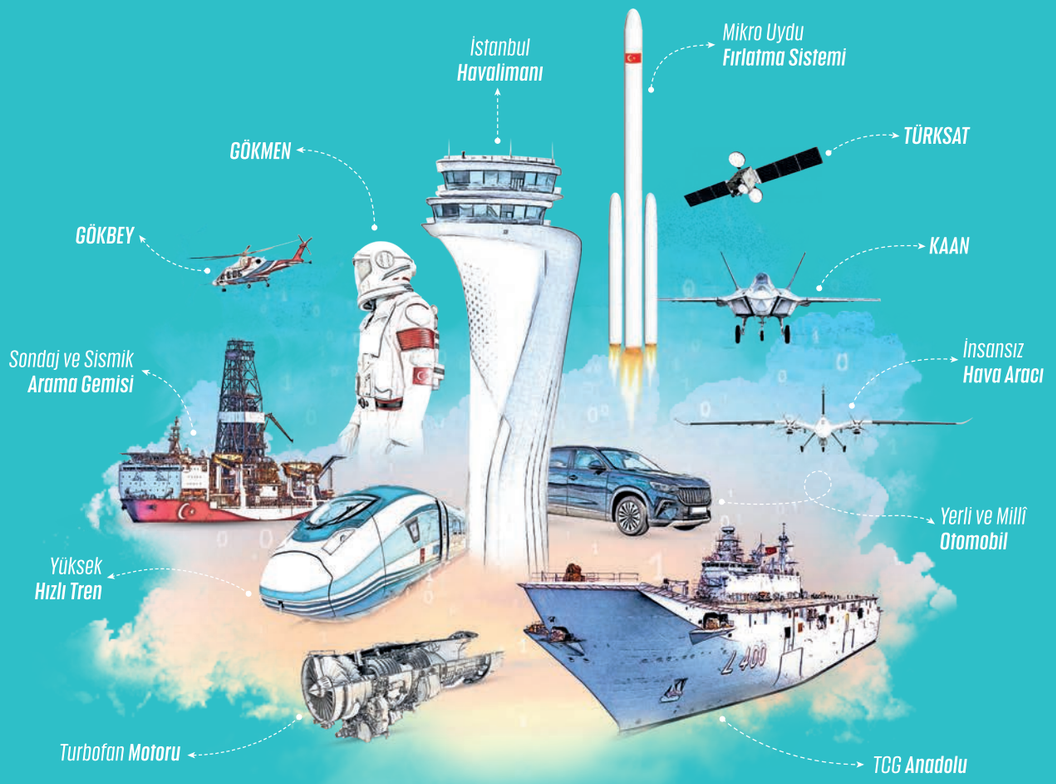
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

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: 978-975-11-6922-8

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

ELEKTRİK - ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ ALANI

PANO ATÖLYESİ

11

DERS MATERYALİ

ELEKTRİK - ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ ALANI

PANO ATÖLYESİ

DERS MATERYALİ

11



MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

ELEKTRİK-ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ ALANI

PANO ATÖLYESİ
11

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Esra ÖVEZ
Fethi ÖZDENK
Mehmet Selçuk YÜZBAŞ
Sinan USLU

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI .....: 8369
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ .....: 2261

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

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı	Alper YAVAŞ
Görsel Tasarım Uzmanı	Hüsniye Cevahir ÖZDOĞAN KURŞUN

ISBN: 978-975-11-6922-8

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



İSTİKLÂL MARŞI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Mehmet Âkif Ersoy

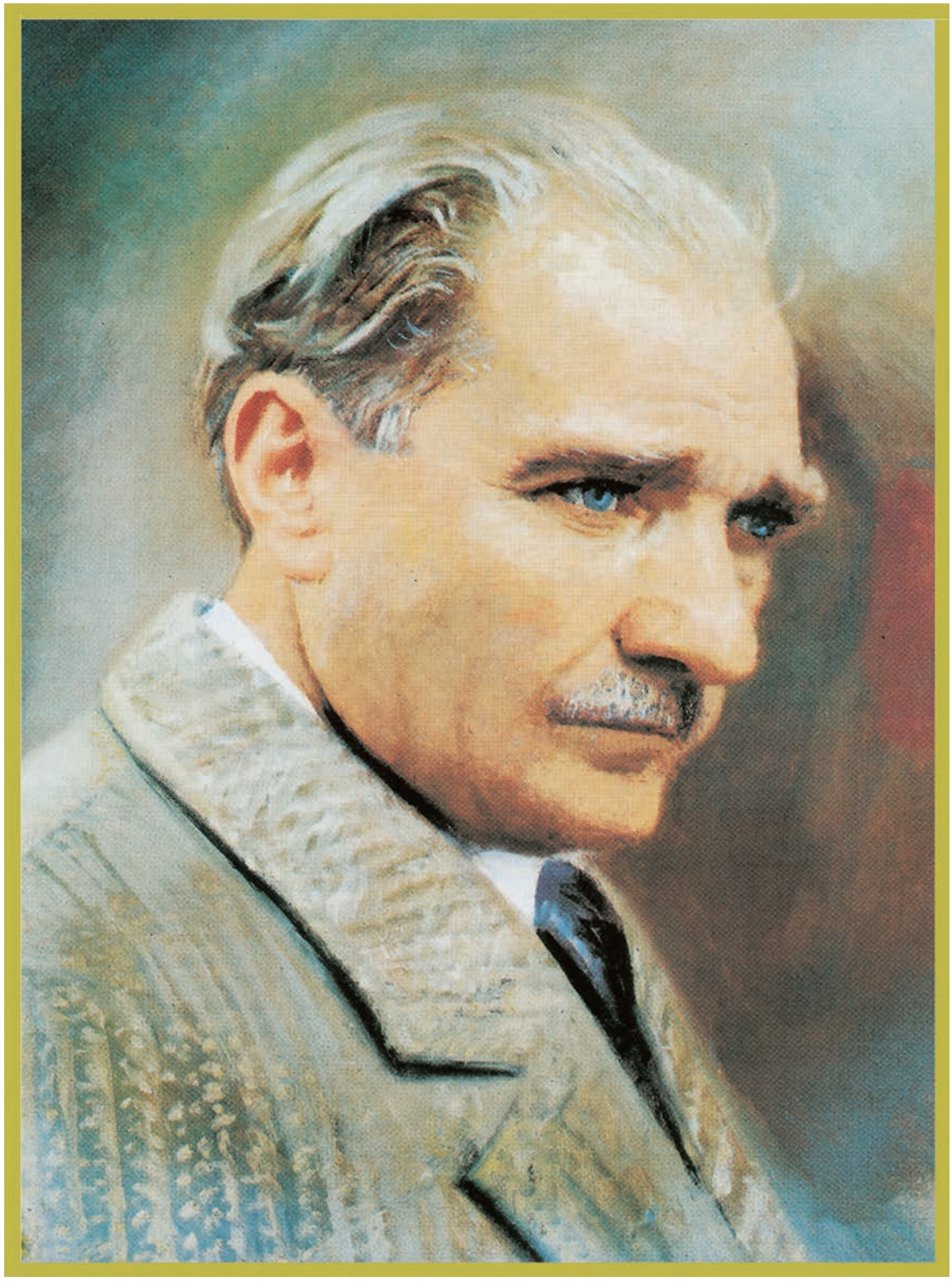
GENÇLİĞE HİTABE

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

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

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

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

DERS MATERYALİNİN TANITIMI 14

1. ÖĞRENME BİRİMİ: PANOYU MONTAJA HAZIRLAMA

1.1. PANO KROKİSİ ÇİZİMİ 18
1.1.1. Pano İçi Yerleşim ve Bağlantılarının Krokisinin Çizimi 18
1.2. PANO İÇİ KABLO KANALLARI VE RAYLARIN ÖLÇÜLENDİRİLMESİ, KESİLMESİ VE MONTAJI 22
1.2.1. Pano İçi Kanalların ve Rayların Montajı 22
1.3. RAY KLEMENSLERİ VE BESLEME DAĞITIM BARALARININ MONTAJI 27
1.3.1. Pano İçi Yardımcı Bağlantı Elemanlarının Montajı 27
1.4. PANO KAPAĞI ÜZERİNE SİNYAL LAMBALARININ MONTAJI 31
1.4.1. Sinyal Lambalarının Montajı 31
1.5. KAÇAK AKIM RÖLELERİ, GİRİŞ SİGORTASI VE LİNYE SİGORTALARININ MONTAJI 34
1.5.1. Kaçak Akım Rölelerinin ve Sigortaların Montajı 34
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 38

2. ÖĞRENME BİRİMİ: PANO İÇİ BAĞLANTILAR

2.1. PANO CİHAZLARINI ETİKETLEME 40
2.1.1. Pano İçinde ve Dışında Etiketleme İşlemi 42
2.2. KABLOYA PABUÇ, YÜKSÜK VE KABLO NUMARATÖRÜ TAKMA 43
2.2.1. Kablo Pabucu Çeşitleri ve Kablo Pabucu Seçimi 43
2.2.2. Kablo Yüksüğü Çeşitleri ve Kablo Yüksüğü Seçimi 44
2.2.3. Kablolara Pabuç ve Yüksük Takma 44
2.2.4. Kablolara Yüksük ve Pabuç Takılırken Dikkat Edilecek Hususlar 45
2.2.5. Kablolara Şemaya Göre Kablo Numaratörü Takma İşlemi 46
2.3. KABLOLARIN CİHAZLARA BAĞLANTISI 48
2.3.1. Cihazlara Kablo Bağlantısının Yapılması 48
2.3.2. Kabloların Cihazlara Bağlantısında Dikkat Edilecek Hususlar 48
2.4. KABLO BAĞI VE SPİRAL BAĞLAMA 50
2.4.1. Kablo Bağı ve Kablo Bağı Çeşitleri 50
2.4.2. Kablo Spirali ve Kablo Spirali Çeşitleri 50
2.4.3. Kablo Bağı ve Spiraliyle Kablo Düzenlemesinde Dikkat Edilecek Hususlar 50
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 52

3. ÖĞRENME BİRİMİ: KUMANDA DEVRE ELEMANLARI

3.1. ASENKRON MOTORLAR VE ETİKET BİLGİLERİ 54
3.1.1. Asenkron Motorların Yapısı 54
3.1.2. Asenkron Motorlarda Etiket Bilgileri 57
3.2. ASENKRON MOTOR KLEMENS BAĞLANTILARI 59
3.2.1. Kısa Devre Rotorlu Üç Fazlı Asenkron Motorun Klemens Bağlantıları 59
3.2.2. Bilezikli Asenkron Motorun Klemens Bağlantısı 60
3.2.3. Bir Fazlı Asenkron Motorun Sargıları ve Klemens Bağlantısı 60
3.3. KONTAKTÖR SEÇİMİ VE BAĞLANTISI 62
3.3.1. Kontaktörlerin Yapısı ve Çalışması 62
3.3.2. Kontaktör Seçiminde Dikkat Edilmesi Gereken Parametreler 62
3.3.3. Kontaktörlerin Güç ve Kumanda Devrelerindeki Bağlantıları 64

3.4. AŞIRI AKIM RÖLESİ VE BAĞLANTISI	**66**
3.4.1. Aşırı Akım Rölesinin Yapısı	67
3.5. ZAMAN RÖLELERİ VE BAĞLANTILARI	**70**
3.6. KORUMA RÖLELERİ VE BAĞLANTILARI	**74**
3.6.1. Gerilim Koruma Rölesi	74
3.6.2. Motor Koruma Rölesi	74
3.6.3. Faz Sırası Rölesi	75
3.7. PAKET ŞALTER VE BAĞLANTILARI	**77**
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	**80**

4. ÖĞRENME BİRİMİ: ASENKRON MOTOR KUMANDA TEKNİKLERİ

4.1. KUMANDA DEVRE ELEMANLARI	**82**
4.1.1. Kumanda Butonları	83
4.1.2. Pano Sinyal Lambaları	83
4.1.3. Sigortalar	86
4.1.4. Sınır Anahtarı (Limit Switch)	86
4.1.5. Kumanda Devrelerinde Kullanılan Kablolar	87
4.2. KUMANDA VE GÜÇ DEVRESİ SEMBOLLERİNİN ÇİZİMİ	**88**
4.2.1. Kumanda ve Güç Devrelerinde Kullanılan Sembol Normları	88
4.2.2. TSE Normuna Göre Kumanda ve Güç Devresi Sembollerinin Çizimi	88
4.3. KUMANDA VE GÜÇ DEVRELERİNİN ÇİZİMİ	**90**
4.3.1. Kumanda ve Güç Devresinin Özellikleri	91
4.3.2. Kumanda ve Güç Devresinin Çizim Yöntemleri	92
4.4. KUMANDA VE GÜÇ DEVRE UYGULAMALARI	**94**
4.4.1. Start Butonuyla Sürekli Çalıştırma (Mühürleme) Kumanda Devresi	94
4.4.2. Kontak Kilitlemeli Kumanda Devresi	95
4.4.3. Birden Fazla Start ve Stop Butonu Kullanılan Kumanda Devresi	95
4.4.4. Kumanda ve Güç Devresi Panosunda Eleman ve Kablo Seçimi	96
4.4.5. Kumanda ve Güç Devresinin Panoya Montajı	96
4.4.6. Üç Fazlı Asenkron Motorun Sürekli Çalıştırılması	98
4.4.7. Üç Fazlı Asenkron Motorun İki Kumanda Merkezli Çalıştırılması	98
4.4.8. Üç Fazlı Asenkron Motor Devresine Motor Koruma Şalterinin Bağlanması	100
4.4.9. Üç Fazlı Asenkron Motorun Kontak Kilitlemeli Devir Yönünün Değiştirilmesi	102
4.4.10. Üç Fazlı Asenkron Motorun Sınır Anahtarıyla Kumanda Edilmesi	103
4.4.11. Üç Fazlı Asenkron Motorun Zaman Ayarlı Çalıştırılması ve Durdurulması	105
4.4.12. Üç Fazlı Asenkron Motor Devresine Motor Koruma Rölesinin Bağlanması	107
4.4.13. Üç Fazlı Asenkron Motor Devresine Faz Sırası Rölesinin Bağlanması	107
4.4.14. Bir Fazlı Asenkron Motorun Çalıştırılması	110
4.4.15. Bir Fazlı Asenkron Motorun Devir Yönünün Değiştirilmesi	112
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	**114**

5. ÖĞRENME BİRİMİ: ASENKRON MOTORLARA YOL VERME TEKNİKLERİ

5.1. ASENKRON MOTORLARDA KALKINMA VE ETKİLERİ	**116**
5.1.1. Asenkron Motorun Kalkınma Anı ve Kalkış Akımı	116
5.1.2. Asenkron Motorun Kalkış Akımının Şebekeye Etkisi	117
5.1.3. Kalkış Akımının Asenkron Motora ve Kumanda Elemanlarına Etkisi	117
5.1.4. Asenkron Motorlarda Kalkış Akımını Azaltma Yöntemleri	118

5.2. ASENKRON MOTORLARA YOL VERME YÖNTEMLERİ	**120**
5.2.1. Asenkron Motorlara Yol Vermenin Önemi	120
5.2.2. Üç Fazlı Asenkron Motora Yıldız Üçgen Yol Verme	120
5.3. AC MOTOR SÜRÜCÜLERİ İLE DEVİR AYARI	**130**
5.3.1. Frekansla Asenkron Motorun Devir Sayısının Değişimi	130
5.4. ÇİFT DEVİRLİ ASENKRON MOTORLARA YOL VERME YÖNTEMLERİ	**135**
5.4.1. Çift Devirli Asenkron Motorun Özellikleri ve Kullanım Alanları	135
5.4.2. Çift Devirli Asenkron Motorun Çalıştırılması	137
5.4.3. Çift Devirli Asenkron Motorun Devir Yönünün Değiştirilmesi	139
5.4.4. Çift Devirli Asenkron Motorun Paket Şalterle Çalıştırılması	140
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	**142**

6. ÖĞRENME BİRİMİ: ASENKRON MOTORLARDA FRENLEME

6.1. FRENLEME SİSTEMLERİ	**144**
6.1.1. Frenlemenin Önemi ve Kullanım Alanları	144
6.2. BALATALI FRENLEME SİSTEMLERİ	**145**
6.2.1. Üç Fazlı Asenkron Motora Balatalı Frenleme Sisteminin Kurulması	145
6.2.2. Üç Fazlı Asenkron Motorun Balatalı Frenlemeyle Durdurma Devresi	147
6.3. DİNAMİK FRENLEME SİSTEMLERİ	**149**
6.3.1. Üç Fazlı Asenkron Motorlarda Dinamik Frenleme	149
6.3.2. Dinamik Frenlemede Motora Uygulanacak DC Gerilim Hesabı	150
6.3.3. Üç Fazlı Asenkron Motorun Dinamik Frenlemeyle Durdurulması	151
6.3.4. İleri Geri Çalışan Üç Fazlı Asenkron Motorda Dinamik Frenleme	151
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	**154**

7. ÖĞRENME BİRİMİ: ENDÜSTRİYEL SAYAÇLAR ve MONTAJI

7.1. SAYAÇ ENDEKSLERİNİN OKUNMASI	**156**
7.1.1 Sayaç Endeks Değerleri ve Anlamları	156
7.1.2. Optik Port İle Sayaçları Uzaktan Okuma Yöntemleri	157
7.2. SAYAÇ ENDEKSLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	**158**
7.2.1. Enerji Tüketimi Tarifeleri ve Tüketimin Değerlendirilmesi	158
7.2.2. Tüketim Değerlerinin Hesabı	158
7.3. ÜÇ FAZLI SAYAÇ BAĞLANTISI	**159**
7.3.1. Üç Fazlı Aktif Sayacın Özellikleri ve Bağlantısı	159
7.4. ÜÇ FAZLI DİREKT KOMBİNE SAYAÇ BAĞLANTISI	**161**
7.4.1. Üç Fazlı Kombine Sayacın Özellikleri ve Bağlantısı	161
7.5. AKIM VE GERİLİM TRANSFORMATÖRLERİNİN ÖZELLİKLERİ	**163**
7.5.1. Akım Ölçü Transformatörlerinin Yapısı ve Çalışması	163
7.5.2. Gerilim Ölçü Transformatörlerinin Yapısı ve Çalışması	164
7.6. AKIM VE GERİLİM TRANSFORMATÖRLERİNİN BAĞLANTILARI VE BAKIM ONARIMLARI	**166**
7.6.1. Akım ve Gerilim Ölçü Transformatörlerinin Bağlantısı	166
7.6.2. Akım ve Gerilim Ölçü Transformatörlerinin Bakım ve Onarımı	166
7.7. AKIM VE GERİLİM TRANSFORMATÖRLERİNİN SEÇİMİ VE MONTAJI	**167**
7.7.1. Akım Ölçü Transformatörlerinin Seçimi ve Montajı	167
7.7.2. Gerilim Ölçü Transformatörlerinin Seçimi ve Montajı	170
7.8. AKIM VE GERİLİM TRANSFORMATÖRLERİNDE ARIZA TESPİTİ	**174**
7.8.1. Akım Ölçü Transformatörlerinde Arıza Tespiti	174

7.8.2. Gerilim Ölçü Transformatörlerinde Arıza Tespiti 174
7.9. X/5 KOMBİNE SAYAÇ BAĞLANTISI 176
7.9.1. X/5 Kombine Sayaçta Akım ve Gerilim Uçlarının Bağlantısı 176
7.9.2. Bağlantısı Yapılan X/5 Kombine Sayaçta Gerekli Kontrollerin Yapılması 176
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 178

8. ÖĞRENME BİRİMİ: DAĞITIM PANOLARI

8.1. DAĞITIM PANO KROKİSİ ÇİZİMİ 180
8.1.1. Dağıtım Panosu İç Yerleşim ve Bağlantı Krokisi Çizimi 180
8.2. DAĞITIM PANOSU MALZEMELERİ 184
8.2.1. Dağıtım Panosu Malzemelerinin Seçimi 184
8.3. DAĞITIM PANOSU MESNET İZOLATÖRÜ VE BARALARIN MONTAJI 185
8.3.1. Dağıtım Panosu Mesnet İzolatörünün ve Baraların Montajı 186
8.4. PANO İÇİ KABLO KANALLARININ VE RAYLARIN ÖLÇÜLENDİRİLMESİ, KESİLMESİ VE MONTAJI 189
8.4.1. Pano İçi Kanalların ve Rayların Montajı 189
8.5. TERMİK MANYETİK ŞALTER MONTAJI 190
8.5.1. Termik Manyetik Şalterin Montajı 190
8.6. YANGIN KORUMA EŞİKLİ KAÇAK AKIM KORUMA RÖLESİNİN VE KOLON SİGORTALARININ MONTAJI 194
8.6.1. Yangın Koruma Eşikli Kaçak Akım Koruma Rölesinin ve Kolon Sigortalarının Montajı 194
8.7. PARAFUDR VE PARAFUDR SİGORTALARININ MONTAJI VE BAĞLANTISI 197
8.7.1. Parafudr ve Parafudr Sigortalarının Montajı ve Bağlantısı 197
8.8. DAĞITIM PANOSU İÇİ KABLO BAĞLANTILARI 200
8.8.1. Dağıtım Panosu İçi Kablo Bağlantılarının Yapılması 200
8.9. PANO KAPAĞINA SİNYAL LAMBALARININ MONTAJI 204
8.9.1. Sinyal Lambası Montajında Dikkat Edilecek Hususlar 204
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 206

9. ÖĞRENME BİRİMİ: KOMPANZASYON PANOLARI

9.1. KOMPANZASYON SİSTEMİ HESAPLAMALARI 208
9.1.1 Aktif Reaktif Güç Tüketiminde Sınır Değerleri 208
9.1.2 Kompanzasyon Sisteminin Toplam Kondansatör Gücü Hesabı 208
9.1.3 Sistemin Gücüne Göre TMŞ Seçimi 209
9.2. KOMPANZASYON PANOSU MALZEMELERİ 211
9.2.1. Termik Manyetik Şalter (TMŞ) 211
9.2.2. Akım Ölçü Transformatörü 211
9.2.3. Sigortalar 212
9.2.4. Deşarj Dirençli Kontaktör ve Deşarj Ünitesi 212
9.2.5. Reaktif Güç Kontrol Rölesi (RGKR) 212
9.2.6. İletkenler 212
9.3. KOMPANZASYON PANOSU MESNET İZOLATÖRÜ VE BARALARIN MONTAJI 213
9.3.1. Bara ve Mesnet İzolatörlerinin Montajı 213
9.4. KONDANSATÖR KADEME BAĞLANTISI 215
9.4.1. Kondansatör Kademelerinin Güç Dağıtımı 215
9.4.2. Kondansatör Gücüne Göre Kontaktör, Sigorta ve İletken Seçimi 217
9.5. KOMPANZASYON PANOLARINA REAKTÖR BAĞLANMASI 218
9.5.1. Reaktörün Görevi ve Yapısı 218

9.5.2. Reaktörün Seçimi ve Bağlantısı	218
9.6. REAKTİF GÜÇ KONTROL RÖLESİNİN MONTAJI, AKIM TRAFOLARI İLE BAĞLANTILARI VE RÖLE AYARLARI	219
9.6.1. Reaktif Güç Kontrol Rölesinin Özellikleri	219
9.6.2. Reaktif Güç Kontrol Rölesinin Pano Sacına Montajı	219
9.6.3. Reaktif Güç Kontrol Rölesine Akım Ölçü Transformatörünün Bağlanması	220
9.6.4. Reaktif Güç Kontrol Rölesinin Klemens Bağlantıları	220
9.6.5. Reaktif Güç Kontrol Rölesinin Ayarları	221
9.6.6. Üç Kademeli Kompanzasyon Panosunun Montajı	223
9.7. KOMBİ SAYAÇ ENDEKSLERİNDEN SİSTEMİN CEZA ORANI HESABI	232
9.7.1. Tüketim Değerlerine Göre Ceza Oranının Hesaplanması	232
9.8. KOMPANZASYON PANOLARININ HAVALANDIRILMASI VE AYDINLATILMASI	234
9.8.1. Kompanzasyon Panosunun Havalandırılması	234
9.8.2. Kompanzasyon Panosunun Aydınlatılması	234
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	236

10. ÖĞRENME BİRİMİ: PANO TESTLERİ

10.1. PANO İZOLASYON TESTLERİ	238
10.1.1. Pano İzolasyon Testlerinde Kullanılacak Ölçü Aletinin Özelliği ve Kullanımı	238
10.2. PANO ÇALIŞMA TESTLERİ	241
10.2.1. Pano İçindeki Kablo Renklerinin ve Kablo Numaralandırmasının Kontrolü	241
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	244

11. ÖĞRENME BİRİMİ: PANOYU DEVREYE ALMA

11.1. PANOYU ZEMİNE-DUVARA SABİTLEME	246
11.1.1. Panoyu Su Terazisiyle Teraziye Alma	246
11.1.2. Panoyu Sabitleme	246
11.2. PANO GİRİŞ VE ÇIKIŞ KABLO BAĞLANTILARI	248
11.2.1. Pano Giriş ve Çıkış Kablo Uçlarının Bağlanması	248
11.3. PANO TOPRAKLAMA BAĞLANTISI	248
11.3.1. Pano Topraklamasının Yapılması	248
11.4. PANO ARIZA VE BAKIM KARTLARI	250
11.4.1. Pano Arıza Kartının Hazırlanması	250
11.4.2. Pano Bakım Kartının Hazırlanması	252
11.5. PANO ÜRETİM BİLGİLERİ EKİPMAN LİSTESİNİ ÇIKARMA VE ARŞİVLEME	253
11.5.1. Pano Üretim Bilgileri ve Arşivleme	253
11.5.2. Pano Ekipman Bilgileri Listesinin Doldurulması ve Arşivleme	253
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	255
KAYNAKÇA	256
GÖRSEL KAYNAKÇA	256
DİJİTAL MATERYAL İÇERİĞİ	257
CEVAP ANAHTARI	258

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Öğrenme biriminin kapağını gösterir.

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Öğrenme biriminin kapak görselidir.

Öğrenme biriminde öğrenilecek konuları gösterir.

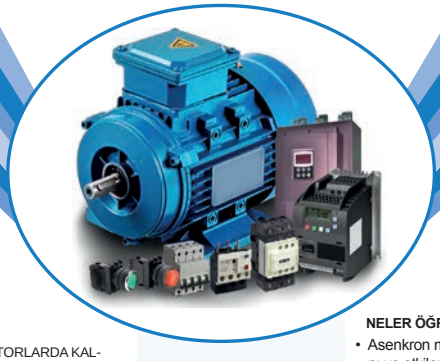
Öğrenme biriminde öğrenilecek temaları gösterir.

Okutulduğunda öğrenme birimi ile ilgili içeriklere ulaşılabilecek karekodu gösterir.

Öğrenme birimi hazırlık sorularını gösterir.

ASENKRON MOTORLARA YOL VERME TEKNİKLERİ

5. ÖĞRENME BİRİMİ



KONULAR

5.1. ASENKRON MOTORLARDA KALKINMA VE ETKİLERİ
5.2. ASENKRON MOTORLARA YOL VERME YÖNTEMLERİ
5.3. AC MOTOR SÜRÜCÜLERİ İLE DEVİR AYARI
5.4. ÇİFT DEVİRLİ ASENKRON MOTORLARA YOL VERME YÖNTEMLERİ

TEMEL KAVRAMLAR

asenkron motor, kalkış akımı, motora yol verme, yol verme yöntemleri, asenkron motor devir ayarı, AC motor sürücü, frekans invertörü, çift devirli motor

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Asenkron motorların kalkınmasını ve etkilerini
- Asenkron motorlara yol verme yöntemlerini ve uygulamalarını
- AC motor sürücüleri ile motorun devir ayarını yapmayı
- Çift devirli asenkron motorlara yol verme uygulamalarını

Hazırlık Çalışmaları

1. Bir motor şebekeden aşırı akım çekiyorsa bunun sebepleri neler olabilir? Düşüncelerinizi paylaşınız.
2. Motorun aşırı akım çekmesi sizce hangi zararlara sebep olur? Düşüncenizi ifade ediniz.

113

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Konuyla ilgili uygulamanın amacını gösterir.

Konuyla ilgili uygulamanın görselini ifade eder.

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

Konuyla ilgili uygulamada takip edilecek işlem basamaklarını gösterir.

Uygulama sonrası konuyu pekiştirme ve tamamlama sorularını gösterir.

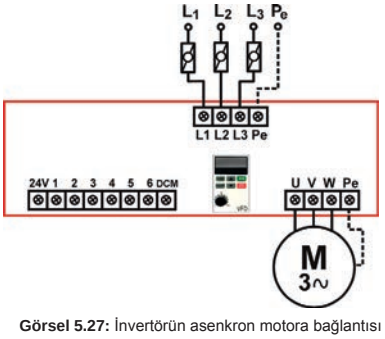
Konuyla ilgili uygulamanın adını gösterir.

Uygulamanın değerlendirme ölçütlerini ve puanlamayı gösterir.

Uygulamayı kontrol eden ve değerlendiren öğretmenin onayını gösterir.

4. Uygulama — **İNVERTÖRDE KEYPAD KULLANARAK ASENKRON MOTORUN ÇALIŞTIRILMASI**

AMAÇ: İnvertörde keypad kullanarak asenkron motoru çalıştırmak.



Görsel 5.27: İnvertörün asenkron motora bağlantısı

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Frekans invertörü	VFD 380 V	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı, 380 V	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, kablo soyma pensi, tornavida takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Uygulama malzemelerini öğretmeninizden temin ediniz.
2. İş güvenliği kurallarına dikkat ederek görsel 5.27'deki invertör ve motor bağlantısını yapınız.
3. Öğretmen gözetiminde invertöre enerji uygulayınız. Keypad tuşlarıyla cihazın kullanım kılavuzundaki parametreleri yazıp RUN tuşuna basınız.
4. Keypad üzerindeki potansiyometre veya ileri geri tuşlarıyla motoru önce düşük frekansta, daha sonra yüksek frekansta çalıştırıp devir sayısını gözlemleyiniz.
5. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Frekansla devir sayısı değişimi arasındaki bağıntı nasıldır? Açıklayınız.
2. Frekans invertörüyle asenkron motora nasıl yol verilir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. İnvetrörün kablo bağlantısı	40	
Sınıfı:	2. Keypad'e parametre girişi	30	
Numarası:	3. Motor bağlantısı	30	
ÖĞRETMEN	TOPLAM PUAN	100	
Adı ve Soyadı:			
İmza:			

131

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Konu başlığını gösterir.

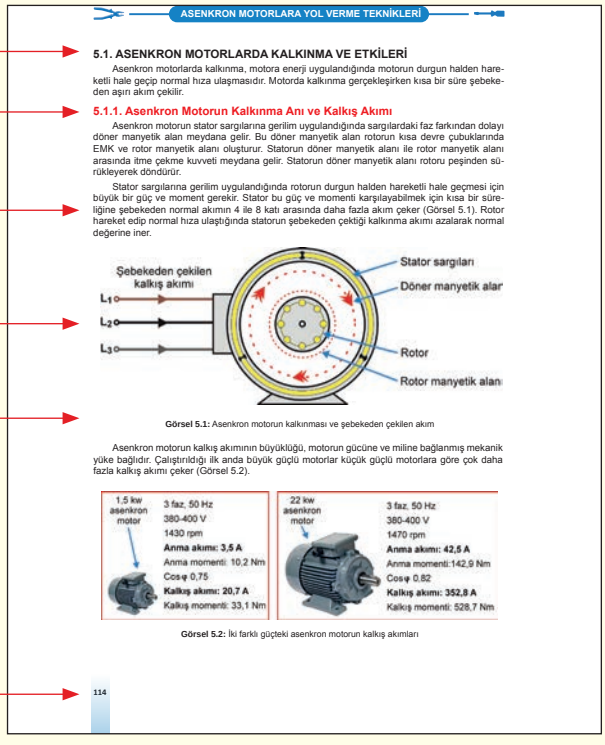
Alt konu başlığını gösterir.

Konu anlatımını gösterir.

Konuyla ilgili görseli gösterir.

Konu görselinin adını ve numarasını gösterir.

Sayfa numarasını gösterir.



ASENKRON MOTORLARA YOL VERME TEKNİKLERİ

5.1. ASENKRON MOTORLARDA KALKINMA VE ETKİLERİ

Asenkron motorlarda kalkınma, motora enerji uygulandığında motorun durgun halden hareketli hale geçip normal hıza ulaşmasıdır. Motorda kalkınma gerçekleşirken kısa bir süre şebekeden aşırı akım çekilir.

5.1.1. Asenkron Motorun Kalkınma Anı ve Kalkış Akımı

Asenkron motorun stator sargılarına gerilim uygulandığında sargılardaki faz farkından dolayı döner manyetik alan meydana gelir. Bu döner manyetik alan rotorun kısa devre çubuklarında EMK ve rotor manyetik alanı oluşturur. Statorun döner manyetik alanı ile rotor manyetik alanı arasında itme çekme kuvveti meydana gelir. Statorun döner manyetik alanı rotoru peşinden sürükleyerek döndürür.

Stator sargılarına gerilim uygulandığında rotorun durgun halden hareketli hale geçmesi için büyük bir güç ve moment gerekir. Stator bu güç ve momenti karşılayabilmek için kısa bir süreliğine şebekeden normal akımın 4 ile 8 katı arasında daha fazla akım çeker (Görsel 5.1). Rotor hareket edip normal hıza ulaştığında statorun şebekeden çektiği kalkınma akımı azalarak normal değerine iner.

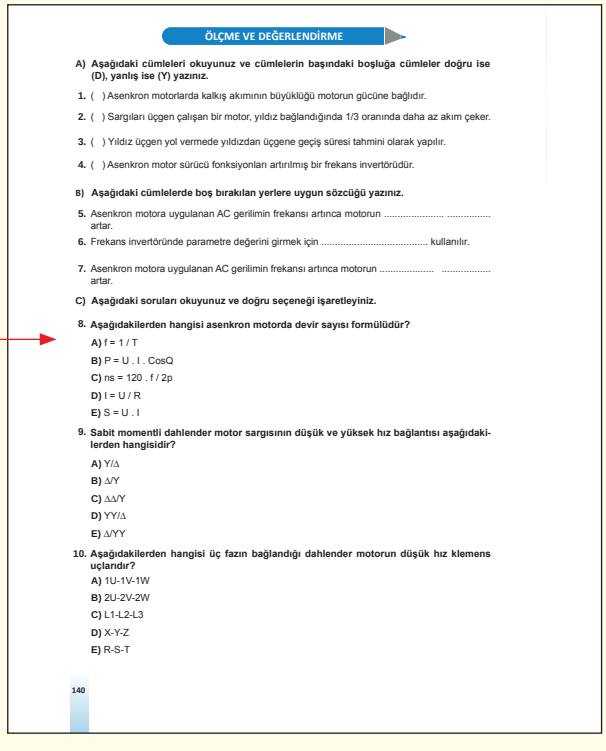
Görsel 5.1: Asenkron motorun kalkınması ve şebekeden çekilen akım

Asenkron motorun kalkış akımının büyüklüğü, motorun gücüne ve miline bağlanmış mekanik yüke bağlıdır. Çalıştırıldığı ilk anda büyük güçlü motorlar küçük güçlü motorlara göre çok daha fazla kalkış akımı çeker (Görsel 5.2).

Görsel 5.2: İki farklı güçteki asenkron motorun kalkış akımları

114

Öğrenme birimi konularını kapsayan ölçme ve değerlendirme sorularını gösterir.



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. ( ) Asenkron motorlarda kalkış akımının büyüklüğü motorun gücüne bağlıdır.
2. ( ) Sargıları üçgen çalışan bir motor, yıldız bağlandığında 1/3 oranında daha az akım çeker.
3. ( ) Yıldız üçgen yol vermede yıldızdan üçgene geçiş süresi tahmini olarak yapılır.
4. ( ) Asenkron motor sürücü fonksiyonları artırılmış bir frekans invertörüdür.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Asenkron motora uygulanan AC gerilimin frekansı artınca motorun .... artar.
6. Frekans invertöründe parametre değerini girmek için ..... kullanılır.
7. Asenkron motora uygulanan AC gerilimin frekansı artınca motorun .... artar.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

8. **Aşağıdakilerden hangisi asenkron motorda devir sayısı formülüdür?**
   - **A)** f = 1 / T
   - **B)** P = U . I . CosQ
   - **C)** ns = 120 . f / 2p
   - **D)** I = U / R
   - **E)** S = U . I
9. **Sabit momentli dahlender motor sargısının düşük ve yüksek hız bağlantısı aşağıdakilerden hangisidir?**
   - **A)** Y/Δ
   - **B)** Δ/Y
   - **C)** ΔΔ/Y
   - **D)** YY/Δ
   - **E)** Δ/YY
10. **Aşağıdakilerden hangisi üç fazın bağlandığı dahlender motorun düşük hız klemens uçlarıdır?**
    - **A)** 1U-1V-1W
    - **B)** 2U-2V-2W
    - **C)** L1-L2-L3
    - **D)** X-Y-Z
    - **E)** R-S-T

140

Bu ders materyalinde ölçü birimlerinin uluslararası kısaltmaları kullanılmıştır.

PANOYU MONTAJA HAZIRLAMA

1. ÖĞRENME BİRİMİ



KONULAR

1.1. PANO KROKİSİ ÇİZİMİ
1.2. PANO İÇİ KABLO KANALLARI VE RAYLARIN ÖLÇÜLENDİRİLMESİ KESİLMESİ VE MONTAJI
1.3. RAY KLEMENSLERİ VE BESLEME DAĞITIM BARALARININ MONTAJI
1.4. PANO KAPAĞI ÜZERİNE SİNYAL LAMBALARININ MONTAJI
1.5. KAÇAK AKIM RÖLELERİ, GİRİŞ SİGORTASI VE LİNYE SİGORTALARININ MONTAJI

TEMEL KAVRAMLAR

elektrik panosu, pano yerleşim krokisi, pano krokisi çizimi, pano elemanlarının montajı

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Pano içi yerleşim ve bağlantılarının krokisini çizmeyi
- Pano içi kanalların ve raylarının montajını
- Pano içi yardımcı bağlantı elemanlarının montajını
- Sinyal lambalarının panoya montajını
- Kaçak akım rölesinin ve sigortaların montajını

Hazırlık Çalışmaları

1. Binanızda bulunan sayaç panosunu ve dairenizde bulunan sigorta kutusunu inceleyiniz. Bu panoların boyutları neye göre belirlenmiş, düşüncelerinizi ifade ediniz.

2. Pano iç yerleşim krokisinde kullanılan bilgisayar programlarının neler olduğunu araştırınız. Araştırmanızı atölyede arkadaşlarınız ile paylaşınız.

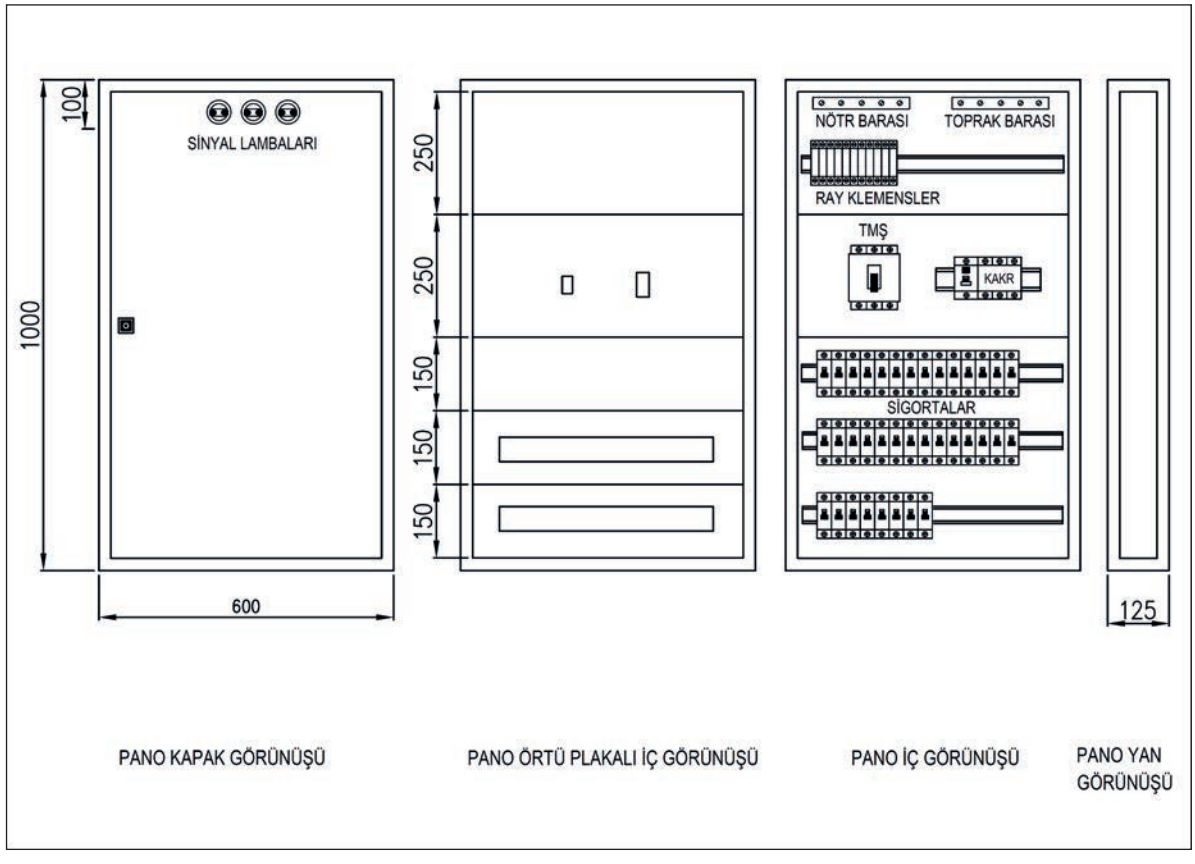
1.1. PANO KROKİSİ ÇİZİMİ

Elektrik enerjisinin binalara veya tesislere güvenli bir şekilde dağıtılması için kullanılan malzemelerin bir arada bulunduğu ve elektrik gücünün kontrol edildiği kabinlere **elektrik panosu** denir. Panolar DKP sac veya PVC malzemelerden üretilir. Elektrik elektronik sektöründe panolar kullanıldıkları yerin özelliklerine, yapıldıkları malzemeye, gerilim değerine göre değişik özelliklerde ve farklı tasarım ve boyutlarda üretilmektedir.

1.1.1. Pano İçi Yerleşim ve Bağlantılarının Krokisinin Çizimi

Pano iç yerleşim krokileri çizilirken öncelikli olarak binaya ait elektrik tesisat projelerinin çizilmiş olması gerekir. Bu projelerde pano içerisinde kullanılacak şalt malzemeler ve kablolar belirlenmiş olur. Panoların binalarda veya tesislerde konulacağı yerin ölçüleri de bilinmelidir. Panolar kullanılacağı yerin özelliklerine göre çok çeşitli şekillerde üretilebilir.

Panoların içerisinde ihtiyaca göre sayaç, sigorta, kaçak akım koruma rölesi, kontaktör vb. malzemeler bulunur. Panoların içerisinde bulunan malzemelerin ölçülerine göre pano ölçüleri belirlenir. Pano ölçülerinin ve panoya konulacak olan malzemelerin nasıl yerleştirileceğini gösteren çizimlere **pano iç yerleşim krokisi** denir (Görsel 1.1).



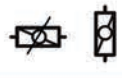
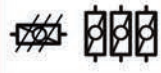
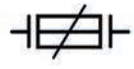
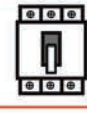
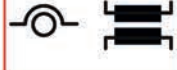
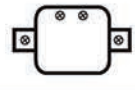
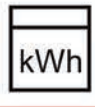
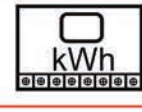
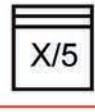
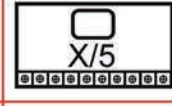
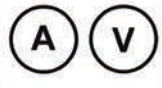
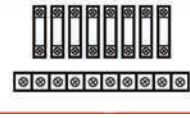
Görsel 1.1: 600x1000x125 mm ölçülerinde örnek pano iç yerleşim krokisi

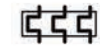
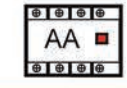
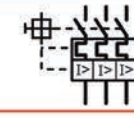
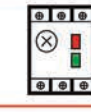
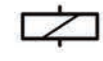
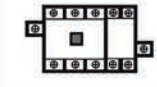
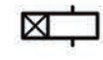
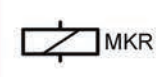
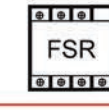
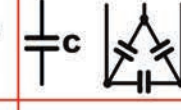
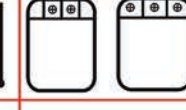
1.1.1.1. Pano İçi Yerleşim Şemalarının Çiziminde Kullanılan Semboller

Panoların iç yerleşim şemaları çizilirken pano elektrik şemalarına bakılır. Elektrik şemalarında kullanılan her bir malzemenin pano yerleşim krokisinde gösterilmesi gerekir. Kullanılacak olan her malzemenin en, boy ve derinlik ölçüleri tedarikçi firmalar tarafından kataloglarda belirtilir. Pano yerleşim krokisinde malzemelerin gösterimi için semboller vardır.

Bu sembollerin gösteriminde şalt malzemenin markasına göre ufak değişiklikler olabilir (Tablo 1.1).

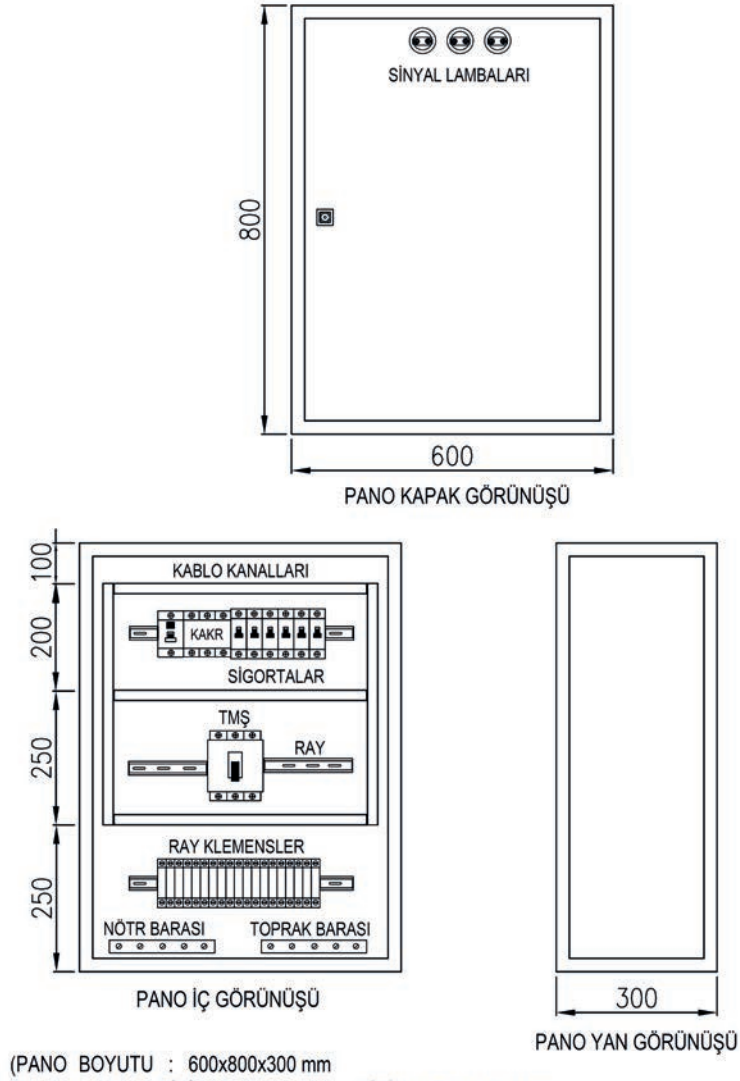
Tablo 1.1: Pano İç Yerleşim Şemalarında Kullanılan Semboller

PANO DEVRE ELEMANI	DEVRE SEMBOLÜ (TSE)	PANO İÇİ YERLEŞİM ŞEMASI SEMBOLÜ
Bir fazlı sigorta		
Üç fazlı sigorta		
NH bıçaklı sigorta		
Kaçak akım rölesi		
Üç fazlı paket şalter		
Termik manyetik şalter		
Akım transformatörü		
Bir fazlı aktif sayaç		
Üç fazlı aktif sayaç		
Üç fazlı X/5 kombi sayaç		
Ampermetre voltmetre		
Ray klemensi, toprak ve nötr barası		

PANO DEVRE ELEMANI	DEVRE SEMBOLÜ	PANO İÇİ YERLEŞİM ŞEMASI SEMBOLÜ
Sinyal lambası		
Start butonu		
Stop butonu		
Jog buton		
Aşırı akım rölesi		
Motor koruma şalteri		
Kontaktör		
Zaman rölesi		
Motor koruma rölesi		
Faz sırası rölesi		
Bir ve üç fazlı kondansatör		
Alçak gerilim parafudr		

1.1.1.2. Pano İçi Yerleşim Şemalarının Standartlara Uygun Çizimi

- Varsa yapılacak tesise ya da binaya ait özel şartnameler incelenir.
- Pano içi yerleşim planı yapılırken ileride olabilecek ilaveler göz önüne alınarak kablo ve şalt cihazları için en az %15 boş alan bırakılmalıdır.
- TS EN 61439 standartına uygun bir şekilde panolar dizayn edilir.
- Panolara enerji giriş ve çıkışının nereden olacağı belirlenir; klemensler ve baralar buna göre yerleştirilir.
- Ölçü aletleri daha kolay okunması için panonun ön kapağına ve üst tarafa konulmalıdır.
- Faz sinyal lambaları panonun ön kapağında ve ölçü aletlerinin üzerinde olmalıdır.
- Kompanzasyon yapılacak ise kompanzasyon malzemeleri için ayrı bir bölüm olmalıdır.
- Pano kroki çiziminde pano dış görünüşü ve ölçüleri, pano kapağındaki cihazların yerleşimi ve pano içerisindeki şalt malzemelerin yerleşimi belirtilmelidir (Görsel 1.2).



Görsel 1.2: Pano ölçülerini ve cihazların yerleşimini gösteren pano yerleşim krokisi

1. Uygulama	KURULU GÜCÜ 20 kW OLAN 3 FAZLI PANONUN MONTAJ KROKİSİNİN ÇİZİMİ

AMAÇ: Kurulu gücü 20 kW olan panonun montaj krokisini çizmek.



Görsel 1.3: Kroki çiziminde kullanılacak teknik çizim malzemeleri

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
A4 resim kâğıdı veya defter	-	1 adet
Kurşun kalem	0,5 veya 0,7 kalem ucu	1 adet
Daire şablonu	-	1 adet
Gönye veya cetvel	-	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Teknik resim malzemeleri ve A4 kağıdını hazırlayınız.
2. Görsel 1.2'teki pano ölçülerini ve cihazların yerleşimini gösteren pano yerleşim krokisini teknik resim kurallarına uygun bir şekilde çiziniz.
3. Çizim bittikten sonra çizim kâğıdını veya defterinizi öğretmeninize kontrol ettiriniz.
4. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Panoların ölçülerinin belirlenmesinde nelere dikkat edilir? Açıklayınız.
2. Pano içerisine malzemelerin yerleştirilmesinde dikkat edilecek hususlar nelerdir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Ölçülendirmelerin doğru yapılması	25	
Sınıfı:	2. Sembollerin çizimi	25	
Numarası:	3. Çizim kurallarına uyma	25	
ÖĞRETMEN	4. Tertip düzen	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

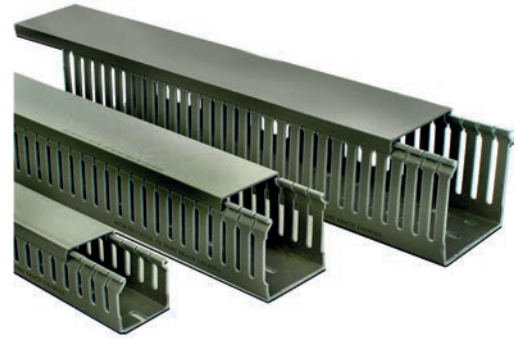
1.2. PANO İÇİ KABLO KANALLARI VE RAYLARIN ÖLÇÜLENDİRİLMESİ KESİLMESİ VE MONTAJI

Panolarda kullanılan raylar; üzerine klemens, sigorta, kontaktör vb. şalt malzemelerin monte edildiği ve bu malzemeleri taşıyan ürünlerdir. Malzemelerin panoya basit bir şekilde monte edilmesine olanak sağlar. Raylar boyutlarına ve malzemesine göre çeşitli tiplerde üretilir (Görsel 1.4).



Görsel 1.4: Raylar

Sıva üstü tesisatlarda veya elektrik panolarında kabloları düzenli bir şekilde bir arada tutan, kabloların korunmasını ve takip edilmesini sağlayan malzemelere **kablo kanalı** denir. Panolarda PVC'den yapılan pano tipi kablo kanalları kullanılır (Görsel 1.5).



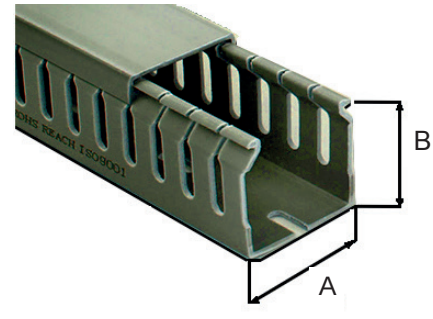
Görsel 1.5: Pano tipi kablo kanalı

1.2.1. Pano İçi Kanalların ve Rayların Montajı

Panolarda kullanılan kanallar ve raylar çeşitli ölçülerde ve değişik şekillerde üretilir. Kanalların ve rayların ölçülendirilmesi, kesilmesi ve montajında bazı hususları dikkat etmek gerekir.

1.2.1.1. Pano İçinde Kullanılan Kanal ve Rayların Özellikleri

Kanalların Özellikleri: Kablo kanallarının kenarları aralıklı yarıklar bırakılarak üretilir. Bu yarıklar kabloların klemenslere, rölelere, güç kaynaklarına ve diğer malzemelere kolayca bağlanmasını sağladığı gibi kabloları havalandırarak oluşabilecek ısınmaları da önler. Ayrıca kabloları havalandırarak oluşabilecek ısınmaları önler.



Görsel 1.6: Kablo kanalı genişlik ve yüksekliği

Kanallar çeşitli ölçülerde imal edilir. Boyutları kabloların yoğunluğuna göre seçilir. Kablolama işlemi bittikten sonra kanallara kablo kanal kapağı takılır.

Kanallar hazır vida delikli ya da yapışkan bantlı olarak üretilir. Kanalların montajı ve kesilmesi kolaydır. Kanallar korozyona (aşınmaya) uğramaz. Yangın esnasında zehirli gaz ve tehlikeli madde salgılamaz. Esnektirler; esneklikleri sayesinde kanal kapağının çok fazla açılıp kapanmasını olanaklı kılar. Hafiftirler; bu sayede taşınmaları da kolaydır.

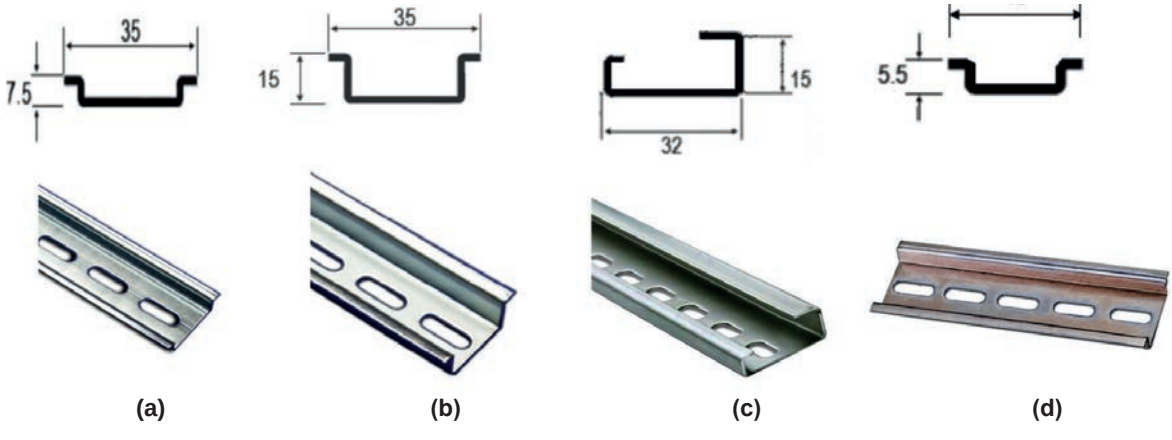
Kanallar seçilirken içerisinden geçen kablo yoğunluğu dikkate alınır. Kablo yoğunluğu ne kadar fazla ise kanal o kadar büyük seçilir. Kablo kanalları seçilirken genişlik ve yükseklik bilgileri dikkate alınır (Görsel 1.6).

Kablo kanallarının kataloglarında; ürün kodu, renk, kanalın genişlik ve yükseklik bilgisi ve paket miktarı vb. bilgiler yer alır (Tablo 1.2).

Tablo 1.2: Kablo kanalı kataloğu

Ürün Kodu	Renk	Ölçüleri (mm)		Paket Miktarı
		A (genişlik)	B (yükseklik)	
1518	Gri	15	18	50x2 m
1530	Gri	15	30	50x2 m
2540	Gri	25	40	28x2 m
2560	Gri	25	60	28x2 m
4040	Gri	40	40	20x2 m
4080	Gri	40	80	20x2 m
6040	Gri	60	40	18x2 m
6080	Gri	60	80	18x2 m
80100	Mavi	80	100	12x2 m
12060	Mavi	120	60	10x2 m
120100	Mavi	120	100	10x2 m
150100	Mavi	150	100	8x2 m

Rayların Özellikleri: Raylar endüstride çeşitli ölçülerde üretilir. Kullanılacak olan malzemenin ayaklarına göre ray seçimi yapılır. Raylar kataloglarda genişlik ve yükseklik değerine göre isimlendirilir. Endüstride en çok kullanılan ray TS35x7,5 olarak adlandırılan genişliği 35 mm, yüksekliği 7,5 mm olan raylardır (Görsel 1.7.a). Bu rayların dışında TS35x15 (Görsel 1.7.b) , TS32 (Görsel 1.7.c) ve TS15x5 (Görsel 1.7.d) raylar vardır.



Görsel 1.7: Ray çeşitleri

Raylar delikli ve deliksiz olarak üretilir. Genellikle çinko kaplı galvaniz, paslanmaz çelik veya alüminyumdan imal edilir. Raylar montaj plakasına veya pano profillerine monte edilir. Rayların montajında bazı durumlarda rayları açılı bir şekilde yükseltmek gerekebilir. Bu durum, elemanların bağlantılarını kolaylaştırır. Yükseltmede kullanılan bu parçalara **ray taşıyıcıları** denir (Görsel1.8). Rayların ölçüleri dünyanın her yerinde aynıdır. Raylar panoda kullanılan malzemelere estetik bir görünüm verir; zamandan ve işten tasarruf sağlar.



Görsel 1.8: Ray taşıyıcı

1.2.1.2. Kanal ve Rayların Ölçülendirilmesi ve Kesilmesinde Dikkat Edilecek Hususlar

Kanal ve ray üretimi yapan firmalar kanalları ve rayları belli uzunluklarda yapar. Kullanılacak panonun ölçülerine göre kanalları ve rayları ölçü alarak kesimi doğru bir şekilde yapmaya özen gösterilmelidir. Kanalları keserken **kanal kesme makası** veya **kollu kanal kesiciler** kullanılır. Rayları keserken **kollu ray kesme aparatları (ray kesme aleti veya ray kesici)** kullanılır. Ayrıca seri imalatın olmadığı küçük atölyelerde **demir testereler** kullanılır (Görsel 1.9).

