinamik performansı yüksektir.
- C) DC servo sürücünün yapısı basittir.
- D) AC servo sürücüler DC servo sürücülere göre daha pahalıdır.
- E) AC servo sürücülerin kullanımı çok basittir.

10. Aşağıda verilen sargı tekniklerinden hangilerinde bobinler eşit büyüklükte hazırlanabilir?

- A) Rotor çapları çok büyüktür.
- B) Rotor boyları kısadır.
- C) Rotorları hafiftir.
- D) Yapısında enkoder bulunmaz.
- E) Fiyatları çok ucuzdur.



14.

Öğrenme
Birimi

SERVO MOTORUN MEKANİK BAKIMI

KONULAR

- 14.1. SERVO MOTOR SÖKÜMÜ
- 14.2. SERVO MOTOR BAKIM ONARIMI

TEMEL KAVRAMLAR

bakım ve onarım, geri besleme, rulman, rotor, stator

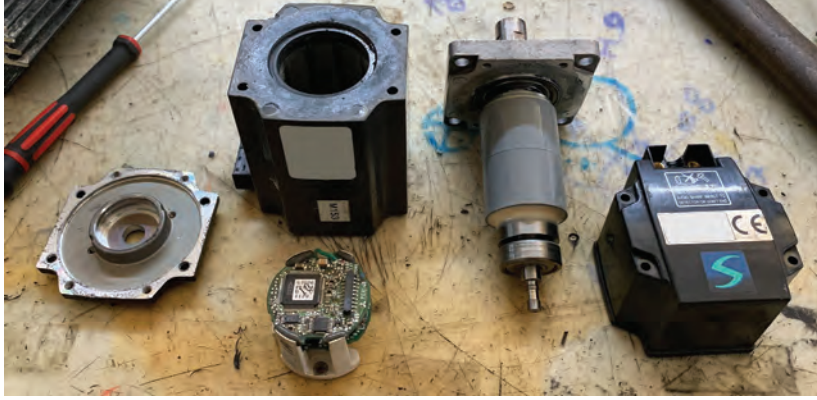
HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Servo motoru diğer motorlardan ayıran özellikler nelerdir? Araştırınız. Edindiğiniz bilgileri arkadaşlarınız ile paylaşınız.



14.1. SERVO MOTORUN SÖKÜLMESİ

Servo motorun sökülmesi işlemi genel olarak diğer motorlarla aynıdır. Ancak servo motorun yapısında diğer motorlardan farklı olarak geri besleme ünitesi vardır. Bazı servo motorlarda fren düzeneği ve soğutma düzeneği de vardır. Servo motoru sökmeye başlamadan önce vida ve diğer parçaların karışmaması ve kaybolmaması için bölmeli kutular kullanılmalıdır. Geri besleme elemanı sökülürken dikkatli olunması gerekir. Görsel 14.1'de sökülmüş bir servo motor görülmektedir.



Görsel 14.1: Sökülmüş servo motor

14.1.1. Servo Motorun Kapaklarının Sökülmesi

Servo motorun kapaklarının sökülmesine vidalar sökülerek başlanır. Servo motorun cinsine göre vida sayıları ve vida yerleri değişiklik gösterir. Öncelikle servo motorun arkasındaki enkoder kapağı sökülür ve enkoderin durumu gözlemlenir (Görsel 14.2). Görsel 14.3'te görüldüğü gibi enkoder sökülür.



Görsel 14.2
Servo motorun
enkoder kapağının
sökülmesi



Görsel 14.3
Enkoderin sökülmesi

Enkoderi söktükten sonra arka kapak vidaları sökölerek arka kapak ile gövde birbirinden ayrılır (Görsel 14.4). Ön kapağın vidaları da aynı şekilde sökölerek rotor gövdeden ayrılır (Görsel 13.5).



Görsel 14.4: Ön ve arka kapağın sökölmesi



Görsel 14.5: Rotorun çıkarılması

14.1.2. Servo Motorun Rulmanlarının Sökölmesi ve Rulmanların Kontrolü

Servo motorlarda rulman arızasına sık rastlanır. Arızalı rulman gürültülü çalışır. Arızalı rulmanın değiştirilmesi gerekir. Genel olarak bilyeli rulmanlar tercih edilir. Rulman bakımı düzenli yapılmaz ise ya da rulman arızası onarılmaz ise motor mili sıkışabilir ve motora zarar verir. Ayrıca rotorun motor iç yüzeyine sürtmesine sebep olabilir. Bu durumda rotor arızası da meydana gelebilir. Servo motor rulmanının sökölme işlemi diğer elektrik motorlarında olduğu gibi yapılabilir. Farklı olarak çekirme ile ya da hidrolik sistemler ile rulman sökölülebilir. Isı uygulayarak sökme işlemi ise bir diğer rulman sökme yöntemidir. Rulman testi yapılırken gürültü dinleme cihazları ile olası gürültü tespit edilir. Sıcaklık ölçüm cihazları ile rulmanın sıcaklığı kontrol edilir. Ayrıca titreşim ölçüm aletleri ile rulmanın titreşimleri kontrol edilir. Görsel 14.6'da servo motora ait bir rulman görölmektedir.



Görsel 14.6
Servo motor rulmanı

14.1.3. DC Servo Motor Stator Gövdesi ile Sargıların Kontrol edilmesi

Rotorun statora sürtünmesi sonucunda stator gövdesi ve sargılar zarar görebilir. Farklı sebeplerle stator sargılarının yanma olasılığı da vardır. Avometre ile stator sargıları kontrol edilebilir. Fırçalı DC servo motorlarda fırça ve kollektörler en fazla arıza yapan parçalardır. Fırça ve kollektörlerin bakımlarının düzenli bir şekilde yapılması gerekir. Fırçasız DC servo motorlar bu bakım ihtiyacının ortadan kaldırılması için üretilmişlerdir. Fırçasız DC servo motorlarda rotor, özel bileşimden yapılmış sabit mıknatıslıdır. Fırçasız DC servo motorlarda şaftın konumunun belirlenmesi için foto sensörler ya da alan etkili sensörler kullanılır. Bu sensörler zamanla arıza yapabilir ve sensörlerin tamiri pek mümkün değildir. Genellikle yenisi ile değiştirilmesi gerekir.

14.1.4. AC Servo Motor Stator Gövdesi ile Sargıların Kontrol Edilmesi

AC servo motorlar iki faz ve üç fazlı olmak üzere iki çeşittir. AC servo motorların rotorları sabit mıknatıstan meydana gelir.

İki fazlı AC servo motor temel olarak iki fazlı sincap kafesli asenkron motordur. Bu motorların stator sargıları yüksek dirençlidir. İki fazlı AC servo motorların statorları referans sargısı ve kontrol sargısından oluşur. Üç fazlı AC servo motorlar temel olarak senkron motor ve üç fazlı asenkron motora benzer. Sargılarının kontrolü de bu motorlarda olduğu gibi Avometre ile yapılabilir. Üç fazlı AC servo motorlarda üçgen ve yıldız bağlantı yapılır. Bu bağlantı direk sargı içerisinde yapılır.

14.1.5. Servo Motorun Rotorunun Kontrolü

Servo motorun içerisindeki ya da etrafındaki tozlar çeşitli sorunlara yol açabilir. Rotoru yapışmış tozlar ya da cisimler denge problemlerine yol açabilir. Ayrıca bu tozlar hava sirkülasyonunu etkileyeceği için motorda ısınma sorunlarına yol açabilir. Mıknatıstan oluşan rotorlarda mıknatısın kırılma ihtimali de vardır. Bu durumda motor mili kilitlenebilir ve dönmeyebilir. Görsel 14.7'de örnek bir servo motor rotoru görülmektedir. Sökülen rotorun tozlu, kırık, ezik vb. olma durumları kontrol edilmelidir.



Görsel 14.7
Servo motor rotoru

Notlar

• _____

• _____

!

☐ _____

☐ _____

☐ _____

☐ _____

☐ _____

☐ _____

☐ _____

☐ _____

☐ _____

☐ _____

☐ _____

☐ _____

14.1. Uygulama

SERVO MOTORUN SÖKÜLMESİ

AMAÇ: Servo motoru sökmek.