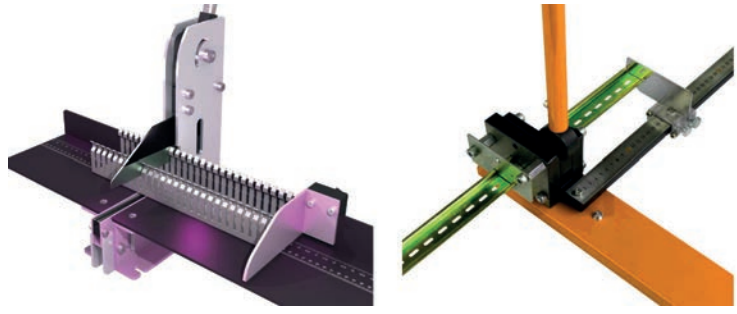


Görsel 1.9: Kanal kesme makası, kollu kanal kesici, demir testere, ray kesici

Kanal ve rayların ölçülendirilmesi ve kesilmesinde dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Pano yerleşim krokisinde belirtildiği gibi panonun ölçüsüne uygun bir şekilde kablo kanalı ve ray ölçüsü alınmalıdır.
- Kesilen kanalda ya da rayda çapak olup olmadığı kontrol edilir
- Cetvel kesilecek ölçüye sabitlenir.
- Demir testeresi veya kanal kesme makası kullanılacaksa bir şerit metre yardımı ile ölçü alınır ve kanal veya ray üzerinde işaretleme yapılır.
- Demir testeresi ile yapılan kesme işleminde ölçüsü alınan kanal veya ray mengene yardımı ile sıkıştırılır.
- Eğer ray kesici kullanılıyorsa ray, ölçüsüne uygun olarak kesici üzerinde bulunan yuvaya yerleştirilir. Ray, kesicinin kolu hareket ettirilerek kesilir.

- Kollu kanal kesici ya da ray kesici kullanılıyorsa bu aletlerin üzerinde bulunan cetvel kullanılır (Görsel 1.10).



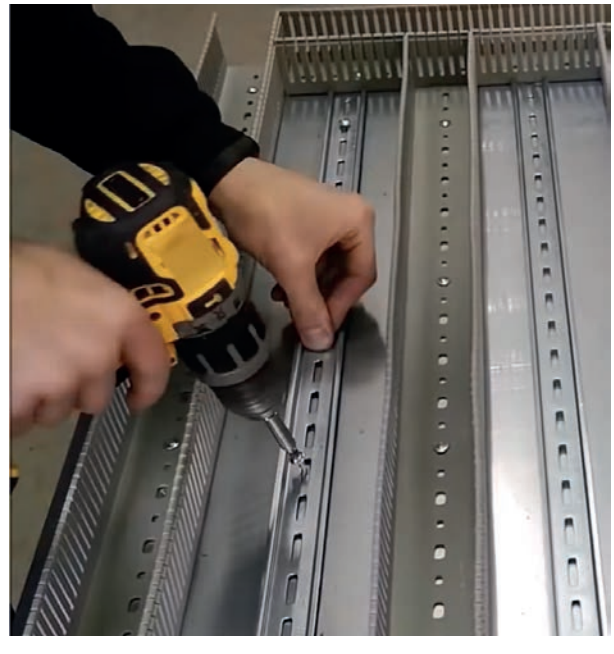
Görsel 1.10: Kanal ve ray ölçüsü alma

1.2.1.3. Kanal ve Rayların Pano İçerisine Montajında Dikkat Edilecek Hususlar

Kablo kanalları ve raylar taban saclarına veya montaj profillerine monte edilir. Kanalların ve rayların montajında sac vidalar veya matkap uçlu vidalar kullanılır. Vida ile montaj dışında yapışkan ile montede kendinden yapışkanlı kablo kanalları da vardır.

Kanalların ve rayların montajında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Ölçü alınıp kesilen kanal veya ray pano yerleşim krokisine uygun bir şekilde montaj plakasına geçici olarak yerleştirilir.
- Kanalın veya rayın deliklerinden işaretleme yapılır.
- İşaretlenen yerlerden matkap ucunun geçeceği şekilde delik açılır. Eğer matkap uçlu vida kullanılıyorsa delmeye gerek yoktur. Matkap uçlu vida hem delik açıp hem de vidalama işlemini aynı anda yapar (Görsel 1.11).
- Kanal veya ray yerine oturtulup delinen yerlerden vidalama yapılır.
- Kendinden yapışkanlı kanallarda kanalın arkasındaki koruyucu bant açılır. Pano yerleşim krokisine uygun bir şekilde taban sacına yapıştırılır.



Görsel 1.11: Matkap uçlu vida ile kanal ve ray montajı

2. Uygulama	PANO İÇİ KABLO KANALLARININ VE RAYLARININ KESİLMESİ VE MONTAJI

AMAÇ: Kablo kanallarını ve rayları kesmek, kanalların ve rayların montajını yapmak.



Görsel 1.12: Kanalların ve rayların montajı

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Taban sacı	Belirlenmiş ölçülerde	1 adet
Ray	TS35 x 7,5	1 adet
Kablo kanalı	25 x 40 mm	1 adet
Birleştirme elemanları	Sac vida veya matkap uçlu vida	-
El takımları	Tornavida takımı, şarjlı sıkma aleti, matkap	-
Demir testeresi	-	1 adet
Şerit metre veya cetvel	-	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI

1. İş eldiveninizi giyip iş gözlüğünüzü takınız.
2. Uygulama malzemelerini öğretmeninizden alınız.
3. Elinizdeki taban sacının ölçülerine göre kanal ve ray ölçülerini alınız. Ölçü aldığınız yerden işaretleyiniz.
4. Ölçüsü alınan kanal ve rayı sırası ile mengene ile sıkıştırıp demir testeresi ile kesiniz.
5. Kesilen kanal ve rayda çapak olup olmadığını kontrol ediniz.
6. Kanal ve rayları taban sacı üzerine geçici olarak yerleştiriniz.
7. Kanal ve rayın delikli kısımlarından vida takılacak yerleri işaretleyiniz.
8. İşaretlenen yerlerden taban sacını deliniz. Şarjlı sıkma aleti ile vidaları monte ediniz.
9. Yaptığınız işi öğretmeninize kontrol ettiriniz.
10. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Kanal ve rayların kesilmesinde nelere dikkat edilmelidir? Açıklayınız.
2. Kanal ve rayları kesmek için hangi aletler kullanılır yazınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Kanalın kesilmesi	25	
Sınıfı:	2. Kanalın montajı	25	
Numarası:	3. Rayın kesilmesi	25	
ÖĞRETMEN	4. Rayın montajı	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

1.3. RAY KLEMENSLERİ VE BESLEME DAĞITIM BARALARININ MONTAJI

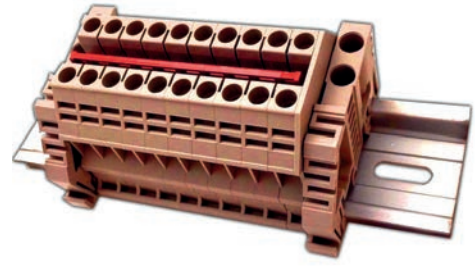
Panolarda kullanılan malzemelerin, kabloların ve pano sac kısmındaki parçaların birbirlerine güvenli bir şekilde bağlanması için kullanılan ürünler vardır.

1.3.1. Pano İçi Yardımcı Bağlantı Elemanlarının Montajı

Pano montajında, modüler şekilde bulunan pano parçalarının birleştirilmesinde, kablo kanallarının ve rayların panoya takılmasında, panodaki elektrik devrelerinin alıcılar ile birleştirilmesinde çeşitli bağlantı elemanları kullanılır.

1.3.1.1. Pano İçi Yardımcı Eleman Çeşitleri

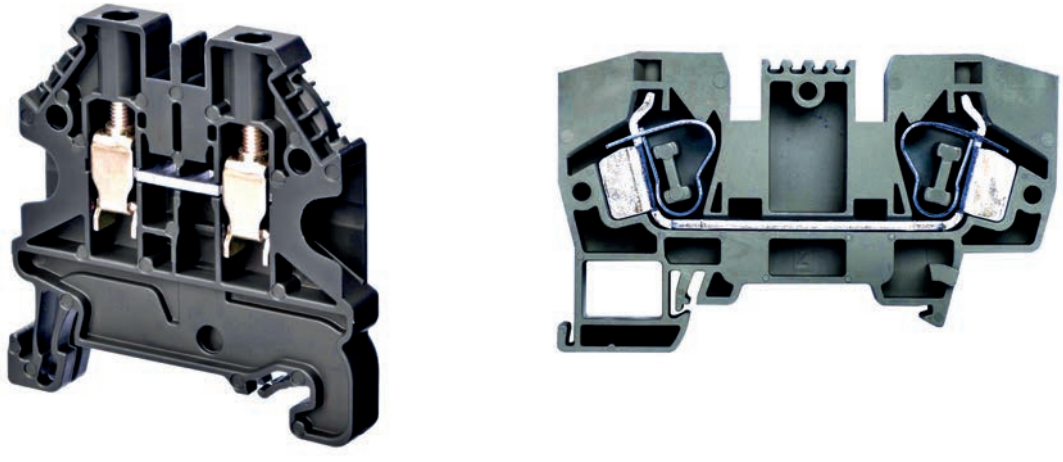
Panolarda; klemensler, besleme dağıtım baraları, vidalar, cıvatalar, somunlar ve pullar yardımcı bağlantı elemanları olarak kullanılır.



Görsel 1.13: Ray klemensi

Ray Klemensleri: Panolarda kontaktör, sigorta, şalter gibi malzemelerin kendi arasında veya pano dışındaki alıcılar ile bağlantısını sağlayan, raylara monte edilen elemanlara **ray klemensleri** denir (Görsel 1.13). Ray klemensleri kullanılarak güvenli ve düzenli bir bağlantı yapılır. Ray klemenslerinin dış gövdesi yalıtkan malzemeden yapılır. Genellikle panoda bir ray üzerinde sıralanarak gruplar halinde kullanılır. Kullanılacak olan klemensin ayağına göre ray seçilir. Ray klemensleri panoların vazgeçilmez elemanlarındandır ve çeşitli boyutlarda yapılır. İletkenlerin kalınlığına göre klemensin büyüklüğü seçilir.

Ray klemensleri bağlantılarına göre vidalı bağlantı klemensleri ve yaylı bağlantı klemensleri olmak üzere ikiye ayrılır. Vidalı klemenslerde kablo bağlantıları vidalar ile yapılır. Kablo ucu soyulur, klemensin vidası açılır ve kablo içine yerleştirilerek tornavida yardımı ile sıkılır. Yaylı klemenslerde kablolar bağlanırken vidaya gerek yoktur. Yay tornavida yardımı ile açılır ve kabloyu sıkıştırır. İşçilikten tasarruf sağlar (Görsel 1.14).



Görsel 1.14: Vida bağlantılı ve yay bağlantılı ray klemensleri

Besleme Dağıtım Baraları: Besleme dağıtım baraları panolarda faz, nötr ve topraklama iletkeni olarak kullanılır. Bakır veya alüminyumdan imal edilir. Faz dağıtım baraları ana şalter çıkışlarında faz hattının dağıtılmasını sağlar.

Besleme dağıtım baraları, kutup sayısına, bağlanacak olan kablo sayısına ve akım değerine göre seçilir. Küçük güçlü panolar için modüler şekilde yapılan ürünler vardır (Görsel 1.15).



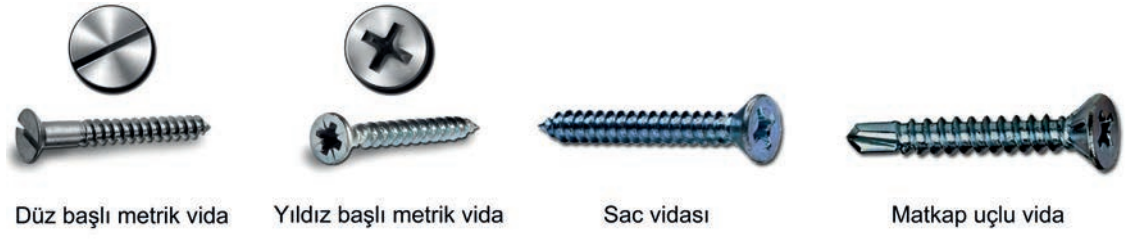
Görsel 1.15: Besleme dağıtım barası

Nötr ve topraklama baraları birden fazla nötr ve topraklama iletkenlerinin bağlandığı baralardır. Tüm panolarda topraklama barası olmalı ve tüm topraklama iletkenleri bu bara üzerinde birleşmelidir. Panolar iletken olduğu için nötr baraları panoya bağlanırken izolatörler kullanılır. Topraklama baraları ise direkt olarak panonun gövdesine bağlanır. Nötr baraları için mavi izolasyon başlıklı, toprak baraları için sarı veya yeşil izolasyon başlıklı baralar kullanılır (Görsel 1.16).



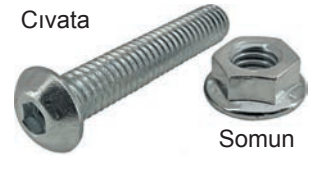
Görsel 1.16: Nötr ve topraklama baraları

Vidalar: Silindirik veya konik bir düz yüzeye helis (eğrisel) biçiminde açılmış dişlerden oluşan elemanlara **vida** denir. Vidalar gelişen teknolojide ürünlerin olmazsa olmaz parçalarındandır. Endüstride kullanılmalarının dışında günlük hayatımızda herhangi bir eşyanın montajında da kullanılır. Vidalar kullanım amaçlarına göre çok çeşitli olarak imal edilir. Pano sektöründe en çok metrik vidalar, sac vidalar ve matkap uçlu vidalar kullanılır (Görsel 1.17).



Görsel 1.17: Vidalar

Sac vidaları kullanırken saclara delik açmak gerekir. Bu sebeple günümüzde sac vidaların yerini matkap uçlu vidalar almıştır. Matkap uçlu vidalarda sac parçasını delmeye gerek yoktur.



Görsel 1.18: Cıvata

Cıvatalar: Birbirine bağlanmak istenen parçaların üzerine delik açılarak parçaları sökülebilir şekilde birleştiren, somunla birlikte kullanılan, gövdesine vida dişi açılmış silindirik bağlantı elemanlarına **cıvata** denir. Cıvatalar, genellikle somunlar ile kullanılmaları yönüyle vidalardan ayrılır (Görsel: 1.18). Somun anahtarı kullanılarak sıkıldıklarında vidalardan daha iyi sıkma yapar. Makine ve inşaat sektöründe, araçlarda, mobilya vb. her türlü alanda kullanılan cıvataların yaygın bir kullanım alanı vardır. Cıvatalar kullanım amaçlarına göre çeşitli şekillerde üretilir.

Somunlar: Saplama veya cıvatalar ile birlikte kullanılan bağlantı elemanına **somun** denir. Ortasına cıvataya uygun dişli delik açılmış olan parçalardır. Cıvataların daha iyi sıkılabilmesi için kullanılır. İnşaat mobilya, otomotiv ve makine sektöründe yaygın olarak kullanılır. Somunlar kullanım alanlarına, özelliklerine ve şekillerine göre çok çeşitli olarak imal edilir. En çok kullanılan somun çeşitleri altı köşe somun, kare somun, flanşlı somun, dört köşe somun, kelebek somun ve taçlı somundur (Görsel 1.19).



Görsel 1.19: Somunlar

Pullar (Rondela): Somun veya cıvata ile makine parçası arasında kullanılan halka biçiminde ortası delik sac malzemeden yapılmış parçalara **pul (rondela)** denir. Somunlar veya cıvatalar üzerine uygulanan kuvvetlerin etkisiyle veya titreşimler ile zamanla gevşeyebilir. Bu durum makine parçalarının bozulmasına sebep olabilir. Rondela, cıvata ve somun gibi elemanların parçalara bağlanması sırasında yüzeydeki basıncı yayarak yüzeyin zarar görmesini önler ve bağlantının gevşemesine engel olur. Rondelalar yapıldıkları malzemeye ve şekillerine göre iki ana grup olarak imal edilir.

Bazı pul çeşitleri şunlardır: düz rondela, tırtıklı rondela, yaylı rondela, ondüle rondela (Görsel 1.20).



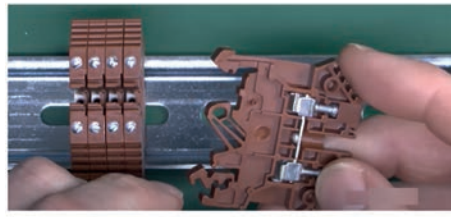
Görsel 1.20: Rondelalar

1.3.1.2. Pano İçi Yardımcı Eleman Montajında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

- Kullanılacak olan bütün bağlantı elemanları DIN, EN, TS normlarına uygun olmalıdır.
- Ray klemenslerinin boyutları kullanılacak olan iletkenlerin kesitlerine uygun seçilmelidir.
- Klemens vidaları sıkıldıktan sonra klemens dışına taşan açık uçlar varsa kesilmelidir.
- Besleme dağıtım baraları projenin akım değerine uygun seçilmelidir.
- İzoleli bir topraklama barası kullanılırsa pano gövdesinin topraklanmasını sağlamak için baradan pano gövdesine topraklama iletkeni ile bağlantı yapılmalıdır.
- Vidaların çeşitleri bilinmeli ve kullanılacak yere göre vida seçilmelidir. Yanlış vida seçimi istenmeyen sonuçlar ortaya çıkarabilir.
- Vidaları gevşetirken veya sıkarken uygun tornavida kullanılmalıdır.
- Matkap uçlu sac vidaların uçları sivridir. Bu nedenle dikkatli bir şekilde kullanılmalıdır.
- Matkap uçlu vidalarda tornavida yerine varsa şarjlı sıkma aleti kullanmak hem daha iyi sonuç verir hem de gereksiz iş gücü kaybını önler.
- Cıvatalarda ile birlikte kullanılacak olan somunların cıvataların özelliklerine uygun olması gerekir.
- Cıvata ile birlikte kullanılan somunlar iyi bir şekilde sıkılmalıdır. Bu sayede bağlantının sağlamlığı artar.
- Somunların ölçüleri kullanılacak cıvataya uygun olmalıdır.

3. Uygulama	PANO RAY KLEMENSLERİNİN VE MODÜLER ENERJİ DAĞITIM BARALARININ MONTAJI

AMAÇ: Pano ray klemenslerinin ve modüler enerji dağıtım baralarının montajını yapmak.





Görsel 1.21: Ray klemenslerinin ve modüler enerji dağıtım baralarının montajı

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Ray	TS35 x 7,5	1 adet
Ray klemensi	2,5 - 4 ya da 6 mm kabloya uygun	1 adet
Modüler enerji dağıtım barası	2 ya da 4 kutuplu	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. İş eldiveninizi giyiniz.
2. Uygulama malzemelerini öğretmeninizden alınız.
3. Elinizdeki rayın, klemensin ve modüler enerji dağıtım barasının ayak ölçülerinin uygunluğunu kontrol ediniz.
4. Klemensin ayaklarını raya takınız.
5. Modüler enerji dağıtım barasının ayaklarını raya takınız.
6. Yaptığınız işi öğretmeninize kontrol ettiriniz.
7. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Ray klemensleri ne işe yarar?
2. Ray klemenslerini ve modüler enerji dağıtım baralarını raya takarken nelere dikkat edilmelidir?

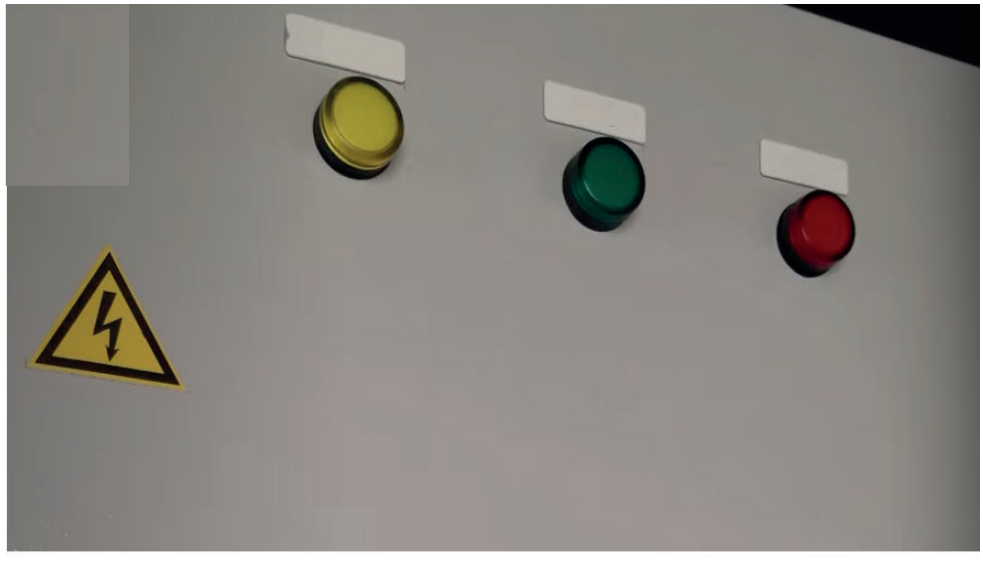
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Ray klemensinin raya montajı	25	
Sınıfı:	**2.** Modüler enerji dağıtım barasının raya montajı	25	
Numarası:	**3.** Rayın kesilmesi	25	
ÖĞRETMEN	**4.** Rayın montajı	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

1.4. PANO KAPAĞI ÜZERİNE SİNYAL LAMBALARININ MONTAJI

Sinyal lambaları elektrik devrelerinin veya elemanlarının çalışıp çalışmadığını ışıkla gösteren elektrik malzemeleridir.

1.4.1. Sinyal Lambalarının Montajı

Sinyal lambaları panoların kapağına monte edilir. Üretim yapan firmaların kataloglarına göre kırmızı, sarı, yeşil, mavi, beyaz renkleri mevcuttur. Lambaların renkli camı arkasında neon, akkor telli lamba veya led bulunur. Sinyal lambalarının montajında renkli cam pano kapağının önünde, lambanın bulunduğu ve kabloların bağlanacağı gövde pano kapağının arka bölümünde olacak şekilde montajı yapılır (Görsel1.22).



Görsel 1.22: Pano kapağında sinyal lambalarının görünümü

1.4.1.1. Sinyal Lambası İçin Pano Kapağının Delinmesi

Sinyal lambalarının pano kapağına montajı için sinyal lambasının boyutlarına uygun bir şekilde pano kapağının delinmesi gerekir. Delme işlemi için matkap veya panç gibi aletler kullanılır. Delme işleminden önce pano kapağında delinecek yer işaretlenmelidir. Ayrıca pano kapağını delme işlemi sac üretimi yapan firma tarafından CNC tezgahlarında yapılabilir (Görsel 1.23).

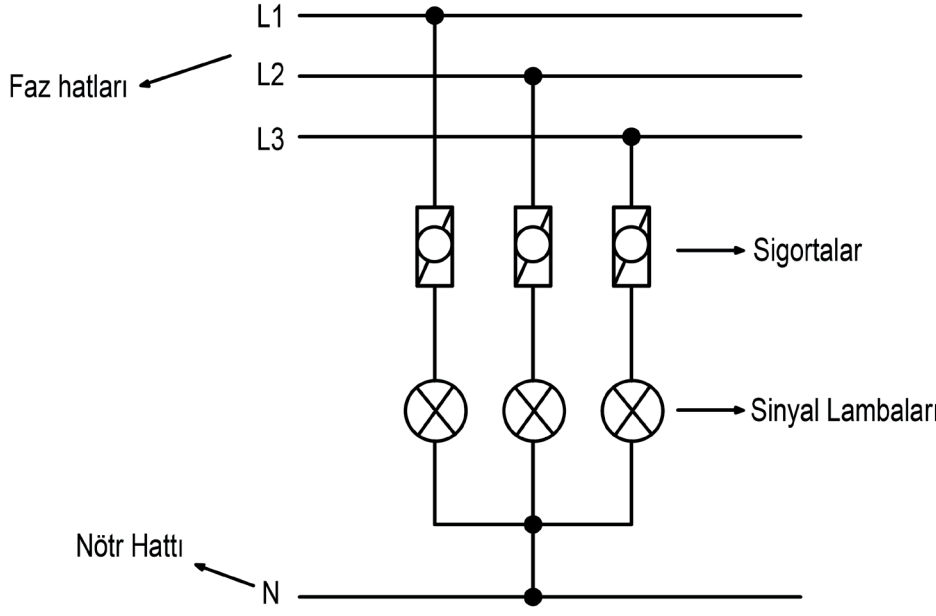


Görsel 1.23: Matkapla, pançla ve CNC tezgahlarında pano kapağının delinmesi

1.4.1.2. Sinyal Lambasının Elektriksel Devresi ve Bağlantısı

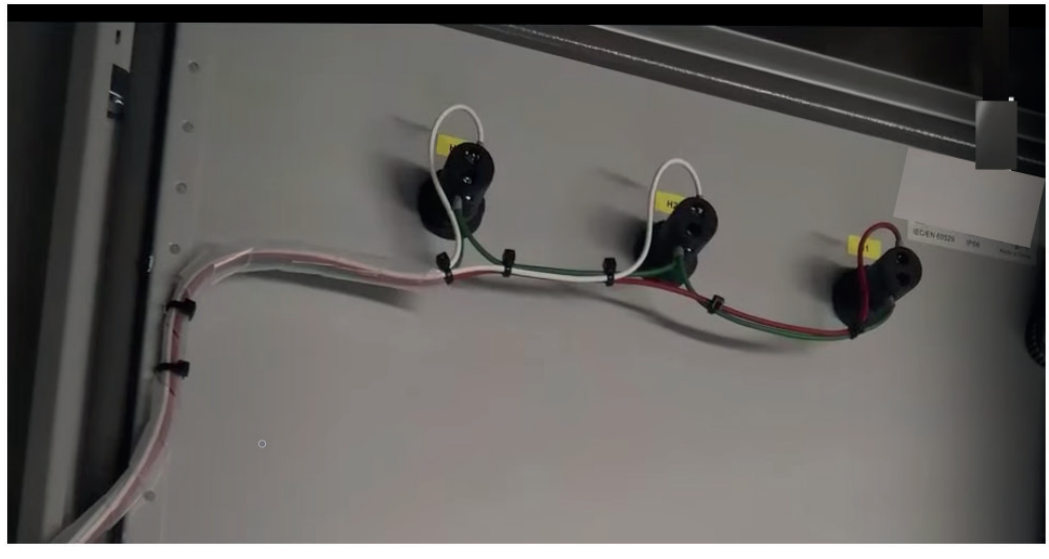
Sinyal lambaları elektrik devrelerinde dağıtım panolarında faz lambası olarak kullanılır. Sigorta üzerinden her faza ayrı bir sinyal lambası bağlanır.

Sinyal lambalarının elektriksel bağlantıları yapılırken birer uçları köprülenerek nötr hattına bağlanır. Diğer uçları sigorta çıkışlarına bağlanır. Sigorta girişlerine de faz uçlarından besleme alınır. Böylece enerji geldiğinde sinyal lambaları yanarak panoda enerji olup olmadığını gösterir (Görsel 1.24).



Görsel 1.24: Sinyal lambalarının faz lambası olarak kullanılmasının elektriksel devresi

Sinyal lambaları, motor kontrol panolarının motorlarının; devrede veya devre dışı ya da arıza durumlarını göstermede kullanılır. Pano kapağında sinyal lambasının üzerine hangi durumda kullanılacağı belirtilir. Pano kapağının iç kısmına da projedeki adı yazılır (Görsel 1.25). Sinyal lambaları 220 V AC veya 24 V AC-DC besleme gerilimlerinde üretilir.

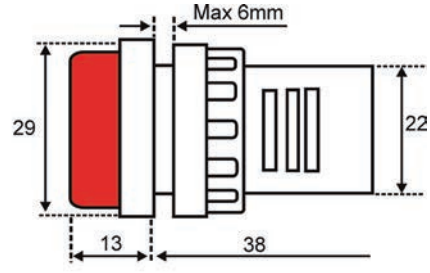


Görsel 1.25: Kablo bağlantısı yapılmış sinyal lambalarının pano iç kapağındaki görünümü

4. Uygulama	PANO KAPAĞINA SİNYAL LAMBALARININ MONTAJI

AMAÇ: Pano kapağına sinyal lambalarının montajını yapmak.





Görsel 1.26: Sinyal lambasının montaj ölçüsü

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Sac pano kapağı	Belirlenmiş ölçülerde	1 adet
Sinyal lambası	Kırmızı, sarı veya mavi renk	3 adet
Delme elemanları	Matkap veya panç	1 adet
Eğe	-	-
Şerit metre veya cetvel	-	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. İş eldiveninizi giyip iş gözlüğünüzü takınız.
2. Uygulama malzemelerini öğretmeninizden alınız.
3. Sinyal lambasının çap ölçüsünü alınız.
4. Pano kapağı üzerinde sinyal lambasını monte edeceğiniz yeri işaretleyiniz.
5. Bu ölçüye uygun matkap ucu ya da panç ucu takınız. Görsel 1.23'teki gibi işaretlediğiniz yerden delme işlemini yapınız.
6. Deldiğiniz yeri eğe ile temizleyiniz.
7. Sinyal lambasının gövde kısmındaki somunu açınız.
8. Deldiğiniz yere sinyal lambasını geçiriniz çıkardığınız somunu takarak lambayı sıkıştırınız.
9. Yaptığınız işi öğretmeninize kontrol ettiriniz. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Sinyal lambasının montajında pano kapağının delinmesinde hangi elemanlar kullanılır?
2. Panolarda kullanılan sinyal lambalarının görevi nedir?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Ölçünün doğru bir şekilde alınması	30	
Sınıfı:	2. Sacın delinmesi	35	
Numarası:	3. Sinyal lambasının montajı	35	
ÖĞRETMEN	TOPLAM PUAN	100	
Adı ve Soyadı:			
İmza:			

1.5. KAÇAK AKIM RÖLELERİ, GİRİŞ SİGORTASI VE LİNYE SİGORTALARININ MONTAJI

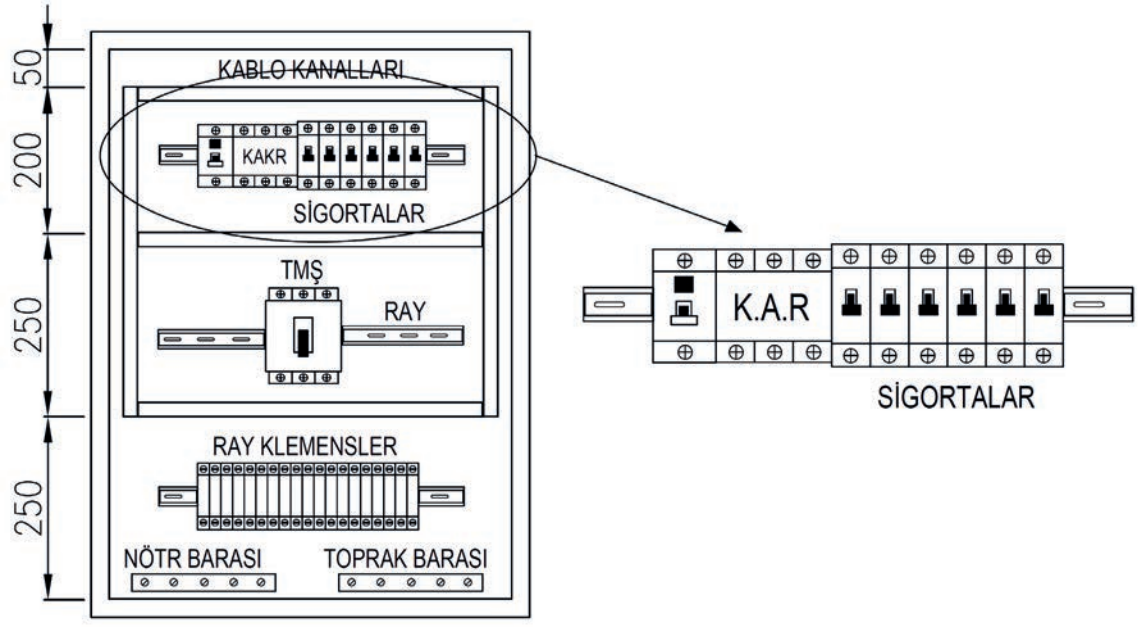
Devrede oluşan kaçak akımı algılayıp devreyi açarak insan hayatını ve tesisatları koruyan elemanlara **kaçak akım röles**i denir. Devrede oluşan aşırı akım ve kısa devrelere karşı açma yapan elemanlara da **sigorta** denir. Giriş sigortaları (ana sigorta) linye sigortalarını besleyen sigortalardır. Linye sigortaları alıcıları direkt olarak besleyen sigortalardır.

1.5.1. Kaçak Akım Rölelerinin ve Sigortaların Montajı

Kaçak akım röleleri ve sigortalar raylara monte edilir.

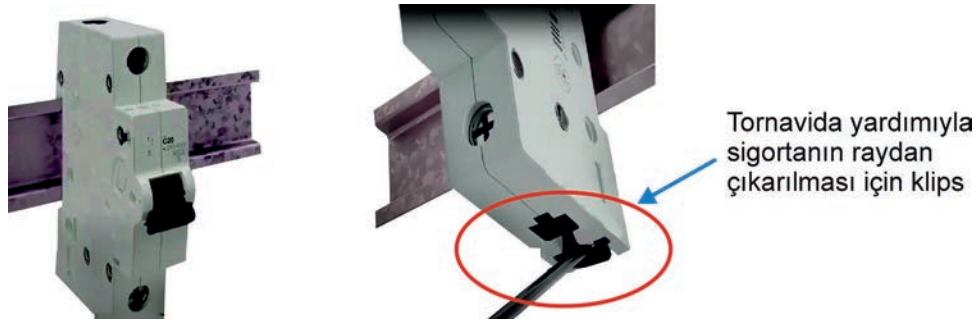
1.5.1.1. Sigortaların Şemaya Uygun Olarak Sigorta Rayına Takılması

Sigortalar pano yerleşim krokisinde gösterildiği şekilde raylara monte edilir (Görsel 1.27).



Görsel 1.27: Pano yerleşim krokisinde sigortaların gösterimi

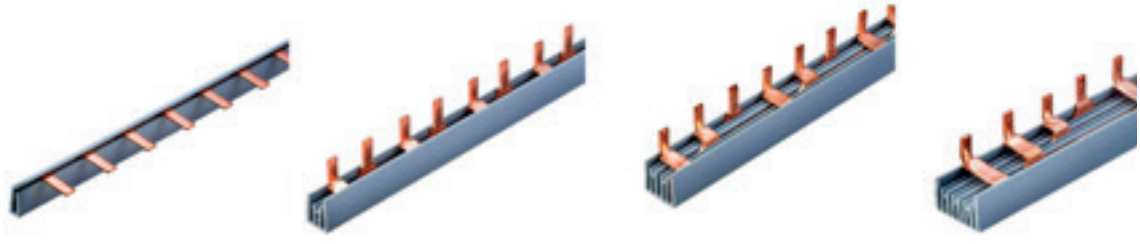
Sigortaların raya montaj yeri ray ölçüsüne uygun olmalıdır. Sigorta, montaj yuvasından geçmeli bir şekilde takılır. Sigorta raydan çıkartılmak istendiğinde, tornavida yardımı ile sigortanın üstünde bulunan klips gevşetilir ve sigorta raydan çıkartılır (Görsel 1.28).



Görsel 1.28: Sigortanın raya takılması ve çıkarılması

1.5.1.2. Sigorta Barası Çeşitleri

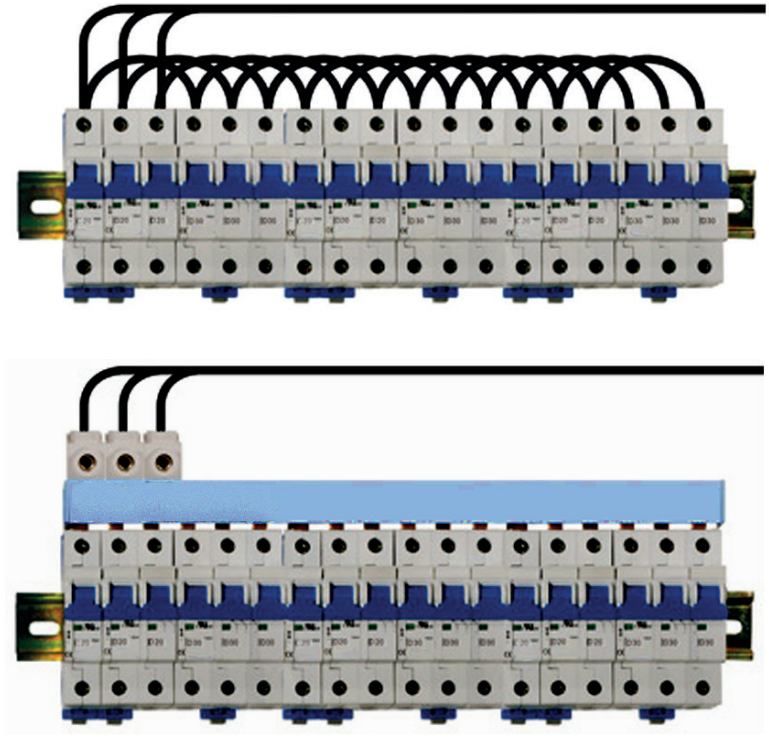
Sigorta Baraları: Giriş sigortasından alınan enerjinin kabloya ihtiyaç duymadan hızlı bir şekilde diğer sigortalara dağıtılmasını sağlayan modüler ürünlerdir. Bir fazlı, iki fazlı, üç fazlı ve dört fazlı olarak üretilir. Modülün içinde her faza ait bara bulunur. Bu baralardan sigortaya montaj için ayaklar çıkartılmıştır. Ürün kataloglarında taşıyabileceği akım değeri, uzunluk ölçüsü ve kaç adet sigortanın bağlanabileceğini belirten modül sayısı bilgileri bulunur. Örneğin; 100 A, 53 cm, trifaze, 10 modüllük sigorta barası şeklinde belirtilir (Görsel 1.29).



Görsel 1.29: Bir, iki, üç ve dört fazlı sigorta baraları

1.5.1.3. Sigorta Barasının Kesilmesi ve Takılması

Sigorta baraları belirli modül sayılarında üretilir. Modül sayısı kaç adet sigortaya bağlanabileceğini gösterir. Sigorta baraları kullanılacak sigorta sayısı kadar kesilebilir. Kesme işleminde demir testeresi kullanılır. Kesme işlemi bittikten sonra baralar sigortaların girişlerine takılarak tornavida yardımı ile sıkılır (Görsel 1.30).

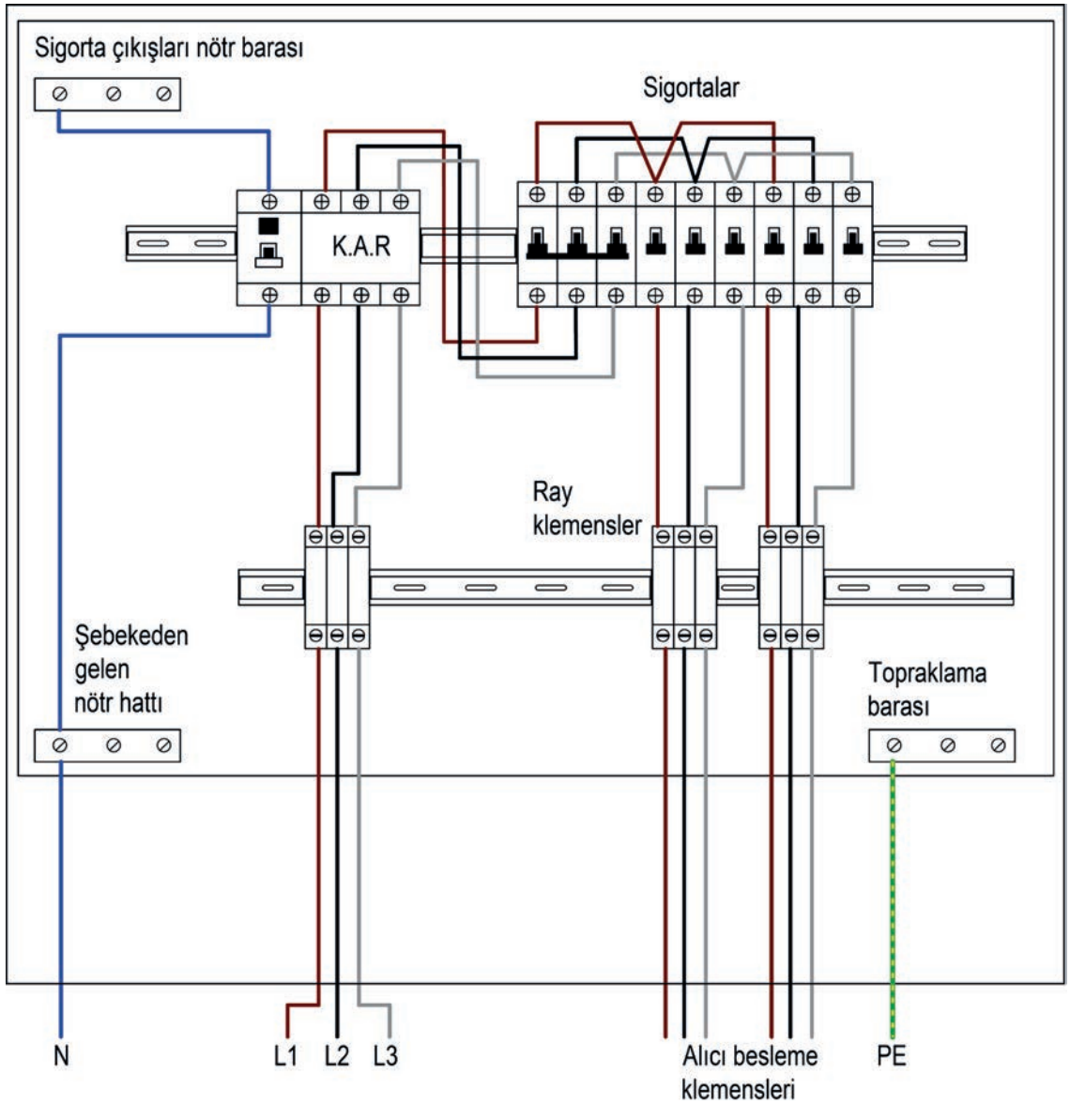


Görsel 1.30: Sigortaların kablo ile köprülenmesi ve sigorta barasının takılarak köprülenmesi

1.5.1.4. Sigortalar ile Ray Klemensler Arası Kablajın Yapılması

Panolarda kullanılan kaçak akım röleleri ve bütün sigortalar klemensler ile bağlanmak zorundadır. Panoların tesislerde montajları yapıldıktan sonra alıcılar panodaki besleme sigortalarına klemensler ile irtibatlandırılır.

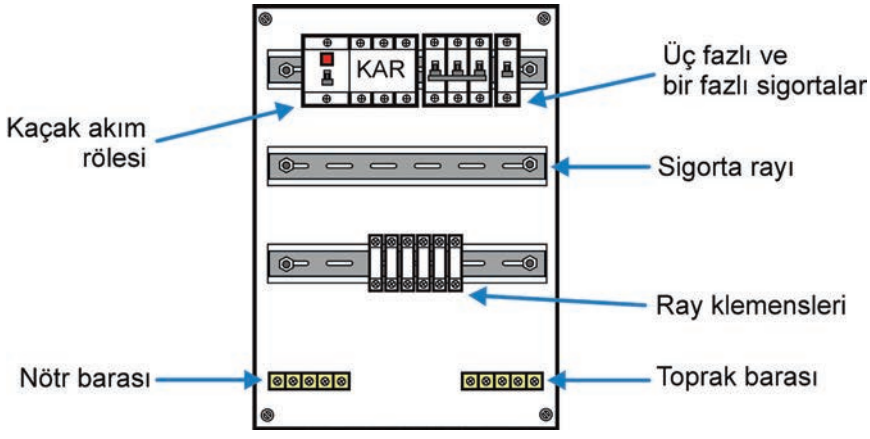
Girişe konulan kaçak akım rölesi için faz hatlarını gösteren giriş klemensleri; çıkış sigortaları için ise alıcı besleme klemensleri kullanılır. Kablolar yeterli uzunlukta soyulur. Kaçak akım rölesi, sigortalar ve klemensler arası kablolama yapılır. Kablolama işleminde kablonun izolesiz kısmı klemensin bağlantısının dışında kalmamalıdır. Klemensler projede belirtildiği şekilde etiketlenmelidir. Girişte kullanılan kaçak akım rölesinin uçları L1, L2, L3 faz klemenslerine takılır. Çıkış sigortalarından beslenen aydınlatma, priz vb. alıcıların kabloları etiketlemeye göre alıcı besleme klemenslerine takılır. Nötr ve topraklama bağlantıları için modüler nötr ve topraklama baraları kullanılır (Görsel 1.31).



Görsel 1.31: Kaçak akım rölesi ve sigortaların klemensler ile kablo bağlantılarının yapılması

5. Uygulama	KAÇAK AKIM RÖLESİNİN VE SİGORTALARIN RAYLARA MONTAJI

AMAÇ: Kaçak akım rölesinin ve sigortaların raylara montajını yapmak.



Görsel 1.32: Kaçak akım rölesi ve sigortaların raylara montajı

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Ray	TS 35 x 7,5	1 adet
Kaçak akım rölesi	-	1 adet
Sigorta	-	1 adet
El takımları	Tornavida takımı	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. İş eldiveninizi giyiniz.
2. Uygulama malzemelerini öğretmeninizden alınız.
3. Kaçak akım rölesi ve sigortanın raya uygunluğunu kontrol ediniz.
4. Kaçak akım rölesi ve sigortayı arkasındaki montaj yerinden raya oturtunuz.
5. Kaçak akım rölesi ve sigortayı raydan çıkartmak için malzemelerin alt kısmında bulunan klipsi tornavida yardımı ile görsel 1.28'deki gibi gevşetiniz.
6. Yaptığınız işi öğretmeninize kontrol ettiriniz. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Kaçak akım rölesinin ve sigortaların raya montajı nasıl yapılır?
2. Kaçak akım rölesi ve sigortalar raydan nasıl çıkartılır?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Kaçak akım rölesinin montajı	25	
Sınıfı:	**2.** Sigortanın montajı	25	
Numarası:	**3.** Kaçak akım rölesinin raydan çıkartılması	25	
ÖĞRETMEN	**4.** Sigortanın raydan çıkartılması	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. ( ) Pano iç yerleşim krokisinde panoya konulacak olan malzemelerin nasıl yerleştirileceği gösterilir.

2. ( ) Kablo kanallarındaki yarıklar kabloları havalandırarak oluşabilecek ısınmaları önler.

3. ( ) Yaylı klemenslerde kablo bağlantıları vidalar yardımı ile yapılır.

4. ( ) Sinyal lambaları için pano kapağını delme işleminde demir testere kullanılır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Silindirik veya konik bir düz yüzeye helis biçiminde açılmış dişlerden oluşan elemanlara ……..……..…….. denir.

6. Sigortalar pano yerleşim krokisinde gösterildiği şekilde ……..……..…….. monte edilir.

7. Seri imalatın olmadığı küçük atölyelerde rayların kesilmesinde ……..……..…….. kullanılır.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

8. Giriş sigortasından alınan enerjinin kabloya ihtiyaç duymadan hızlı bir şekilde diğer sigortalara dağıtılmasını sağlayan malzemelere ne ad verilir?

A) Sigorta barası

B) Kablo kanalı

C) Sinyal lambası

D) Ray

E) Topraklama barası

9. "Cıvataları vidalardan ayıran ve genellikle cıvatalar ile birlikte kullanılan pano içi yardımcı elamandır." Tanımı yapılan malzeme aşağıdakilerden hangisidir?

A) Vida

B) Klemens

C) Nötr barası

D) Rondela

E) Somun

10. Kabloları düzenli bir şekilde bir arada tutan, kabloların korunmasını ve takip edilmesini sağlayan malzemeye ne ad verilir?

A) Ray

B) Klemens

C) Kablo kanalı

D) Sigorta

E) Vida

PANO İÇİ BAĞLANTILAR

2. ÖĞRENME BİRİMİ



KONULAR

2.1. PANO CİHAZLARINI ETİKETLEME

2.2. KABLOYA PABUÇ, YÜKSÜK VE KABLO NUMARATÖRÜ TAKMA

2.3. KABLOLARIN CİHAZLARA BAĞLANTISI

2.4. KABLO BAĞI VE SPİRAL BAĞLAMA

TEMEL KAVRAMLAR

pano cihazları, panolarda etiketleme, kablo pabucu ve yüksüğü, kablo montajı, kablo numaratörü, kablo bağı, kablo spirali

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Pano iç ve dış etiketlemelerini yapmayı
- Kablolara pabuç, yüksük çakma ve kabloları numaralandırma işlemlerini
- Kabloların cihazlara bağlantısını yapmayı
- Kabloları kablo bağı ve spiral ile düzenlemeyi

Hazırlık Çalışmaları

1. **Elektrik panolarında kablo bağlantıları hangi araçlarla yapılır? Bildiklerinizi paylaşınız.**
2. **Panolarda kabloların düzenli olması için neler yapılabilir? Düşüncenizi paylaşınız.**

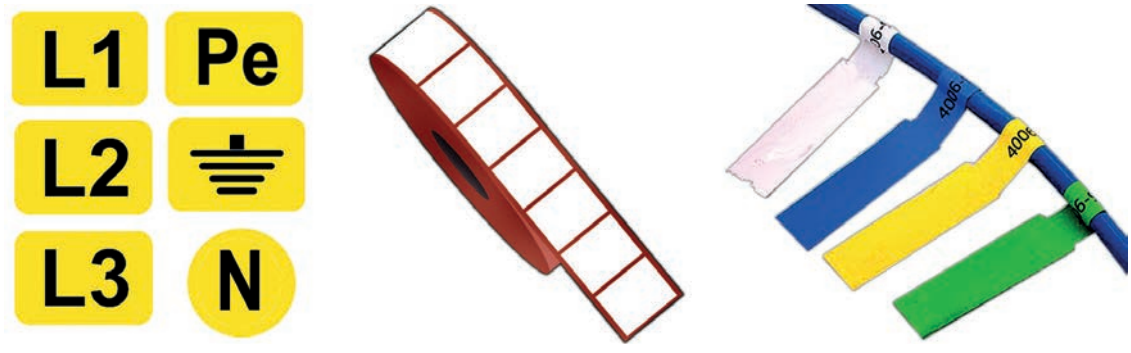
2.1. PANO CİHAZLARINI ETİKETLEME

Panolar elektrik enerjisinin güvenli bir şekilde dağıtılması ve kontrol edilmesi için kullanılan malzemelerin bir arada bulunduğu kutudur. Etiketleme, panodaki elemanların bağlantısını kolay anlama, arıza tespit etme ve arıza giderme işlemlerini kolaylaştırmak için yapılır.

2.1.1. Pano İçinde ve Dışında Etiketleme İşlemi

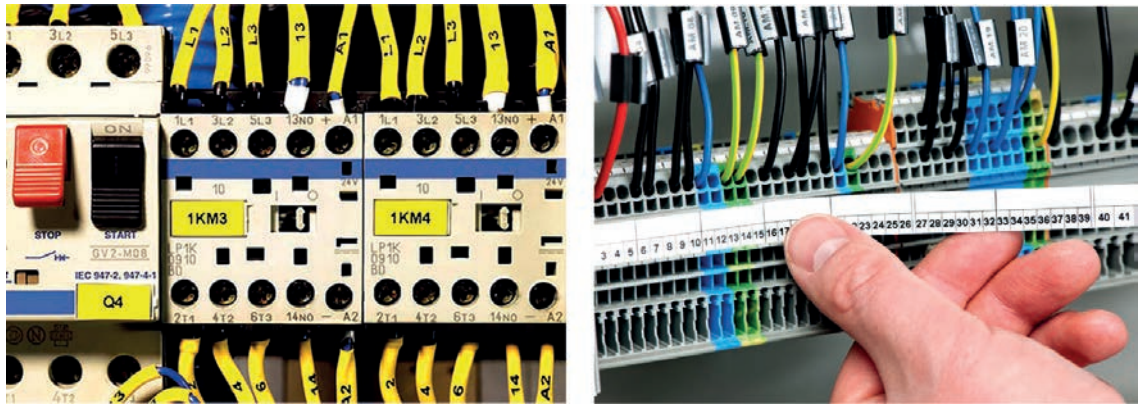
Panoların içerisinde ihtiyaca göre şalter, sigorta, kaçak akım koruma rölesi, sayaç, ölçü aletleri, kontaktör ve benzeri malzemeler bulunur. Bu elemanların etiketlenmesi, malzemelerin pano içi düzenini ve bağlantının kolay yapılmasını sağlar. Panolarda kablolar kanallar içinde bir arada bulunduğu için kablo arıza takibi oldukça zordur. Kablo başında ve sonunda yapılan etiketleme sayesinde kablo arıza takibi oldukça kolaylaşır. Ayrıca iş güvenliği uyarılarıyla ilgili etiketler iş kazalarının önlenmesine yardımcı olur.

Pano içinde; faz, nötr, toprak, sigorta, şalter, kontaktör, çıkış üniteleri ve iş güvenliği etiketleri kullanılır. Etiketler ısıya dayanıklı olmalı ve etiketlerin yapışkanlığı iyi olmalıdır (Görsel 2.1).



Görsel 2.1: Pano içi etiketler

Pano içindeki sigorta, şalter ve ray klemensleri üzerine etiketleme yapılırken etiketler ilgili elemanla aynı hizada olmalı ve kolay okunacak bir konuma yapıştırılmalıdır. Kabloların etiketlenmesinde ise bağlantı uçlarında bulunan makaronların üzerine okunacak şekilde etiket yapıştırılır. Elemanların etiketleri pano sacı, pano kanalı veya direkt eleman üzerine düzgün bir şekilde yapıştırılır. Yapıştırma işlemi sağlam olmalı ve etiket kolay sökülmemelidir (Görsel 2.2).



Görsel 2.2: Pano içine etiketlerin yapıştırılması

Panonun dışına ise güvenlik ve bildirim etiketleri yapıştırılır. Güvenlik etiketleri iş güvenliği talimatlarına ve renklerine uygun olmalıdır. İş güvenliği, elaman isimleri ve görevlerini belirten uyarı etiketleri sarı renkte olmalıdır (Görsel 2.3).



Görsel 2.3: Pano güvenlik ve bildirim etiketleri

İş güvenliği kurallarına göre kullanılan etiket ve levhalardaki renklerin kodlandığı birtakım standart anlamlar vardır. Bu renkler ve anlamları şunlardır:

Kırmızı Renk ve Anlamı: Yasak işareti, tehlike alarmı ve yangınla mücadele ekipmanı anlamına gelir.

Sarı Renk ve Anlamı: Uyarı işareti anlamındadır. "Dikkatli ol, önlem al ve kontrol et!" talimatlarını içerir.

Mavi Renk ve Anlamı: Zorunluluk işareti anlamındadır. Özel bir davranış ya da eylem talimatlarını içerir.

Yeşil Renk ve Anlamı: Acil çıkış, ilk yardım ve "Tehlike yok." işaretidir.

Elektrik panosunun kapağı üzerinde bulunan şalter, priz, butonlar, fazları gösteren sinyal lambaları ve ölçü aletleri gibi elemanlar etiketlenmelidir. Bu etiketlerde elemanın ismi ve görevi etiketler üzerinde yazılmalıdır. Etiketler elemana yakın ve elemanı ortalayacak şekilde yapıştırılır (Görsel 2.4).



Görsel 2.4: Pano dışı etiketlemesi yapılan dağıtım panoları

1. Uygulama	PANO İÇİ SİGORTA VE DİĞER CİHAZLARIN ETİKETLENMESİ

AMAÇ: Pano içi sigorta ve diğer cihazları etiketlemek.



Görsel 2.5: Etiketleme yapılacak pano

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Elektrik panosu	Montajı yapılmış pano	1 adet
Yapışkan pano etiketi	-	-
Kablo etiketi	-	10 adet

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Etiketleme malzemelerini hazırlayınız. Etiketlerin üzerine eleman isimlerini ve numaraları yazınız.
2. Pano kapağına iş güvenliği ve pano uyarı etiketlerini yapıştırınız.
3. Pano içinde bulunan elemanları ve kablo giriş çıkışlarını etiketleyiniz.
4. Etiketleme bittikten sonra yaptığınız uygulamayı öğretmeninize kontrol ettiriniz.
5. Çalışma yaptığınız masayı temizleyiniz. Kullandığınız araç gereçleri yerlerine koyunuz.

SORULAR

1. Pano içi cihazları etiketleme yaparken dikkat edilmesi gereken hususlar nelerdir? Açıklayınız.
2. Panolarda kullanılan etiket renginin sarı olmasının anlamı nedir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Elemanları etiketleme	35	
Sınıfı:	**2.** Kabloları etiketleme	35	
Numarası:	**3.** Etiketlerin düzeni	30	
ÖĞRETMEN	**TOPLAM PUAN**	100	
Adı ve Soyadı:			
İmza:			

2.2. KABLOYA PABUÇ, YÜKSÜK VE KABLO NUMARATÖRÜ TAKMA

Eleman uçlarına çok telli elektrik kabloları bağlanırken saçaklanma olmaması için kablo pabucu ve yüksüğü kullanılır.

2.2.1. Kablo Pabucu Çeşitleri ve Kablo Pabucu Seçimi

Çok telli kabloların cıvata ve somun kullanılarak elektrik cihazlarına bağlanmasını sağlayan kablo ucu elemanına **kablo pabucu** denir. Kablo pabucu kalıcı bağlantı olması gereken veya direkt bağlantının mümkün olmadığı yerlerde kullanılır. Kablo pabuçları bakırdan yapılmış olup paslanmaması için kalayla kaplanmıştır. Kablo pabucu montajında bağlantı ucu yapılarına, çap ve kesitlerine ve izolasyona göre seçim yapılır. Sağlam bir bağlantı için pabuç bağlantı yerinin ve kullanılan kablonun uygun olması gerekir.

Bağlantı ucu yapısına göre pabuçlar iki çeşittir (Görsel 2.6).

- Yuvarlak uçlu pabuç
- Çatal uçlu pabuç



Görsel 2.6: Yuvarlak uçlu ve çatal uçlu pabuç

Çap ve kesitine göre pabuçlar iki çeşittir (Görsel 2.7).

- Montaj başının çapına göre pabuçlar
- Pabuçların bağlanacağı kablonun kesitine göre pabuçlar



Görsel 2.7: Çap ve kesitine göre kablo pabucu

Pabuçlarda izolasyon malzemesi olarak poliamid veya PVC kullanılır.

İzolasyona göre pabuçlar iki çeşittir (Görsel 2.8).

- İzoleli pabuçlar
- Izolesiz pabuçlar



Görsel 2.8: İzoleli ve izolesiz pabuç

2.2.2. Kablo Yüksüğü Çeşitleri ve Kablo Yüksüğü Seçimi

Çok telli kabloların elektrik cihazlarındaki vidalı klemenslere bağlanmasını sağlayan boru şeklindeki kablo ucu elemanına **kablo yüksüğü** denir. Kablo yüksüğü bakır malzemeden yapılmış olup üzeri kalayla kaplıdır. Kablo yüksüğü seçimi yapılırken kullanılan kablo kesiti dikkate alınır. Kablo kesitiyle kablo yüksüğünün kesiti birbirine uyumlu olmalıdır.

İzolasyona göre kablo yüksüğü iki çeşittir (Görsel 2.9).

- İzolesiz kablo yüksüğü
- İzoleli kablo yüksüğü



Görsel 2.9: İzolesiz ve izoleli kablo yüksüğü

Kablo girişi sayısına göre kablo yüksüğü iki çeşittir (Görsel 2.10).

- Tek girişli kablo yüksüğü
- Çift girişli kablo yüksüğü



Görsel 2.10: Tek girişli ve çift girişli kablo yüksüğü

2.2.3. Kablolara Pabuç ve Yüksük Takma

Çok telli NYAF kabloları pano elemanlarına monte ederken kablo uçlarına pabuç veya yüksük takmak bağlantının daha sağlam ve güvenilir olmasını sağlar. Pabuç takma işleminde yan keski, kablo soyma pensesi ve kablo pabucu sıkma pensesi gibi el aletleri kullanılır (Görsel 2.11).



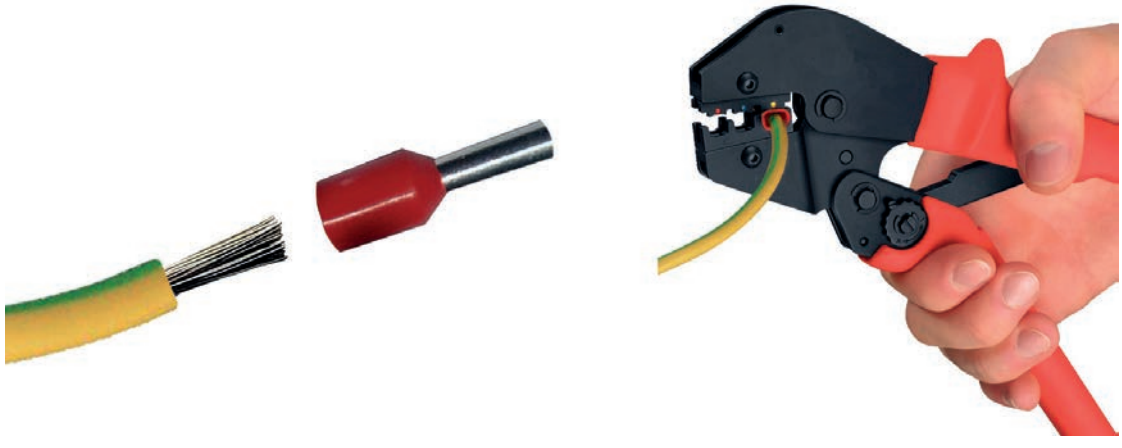
Görsel 2.11: Yan keski, kablo soyma pensesi ve kablo pabucu sıkma pensesi

Kablo pabucu takılırken kablo soyma pensesi veya yan keski ile kablonun PVC yalıtkanı pabuç uzunluğunda soyulur. Ortaya çıkan çok telli iletken pabuç bağlantı kısmına geçirilip kablo pabucu sıkma pensesi veya pense ile sıkılır (Görsel 2.12).



Görsel 2.12: Kablo ucuna pabucun takılması

Kablo yüksüğü takılırken kablo soyma pensesi veya yan keski ile kablonun PVC yalıtkanı yüksük uzunluğunda soyulur. Ortaya çıkan çok telli iletken yüksüğün boru şeklindeki iletken kısma geçirilip kablo sıkma pensesi ile sıkıştırılır (Görsel 2.13).



Görsel 2.13: Kablo ucuna yüksüğün takılması

2.2.4. Kablolara Yüksük ve Pabuç Takılırken Dikkat Edilecek Hususlar

- Kullanılacak kablo kesiti pabuca uygun olmalıdır.
- Kablo ucundaki yalıtkan soyulurken yüksüğün uzunluğu göz önünde bulundurulmalıdır.
- Kablo açısız bir şekilde kabloya zarar vermeden açılmalıdır.
- Kablo uçları dağılmayacak şekilde toplanmalı ve hafifçe bükülmelidir.
- Pabuç ve yüksük girişinin dışında iletken tel kalmayacak şekilde içine yerleştirilmelidir.
- Pabuç ve yüksük kablo pabucu sıkma pensesiyle gereken kuvvetle sıkılmalıdır.
- Takılma işlemi bittikten sonra kablonun ve yüksüğün sağlamlığı hafifçe çekilerek kontrol edilmelidir.

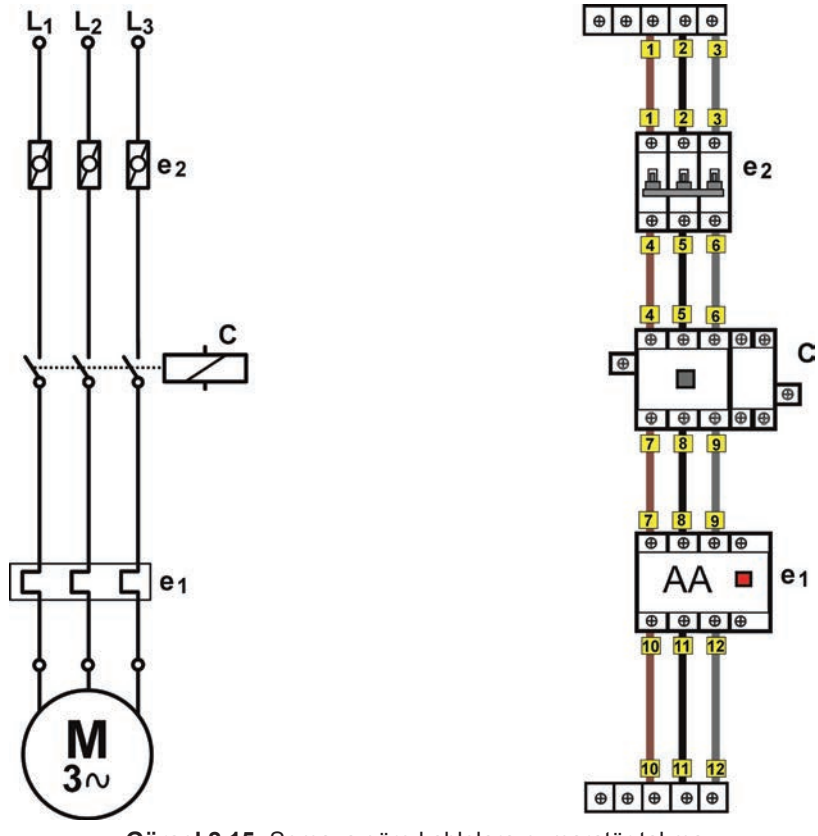
2.2.5. Kablolara Şemaya Göre Kablo Numaratörü Takma İşlemi

Panolarda kablo takibi yaparak herhangi bir arızayı bulmak için kablo uçlarına numaratör takılır. Kablo numaratörü bir etikete benzeyip genellikle açık renkte olur ve üzerindeki ifadelerin kolay görünmesi açısından koyu olması istenir. PVC malzemesinden yapılan kablo numaratörü, farklı biçimlerde ve renklerde olabilir (Görsel 2.14).



Görsel 2.14: Kablo numaratörleri

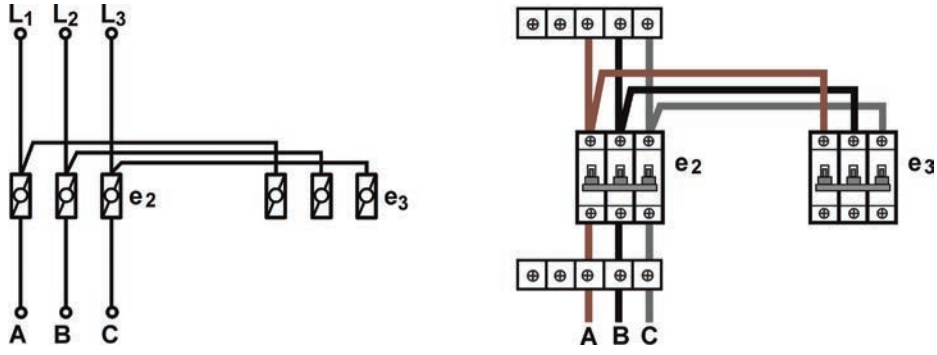
Pano içi elemanların kabloları monte edilirken bir yandan numaralandırma da yapılır. Çünkü montaj bittikten sonra kabloların kalabalık ve karışık olmasından dolayı numaralandırma yapmak oldukça zordur. Kablolara numaratör takma işlemi şemaya uygun bir şekilde yapılır. Numaralandırma bir kablonun iki ucuna aynı numara veya ifade takılarak yapılır. Böylece kablonun başı ve sonu rahat bir şekilde tespit edilebilir (Görsel 2.15). Şema veya projelerde sayı, ifade ve renk belirtilmemişse numaratörün üzerinde yazan bu ifadeleri montajı yapan kişi belirler. Numaratör çapları kablo çaplarına uygun seçilmelidir. Aksi takdirde numaratör ya kablo üzerine geçmeyecek ya da kablo üzerinde gevşek bir şekilde hareket edecektir. Bir kablonun başında ve sonunda kullanılan numaratör aynı olmalıdır.



Görsel 2.15: Şemaya göre kablolara numaratör takma

2. Uygulama	KABLOLARA PABUÇ YÜKSÜK TAKMA VE KABLOLARI NUMARALANDIRMA

AMAÇ: Kablolara pabuç, yüksük takılması ve kabloların numaralandırılması



Görsel 2.16: Şemaya göre pabuç, yüksük takılarak montajın yapılması ve kabloların numaralandırılması

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Kablo	NYAF, 2,5 mm²	-
Kablo pabucu ve yüksüğü	2,5 mm²	-
Kablo numaratorü	2,5 mm²	-
Sigorta	Üç fazlı	2 adet
Klemens	Sıra klemensi	2 adet
El takımları	Tornavida takımı, kablo pabucu sıkma pensesi, kablo soyma pensesi, yan keski.	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. İş eldiveninizi giyiniz ve uygulama malzemelerini öğretmeninizden alınız.
2. Görsel 2.16'daki şemada gördüğünüz bağlantı kabloları sayısı kadar kablo kesiniz. Kabloların uçlarını pabuç ve yüksük ölçülerine göre kablo soyma pensesiyle soyunuz.
3. Görsel 2.16'daki şemada gördüğünüz sigorta ve klemenslere bağlantı yapılacak uçlara kablo yüksüğü takınız.
4. Kablo yüksüğü takılmış kabloları (renklerine dikkat ederek) sigorta ve klemenslere monte ediniz.
5. Görsel 2.16'daki şemada görülen kabloların A, B, C uçlarına kablo pabucu takınız.
6. Kabloları numaralandırıp öğretmeninize kontrol ettiriniz.

SORULAR

1. Kablolara yüksük ve pabuç takılırken nelere dikkat etmek gerekir? Açıklayınız.
2. Kablolar numaralandırılırken nelere dikkat etmek gerekir? Açıklayınız.

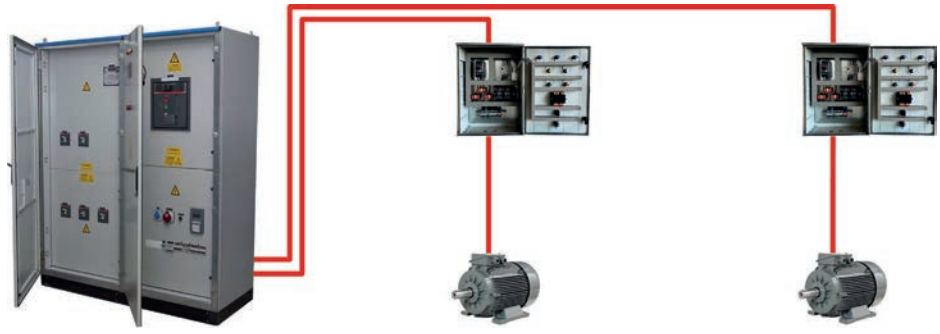
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Kablonun kesilmesi ve uçlarının soyulması	25	
Sınıfı:	2. Pabuçların takılması	25	
Numarası:	3. Yüksüklerin takılması	25	
ÖĞRETMEN	4. Numaratörlerin takılması	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

2.3. KABLOLARIN CİHAZLARA BAĞLANTISI

Elektrikli cihazların bağlantıları yapılırken kablo seçimi, bağlantının doğru şekilde yapılması ve bağlantının sağlamlığı cihazın sorunsuz bir şekilde çalışmasını sağlar.

2.3.1. Cihazlara Kablo Bağlantısının Yapılması

Pano içine elemanlar yerleştirildikten sonra kablo montajı yapılır. Pano içi montaj bitince enerji çıkışları bir yardımcı panoya ve alıcılara (motorlara, elektrikli cihazlara vb.) bağlanır (Görsel 2.17).



Görsel 2.17: Panoların cihazlara bağlantısı

Pano enerji çıkışlarındaki kablolar cihazlara bağlanırken cihazın bağlantı terminallerine göre kablo pabucu ve yüksüğü seçilir. Cihazların enerji girişleri somun ve cıvata ile yapılıyorsa kablo uçlarında pabuç kullanılır. Enerji girişleri vidalı klemensle yapılıyorsa kablo uçlarında yüksük kullanılır (Görsel 2.18).



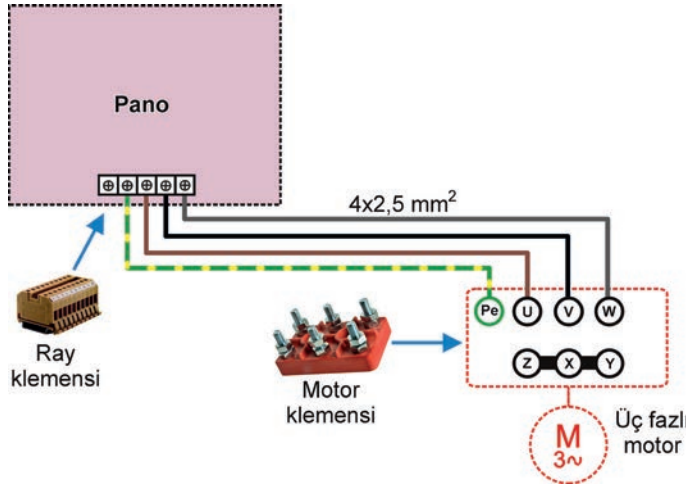
Görsel 2.18: Cihaz klemenslerine kablo bağlantısı

2.3.2. Kabloların Cihazlara Bağlantısında Dikkat Edilecek Hususlar

- Faz, nötr ve topraklama kablo renk standartlarına dikkat edilmelidir.
- Somun ve cıvatalı bağlantıda kablo ucunda pabuç kullanılmalıdır.
- Vidalı klemenslerde kablo ucunda yüksük kullanılmalıdır.
- Pabuç ve yüksük takmadan önce kablo ucu uygun boyutta soyulmalıdır.
- Pabuç ve yüksük kablo ucuna kablo sıkma pensesiyle iyice sıkılmalıdır.
- Cihaz uçlarına kablo monte edilirken cihaz uçlarında toz, yağ gibi maddeler varsa silinmelidir.
- Cihaza kablo montajı yapıldıktan sonra ölçü aletiyle kopukluk ve kısa devre kontrolü yapılmalıdır.

3. Uygulama	KABLOLARIN CİHAZLARA BAĞLANMASI

AMAÇ: Kabloları cihazlara bağlamak.



Görsel 2.19: Üç fazlı asenkron motora kablo bağlantısı

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Elektrik kumanda panosu	-	1 adet
Motor	Üç fazlı	1 adet
Kablo	4X2,5 mm² NYAF	-
El takımları	Tornavida takımı, kablo pabucu sıkma pensi, kargaburnu, ölçü aleti	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. İş eldiveninizi giyiniz ve uygulama malzemelerini öğretmeninizden alınız.
2. Kabloları uygun ölçüde kesip kılıfını 10 cm olacak şekilde soyunuz..
3. Kablo uçlarını pabuç ve yüksüğe uygun olarak soyunuz. Kablonun bir ucuna pabuç, diğer ucuna yüksük takınız.
4. Kablonun pabuç olan uçlarını motor klemensine monte ediniz. Yüksük olan uçları ray klemensine monte ediniz.
5. Yaptığınız işi öğretmeninize kontrol ettiriniz.
6. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Kablo pabucu hangi çeşit klemenslere monte edilir? Açıklayınız.
2. Kablo yüksük hangi çeşit klemenslere monte edilir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Kabloların doğru kesilmesi	25	
Sınıfı:	2. Kablo pabucu takma	25	
Numarası:	3. Kablo yüksüğü takma	25	
ÖĞRETMEN	4. Klemenslere kablo montajı	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

2.4. KABLO BAĞI VE SPİRAL BAĞLAMA

Kablo bağı ve spiraller panolarda, kanallarda ve kabloların yoğun olduğu yerlerde iletkenleri düzenlemek için kullanılır.

2.4.1. Kablo Bağı ve Kablo Bağı Çeşitleri

Kabloları demet halinde bir araya getirip belli noktalarda sıkıştırarak düzenleyen kelepçelere **kablo bağı** denir. Kablo bağları panolarda, elektrik tesisatı kanallarında, makine kablolarında, bilgisayar gibi kablo yoğunluğunun fazla olduğu cihazlarda ve benzeri yerlerde kullanılır. Kablo bağları, hem iletkenleri hem de kablo demetini dağınıklıktan kurtararak sıkı ve bir arada olmasını sağlar. Kablo bağı çeşitleri; PVC kablo bağı, cırtlı kablo bağı, etiketli kablo bağı, paslanmaz çelik kablo bağıdır (Görsel 2.20).



Görsel 2.20: Kablo bağının sarılması ve kablo bağı çeşitleri

2.4.2. Kablo Spirali ve Kablo Spirali Çeşitleri

Kabloları demet halinde baştan sona kadar sararak düzenleyen spiral şeklindeki kablo düzenleyicisine **kablo spirali** denir. Kablo spirali panolarda ve diğer cihazlarda hareketli esnek kabloların düzenlenmesinde kullanılır. Kablo spiralleri yangına dayanıklı (halojen) ve alev geciktirici şekilde üretilmektedir. Kablo spirali çeşitleri; PVC kablo spirali, PVC spiral boru, paslanmaz çelik spiral borudur (Görsel 2.21).



Görsel 2.21: Kablo spiralinin sarılması ve kablo spirali çeşitleri

2.4.3. Kablo Bağı ve Spiraliyle Kablo Düzenlemesinde Dikkat Edilecek Hususlar

- Kablolar düzenlenirken kablo bağı eşit aralıklarla bağlanmalıdır.
- Kablo bağları aşırı şekilde sıkılmamalı veya çok gevşek bırakılmamalıdır.
- Tek kullanımlık kablo bağlarının fazlalıkları kesilmelidir.
- Kablo spiralleri iç çapına sığacak şekilde kablo demetine sarılmalıdır.
- Kablo spirali kablo demetini bir ucundan diğer ucuna kaplayacak şekilde sarılmalıdır.

4. Uygulama	KABLO BAĞI VE SPİRALİ KULLANARAK PANO İÇİ KABLOLARIN DÜZENLENMESİ

AMAÇ: Kablo bağı ve spirali kullanarak kabloları düzenlemek.





Görsel 2.22: Kabloların kablo bağı ve spiralle düzenlenmesi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Sac pano	Kablo montajı yapılmış	1 adet
Kablo spirali	PVC	-
Kablo bağı	Farklı renklerde	-
El takımları	Pense, yan keski	-
Şerit metre veya cetvel	-	

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. İş eldiveninizi giyiniz ve uygulama malzemelerini öğretmeninizden alınız.
2. Pano kapağına giden kablo ölçüsünü alınız. Ölçüye göre kablo spiralini kesiniz.
3. Pano kapağı üzerindeki kabloların kablo bağı ve spiraliyle düzenlemesini yapınız.
4. Uygulamanızı öğretmeninize kontrol ettiriniz.
5. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Kablo bağı nerelerde kullanılır? Açıklayınız.
2. Kablo spirali nerelerde kullanılır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Kablo bağı uygulaması	35	
Sınıfı:	2. Kablo spirali uygulaması	35	
Numarası:	3. Tertip düzen	30	
ÖĞRETMEN	TOPLAM PUAN	100	
Adı ve Soyadı:			
İmza:			

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. ( ) Pano içinde kablo ve eleman etiketleri arıza tespitini kolaylaştırır.

2. ( ) Pano dışına iş güvenliği uyarı etiketleri yapıştırılır.

3. ( ) Kablo etiketi kablonun sadece girişine yapıştırılır.

4. ( ) Kablo pabucu ve yüksüğü çok telli kablo bağlanırken saçaklanmayı önler.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Somun ve cıvatalı klemens bağlantısında kablo ucunda ……..……..…….. kullanılmalıdır.

6. Vidalı klemens bağlantısında kablo ucunda ……..……..…….. kullanılmalıdır.

7. Kablo bağı ve ……..……..…….. panolarda dağınık kablo demetini sıkıştırarak bir arada tutmasını sağlar.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

8. Hareketli kabloları baştan sona kadar sararak düzenleyen gerece ne ad verilir?

A) Kablo bağı

B) Kablo spirali

C) Kablo kelepçesi

D) İzolabant

E) Klips

9. Aşağıdaki özelliklerden hangisi kablo bağı veya spiralin yangına dayanıklı olduğunu gösteren bir özelliktir?

A) Çelik zırhlı

B) PVC

C) Halojen

D) Rengi

E) Kalınlığı

10. Aşağıdakilerden hangisi kabloların kolay takip edilmesini sağlayan malzemedir?

A) Kablo bağı

B) Kablo spirali

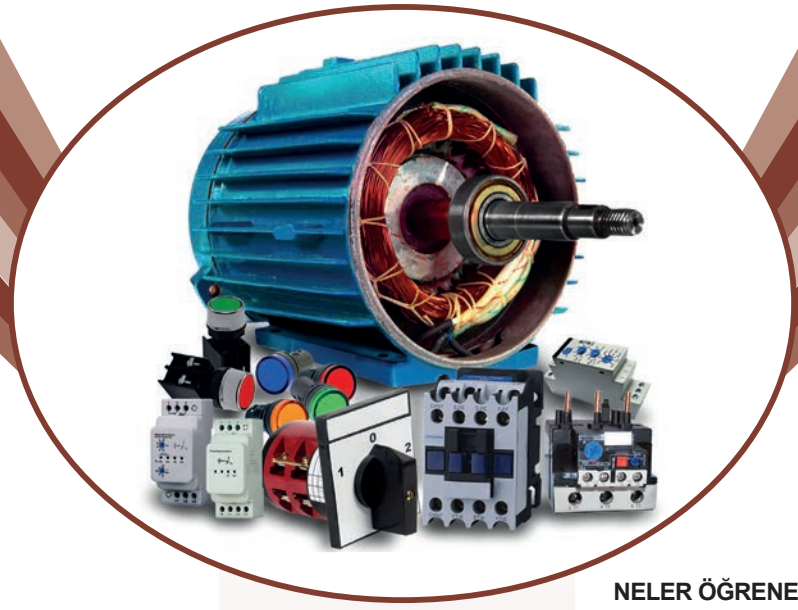
C) Kablo numaratörü

D) Kablo pabucu

E) Yüksük

KUMANDA DEVRE ELEMANLARI

3. ÖĞRENME BİRİMİ



KONULAR

3.1. ASENKRON MOTORLAR VE ETİKET BİLGİLERİ
3.2. ASENKRON MOTOR KLEMENS BAĞLANTILARI
3.3. KONTAKTÖR SEÇİMİ VE BAĞLANTISI
3.4. AŞIRI AKIM RÖLESİ VE BAĞLANTISI
3.5. ZAMAN RÖLELERİ VE BAĞLANTILARI
3.6. KORUMA RÖLELERİ VE BAĞLANTILARI
3.7. PAKET ŞALTER VE BAĞLANTILARI

TEMEL KAVRAMLAR

asenkron motor, asenkron motor etiketi, motor klemens bağlantıları, kontaktör, aşırı akım rölesi, zaman rölesi, koruma röleleri, paket şalter

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Asenkron motorun yapısını ve etiket bilgilerini
- Asenkron motor klemens bağlantılarını yapmayı
- Kontaktör seçimini ve bağlantılarını yapmayı
- Aşırı akım rölesi bağlantılarını yapmayı
- Zaman rölesi bağlantılarını yapmayı
- Koruma rölelerinin bağlantılarını yapmayı
- Paket şalterlerin bağlantılarını yapmayı

Hazırlık Çalışmaları

1. **Endüstriyel tesislerde elektrik enerjisinden mekanik enerji elde etmek için hangi elektrik makineleri kullanılır? Araştırınız.**
2. **Endüstriyel tesislerde elektrik makinelerini kontrol etmek için hangi devre elemanları kullanılır? Bildiklerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız..**

3.1. ASENKRON MOTORLAR VE ETİKET BİLGİLERİ

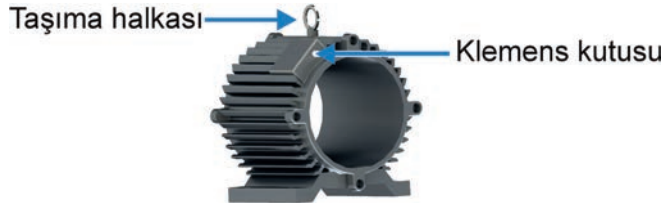
Asenkron motorlar (ASM) alternatif akımla çalışan elektrik motorlarıdır. Yapıları diğer elektrik motorlarına göre daha basit ve verimlidir. Satın alma ve bakım maliyetlerinin düşük olması ve verimliliği bu motorların endüstride çok tercih edilen motorlar olmasını sağlar.

3.1.1. Asenkron Motorların Yapısı

Asenkron motorların parçaları sabit ve hareketli olmak üzere iki ayrı grupta incelenebilir.

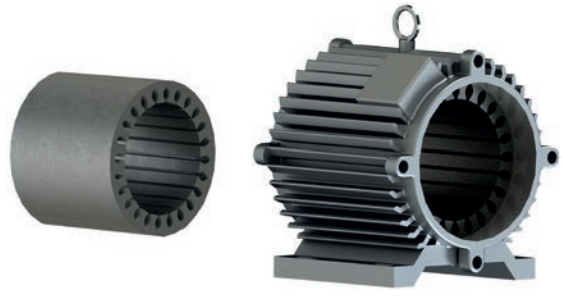
3.1.1.1. Sabit Parçalar

Gövde: Alüminyum alaşımlı metallerden tek parça olarak üretilir. Temas yüzeyini artırmak için üzerine birbirlerine paralel soğutma kanalları açılır. Gövde üzerinde klemens kutusu ve ayaklar bulunur. Büyük ve güçlü olan motorların vinçle taşınmasını kolaylaştırmak için bir taşıma halkası bulunabilir (Görsel 3.1).



Görsel 3.1: Motor gövdesi

Stator: Gövde içerisine yerleştirilen nüveye stator adı verilir. Stator nüvesi motorun verimini artırmak için 0,3-0,5 mm kalınlığında birer tarafı yalıtılmış sacların üst üste yerleştirilmesi ile oluşturulur. Stator üzerinde oluşturulan oyuklar içerisine stator sargıları yerleştirilir (Görsel 3.2).



Görsel 3.2: Stator ve statorun gövde içine yerleştirilmesi

Stator sargıları: Stator üzerindeki manyetik alanı oluşturan sargılardır. Sargıların yerleştirilme şekli değiştirilerek manyetik alanın kutup sayısı değiştirilebilir. Kutup sayısının değiştirilmesi ile motorun devir sayısı belirlenir. Statorda oluşan manyetik alan sargılara uygulanan gerilimlerin aralarındaki faz farkına ve zamanla değişimine bağlı olarak sürekli olarak yer değiştirir. Bu yer değiştirme dairesel olduğu için statorda oluşan manyetik alana, **döner manyetik alan** adı verilir. statorda oluşan manyetik alanın devir sayısına **senkron devir** denir (Görsel 3.3).



Görsel 3.3: Stator sargılarının yerleştirilmesi

Kapaklar ve yataklar: Kapaklar gövdenin açık olan her iki tarafına monte edilir. Kapak üzerinde bulunan yatakların içerisine mil üzerinde bulunan rulmanlar yerleştirilir. Kapaklar ve rulmanlar yardımıyla milin motorun merkezinde askıya alınarak rahatça dönmesi sağlanır (Görsel 3.4).



Görsel 3.4: Kapaklar ve yataklar

3.1.1.2. Hareketli Parçalar

Mil: Motor mili tek parça mekanik olarak yüksek dayanımlı çelik alaşım malzemeden üretilir. Mekanik enerjinin elde edildiği kısımdır. Üzerine rotor, rulmanlar, kasnak dişli monte edilir (Görsel 3.5).



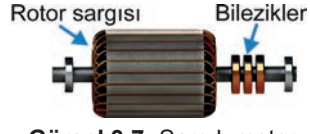
Görsel 3.5: Mil

Rotor: Mil üzerine yerleştirilen nüveye **rotor** adı verilir. Rotor nüvesi motorun verimini artırmak için 0,3-0,5 mm kalınlığında birer tarafı yalıtılmış sacların üst üste yerleştirilmesi ile oluşturulur. Rotor üzerinde oluşturulan oyuklar içerisine rotor sargıları yerleştirilir. Rotor sargıları genellikle kısa devre çubuklarından oluşur (Görsel: 3.6). Bu motorlara **sincap kafesli** ya da **kısa devre çubuklu motor** adı verilir.



Görsel 3.6: Rotor, rotor sargılarının yerleştirilmesi, rotor ve milin birleştirilmesi

Yüksek kalkınma momenti istenen motorların rotor sargıları bakır iletkenlerle sarılarak sargı uçları bilezik ve fırça sistemi ile dış devreye aktarılır (Görsel 3.7). Bu tip motorlara **rotoru sargılı** ya da **bilezikli asenkron** motor denir.



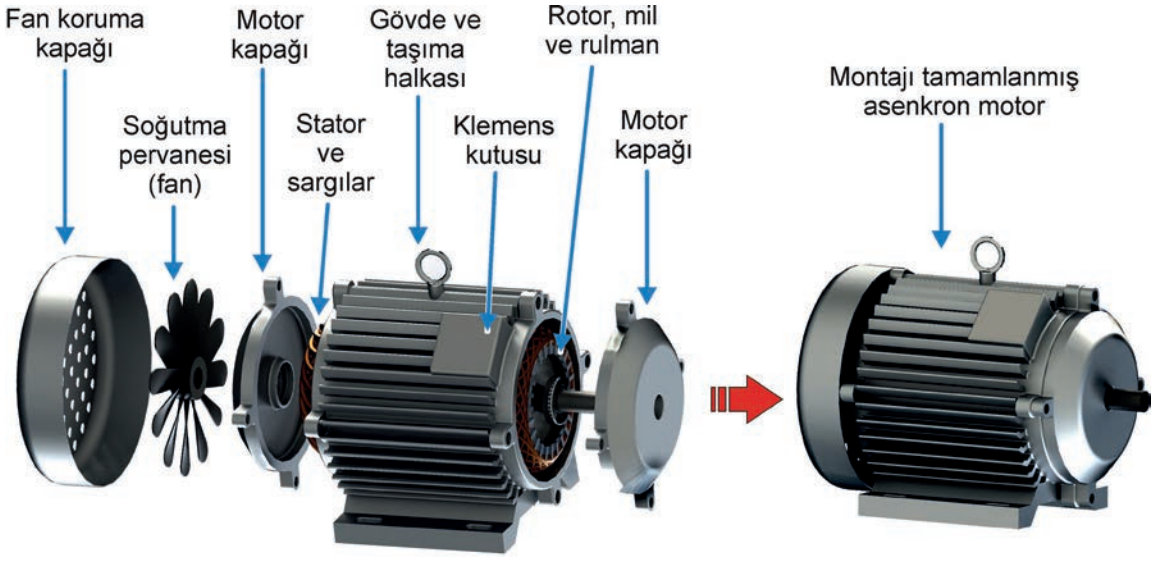
Görsel 3.7: Sargılı motor

Rulmanlar: Hareketli kısımlar, milin üzerine yerleştirilen rulmanlar sayesinde dairesel hareket yapar. Rulmanın dış çeperi kapak üzerinde bulanan yatak içerisine oturur. İç çeperi ise mil üzerine sıkıca geçer. Rulmanlar ve yataklarla motor mili iki noktadan askıya alınarak rahatça dönmesi sağlanır (Görsel 3.8).



Görsel 3.8: Rulmanların mil üzerine monte edilmesi

Birçok asenkron motorda motorun soğumasını sağlamak için bu parçalara ek olarak soğutma fanı ve fan koruma kapağı bulunur. Görsel 3.9'da hareketli ve sabit parçaların montaj aşamaları ve tüm parçaların birleştirilerek asenkron motorun oluşturulması görülmektedir.



Görsel 3.9: Hareketli ve sabit parçalar ile fan ve koruma kapağının birleştirilmesi

Statorda oluşan döner manyetik alanın rotor nüvesini kesmesi ile rotor sargılarında gerilim oluşur. Oluşan gerilim rotor sargılarında akım dolaşmasına ve manyetik alan oluşmasına neden olur. Bu iki manyetik alanın etkileşimi sonucu rotor ve mil döner. Rotorun devir sayısı senkron devirden bir miktar geridedir. Aradaki bu fark **kayma** olarak isimlendirilir. Motor milindeki yük arttıkça kaymada artar. Devir sayısındaki kayma nedeniyle bu motorlara **asenkron motor** adı verilir.

Üç fazlı asenkron motorlar ile bir fazlı asenkron motorların yapısı, stator sargılarının sayısı ve yerleşimi dışında aynıdır. Üç fazlı asenkron motorlarda her faz için bir sargı olmak üzere üç ayrı sargı bulunur. Sargılar statora birbirlerine simetrik ve homojen olarak yerleştirilir.

Bir fazlı asenkron motorlarda ise ana sargı ve yardımcı sargı olarak adlandırılan iki sargı bulunur. Mekanik gücü üretecek manyetik alanı ana sargı oluşturur. Bir fazla beslenen stator sargılarında döner manyetik alan oluşturulamaz. Bu nedenle yardımcı sargı ve ona seri olarak bağlanan kondansatör yardımıyla sanal olarak ikinci faza ait bir sargı oluşturulmuş olur. Böylece ana sargı ve yardımcı sargıdan oluşan iki fazlı döner manyetik alan oluşturulur.

İlk kalkınma anından sonra yardımcı sargının manyetik alanı ana sargının manyetik alanını zayıflatır. Bu nedenle yardımcı sargı ilk kalkınma anından sonra genellikle devreden çıkarılır. Yardımcı sargıyı devreden çıkarmak için motor mili üzerine bağlanan merkezkaç anahtarlarından yararlanılır. Dolayısıyla bir fazlı asenkron motorlarda mil üzerine monte edilmiş merkezkaç anahtarı bulunabilir. Ancak merkezkaç anahtarının uçları klemense çıkarılmaz.

Yardımcı sargıyla birlikte ona seri bağlı olan kondansatörde devreden çıkar. Sadece kalkınma anında devrede olan bu kondansatöre **ilk hareket kondansatörü** ya da **kalkış kondansatörü** adı verilir.

Bazı bir fazlı asenkron motorlarda gürültü seviyesini azaltmak için sürekli devrede kalan ikinci bir kondansatör bulunur. Bu kondansatöre **daimi kondansatör** adı verilir.

3.1.2. Asenkron Motorlarda Etiket Bilgileri

Asenkron motorun etiketinde marka, model bilgileri, çalışma gerilimi, bağlantı şekli, çalışma akımı, verimi, güç katsayısı ile uygun olarak üretildiği standartlara ait sembollerin yanında; verimlilik sınıflandırılması, çalışma sınıfı ve koruma sınıfı bilgileri bulunur:

Verimlilik sınıflandırması: TS EN 60034-30 standardı. Standart, IE (International Efficiency), tek hızlı, üç fazlı sincap kafesli motorlar için verimlilik sınıflarını tanımlar. Bu standarda göre IE1 standart verimliliktir. IE harflerinden sonra gelen rakamın değeri arttıkça verimlilik de artar.

Çalışma sınıfı: Motorun çalışma şartlarının belirtildiği standarttır. Motorlar çalışma süresi, çalışma sıklığı, frenleme ile durdurulması vb. çalışma şartlarına göre sınıflandırılır. Standartlara göre bu çalışma sınıfları şunlardır:

S1: Sürekli çalışma
S2: Kısa süreli çalışma
S3: Aralıklı çalışma
S4: Marş süreçli aralıklı çalışma
S5: Elektrikli frenlemeli aralıklı çalışma
S6: Aralıklı yüklü, sürekli çalıştırmalı çalışma
S7: Elektrikli frenlemeli sürekli çalıştırmalı periyodik çalışma
S8: Yük/hız değişiklikleri gerektiren sürekli çalıştırmalı periyodik çalışma

Koruma sınıfı: TS EN 60034-5 standardı ürünün katı ve sıvı maddelere karşı korunma standartlarını belirtir. Koruma sınıfı IP harfleri ile başlar ve devamında iki basamaklı bir sayı ile devam eder. İlk rakam dışarıdan gelebilecek katı parçacıklara karşı dayanımı, ikinci rakam ise sıvılara karşı dayanımı ifade eder (Tablo 3.1).

Tablo 3.1: Koruma Sınıfları

KATI MADDELERE KARŞI KORUMA			SIVILARA KARŞI KORUMA
Korumasız	0	0	Korumasız
50 mm'den büyük cisimlere karşı koruma	1	1	Dikey olarak gelen sulara karşı koruma
50 mm'den büyük cisimlere karşı koruma	2	2	Dikeyden 15°ye kadar açıyla gelen sulara karşı koruma
2,5 mm'den büyük cisimlere karşı koruma	3	3	Dikeyden 60°ye kadar açıyla gelen sulara karşı koruma
1 mm'den büyük cisimlere karşı koruma	4	4	Tüm yönlerden gelen sıçrayan sulara karşı koruma
Toza karşı koruma	5	5	Tüm yönlerden gelen fışkıran sulara karşı koruma
Toza karşı tam koruma	6	6	Tüm yönlerden gelen basınçlı su fışkırmalarına karşı koruma
		7	Geçici süre suya daldırmaya karşı koruma
		8	Sürekli suya daldırmaya karşı koruma

Soğutma sınıfı: Soğutma, motor sargılarında oluşan ve ısıya dönüşen kayıpların dış çevreye iletilmesidir. Amaç, yalıtkan malzemelerinin sıcaklığını sınır değerlerin altında tutmaktır.

Elektrik makinelerinde uygulanan soğutma türü, TS 3210 EN 60034-6 standardına göre, IC [International Cooling (Uluslararası Soğutma)] kod harflerini izleyen "1-9" arası rakamlar ve harflerle belirtilir. Örneğin koruma kapağıyla muhafaza edilen soğutucu bir pervane ile dış yüzeyden soğutulan bir motorun soğutma sınıfı IC 411'dir.

Yalıtım sınıfı: 40 °C ortam sıcaklığında çalışan motorun sargılarının dayanabileceği maksimum sıcaklığı belirten standarttır. Bu sıcaklığın üzerine çıkıldığında yalıtkan malzemeler özelliğini kaybederek sargıların kısa devre olmasına yol açar. Yalıtım sınıfları Tablo 3.2'de verilmiştir.

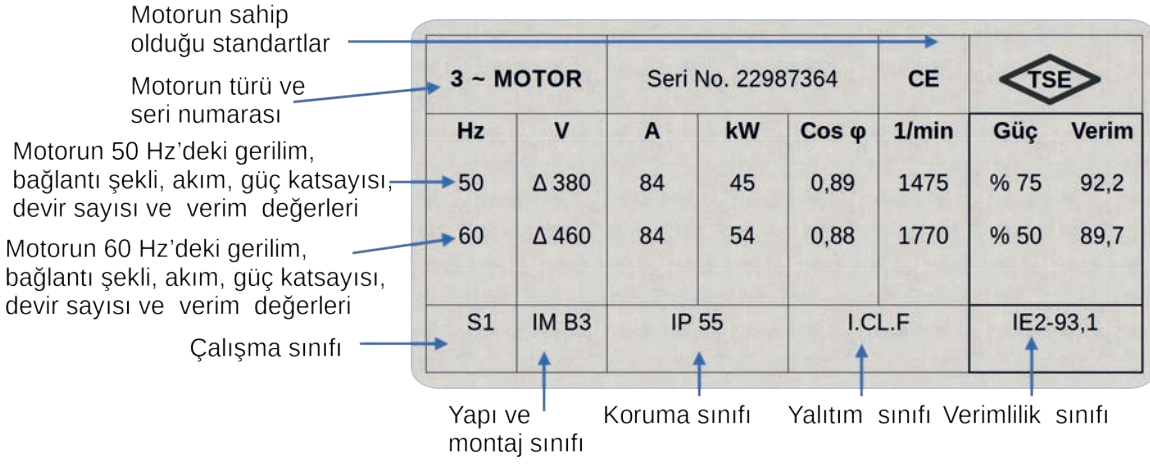
Tablo 3.2: Koruma Sınıfları

Yalıtım sınıfı	I.CL.Y	I.CL.A	I.CL.E	I.CL.B	I.CL.F	I.CL.H	I.CL.200	I.CL.220	I.CL.250
Maksimum sargı sıcaklığı	90 °C	105 °C	120 °C	135 °C	155 °C	180 °C	200 °C	220 °C	250 °C

Standart yapı büyüklükleri ve montaj biçimleri: Standartlaştırılan yapı büyüklükleri ve standartlaştırılmış gövde ölçüleri TS EN 60072-1 ve TS EN 50347, montaj biçimleri ise TS 3211 EN 60034 -7'de gösterilmiştir. Motor klemensinde bu bilgiler **IM** [International Mounting (Uluslararası Montaj)] harfleri ile başlar. Devamında motorun hangi yapı biçimine sahip olduğunu belirten ifadeye yer verilir.

Başlıca beş yapı biçimi vardır:

1. Ayaklı tipler
2. Ayaklı ve flanşlı tipler (B35 ve B34)
3. Ayaksız, flanşlı tipler (B5 ve B14)
4. Ayaklı, ön kapaksız tipler (B15)
5. Ayaksız, ön kapaksız tipler (B9)



Görsel 3.10: Asenkron motor etiket bilgileri

Görsel 3.10'da etiket değerleri verilen asenkron motor, üç fazlı alternatif akım motorudur. 50 Hz frekans değerine sahip bir şebekeye bağlandığında motor, üçgen bağlanmalıdır ve 380 volt gerilimle çalıştırılmalıdır. Bu koşullar altında milinden alınabilecek mekanik güç 45 kW değerindedir. Bu gücü üretirken şebekeden 84 A akım çeker. Uygulanan gerilim ile çekilen akım arasındaki açının kosinüs değeri 0,89'dur. 45 kW güç üretirken devir sayısı dakikada 1475'tir. Ülkemizde şebeke frekansı 50 Hz olduğundan bu değerler dikkate alınmalıdır.

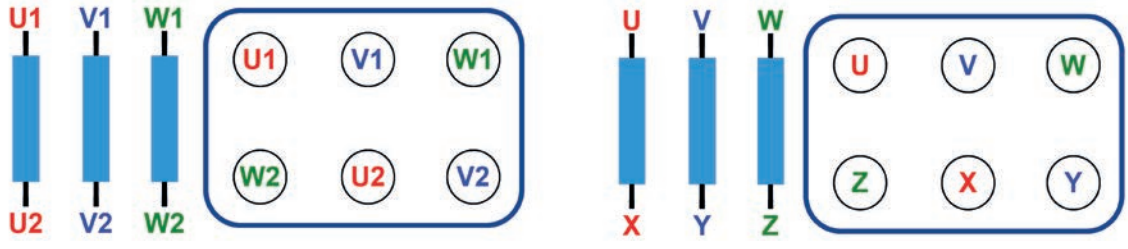
Aynı motor 60 Hz frekansa sahip bir şebekeye bağlanacaksa 460 volt gerilim uygulanmalı ve üçgen bağlanmalıdır. Bu koşullar altında milinden alınabilecek mekanik güç 54 kW değerindedir. Bu gücü üretirken şebekenden 84 A akım çeker. Uygulanan gerilim ile çekilen akım arasındaki açının kosinüs değeri 0x88 olup dakikadaki devir sayısı ise 1770'tir. Çalışma sınıfı S1, Montaj ve yapı sınıfı B3, koruma sınıfı IP 55, yalıtım sınıfı F, verimlilik sınıfı IE2'dir. Tam yükte verimi %93,1 olup %50 yükte çalışırken %89,7 ve %75 yükte %92,2'dir.

3.2. ASENKRON MOTOR KLEMENS BAĞLANTILARI

Kısa devre rotorlu asenkron motorlarda da stator sargılarının hem giriş hem çıkış uçları klemense çıkarılır. Bilezikli asenkron motorlarda ise stator ve rotor sargılarının sadece giriş uçları klemense çıkarılır

3.2.1. Kısa Devre Rotorlu Üç Fazlı Asenkron Motorun Klemens Bağlantıları

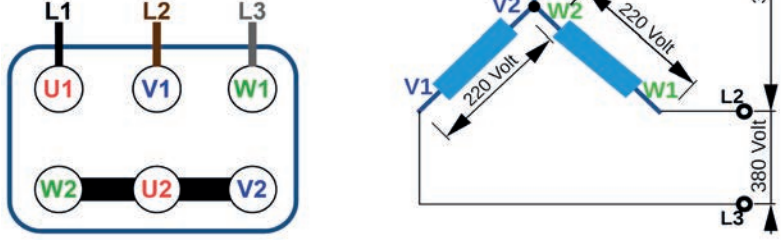
Üç fazlı asenkron motorun stator sargıları birbiri ile aynı özellikte üç sargıdan oluşur. Motorlarda sargıların giriş uçları U1-V1-W1, çıkış uçları U2-V2-W2 harfleriyle veya sargıların giriş uçları U-V-W, çıkış uçları ise X-Y-Z harfleriyle isimlendirilir. Motorlarda sargıların giriş ve çıkış uçları klemense çapraz olarak çıkarılır. Sargı uçlarının klemense çapraz olarak çıkarılması yıldız ve üçgen bağlantının kolay yapılmasını sağlar (Görsel 3.11).



Görsel 3.11: Üç fazlı asenkron motorda sargılar ve sargı uçlarının klemense çıkarılması

3.2.1.1. Yıldız Bağlantı ve Özellikleri

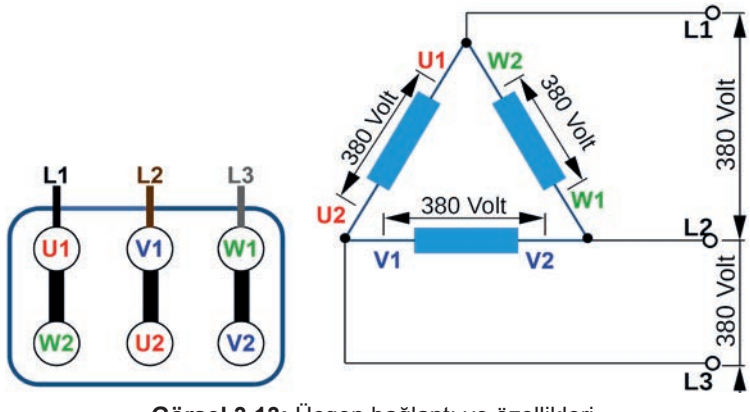
Sargıların U1-V1-W1 giriş uçlarına fazlar uygulanıp U2-V2-W2 çıkış uçlarının birleştirilmesiyle oluşturulan bağlantıya **yıldız bağlantı** adı verilir. Her faz sargısına uygulanan gerilimin √3 'te biri kadar gerilim düşer. Bu durumda motora 380 volt gerilim uygulandığında, her faz sargısına 220 volt gerilim düşer (Görsel 3.12).



Görsel 3.12: Yıldız bağlantı ve özellikleri

3.2.1.2. Üçgen Bağlantı ve Özellikleri

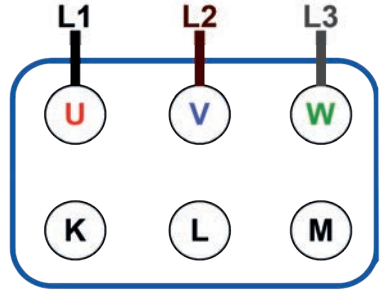
Sargıların U1-W2, V1-U2, W1-V2 uçları birleştirildikten sonra fazların U1-V1-W1 uçlarına bağlanmasıyla **üçgen bağlantı** elde edilir. Üçgen bağlantıda sargıya uygulanan gerilim değeri ile sargı üzerine düşen gerilimin değeri birbirine eşittir. Bu durumda motora 380 volt gerilim uygulandığında, her faz sargısına yine 380 volt gerilim düşer (Görsel 3.13).



Görsel 3.13: Üçgen bağlantı ve özellikleri

3.2.2. Bilezikli Asenkron Motorun Klemens Bağlantısı

Bilezikli sargılı asenkron motorlarda stator sargılarının giriş uçlarının yanında rotor sargısı uçları da klemense çıkarılır. Stator sargısı uçları U, V, W rotor sargısı uçları ise K, L, M harfleri ile gösterilir. İlk çalışma anında rotor (K, L, M) uçları bir direnç üzerinden birleştirilir. Motor normal çalışma hızına ulaştığında bu uçlar kısa devre edilir (Görsel 3.14).



Görsel 3.14: Bilezikli asenkron motor klemensi

Motorun mil ucuna kasnak tarafından bakıldığında saat ibresi dönüş yönü, motorun standart dönüş yönüdür (Görsel 3.15). Üç fazlı asenkron motorlarda dönüş yönü değiştirilmek istendiğinde motora uygulanan fazlardan ikisinin yerleri değiştirilir.

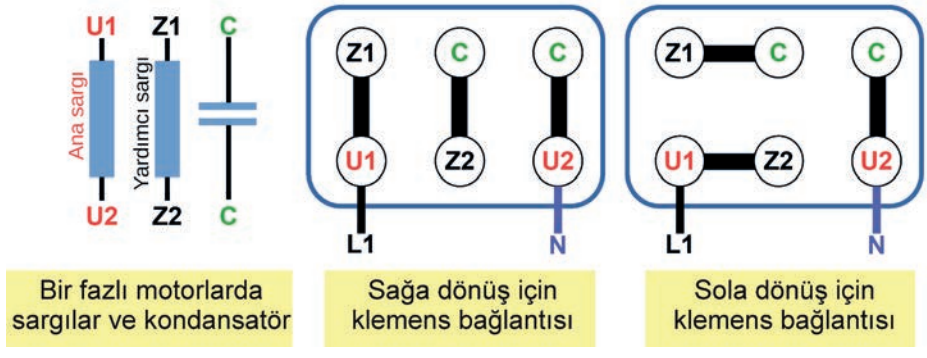


Görsel 3.15: Asenkron motorun standart dönüş yönü

3.2.3. Bir Fazlı Asenkron Motorun Sargıları ve Klemens Bağlantısı

Bir fazlı asenkron motorda ana sargı uçları U1 ve U2 ile yardımcı sargı uçları ise Z1 ve Z2 harfleri ile gösterilir. Sargıların oluşturduğu manyetik alanlar arasında faz farkı oluşturmak için kondansatörlerden faydalanılır. Motora bağlanan kondansatörlerin uçları ise C harfi ile gösterilir. Bir fazlı asenkron motorda enerji ana sargıya (U1-U2 uçlarına) uygulanır. Motorun standart dönüş yönü için U1-Z1, Z2-C ve U2-C uçları birleştirilir.

Bir fazlı asenkron motorlarda dönüş yönünü değiştirmek için ana veya yardımcı sargılardan geçen akımlardan birinin yönünü değiştirmek gerekir. Bunu sağlamak için U1-Z1, Z2-C arasındaki köprüler sökülerek Z1-C ve U1-Z2 uçları birleştirilir (Görsel 3.16).



Görsel 3.16: Bir fazlı asenkron motorun klemens bağlantısı

1. Uygulama	ETİKET BİLGİLERİNE GÖRE ASENKRON MOTORUN KLEMENS BAĞLANTISININ YAPILMASI

AMAÇ: Asenkron motorun etiketinde verilen çalışma gerilimi ve bağlantı bilgilerine göre klemens bağlantısını yapmak.

Tablo 3.3: İncelenen Motorların Etiket Bilgileri

1. motor etiket bilgileri		
Marka:	Güç:	Devir sayısı:
Akım:	Cos φ:	Türü:
Gerilimi ve bağlantı şekli:	Koruma sınıfı:	Çalışma frekansı:
2. motor etiket bilgileri		
Marka:	Güç:	Devir sayısı:
Akım:	Cos φ:	Türü:
Gerilimi ve bağlantı şekli:	Koruma sınıfı:	Çalışma frekansı:

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Asenkron motor	Üç fazlı farklı güçlerde	2 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida takımı, anahtar takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. İki farklı asenkron motorun etiket bilgilerini inceleyiniz.
2. Motorların etiket bilgilerinden yararlanarak Tablo 3.3'ü doldurunuz.
3. Motorun 380 Volt gerilimde çalışabilmesi için yapılması gereken bağlantının hangisi olduğunu belirleyiniz.
4. Klemens kapağını açınız. Yıldız bağlantı için U2-V2-W2 (Z-X-Y) uçarını, üçgen bağlantı yapacaksanız U1-W2, V1-U2, W1-V2 (U-Z, V-X, W-Y) uçlarını birleştiriniz.
5. U1-V1-W1 (U-V-W) uçlarına L1, L2, L3 fazlarını bağlayınız.
6. Klemens kapağını kapatınız.
7. Öğretmeninizin gözetiminde enerji veriniz.
8. Aynı işlemi bir sonraki asenkron motor için tekrarlayınız.

SORULAR

1. Motorun bağlantıları etiket bilgilerine uygun olarak yapılmazsa ne olur? Açıklayınız.
2. Koruma sınıfı ne ifade eder? Açıklayınız.

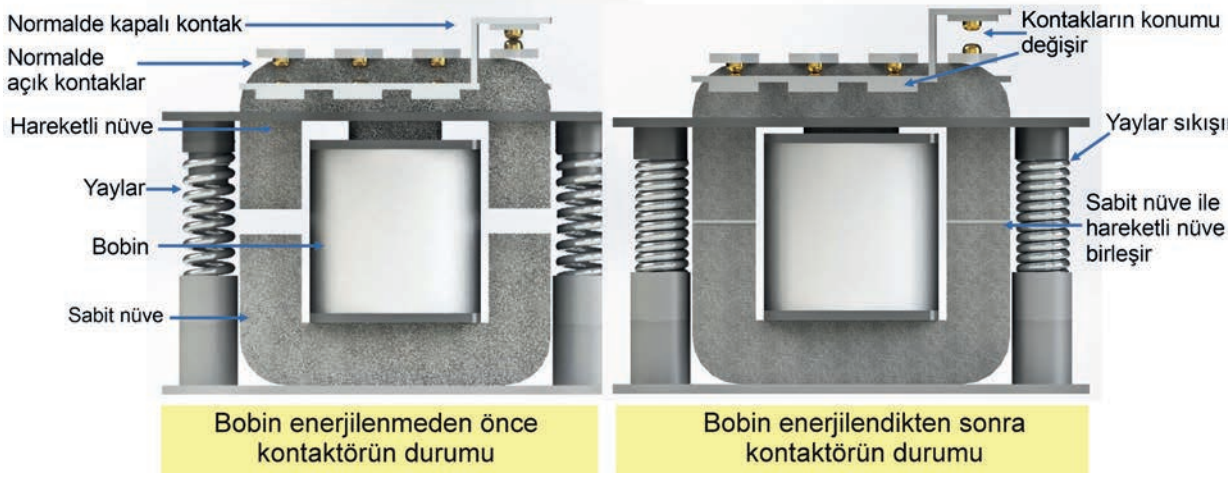
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Etiket bilgilerini doğru okumak	25	
Sınıfı:	2. Yıldız bağlantıyı doğru yapmak	25	
Numarası:	3. Üçgen bağlantıyı doğru yapmak	25	
ÖĞRETMEN	4. Enerji bağlantılarını doğru yapmak	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

3.3. KONTAKTÖR SEÇİMİ VE BAĞLANTISI

Yüksek akım taşıyabilen rölelere **kontaktör** adı verilir. Kontaktör, endüstride yüklerin anahtarlanmasında yaygın olarak kullanılır.

3.3.1. Kontaktörlerin Yapısı ve Çalışması

Kontaktör bobin, kontaklar, yaylar, hareketli ve sabit nüveden oluşur. Bobine enerji verildiğinde sabit nüve mıknatıslanarak hareketli nüveyi kendine doğru çeker. Hareketli nüveye bağlı olan kontakların konumu değişir. Kapalı kontaklar açılır, açık olan kontaklar kapanır. Yaylar sıkışarak kontakları açmaya çalışır. Bobinin enerjisi kesildiğinde yayların etkisiyle kontakların konumu başlangıç durumlarına döner (Görsel 3.17).



Görsel 3.17: Kontaktörün yapısı ve çalışması

Bobine enerji uygulanmamışken açık olan kontaklar normalde açık (NO veya NA), kapalı kontaklar normalde kapalı (NC veya NK) olarak isimlendirilir. Bobin enerjilendiğinde önce normalde kapalı kontaklar açılır, daha sonra normalde açık kontaklar kapanır. Yükü açıp kapamak için kullanılan yüksek akım taşıyabilen kontaklar ana kontak ya da kutup olarak adlandırılır. Kontrol sistemi için kullanılan ve kontaktörün durum bilgisini veren daha küçük akım taşıyabilen kontaklara ise **yardımcı kontak** adı verilir. Ana kontaklar fiziksel olarak yardımcı kontaklardan daha büyüktür. Ana kontakların giriş uçları L1-L2-L3, çıkış uçları ise T1-T2-T3 olarak etiketlenir. Ana kontaklar her zaman normalde açıktır. Yardımcı kontaklar normalde açık veya normalde kapalı olabilir. Birçok kontaktör istenildiğinde yardımcı kontak modülleri eklenebilecek şekilde tasarlanır. Kontaktörlerin bobin uçları A1 ve A2 olarak etiketlenir. Bobinin üzerine çalışma geriliminin türü ve değeri yazılıdır.

3.3.2. Kontaktör Seçiminde Dikkat Edilmesi Gereken Parametreler

Kontaktörlerin verimli ve uzun süreli çalışabilmesi için belirli parametrelere dikkat edilmelidir. Şebekenin ve yükün gereksinimlerine, çalışma şartlarına göre doğru kontaktörü seçmek daha sonradan yaşanabilecek olumsuzlukların önüne geçer. Üretici kataloglarında da yer alan bu parametreler şöyle sıralanabilir:

Kutup sayısı: Kontaktörler genellikle 3 kutuplu olarak üretilir. Kontaktör yükün faz sayısına göre seçilir. Eğer nötr kesmeli bir sistem kontrol edilecekse 4 kutuplu kontaktör tercih edilmelidir.

Tek fazlı bir yük kontaktör ile beslenecekse kontaktörün daha uzun ömürlü olması için faz akımı ana kontakların tamamından dolaşmalıdır.

Ana kontaklardan geçirilecek güç ve akım: Kullanılacak yükün akımına veya gücüne göre uygun kontaktör belirlenmelidir. Eğer yükün akımı kontaktörün taşıyabileceği akımından büyükse kontaktör zamanla aşınacak ve kontaklara yapışacaktır.

Bobin gerilimi: Bobine uygulanan kumanda gerilimidir. Bobine uygulanması gereken gerilimin türü ve büyüklüğü sisteme uygun olmalıdır. Yanlış gerilim uygulamak bobinin yanmasına, bobinin nüveyi çekmemesine veya kontaktörün açma kapama hızında farklılıklara yol açabilir.

Kullanım kategorileri: Yükün türünün endüktif, kapasitif veya rezistif olması kontaktör seçiminde oldukça önemlidir. Bunun yanında yükün hangi şartlarda çalışacağı da kontaktör seçimini etkiler. Kontaktörlerin kullanım kategorileri IEC 60947-4-1 standardında verilmiştir. Kullanma kategorileri kontaktörün açma, kesme akımını ve güç faktörünü belirler. AC sınıfı alternatif akım altında, DC sınıfı ise doğru akım altında çalışan kontaktörleri belirtmek için kullanılır. Tablo 3.4'te bazı kullanım kategorileri ve kontrol edeceği yük türleri verilmiştir.

Görsel 3.4: Kontaktör kullanım kategorileri

AC SINIFI KULLANIM KATEGORİLERİ		AC SINIFI KULLANIM KATEGORİLERİ	
Kategori	Kontrol Edilecek Yük	Kategori	Kontrol Edilecek Yük
AC1	Rezistif Yükler	DC1	Rezistif Yükler
AC2	Bilezikli asenkron motorlar	DC3	Şönt doğru akım motoru
AC3	Sincap kafesli asenkron motorlar	DC5	Seri doğru akım motoru
AC4	Ters akımla frenlenen asenkron motorlar	DC6	Akkor flamanlı lamba

Dahili yardımcı kontak sayısı: Projenin ihtiyacına göre uygun sayıda ve türde yardımcı kontağa sahip kontaktör belirlenmelidir. Sonradan eklenen modüller ile yardımcı kontak eklenebilen kontaktörler için dikkat edilecek husus en fazla kaç adet yardımcı kontak eklenebileceğidir.

Nominal çalışma gerilimi: Nominal çalışma gerilimi kontaktör kontaklarının maksimum kaç volt gerilim altında çalışması gerektiğini gösterir. 3 fazlı uygulamada faz-faz arası gerilimdir.