Görsel 14.8: Sökülmüş servo motor

Tablo 14.1: Malzeme Listesi

Adı	Özellği	Miktar
AC servo motor	ECMA-C20604RS	1 adet
Çektirme		-
El aletleri	Yıldız tornavida, düz tornavida, pense, segman pensesi, çekiç	1 adet



İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve prosedürleri okuyunuz.
2. Arkadaşlarınızla birlikte iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız.
3. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
4. Cihaz ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
5. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
7. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
8. Çalışmanıza uygun özellikteki el aletlerini alınız (Tablo 14.1).
9. Servo motorun arka kapağını kapağın vidalarını sökerek çıkarınız.
10. Servo motorun içerisindeki enkoderi sökünüz.
11. Enkoderi söktükten sonra altındaki vidaları sökünüz.
12. Enkoderin altındaki kapağı sökünüz.
13. Servo motorun ön kapağını kapağın vidalarını sökerek çıkarınız.
14. Rotoru çektirme yardımıyla görsel 14.8'de olduğu gibi servo motorun içerisinden çıkarınız.
15. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.



Değerlendirme: Yapacağınız “Servo Motorun Sökülmesi” uygulaması 14.1. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

14.1. SERVO MOTORUN SÖKÜLMESİ UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “14.1. Servo Motorun Sökülmesi” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. **1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi**

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve prosedürleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki ölçü cihazı ve el aleti kullandı.					
4	Servo motorun arka kapağını doğru şekilde söktü.					
5	Enkoderi doğru şekilde söktü.					
6	Servo motorun vidalarının kaybolmaması için gereken önlemi aldı.					
7	Servo motorun ön kapağını doğru şekilde söktü.					
8	Çektirme yardımıyla rotoru servo motorun içerisinden doğru şekilde çıkardı.					
9	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
10	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = $[(\text{Ölçek Puanı} \times 100) / \text{Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı}]$

14.2. SERVO MOTORUN BAKIM VE ONARIMI

Servo motorların yapısı geleneksel motorlara benzediği için arızaları da genellikle geleneksel motorların arızalarına benzerdir. Hassas konumlama ihtiyacından dolayı bu tip motorların sağlık durumlarının sık sık kontrol edilmesi gerekir. Servo motorlarda en sık karşılaşılan arızalar ısınma, aşırı akım çekme, kirlenme ve titreşim sorunudur. Bu arızalar motorun çalışmamasına ya da sorunlu çalışmasına yol açar. Ayrıca bu sorunlar motorun ömrünü azaltır.

Servo motorların parçalarında oluşabilecek arızalar ve muhtemel çözümleri aşağıda verilmiştir.

Rulman (Yatak) Arızaları: Motorlarda yük aktarımı sağlayan parça rulmandır. Düzenli olarak vibrasyon kontrollerinin yapılması gerekir. Üretici firmanın belirlediği periyotlarda kontrol edilmeli ve zamanı geldiğinde değiştirilmelidir. Kirden yağdan ve darbelerden korunmalıdır. Kir ve yağın içeri girmemesi için izolasyon malzemesi de belirli periyotlarda kontrol edilmeli ve gerektiğinde değiştirilmelidir.

Fren Arızaları: Çevresel faktörler ve duruş kalkış esnasındaki sürtünmelerden dolayı fren aşınabilir. Pozisyonlamada hatalar meydana geliyor ise fren arızası kontrol edilmelidir.

Sargı Arızaları: Sargılarda yaygın olarak problemlerle karşılaşılır. Güç dengesizliği, izolasyon yetersizliği, hatalı onarım ve kalitesiz malzeme kullanımı sargı arızalarına yol açabilir. Bakım esnasında ya da onarım sonrasında sargıların akım ve direnç kontrollerinin yapılması gerekir.

Kirlenme: Dışarıdan girebilecek yağ, kir ve toz gibi maddeler motor parçalarına zarar verebilir. Örneğin enkoder arızalarının bazıları enkoderin kirlenmesinden dolayı oluşur. Bu sebepten motor sık sık temizlenmelidir.

Mıknatıslanma Arızası: Aşırı yüklenmeden dolayı servo motordaki mıknatıslar manyetiklenme özelliğini kaybedebilir. Motorun yüke uygunluğu kontrol edilmelidir.

Elektrostatik Arızası: Statik enerji elektronik malzemelere zarar verebilir. Montaj ve demontaj esnasında gövde topraklamasının yapıldığı kontrol edilmelidir. Özellikle sürücü ve geri besleme ünitesinde bu sorunla karşılaşılabilir.

Elektronik Malzeme Arızası: Elektronik malzemelerin ömrü çevresel koşullara da bağlı olarak bitmiş olabilir. Enkoder ve resolver gibi ünitelerin sağlığı belirli periyotlarla kontrol edilmelidir.

Aşırı Isınma: Aşırı yüklenmeden ya da yetersiz havalandırmadan dolayı aşırı ısınma meydana gelebilir. Aşırı ısınma motorun mekanik parçalarına ya da elektronik aksamına zarar verebilir. Bu durumda soğutma sistemi kontrol edilmelidir.

Gürültü: Servo motorlarda normalin dışında bir gürültü var ise elektriksel bir problem olup olmadığı kontrol edilmelidir. Gürültünün sebebi rulmanlar olabilir ve bu durumda rulmanların kontrol edilmesi gerekir.

Koku Yayılması: Servo motordan koku geliyor ise aşırı ısınma meydana gelmiş olabilir. Havalandırma ve soğutma sistemleri kontrol edilmelidir. Kokunun sebebi rulmanlar olabilir. Bu durumda rulmanlar kontrol edilir, gerekiyorsa rulmanlar değiştirilir.

Genellikle servo motorların kılavuzlarında hatalar belirtilmiştir. Servo motor sürücüsü olağan dışı bir durum olduğunda hata kodu üretir. Bu durumda kılavuzlara bakılmalıdır. Motor kılavuzunda tavsiye edilen bakım ve değişim sürelerine uyulmalıdır.

Servo motorda arıza durumu oluştuğunda aşağıdaki adımlara göre onarım yapılmalıdır.

- Fiziksel ve görsel kontroller yapılmalıdır.
- Motorun gövdesinde kırılma çatlama gibi fiziksel bir hasar olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Bağlantı soketlerinde herhangi bir arıza olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Servo motor, dinamik testlere tabi tutulmalı ve mekanik/manyetik kayıpların varlığı kontrol edilmelidir.
- Elektriksel testler yapılmalıdır.
- Rotor ve stator kontrolleri yapılmalıdır.
- Rulman kontrolü yapılmalıdır.
- Motorun içerisindeki fiziksel hasarlar kontrol edilmelidir.
- Motorun içeri temizlenmelidir.
- Gövde geri toplandıktan sonra gerekli kalibrasyon ayarları yapılmalıdır.
- Servo motor toplandıktan sonra gerekli elektriksel testlerden geçirilmelidir.
- Motorun dış temizliği yapılmalıdır.

14.2.1. Servo Motorun Güç ve Sinyal Soketlerinin Bakım ve Onarımı

Genellikle güç soketinin bağlantı yerlerinde arızalar oluşur. Soket bağlantısının gevşek olması sonucu oluşan arklar yanmalara sebep olur. Sinyal soketinde ise arıza olma olasılığı yüksek değildir. Sinyal soketinde oluşan arızalar genellikle soketin takılıp çıkarılması esnasında pinlerin eğilmesi ya da kırılması şeklindedir. Bazı durumlarda ise güç ve sinyal soketlerinin gevşek olmasından dolayı motorun çalışma esnasında soketler yerinden çıkabilir. Arızanın durumuna göre bu soketler onarılmalı ya da yenisi ile değiştirilmelidir. Görsel 14.9'da servo motorun güç ve sinyal soketleri görülmektedir.



Görsel 14.9: Servo motorun güç ve sinyal soketleri

14.2.2. Servo Motorun Onarım Sonrası Testleri

Bakımı ya da onarımı yapılan servo motor son aşama olarak testlere sokulmalıdır. Bu testler manyetik, elektriksel ve dinamik yük testleridir. Motorun etiket değerine uygun tork ve moment gücüne sahip olup olmadığı test edilir. Yapılan testler sonucunda olumsuz bir durum ile karşılaşılmaz ise servo motorun bakım ya da onarım işlemi sonlandırılır.

14.2. Uygulama

ARIZALI RULMANIN DEĞİŞİMİ

AMAÇ: Arızalı rulmanı değiştirmek.