Delinme Gerilimi: Yalıtkanlık test mesafesi için referans bir gerilimdir.

Darbe Gerilimi: Kısa süreli darbelere bozulmadan dayanabilecek maksimum gerilim değerini gösterir.

Kısa devre dayanım kapasitesi: Oda sıcaklığında, kontaklar kapalı ve soğuk durumdayken herhangi bir kısa devre oluşması durumunda kontaktörün kontaklarının kısa devrenin süresine göre maksimum kaç amperi taşıyabileceğini gösteren değerdir.

Kutuplardaki ısı yayılımı: Nominal çalışmada ana kontakların tek birinden yayılan ısının watt cinsinden değeridir.

Elektriksel açma kapama döngüsü: Kontaktör kontaklarının 1 saatlik süre diliminde yapabilecekleri maksimum kapama ve açma işlemi sayısıdır.

Maksimum çalışma ve depolama sıcaklığı: Kontaktörün enerji altında çalışabileceği maksimum sıcaklık değeri ile depolama sırasında bulundurulabileceği maksimum sıcaklık değerleri birbirlerinden farklıdır. Bu değerlerin göz önünde bulundurulması ve aşılmaması gerekir.

Şok dayanımı: Şok dayanımı; araçlar, vinçler, gemi içi uygulamalar, ekipmanlar için belirlenmiş bir değerdir. Yüksek "g" değerleri kontaktörde bulunan yayların çalışmasını etkileyerek kontakların konumlarının değişmesine neden olabilir. Bu nedenle bu tür ortamlarda çalışacak kontaktörler belirtilen "g" değerlerini kontaklar konum değiştirmeden taşıyor olmalıdır.

Titreşim dayanımı: Araçlar, botlar ve diğer ulaşım araçları için belirtilen titreşim genliğinde ve frekansta kontaktör çalışır durumda kalmaya devam etmelidir. Özellikle demiryolu gibi uygulamalarda bu değerlerin yüksek olması istenir.

Maksimum çalışma yüksekliği: Maksimum çalışma yüksekliğine kadar kontaktörler herhangi bir güç düşümüne uğramadan katalog değerlerini sağlar. Bu yüksekliğin üzerindeki uygulamalarda güç düşümü hesapları mutlaka yapılıp uygun kontaktör belirlenmelidir.

Bobin tüketim değerleri: Kontaktör bobinleri çekme anında ve tutma anında enerji tüketir. Bobinin çektiği akımın düşük olması hem enerji tasarrufu sağlar hem de PLC sistemlerinde röle kullanımına gerek kalmaz.

Çekme süreleri: Bobin enerjilendikten sonra kontaklar tam kapanana kadar geçen süredir. Bu sürenin mümkün olduğunca kısa olması tercih edilir.

Maksimum çalışma yüksekliği: Çalışma yüksekliği arttıkça yer çekimi etkisi ve hava basıncı azaldığı için kontaktörün çalışma rejimi etkilenir. Maksimum çalışma yüksekliğine kadar kontaktörler herhangi bir güç düşümüne uğramadan katalog değerlerini sağlar.

Elektriksel ömür: Yüklü durumda kontaktörün yapabileceği kapama-açma döngü sayısıdır.

Mekanik ömür: Kontaktörün kontakları enerjisiz haldeyken yapabileceği kapama-açma döngü sayısına mekanik ömür denir.

Aksesuar seçeneği: Aksesuarlar sadece yardımcı kontak ile sınırlı değildir. İhtiyaca göre mekanik kilit, zaman rölesi gibi aksesuarlar da mevcuttur. Sistemin ihtiyacına göre kolaylık sağlayacak uyumlu aksesuarların bulunması kontaktör seçiminde dikkate alınabilir.

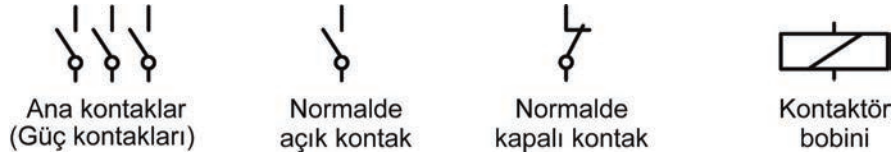
Boyut: Kontaktör boyutları günden güne kompakt hale getirilmektedir. Bir ürünün boyutu kablo girişinde sıkıntı yaşanmadığı takdirde ne kadar küçük olursa kullanıcı için o kadar iyidir. Ürünün boyutu küçüldükçe diğer malzemelerin de boyutları küçülecek ve maliyet azalacaktır.

Montaj: Düşük güçlü olan kontaktörler ray üzerine, büyük güçlü olanlar ise taban sacı üzerine monte edilir. Montaj sırasında vidalar ürün üzerinde belirtilen tork değerlerine göre sıkılmalıdır.

Bağlantı tipi: Kontaktör klemensleri bağlantı tiplerine göre vidalı veya yaylı olarak üretilebilir. Eğer seri üretim yapılması gerekiyor ve montaj süresi kritik önem taşıyorsa yaylı modeller aksi halde vidalı modeller tercih edilir.

3.3.3. Kontaktörlerin Güç ve Kumanda Devrelerindeki Bağlantıları

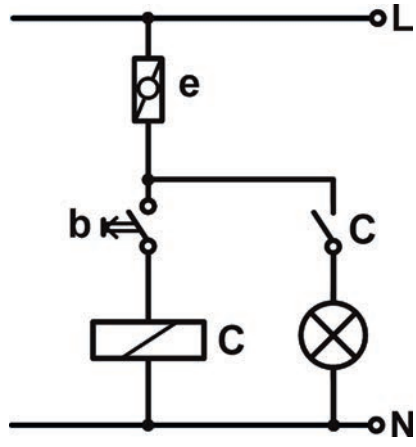
Projelerde güç devresi ve kumanda devresi olarak adlandırılan iki ayrı şema çizilir. Kontaktörün bobin uçları ve yardımcı kontakları kumanda devresinde, ana kontaklar ise güç devresinde kullanılır. Bu nedenlerle proje içerisinde bir kontaktörün bobin sembolü, ana kontak sembolü, açık ve kapalı yardımcı kontak sembolleri olmak üzere dört farklı sembolü kullanılır (Görsel 3.18).



Görsel 3.18: Kontaktör sembolleri

2. Uygulama	KONTAKTÖRLE SİNYAL LAMBASINI KONTROL ETMEK

AMAÇ: Kontaktörün normalde açık kontağına bağlanacak bir sinyal lambası ile kontaktörün çalışıp çalışmadığını izlemek.



Görsel 3.19: Sinyal lambası kontrolü şeması

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Kontaktör	Alternatif akım kontaktörü	1 adet
Sinyal lambası	Kontaktör bobini ile aynı gerilim değerinde	1 adet
Sigorta	1 A otomatik sigorta	1 adet
Start butonu	Normalde açık kontaklı	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı 1 mm^2 kesitinde çok telli	8 adet

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Devrenizi Görsel 3.19'da verilen şemaya göre kurunuz
2. Kontaktörün yardımcı kontağını kullanınız
3. Öğretmeninizin gözetiminde enerji veriniz
4. Start butonuna basınız
5. Kontaktör bobini enerjilendiğinde sinyal lambasının yandığını, kontaktörün enerjisi kesildiğinde sinyal lambasının söndüğünü gözlemleyiniz.
6. Devreyi özenle sökünüz. Malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz.

SORULAR

1. Kontaktörün ana kontakları nerede kullanılır? Yardımcı kontaklardan farkı nedir? Kısaca açıklayınız.
2. Normalde açık kontak yerine normalde kapalı kontak kullanılsaydı sinyal lambası nasıl çalışırdı?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Kontaktörün bobin uçlarını doğru tespit etmek	25	
Sınıfı:	**2.** Kontaktörün kontak uçlarını doğru tespit etmek	25	
Numarası:	**3.** Kontaktör bobinini doğru bağlamak	25	
ÖĞRETMEN	**4.** Sinyal lambasını doğru bağlamak	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

3.4. AŞIRI AKIM RÖLESİ VE BAĞLANTISI

Bir elektrik motorunun herhangi bir nedenden dolayı etiket değerinden daha fazla akım çekmesi sargıların aşırı ısınmasına neden olur. Oluşan aşırı ısı sonucunda sargıların dışında bulunan yalıtkan emaye tabaka erir. Motorları aşırı akımdan korumak için kullanılan rölelere **aşırı akım rölesi** denir. Aşırı akım rölesinin ısı etkisi ile çalışan türü yaygın olarak kullanıldığı için termik röle olarak da isimlendirilir.

Aşırı akım rölesi güç devresi üzerine kontaktör ile motor arasına seri bağlanan uçları ile motorun çektiği akımı ölçer.

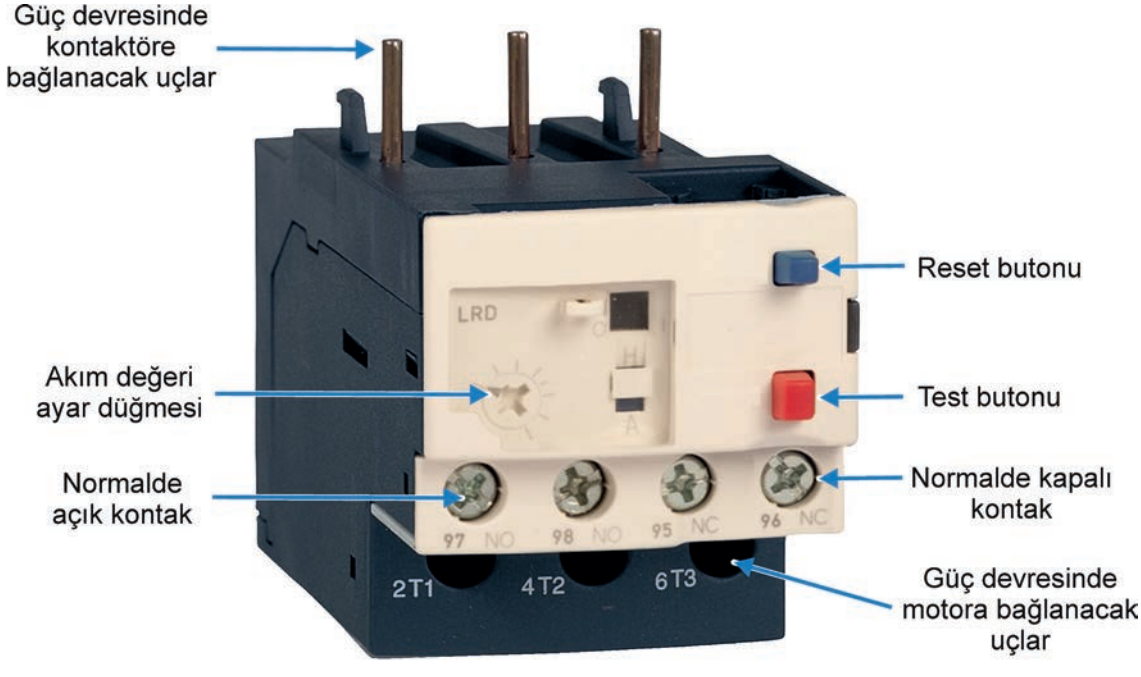
Aşırı akım rölesinin kumanda devresi üzerine bağlanan biri normalde açık, biri de normalde kapalı olmak üzere iki kontağı vardır. Normalde açık olan uçları 97-98, normalde kapalı olan uçları 95-96 numaraları ile gösterilir. Aşırı akım rölesinin kumanda ve güç devresinde kullanılan kısımları ve sembolleri birbirinden farklıdır (Görsel 3.20).



Görsel 3.20: Aşırı akım rölesi sembolleri

Normalde kapalı kontak, motora enerji sağlayan kontaktörün bobinine seri bağlanır. Motorun aşırı akım çekmesi durumunda bobine giden enerjiyi keser. Dolayısıyla motorun da enerjisi kesilir.

Normalde açık kontağı ise aşırı akım rölesinin durumunu sisteme bildirmek için kullanılır. Aşırı akım rölesinin devreye girmesi olası bir arızanın göstergesidir. Pano ya da makine üzerinde bulunan bir arıza lambası normalde açık kontak üzerinden çalıştırılabilir. Aşırı akım rölesi üzerinde akım değerini ayarlamak için tornavida ile çevrilebilen bir düğme ve reset, test işlevleri için iki adet buton bulunur (Görsel 3.21).



Görsel 3.21: Aşırı akım rölesi

Aşırı akım rolesi üzerindeki düğme ve butonların işlevleri şöyledir:

Akım ayar düğmesi: Tornavida yardımıyla döndürülerek aşırı akım rölesi koruyacağı asenkron motorun etiketindeki akım değerine ayarlanır. Aşırı akım rölesi bu akım değerine uygun olarak seçilir. Motorun çektiği akım bu değerin üzerine çıkar ve sargılara zarar verecek kadar uzun süre bu değerin üzerinde kalırsa aşırı akım rölesi kontaklarının konumunu değiştirir.

Reset butonu: Aşırı akım rölesi kontaklarının konumunu değiştirdiğinde başlangıç durumuna döndürmek için reset butonu kullanılır. Reset butonunun A [auto (otomatik)] ve M [manuel (elle)] olmak üzere iki konumu bulunur. A konumuna alındığında kontaklar bir süre sonra kendiliğinden başlangıç durumuna döner. M konumunda ise kontakları başlangıç konumuna döndürmek için reset butonuna basmak gerekir.

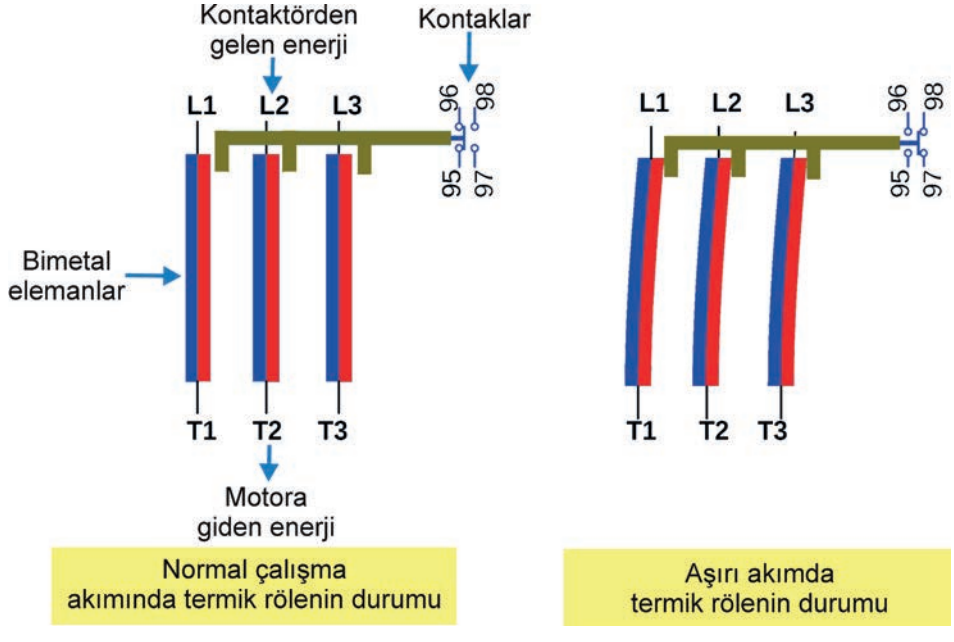
Test butonu: Aşırı akım rölesinin çalışıp çalışmadığını test etmek için kullanılır. Test butonuna basıldığında aşırı akım rölesinin kontakları konumunu değiştirmelidir. Kontakların konumu değişmiyorsa aşırı akım rölesi arızalıdır.

3.4.1. Aşırı Akım Rölesinin Yapısı

Aşırı akım röleleri termik, manyetik ve elektronik olmak üzere üç farklı türde üretilir.

3.4.1.1. Termik Aşırı Akım Röleleri

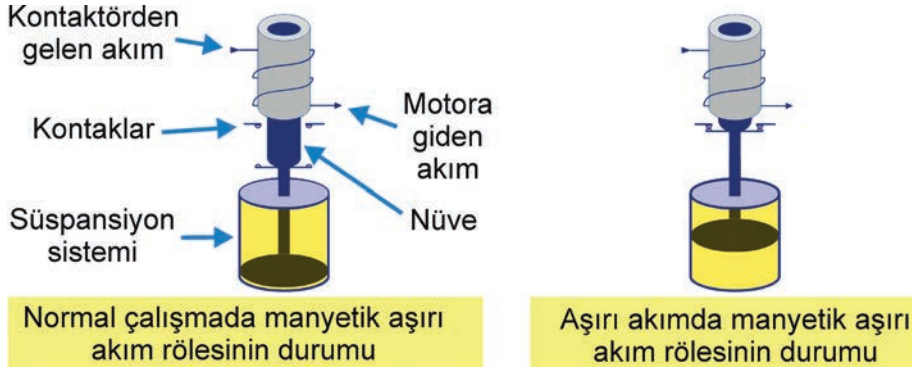
Farklı türde iki iletken çubuğun sıkıca birleştirilmesiyle üretilen bimetal eleman ile sıcaklık değişimi mekanik harekete çevrilir. Metaller ısındıklarında genleşir ve genleşme miktarı her metal için farklıdır. Sıkıca birleştirilen metal şeritler ısıtıldığında genleşme katsayısı yüksek olan metal diğer metalden daha fazla uzar. Uzama katsayısı yüksek olan metal diğer metalin üzerine doğru bükülür. Böylece sıcaklık arttıkça artan bir mekanik hareket elde edilmiş olur. Termik aşırı akım rölesinde bulunan bimetal şeritler motorun çektiği akımın oluşturduğu ısı ile bükülerek kontakların konum değiştirmesini sağlar (Görsel 3.22). Basit yapılı olmaları ve kararlı çalışmaları nedeniyle en çok tercih edilen aşırı akım röleleridir. Termik aşırı akım rölesi devreyi açtığında bimetal elemanlar soğuyana kadar kontakları başlangıç konumuna dönmez. Bu gecikme ısınan motor sargılarına soğumaları için zaman tanır.



Görsel 3.22: Termik aşırı akım rölesinin yapısı ve çalışması

3.4.1.2. Manyetik Aşırı Akım Röleleri

Manyetik aşırı akım rölesi tasarlanırken manyetik etkisinden yararlanılır. Motorun çektiği akım bir bobin üzerinden geçirilerek manyetik alan yaratılır. Akım şiddeti arttıkça manyetik alan şiddeti de artarak çekirdeğinde bulunan nüveyi kendine doğru çeker. Bu mekanik hareket sonucunda kontakların konumu değişir (Görsel 3.23).



Görsel 3.23: Manyetik aşırı akım rölesinin yapısı ve çalışması

Aşırı akım rölelerinin geçici akım yükselmelerinde devreye girmesi istenmez. Aşırı akım rölesi bu kısa süreli aşımları tolere etmelidir. Bu nedenle nüvenin çekme süresi bir süspansiyon sistemi ile uzatılır. Süspansiyon sistemi genellikle yağ veya hava dolu bir kap içerisinde hareket eden piston düzeneği ile sağlanır.

3.4.1.3. Elektronik Aşırı Akım Röleleri

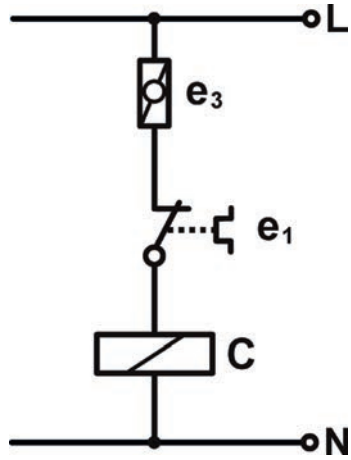
Elektronik aşırı akım rölelerinde motorun çektiği akımın değeri akım trafoları üzerinden elektronik devrelerle sürekli izlenir. Elektronik aşırı akım rölesi diğerlerinden farklı olarak çalışabilmesi için harici bir gerilim kaynağıyla beslenmelidir. Besleme uçları A1 ve A2 harfleri ile gösterilir (Görsel 3.24). Elektronik aşırı akım rölesinde yük akım değerinin dışında açma sınıfı (trip class) veya açma süreleri de ayarlanır. Açma sınıfı motorun normal çalışma akımının 6 katı akım çekmesi durumunda en fazla kaç saniye çalışacağını belirtir. Örneğin tam yük akımı 15 A olan bir motor Trip Class değeri 20 olarak ayarlanmış bir aşırı akım rölesi ile korunuyorsa 15 A değerinin 6 katı olan 90 A akım çektiğinde aşırı akım rölesi 20 saniye bekleyecek ve 20 saniye sonunda motor hâlâ yüksek akım çekmeye devam ederse korumaya geçecektir.



Görsel 3.24: Elektronik aşırı akım rölesi

3. Uygulama	AŞIRI AKIM RÖLESİNİN KUMANDA DEVRESİNE BAĞLANMASI

AMAÇ: Aşırı akım rölesinin normalde kapalı kontağı ile kontaktörü kontrol etmek.



Görsel 3.25: Aşırı akım rölesinin kapalı kontağı ile kontaktörü kontrol etmek

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Kontaktör	Alternatif akım kontaktörü	1 adet
Aşırı akım rölesi	Termik aşırı akım rölesi	1 adet
Sigorta	1 A otomatik sigorta	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı 1 mm^2 kesitinde çok telli	4 adet

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Devrenizi Görsel 3.25'te verilen şemaya göre kurunuz
2. Aşırı akım rölesinin normalde kapalı kontağını kullanınız.
3. Öğretmeninizin gözetiminde enerji veriniz
4. Aşırı akım rölesinin test ve reset düğmelerine sırayla basarak kontaktörün çalışmasını gözlemleyiniz.
5. Devreyi özenle sökünüz. Malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz.

SORULAR

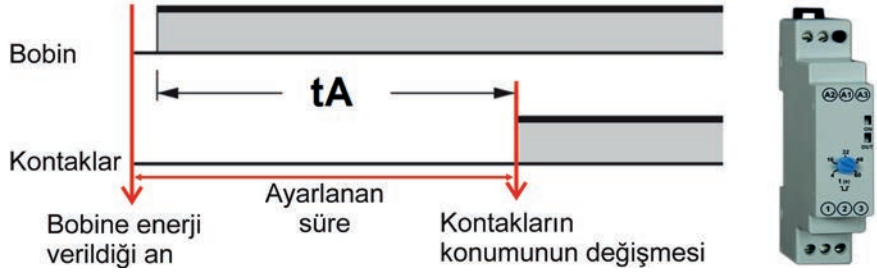
1. Aşırı akım rölesi hangi elemanı korumak için kullanılır?
2. Aşırı akım rölesinin normalde kapalı kontağı neden kontaktörün bobinine seri bağlanır? Kısaca açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Aşırı akım rölesinin uçlarını doğru tespit etmek	25	
Sınıfı:	2. Kontaktörün bobin uçlarını doğru tespit etmek	25	
Numarası:	3. Kontaktör bobinini doğru bağlamak	25	
ÖĞRETMEN	4. Aşırı akım rölesini doğru bağlamak	25	
Adı ve Soyadı:	TOPLAM PUAN	100	
İmza:			

3.5. ZAMAN RÖLELERİ VE BAĞLANTILARI

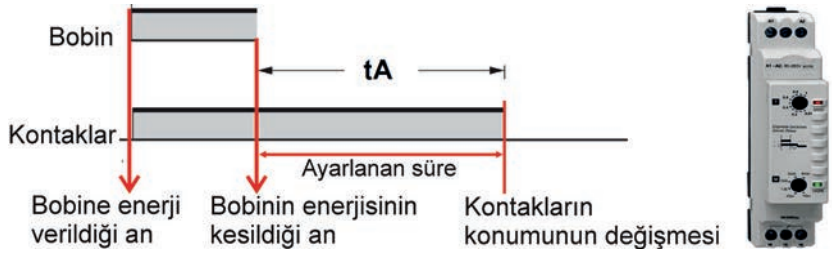
Kontaklarının konumunu zamana bağlı olarak değiştiren rölelere **zaman rölesi** adı verilir. Zaman rölelerinin bobin uçları ile açık ve kapalı kontakları bulunur. Zamanın başlangıç noktası bobine enerji verildiği andır. Bu andan itibaren ayarlanan süreye bağlı olarak kontakların konumları değişir. Çalışma biçimlerine göre çeşitli zaman röleleri mevcuttur.

Düz zaman rölesi: En çok kullanılan zaman röleleridir. Bobine enerji verildiği anda süreyi saymaya başlar, ayarlanan sürenin (tA) sonunda kontaklarının konumunu değiştirir (Görsel 3.26). Bobine verilen enerji kesildiğinde kontakların konumları başlangıç konumuna döner. Kontakların konumu değişene kadar zaman rölesinin bobinine verilen enerji kesilmemelidir.



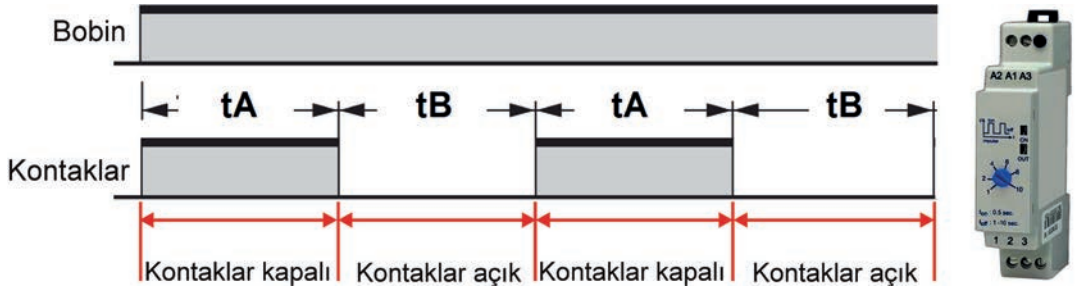
Görsel 3.26: Düz zaman rölesinin çalışması

Ters zaman rölesi: Ters zaman rölesi bobinine enerji verildiği anda kontaklarının konumunu değiştirir. Rölenin bobinine uygulanan enerji kesildiği andan itibaren süre işlemeye başlar. Ayarlanan sürenin sonunda kontaklarının konumu başlangıç durumuna döner (Görsel 3.27).



Görsel 3.27: Ters zaman rölesinin çalışması

Flaşör zaman rölesi: Flaşör zaman rölesinin bobinine enerji verildiğinde kontaklar sürekli konum değiştirir. Kontakların açık kalma süresi tA, kapalı kalma süresi ise tB ile gösterilebilir. Bu süreler ayrı ayrı ayarlanabilir (Görsel 3.28). Bobin enerjili kaldığı sürece bu süreç devam eder.



Görsel 3.28: Flaşör zaman rölesinin çalışması

Çok fonksiyonlu zaman röleleri: Birden fazla fonksiyona sahip olan zaman röleleri de mevcuttur. Bu zaman rölelerinin üzerinde zaman ayar düğmeleri dışında fonksiyon seçim düğmeleri de bulunur (Görsel 3.29). Seçilen fonksiyona göre zaman rölesinin nasıl çalışacağı kataloğunun incelenmesi ile öğrenilir.



Görsel 3.29: Çok fonksiyonlu zaman röleleri

Yıldız üçgen zaman röleleri: Önce yıldız daha sonra üçgen çalıştırılması gereken asenkron motorlara ait kontaktörlerin kontrol edilmesi için üretilen özel amaçlı zaman röleleridir.

Zaman röleleri yapılarına göre elektronik, motorlu ve pnömatik olmak üzere üç grupta incelenebilir.

Elektronik zaman röleleri: Maliyetleri ve güç tüketimleri düşüktür. Geniş zamanlama aralıklarında üretilebilir. Farklı fonksiyon seçeneklerini bir arada sunar. Bu nedenlerle çok yaygın olarak kullanılır.

Elektronik zaman röleleri analog ve dijital olmak üzere iki ayrı grupta incelenebilir. Analog zaman röleleri genellikle bir R-C devresinden yararlanılarak yapılır. Kondansatörün bir direnç üzerinden şarj ve deşarj edilmesi ile zaman gecikmesi sağlanır. Dijital zaman rölelerinde ise genellikle sayıcı devrelerinden yararlanılır.

Motorlu zaman röleleri: Motorlu zaman röleleri senkron motor ve bir dişli sisteminden oluşur. Maliyetleri yüksektir. Ancak hassas olarak zamanlama yapabilir. Senkron motorun devir sayısı frekansa bağlıdır. Şebeke frekansı sabit olduğu için motorun da devir sayısı sabittir. Motorun ürettiği hareket dişli sistemi aracılığıyla yavaşlatılarak zaman gecikmesi sağlanır.

Pnömatik zaman röleleri: Hava dolu bir kap içerisinde hareket eden bir piston ve bu pistonu hareket ettiren bir elektromıknatıstan oluşur. Elektromıknatıs pistonu hareket ettirmeye çalışırken kap içerisindeki hava pistonun hareketini engeller. Piston içindeki hava küçük bir tahliye musluğu ile kabın diğer tarafına alınır. Pistonun hareketi ve havanın tahliyesi için geçen sürede zaman gecikmesi sağlanmış olur. Yüksek maliyeti nedeniyle kullanımı oldukça azalmıştır.

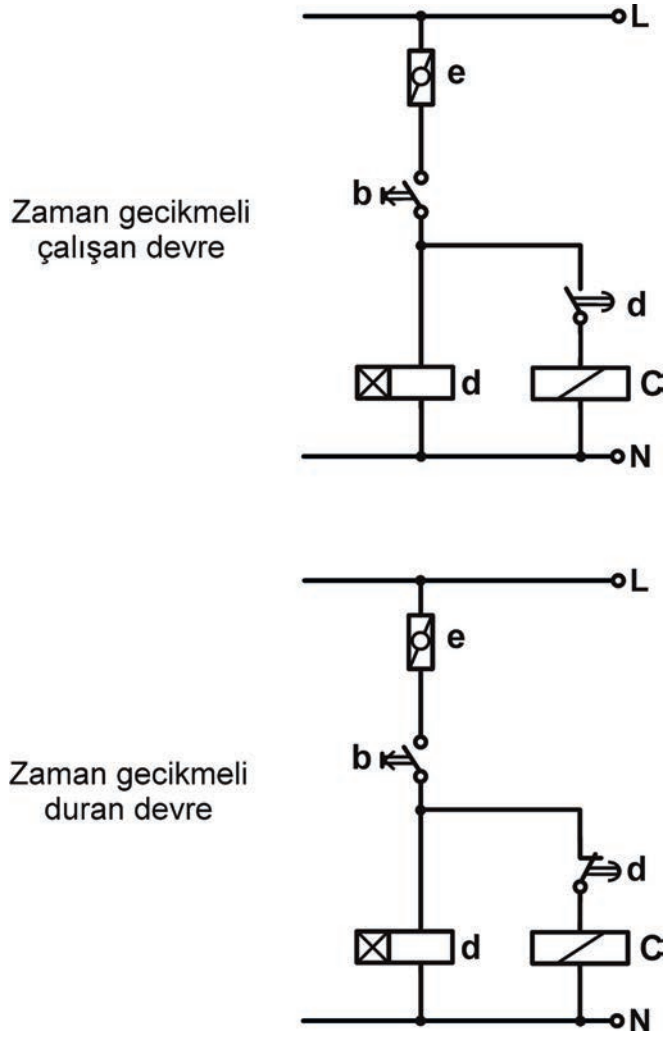
Zaman röleleri çeşitlerine göre farklı sembollerle gösterilir (Görsel 3.30).



Görsel 3.30: Zaman rölesi sembolleri

4. Uygulama	KONTAKTÖRÜN ZAMAN RÖLESİ İLE ÇALIŞTIRILMASI

AMAÇ: Kontaktörü zaman rölesi ile kontrol etmek.



Görsel 3.31: Zaman rölesi ile kontaktörü kontrol etmek

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Kontaktör	Alternatif akım kontaktörü	1 adet
Zaman rölesi	Düz zaman rölesi	1 adet
Start butonu	Kalıcı tip	1 adet
Sigorta	1 A otomatik sigorta	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı 1 mm^2 kesitinde çok telli	7 adet

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Devrenizi Görsel 3.31'de verilen verilen zaman gecikmeli çalışan devre şemasına göre kurunuz.
2. Zaman rölesinin süresini 10 saniyeye ayarlayınız.
3. Öğretmeninizin gözetiminde enerji veriniz.
4. Start butonuna basınız. Eğer butonunuz kalıcı tip değilse butona basılı tutunuz.
5. Zaman rölesinin bobininin enerjilenmesini, zaman gecikmesini, zaman rölesinin kontağının kapanmasını ve kontaktörün çekmesini gözlemleyiniz.
6. Kontaktör enerjilendikten sonra elinizi butondan çekerek zaman rölesinin bobinine giden enerji kesildiğinde kontaklarının başlangıç konumuna döndüğünü ve kontaktörün devreden çıktığını gözlemleyiniz.
7. Devrenizi Görsel 3.31'de verilen zaman gecikmeli duran devre şemasına göre kurunuz.
8. Zaman rölesinin süresini 10 saniyeye ayarlayınız.
9. Öğretmeninizin gözetiminde enerji veriniz.
10. Start butonuna basınız. Eğer butonunuz kalıcı tip değilse butona basılı tutunuz.
11. Zaman rölesinin bobininin enerjilenmesini, zaman gecikmesini, zaman rölesinin kontağının açılmasını ve kontaktörün devreden çıkmasını gözlemleyiniz.
12. Kontaktör enerjilendikten sonra elinizi butondan çekerek zaman rölesinin bobinine giden enerji kesildiğinde kontaklarının başlangıç konumuna döndüğünü ve kontaktörün devreden çıktığını gözlemleyiniz.
13. Devreyi özenle sökünüz. Malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz.

SORULAR

1. Zaman rölesi niçin kullanılır? Açıklayınız.
2. Zaman rölesi çeşitlerini defterinize yazınız?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Zaman rölesinin uçlarını değiştirmek	25	
Sınıfı:	2. Zaman rölesinin bobin uçlarını doğru tespit etmek	25	
Numarası:	3. Zaman rölesinin kontaklarını doğru bağlamak	25	
ÖĞRETMEN	4. Kontaktör bobinini doğru bağlamak	25	
Adı ve Soyadı:	TOPLAM PUAN	100	
İmza:			

3.6. KORUMA RÖLELERİ VE BAĞLANTILARI

Aşırı akım röleleri motorları korumak için temel elemanlardır. Ancak aşırı akım dışında motorların arızalanmasına neden olabilecek durumlar için farklı koruma röleleri de mevcuttur.

3.6.1. Gerilim Koruma Rölesi

Motorlar etiket değerlerinden daha yüksek ya da daha düşük gerilimle çalıştırılırsa şebekeden fazla akım çeker. Etiket değeri genellikle şebeke gerilimi ile aynıdır. Gerilim koruma rölesi üzerinde en yüksek ve en düşük gerilim değerlerinin ayarlanabileceği iki düğmeyle birlikte anlık gerilim değişimlerini tolere etmek için bir zaman ayar düğmesi bulunur (Görsel 3.32). Şebeke geriliminde meydana gelebilecek gerilim dalgalanmaları belirli bir seviyenin üzerindeyse veya fazlardan biri kesilirse gerilim koruma rölesi kontaklarının konumunu değiştirerek sistemin enerjisini keser.



Görsel 3.32: Gerilim koruma rölesi

3.6.2. Motor Koruma Rölesi

Motor koruma rölesi asenkron motoru faz kesilmelerine, gerilim dalgalanmalarına ve sargıların ısınmasına karşı korur. Cihazın modellerine göre bu özelliklerin bir veya bir kaçı cihazda bulunabilir. Bazı motor koruma röleleri sargılarına PTC yerleştirilmiş olan motorların sargı sıcaklıklarını ölçerek sıcaklık değeri tehlikeli seviyeye yaklaştığında kontaklarının konumunu değiştirir. Böylece motor sargılarının herhangi bir nedenle aşırı ısınması sonucu hasar görmesini engeller. Motor koruma rölesinin bu özelliğinin kullanılabilmesi için korunacak motorun üretimi sırasında sargılarına PTC'lerin yerleştirilerek birbirlerine seri bağlanması ve uçlarının klemense çıkarılmış olması gerekir.

Motorda bulunan PTC uçlarından biri nötr hattına, diğer ucu motor koruma rölesinin P ucuna bağlanır. Motor koruma röleleri daha çok büyük güçlü asenkron motorlarda koruma yapması için kullanılır (Görsel 3.33).

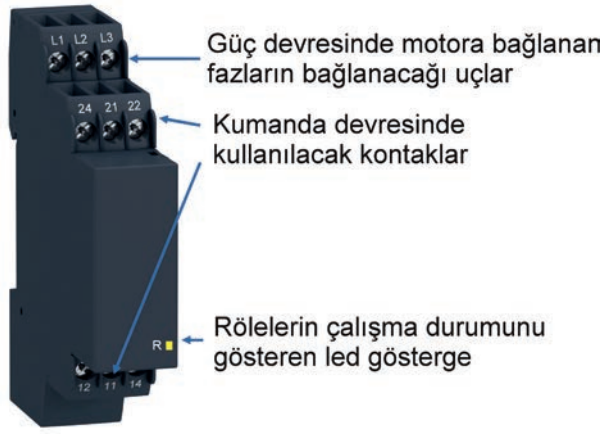


Görsel 3.33: Motor koruma rölesi ve bağlantı şeması

3.6.3. Faz Sırası Rölesi

Birçok sistemin sağlıklı çalışabilmesi için motorun dönüş yönünün değişmemesi gerekir. Örneğin asansör, açılır kapanır kapılar, kompresörler, dikiş makineleri vb. şebekede ya da tesiste yapılacak bakım ve onarım işlemleri sırasında fazların yerlerinin değişmesi sonucu motorların dönüş yönü değişebilir. Fazların yer değiştirmesinin problem yaratacağı sistemlerde faz sırası rölesi kullanılır. Fazların yer değiştirmesi durumunda kontaklarının konumunu değiştirerek sistemin enerjisini kesen koruma rölelerine **faz sırası rölesi** adı verilir (Görsel 3.34).

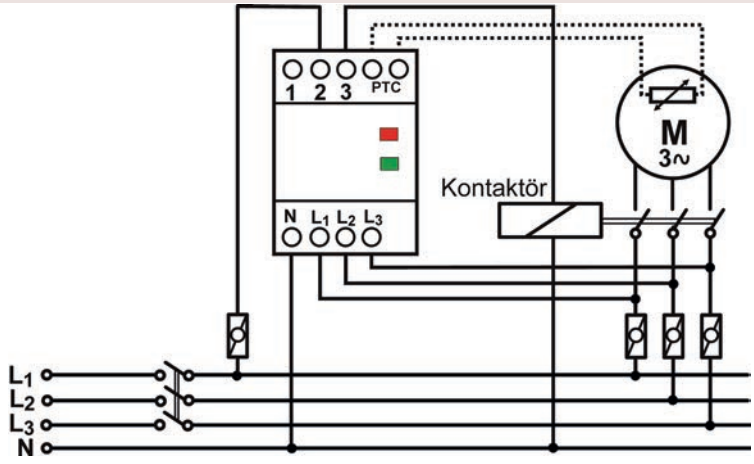
Faz sırası rölesinin faz uçlarına, güç devresi üzerinden motora giden üç faz bağlanır. Kapalı kontağı ise kumanda devresinde sigortaya seri bağlanır. Faz sırası değiştiğinde röle sistemin enerjisini keser. Bazı motor koruma rölelerinde faz koruma, PTC koruma özelliklerinin yanında faz sırası koruması da bulunur.



Görsel 3.34: Faz sırası rölesi

5. Uygulama	MOTOR KORUMA RÖLESİ İLE KONTAKTÖRÜN DEVREDEN ÇIKARILMASI

AMAÇ: Kontaktör ve motor koruma rölesinin bağlantısını öğrenmek



Görsel 3.35: Motor koruma rölesi ile kontaktörün devreden çıkarılması

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Kontaktör	Alternatif akım kontaktörü	1 adet
Motor koruma rölesi	Faz korumalı	1 adet
Sigorta	1 A otomatik sigorta	1 adet
Kumanda kabloları	Jaklı 1 mm^2 kesitinde çok telli	7 adet

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Görsel 3.35'de verilen şemayı defterinize çiziniz.
2. Çizdiğiniz şemaya göre devrenizi kurunuz.
3. Öğretmeninizin gözetiminde enerji veriniz.
4. Kontaktörün enerjilendiğini gözlemleyiniz.
5. Enerjiyi keserek güç devresinden motor koruma rölesine bağlı olan fazlardan birinin kablosunu sökünüz.
6. Öğretmeninizin gözetiminde enerji veriniz.
7. Motor koruma rölesinin kapalı kontağının açıldığını ve kontaktörün enerjilenmediğini gözlemleyiniz.
8. Devreyi dikkatlice sökünüz. Malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz.

SORULAR

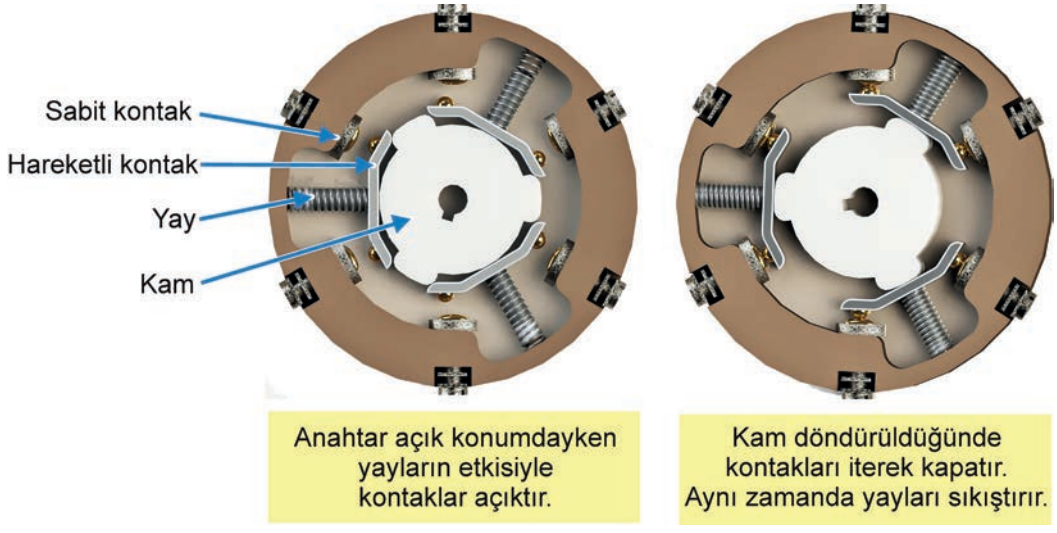
1. Motor koruma rölesi niçin kullanılır? Açıklayınız.
2. Koruma rölesi çeşitlerini defterinize yazınız?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Devre şemasını doğru çizmek	25	
Sınıfı:	2. Koruma rölesini doğru bağlamak	25	
Numarası:	3. Kontaktör bobinini doğru bağlamak	25	
ÖĞRETMEN	4. Soruları doğru cevaplamak	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

3.7. PAKET ŞALTER VE BAĞLANTILARI

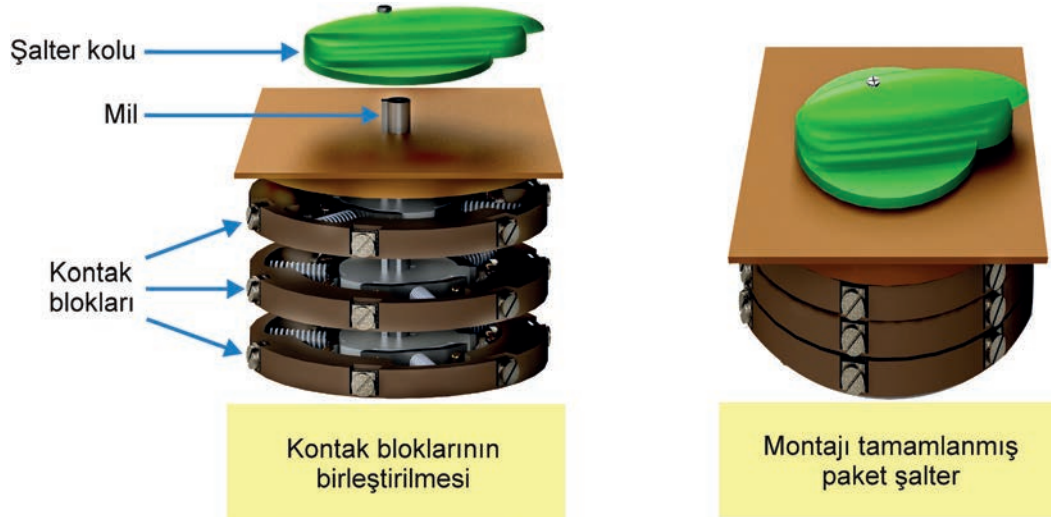
Paket şalter, üst üste yerleştirilmiş disk şeklindeki kontak bloklarından oluşan ve disklerin merkezinden geçen bir milin hareket ettirilmesiyle kontaklarının konumunu aynı anda değiştiren şalterdir. Pako şalter olarak da adlandırılır.

Her bir diskte üç ya da dört kontak bulunur. Diskin merkezine yerleştirilen kamın döndürülmesi ile kontakların konumu değiştirilir (Görsel 3.36). Kontakların konumları kamın şekli değiştirilerek istenilen şekilde tasarlanabilir.



Görsel 3.36: Paket şalterlerde kontakların yapısı ve konumlarının değişmesi

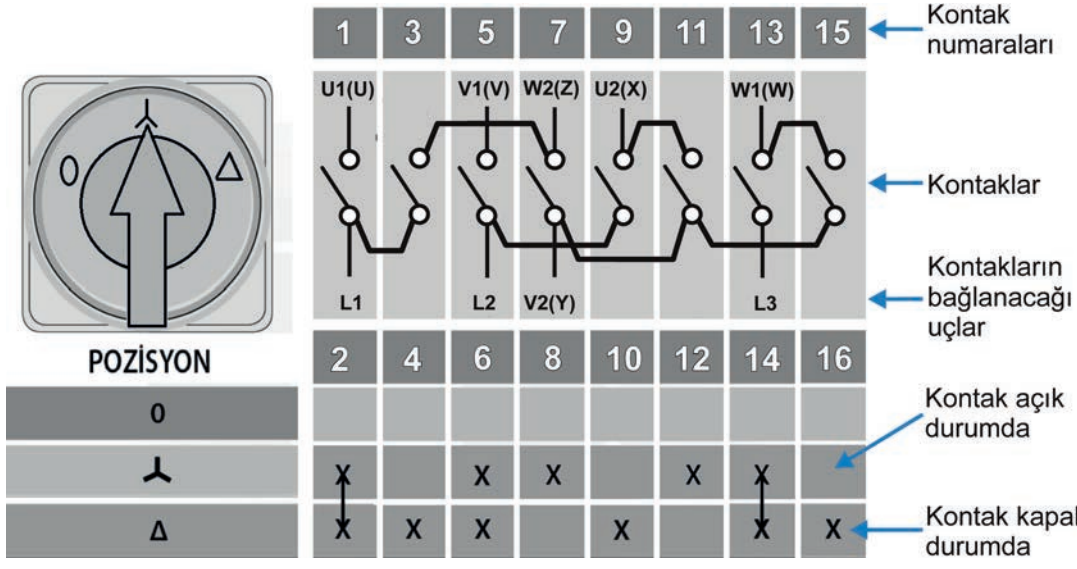
Merkezden geçen bir mil yardımıyla şalter kolu ve diskler birbirine bağlanarak tüm kontakların aynı anda konumlarını değiştirmesi sağlanır (Görsel 3.37). Kontak sayısı artırılmak istendiğinde blok sayısı da artırılır. Basit, esnek ve az yer kaplayan tasarımlarından dolayı farklı fonksiyonlara sahip paket şalterler üretilebilir. Basit açma kapama işlevleri olan paket şalterlerin yanında voltmetre komütatörü, çok kademeli şalterler, motoru ileri-geri (enversör) ya da yıldız-üçgen çalıştırmak gibi karmaşık işlevleri olan çeşitler de mevcuttur. Özel kullanım alanları için farklı kontak ve konum özelliklerine sahip paket şalterler ürettirilebilir.



Görsel 3.37: Paket şalterlerde kontak bloklarının birleştirilmesi

Paket şalterin kontak durumları ve devre bağlantısının nasıl yapılacağı tablolar yardımıyla gösterilir. Tabloda şalterin tüm konumları için kontakların durumları ve birbirleri arasındaki bağlantılar belirtilir.

İlk sütunda şalterin konumları, ilk satırda kontak bilgileri ve kontaklar arası yapılan sabit bağlantıların bilgileri bulunur. Satır ile sütunun birleştiği hücrede ise kontakların durumları gösterilir. Hücrede "X" işareti varsa kontak o pozisyonda kapalıdır. Eğer hücre boş ise kontak o pozisyonda açıktır. İki farklı pozisyon arasında bulunan "X------X" sembolü kontakların her iki pozisyonda kapalı olduğunu belirtmesine ek olarak konum değiştirirken de kapalı olduğunu belirtir (Görsel 3.38).



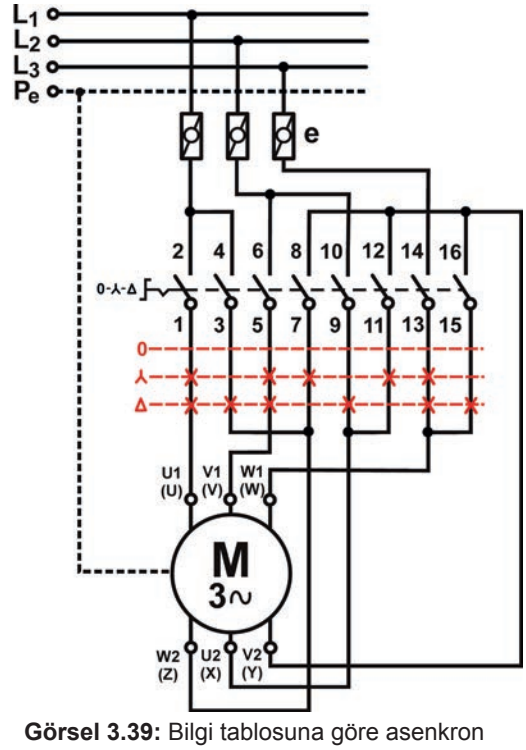
Görsel 3.38: Yıldız üçgen paket şalter bilgi tablosu

Görsel 3.38'de bilgi tablosu verilen paket şalterde konumlara göre tablosu verilen yıldız üçgen paket şalterde kontak değişimleri şu şekildedir:

Sıfır konumunda: Tüm kontaklar açıktır. Motor çalışmaz.

Yıldız konumunda: 1-2, 5-6 ve 13-14 numaralı kontaklar kapanarak L1-L2-L3 faz uçlarını U1-V1-W1 motor uçlarına bağlar. 7-8 ve 11-12 numaralı kontaklar kapanarak U2-V2-W2 motor uçlarını birleştirip motoru yıldız bağlar. Görsel 3.39'da görüldüğü gibi sargı uçları yıldız bağlanan asenkron motor çalışmaya başlar.

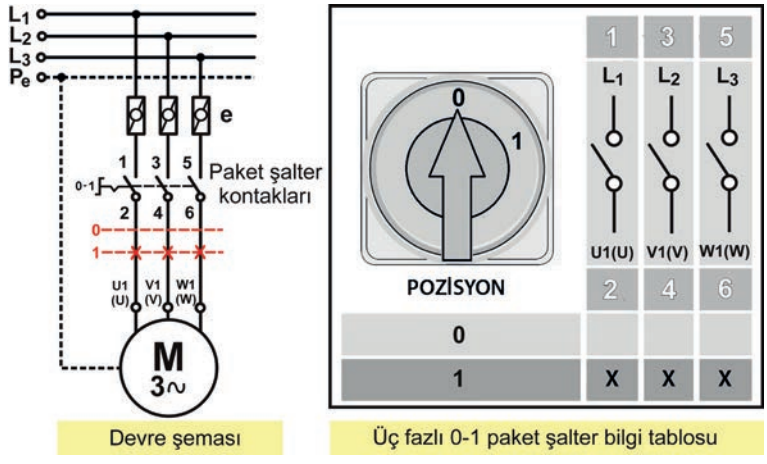
Üçgen konumunda: Bu konumda bütün kontaklar konum değiştirir ve yıldız bağlantı bozulur. 1-2, 3-4 ve 13-14 numaralı kontaklar kapanarak L1-L2-L3 faz uçlarını U1-V1-W1 motor uçlarına bağlar. 3-4, 9-10 ve 15-16 kontakları kapanarak U1-Z2, V1-U2, W1-V2 uçlarını birleştirip motoru üçgen bağlar. Görsel 3.39'da görüldüğü gibi sargı uçları üçgen bağlanan asenkron motor çalışmaya devam eder.



Görsel 3.39: Bilgi tablosuna göre asenkron motor ile yıldız üçgen paket şalter şeması

6. Uygulama	3 FAZLI ASENKRON MOTORUN PAKET ŞALTERLE ÇALIŞTIRILMASI

AMAÇ: 3 fazlı asenkron motorun paket şalterle çalıştırılması.



Görsel 3.40: 0-1 paket şalterle 3 fazlı asenkron motoru çalıştırma devresi ile 3 fazlı 0-1 paket şalter için bilgi tablosu

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Asenkron motor	1 kW gücünde üç fazlı kısa devre rotorlu	1 adet
Paket şalter	Üç fazlı 0-1 konumlu	1 adet
Sigorta	1 A otomatik sigorta	1 adet
Kumanda kablosu	Jaklı 1 mm^2 kesitinde çok telli	7 adet

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Görsel 3.40'ta verilen şemayı defterinize çiziniz.
2. Çizdiğiniz şemaya göre devrenizi kurunuz.
3. Öğretmeninizin gözetiminde enerji veriniz.
4. Paket şalteri "1" konumuna getiriniz
5. Şalteri "0" konumuna getirerek motoru durdurunuz.
6. Devrenin enerjisini kesiniz.
7. Devreyi dikkatlice sökünüz. Malzemeleri öğretmeninize teslim ediniz.

SORULAR

1. Paket şalterlerin avantajları nelerdir? Araştırınız.
2. Paket şalterlerin dezavantajları nelerdir? Araştırınız..

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Devre şemasını doğru çizmek	25	
Sınıfı:	2. Koruma rölesini doğru bağlamak	25	
Numarası:	3. Kontaktör bobinini doğru bağlamak	25	
ÖĞRETMEN	4. Soruları doğru cevaplamak	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. ( ) Yapılarına göre dört çeşit zaman rölesi bulunur.

2. ( ) Asenkron motorlar bir ya da üç fazlı olarak yapılabilir.

3. ( ) Üç fazlı asenkron motorlarda faz ve nötrün yeri değişirse dönüş yönü değişir.

4. ( ) Bir fazlı asenkron motorların dönüş yönünü değiştirmek için faz ile nötr uçları yer değiştirilir.

5. ( ) Asenkron motorda sabit olan nüveye stator, hareketli olan nüveye ise rotor adı verilir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

6. Kontaktörün güç devresinde kullanılan kontaklarına ……..……..…….. kontak, kumanda devresinde kullanılan kontaklarına ise ……..……..…….. kontak adı verilir.

7. Kontaktörün bobinine enerji verildiğinde ……..……..…….. kontakları açılır, ……..……..…….. kontakları kapanır.

8. Motoru aşırı akımdan korumak için ……..……..…….. rölesi kullanılır.

9. Fazlardan herhangi birinin kesilmesi durumunda motoru korumak için ……..……..…….. rölesi kullanılır.

10. Fazların yerlerinin değişmesi durumunda oluşabilecek hatalara karşı sistemi korumak için ……..……..…….. rölesi kullanılır.

11. Sistemde zaman gecikmesi sağlamak için kullanılan rölelere ……..……..…….. rölesi denir.

12. Üst üste yerleştirilmiş disk şeklindeki kontak bloklarından oluşan ve disklerin merkezinden geçen bir milin hareket ettirilmesiyle kontaklarının konumunu aynı anda değiştiren şalterlere ……..……..…….. şalter adı verilir.

13. Paket şalterler bilgi tablosunda ……..……..…….. işareti ilgili kontağın o konumda kapalı olduğunu gösterir.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

14. I . Rotor

II . Mil

III. Stator

Yukarıda verilenlerden hangisi veya hangileri asenkron motorun hareketli parçasıdır?

A) Yalnız I **B)** Yalnız II **C)** Yalnız III

D) I ve II **E)** II ve III

15. I . Gövde

II . Mil

III. Taşıma halkası

Yukarıda verilenlerden hangisi veya hangileri asenkron motorun hareketli parçasıdır?

A) Yalnız I **B)** Yalnız II **C)** Yalnız III

D) I ve II **E)** I ve III

ASENKRON MOTOR KUMANDA TEKNİKLERİ

4. ÖĞRENME BİRİMİ



KONULAR

4.1. KUMANDA DEVRE ELEMANLARI

4.2. KUMANDA VE GÜÇ DEVRESİ SEMBOLLERİNİN ÇİZİMİ

4.3. KUMANDA VE GÜÇ DEVRELERİNİN ÇİZİMİ

4.4. KUMANDA VE GÜÇ DEVRE UYGULAMALARI

TEMEL KAVRAMLAR

asenkron motor kumandası, kumanda devre elemanları, motor kumanda şemaları, motor güç şemaları, kumanda şema çizimi, kumanda devre uygulamaları

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Kumanda devre elemanlarının yapısını, çeşitlerini ve bağlantılarını
- Kumanda ve güç devresi sembollerinin çizimini
- Kumanda ve güç devrelerinin çizimini
- Kumanda ve güç devrelerinin şemaya göre uygulamalarını

Hazırlık Çalışmaları

1. **Elektrik motorlarını kumanda etmek ne demektir? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.**
2. **Kumanda panosu devre şeması çizilmeden yapılır mı? Düşüncenizi ifade ediniz.**

4.1. KUMANDA DEVRE ELEMANLARI

Asenkron motorları sistemin ihtiyacına göre çalıştırıp durdurmak için kumanda devreleri kullanılır. Kumanda devre elemanları kumanda panosu içine monte edilir.

4.1.1. Kumanda Butonları

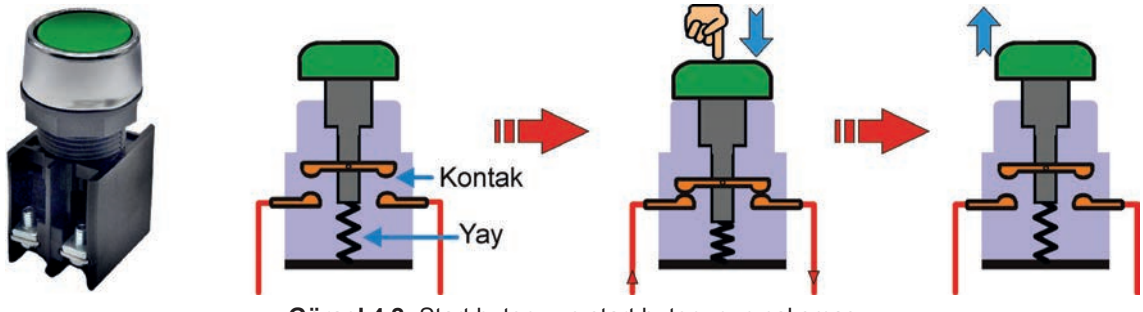
Kumanda butonları elektrik motorlarının kumanda devresini çalıştıran veya durduran kumanda elemanıdır (Görsel 4.1). Kumanda butonları start, stop, jog (iki yollu) ve kalıcı tip olmak üzere dört çeşittir.



Görsel 4.1: Kumanda butonları

4.1.1.1. Start (Başlatma) Butonu

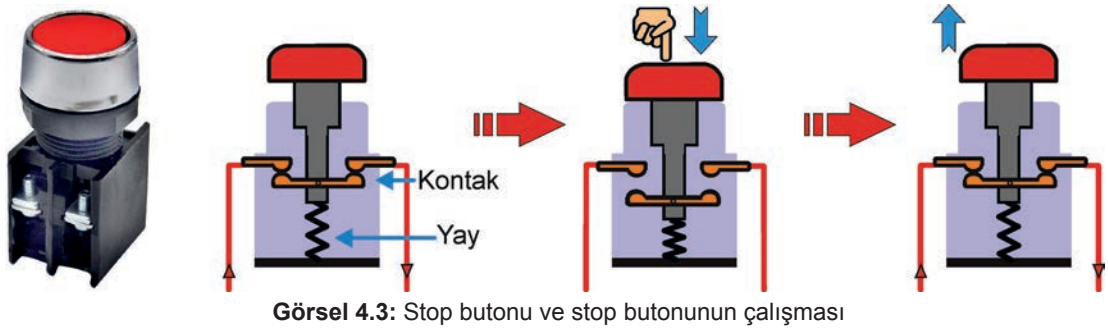
Basıldığında kontağından akım geçiren, bırakıldığında kontağı yayın etkisiyle normal konumuna dönen butondur. Start butonu kumanda devresini başlatarak çalıştıran butondur. Buton basma yeri yeşil renklidir. Kumanda devresindeki akım yolu üzerine seri olarak bağlanır (Görsel 4.2).



Görsel 4.2: Start butonu ve start butonunun çalışması

4.1.1.2. Stop (Durdurma) Butonu

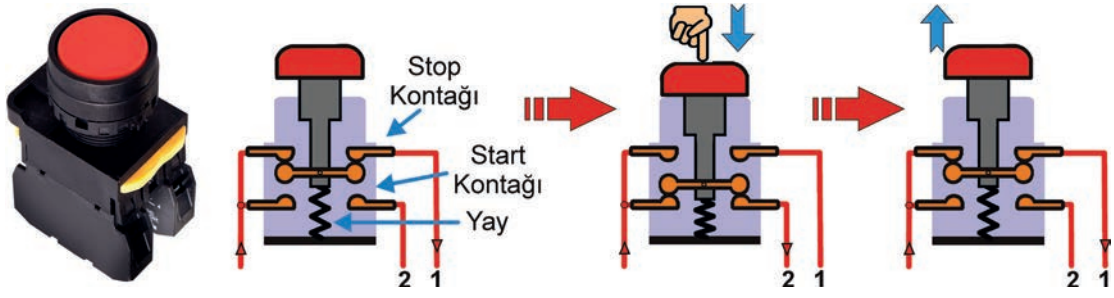
Basıldığında kontağından geçen akımı kesen, bırakıldığında kontakları yayın etkisiyle normal konumuna dönen butondur. Stop butonu kumanda devresinin çalışmasını durduran butondur. Buton basma yeri kırmızı renklidir. Kumanda devresindeki akım yolu üzerine seri olarak bağlanır (Görsel 4.3).



Görsel 4.3: Stop butonu ve stop butonunun çalışması

4.1.1.3. Jog (İki Yollu) Buton

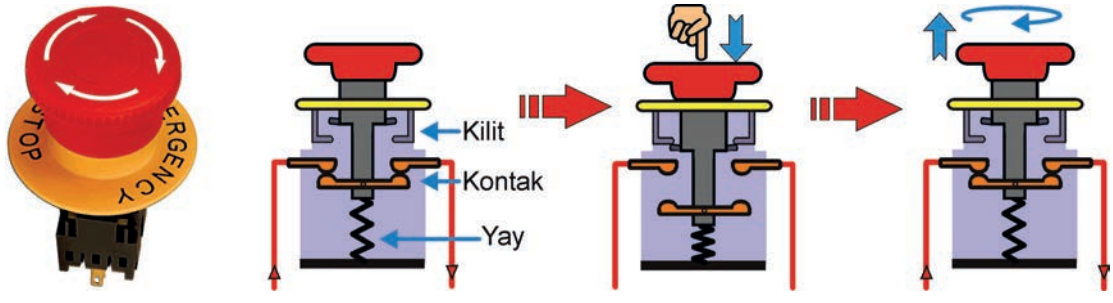
Start ve stop butonlarının bir araya getirilip birleştirilmesiyle elde edilen butona **jog buton** denir. Jog butonda iki giriş ve iki çıkış olduğu için bu butona iki yollu buton da denir. İçinde stop ve start kontakları bulunur. Butona basıldığında stop kontaklarını açarak bir devrenin enerjisini keserken start kontaklarını kapatıp başka bir devreyi çalıştırır. Buton bırakıldığında ise kontaklar yayın etkisiyle normal konumuna döner (Görsel 4.4). Jog butonun kontak blokları sökülüp takılabilir olduğundan sadece start veya sadece stop yerine de kullanılabilir.



Görsel 4.4: Jog buton ve jog butonunun çalışması

4.1.1.4. Kalıcı Tip Buton (Acil Durum Stop Butonu)

Kalıcı tip buton acil durumlarda basılan ve devre enerjisini kalıcı olarak kesen bir stop butonudur. Basıldığında kontağından geçen akımı keser. Bırakıldığında basıldığı pozisyonda kalır. Buton başlığı dairesel olarak çevrildiğinde kontaklar yayın etkisiyle normal konumuna geri döner (Görsel 4.5).



Görsel 4.5: Kalıcı tip buton ve kalıcı tip butonunun çalışması

4.1.2. Pano Sinyal Lambaları

Panolarda devrenin elektrik enerjisinin olup olmadığını gösteren ve pano üzerine monte edilen uyarı lambalarına **sinyal lambası** denir. Çalışma gerilimleri 220 volt veya 24 volttur. Devrenin faz ve nötr uçlarına bağlanır. İçerisinde neon veya led lamba bulunur. Dış kısmında yeşil, sarı, kırmızı veya mavi renkli cam olabilir. Bu renkler fazların veya devrelerin ayırt edilmesini sağlar (Görsel 4.6).



Görsel 4.6: Sinyal lambasının yapısı ve 220 - 24 volt sinyal lambaları

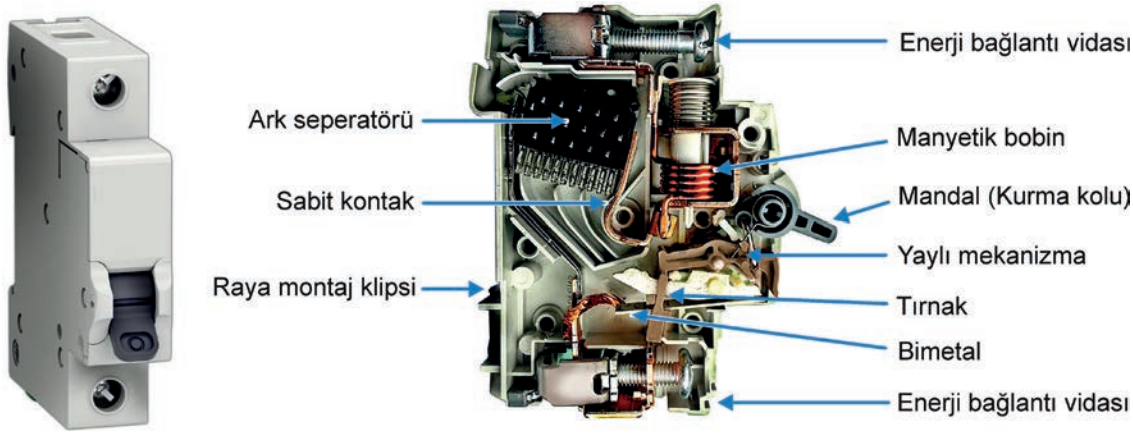
4.1.3. Sigortalar

Bir elektrik devresinde kısa devre veya aşırı akım olduğunda akımı keserek devreyi koruyan elemana **sigorta** denir. Sigorta AC elektrik devrelerinde faz hattı üzerine seri olarak bağlanır. DC devrelerde ise pozitif hat üzerine seri bağlanır.

4.1.3.1. Otomatik Sigorta

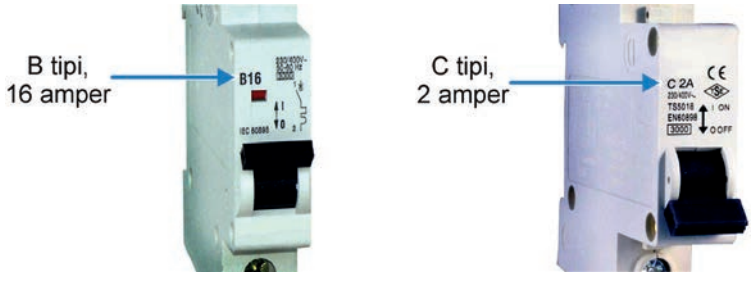
Devreyi açtıktan sonra mandalı elle kaldırılarak tekrar kurulabilen sigortalardır. Bu sigortalara **anahtarlı otomatik sigortalar** da denir. Devreden geçen akım değeri, sigorta üzerinde yazan akım değerinin üzerine çıktığında devre akımını keserek sigortanın mandalı aşağı düşer. Devrede aşırı akım veya kısa devreye sebep olan arıza giderildikten sonra mandal yukarı pozisyona kaldırılarak sigorta tekrar kurulur.

Otomatik sigorta, aşırı akımı iç yapısında bulunan bimetal ve manyetik bobin sayesinde algılar. Bimetal aşırı akımda ısınarak belli bir gecikmeyle kıvrılıp yaylı mekanizmanın tırnaktan kurtulup kontağı açmasıyla devre akımını keser. Manyetik bobin ise belli bir değerin üzerindeki aşırı akımı algılar ve yaylı mekanizmayla hemen kontakların açılmasını sağlar. Kontakların açılma hızı bimetal ve manyetik bobinle ayarlanmıştır. Kontaklar açılıp kapanırken çıkan ark (kıvılcım), ark seperatörü içerisinde söndürülür (Görsel 4.7).



Görsel 4.7: Otomatik sigorta ve otomatik sigortanın yapısı

Otomatik sigortaların üretildiği ve piyasada bulunan akım değerleri; **1, 1.6, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125 amper** şeklindedir. Otomatik sigortalar B tipi, C tipi ve D tipi olmak üzere üçe ayrılır. B tipi sigortalar gecikmesiz devreyi açar ve konutlardaki tesisatlarda kullanılır. C ve D tipi sigortalar ise gecikmeli devreyi açar ve sanayideki motor devrelerinde kullanılır. Motor kumanda devrelerinde C tipi sigortalar kullanılır (Görsel 4.8).



Görsel 4.8: B tipi ve C tipi otomatik sigorta

Otomatik sigortalar 1 fazlı ve üç fazlı olarak üretilir. Sigorta devreyi açtığında nötr hattının da kesilmesi isteniyorsa nötr kesmeli sigortalar kullanılır (Görsel 4.9).



Görsel 4.9: 1 fazlı ve 3 fazlı otomatik sigortalar

4.1.3.2. Buşonlu Sigorta

Kısa devre ve aşırı akımda buşon içindeki telin eriyerek devre akımını kesmesiyle koruma yapan sigortadır. Otomatik sigortaların ortaya çıkmasıyla günümüzde fazla kullanılmayan porselen gövdeli bir sigorta çeşididir. Yapısını oluşturan parçalar; buşon, buşon kapağı ve buşon gövdesidir (Görsel 4.10). Kısa devre veya aşırı akımda buşon içindeki ince tel eriyip koparak devreyi açar. Buşon tek kullanımlık olup yenisiyle değiştirilmelidir. Piyasada buşon uçları ince bir telle sarılıp kullanılsa da bu durum tehlikelidir.



Görsel 4.10: Buşonlu sigorta ve buşonlu sigortanın parçaları

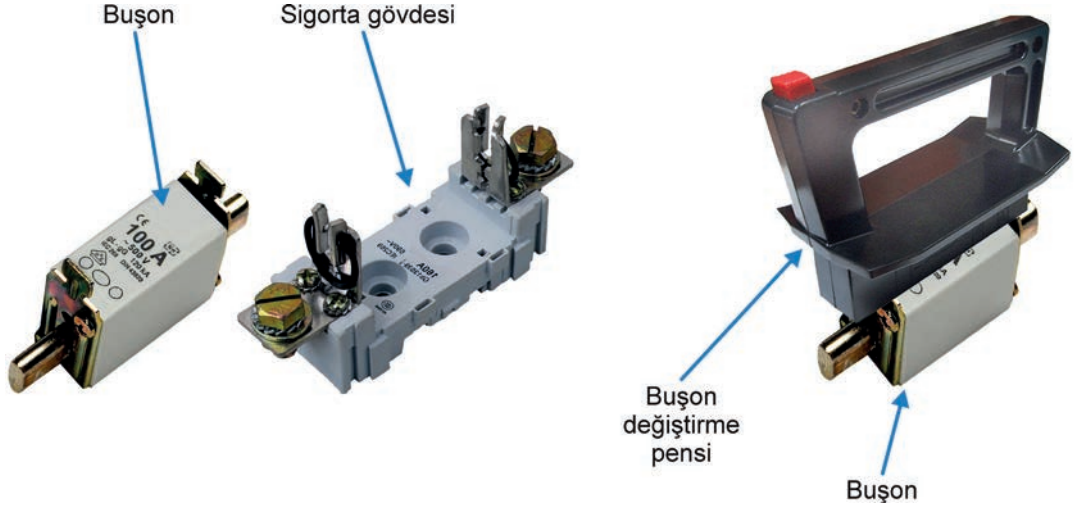
4.1.3.3. NH Bıçaklı Sigorta

NH bıçaklı sigorta, porselen gövdesi içindeki eriyen telle devre akımını keserek koruma yapan yüksek güç sigortasıdır. Aşırı yük akımlı motor, trafo ve genel amaçlı devrelerin korumasında kullanılır. İsmindeki NH harfleri Almanca **Niederspannungs Hochleistungssicherung** (alçak gerilim yüksek performanslı sigorta) kelimelerinin baş harfleridir. Buşon uçlarının bıçağa benzemesinden dolayı bu ismi almıştır.

NH bıçaklı sigortalar AC ve DC devrelerde 500 volt, 690 volt ve 900 volt gerilimlerde; 2 amperden 1250 ampere kadar çeşitli akım değerlerinde koruma yapabilir. Yüklü devrelerde sigortalı yük ayırıcılarında da kullanılır. Dış yapısı porselenden yapıldığı için sıcaklık gibi dış etkenlere dayanıklıdır.

NH bıçaklı sigortalar buşon ve buşon gövdesi olmak üzere iki parçadan oluşur. Kısa devre ve aşırı akımda porselen buşon içerisindeki tel eriyip koparak devre akımını keser. Telin kopması sırasında çıkan kıvılcım, buşon içindeki kuvars kumu sayesinde söner. NH sigortanın attığı yan kısmında bulunan renkli pulun dışarı çıkmasıyla anlaşılır. Buşon tek kullanımlık olup devreyi açınca yenisiyle değiştirilir. Buşon değiştirme işlemi “buşon değiştirme pensi” ile yapılır.

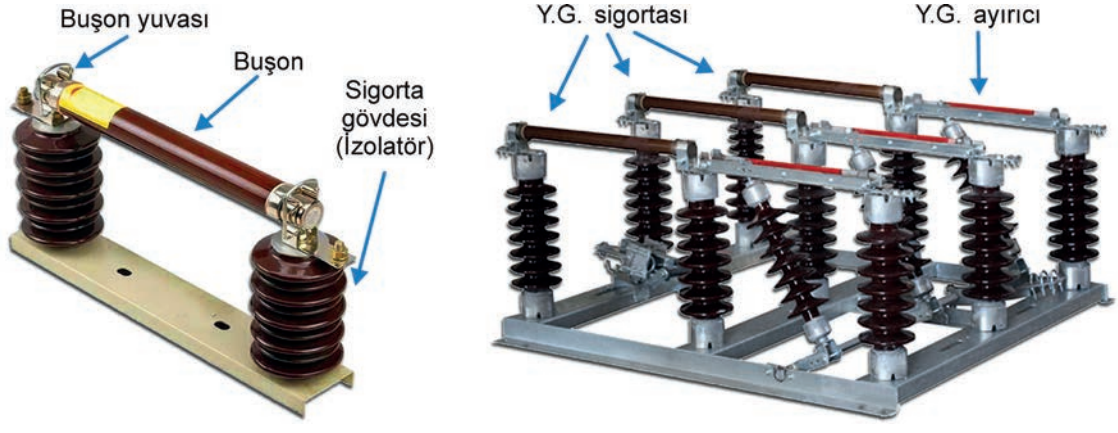
Pens buşon üzerindeki tırnaklara oturtulup sertçe çekildiğinde buşon yerinden çıkarılır. Pens üzerindeki serbest bırakma düğmesine basıldığında buşon pensten ayrılır. Yeni buşon aynı şekilde yerine takılıp gövdedeki kıskaçlara oturtulur. Buton değiştirme pensi enerjili noktalara temas etme tehlikesini ortadan kaldırır (Görsel 4.11).



Görsel 4.11: NH bıçaklı sigorta ve buşonun değiştirilmesi

4.1.3.4. Yüksek Gerilim Sigortası

Yüksek gerilim sigortası 1000 Volt'un üzerindeki gerilimlerde kullanılan eriyen telli bir sigortadır. Yapısı buşon ve buşonun yerleştiği sigorta gövdesinden (izolatör) oluşmuştur. Buşon ve sigorta gövdesi porselenden yapılmıştır. Buşonu uzun silindirik yapıdadır. İçinde aşırı akım ve kısa devrede eriyip kopan teli vardır. Buşon ucunda sigortanın attığını gösteren optik gösterge veya çarpma pim bulunur. Sigorta tek kullanımlık olup devreyi açtığında yenisiyle değiştirilir. Yüksek gerilim sigortaları iletim ve dağıtım hatlarının başlarında ve güç trafolarının giriş ve çıkışlarında ayırıcılarla beraber kullanılır (Görsel 4.12).



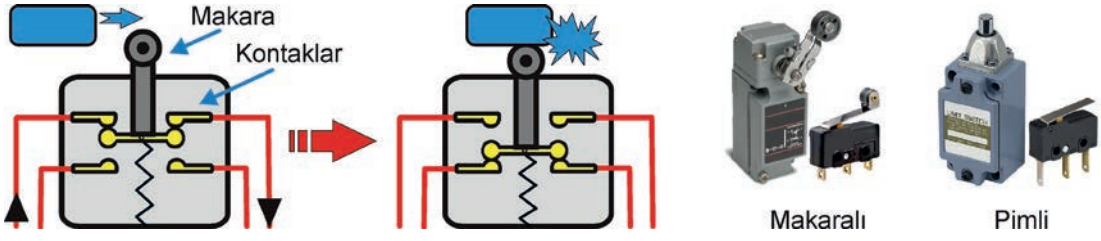
Görsel 4.12: Yüksek gerilim sigortası ve yüksek gerilim sigortasının ayırıcıda kullanılması

4.1.4. Sınır Anahtarı (Limit Switch)

Motor kumanda devrelerinde hareketli parçaların kumandasında kullanılan anahtarlara **sınır anahtarı** denir. Bu anahtarlar asansör, vinç, konveyör ve benzeri hareketli sistemlerde kullanılır. Sınır anahtarları mekanik veya manyetik sistemle çalışır.

4.1.4.1. Mekanik Sınır Anahtarı

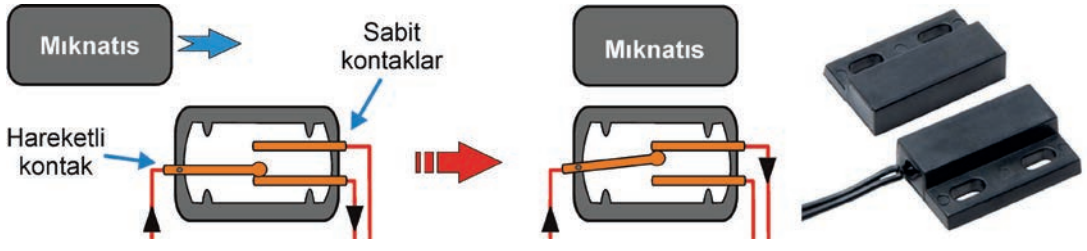
Mekanik sınır anahtarı içinde açık ve kapalı kontak bulunur. Dış kısmında ise hareketli parçanın çarpmasıyla kontakların konumunu değiştiren makara veya pim bulunur. Elektrik motorunun hareket ettirdiği parça belli bir konuma ulaştığında sınır anahtarına çarpar ve kontakların konumu değişir. Konumu değişen kontaklar motorun ve hareketli parçanın durmasını sağlar veya başka bir motoru çalıştırır (Görsel 4.13).



Görsel 4.13: Mekanik sınır anahtarının çalışması ve mekanik sınır anahtarı çeşitleri

4.1.4.2. Manyetik Sınır Anahtarı

Manyetik sınır anahtarlarında makara veya pim yerine sabit mıknatıs kullanılır. Sabit mıknatıs hareketli parça üzerine monte edilir. Kontaklar ise sınır anahtarındaki cam bir tüp içerisindedir. Hareketli parça ve mıknatıs sınır anahtarına yaklaştığında mıknatıs cam tüp içindeki kontakları kendine çeker ve kontaklar konum değiştirir. Kontağın konumu değişince motor ve hareketli parça durur (Görsel 4.14).



Görsel 4.14: Manyetik sınır anahtarının çalışması ve manyetik sınır anahtarı

4.1.5. Kumanda Devrelerinde Kullanılan Kablolar

Panolardaki kumanda devrelerinde kontaktör ve röle bobinleri çok az akım çektikleri için 0,75-1 veya 1,5 mm^2 kesitinde kablolar kullanılır. Güç devresinde ise motorun çektiği akıma göre kablo kesiti belirlenir. Kumanda panolarında esnek (NYAF) çok telli ve dışı PVC izoleli olan kablolar kullanılır (Görsel 4.15).



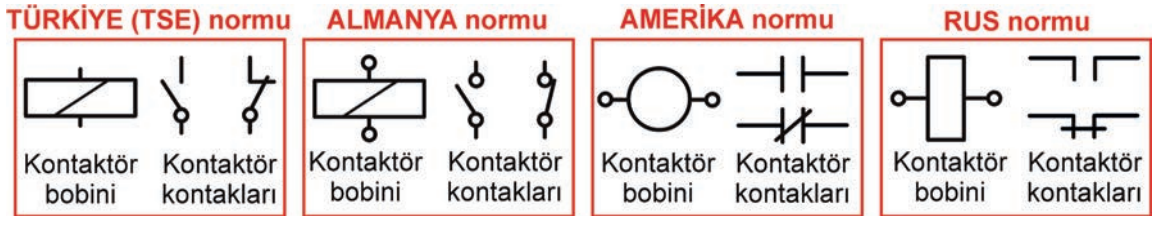
Görsel 4.15: Kumanda devrelerinde kullanılan kablolar

4.2. KUMANDA VE GÜÇ DEVRESİ SEMBOLLERİNİN ÇİZİMİ

Asenkron motor kumanda devreleri çizilirken kullanılan devre elemanları semboller şeklinde gösterilir. Kumanda devreleri ve semboller çizilirken belli bir standarda uymak gerekir.

4.2.1. Kumanda ve Güç Devrelerinde Kullanılan Sembol Normları

Dünyada kurulmuş yüzlerce uluslararası standart kuruluşları vardır. Bunların içinde **Avrupa tabanlı İEC (International Electrotechnical Commission)** ve Amerika tabanlı **ANSI (American National Standards Institute)** adlı kuruluşlar öne en çok çıkanlardır. Türkiye'de standartları belirleyen **TSE (Türk Standartları Enstitüsü)** uluslararası kuruluşlardan **İEC** üyesidir. TSE kumanda devre sembollerinin standartlarını belirlerken **İEC** normlarını göz önüne alarak oluşturmuştur. Diğer ülkeler de sembol standartlarını bu şekilde belirlemiştir (Görsel 4.16).



Görsel 4.16: Ülkelerin farklı norm sembollerine örnekler

4.2.2. TSE Normuna Göre Kumanda ve Güç Devresi Sembollerinin Çizimi

Kumanda ve güç sembolleri elle çizilebildiği gibi bilgisayar çizim programlarıyla da çizilebilir. Semboller çizilirken bazı teknik kurallara uyulmalıdır.

- Bütün sembollerde çizgi kalınlığı aynı olmalıdır (Görsel 4.17).



Görsel 4.17: Sembollerdeki çizgi kalınlıkları

- Sembollerde kullanılan bağlantı uçları eşit büyüklükte çizilmelidir (Görsel 4.18).



Görsel 4.18: Bağlantı uçlarının çizimi

- Buton ve kontak sembollerinde bağlantı uçları arasındaki mesafeler eşit çizilmelidir (Görsel 4.19).



Görsel 4.19: Buton ve kontakların bağlantı uçları arasındaki mesafe

- Bir kumanda devresinde iki farklı normda sembol kullanılmaz.

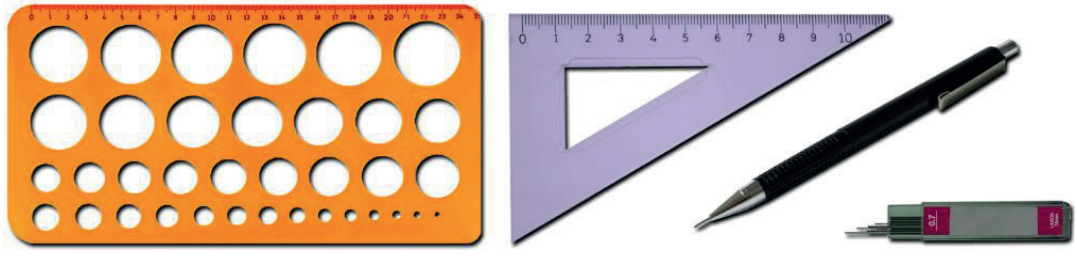
- Çizilen bütün kumanda ve güç devresi sembolleri TSE normuna uygun olmalıdır (Tablo 4.1).

Tablo 4.1: TSE Normuna Göre Kumanda ve Güç Sembolleri

TSE NORMUNA GÖRE KUMANDA VE GÜÇ SEMBOLLERİ			
KUMANDA DEVRE ELEMANI	**SEMBOLÜ**	**KUMANDA DEVRE ELEMANI**	**SEMBOLÜ**
Üç fazlı gerilim bağlantı uçları	L_1 L_2 L_3	Kontaktörün normalde açık güç kontakları	
Nötr bağlantı ucu	N	Iki konumlu röle kontağı	
Topraklama bağlantı ucu	P_e	Düz zaman rölesi	
Eriyen telli sigorta		Ters zaman rölesi	
Bir fazlı anahtarlı otomatik sigorta		Gecikmeli kapanan zaman rölesi kontağı	
Üç fazlı anahtarlı otomatik sigorta		Gecikmeli açılan zaman rölesi kontağı	
Aşırı akım rölesi (termik) kontağı		Sınır anahtarının normalde açık kontağı	
Stop (durdurma) butonu		Sınır anahtarının normalde kapalı kontağı	
Start (başlatma) butonu		Üç fazlı ve bir fazlı aşırı akım rölesi (termik)	
Jog (iki yollu) buton		Pano sinyal lambası	
Kalıcı tip buton		Üç fazlı ve bir fazlı asenkron motor	M 3~ M 1~
Kontaktör veya röle bobini		Bobin, sargı	
Kontaktörün normalde açık kontağı		Transformatör	
Kontaktörün normalde kapalı kontağı		Kondansatör	C

1. Uygulama	ASENKRON MOTOR KUMANDA VE GÜÇ SEMBOLLERİNİN ÇİZİLMESİ

AMAÇ: Asenkron motor kumanda ve güç sembollerini TSE normuna göre çizmek.



Görsel 4.20: Sembol çiziminde kullanılan teknik çizim malzemeleri

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
A4 resim kâğıdı veya defter	-	1 adet
Kurşun kalem	0,5 veya 0,7 kalem ucu	1 adet
Daire şablonu	-	1 adet
Gönye veya cetvel	-	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Teknik resim çizim malzemelerini hazırlayınız.
2. Tablo 4.1'deki tablo çerçevesini çiziniz.
3. Tablo 4.1'deki kumanda ve güç devre sembollerini kurallara uygun bir şekilde çiziniz.
4. Çizim işlemi bittikten sonra çizim kâğıdını veya defterinizi öğretmeninize kontrol ettiriniz.
5. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Sembollerin çiziminde çizgi kalınlıkları nasıl olmalıdır? Açıklayınız.
2. Buton ve kontak sembolleri çizilirken dikkat edilmesi gereken hususlar nelerdir? Açıklayınız.

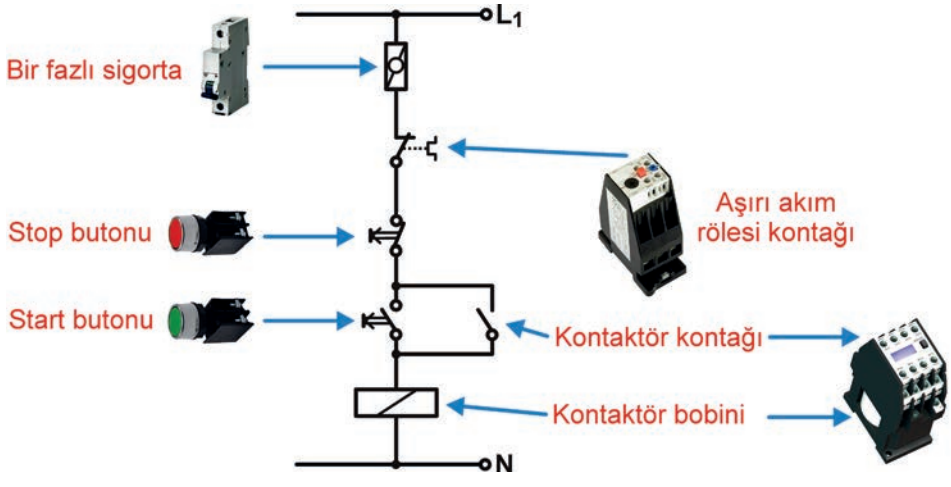
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Sembollerin çizilmesi	25	
Sınıfı:	**2.** Çizim kurallarına uyma	25	
Numarası:	**3.** Tertip düzen	25	
ÖĞRETMEN	**4.** Sembol bilgisi	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

4.3. KUMANDA VE GÜÇ DEVRELERİNİN ÇİZİMİ

Endüstride makine tezgâhlarının hareket kaynağı asenkron motorlardır. Asenkron motorları istenilen ihtiyaca göre ve değişik şekillerde çalıştırıp durdurmak için kumanda teknikleri geliştirilmiştir. Motorları değişik şekillerde kumanda etmek için önce kumanda **devre şeması** ve **güç devresi şeması** çizilir. Kumanda panosu montajı bu devrelere göre yapılır.

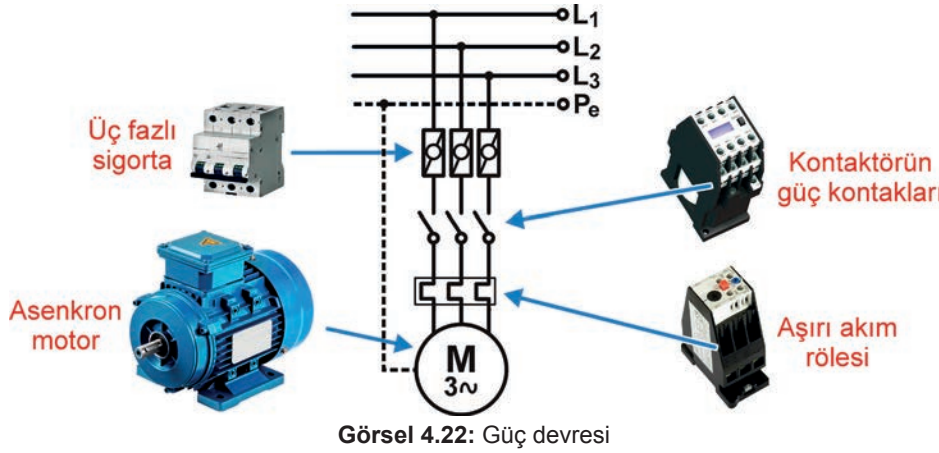
4.3.1. Kumanda ve Güç Devresinin Özellikleri

Kumanda Devresi: Asenkron motorun istenilen çalışma şeklini belirleyen bir fazlı devredir. Kumanda devresi yukarıdan aşağıya doğru bir fazlı sigorta, aşırı akım rölesi kontağı, butonlar, kontaktör ve zaman rölesi olacak şekilde çizilir. Kumanda devresinde start butonuna basıldığında kontaktör bobini enerjilenir ve kontaktör kontakları konum değiştirir. Stop butonuna basıldığında kontaktör bobininin enerjisi kesilir ve kontaktör kontakları eski konumuna döner (Görsel 4.21).



Görsel 4.21: Kumanda devresi

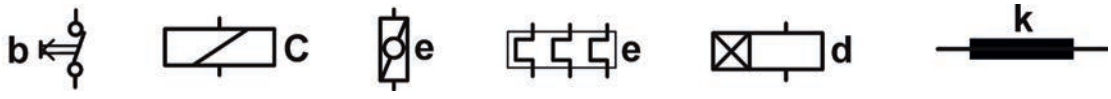
Güç Devresi: Asenkron motorun üç fazlı sisteme bağlanıp çalıştırıldığı devredir. Güç devresi yukarıdan aşağıya doğru sırasıyla üç fazlı sigorta, kontaktörün güç kontakları, koruma rölesi ve motor olacak şeklide çizilir. Güç devresini kumanda devresi çalıştırır. Kumanda devresindeki kontaktör bobini enerjilenince kontaktörün güç kontakları konum değiştirip üç fazlı gerilimi motora verir ve motor çalışır. Kumanda devresindeki stop butonu enerjiyi kestiğinde kontaklar eski konumuna döner ve motor durur (Görsel 4.22).



Görsel 4.22: Güç devresi

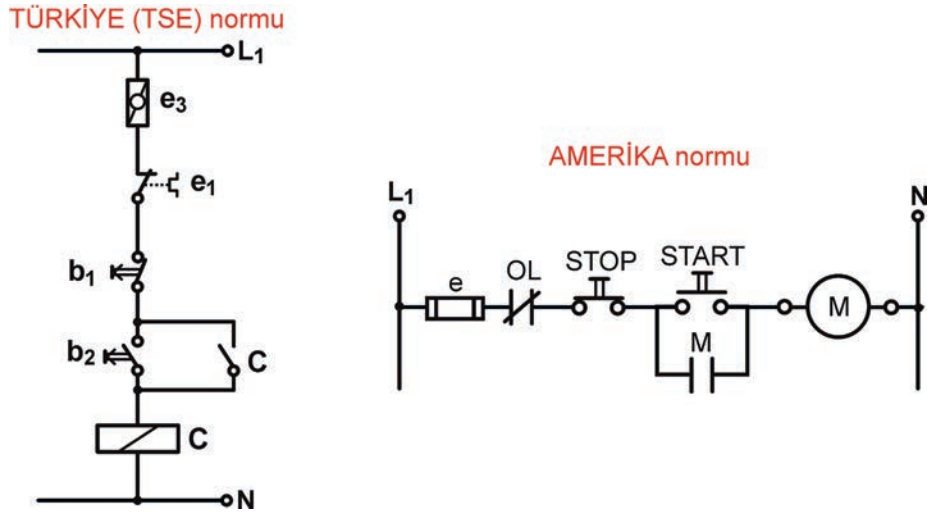
4.3.2. Kumanda ve Güç Devresinin Çizim Yöntemleri

Devre şemaları çizilirken kumanda elemanlarını temsil eden sembollerin tanınması ve şemanın anlaşılabilmesi için harflerle isimlendirme yapılır (Görsel 4.23).



Görsel 4.23: Devre elemanlarının harflerle isimlendirilmesi

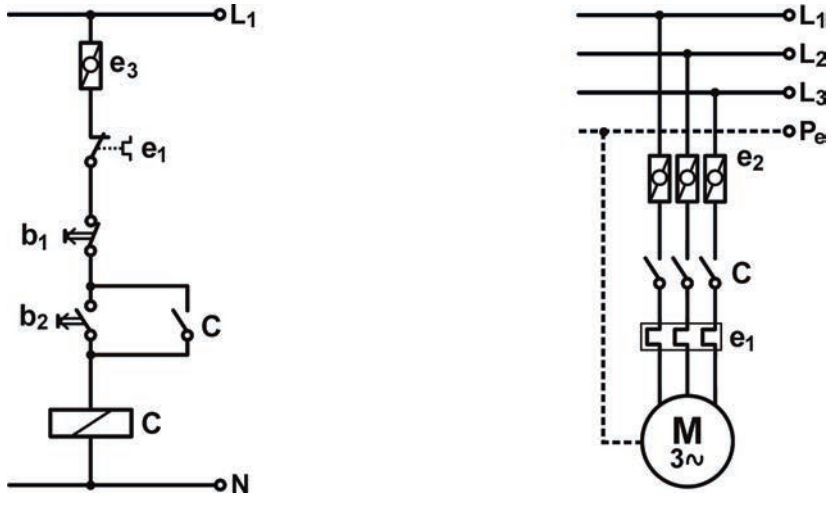
- Butonlar (**b**) harfiyle gösterilir. Devrede birden fazla buton varsa ($\mathbf{b_1}$, $\mathbf{b_2}$, $\mathbf{b_3}$, …) şeklinde gösterilir.
- Kontaktörler (**C**) harfiyle gösterilir. Devrede birden fazla kontaktör varsa ($\mathbf{C_1}$, $\mathbf{C_2}$, $\mathbf{C_3}$, …) şeklinde gösterilir.
- Sigorta, sınır anahtarı ve koruma elemanları (**e**) harfiyle gösterilir. Devrede birden fazla varsa ($\mathbf{e_1}$, $\mathbf{e_2}$, $\mathbf{e_3}$, …) şeklinde gösterilir.
- Zaman rölesi (**d**) harfiyle gösterilir. Devrede birden fazla zaman rölesi varsa ($\mathbf{d_1}$, $\mathbf{d_2}$, $\mathbf{d_3}$, …) şeklinde gösterilir.
- Bobinler (**k**) harfiyle gösterilir. Devrede birden fazla zaman rölesi varsa ($\mathbf{k_1}$, $\mathbf{k_2}$, $\mathbf{k_3}$, …) şeklinde gösterilir.
- Kumanda ve güç şemaları Almanya ve Türkiye gibi ülke standartlarında yukarıdan aşağıya doğru çizilirken Amerika ve bazı ülke standartlarında soldan sağa doğru çizilmektedir. TSE standardına göre kumanda devre şemalarının çizim yönü yukarıdan aşağıya doğrudur (Görsel 4.24).
- Şemada çizim sıralaması sigorta, aşırı akım rölesi kontağı, stop butonu, start butonu, kontaktör ve diğer röleler şeklinde olmalıdır.
- Devre şemasındaki iletken ek yerleri işaretlenmeli, çizgi kalınlıkları eşit olmalıdır.
- Devrede bir sembol birden fazla kullanılıyorsa bütün semboller eşit büyüklükte çizilmelidir.
- Devre iletken çizgileri yatay ve dikey doğrultuda olmalıdır.



Görsel 4.24: Yukarıdan aşağıya ve soldan sağa doğru kumanda devresi çizimi

2. Uygulama	ASENKRON MOTOR KUMANDA VE GÜÇ DEVRESİNİN ÇİZİLMESİ

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motorun sürekli çalıştırılmasına ait kumanda ve güç devresini TSE normuna göre çizmek.



Görsel 4.25: Üç fazlı asenkron motorun sürekli çalıştırmasına ait kumanda ve güç şeması

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
A4 resim kâğıdı veya defter	-	1 adet
Kurşun kalem	0,5 veya 0,7 kalem ucu	1 adet
Daire şablonu	-	1 adet
Gönye veya cetvel	-	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Teknik resim çizim malzemelerini hazırlayınız.
2. Görsel 4.25'teki kumanda ve güç şemasını kurallara uygun bir şekilde defterinize çiziniz.
3. Çizim işlemi bittikten sonra çizim kâğıdını veya defterinizi öğretmeninize kontrol ettiriniz.
4. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Kumanda devresinde yukarıdan aşağıyı sembol çizim sıralaması nasıl olmalıdır? Açıklayınız.
2. Devre şemasında sembol büyüklükleri nasıl olmalıdır? Açıklayınız.

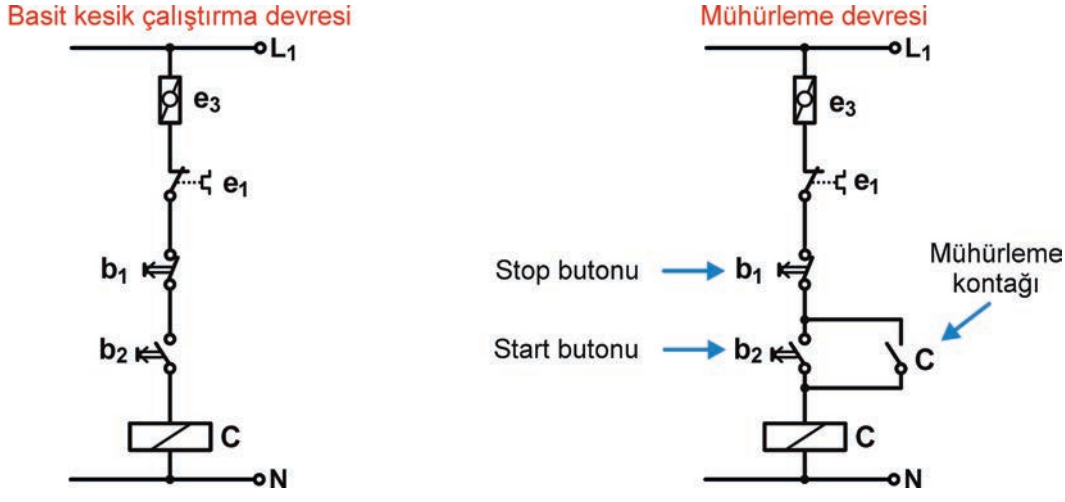
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Kumanda devresinin çizilmesi	25	
Sınıfı:	**2.** Güç devresinin çizilmesi	25	
Numarası:	**3.** Çizim kurallarına uyma	25	
ÖĞRETMEN	**4.** Tertip düzen	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

4.4. KUMANDA VE GÜÇ DEVRE UYGULAMALARI

Kumanda devreleri işletmenin ihtiyacına göre tasarlanır. Ancak tasarım yapabilmek için temel kumanda devrelerini bilmek gerekir.

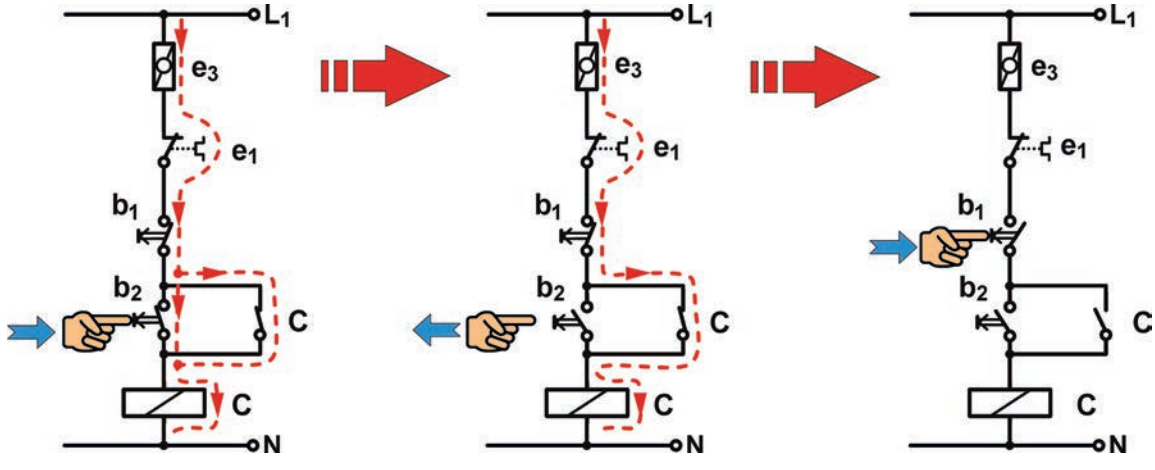
4.4.1. Start Butonuyla Sürekli Çalıştırma (Mühürleme) Kumanda Devresi

Start butonuna basıldığında kontağından akım geçirir ve devre çalışır. Ancak buton bırakıldığında yay buton kontaklarını geri açar ve çalışan devre durur. Bu şekilde çalışmaya **basit kesik çalıştırma** denir. Start butonu bırakılınca devrenin sürekli çalışmaya devam etmesini sağlamak için **mühürleme devresi** yapılır (Görsel 4.26).



Görsel 4.26: Basit kesik çalıştırma ve mühürleme devresi

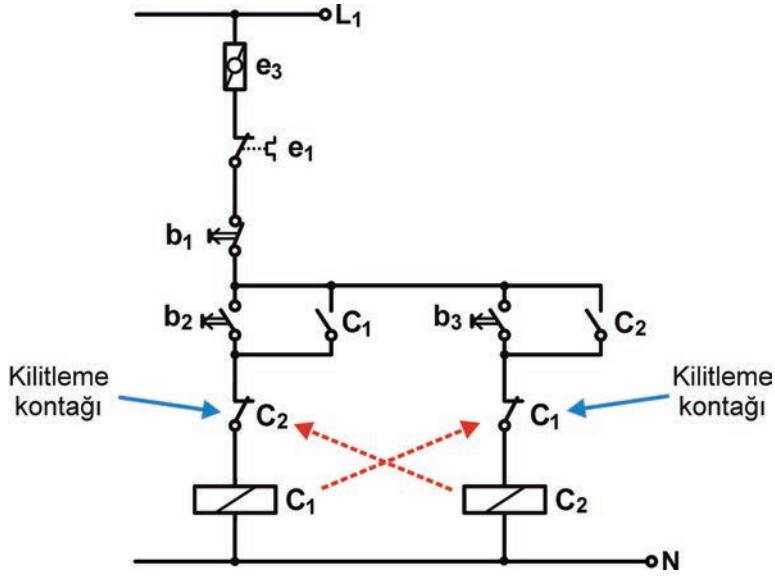
Mühürleme devresinde start butonuna basıldığında faz ucundan gelen akım, kontaktör bobininden geçerek nötrden devresini tamamlar. Kontaktör enerjilenip kendisine ait açık C kontağını kapatır. C kontağı kapanınca kontaktör bobinini besleyen akım iki kola ayrılır. Start butonundan elimizi çektiğimizde butondan geçen akım kesilir. Ancak C mühürleme kontağı kapalı ve akım geçirdiği için kontaktör bobini sürekli çalışır. Böylece start butonu uçları mühürlenmiş olur. Stop butonuna basıldığında kontaktör bobininin enerjisi kesilir ve C mühürleme kontağı açılarak eski haline döner (Görsel 4.27).



Görsel 4.27: Mühürleme devresinin çalıştırılması ve durdurulması

4.4.2. Kontak Kilitlemeli Kumanda Devresi

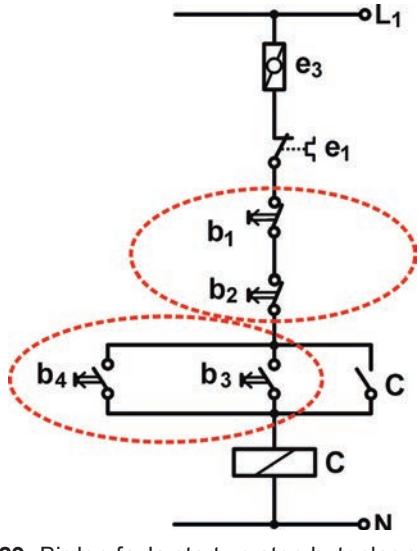
Kumanda devresinde bir kontaktör çalıştığı sürece diğer kontaktörün çalışması istenmiyorsa **kontak kilitleme** işlemi yapılır. Kilitleme yapmak için çalışması istenmeyen kontaktörün önüne diğer kontaktörün kapalı kontağı seri olarak bağlanır. Kontaktör çalıştığı sürece kapalı kontağını açık tutar ve diğer kontaktörün çalışması imkânsız hale gelir. Şekilde C_1 kontaktörü çalışırken b_3 start butonuna basılsa dahi C_2 kontaktörü enerjilenmez. Çünkü C_1 çalışırken kendine ait C_1 kapalı kontağını sürekli açık tutup kilitleme yapar (Görsel 4.28).



Görsel 4.28: Kontaklı kilitleme devresi ı

4.4.3. Birden Fazla Start ve Stop Butonu Kullanılan Kumanda Devresi

İşletmelerde bir motor, birçok noktadan çalıştırılıp durdurulmak istendiğinde start ve stop butonlarının sayısı çoğalır. Kumanda devresinde birden fazla start butonu kullanılacaksa bütün start butonları paralel bağlanır. Birden fazla stop butonu kullanılacaksa bütün stop butonları seri bağlanır (Görsel 4.29).



Görsel 4.29: Birden fazla start ve stop butonlarının bağlantısı

4.4.4. Kumanda ve Güç Devresi Panosunda Eleman ve Kablo Seçimi

Güç devresinde kullanılacak sigortalar, kontaktörler ve koruma röleleri motorun çektiği yük akımına uygun olmalıdır. Sigorta ve koruma elemanlarının akım değeri, motorun çektiği akımdan daha düşük seçilirse akımı keserek devrenin çalışmasına izin vermeyecektir. Eğer sigorta ve koruma elemanlarının akımları, motorun çektiği akımdan çok fazla büyük seçilirse bu sefer de arıza durumunda akımı kesmeyecek ve devre zarar görecektir. Seçilen bütün devre elemanlarının akım değerleri, motorun çektiği yük akımının bir üst standart değerinde olmalıdır.

Kumanda devresindeki kontaktör ve zaman rölesi bobinleri çok az akım çeker. Bu yüzden devre sigortası düşük akımlı olmalı ve kullanılacak kablo kesiti 0,75 mm^2 ile 1,5 mm^2 arasında seçilmelidir.

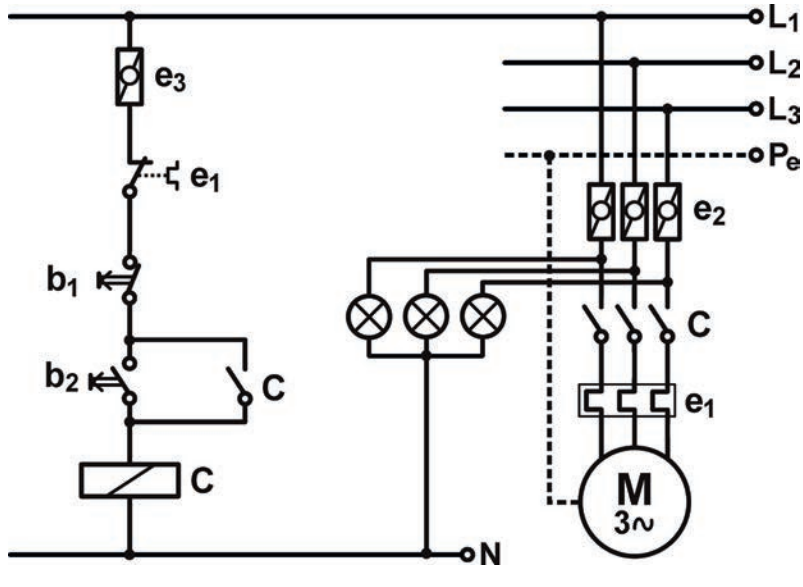
4.4.5. Kumanda ve Güç Devresinin Panoya Montajı

Çizilen devre şemasına göre pano tasarlanırken devre elemanlarının boyutları ve sayısı pano ölçülerini belirler. Önce pano yerleşim krokisi çizilir. Elemanların yerleşim düzeni dikkate alınarak uygun ölçülerde bir pano seçilir veya yenisi yaptırılır. Elemanların üzerine monte edileceği raylar ve kablo kanalları pano içine yerleştirilir. Sigortalar, kontaktör ve aşırı akım rölesi raylar üzerine monte edilir. Nötr uçlarının toplanacağı nötr barası ve toprak uçlarının toplanacağı toprak barası panoya monte edilir. Pano kapağına ise sinyal lambaları, paket şalter ve butonlar monte edilir.

Devre şemasındaki her bir çizgi kabloları temsil eder. Çizgilerin sembollere temas yeri kabloların elemanlara bağlantısıdır. Pano içi yerleşim şeması çizildikten sonra kablo bağlantısı yapılır. Kablo montajı yapılırken TSE/İEC kablo renk standartlarına göre L1 fazı kahverengi, L2 fazı siyah, L3 fazı gri, nötr mavi ve toprak sarı-yeşil olmalıdır. Pano uygulamasında önce güç devresi, daha sonra üstüne kumanda devresi monte edilir. Kumanda devresinin üstte olması daha sonra kumanda devresinde değişiklik yapma işlemini kolaylaştırır.

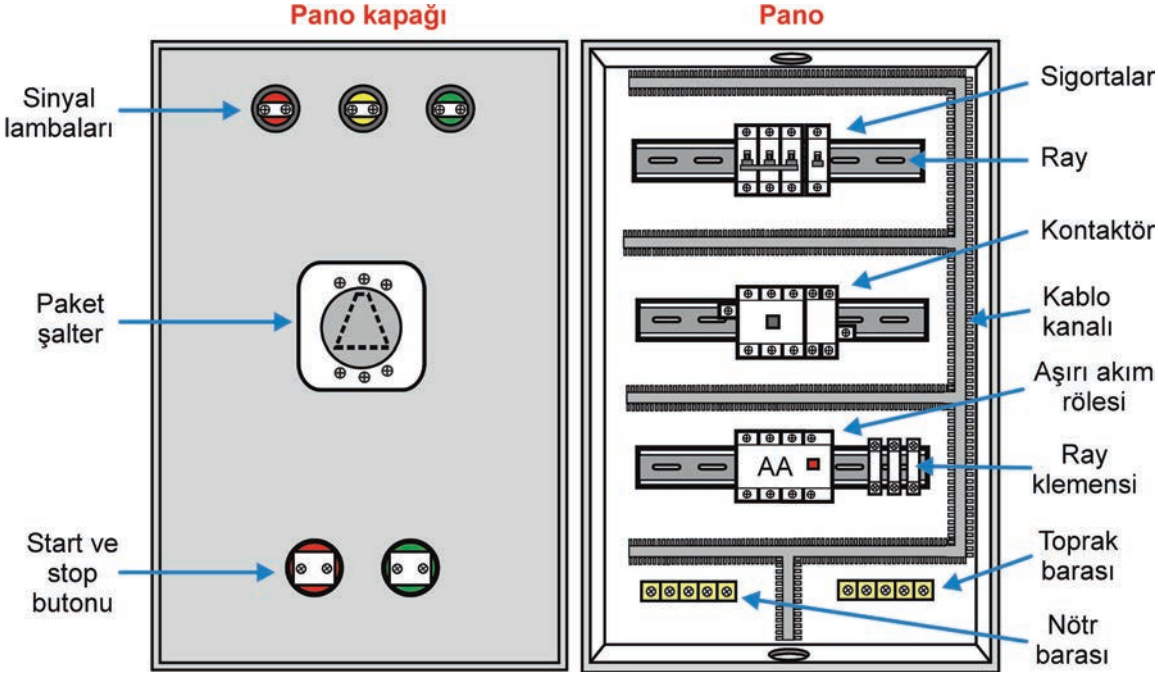
Üç fazlı bir asenkron motorun start butonuyla çalıştırılıp stop butonuyla durdurulmasına ait kumanda ve güç devresinin panoya montajı aşağıdaki gibi yapılır. Devre girişine paket şalter eklenecektir.

- Kumanda ve güç devresi çizilir (Görsel 4.30).



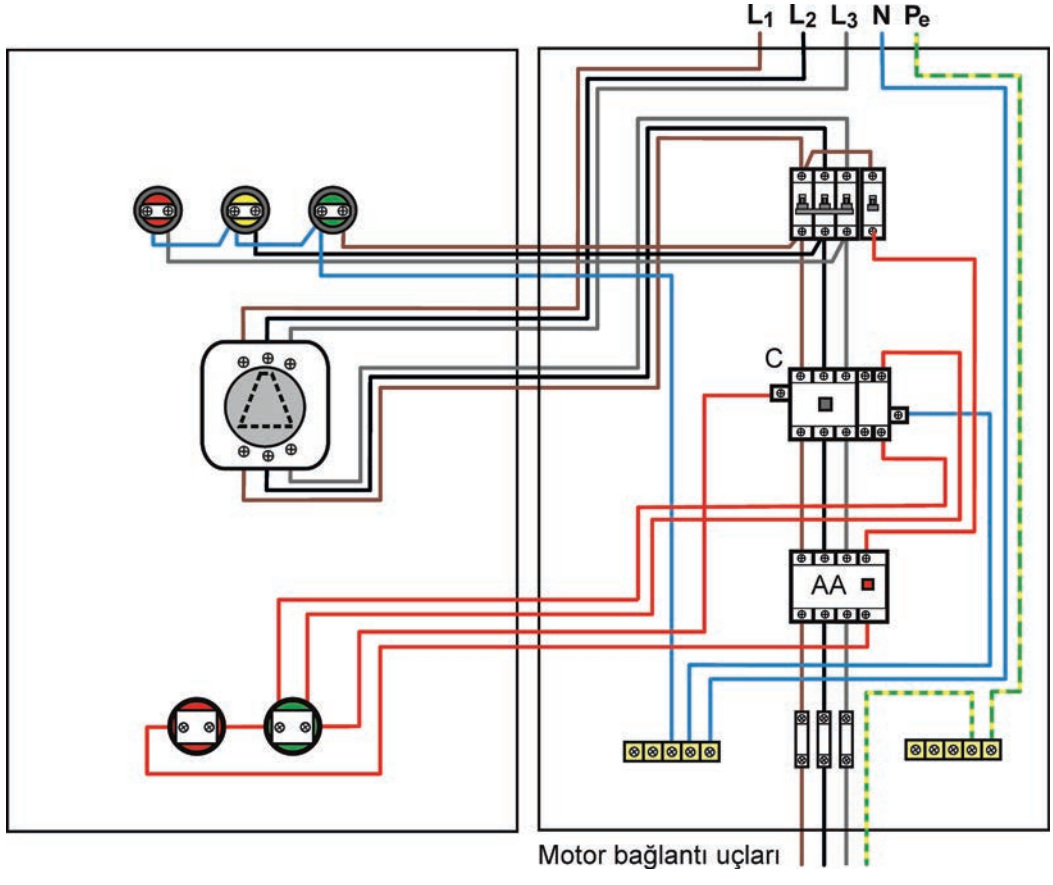
Görsel 4.30: Kumanda ve güç devresi şeması

- Çizilen devreye göre yerleşim krokisi çizilir ve elemanlar panoya monte edilir (Görsel 4.31)



Görsel 4.31: Elemanların pano içi yerleşimi

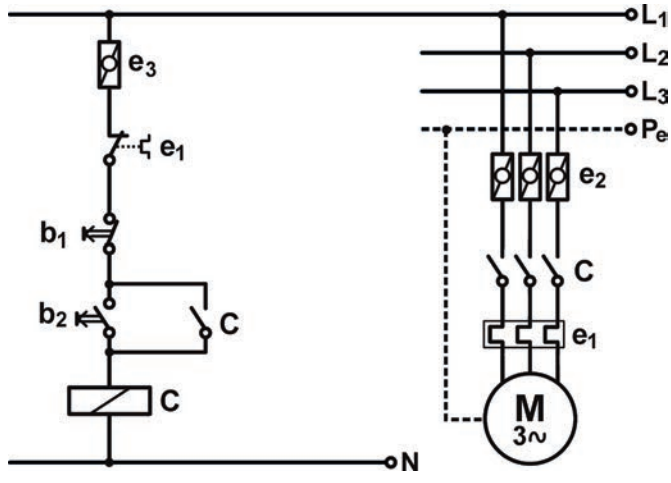
- Pano içi yerleşim şeması çizilir ve kablo bağlantıları yapılır (Görsel 4.32).