Görsel 14.10: Servo motor rulmanı

Tablo 14.2: Malzeme Listesi

Adı	Özellği	Miktar
AC servo motor	ECMA-C20604RS	1 adet
Çektirme		-
Rulman		-
El aletleri	Yıldız tornavida, düz tornavida, pense, segman pensesi, çekiç	1 adet



İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve prosedürleri okuyunuz.
2. Arkadaşlarınızla birlikte iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
3. Cihaz ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
4. Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uygulayınız.
5. Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini uygulayınız.
6. Çalışmanızı öğretmeninizin belirlediği sürede bitirmeyi hedefleyiniz.
7. Çalışmanıza uygun özellikteki el aletlerini alınız (Tablo 14.2).
8. Servo motorun arka kapağını vidalarını sökerek çıkarınız.
9. Servo motorun içerisindeki enkoderi sökünüz.
10. Enkoderi söktükten sonra altındaki vidaları sökünüz.
11. Enkoderin altındaki kapağı sökünüz.
12. Servo motorun ön kapağını vidalarını sökerek çıkarınız.
13. Rotoru çektirme yardımıyla servo motorun içerisinden çıkarınız.
14. Arızalı rulmanı rotor üzerinden sökünüz.
15. Yeni rulmanı görsel 14.10'da görüldüğü gibi monte ediniz.
16. Söküm işlemini geriye doğru uygulayarak motoru tekrar toplayınız.
17. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.



Değerlendirme: Yapacağınız “Arızalı Rulmanın Değişimi” uygulaması 14.2. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

14.2. ARIZALI RULMANIN DEĞİŞİMİ UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “14.2. Arızalı Rulmanın Değişimi” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır. **1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi**

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve prosedürleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki ölçü cihazı ve el aleti kullandı.					
4	Servo motorun arka kapağını doğru şekilde söktü.					
5	Enkoderi doğru şekilde söktü.					
6	Servo motorun vidalarının kaybolmaması için gereken önlemi aldı.					
7	Servo motorun ön kapağını doğru şekilde söktü.					
8	Çektirme yardımıyla rotoru servo motorun içerisinde doğru şekilde çıkardı.					
9	Arızalı rulmanı doğru şekilde söktü.					
10	Yeni rulmanı doğru şekilde monte etti.					
11	Motoru tekrar doğru şekilde topladı.					
12	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
13	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = $[(\text{Ölçek Puanı} \times 100) / \text{Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı}]$

14.3. Uygulama

SERVO MOTORUN BAKIMI

AMAÇ: Servo motorun bakımını yapmak.



Görsel 14.11: Sökülmüş servo motor

Tablo 14.3: Malzeme Listesi

Adı	Özellği	Miktar
AC servo motor	ECMA-C20604RS	1 adet
Çektirme		-
El aletleri	Yıldız tornavida, düz tornavida, pense, segman pensesi, çekiç	1 adet



İŞLEM BASAMAKLARI

1. Çalışmaya başlamadan önce atölyenizde bulunan talimatları ve prosedürleri okuyunuz.
2. Arkadaşlarınızla birlikte iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çalışma ortamını hazırlayınız. Kişisel koruyucu donanımlarınızı giyiniz.
3. Cihaz ve donanımlara ait teknik dokümanları inceleyiniz.
4. Çalışmanıza uygun özellikteki el aletlerini alınız (Tablo 14.3).
5. Servo motorun arka kapağını vidalarını sökerek çıkarınız.
6. Servo motorun içerisindeki enkoderin kontrolünü yapınız.
7. Enkoder ünitesinin temizliğini yaparak yerinden sökünüz.
8. Enkoderi söktükten sonra altındaki vidaları sökünüz.
9. Enkoderin altındaki kapağı sökünüz.
10. Servo motorun ön kapağını vidalarını sökerek çıkarınız.
11. Rotoru Görsel 14.12'de görüldüğü gibi servo motorun içerisinden çıkarınız.
12. Sökülen servo motorun gövdesinin iç temizliğini yapınız.
13. Servo motor gövdesinin, rotorun ve motorun içerisindeki sargıların kontrolünü yapınız.
14. Rulman kontrolünü ve temizliğini yapınız.
15. Servo motorun elektriksel ya da mekanik bir arızasının olup olmadığını kontrol ediniz.
16. Söküm işlemini geriye doğru uygulayarak motoru tekrar toplayınız.
17. Servo motorun dış temizliğini yapınız.
18. Çalışma alanınızı temizleyiniz ve düzenleyiniz.



Değerlendirme: Yapacağınız “Servo Motorun Bakımı” uygulaması 14.3. Derecelendirme Ölçeği kullanılarak değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

14.3. SERVO MOTORUN BAKIMI UYGULAMASI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

Öğrencinin Adı Soyadı:	Öğretmenin Adı Soyadı:
Sınıfı-No:	Değerlendirme Puanı:
Tarih:	Süre:

YÖNERGE: “14.3. Servo Motorun Bakımı” uygulaması ile ilgili gözlenmesi gereken ölçütler aşağıda listelenmiştir. Uygulamanın değerlendirilmesi verilen ölçütlere göre yapılacaktır.