Görsel 4.32: Pano içi yerleşim şeması ve kablo bağlantıları

4.4.6. Üç Fazlı Asenkron Motorun Sürekli Çalıştırılması

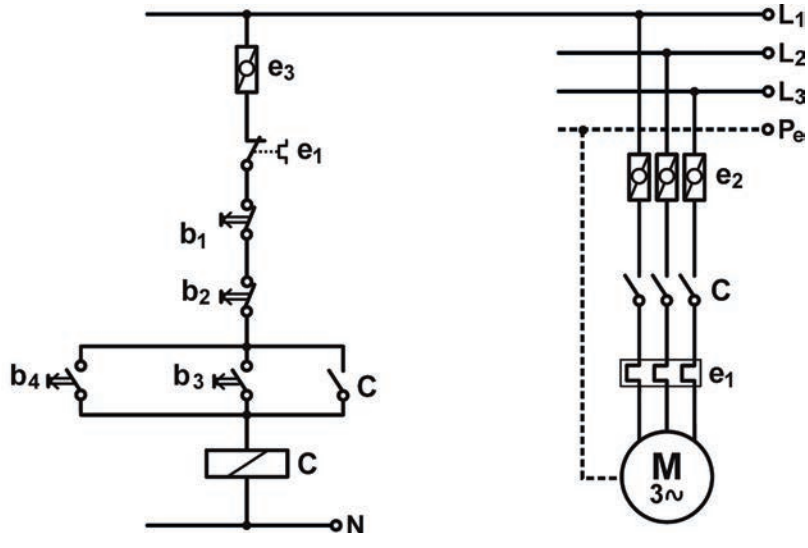
Kumanda devresinde start butonuna basıldığında faz ucundan gelen akım bir fazlı sigortadan, aşırı akım rölesi kontağından, stop ve start butonundan ve C kontaktör bobininden geçerek nötrden devresini tamamlar. C kontaktörü enerjilenip kumanda devresinde kendine ait C kontağını kapatıp start butonunu mühürler. Aynı anda güç devresinde kendisine ait C güç kontaklarını kapatıp üç fazlı gerilimi motora uygular ve motor çalışır. Butondan elimizi çektiğimizde start butonu mühürlendiği için kumanda ve güç devresi çalışmaya devam eder. Stop butonuna basıldığında C kontaktör bobinin enerjisi kesilir. C kontaktörü daha önce kapattığı C mühürleme kontağını açarak mühürlemeyi bozar. Güç kontaklarını açıp motoru üç fazlı gerilimden ayırarak motoru durdur (Görsel 4.33).



Görsel 4.33: Üç fazlı asenkron motorun çalıştırılmasına ait kumanda ve güç devresi

4.4.7. Üç Fazlı Asenkron Motorun İki Kumanda Merkezli Çalıştırılması

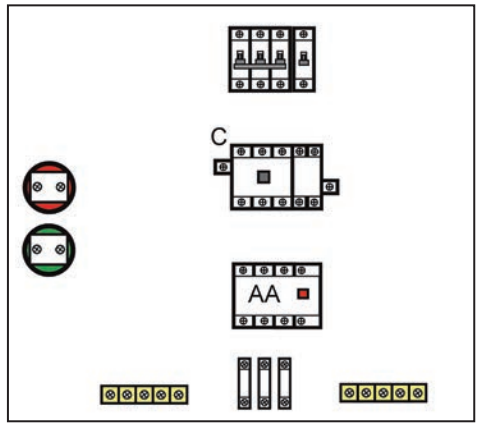
Bir motoru iki ayrı yerden kumanda etmek için kullanılan bir devredir. İkinci start ve stop butonları pano dışında kumanda edilecek yere uzun kablolar kullanarak monte edilir (Görsel 4.34).



Görsel 4.34: Üç fazlı asenkron motorun iki kumanda merkezli çalıştırılmasına ait kumanda ve güç devresi

3. Uygulama	ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORUN SÜREKLİ ÇALIŞMASINA AİT KUMANDA VE GÜÇ DEVRESİNİN PANOYA MONTAJI

AMAÇ: Üç fazlı motorun sürekli çalıştırılmasına ait kumanda ve güç devresini panoya monte ederek motoru çalıştırmak.



Görsel 4.35: Elemanların pano içi yerleşimi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Pano ve pano gereçleri	Sac pano, kanal, ray, ray klemensi ve baralar, 1mm^2 NYAF kablo, yüksük	-
Sigorta	Bir fazlı ve üç fazlı	1 adet
Buton	Start ve stop butonu	1 adet
Kontaktör	Üç fazlı	1 adet
Röleler	Aşırı akım rölesi	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, kablo soyma pensi, tornavida takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Görsel 4.34'teki kumanda ve güç şemasına uygun pano yerleşim şemasını defterinize çiziniz.
2. Yerleşim şemasına göre gereçleri ve elemanları iş güvenliğine dikkat ederek panoya monte ediniz.
3. Kablo uçlarında pabuç ve yüksük kullanarak yerleşim şemasına uygun eleman bağlantılarını yapınız.
4. Pano montajı bitince öğretmen gözetiminde panoyu motora bağlayıp çalıştırınız.
5. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Mühürleme nedir? Neden yapılır? Açıklayınız.
2. Montaj yapılırken kablo uçlarında neden pabuç/yüksük kullanılır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Kumanda devresinin çizilmesi	25	
Sınıfı:	**2.** Güç devresinin çizilmesi	25	
Numarası:	**3.** Çizim kurallarına uyma	25	
ÖĞRETMEN	**4.** Tertip düzen	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

4.4.8. Üç Fazlı Asenkron Motor Devresine Motor Koruma Şalterinin Bağlanması

Motor koruma şalteri (MKŞ) aşırı yük akımında, kısa devrede, faz kesilmesinde üç fazlı gerilimi hızlı bir şekilde keserek motoru koruyan ve elle (manuel) kumanda edilebilen koruma elemanıdır. Günümüzde oldukça yaygınlaşan motor koruma şalteri artık aşırı akım rölesi ve faz kesilme rölesinin yerini almaktadır. Motor koruma şalterleri motorun yük akımına göre seçilmektedir (Görsel 4.36).



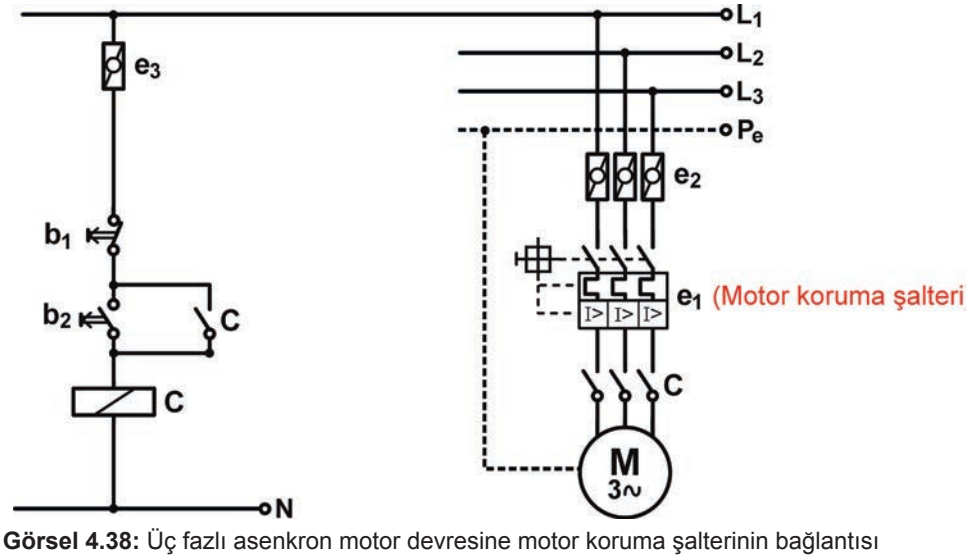
Görsel 4.36: Motor koruma şalterleri

Motor koruma şalterinin üzerinde açma kapama tuşu ve akım ayar vidası bulunur. Üç fazı giriş ve çıkış klemensleri vardır. Bazı motor koruma şalterlerinde kontakların konumu hakkında sinyal bilgisi almak için veya kumanda devresinin enerjisini kesmek için takılıp çıkarılabilen üst yedek kontaklar bulunur (Görsel 4.37).



Görsel 4.37: Motor koruma şalterinin yapısı

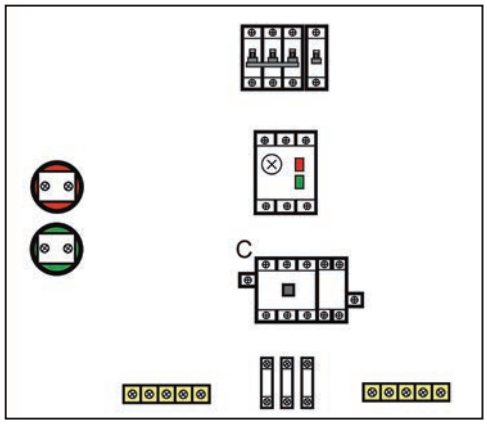
Motor koruma şalteri güç devresindeki üç fazlı hat üzerine bağlanır (Görsel 4.38).



Görsel 4.38: Üç fazlı asenkron motor devresine motor koruma şalterinin bağlantısı

4. Uygulama	ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORUN MOTOR KORUMA ŞALTERİ KULLANARAK ÇALIŞTIRMA DEVRESİNİN PANOYA MONTAJI

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motora motor koruma şalteri bağlama devresini panoya monte ederek motoru çalıştırmak.



Görsel 4.39: Elemanların pano içi yerleşimi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Pano ve pano gereçleri	Sac pano, kanal, ray, ray klemensi ve baralar, 1mm² NYAF kablo, yüksük	-
Sigorta	Bir fazlı ve üç fazlı	1 adet
Buton	Start ve stop butonu	1 adet
Kontaktör	Üç fazlı	1 adet
Motor koruma şalteri	Üç fazlı	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, kablo soyma pensi, tornavida takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Görsel 4.38'deki kumanda ve güç şemasına uygun pano yerleşim şemasını defterinize çiziniz.
2. Yerleşim şemasına göre gereçleri ve elemanları iş güvenliğine dikkat ederek panoya monte ediniz.
3. Kablo uçlarında pabuç ve yüksük kullanarak yerleşim şemasına uygun eleman bağlantılarını yapınız.
4. Pano montajı bitince öğretmen gözetiminde panoyu motora bağlayıp çalıştırınız.
5. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Koruma şalterinin görevi nedir? Açıklayınız.
2. Koruma şalteriyle kumanda devresinin enerjisi de kesilebilir mi? Araştırınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Yerleşim şemasının çizilmesi	25	
Sınıfı:	**2.** Elemanların montaj düzeni	25	
Numarası:	**3.** Kablo bağlantısı	25	
ÖĞRETMEN	**4.** Panonun çalıştırılması	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

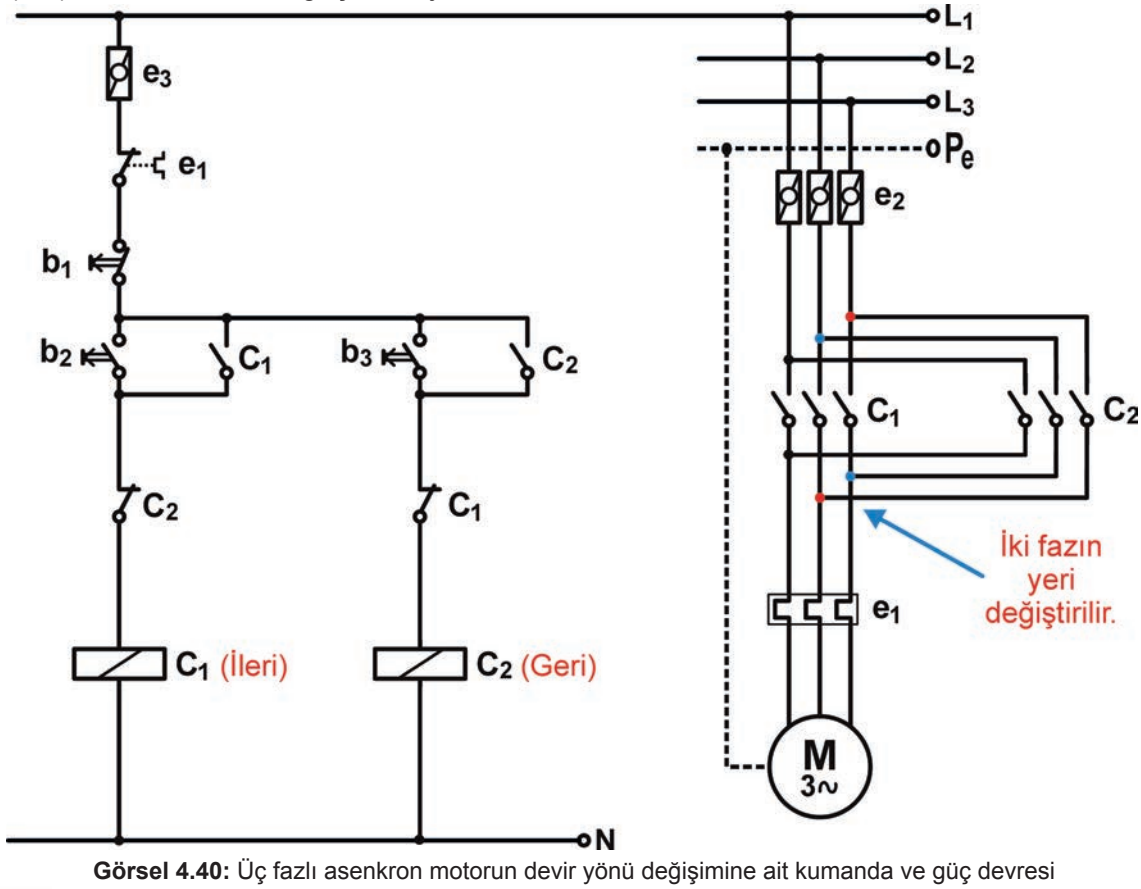
4.4.9. Üç Fazlı Asenkron Motorun Kontak Kilitlemeli Devir Yönünün Değiştirilmesi

Üç fazlı asenkron motorlarda devir yönünü değiştirmek için motor uçlarına giden fazlardan ikisinin yeri değiştirilir. Kumanda ve güç devresinde bu işlemi yapan eleman C_2 kontaktörüdür. C_1 kontaktörü çalışınca motor ileri yönde döner, C_2 kontaktörü çalışınca motor geri yönde döner (Görsel 4.40).

Motoru İleri Yönde Çalıştırma: Kumanda devresinde b_2 start butonuna basıldığında fazdan gelen akım bir fazlı sigortadan, aşırı akım rölesinden, b1 stop butonundan, b_2 start butonundan, C_1 (ileri) kontaktör bobininden ve C_2 kapalı kontağından geçerek nötrden devresini tamamlar. C_1 (ileri) kontaktörü enerjilenir. C_1 (ileri) kontaktörü kendisine ait C_1 açık kontağını kapatarak start butonunu mühürler. C_1 kapalı kontağını açarak C_2 kontaktörünü kilitler. C_1 (ileri) kontaktörü aynı zamanda güç devresindeki C_1 güç kontaklarını kapatarak üç fazlı gerilimi motora uygular ve motor ileri yönde döner. Bu sırada b_3 start butonuna basılsa dahi C_2 (geri) kontaktörü kilitlendiği için enerjilenmez.

b_1 stop butonuna basıldığında C_1 kontaktörünün enerjisi kesilir. C_1 kontaktörünün kendisine ait bütün kontakları eski konumuna döner. Mühürleme ve kilitleme bozulur ve güç devresindeki motora üç fazlı gerilim gelmediği için motor durur.

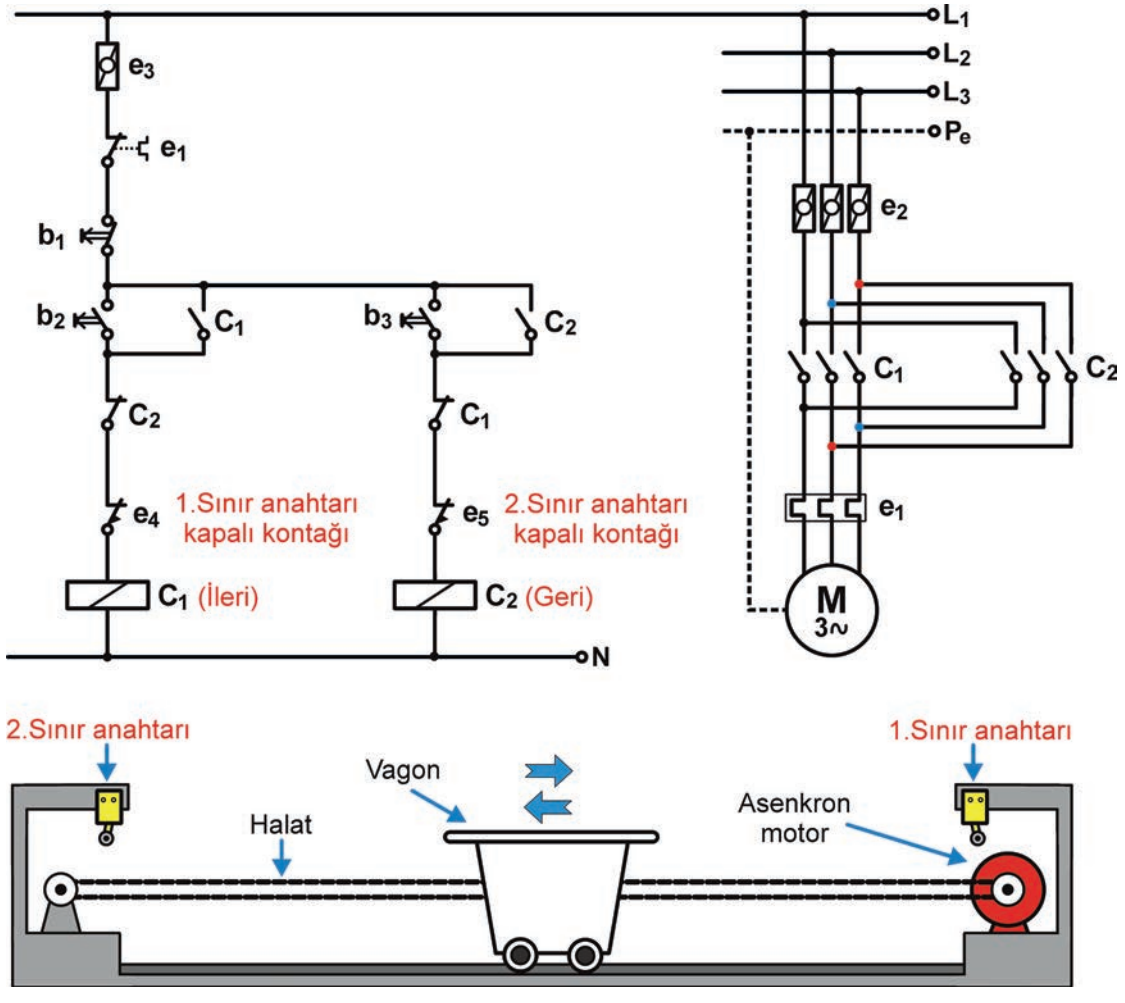
Motoru Geri Yönde Çalıştırma: Kumanda devresinde b_3 start butonuna basıldığında fazdan gelen akım bir fazlı sigortadan, aşırı akım rölesinden, b_1 stop butonundan, b_3 start butonundan, C_2 (geri) kontaktör bobininden ve C_1 kapalı kontağından geçerek nötrden devresini tamamlar. C_2 (geri) kontaktörü enerjilenir. C_2 (geri) kontaktörü kendisine ait C_2 açık kontağını kapatarak start butonunu mühürler. C_2 kapalı kontağını açarak C_1 kontaktörünü kilitler. C_2 (geri) kontaktörü aynı zamanda güç devresindeki C_2 güç kontaklarını kapatarak üç fazlı gerilimi motora (iki fazın yeri değişmiş olarak) uygular ve motor geri yönde döner. Bu sırada b_2 start butonuna basılsa dahi C_1 (ileri) kontaktörü kilitlendiği için enerjilenmez.



Görsel 4.40: Üç fazlı asenkron motorun devir yönü değişimine ait kumanda ve güç devresi

4.4.10. Üç Fazlı Asenkron Motorun Sınır Anahtarıyla Kumanda Edilmesi

Sınır anahtarları asenkron motorların hareket ettirdiği parçaların hangi sınıra kadar hareket edeceğini kumanda eden anahtarlardır. Parçanın hareket güzergâhının başına ve sonuna monte edilir. Görsel 4.41'de asenkron motorun ray üzerinde halatla iki nokta arasında hareket ettirdiği bir vagonun kumanda ve güç devresi görülmektedir.



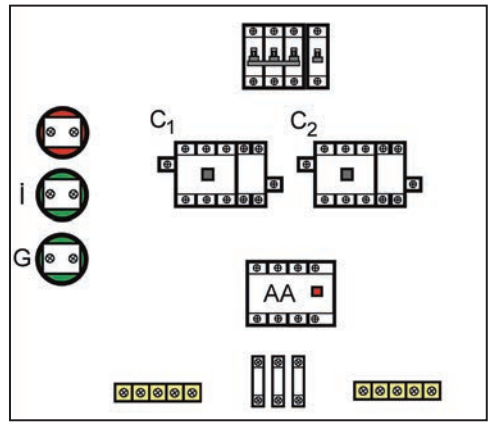
Görsel 4.41: Üç fazlı asenkron motorun sınır anahtarıyla kumanda edilmesi

Motorun İleri Yönde Çalışmasının Sınır Anahtarıyla Durdurulması: b_2 start butonuna basıldığında C_1 kontaktörü enerjilenerek güç devresindeki asenkron motoru ileri yönde çalıştırır ve vagon ileri yönde hareket eder. Vagon sınıra geldiğinde 1. sınır anahtarına çarpar ve e_4 kapalı kontağı açılır. C_1 kontaktörünün enerjisi kesildiği için kontaklar eski konumuna döner ve motor durur. Motor durduğu için hareket eden vagon da durur.

Motorun Geri Yönde Çalışmasının Sınır Anahtarıyla Durdurulması: b_3 start butonuna basıldığında C_2 kontaktörü enerjilenerek güç devresindeki asenkron motoru geri yönde çalıştırır ve vagon geri yönde hareket eder. Vagon sınıra geldiğinde 2. sınır anahtarına çarpar ve e_5 kapalı kontağı açılır. C_2 kontaktörünün enerjisi kesildiği için kontaklar eski konumuna döner ve motor durur. Motor durduğu için hareket eden vagon da durur.

5. Uygulama	ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORUN DEVİR YÖNÜ DEĞİŞİMİ DEVRESİNİN PANOYA MONTAJI

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motorun devir yönü değişimi devresini panoya monte ederek motoru çalıştırmak.



Görsel 4.42: Elemanların pano içi yerleşimi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Pano ve pano gereçleri	Sac pano, kanal, ray, ray klemensi ve baralar, 1mm² NYAF kablo, yüksük	-
Sigorta	Bir fazlı ve üç fazlı	1 adet
Buton	Start (2 adet) ve stop butonu	1 adet
Kontaktör	Üç fazlı	2 adet
Röleler	Aşırı akım rölesi	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, kablo soyma pensi, tornavida takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Görsel 4.40'daki kumanda ve güç şemasına uygun pano yerleşim şemasını defterinize çiziniz.
2. Yerleşim şemasına göre gereçleri ve elemanları iş güvenliğine dikkat ederek panoya monte ediniz.
3. Kablo uçlarında pabuç ve yüksük kullanarak yerleşim şemasına uygun eleman bağlantılarını yapınız.
4. Pano montajı bitince öğretmen gözetiminde panoyu motora bağlayıp çalıştırınız.
5. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

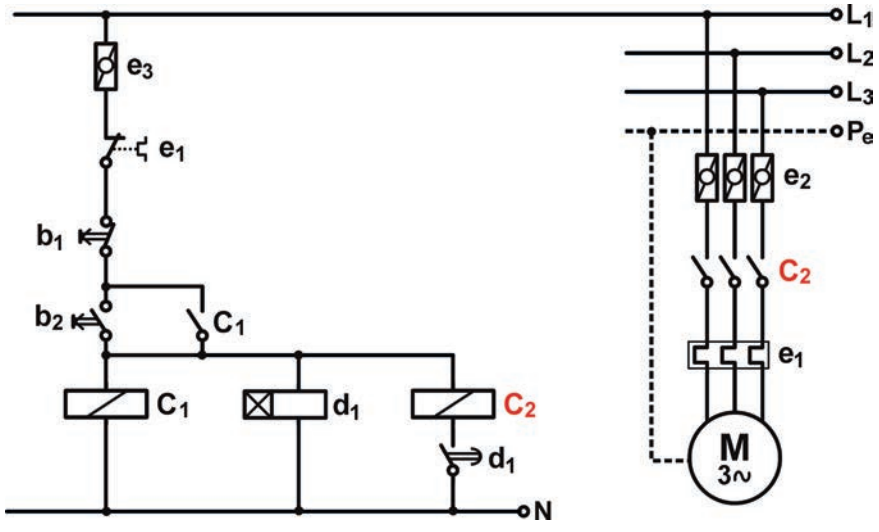
1. Üç fazlı asenkron motorun devir yönü nasıl değişir? Açıklayınız.
2. Bu devrede neden kontakla kilitleme kullanıldı? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Yerleşim şemasının çizilmesi	25	
Sınıfı:	**2.** Elemanların montaj düzeni	25	
Numarası:	**3.** Kablo bağlantısı	25	
ÖĞRETMEN	**4.** Panonun çalıştırılması	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

4.4.11. Üç Fazlı Asenkron Motorun Zaman Ayarlı Çalıştırılması ve Durdurulması

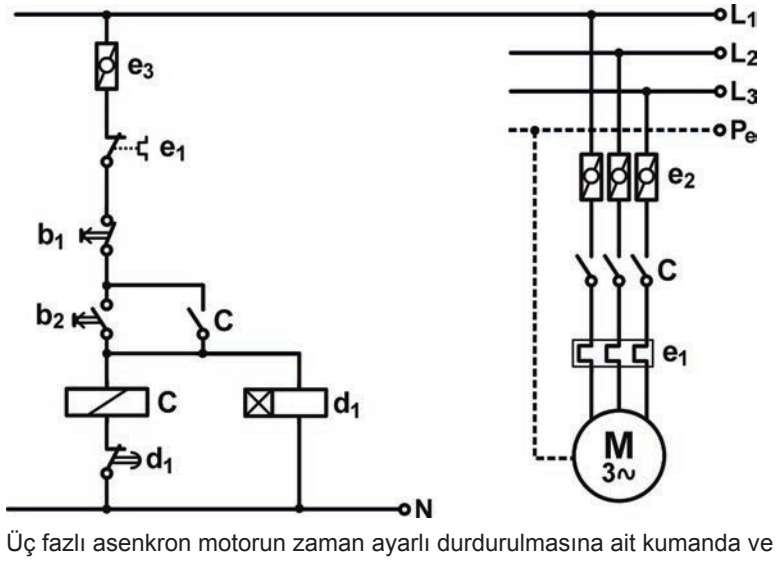
Motorların zaman ayarlı çalıştırılması ve durdurulması zaman röleleriyle yapılır.

Üç Fazlı Asenkron Motorun Zaman Ayarlı Çalıştırılması: Kumanda devresinde b_2 start butonuna basıldığında C_1 kontaktörü ve d_1 zaman rölesi enerjilenir. C_1 kontaktörü mühürleme yaparken d_1 zaman rölesi süreyi saymaya başlar. Ayarlanan süre sonunda d_1 zaman rölesi kendine ait d_1 gecikmeli kapanan kontağını kapatarak C_2 kontaktörünü enerjilendirir. C_2 kontaktörü güç devresindeki güç kontaklarını kapatarak motoru çalıştırır (Görsel 4.43).



Görsel 4.43: Üç fazlı asenkron motorun zaman ayarlı çalıştırılmasına ait kumanda ve güç devresi

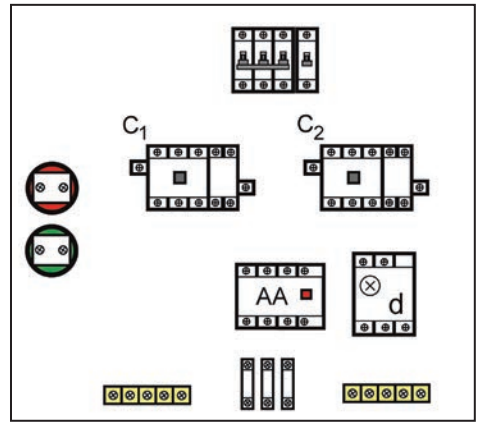
Üç Fazlı Asenkron Motorun Zaman Ayarlı Durdurulması: Kumanda devresinde b_2 start butonuna basıldığında C kontaktörü ve d_1 zaman rölesi enerjilenir. C kontaktörü mühürleme yaparken aynı zamanda güç devresindeki güç kontaklarını kapatarak motoru çalıştırır. Zaman rölesi ise ayarlanan süreyi saymaya başlar. Ayarlanan süre sonunda d_1 zaman rölesi kendine ait gecikmeli açılan kontağı açarak C kontaktörünün enerjisini keser. C kontaktörü enerjisiz kalınca kontakları eski konumuna döner. Bu durumda mühürleme bozulurken ve güç devresindeki kontaklar açılarak motorun çalışmasını durdurur (Görsel 4.44).



Görsel 4.44: Üç fazlı asenkron motorun zaman ayarlı durdurulmasına ait kumanda ve güç devresi

6. Uygulama	ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORUN ZAMAN AYARLI ÇALIŞTIRMA DEVRESİNİN PANOYA MONTAJI

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motorun zaman ayarlı çalıştırma devresini panoya monte ederek motoru çalıştırmak.



Görsel 4.45: Elemanların pano içi yerleşimi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Pano ve pano gereçleri	Sac pano, kanal, ray, ray klemensi ve baralar, 1mm² NYAF kablo, yüksük	-
Sigorta	Bir fazlı ve üç fazlı	1 adet
Buton	Start ve stop butonu	1 adet
Kontaktör	Üç fazlı	2 adet
Röleler	Aşırı akım rölesi, zaman rölesi	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, kablo soyma pensi, tornavida takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Görsel 4.43'teki kumanda ve güç şemasına uygun pano yerleşim şemasını defterinize çiziniz.
2. Yerleşim şemasına göre gereçleri ve elemanları iş güvenliğine dikkat ederek panoya monte ediniz.
3. Kablo uçlarında pabuç ve yüksük kullanarak yerleşim şemasına uygun eleman bağlantılarını yapınız.
4. Pano montajı bitince öğretmen gözetiminde panoyu motora bağlayıp çalıştırınız.
5. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

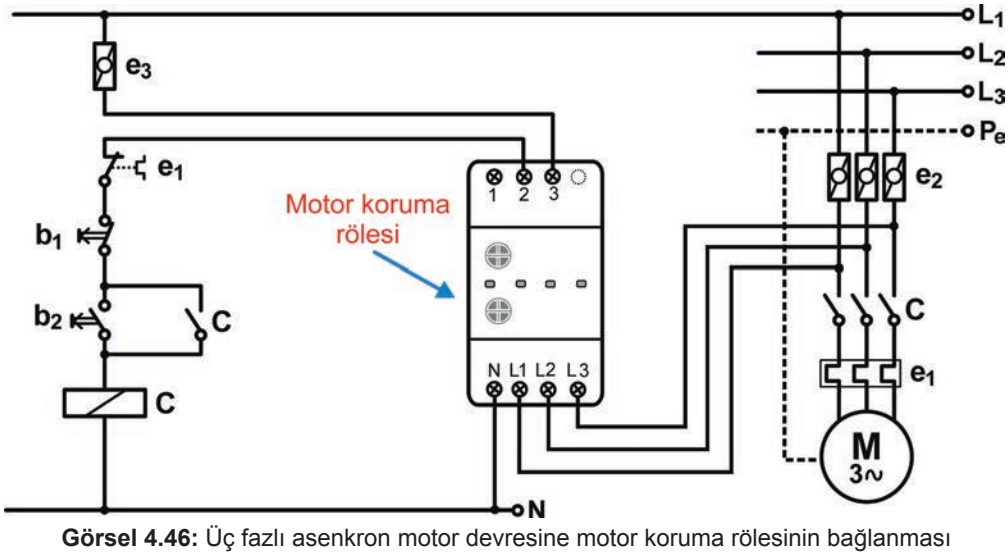
SORULAR

1. Motorun zaman ayarlı çalıştırılması veya durdurulması nerelerde kullanılır? Araştırınız.
2. Bir motoru zaman ayarlı devreden çıkarmak için zaman rölesinin hangi kontağı kullanılmalıdır?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Yerleşim şemasının çizilmesi	25	
Sınıfı:	**2.** Elemanların montaj düzeni	25	
Numarası:	**3.** Kablo bağlantısı	25	
ÖĞRETMEN	**4.** Panonun çalıştırılması	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

4.4.12. Üç Fazlı Asenkron Motor Devresine Motor Koruma Rölesinin Bağlanması

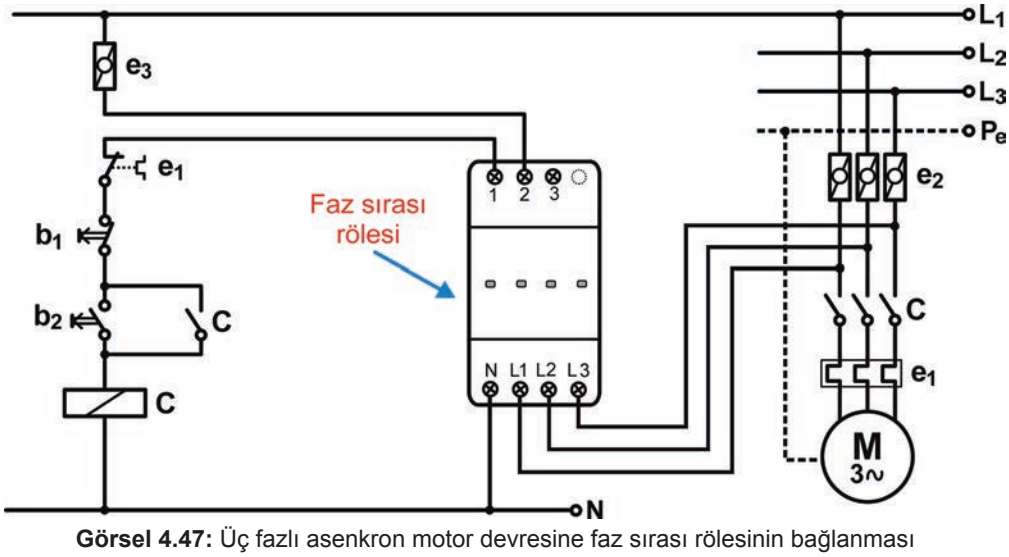
Motor koruma rölesi, üç fazlı gerilimden herhangi bir faz kesildiğinde asenkron motorun iki faza kalmaması için devrenin enerjisini keserek motoru koruyan röledir. Devreye üç fazlı gerilim uygulandığında şebeke gerilimi normal durumdaysa motor koruma rölesi 2 ve 3 numaralı açık kontağını kapatarak kumanda devresine enerji verir. Motor çalışırken fazlardan biri kesilirse motor koruma rölesi kapattığı 2 ve 3 numaralı kontağını tekrar açar ve kumanda devresinin enerjisini keser. Enerjisiz kalan kontaktör güç kontaklarını tekrar açarak motoru şebekeden ayırır (Görsel 4.46).



Görsel 4.46: Üç fazlı asenkron motor devresine motor koruma rölesinin bağlanması

4.4.13. Üç Fazlı Asenkron Motor Devresine Faz Sırası Rölesinin Bağlanması

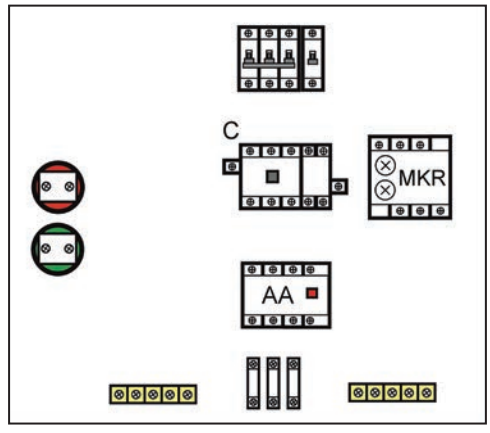
Faz sırası rölesi, şebeke fazlarının yerleri değiştiğinde bunu algılayarak asenkron motorların ters yönde dönmesini engelleyen koruma elemanıdır. Şebekede iki fazın yeri değişirse faz sırası rölesi iki fazın yerinin değiştiğini algılar ve kapalı kontağını açarak kumanda devresini enerjisiz bırakır. Kumanda devresi enerjisiz kaldığı için motor ters yönde çalışmaz ve makine korunmuş olur (Görsel 4.47).



Görsel 4.47: Üç fazlı asenkron motor devresine faz sırası rölesinin bağlanması

7. Uygulama	ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTOR DEVRESİNE MOTOR KORUMA RÖLESİNİN BAĞLANMASINA AİT DEVRENİN PANOYA MONTAJI

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motor devresine motor koruma rölesinin bağlanmasına ait devreyi panoya monte ederek motoru çalıştırmak.



Görsel 4.48: Elemanların pano içi yerleşimi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Pano ve pano gereçleri	Sac pano, kanal, ray, ray klemensi ve baralar, 1mm² NYAF kablo, yüksük	-
Sigorta	Bir fazlı ve üç fazlı	1 adet
Buton	Start ve stop butonu	1 adet
Kontaktör	Üç fazlı	1 adet
Röleler	Aşırı akım rölesi ve motor koruma rölesi	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, kablo soyma pensi, tornavida takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Görsel 4.46'daki kumanda ve güç şemasına uygun pano yerleşim şemasını defterinize çiziniz.
2. Yerleşim şemasına göre gereçleri ve elemanları iş güvenliğine dikkat ederek panoya monte ediniz.
3. Kablo uçlarında pabuç ve yüksük kullanarak yerleşim şemasına uygun eleman bağlantılarını yapınız.
4. Pano montajı bitince öğretmen gözetiminde panoyu motora bağlayıp çalıştırınız.
5. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

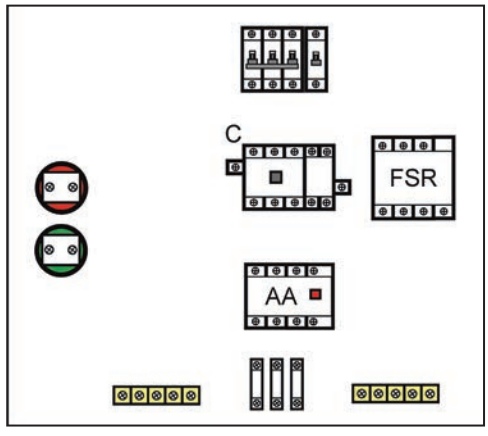
SORULAR

1. Motor koruma rölesinin görevi nedir? Açıklayınız.
2. Aşırı akım rölesinin görevi nedir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Yerleşim şemasının çizilmesi	25	
Sınıfı:	**2.** Elemanların montaj düzeni	25	
Numarası:	**3.** Kablo bağlantısı	25	
ÖĞRETMEN	**4.** Panonun çalıştırılması	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

8. Uygulama	ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTOR DEVRESİNE FAZ SIRASI RÖLESİNİN BAĞLANMASINA AİT DEVRENİN PANOYA MONTAJI

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motor devresine faz sırası rölesinin bağlanmasına ait devreyi panoya monte ederek motoru çalıştırmak.



Görsel 4.49: Elemanların pano içi yerleşimi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Pano ve pano gereçleri	Sac pano, kanal, ray, ray klemensi ve baralar, 1mm^2 NYAF kablo, yüksük	-
Sigorta	Bir fazlı ve üç fazlı	1 adet
Buton	Start ve stop butonu	1 adet
Kontaktör	Üç fazlı	1 adet
Röleler	Aşırı akım rölesi ve faz sırası rölesi	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, kablo soyma pensi, tornavida takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Görsel 4.47'deki kumanda ve güç şemasına uygun pano yerleşim şemasını defterinize çiziniz.
2. Yerleşim şemasına göre gereçleri ve elemanları iş güvenliğine dikkat ederek panoya monte ediniz.
3. Kablo uçlarında pabuç ve yüksük kullanarak yerleşim şemasına uygun eleman bağlantılarını yapınız.
4. Pano montajı bitince öğretmen gözetiminde panoyu motora bağlayıp çalıştırınız.
5. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

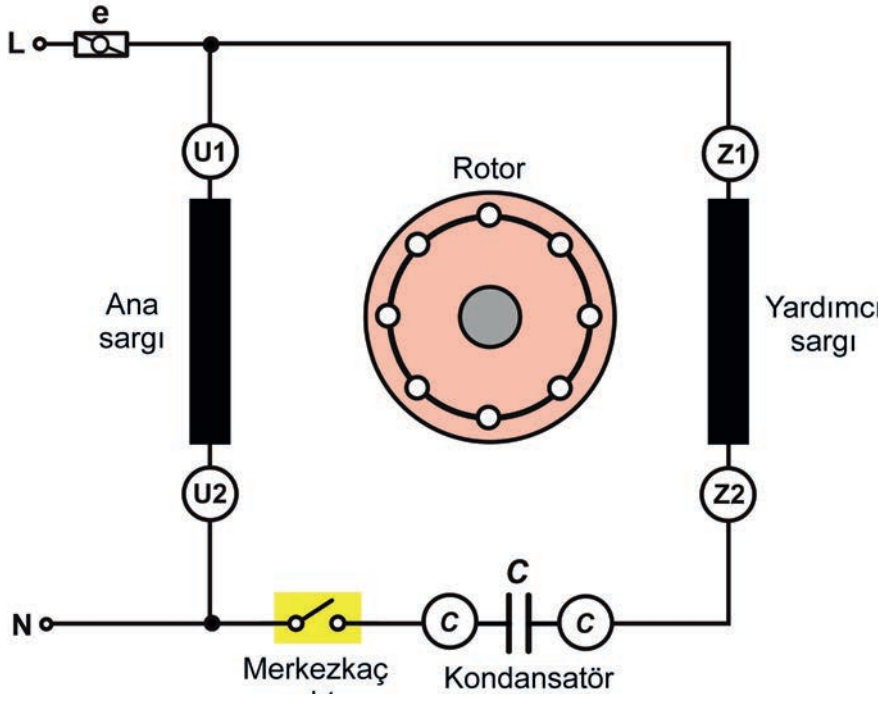
SORULAR

1. Faz sırası rölesi motoru nasıl korur? Açıklayınız.
2. Pano montajına başlarken ilk önce kumanda devresi mi yoksa güç devresi mi yapılır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Yerleşim şemasının çizilmesi	25	
Sınıfı:	**2.** Elemanların montaj düzeni	25	
Numarası:	**3.** Kablo bağlantısı	25	
ÖĞRETMEN	**4.** Panonun çalıştırılması	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

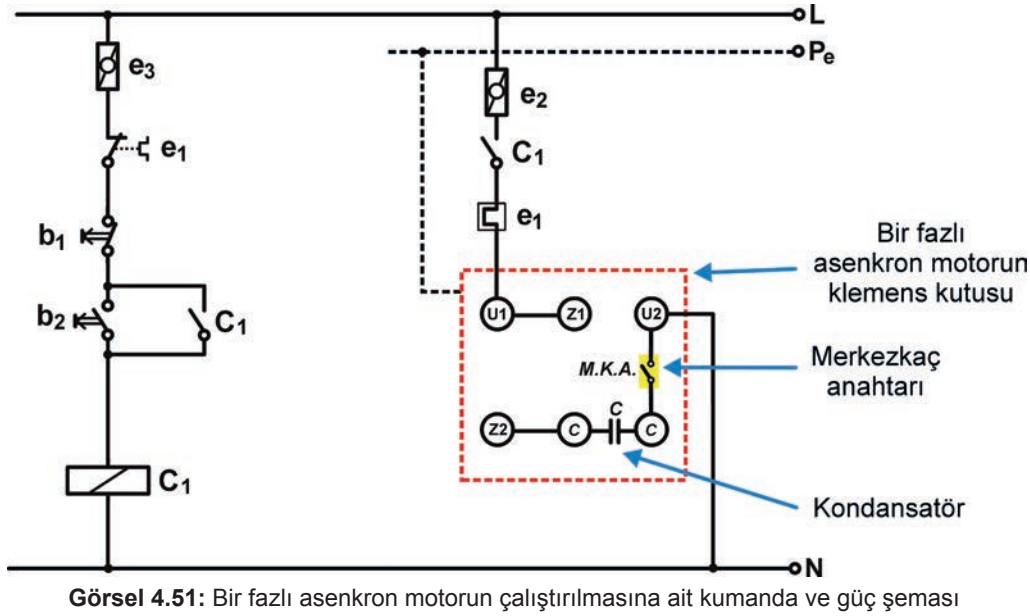
4.4.14. Bir Fazlı Asenkron Motorun Çalıştırılması

Bir fazlı asenkron motorlarda birbirine paralel bağlı ana sargı ve yardımcı sargı bulunur. Motora enerji verildiğinde ana sargı ve yardımcı sargı beraber devreye girer. Yardımcı sargı manyetik döner manyetik alan oluşturarak rotorun dönmesini sağlar. Merkezkaç anahtarı, rotor yol aldıktan sonra görevi biten yardımcı sargıyı devre dışı bırakır (Görsel 4.50).



Görsel 4.50: Bir fazlı asenkron motorun sargılarının bağlantı şeması

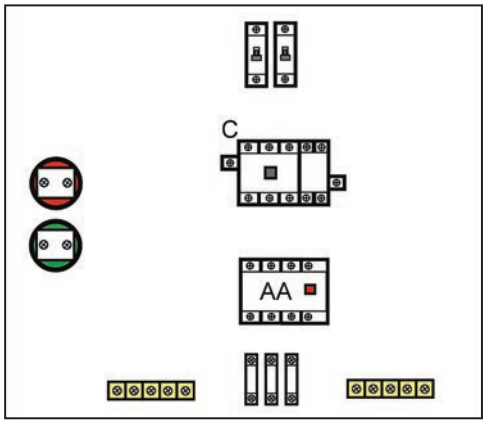
Bir Fazlı Asenkron Motorun Kumanda ve Güç Devresinin Çalışması: b_2 start butonuna basıldığında C_1 kontaktörü enerjilenir. C_1 kontaktörü kumanda devresinde kendine ait C_1 açık kontağını kapatarak mühürleme yapar. Güç devresinde ise C_1 güç kontağını kapatarak motora enerji uygular. Motor dönmeye başladığında merkezkaç anahtarı yardımcı sargıyı devreden çıkarır. Motor ana sargıyla dönmeye devam eder (Görsel 4.51).



Görsel 4.51: Bir fazlı asenkron motorun çalıştırılmasına ait kumanda ve güç şeması

9. Uygulama	BİR FAZLI ASENKRON MOTORU ÇALIŞTIRMA DEVRESİNİN PANOYA MONTAJI

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motor devresine motor koruma rölesinin bağlanmasına ait devreyi panoya monte ederek motoru çalıştırmak.



Görsel 4.52: Elemanların pano içi yerleşimi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Pano ve pano gereçleri	Sac pano, kanal, ray, ray klemensi ve baralar, 1mm^2 NYAF kablo, yüksük	-
Sigorta	Bir fazlı ve üç fazlı	1 adet
Buton	Start (2 adet) ve stop butonu	3 adet
Kontaktör	Üç fazlı	1 adet
Röleler	Aşırı akım rölesi ve motor koruma rölesi	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, kablo soyma pensi, tornavida takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Görsel 4.51'deki kumanda ve güç şemasına uygun pano yerleşim şemasını defterinize çiziniz.
2. Yerleşim şemasına göre gereçleri ve elemanları iş güvenliğine dikkat ederek panoya monte ediniz.
3. Kablo uçlarında pabuç ve yüksük kullanarak yerleşim şemasına uygun eleman bağlantılarını yapınız.
4. Pano montajı bitince öğretmen gözetiminde panoyu motora bağlayıp çalıştırınız.
5. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

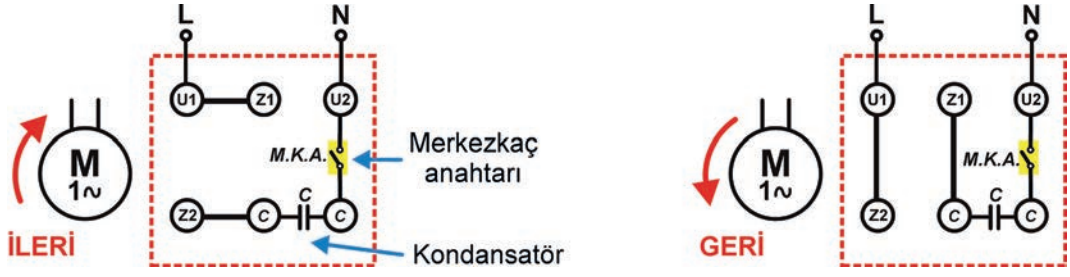
SORULAR

1. Motor koruma rölesinin görevi nedir? Açıklayınız.
2. Aşırı akım rölesinin görevi nedir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Yerleşim şemasının çizilmesi	25	
Sınıfı:	**2.** Elemanların montaj düzeni	25	
Numarası:	**3.** Kablo bağlantısı	25	
ÖĞRETMEN	**4.** Panonun çalıştırılması	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

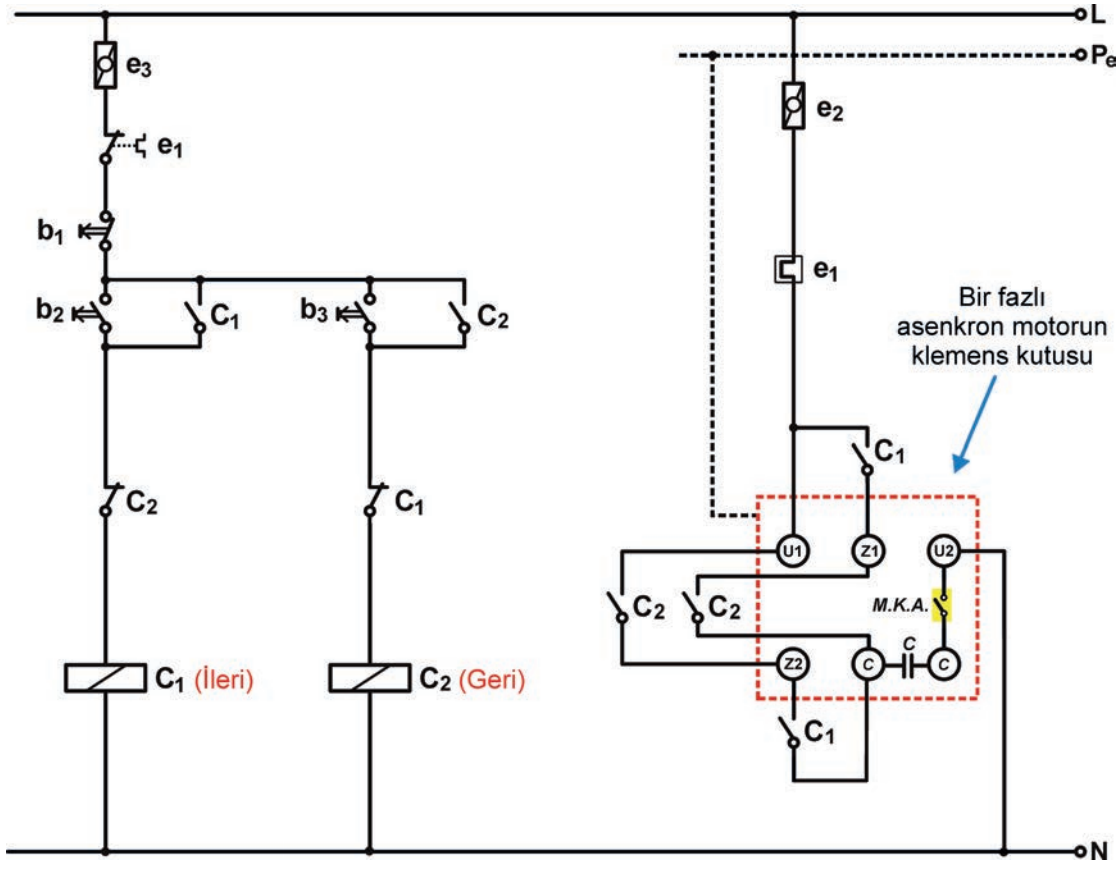
4.4.15. Bir Fazlı Asenkron Motorun Devir Yönünün Değiştirilmesi

Bir fazlı asenkron motorda devir yönünü değiştirmek için ana sargı veya yardımcı sargının uçları yer değiştirilir. Uçları yer değişen yardımcı sargıdan geçen akımın yönü değişir. Buna bağlı olarak döner manyetik alanın yönü değiştiği için motorun dönüş yönü de değişir (Görsel 4.53).



Görsel 4.53: Bir fazlı asenkron motorun klemens kutusunda devir yönü değiştirme bağlantısı

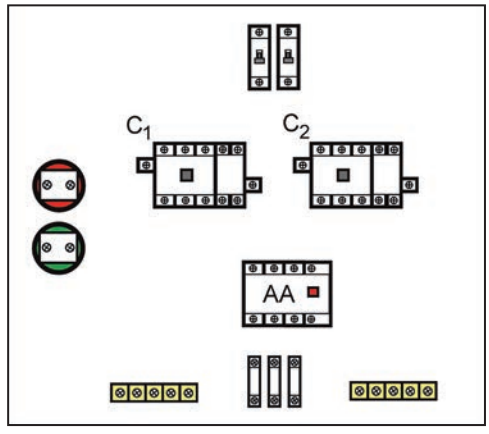
Bir Fazlı Asenkron Motorun Devir Yönünün Değiştirilmesine Ait Kumanda ve Güç Devresi: b_2 start butonuna basıldığında C_1 kontaktörü enerjilenir. C_1 kontaktörü kumanda devresinde mühürleme ve kilitleme yaparken güç devresinde iki adet C_1 açık güç kontağını kapatıp motoru ileri yönde çalıştırır. b1 stop butonuna basıldığında kontaklar eski konumuna döneceği için motor durur. b2 start butonuna basıldığında C_2 kontaktörü enerjilenir. C_2 kontaktörü kumanda devresinde mühürleme ve kilitleme yaparken güç devresinde iki adet C_2 açık güç kontağını kapatıp motoru geri yönde çalıştırır (Görsel 4.54).



Görsel 4.54: Bir fazlı asenkron motorun devir yönünün değiştirilmesine ait kumanda ve güç devresi

10. Uygulama	BİR FAZLI ASENKRON MOTORUN DEVİR YÖNÜNÜ DEĞİŞTİRME DEVRESİNİN PANOYA MONTAJI

AMAÇ: Bir fazlı asenkron motorun devir yönünü değiştiren kumanda ve güç devresini pano içine monte ederek motoru çalıştırmak.



Görsel 4.55: Elemanların pano içi yerleşimi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Pano ve pano gereçleri	Sac pano, kanal, ray, ray klemensi ve baralar, 1mm^2 NYAF kablo, yüksük	-
Sigorta	Bir fazlı	2 adet
Buton	Start ve stop butonu	1 adet
Kontaktör	Üç fazlı	2 adet
Röleler	Aşırı akım rölesi	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, kablo soyma pensi, tornavida takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Görsel 4.54'teki kumanda ve güç şemasına uygun pano içi yerleşim şemasını defterinize çiziniz.
2. Yerleşim şemasına göre gereçleri ve elemanları iş güvenliğine dikkat ederek panoya monte ediniz.
3. Kablo uçlarında pabuç ve yüksük kullanarak yerleşim şemasına uygun eleman bağlantılarını yapınız.
4. Pano montajı bitince öğretmen gözetiminde panoyu motora bağlayıp çalıştırınız.
5. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Bir fazlı motorun devir yönünü değiştirmek için sargılara nasıl bir işlem yapmak gerekir?
2. Bir fazlı motor devresinde üç fazlı aşırı akım rölesi kullanılır mı? Araştırınız?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Yerleşim şemasının çizilmesi	25	
Sınıfı:	**2.** Elemanların montaj düzeni	25	
Numarası:	**3.** Kablo bağlantısı	25	
ÖĞRETMEN	**4.** Panonun çalıştırılması	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. ( ) Kumanda butonları start, stop, jog ve kalıcı tip olmak üzere dört çeşittir.

2. ( ) Asenkron motor kumanda panolarında yüksek gerilim sigortaları kullanılır.

3. ( ) Sınır anahtarı priz tesisatlarında kullanılır.

4. ( ) Kumanda devre sembolleri TSE/IEC normlarına uygun olmalıdır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Asenkron motorun çalışma şeklini ……..……..…….. devresi belirler.

6. Start butonuyla sürekli çalışma yapabilmek için ……..……..…….. devresi yapılmalıdır.

7. Bir devrede iki kontaktörden biri çalışırken diğerinin çalışması istenmiyorsa ……..……..…….. devresi yapılmalıdır.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

8. Aşağıdakilerden hangisi üç fazlı bir motor devresinde fazlardan biri kesildiğinde bütün enerjiyi kesen koruma elemanıdır?

A) Sigorta

B) Aşırı akım rölesi

C) Motor koruma rölesi

D) Şalter

E) Faz sırası rölesi

9. Aşağıdakilerden hangisi kumanda panolarında kullanılan kablo çeşididir?

A) NYA

B) NVV

C) NYY

D) NYAF

E) Fiber optik

10. Sigorta, röle ve kontaktör gibi elemanlar pano içinde neyin üzerine monte edilir?

A) Kanal

B) Kapak

C) Ray

D) Klemens

E) PVC

ASENKRON MOTORLARA YOL VERME TEKNİKLERİ

5. ÖĞRENME BİRİMİ



KONULAR

5.1. ASENKRON MOTORLARDA KALKINMA VE ETKİLERİ

5.2. ASENKRON MOTORLARA YOL VERME YÖNTEMLERİ

5.3. AC MOTOR SÜRÜCÜLERİ İLE DEVİR AYARI

5.4. ÇİFT DEVİRLİ ASENKRON MOTORLARA YOL VERME YÖNTEMLERİ

TEMEL KAVRAMLAR

asenkron motor, kalkış akımı, motora yol verme, yol verme yöntemleri, asenkron motor devir ayarı, AC motor sürücü, frekans invertörü, çift devirli motor

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Asenkron motorların kalkınmasını ve etkilerini
- Asenkron motorlara yol verme yöntemlerini ve uygulamalarını
- AC motor sürücüleri ile motorun devir ayarını yapamayı
- Çift devirli asenkron motorlara yol verme uygulamalarını

Hazırlık Çalışmaları

1. **Bir motor şebekeden aşırı akım çekiyorsa bunun sebepleri neler olabilir? Düşüncelerinizi paylaşınız.**
2. **Motorun aşırı akım çekmesi sizce hangi zararlara sebep olur? Düşüncenizi ifade ediniz.**

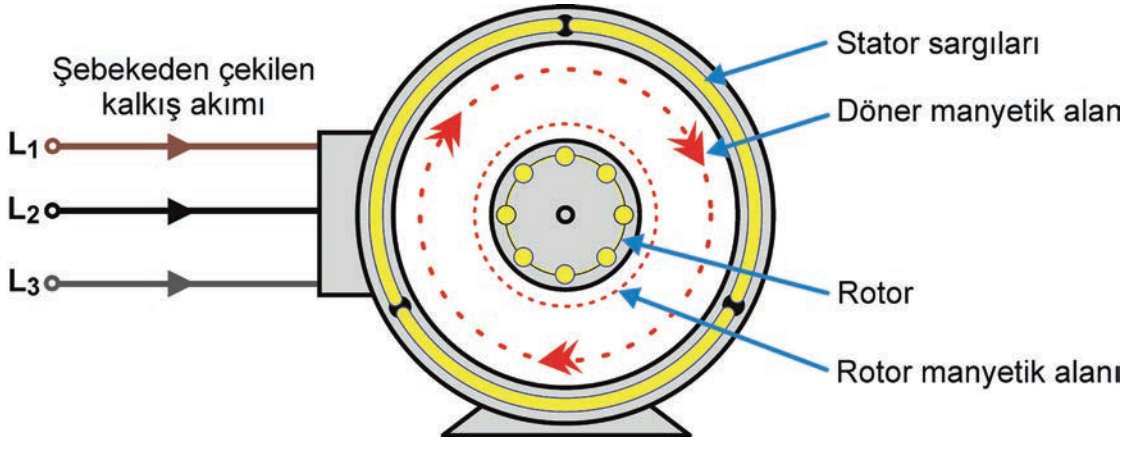
5.1. ASENKRON MOTORLARDA KALKINMA VE ETKİLERİ

Asenkron motorlarda kalkınma, motora enerji uygulandığında motorun durgun hâlden hareketli hâle geçip normal hıza ulaşmasıdır. Motorda kalkınma gerçekleşirken kısa bir süre şebekeden aşırı akım çekilir.