1 başlangıç düzeyinde, 2 geliştirilmeli, 3 orta, 4 iyi, 5 çok iyi

Ölçütler		1	2	3	4	5
1	Teknik dokümanları, talimatları ve prosedürleri okudu.					
2	İSG kurallarını yerine getirdi.					
3	Çalışmaya uygun özellikteki ölçü cihazı ve el aleti kullandı.					
4	Servo motorun arka kapağını doğru şekilde söktü.					
5	Enkoderi doğru şekilde söktü.					
6	Enkoder ünitesinin temizliğini yaptı.					
7	Servo motorun vidalarının kaybolmaması için gereken önlemi aldı.					
8	Servo motorun ön kapağını doğru şekilde söktü.					
9	Çektirme yardımıyla rotoru servo motorun içerisinden doğru şekilde çıkardı.					
10	Servo motorun iç gövde temizliğini yaptı.					
11	Servo motorun sargılarının kontrolünü yaptı.					
12	Rulman kontrolünü ve temizliğini yaptı.					
13	Servo motorun elektriksel bağlantılarının kontrolünü yaptı.					
14	Servo motoru tekrar doğru şekilde topladı.					
15	Servo motorun dış gövde temizliğini yaptı.					
16	Çalışmanın gerektirdiği kalite gerekliliklerini uyguladı.					
17	Çalışma boyunca çevre koruma gerekliliklerini yerine getirdi.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

DEĞERLENDİRME: Bu ölçekten 100 üzerinden 50 ve üzeri bir puan almanız başarılı bir performans sergilediğiniz anlamına gelmektedir. 49 veya altında bir puan almışsanız ölçütlerdeki eksiklikleri tamamlayınız. Değerlendirme Puanı = $[(\text{Ölçek Puanı} \times 100) / \text{Alınabilecek En Yüksek Toplam Ölçek Puanı}]$

A) Ağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (....) Servo motorun sökölme işlemi diğer motorların sökölme işlemine benzerlik gösterir.
2. (....) Servo motorun sökölümünde ilk olarak rotor sökölmelidir.
3. (....) Servo motorda arızalı rulman gürültüye yol açar.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun ifadeyi yazınız.

4. Motorlarda yük aktarımını sağlayan parçalara denir.
5. AC servo motorların rotorları meydana gelir.
6. Servo motor milinin açısal konumunun bilgisini sürücüyeye aktaran parçaya denir.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru cevabı işaretleyiniz.

7. Aşağıdakilerden hangisi muhtemel servo motor arızalarından biri değildir?

- A) Gürültülü çalışma
- B) Kararsız çalışma
- C) Enkoder arızası
- D) Sessiz çalışma
- E) Aşırı akım çekme

8. Aşağıdakilerden hangisi servo motorun bir parçası değildir?

- A) Enkoder
- B) Rotor
- C) Stator
- D) Rulman
- E) Krank mili

9. Aşağıdakilerden hangisi servo motorun arızalanmasına yol açan sebeplerden biri değildir?

- A) Temiz ortamda çalıştırmak
- B) Bakımlarını yapmadan çalıştırmak.
- C) Tozlu ortamda çalıştırmak.
- D) Servo motorun tamirinde kalitesiz malzeme kullanmak.
- E) Servo motoru düzensiz akım altında çalıştırmak.

10. Servo motorun bakımında ilk yapılması gereken aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Geri besleme ünitesi kontrol edilmelidir.
- B) Stator kontrol edilmelidir.
- C) Görsel ve fiziksel kontrol yapılmalıdır.
- D) Sargılar kontrol edilmelidir.
- E) Rulman kontrol edilmelidir.

1. Öğrenme Birimi

1. D
2. Y
3. D
4. $\sqrt{3}$
5. açık
6. zaman
7. A
8. B
9. B
10. C

2. Öğrenme Birimi

1. Y
2. D
3. Y
4. kapalı
5. sinyal lambası
6. güç
7. D
8. E
9. A
10. B

3. Öğrenme Birimi

1. D
2. D
3. Y
4. motor
5. kalkınma akımı
6. dahlender sargı
7. D
8. E
9. A
10. B

4. Öğrenme Birimi

1. D
2. Y
3. Y
4. frenleme
5. balatalı
6. dinamik
7. D
8. A
9. E
10. B

5. Öğrenme Birimi

1. D
2. D
3. Y
4. Ohm
5. açık
6. elektrolit
7. B
8. D
9. B
10. B

6. Öğrenme Birimi

1. D
2. D
3. Y
4. Avometre
5. yıldız
6. vernik/boya
7. E
8. B
9. C
10. B

7. Öğrenme Birimi

1. D
2. D
3. Y
4. adım
5. α
6. 360
7. D
8. B
9. D
10. D

8. Öğrenme Birimi

1. D
2. Y
3. D
4. m
5. Y_x
6. 120
7. D
8. E
9. E
10. A

9. Öğrenme Birimi

1. Y
2. D
3. D
4. tam
5. iki
6. bobin
7. C
8. D
9. E
10. B

10. Öğrenme Birimi

1. D
2. Y
3. D
4. kısa adımlı sarım
5. dahlender sarım
6. seri-üçgen
7. A
8. B
9. B
10. D

11. Öğrenme Birimi

1. Y
2. D
3. D
4. yardımcı sargılı motorlar
5. bakır halkalar
6. relüktans
7. E
8. D
9. B
10. C

12. Öğrenme Birimi

1. D
2. D
3. D
4. gerilim
5. presbantla
6. nötr
7. A
8. E
9. B
10. A

13. Öğrenme Birimi

1. D
2. Y
3. D
4. servo motor
5. sabit mıknatıslı
6. hibrit step motor
7. D
8. A
9. B
10. C

14. Öğrenme Birimi

1. D
2. Y
3. D
4. rulman
5. sabit mıknatıstan
6. enkoder
7. D
8. E
9. A
10. C

KAYNAKÇA

- Elektrik-Elektronik Teknolojisi Alanı Çerçeve Öğretim Programı, 2022
- TDK Güncel Türkçe Sözlük
- TDK Yazım Kılavuzu
- Alacacı M. Altunsaçlı A., Alternatif Akım Elektrik Makinaları, Color Ofset 2000.
- Altındemir, E. (2008). Hibrid Elektrikli Taşıtlarda Regeneratif Frenleme. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Annual 2006 Of The Croatian Academy Of Engineering, Zagreb 2007, s: 379-399, ISSN 1332-3482
- Annual 2006 Of The Croatian Academy Of Engineering, Zagreb 2007, s: 379-399, ISSN 1332-3482
- Apaydın, H. Adım Motorlarının Karakteristikleri ve Bilgisayar İle Konum Kontrolü Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi. 2006.
- Asarioğlu, K.M. Elektrik Makinaları Temelleri Senkron Makinalar, İ.T.Ü. Kütüphanesi, 1158, 2011.
- Boduroğlu, T. : Elektrik Makinaları Dersleri, Cilt I, Kısım 2, Döner Alternatif Akım Makinalarına Giriş, Beta Yayınları, 2014.
- Gökçe, C. (2015). Elektrikli Yol Taşıtlarında Bulanık Mantık Tabanlı Tam Elektrikli Frenlemenin Geliştirilmesi ve Uygulanması. İstanbul: İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Güçtekin O. Sürücü Beslemeli Farklı Verim Sınıflarındaki Asenkron Motorlarda IEC Standartlarına Göre Performans Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Manisa 2020
- Hancı, O. Servo Motorlar ve Örnek Bir Uygulama Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi. 2007.
- İmre M. Asenkron motorlarda sargı yapısının motor performansına etkisinin deneysel olarak incelenmesi.. Yüksek lisans tezi. Haziran-2019
- Nurkalıyev, M. (2020). Elektromanyetik fren sistemlerinin matematiksel modellenmesi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa.
- Sarıoğlu, K.M.: Elektrik Makinaları Temelleri Senkron Makinalar, İ.T.Ü. Kütüphanesi, 1158, 2011.
- Yılmaz, F. H. AC ve DC Servo Sistem Eğitim Setinin Gerçekleştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi. 2008.
- Yılmaz, U. Küçük B. Akıllı Güneş Takipleyici Sistem. Bitirme Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi. 2009.
- Bodur, A. (Ek/2010/2). Elektrik motorları AC motorlar ve sürücüleri. TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası.