5.1.1. Asenkron Motorun Kalkınma Anı ve Kalkış Akımı

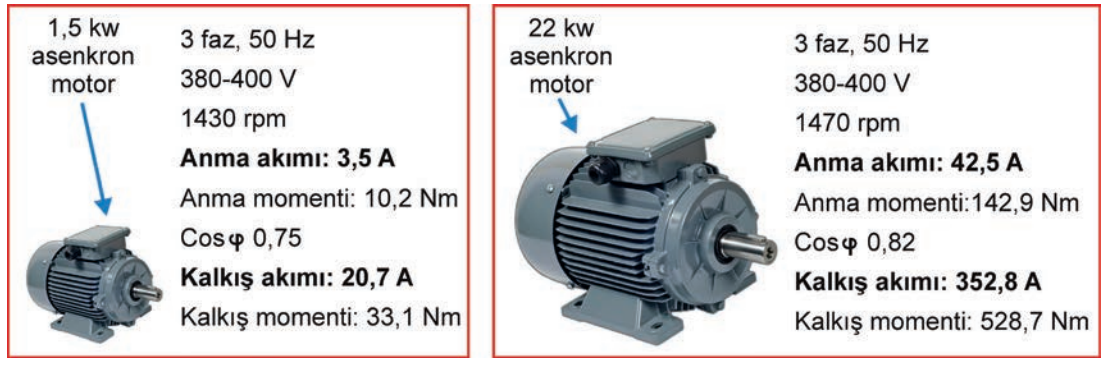
Asenkron motorun stator sargılarına gerilim uygulandığında sargılardaki faz farkından dolayı döner manyetik alan meydana gelir. Bu döner manyetik alan rotorun kısa devre çubuklarında EMK ve rotor manyetik alanı oluşturur. Statorun döner manyetik alanı ile rotor manyetik alanı arasında itme çekme kuvveti meydana gelir. Statorun döner manyetik alanı rotoru peşinden sürükleyerek döndürür.

Stator sargılarına gerilim uygulandığında rotorun durgun halden hareketli hale geçmesi için büyük bir güç ve moment gerekir. Stator bu güç ve momenti karşılayabilmek için kısa bir süreliğine şebekeden normal akımın 4 ile 8 katı arasında daha fazla akım çeker (Görsel 5.1). Rotor hareket edip normal hıza ulaştığında statorun şebekeden çektiği kalkınma akımı azalarak normal değerine iner.



Görsel 5.1: Asenkron motorun kalkınması ve şebekeden çekilen akım

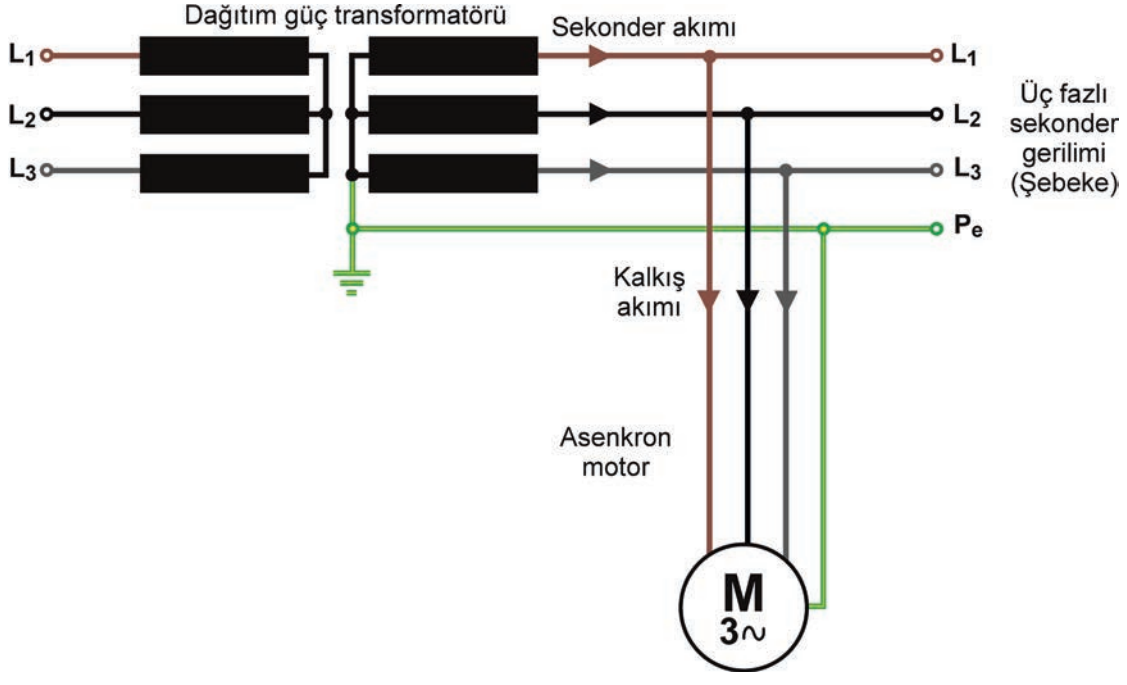
Asenkron motorun kalkış akımının büyüklüğü, motorun gücüne ve miline bağlanmış mekanik yüke bağlıdır. Çalıştırıldığı ilk anda büyük güçlü motorlar küçük güçlü motorlara göre çok daha fazla kalkış akımı çeker (Görsel 5.2).



Görsel 5.2: İki farklı güçteki asenkron motorun kalkış akımları

5.1.2. Asenkron Motorun Kalkış Akımının Şebekeye Etkisi

Asenkron motorlar işletmelerde sık sık devreye girip çıkar. Motorlar her devreye girdiğinde aşırı kalkış akımı çektiği için şebeke geriliminin bir anlık düşmesine sebep olur. Bir sanayi bölgesinde yüzlerce motorun devreye girip çıktığı düşünülürse bu durum şebeke geriliminde sürekli dalgalanmalara sebep olur. Gerilim dalgalanmaları şebekeye bağlı diğer makinelerin ve elektronik cihazların kararlı çalışmasını engeller veya bozulmalarına yol açar. Küçük işletmelerdeki motorlar doğrudan TEDAŞ (Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş) şebekesindeki güç transformatörlerinden akım çeker. Büyük işletmelerde ise motorların enerji ihtiyacı işletmeye ait güç transformatörüyle karşılanır. Motorların çektiği ani yüksek kalkış akımları, güç transformatörünün sekonder sargılarında ani gerilim düşüşlerine sebep olur (Görsel 5.3).



Görsel 5.3: Asenkron motorun kalkış akımının şebekeye etkisi

5.1.3. Kalkış Akımının Asenkron Motora ve Kumanda Elemanlarına Etkisi

İşletmelerde çalışan büyük güçlü motorlar devreye girip çıktıklarında çektikleri aşırı akım, motor sargılarının ısınmasına sebep olur. Sargıların ısınması motorun bakır kayıplarını ($P_{cu} = I^2 x R$) artırdığı için motorun verimini düşürür. Bununla beraber sargıların ısınması, sargı iletkenlerinin izolasyonuna zarar verir.

Motorların kumanda edilmesini sağlayan şalter ve kontaktörlerin kontakları, ani kalkış akımlarının fazla olması nedeniyle ark oluşturur ve zarar görür. Ayrıca motor tesisat kabloları da ısıdan dolayı yıpranır.

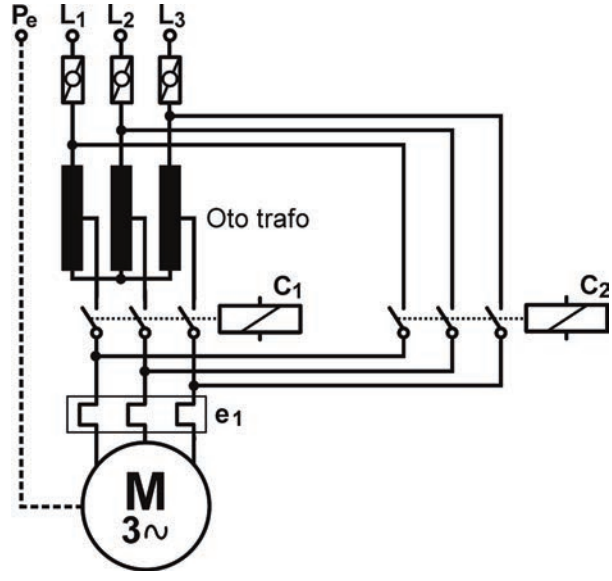
Büyük güçlü asenkron motorların şebekeye doğrudan bağlanıp çalıştırılabilmesi için yönetmeliklere uymak gerekir. Elektrik İç Tesisat Yönetmeliği'ne göre "Madde 52-b: Kendi transformatörü bulunmayan tüketicilerde, doğrudan yol verilecek en büyük kısa devre asenkron motor gücü köy ve benzeri yerlerde 7.5 kW, alçak gerilim şebekesi hava hattı olan kasaba ve şehirlerde 15 kW, alçak gerilim şebekesi yeraltı kablosu olan kasaba ve şehirlerde 30 kW'tır. Ancak motorun gücü transformatörün gücünün %10'nu aşamaz."

Asenkron motorlarda kalkış akımının şebekeye, motor sargılarına, tesisat kablolarına ve kumanda elemanlarına verdiği zararlı etkileri önlemek için kalkış akımının azaltılması gerekir.

5.1.4. Asenkron Motorlarda Kalkış Akımını Azaltma Yöntemleri

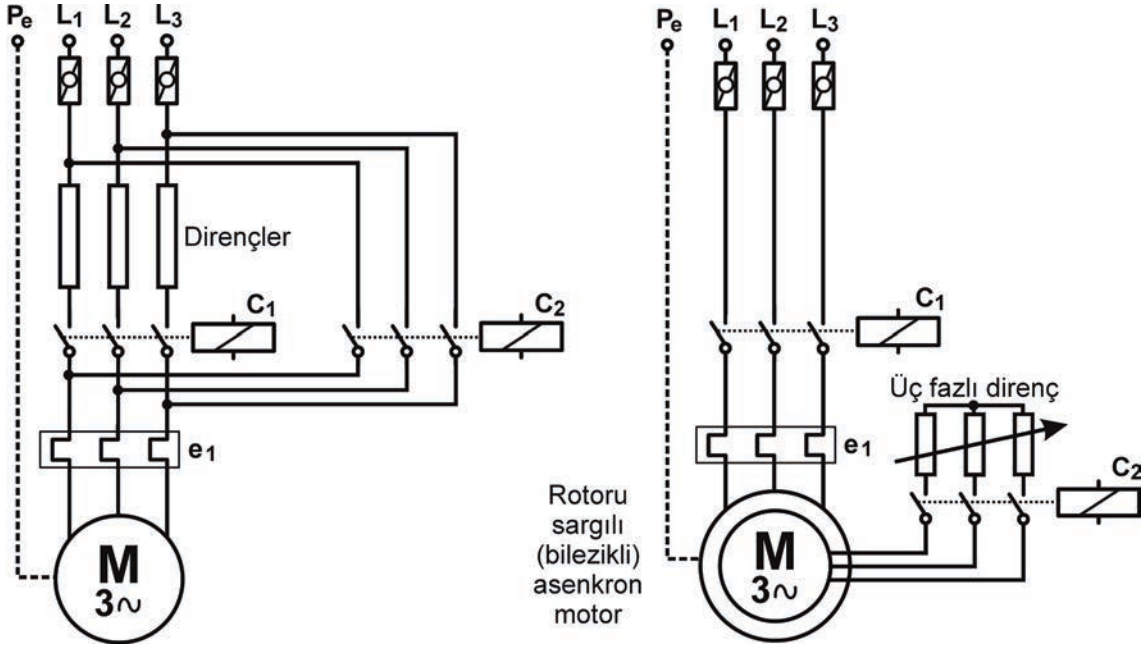
Asenkron motorlarda kalkış akımını azaltmak için çeşitli yöntemler kullanılır.

Düşük Gerilimle Motorun Kalkış Akımını Azaltma: İlk çalıştırma anında oto trafoyla normal çalışma geriliminin %50'si veya %70'i gibi daha az bir gerilim asenkron motor uçlarına uygulanır. Motor, oto trafo üzerinden düşük gerilimle kalkındığı için şebekeden yüksek kalkış akımı çekemez. Motor kalkınıp dönmeye başladığında oto trafo devre dışı bırakılıp motor uçları şebekeye bağlanır (Görsel 5.4).



Görsel 5.4: Düşük gerilimle üç fazlı motorun kalkış akımını azaltma

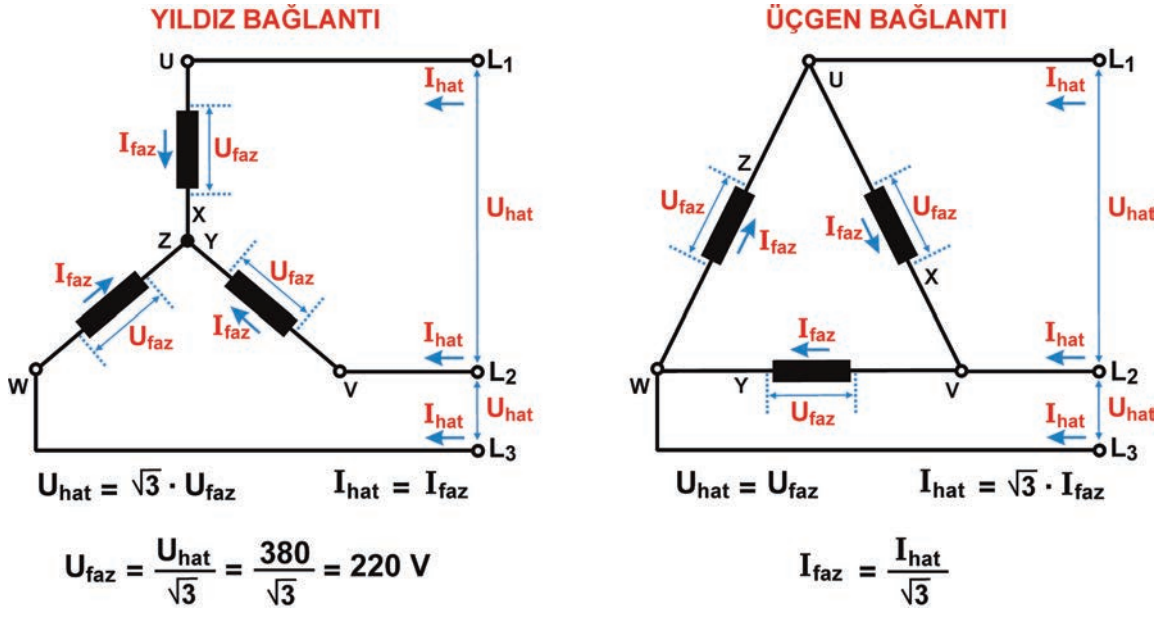
Dirençle Motorun Kalkış Akımını Azaltma: İlk çalıştırma anında motor girişlerine bağlı üç fazlı dirençler kalkış akımını azaltır ve motor düşük akımla kalkınmaya başlar. Motor devrini aldıktan sonra direnç devre dışı bırakılır ve motor uçları şebekeye bağlanır. Rotoru sargılı (bilezikli) asenkron motorlarda ise rotor sargılarına üç fazlı ayarlı direnç bağlanır. Motorun kalkınması sırasında dirençler rotor sargılarındaki akımı sınırlar. Rotor dönmeye başladığında dirençler devre dışı bırakılır (Görsel 5.5).



Görsel 5.5: Dirençle üç fazlı motorun kalkış akımını azaltma

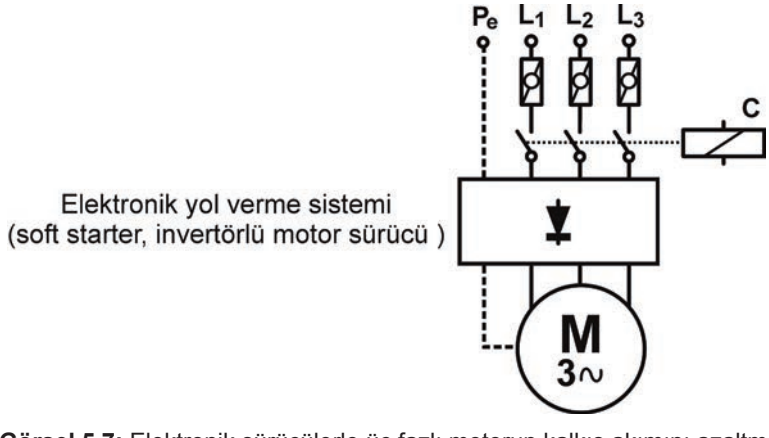
Motor Sargı Uçlarını Değiştirerek Kalkış Akımını Azaltma: Üç fazlı asenkron motor sargıları yıldız bağlandığında hat gerilimi faz geriliminin √3 (1,73) katıdır. Hat akımı faz akımına eşittir. Her bir sargı ucundaki faz gerilimi 220 volt olduğu için motor daha az akım çeker.

Asenkron motor sargıları üçgen bağlandığında hat gerilimi faz gerilimine eşittir. Hat akımı faz akımının √3 (1,73) katıdır. Her bir sargı ucundaki gerilim 380 volt olduğu için motor daha fazla akım çeker (Görsel 5.6). Sargıları üçgen bağlı olarak çalışan üç fazlı bir asenkron motor, yıldız bağlı olarak çalıştırıldığında 1/3 oranında daha az akım çeker.



Görsel 5.6: Üç fazlı asenkron motor sargılarının üçgen bağlantısı ve bağlantısının özelliği

Elektronik Yol Verme Sistemiyle Motorun Kalkış Akımını Azaltma: İlk çalıştırma anında motor uçlarının bağlı olduğu elektronik sistem, AC gerilime faz kontrolü yaparak gerilimi motora uygular. Motor düşük bir kalkış akımıyla dönmeye başlar. Elektronik sistem daha sonra motora yumuşak bir geçişle normal gerilimi uygular ve motor çalışmaya devam eder. Elektronik yol verme sistemi, kumanda elemanlarıyla veya mikroişlemcilerle kontrol edilebilir. Elektronik sistemle yol vermede soft starter (yumuşak yol verici) veya invertörlü motor sürücü kullanılır (Görsel 5.7).



Görsel 5.7: Elektronik sürücülerle üç fazlı motorun kalkış akımını azaltma

5.2. ASENKRON MOTORLARA YOL VERME YÖNTEMLERİ

Büyük güçlü motorlarda kalkış akımının azaltılması için yapılan işleme **motora yol verme** denir.

5.1.1. Asenkron Motorun Kalkınma Anı ve Kalkış Akımı

Asenkron motorun stator sargılarına gerilim uygulandığında sargılardaki faz farkından dolayı döner manyetik alan meydana gelir. Bu döner manyetik alan rotorun kısa devre çubuklarında EMK ve rotor manyetik alanı oluşturur. Statorun döner manyetik alanı ile rotor manyetik alanı arasında itme çekme kuvveti meydana gelir. Statorun döner manyetik alanı rotoru peşinden sürükleyerek döndürür.

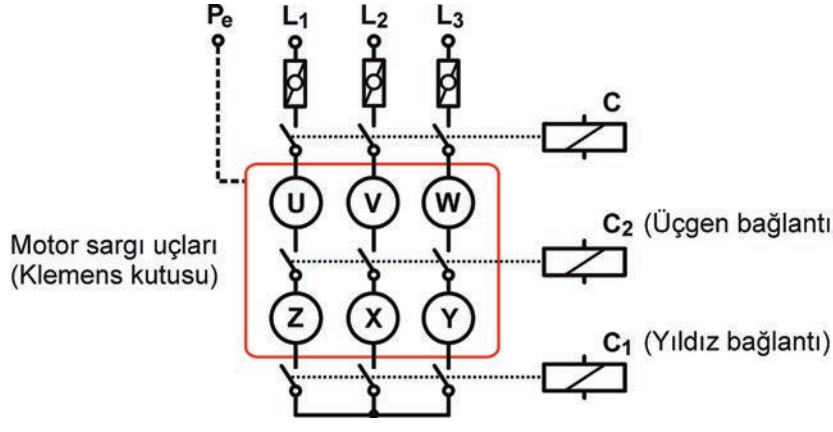
Stator sargılarına gerilim uygulandığında rotorun durgun halden hareketli hale geçmesi için büyük bir güç ve moment gerekir. Stator bu güç ve momenti karşılayabilmek için kısa bir süreliğine şebekeden normal akımın 4 ile 8 katı arasında daha fazla akım çeker (Görsel 5.1). Rotor hareket edip normal hıza ulaştığında statorun şebekeden çektiği kalkınma akımı azalarak normal değerine iner.

- Direkt yol verme
- Oto trafo ile yol verme
- Dirençle yol verme
- Yıldız üçgen yol verme
- Soft starter (Yumuşak yol verici)
- Motor sürücüleriyle yol verme

Oto trafo ve dirençle yol verme yöntemleri maliyetli ve eski bir teknoloji olduğu için günümüzde tercih edilmemektedir. Yeni teknolojiyle geliştirilen yıldız üçgen yol verme ve elektronik sistemlerle üç fazlı asenkron motorlara yol verme yöntemleri daha çok kullanılmaktadır.

5.2.2. Üç Fazlı Asenkron Motora Yıldız Üçgen Yol Verme

İlk çalıştırma anında motor sargısı uçları yıldız bağlı olduğu için her faz sargısının uçlarındaki gerilim düşüktür. Motor bu durumda düşük kalkış akımıyla kalkınmaya başlar. Motor normal devrine ulaşınca sargı uçları üçgen bağlantıya geçerek normal gerilimle çalışmaya devam eder (Görsel 5.8).



Görsel 5.8: Üç fazlı asenkron motora yıldız üçgen yol vermede kontaklarla sargı uçlarının bağlantısı

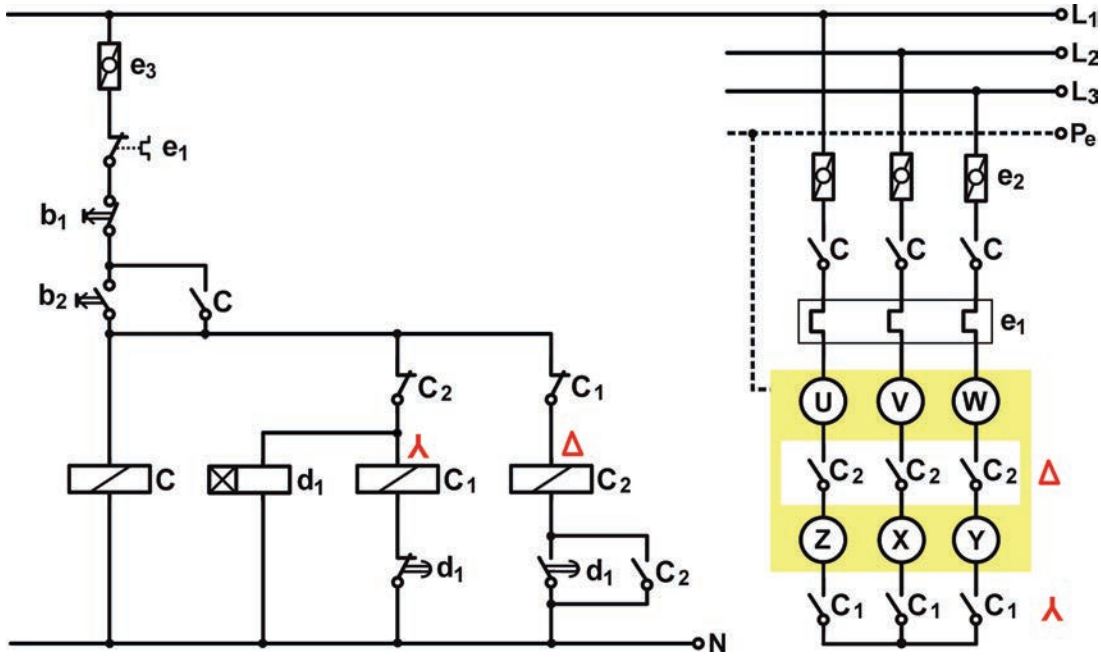
5.2.2.1. Üç Fazlı Motora Yol Vermede Yıldızdan Üçgene Geçiş Süresi

Asenkron motorlar yol alırken ilk birkaç saniye boyunca anma akımının 4-8 katı kadar kalkış akımı çeker. Motora yıldız üçgen yol verilirken kalkış akımının süresini bilmek gerekir. Bu süre motorların güçlerine göre değişmektedir. Yol verme esnasında yıldız bağlantıdan üçgen bağlantıya erken geçilirse motor devrini almadığı için kalkış akımı yine yüksek olacaktır. Eğer yıldızdan üçgene geçme süresi uzun tutulursa bu sefer de motor yıldızda çalıştığı sürece 1/3 oranında güç kaybına uğrayarak çalışacaktır.

Asenkron motorların yol alma süresi genellikle firma kataloğunda yazmaktadır. Örneğin 22 kw gücündeki bir motorun yıldızdan üçgene geçiş süresi 4 saniyedir. Ancak bu süre atölye ortamında da tespit edilebilir. Motor devresine bir ampermetre bağlanır. Sargıları üçgen bağlıyken bir şalter yardımıyla motor direkt boşta çalıştırılır. İlk çalıştığı anda ampermetre yüksek bir kalkış akımı gösterirken kronometre ile süre tutulmaya başlanır. Bir süre sonra akım normal değerine düşer. Kalkış akımının yükselmesiyle normale düşmesi arasında geçen süre motorun yıldızdan üçgene geçiş süresidir.

5.2.2.2. Üç Fazlı Motora Otomatik Yıldız Üçgen Yol Verme Devresi

Yıldız üçgen otomatik kumanda ve güç devresi aşağıdaki gibi çizilir (Görsel 5.9). Bunun gibi kumanda ve güç devreleri değişik şekillerde tasarlanıp çizilebilir.



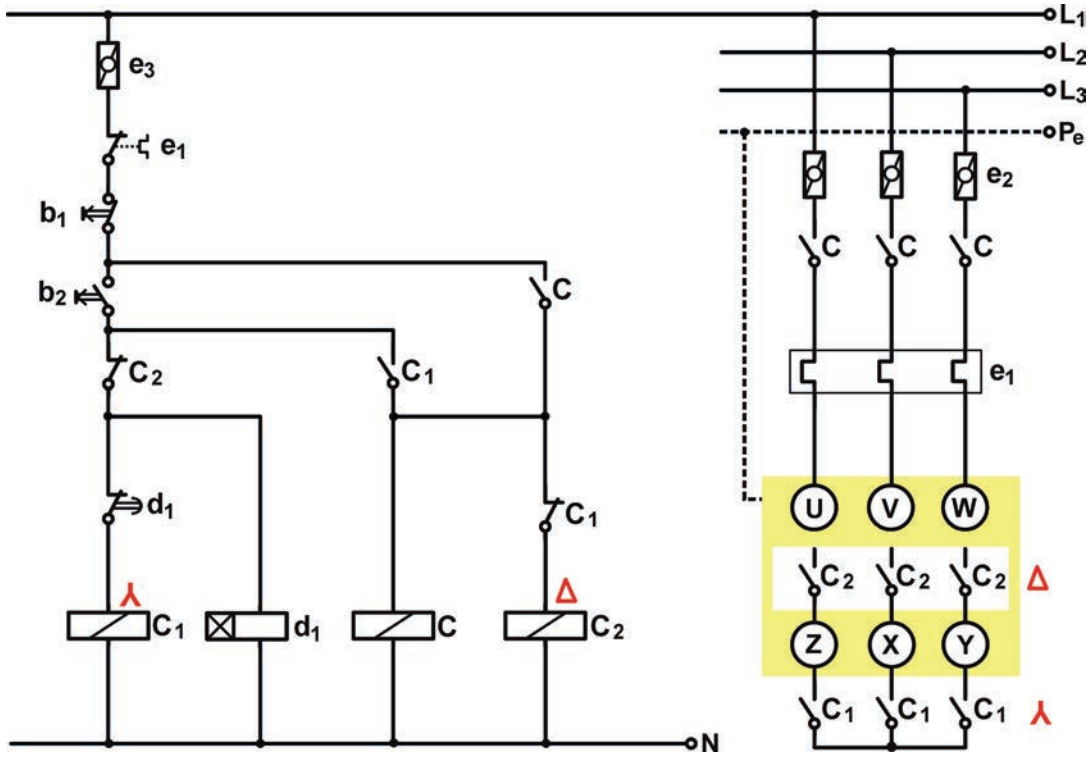
Görsel 5.9: Üç fazlı asenkron motora otomatik yıldız üçgen yol verme kumanda ve güç devresi

Devrenin Çalışması: Otomatik kumanda devresinde önce zaman rölesinin değeri, yıldız bağlantıdan üçgen bağlantıya geçiş süresine ayarlanır. Kumanda devresinde b_2 start butonuna basıldığında C ile C_1 kontaktörü ve d_1 zaman rölesi aynı anda enerjilenir. C kontaktörü kumanda devresinde mühürleme yaparak güç devresinde üç fazlı gerilimi motora uygular. C_1 kontaktörü kumanda devresinde kapalı kontağını açıp kilitleme yaparken güç devresindeki kontaklarını kapatıp motor sargı uçlarını yıldız bağlar. Motor yıldız bağlı bir şekilde ve düşük akımla kalkınmaya başlar. d_1 zaman rölesi enerjlendiği andan itibaren süreyi saymaya başlar.

d_1 zaman rölesi ayarlı olduğu süre bitince kendine ait kontaklarının konumunu değiştirir. d_1 gecikmeli açılan kontak açılınca C_1 kontaktörünün enerjisi kesilir ve C_1 kontaktörü açtığı kilitleme kontağını geri kapatır. C_1 kontaktörü güç devresindeki kontaklarını açarak yıldız bağlantıyı bozar. d_1 gecikmeli kapanan kontak kapandığında ise C_2 kontaktörü enerjilenir ve kilitleme yapar. C_2 kontaktörü güç devresindeki kontaklarını kapatarak motoru üçgen bağlantıya geçirir ve motor üçgen çalışmaya devam eder.

C_2 kontaktörü kilitleme kontağını açınca C_1 kontaktörüyle beraber d_1 zaman rölesini de devre dışı bırakır. Böylece motor çalıştığı sürece zaman rölesi boşuna devrede kalmaz. Bu arada d_1 zaman rölesi devre dışı kalınca gecikmeyle kapanan kontağını eski konumuna döndürmesin diye C_2 açık kontağıyla mühürleme yapılır.

Eğer start butonuna basıldığında sırasıyla önce motor yıldız bağlanıp daha sonra üç fazlı gerilimin uygulanması istenirse kumada devresinin tasarımı aşağıdaki gibi çizilir (Görsel 5.10).



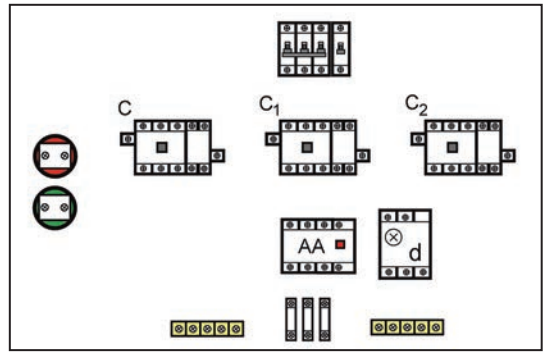
Görsel 5.10: Üç fazlı asenkron motora yıldız bağlama öncelikli, otomatik yıldız üçgen yol verme kumanda ve güç devresi

Devrenin Çalışması: Kumanda devresinde b_2 start butonuna basıldığında C_1 kontaktörü ve zaman rölesi enerjilenir. C_1 kontaktörü kapalı kontağını açıp kilitleme yaparken güç devresindeki kontaklarını kapatıp motor sargılarını yıldız bağlar. Daha sonra C_1 kontaktörü açık kontağını kapatıp C kontaktörünü enerjilendirir. C kontaktörü kendine ait C kontağını kapatıp start butonunu mühürlerken güç devresindeki kontaklarını kapatıp motora üç fazlı gerilim uygular. Motor yıldız bağlı bir şekilde ve düşük akımla kalkınmaya başlar. d_1 zaman rölesi enerjlendiği andan itibaren süreyi saymaya başlar.

d_1 zaman rölesi ayarlı olduğu süre bitince gecikmeli açılan kontağını açar ve C_1 kontaktörünün enerjisini keser. C_1 kontaktörü enerjisiz kalınca yıldız bağlantı bozulur. C_1 kilitleme kontağı eski haline dönüp (kapanıp) C_2 kontaktörünü enerjilendirir. C_2 kontaktörü kendine ait C_2 kilitleme kontağını açarak C_1 ve d_1 zaman rölesini devre dışı bırakırken güç devresindeki kontaklarıyla motoru üçgen bağlantıya geçirir. Motor üçgen çalışmaya devam eder.

1. Uygulama	ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORA YILDIZ ÜÇGEN YOL VERME

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motora yıldız üçgen yol verme kumanda ve güç devresini kurarak çalıştırmak.



Görsel 5.11: Elemanların pano içi yerleşimi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Pano ve pano gereçleri	Sac pano, kanal, ray, ray klemensi ve baralar, 1mm^2 NYAF kablo, yüksük	-
Sigorta	Bir fazlı ve üç fazlı	1 adet
Buton	Start ve stop butonu	1 adet
Kontaktör	Üç fazlı	3 adet
Röleler	Aşırı akım rölesi, zaman rölesi	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı, 380 V	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, kablo soyma pensi, tornavida takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Görsel 5.9'daki kumanda ve güç şemasına uygun pano yerleşim şemasını defterinize çiziniz.
2. Yerleşim şemasına göre gereçleri ve elemanları iş güvenliğine dikkat ederek panoya monte ediniz.
3. Kablo uçlarında pabuç ve yüksük kullanarak yerleşim şemasına uygun eleman bağlantılarını yapınız.
4. Pano montajı bitince öğretmen gözetiminde panoyu motora bağlayıp çalıştırınız.
5. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Hangi motorlara yıldız üçgen yol verilir? Açıklayınız.
2. Zaman rölesinin süresi hangi değere göre belirlenir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Yerleşim şemasının çizilmesi	25	
Sınıfı:	2. Elemanların montaj düzeni	25	
Numarası:	3. Kablo bağlantısı	25	
ÖĞRETMEN	4. Panonun çalıştırılması	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

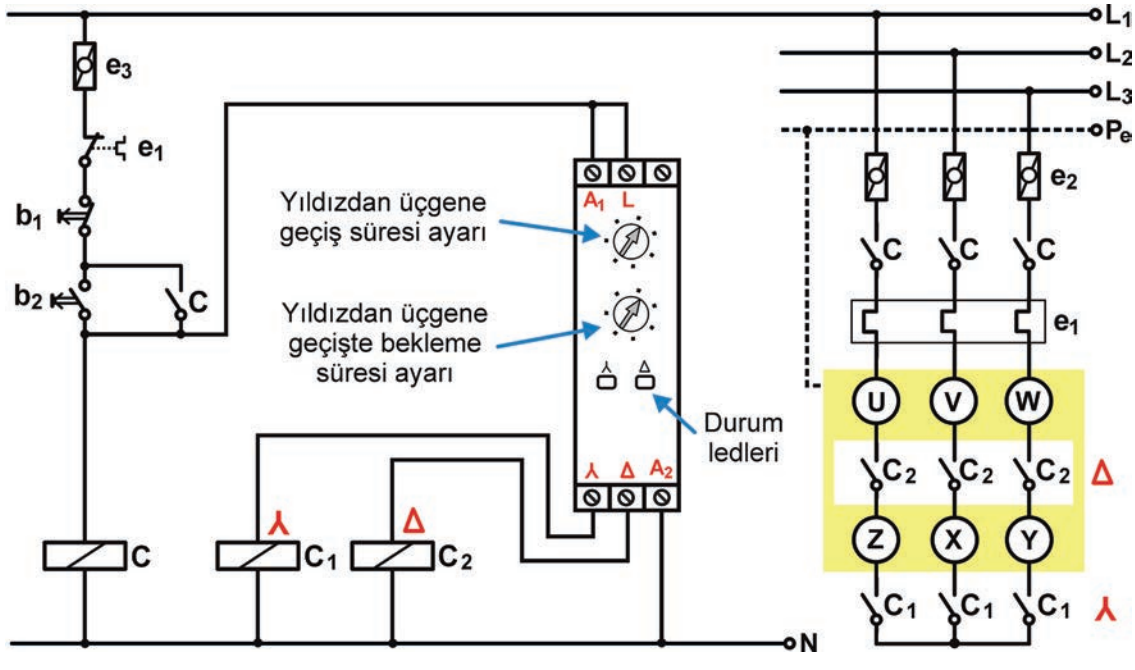
5.2.2.3. Yıldız Üçgen Röle İle Üç Fazlı Asenkron Motora Yol Verme

Yıldız üçgen röle, asenkron motorlara yıldız üçgen yol verirken kumanda devresi yerine kullanılan ve daha az yer kaplayan bir zamanlayıcı röledir. Yıldız üçgen röle üzerinde iki adet zaman ayar potansiyometresi bulunur. Birinci zaman ayarı yıldız bağlantıdan üçgene geçiş süresini belirler. İkinci zaman ayarı yıldız bağlantıdan üçgene geçişte mili saniye olarak bekleme süresini belirler. Röle üzerinde yıldız ve üçgen çalışmayı gösteren durum ledleri bulunur (Görsel 5.12).



Görsel 5.12: Çeşitli yıldız üçgen röleler

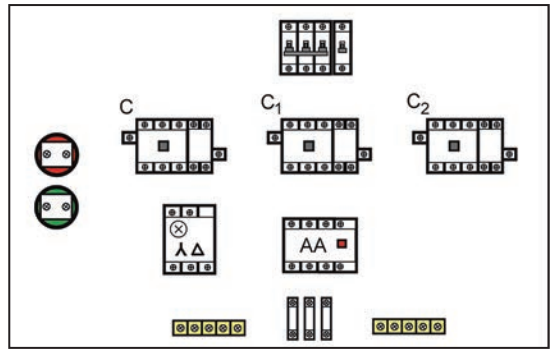
Yıldız Üçgen Rölenin Devreye Bağlanması: Yıldız üçgen rölesi sadece kumanda devresinin görevini yapar. Motorun yıldız ve üçgen sargı bağlantısını yine kontaktörlerin güç kontakları yapar. Rölenin A_1 ucuna faz iletkeni, A_2 ucuna nötr iletkeni bağlanır. Rölenin ayrıca L faz girişi vardır. Rölenin yıldız ve üçgen uçları C_1 ve C_2 kontaktör bobinlerine bağlanır. Start butonuna basıldığında röle, kontaktörler vasıtasıyla önce motoru yıldız çalıştırıp daha sonra üçgen bağlantıya geçirir (Görsel 5.13).



Görsel 5.13: Yıldız üçgen röleyle asenkron motora yol verme kumanda ve güç devresi

2. Uygulama	YILDIZ ÜÇGEN RÖLESİYLE ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORA YOL VERME

AMAÇ: Yıldız üçgen rölesiyle üç fazlı asenkron motora yol verme kumanda ve güç devresini kurarak çalıştırmak.



Görsel 5.14: Elemanların pano içi yerleşimi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Pano ve pano gereçleri	Sac pano, kanal, ray, ray klemensi ve baralar, 1mm^2 NYAF kablo, yüksük	-
Sigorta	Bir fazlı ve üç fazlı	1 adet
Buton	Start ve stop butonu	1 adet
Kontaktör	Üç fazlı	3 adet
Röleler	Aşırı akım rölesi, zaman rölesi	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı, 380 V	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, kablo soyma pensi, tornavida takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Görsel 5.13'teki kumanda ve güç şemasına uygun pano yerleşim şemasını defterinize çiziniz.
2. Yerleşim şemasına göre gereçleri ve elemanları iş güvenliğine dikkat ederek panoya monte ediniz.
3. Kablo uçlarında pabuç ve yüksük kullanarak yerleşim şemasına uygun eleman bağlantılarını yapınız.
4. Pano montajı bitince öğretmen gözetiminde panoyu motora bağlayıp çalıştırınız.
5. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Yıldız üçgen rölesi kullanmanın faydası nedir? Açıklayınız.
2. Yıldız üçgen rölesi çalıştırılmadan önce üzerinde hangi ayarlar yapılır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Yerleşim şemasının çizilmesi	25	
Sınıfı:	**2.** Elemanların montaj düzeni	25	
Numarası:	**3.** Kablo bağlantısı	25	
ÖĞRETMEN	**4.** Panonun çalıştırılması	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

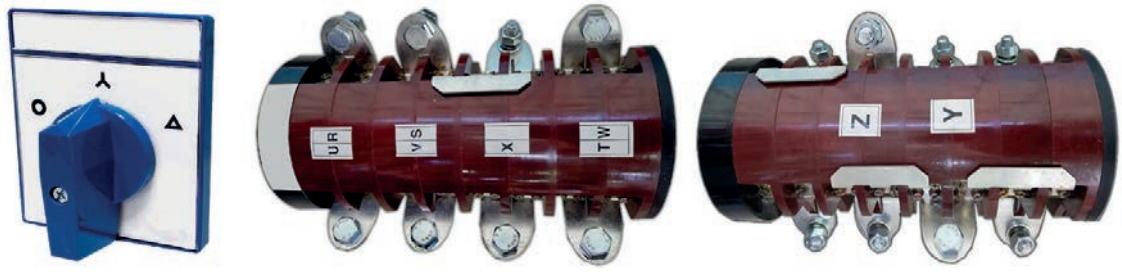
5.2.2.4. Paket Şalter ile Üç Fazlı Asenkron Motora Yıldız Üçgen Yol Verme

Yıldız üçgen paket şalter (pako şalter) asenkron motorlara elle (manuel) yıldız üçgen yol vermek için kullanılır. Yıldız üçgen yol vermede paket şalter kullanmak ekonomik olması yönünden avantajlıdır. Ancak bazı dezavantajları da vardır. Bunlar:

- Yıldız üçgen paket şalter olan devreye koruma rölesi bağlanamaz.
- Yıldızdan üçgene geçiş süresi ayarlanamaz ve tahmini olarak elle yapılır.
- Motor üçgende çalışırken şebeke enerjisi gidip tekrar geldiğinde motor üçgende başlayacağı için aşırı kalkış akımı çekecektir.

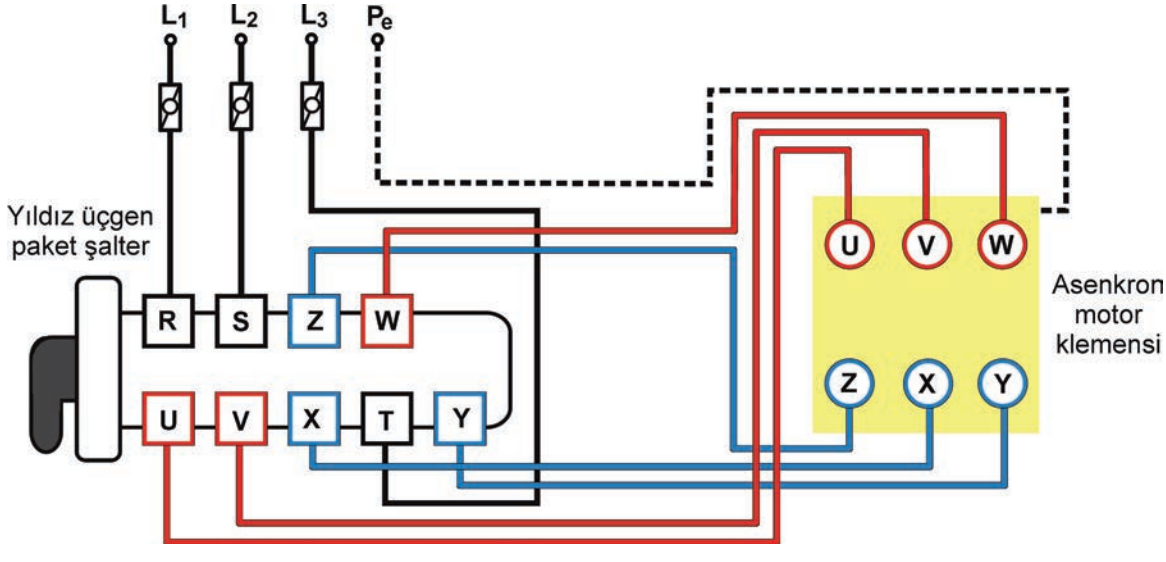
Bu dezavantajlardan dolayı çok büyük güçlü motorlarda yıldız üçgen paket şalter kullanılmaz.

Yıldız üçgen paket şalterin 9 adet bağlantı ucu bulunur. Bunlar: L1-L2-L3 (ANSI R-S-T) gerilim uçları, U-V-W (ANSI U1-V1-W1) sargı girişleri ve Z-X-Y (ANSI W2-U2-V2) sargı çıkışlarıdır. Şalter klemens vidalarının yanında bağlantı uçlarının isimleri de bulunmaktadır (Görsel 5.15).



Görsel 5.15: Yıldız üçgen paket şalter bağlantı uçları

Yıldız üçgen paket şalterin şebekeye ve asenkron motora bağlantısı yapılırken üzerinde harflerle belirtilen uçlara dikkat etmek gerekir (Görsel 5.16). Motor bağlantısı yapıldıktan sonra motor önce yıldızda çalıştırılır. Paket şalter, motor yol aldıktan sonra el ile üçgen konumuna getirilir.



Görsel 5.16: Yıldız üçgen paket şalterin şebekeye ve asenkron motor klemensine bağlantısı

3. Uygulama	YILDIZ ÜÇGEN PAKET ŞALTERLE ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORA YOL VERME

AMAÇ: Yıldız üçgen paket şalterle üç fazlı asenkron motora yol verme devresini yaparak çalıştırmak.



Görsel 5.17: Yıldız üçgen paket şalter, kablo ve asenkron motor

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Paket şalter	Yıldız üçgen, 380 V, 40 A , PVC kutu veya pano	1 adet
Sigorta	Üç fazlı	1 adet
Kablo	3x2,5 mm² NYAF kablo, yüksük	-
Asenkron motor	Üç fazlı, 380 V	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, kablo soyma pensi, tornavida takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Görsel 5.16'daki yıldız üçgen paket şalter bağlantı şemasını defterinize çiziniz.
2. Yıldız üçgen paket şalteri elektrik kazası ihtimaline karşı bir PVC kutuya veya panoya monte ediniz.
3. Kablo uçlarında pabuç ve yüksük kullanarak çizilen şemaya uygun eleman bağlantılarını iş güvenliğine uyarak yapınız.
4. Devre montajı bitince öğretmen gözetiminde motoru çalıştırınız.
5. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Yıldız üçgen paket şalter montajında dikkat edilmesi gereken hususlar nelerdir? Açıklayınız.
2. Motor çalıştırıldığında yıldız üçgen paket şalterle yıldızdan üçgene geçiş nasıl yapılır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Bağlantı şemasının çizilmesi	25	
Sınıfı:	2. Paket şalter bağlantısı	25	
Numarası:	3. Motor bağlantısı	25	
ÖĞRETMEN	4. Devrenin çalıştırılması	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

5.2.2.5. Üç Fazlı Asenkron Motora Soft Starterle Yol Verme

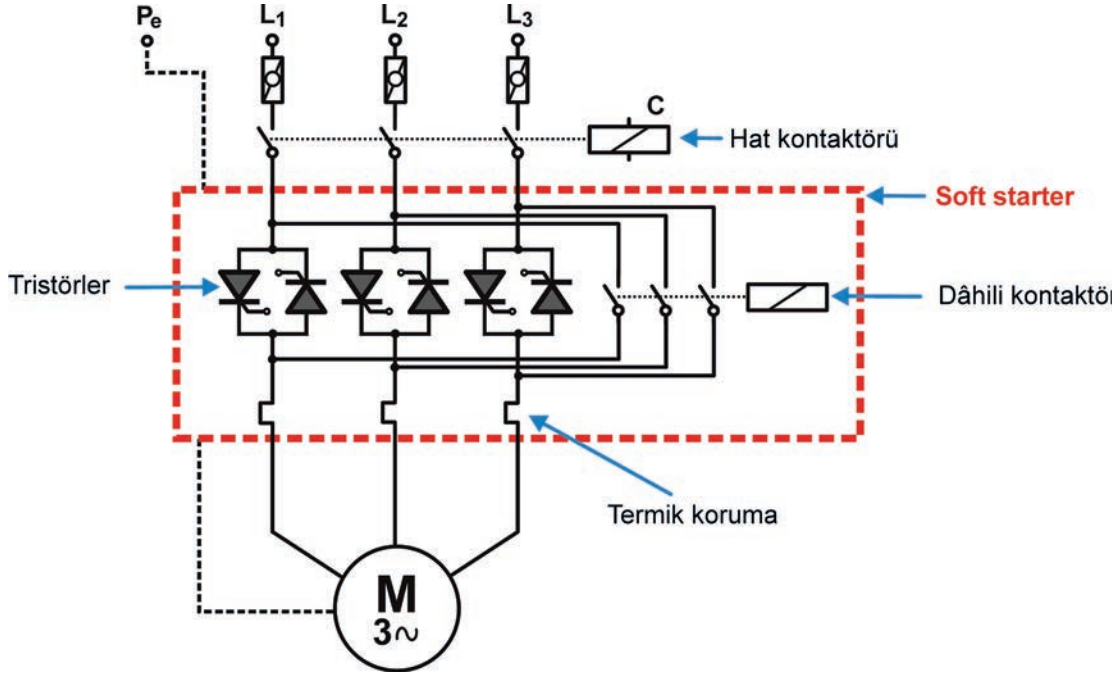
Soft starter (yumuşak yol verici) asenkron motorların kalkınma anında aşırı kalkış akımını yumuşak bir şekilde yükselterek motora yol veren elektronik bir cihazdır. Yıldız üçgen ve diğer yol verme sistemlerinde motor kalkındıktan sonra şebeke gerilimine bağlanırken darbe akımı oluşur. Soft starterde akım yavaş yavaş yükseldiği için bu darbe akımı oluşmaz. Soft starter, motor sürücüleri gibi güç elektroniği ile üretilmiş bir cihazdır. Motor sürücülerine göre maliyeti daha ucuz olduğu için oldukça yaygın olarak kullanılır. Üzerinde bulunan operatör panelindeki (keypad) tuşlarıyla kalkış akımı ve süresi ayarlanır. Ayrıca kumanda ve veri bağlantı uçlarıyla uzaktan kumanda ve haberleşme işlemi yapılabilir (Görsel 5.18).



Görsel 5.18: Çeşitli soft starterler ve soft starterin yapısı

Soft starterle yol vermede asenkron motor yumuşak başlangıç (kalkış akımını düşürme) yaptığı gibi yumuşak duruş da (frenleme) yapar. Yumuşak duruş, konveyörlü taşıma ve pompa sistemlerinde çok önemlidir. Gelişen teknolojiyle yeni soft starterlere dâhilî kontaktör, motorun termik koruması, faz kesilme koruması ve modbus haberleşme sistemi eklenmiştir.

Soft starter, içinde birbirine ters bağlanmış tristörlerle üç faz gerilim kontrolü yaparak motorun gerilimini, akımını ve torkunu değiştirir. Cihazdaki dâhilî kontaktör yol verme işleminden sonra devrede kalıp ısınmaması için görevi biten tristörleri devre dışı bırakır (Görsel 5.19).



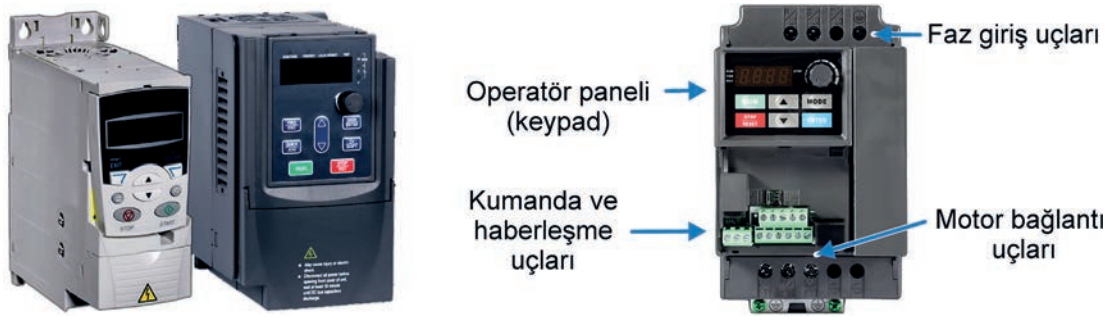
Görsel 5.19: Çeşitli soft starterler ve soft starterin yapısı

5.2.2.6. Üç Fazlı Asenkron Motora Motor Sürücü ile Yol Verme

Motor sürücü, asenkron motorlara kumanda ve kontrol işlemleri yapan ve güç elektroniğiyle üretilmiş cihazlardır. Motor sürücü aslında üzerine fonksiyonlar eklenmiş bir frekans çevirici invertördür. Motor sürücüsünün yaptığı işlemler şunlardır:

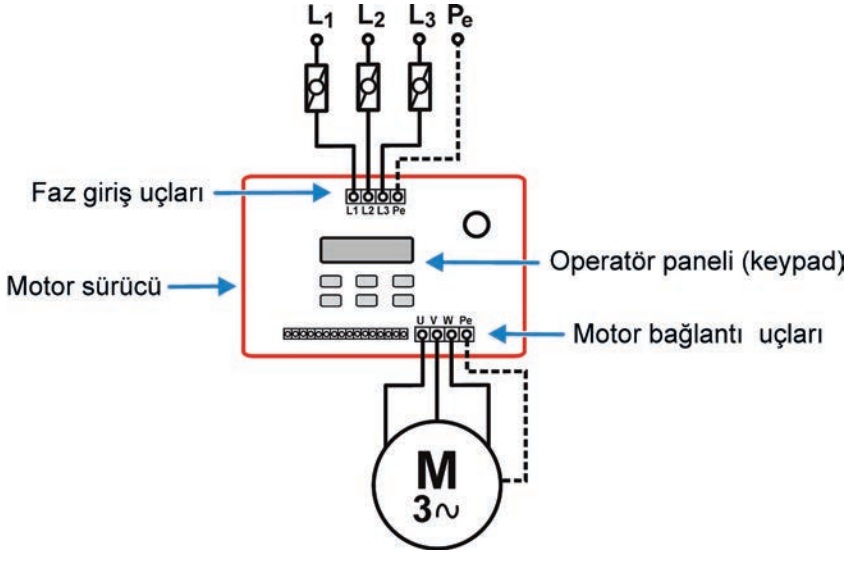
- Motora yol vererek kalkış akımını düşürür.
- İçindeki frekans invertörüyle motorun hızını değiştirir.
- Motorun dönüş yönünü değiştirir.
- Motorda frenleme yapar.

Motor sürücünün dış yapısında fonksiyon ayarları için operatör paneli (keypad), faz girişi uçları, motor bağlantı uçları, kumanda ve haberleşme bağlantı uçları bulunur (Görsel 5.20).



Görsel 5.20: Çeşitli motor sürücüler ve motor sürücünün dış yapısı

Asenkron motora yol verirken motor sürücü üzerindeki dijital göstergeli operatör panelinde tuşlarla kalkış parametreleri ayarlanır. Parametre kodlarına - paremetreler markadan markaya değişik olabildiği için- cihazın kullanma kılavuzundan bakılır. Daha sonra run/start tuşuna basıldığında motor düşük devirden başlayıp yüksek devire doğru artarak otomatik olarak yol alır. Böylece şebekeden ilk anda yüksek kalkış akımı çekilmez (Görsel 5.21).



Görsel 5.21: Üç fazlı asenkron motora motor sürücü ile yol verme

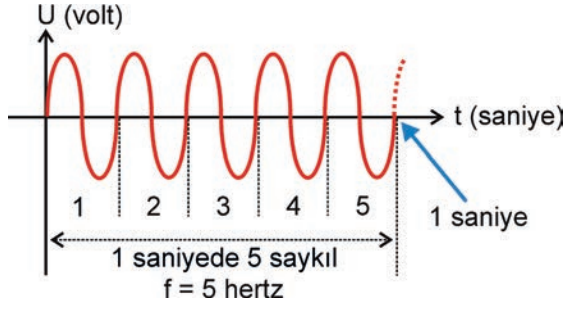
5.3. AC MOTOR SÜRÜCÜLERİ İLE DEVİR AYARI

Endüstride üretim yapan makinelerin sistemini bazen hızlandırmak veya yavaşlatmak gerekebilir. Bu işlemler, makinelerin hareket kaynağı olan asenkron motorların devir sayısı (hızı) artırılarak veya azaltılarak gerçekleştirilir. Asenkron motorlarda devir sayısını değiştirmek için üç yöntem kullanılır.

- Frekansla motorun devir sayısını değiştirme
- Mekanik dişli sistemle (redüktör) motorun devir sayısını değiştirme
- Motorun kutup sayısıyla devir sayısını değiştirme

5.3.1. Frekansla Asenkron Motorun Devir Sayısının Değişimi

AC gerilimde 1 saniye içerisinde gerçekleşen saykıl sayısına **frekans** denir (Görsel 5.22). Şebeke frekansı, santrallerdeki AC elektrik enerjisi üreten jeneratörlerde belirlenir ve bütün elektrik dağıtım şebekesinde sabittir. Türkiye, Avrupa ve çoğu Asya ülkelerinde şebeke frekansı 50 hertzdir. Amerika ve aynı kıtada bulunan ülkelerde şebeke frekansı 60 hertzdir.



Görsel 5.22: AC gerilim frekansı

Asenkron motorlarda devir sayısı frekans ve stator sargılarının kutup sayısına bağlıdır. Frekansla devir sayısı doğru orantılıdır.

Motorun devir sayısı $\mathbf{n_s = 120 \cdot f / 2p}$ formülüyle hesaplanır. Formülde;

n_s: Senkron devir sayısı,

f: Frekans,

2p: Sargıların kutup sayısıdır.

Örnek Problem: Üç fazlı, U = 380 volt gerilimli, f = 50 Hz frekanslı, stator sargıları 2p = 4 kutuplu ve senkron devir sayısı ns = 1500 d/dk olan bir asenkron motorun frekansla hızı değiştirilecektir. Buna göre:

a) Frekans 90 Hz olduğunda senkron devir sayısı kaç d/dk olur?

b) Frekans 20 Hz olduğunda senkron devir sayısı kaç d/dk olur?

Çözüm:

a) ns = 120 . f / 2p = 120 . 90 / 4 = 2700 d/dk (Frekans arttıkça motorun devir sayısı artıyor.)

b) ns = 120 . f / 2p = 120 . 20 / 4 = 600 d/dk (Frekans azaldıkça motorun devir sayısı azalıyor.)

Şebeke geriliminin frekansı 50 Hz değerinde sabit olduğuna göre motora uygulanan gerilimin frekansını değiştirmek gerekir. Motora uygulanan gerilimin frekansı elektronik sistemle değiştirilebilir.