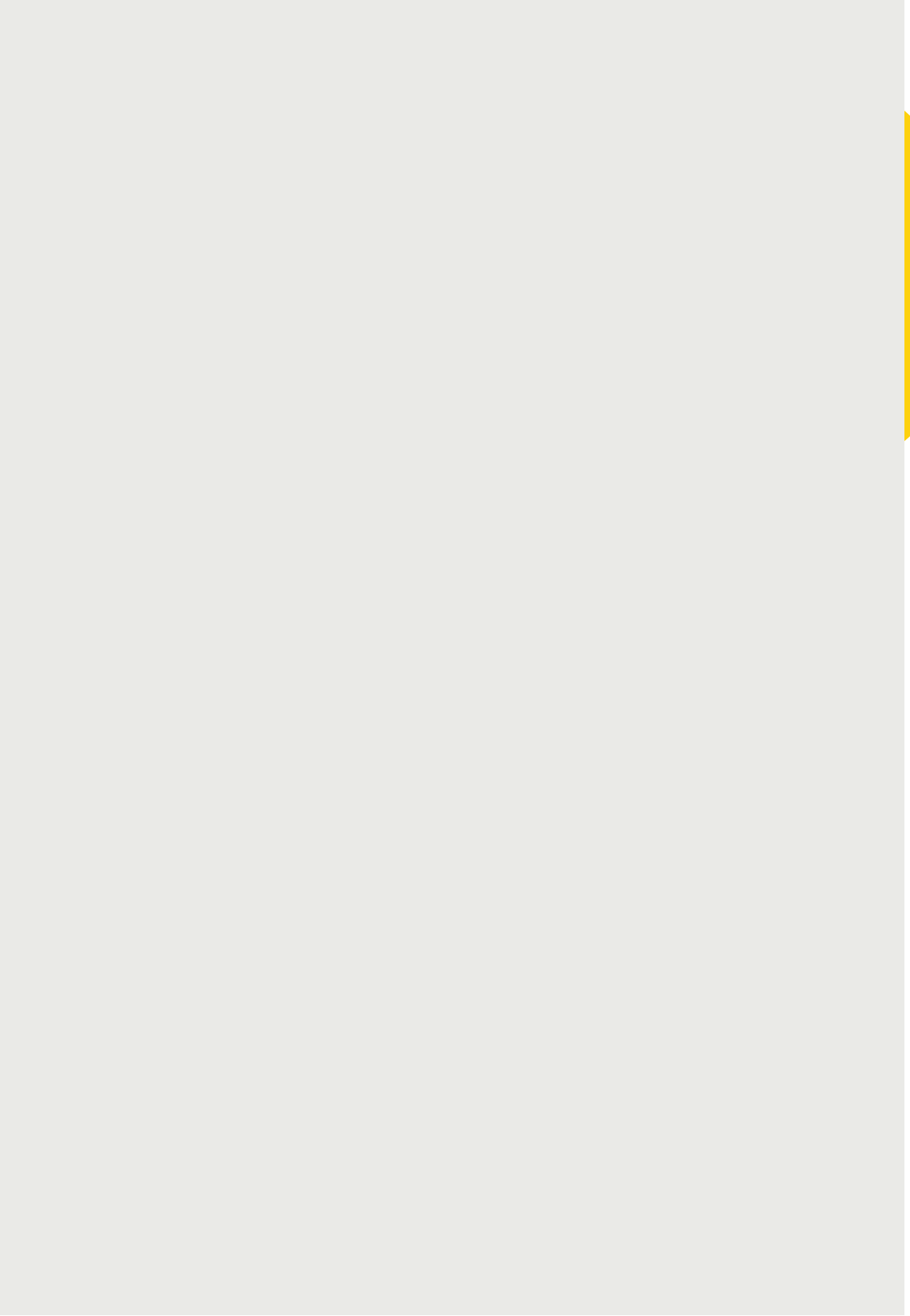
Genel Ağ Kaynakçası ve Görsel Kaynakçası

Materyalin genel ağ kaynakçası ve görsel kaynakçasına buradan ulaşılır. Karekoda ulaşılamaması durumunda aşağıdaki linki kullanabilirsiniz.



<http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=2481>

■ ÖNEMLİ NOTLAR



ÖNEMLİ NOTLAR

■ ÖNEMLİ NOTLAR