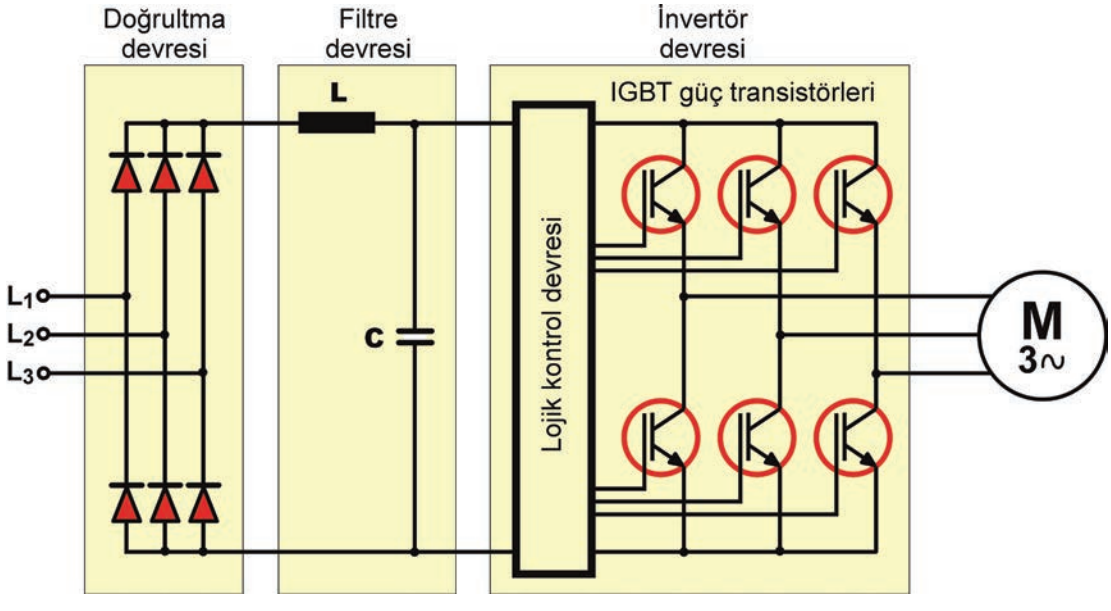
5.3.1.1. Frekans İnvertörleri

Şebeke gerilimini sabit tutup frekansını değiştiren elektronik sisteme **frekans invertörü** denir. Frekans invertörü piyasada VFD (Variable Frequency Drive) değişken frekanslı sürücü olarak isimlendirilir. Asenkron motorların devir sayısını değiştirmek için kullanılır. Ayrıca üzerine fonksiyonlar eklenmiş frekans invertörleri asenkron motor sürücüsü olarak adlandırılır (Görsel 5.23).



Görsel 5.23: Çeşitli frekans invertörleri

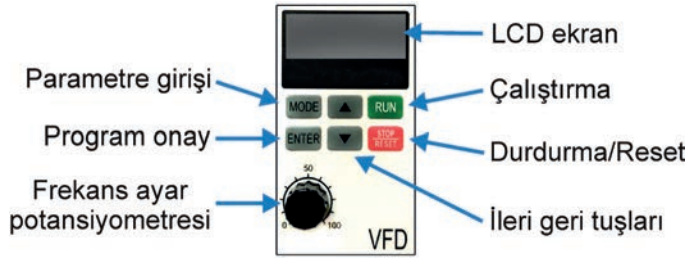
Frekans invertörü; doğrultucu, filtre devresi, lojik kontrol devresi, güç transistörlü (mosfet veya IGBT) çıkış devresinden oluşur. Frekans invertöründe üç fazlı şebekenin 380 volt AC gerilimi önce doğrultucuda DC gerilime çevrilir. DC gerilim bobin ve kondansatörle filtre edilir. Bobin, gerilim dalgalanmasını önlemede kondansatöre yardımcı olur. Filtre edilen gerilim değeri 516 volta çıkar. Çünkü kondansatör, gerilimin tepe değerine şarj olmuştur (1,36 x 380 = 516 volt). Bu DC gerilim invertör devresine gider. İnvertör kısmındaki lojik kontrol devresi güç transistörlerine değişken sinyal akımı göndererek sırayla transistörleri iletime geçirir. Güç transistörlerinin çıkışında üç fazlı yeni bir 380 volt AC gerilim oluşur. Lojik kontrol devresindeki potansiyometre ile sinyal akımının değişkenliği ayarlanarak bu AC gerilimin frekansı değiştirilir. İnvertöre bağlı olan asenkron motorun frekansla devir sayısı değiştirilir (Görsel 5.24).



Görsel 5.24: Frekans invertörünün yapısı ve çalışması

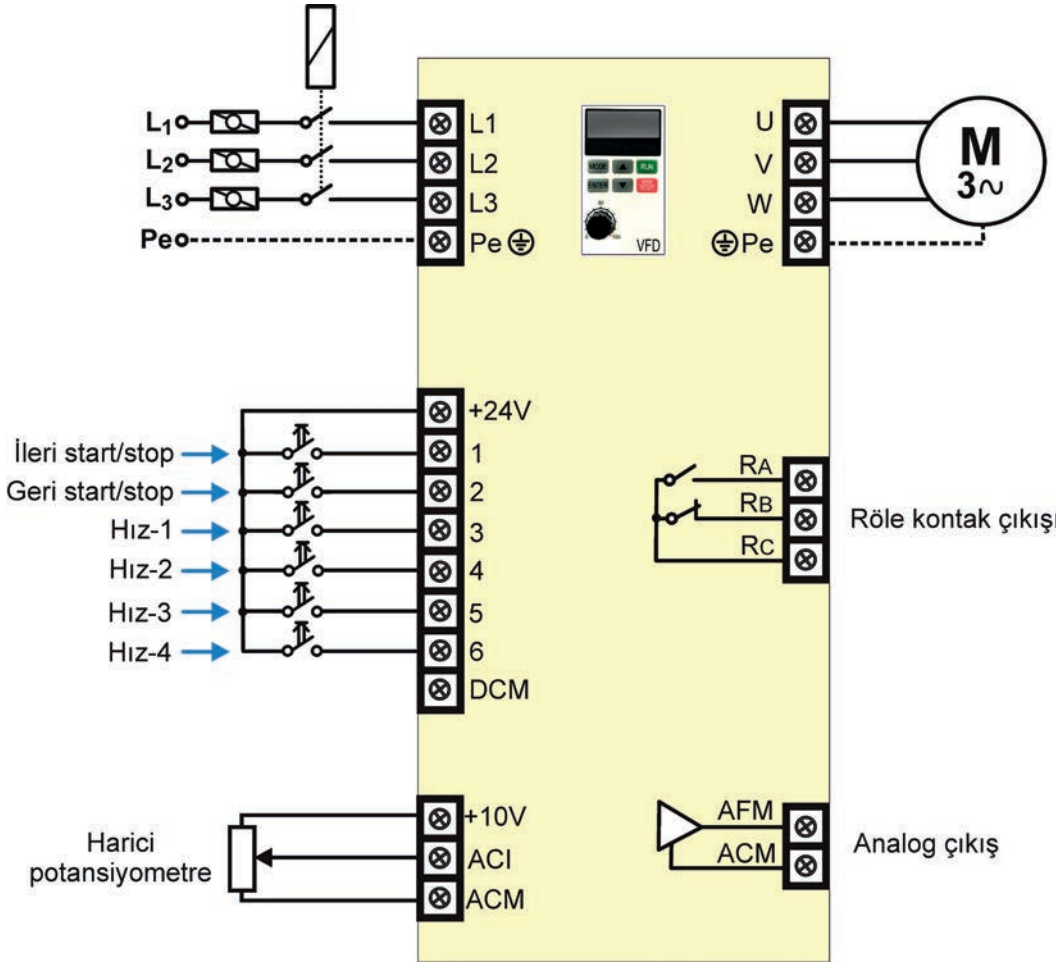
5.3.1.2. Frekans İnvertörü ile Asenkron Motorun Devir Sayısını Değiştirme

Frekans invertöründe keypad kullanarak asenkron motorun devir sayısını değiştirmek için görsel 5.26'daki gibi şebeke ve motor bağlantısı yapılır. Daha sonra MODE tuşuyla frekans parametresi seçilip ENTER tuşuna basılır. Son olarak RUN tuşuna basılarak motor çalışmaya hazır hâle gelir. Potansiyometre ile frekans değiştirildiğinde motorun devir sayısı da değişir. Ayrıca parametreler ayarlanarak herhangi bir frekans değerinde motor çalıştırılabilir (Görsel 5.25).



Görsel 5.25: İnvetörde keypad ve yapısı

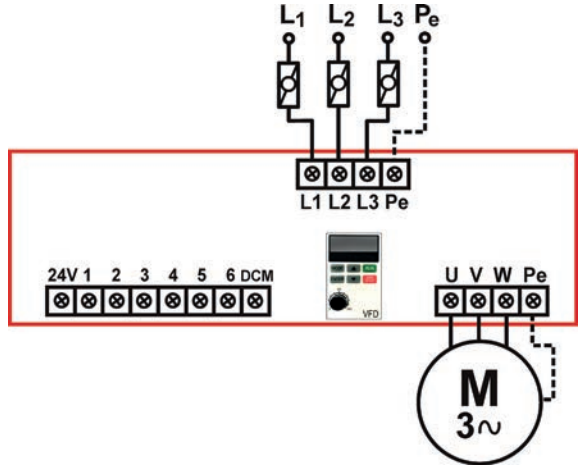
Frekans invertörünü butonlarla dışardan çalıştırmak için görsel 5.26'daki gibi buton bağlantısı yapılır. Keypad tuşlarıyla cihazın kullanma kılavuzundaki parametreler girilir ve RUN tuşuna basılır. Start butonlarıyla ileri ve geri butonlarıyla motor çalıştırılır. Harici potansiyometre bağlanarak frekans ayarı yapılabilir.



Görsel 5.26: Frekans invertörünün bağlantısı

4. Uygulama	İNVERTÖRDE KEYPAD KULLANARAK ASENKRON MOTORUN ÇALIŞTIRILMASI

AMAÇ: İnvertörde keypad kullanarak asenkron motoru çalıştırmak.



Görsel 5.27: İnvertörün asenkron motora bağlantısı

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Frekans invertörü	VFD 380 V	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı, 380 V	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, kablo soyma pensi, tornavida takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Uygulama malzemelerini öğretmeninizden temin ediniz.
2. İş güvenliği kurallarına dikkat ederek görsel 5.27'deki invertör ve motor bağlantısını yapınız.
3. Öğretmen gözetiminde invertöre enerji uygulayınız. Keypad tuşlarıyla cihazın kullanım kılavuzundaki parametreleri yazıp RUN tuşuna basınız.
4. Keypad üzerindeki potansiyometre veya ileri geri tuşlarıyla motoru önce düşük frekansta, daha sonra yüksek frekansta çalıştırıp devir sayısını gözlemleyiniz.
5. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

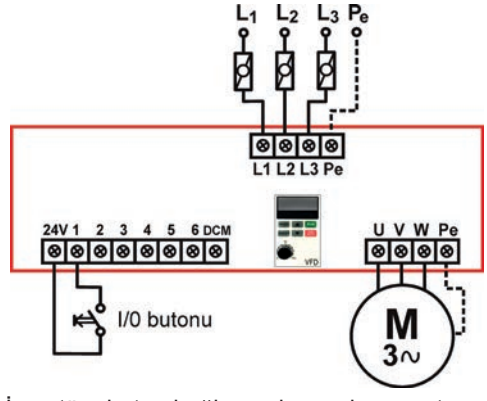
SORULAR

1. Frekansla devir sayısı değişimi arasındaki bağıntı nasıldır? Açıklayınız.
2. Frekans invertörüyle asenkron motora nasıl yol verilir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. İnvetrörün kablo bağlantısı	40	
Sınıfı:	2. Keypad'e parametre girişi	30	
Numarası:	3. Motor bağlantısı	30	
ÖĞRETMEN	TOPLAM PUAN	100	
Adı ve Soyadı:			
İmza:			

5. Uygulama	İNVERTÖRE BUTON BAĞLANTISI YAPARAK ASENKRON MOTORUN I/O ÇALIŞTIRILMASI

AMAÇ: İnvertöre buton bağlantısı yaparak asenkron motoru çalıştırıp durdurmak.



Görsel 5.28: İnvertöre buton bağlayarak asenkron motorun çalıştırılması

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Frekans invertörü	VFD 380 volt	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı, 380 V	1 adet
Start butonu	Kumanda butonu	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, kablo soyma pensi, tornavida takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Uygulama malzemelerini öğretmeninizden temin ediniz
2. İş güvenliği kurallarına dikkat ederek görsel 5.28'deki invertör ve motor bağlantısını yapınız. Start butonu bağlantısını yapınız.
3. Öğretmen gözetiminde invertöre enerji uygulayınız. Butonu kullanabilmek için keypad tuşlarıyla cihazın kullanım klavuzundaki parametreleri yazıp RUN tuşuna basınız.
4. Butona basarak motoru çalıştırınız. Butona tekrar basarak motoru durdurunuz.
5. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. İnvertörü kumanda etmek için neden dışarıdan buton bağlanır? Açıklayınız.
2. İnvertöre butonlar bağlayarak değişik frekans değerleri motora uygulanabilir mi? Açıklayınız.

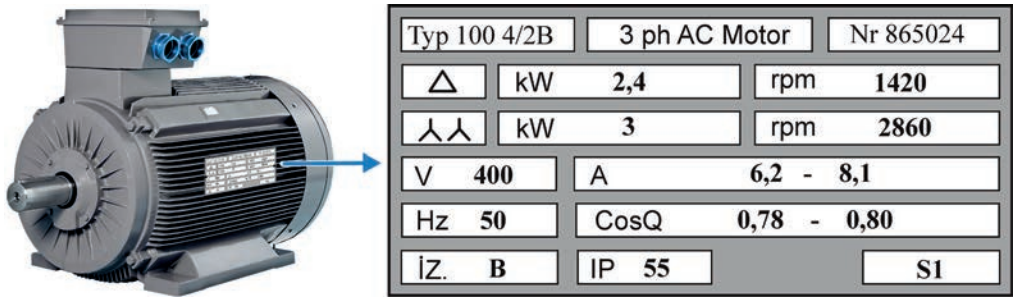
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** İnvertörün kablo bağlantısı	25	
Sınıfı:	**2.** Buton bağlantısı	25	
Numarası:	**3.** Keypade parametre girişi	25	
ÖĞRETMEN	**4.** Motorun çalıştırılması	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

5.4. ÇİFT DEVİRLİ ASENKRON MOTORLARA YOL VERME YÖNTEMLERİ

Asenkron motorlarda devir değiştirme yöntemlerinden biri de motorun stator sargılarının kutup sayısını değiştirmektir. Sargıları iki farklı kutup sayısına sahip motorlara **çift devirli asenkron motor** denir.

5.4.1. Çift Devirli Asenkron Motorun Özellikleri ve Kullanım Alanları

Çift devirli (dahlender sargılı) asenkron motorların yapısı stator sargısı dışında tek devirli asenkron motorlara benzer. Bu motorların etiketinde iki farklı devir sayısı belirtilir (Görsel 5.29).



Görsel 5.29: Çift devirli asenkron motor ve etiketi

Asenkron motorlarda $n_s = 120 \cdot f / 2p$ formülünde görüldüğü gibi devir sayısı (hız), kutup sayısıyla ters orantılıdır.

Örnek Problem: Üç fazlı, U = 380 volt gerilimli, f = 50 Hz frekanslı bir asenkron motorun frekansla hızı değiştirilecektir. Buna göre:

a) Stator sargıları 2p = 4 kutuplu olduğunda senkron devir sayısı kaç d/dk olur?

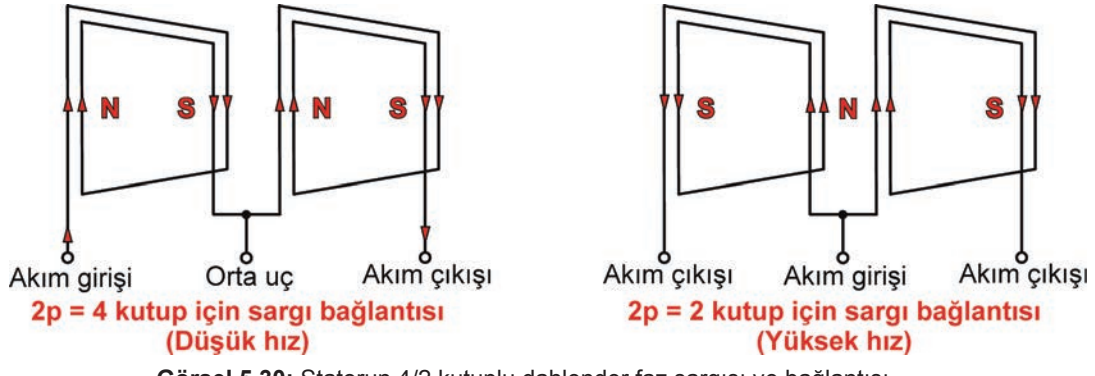
b) Stator sargıları 2p = 2 kutuplu olduğunda senkron devir sayısı kaç d/dk olur?

Çözüm:

a) $n_s = 120 \cdot f / 2p = 120 \cdot 50 / 4 = 1500$ d/dk (2p arttıkça motorun devir sayısı azalıyor.)

b) $n_s = 120 \cdot f / 2p = 120 \cdot 50 / 2 = 3000$ d/dk (2p azaldıkça motorun devir sayısı artıyor.)

Çift devirli asenkron motorlarda farklı hızlar için iki ayrı sargı kullanılması sargı uçlarının sayısını artıracağından kullanımı kolay değildir. Bu yüzden tek stator sargısının ortalarından uçlar çıkarılır ve sargı uçlarının bağlantısı değiştirilerek iki farklı kutup sayısı/hız elde edilir. Bu tip sargılara **dahlender sargı (çift devirli)** denir (Görsel 5.30). Dahlender sargılı motorlarda kutup sayısı iki kat olacak şekildedir (4/2 kutuplu, 8/4 kutuplu). Bunun dışında 8/6 kutuplu olacak şekilde sarılan stator sargılarına **pam sargısı** denir.

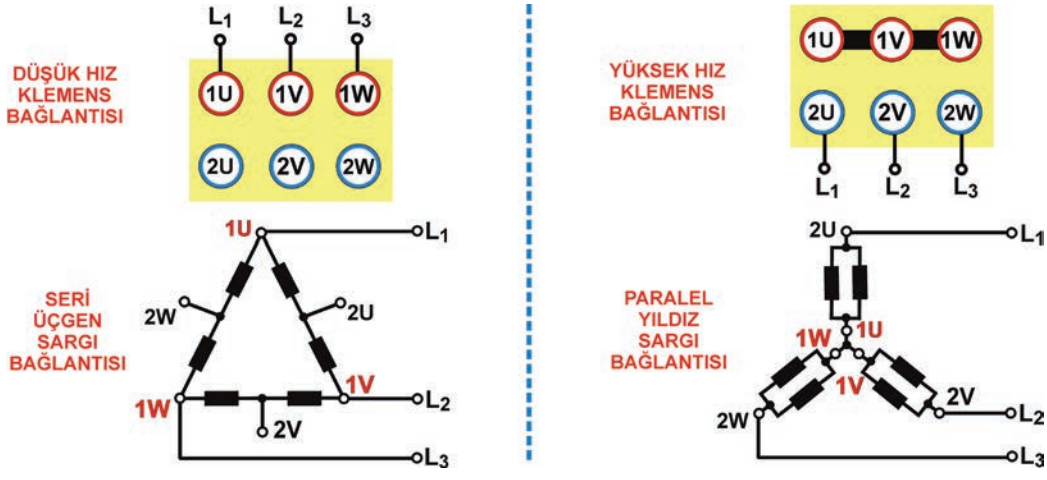


Görsel 5.30: Statorun 4/2 kutuplu dahlender faz sargısı ve bağlantısı

Çift devirli dahlender sargılı motorlar sanayide kompresörlerde, pompa sistemlerinde, fan sistemlerinde, konveyörlerde, takım tezgâhlarında ve iki farklı hız istenen her yerde kullanılır. Dahlender sargılı motorlar sabit momentli ve değişken momentli olmak üzere ikiye ayrılır. Sabit moment elde etmek için sargılar kendi içinde Δ/YY, değişken moment için sargılar ise kendi içinde Y/YY bağlanır. Kompresör ve takım tezgâhları gibi yerlerde sabit moment gerekirken; pompa ve fan sistemleri gibi yerlerde motorun değişken momentli olması istenir. Her iki motorda da düşük ve yüksek hız klemens bağlantısı aynıdır.

5.4.1.1. Sabit Momentli Dahlender Motorda Δ/YY Sargı Bağlantısı

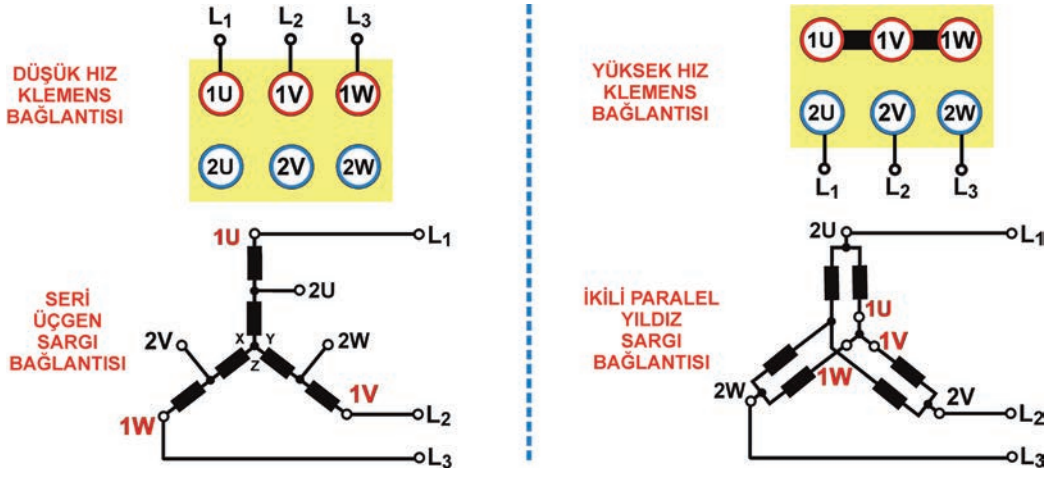
Sabit momentli dahlender motorda düşük hızda seri dirençlerden dolayı az akım çekildiğinde güç düşer. Yüksek hızda ise paralel dirençlerden dolayı çok akım çekildiği için güç artar. Böylece hıza göre moment sabit kalır (Görsel 5.31).



Görsel 5.31: Dahlender motorun seri üçgen (Δ) ve paralel yıldız (YY) bağlantısı

5.4.1.2. Değişken Momentli Dahlender Motorda Y/YY Sargı Bağlantısı

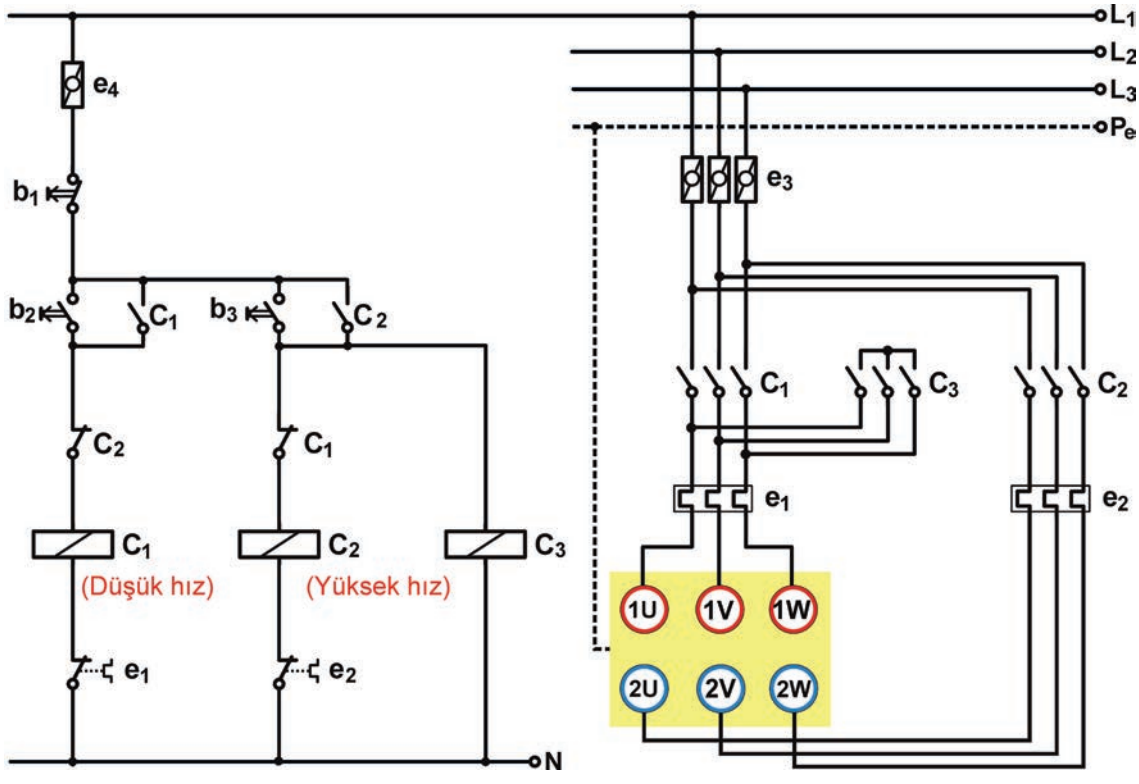
Değişken momentli dahlender motorda motorun hızı değiştikçe motora bağlı yüke göre çekilen akım, güç ve moment değişir (Görsel 5.32).



Görsel 5.32: Dahlender motorun seri yıldız (Y) ve ikili paralel yıldız (YY) bağlantısı

5.4.2. Çift Devirli Asenkron Motorun Çalıştırılması

Çift devirli asenkron motora yol vermek için önce kumanda ve güç şeması çizilir (Görsel 5.33). Daha sonra kumanda ve güç şemasına uygun pano bağlantısı yapılır. Motorun yüksek hızda ve düşük hızda dönmesi için şebeke ve klemens bağlantılarını devredeki kontaktörlerin güç kontakları yapar.



Görsel 5.33: Çift devirli sabit momentli asenkron motora yol verme kumanda ve güç şeması

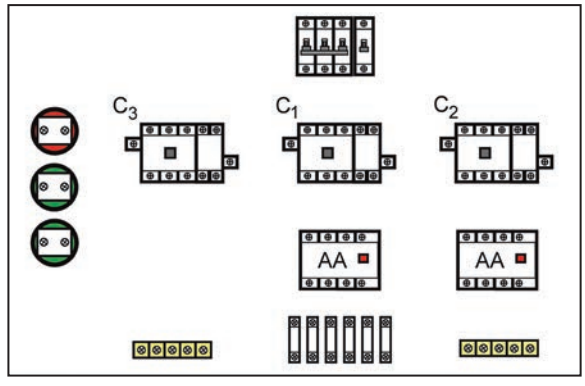
Devrenin Çalışması: b_2 start butonuna basıldığında C_1 kontaktörü enerjilenir. C_1 kontaktörü kumanda devresindeki kontaklarının konumunu değiştirip mühürleme ve kilitleme yapar. Güç devresindeki C_1 güç kontakları kapanınca üç fazlı gerilim motorun 1U, 1V, 1W uçlarına uygulanır. Klemens kutusunda 2U, 2V, 2W uçları boş kaldığı için motor sargıları kendi içinde seri üçgen bağlanır ve motor düşük hızda döner.

b_1 stop butonuna basıldığında C_1 kontaktörünün enerjisi kesilirken bütün kontaklar eski konumuna döner. Kumanda devresinde mühürleme ve kilitleme bozulurken güç devresindeki kontaklar tekrar açıldığı için motor durur.

b_3 start butonuna basıldığında C_2 ve C_3 kontaktörü enerjilenir. C_2 kontaktörü kumanda devresindeki kontaklarının konumunu değiştirip mühürleme ve kilitleme yapar. Güç devresinde C_2 ve C_3 kontaktörünün güç kontakları kapanır. C_2 güç kontakları kapandığında üç fazlı gerilim motorun 1U, 1V, 1W uçlarına uygulanır. C_3 güç kontakları kapandığında ise 2U, 2V, 2W uçları birleştirir. Bu durumda motor sargıları kendi içinde paralel yıldız bağlandığı için motor yüksek hızda döner.

6. Uygulama	ÇİFT DEVİRLİ ASENKRON MOTORUN ÇALIŞTIRILMASI

AMAÇ: Çift devirli asenkron motorun kumanda ve güç devresini kurarak çalıştırmak.



Görsel 5.34: Elemanların pano içi yerleşimi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Pano ve pano gereçleri	Sac pano, kanal, ray, ray klemensi ve baralar, 1mm² NYAF kablo, yüksük	-
Sigorta	Bir fazlı ve üç fazlı	1 adet
Buton	İki adet start ve bir adet stop butonu	3 adet
Kontaktör	Üç fazlı	3 adet
Röleler	Aşırı akım rölesi	2 adet
Asenkron motor	Çift devirli (dahlender), üç fazlı, 380 V	-
El aletleri	Pense, yan keski, kablo soyma pensi, tornavida takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Görsel 5.33'teki kumanda ve güç şemasına uygun pano yerleşim şemasını defterinize çiziniz.
2. Yerleşim şemasına göre gereçleri ve elemanları iş güvenliğine dikkat ederek panoya monte ediniz.
3. Kablo uçlarında pabuç ve yüksük kullanarak yerleşim şemasına uygun eleman bağlantılarını yapınız.
4. Pano montajı bitince öğretmen gözetiminde panoyu motora bağlayıp çalıştırınız.
5. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Çift devirli asenkron motorda düşük ve yüksek hız klemens bağlantısı nasıl yapılır? Açıklayınız.
2. Çift devirli motorda neden iki adet aşırı akım rölesi kullanılır? Açıklayınız.

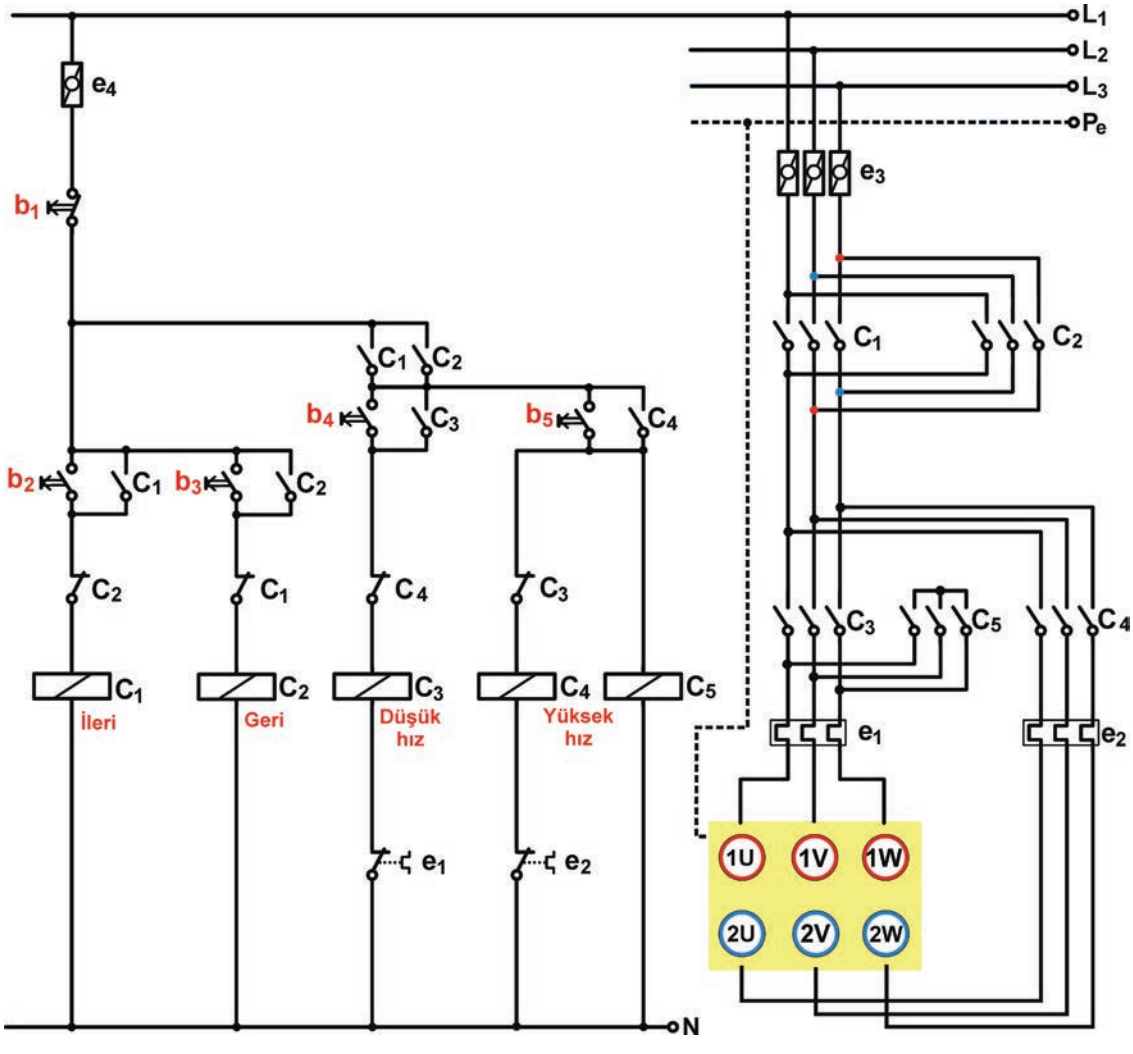
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Yerleşim şemasının çizilmesi	25	
Sınıfı:	2. Elemanların montaj düzeni	25	
Numarası:	3. Kablo bağlantısı	25	
ÖĞRETMEN	4. Panonun çalıştırılması	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

5.4.3. Çift Devirli Asenkron Motorun Devir Yönünün Değiştirilmesi

Çift devirli motorların düşük ve yüksek hızda devir yönünü değiştirmek mümkündür.

Devrenin Çalışması: Çift devirli motoru ileri yönde düşük hızlı çalıştırmak için önce b_2 butonuna basılır. C_1 kontaktörü güç devresindeki kontaklarını kapatarak motora normal üç fazlı gerilim uygular. Daha sonra b_4 butonuna basıldığında C_3 kontaktörünün güç kontakları üç fazlı gerilimi motorun 1U, 1V, 1W uçlarına uygular ve motor düşük hızda ileri yönde döner. b_1 stop butonuna basılıp motor durdurulur. Yeniden sırayla b_2 ve b_5 butonlarına basıldığında C_1, C_4 ve C_5 kontaktörleri enerjilenir. Üç fazlı gerilim 1U, 1V, 1W uçlarına uygulanıp 2U, 2V, 2W uçları birleşir ve motor yüksek hızda ileri yönde döner.

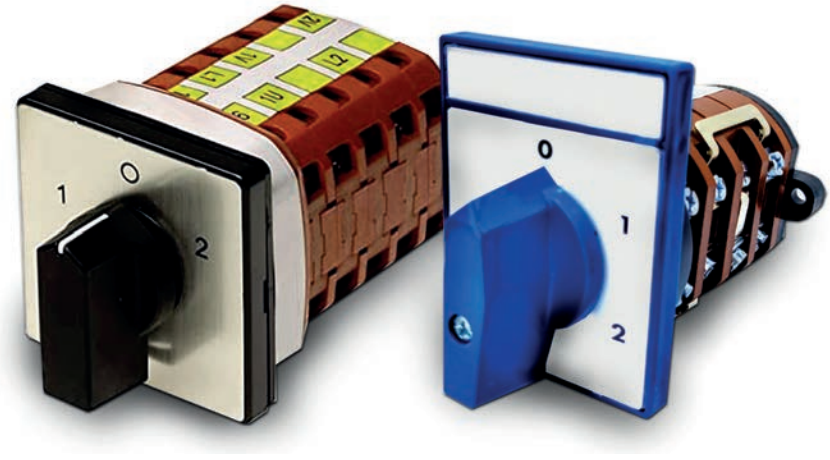
Çift devirli motoru geri yönde düşük hızda çalıştırmak için önce b_3 butonuna daha sonra b_4 butonuna basılır. C_2 ve C_3 kontaktörleri enerjilenip kontaklarını değiştirerek motoru geri yönde düşük hızda çalıştırır. b_1 stop butonuna basılıp motor durdurulur. Yeniden sırayla b_3 ve b_5 butonlarına basıldığında C_2, C_4 ve C_5 kontaktörleri kontaklarını değiştirerek motoru geri yönde, yüksek hızda çalıştırır (Görsel 5.35).



Görsel 5.35: Çift devirli (dahlender) asenkron motorun devir yönü değiştirme kumanda ve güç şeması

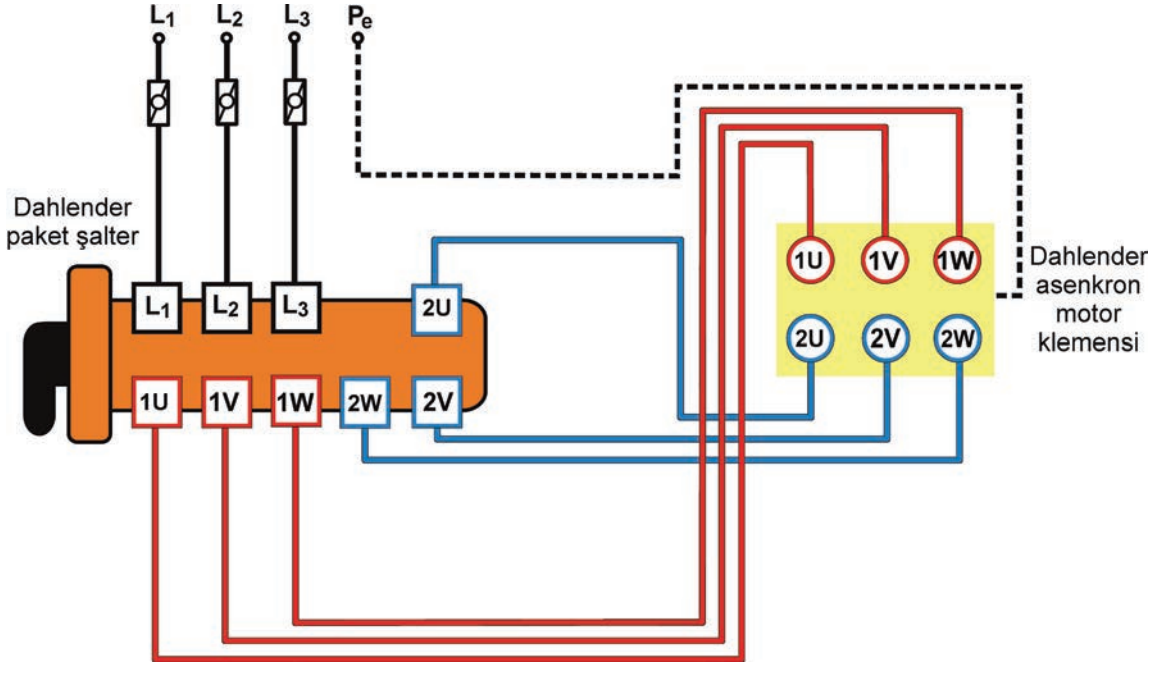
5.4.4. Çift Devirli Asenkron Motorun Paket Şalterle Çalıştırılması

Çift devirli (dahlender) motorları çalıştırmak için kullanılan paket şalterlere **dahlender paket şalter** denir. Dahlender paket şalter 0, 1, 2 olmak üzere üç konuma sahiptir. Bazı şalterlerde 0 konumu ortada, 1 ve 2 konumu sağ ve soldayken, bazı şalterlerde ise konumlar 0, 1, 2 şeklinde sıralanır (Görsel 5.36).



Görsel 5.36: Dahlender paket şalterler

Dahlender Paket Şalterin Bağlantısı: Dahlender paket şalterin 9 adet bağlantı ucu bulunur. Bunlar L1-L2-L3 (R-S-T) gerilim uçları, 1U-1V-1W düşük hız sargı girişleri, 2U-2V-2W yüksek hız sargı girişleridir. Şalter klemens vidalarının yanında bağlantı uçlarının isimleri yazmaktadır. Yıldız üçgen paket şalter şebekeye ve asenkron motora bağlanırken üzerinde harflerle belirtilen uçlara göre yapılır. Bağlantı yapıldıktan sonra motor önce 1 konumunda düşük hızda çalıştırılır. Şalter 2 konumuna getirildiğinde motor yüksek hızda çalışır (Görsel 5.37).



Görsel 5.37: Çift devirli (dahlender) asenkron motorun paket şalterle çalıştırılması

7. Uygulama	ÇİFT DEVİRLİ ASENKRON MOTORUN PAKET ŞALTERLE ÇALIŞTIRILMASI

AMAÇ: Çift devirli (dahlender) asenkron motoru paket şaltere bağlayıp motoru çalıştırmak.



Görsel 5.38: Dahlender paket şalter, kablo ve çift devirli motor

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Paket şalter	Dahlender, 380 V, 40 A , PVC kutu veya pano	1 adet
Sigorta	Üç fazlı	1 adet
Kablo	3x2,5 mm2 NYAF kablo, yüksük	-
Asenkron motor	Çift devirli (dahlender), üç fazlı, 380 V	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, kablo soyma pensi, tornavida takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Görsel 5.37'deki yıldız üçgen paket şalter bağlantı şemasını defterinize çiziniz.
2. Yıldız üçgen paket şalteri elektrik kazası ihtimaline karşı bir PVC kutuya veya panoya monte ediniz.
3. Kablo uçlarında pabuç ve yüksük kullanarak çizilen şemaya uygun eleman bağlantılarını iş güvenliğine uyarak yapınız.
4. Devre montajı bitince öğretmen gözetiminde motoru çalıştırınız.
5. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Dahlender paket şalter montajında dikkat edilmesi gereken hususlar nelerdir? Açıklayınız.
2. Dahlender motoru paket şalterle çalıştırmak için kablo bağlantıları nasıl olmalıdır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Bağlantı şemasının çizilmesi	25	
Sınıfı:	2. Paket şalter bağlantısı	25	
Numarası:	3. Motor bağlantısı	25	
ÖĞRETMEN	4. Devrenin çalıştırılması	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. ( ) Asenkron motorlarda kalkış akımının büyüklüğü motorun gücüne bağlıdır.

2. ( ) Sargıları üçgen çalışan bir motor, yıldız bağlandığında 1/3 oranında daha az akım çeker.

3. ( ) Yıldız üçgen yol vermede yıldızdan üçgene geçiş süresi tahmini olarak yapılır.

4. ( ) Asenkron motor sürücü fonksiyonları artırılmış bir frekans invertörüdür.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Asenkron motora uygulanan AC gerilimin frekansı artınca motorun ……..……..…….. artar.

6. Frekans invertöründe parametre değerini girmek için ……..……..…….. kullanılır.

7. Asenkron motora uygulanan AC gerilimin frekansı artınca motorun ……..……..……... artar.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

8. Aşağıdakilerden hangisi asenkron motorda devir sayısı formülüdür?

A) f = 1 / T

B) P = U . I . CosQ

C) ns = 120 . f / 2p

D) I = U / R

E) S = U . I

9. Sabit momentli dahlender motor sargısının düşük ve yüksek hız bağlantısı aşağıdakilerden hangisidir?

A) Y/Δ

B) Δ/Y

C) ΔΔ/Y

D) YY/Δ

E) Δ/YY

10. Aşağıdakilerden hangisi üç fazın bağlandığı dahlender motorun düşük hız klemens uçlarıdır?

A) 1U-1V-1W

B) 2U-2V-2W

C) L1-L2-L3

D) X-Y-Z

E) R-S-T

ASENKRON MOTORLARDA FRENLEME

6. ÖĞRENME BİRİMİ



KONULAR

6.1. FRENLEME SİSTEMLERİ
6.2. BALATALI FRENLEME SİSTEMLERİ
6.3. DİNAMİK FRENLEME SİSTEMLERİ

TEMEL KAVRAMLAR

motor frenleme, balatalı frenleme, dinamik frenleme, dinamik frenleme hesabı

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Frenleme sisteminin özelliklerini
- Üç fazlı asenkron motora balatalı frenleme sistemlerini
- Üç fazlı asenkron motora dinamik frenleme sistemlerini

Hazırlık Çalışmaları

1. **Hareket eden bir cisim nasıl frenlenerek durdurulur? Düşüncelerinizi ifade ediniz.**
2. **Hangi araçlarda fren bulunur? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.**

6.1. FRENLEME SİSTEMLERİ

Hareketli makinelerin ani ve güvenli bir şekilde durmasını frenleme sistemleri sağlar.

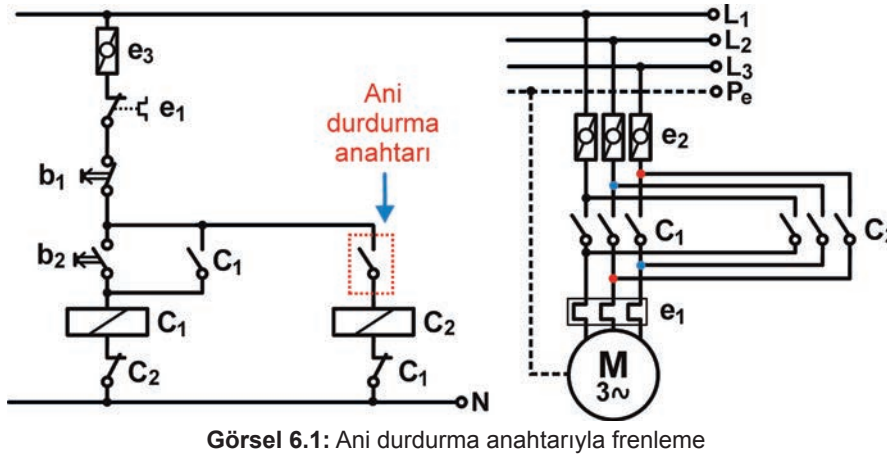
6.1.1. Frenlemenin Önemi ve Kullanım Alanları

Çalışan bir asenkron motorun enerjisi kesildiğinde kazandığı ataletten dolayı motor mili bir süre daha dönmeye devam eder. Bu dönme süresi, büyük güçlü motorlarda biraz daha uzundur. Enerji kesildiğinde motor milinin dönmeye devam etmesi çalışma tezgâhlarında çeşitli iş kazalarına ve imalatın zarar görmesine sebep olabilir. Motorların enerjisi kesildikten sonra motor milinin aniden durdurulmasına **frenleme** denir. Asenkron motorlarda frenleme sistemi; asansörlerde, vinçlerde, takım tezgâhlarında, ağaç işleme sanayisinde, konveyörlerde, matbaa makinelerinde ve asenkron motorla çalışan bütün makinelerde kullanılır. Asenkron motorlarda kullanılan frenleme sistemleri iki tanedir. Bunlar:.

a) Balatalı Frenleme Sistemi: Balataların motor milini sıkıştırmasıyla motoru frenleyen sistemdir.

b) Dinamik Frenleme Sistemi: Motor sargılarında doğru akım dolaştırarak motoru frenleyen sistemdir.

Ani Durdurma Anahtarıyla Frenleme Sistemi: Bu sistemde motor enerjisi kesildikten sonra motor uçlarına iki fazın yeri değiştirilmiş üç fazlı gerilim uygulanır. Motor ters dönmek isterken büyük bir kuvvetle karşılaşır ve aniden durur (Görsel 6.1). Frenleme anında şebekeden aşırı akım çekilmesiyle gerilim dalgalanmasının meydana gelmesi bu sistemin sakıncasıdır.



Görsel 6.1: Ani durdurma anahtarıyla frenleme

Motor Sürücüyle (VFD) Frenleme Sistemi: Motor sürücülerin bir özelliği de motora fren yaptırabilmesidir. Enerjisi kesildikten sonra kazandığı ataletle dönen motorun ürettiği enerji, sürücüde DC gerilime çevrilir. Bu DC gerilim, sürücüye bağlı güçlü bir fren direnci tarafından harcanınca motor aniden durur (Görsel 6.2).



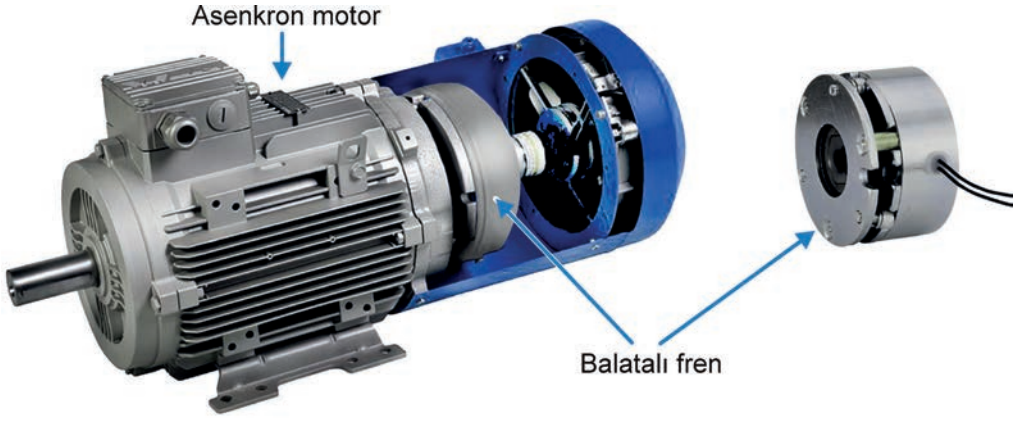
Görsel 6.2: Motor sürücü ve fren bobini

6.2. BALATALI FRENLEME SİSTEMLERİ

Taşıtlarda kullanılan balatalı frenleme sistemleri elektrik motorlarında da kullanılmaktadır. Fren balatası, hareketli makinelerin sürtünerek durmasında kullanılan ve aşınmaya dayanıklı sert bir elemandır. Elektrik motorlarında motorun enerjisi kesildikten sonra milin kazandığı ataletle dönmeye devam eder. Bunu önlemek için elektromanyetik sistemle çalışan balatayla frenleme yapılır.

6.2.1. Üç Fazlı Asenkron Motora Balatalı Frenleme Sisteminin Kurulması

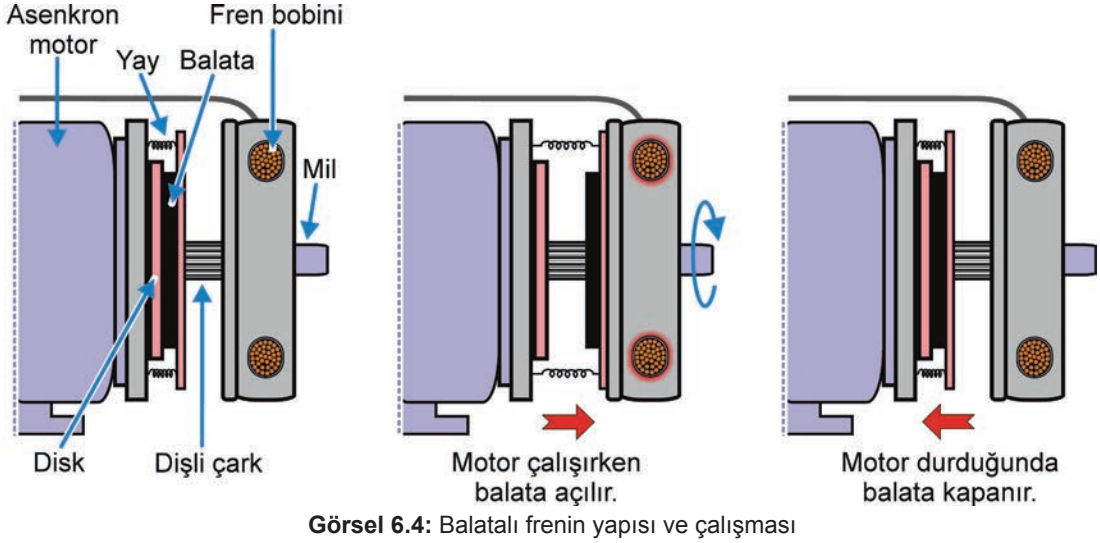
Balatalı frenleme sistemi asenkron motorun mili üzerine monte edilecek şekilde tasarlanmıştır. Balatalı fren, elektromanyetik bobin ve yaylı mekanizmayla hareket ederek frenleme işlemi yapar (Görsel 6.3).



Görsel 6.3: Balatalı fren sistemli asenkron motor

Balatalı fren mekanizmasının yapısında DC gerilimle çalışan fren bobini, balata, dişli çark, disk ve yaylı mekanizma bulunur. Motor güçlerine göre fren bobini gerilim değeri; DC 24 V, 48 V, 110 V veya 220 V olabilir. Motor durgun haldeyken yay kuvvetiyle disk ve balata pabucu yapışık olduğu için mil bloke edilmiştir. Motor çalıştığında balatalar açılır.

Motora enerji verildiğinde önce fren bobini, daha sonra motor enerjilenir. Fren bobinine DC gerilim uygulanınca bobin nüvesi mıknatıslanarak dişli çark üzerinde hareket eden balatayı kendine doğru çeker. Diskle beraber motor mili serbest kalır ve motor dönmeye başlar. Motorun enerjisi kesildiğinde fren bobinin de enerjisi kesilir. Motor mili kazandığı hareketle dönmek isterken yay mekanizması, disk ve balataları birbirine yapıştırıp sürtünmeyle milin dönmesini engeller (Görsel 6.4).



Görsel 6.4: Balatalı frenin yapısı ve çalışması

Balatalı frenleme sisteminde bobin arızası veya mekanik arıza durumunda mil bloke edildiği için motor dönemez. Bu durumda motor şebekeden aşırı akım çekeceği için sigortalar devreyi açar. Bu şekilde olumsuz durumlar için fren balatasını elle (manuel) serbest bırakan sistem kullanılır. Fren balatalarını elle açma sistemi özellikle asansör ve vinç sistemindeki motorlarda kullanılır (Görsel 6.5).



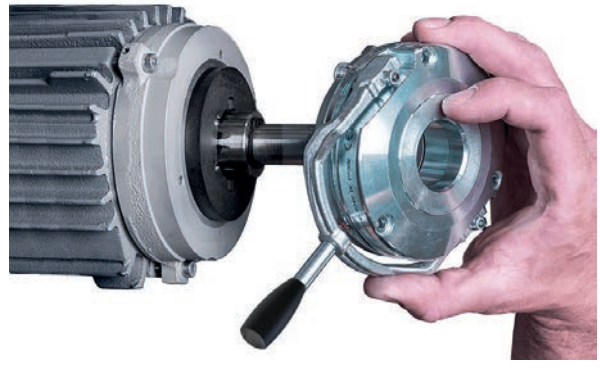
Görsel 6.5: Fren balatasını elle açma sistemi

Asenkron motora balatalı fren montajı yapmak için asenkron motorun pervane muhafaza tası, soğutma pervanesi ve arka kapağı sökülür (Görsel 6.6).



Görsel 6.6: Fren balatası için motorun sökülen pervane ve kapakları

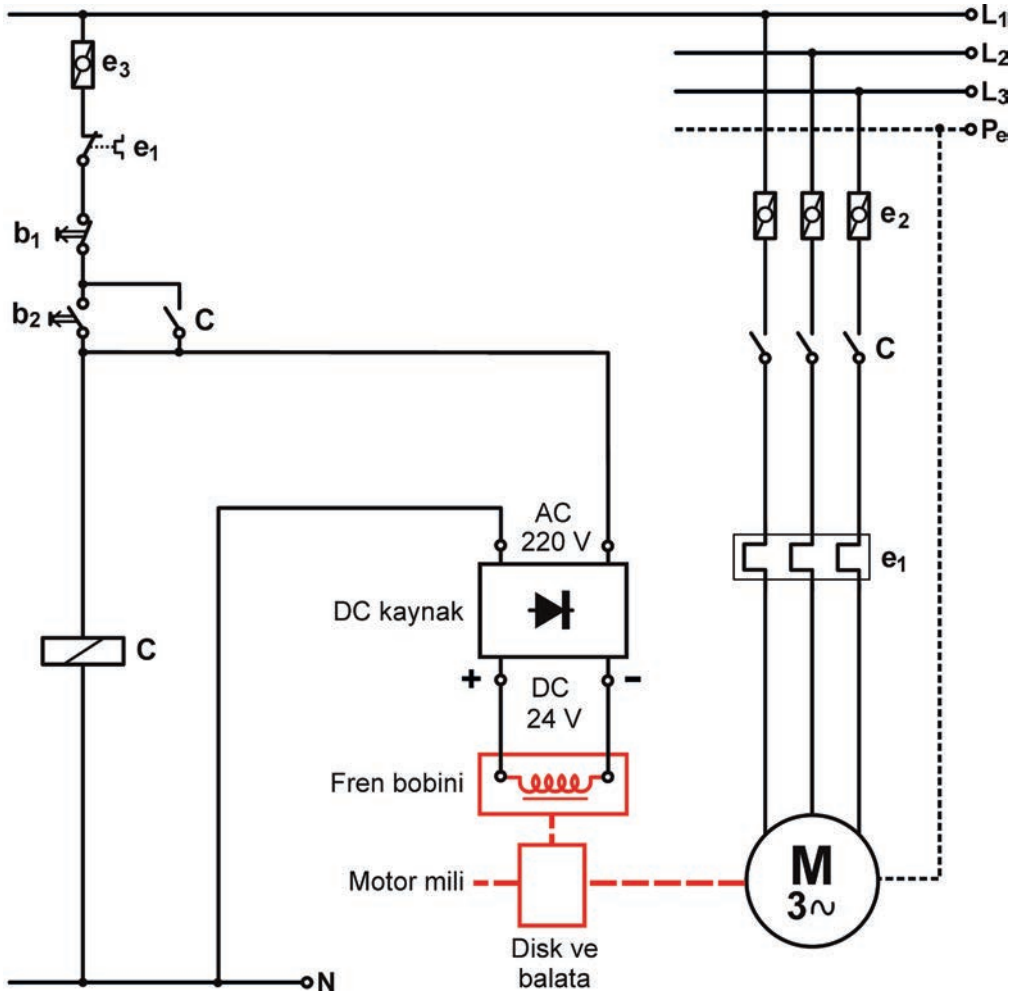
Boşta kalan mil üzerine fren montaj flanşı, fren dişli çarkı, balata, disk ve fren bobini yerleştirilip motora montajı yapılır. Mile geçen parçalar mile kamalı olarak monte edilir. Fren bobininin enerji bağlantısı DC gerilim kaynağı üzerinden yapılır. Balatalı fren montajı bittikten sonra mil uzatma parçası ile milin boyu uzatılıp soğutma pervanesi ve yeni bir pervane muhafaza tası monte edilir (Görsel 6.7).



Görsel 6.7: Fren balatasının motora montajı

6.2.2. Üç Fazlı Asenkron Motorun Balatalı Frenlemeyle Durdurma Devresi

Asenkron motora balatalı sistem monte edildikten sonra çalıştırıp durdurmak için kumanda ve güç devresi kurulur. AC gerilim değişken olduğu için fren bobininin çalışmasında kararlı bir çekme kuvveti oluşmaz. Bu yüzden balatalı fren bobininin DC gerilimle beslenmesi gerekir. Motora uygulanan bir fazlı veya üç fazlı AC gerilim DC kaynağa uygulanır ve DC gerilim elde edilir. Motorun kumanda devresi çalıştırıldığında bir kontaktör yardımıyla önce DC kaynak ve fren bobini devreye alınıp balataların motor milini serbest bırakması sağlanır (Görsel 6.8).



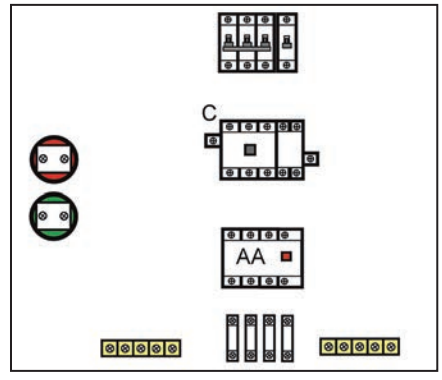
Görsel 6.8: Balatalı fren sistemiyle üç fazlı asenkron motorun frenlemeye ait kumanda ve güç devresi

Devrenin Çalışması: b_2 start butonuna basıldığında C kontaktörü enerjilenir. C kontaktörü C açık kontağını kapatarak DC kaynağa bir fazlı AC gerilim uygular. Bu AC gerilim DC kaynakta 24 volt DC gerilime çevrilir. 24 volt DC gerilim fren bobinine gelince fren bobini balatayı kendine çekerek motor milini serbest bırakır. Bu sırada C kontaktörü kumanda devresinde start butonunu mühürler ve güç devresindeki güç kontaklarını kapatır. Güç kontakları üç fazlı gerilimi motora uygular ve motor döner.

b_1 stop motoruna basıldığında C kontaktörünün enerjisi kesilir. C kontaktörü bütün kontaklarını açarak motorun enerjisini keser. Ancak motor mili kazanmış olduğu ataletle dönmeye devam etmek ister. Bu arada C kontaktörünün enerjisi kesildiği için DC kaynağın ve fren bobininin enerjisi kesilir. Fren mekanizması yay kuvvetiyle balatayı diske doğru çeker. Dönen diski ani olarak durduran balata, motoru frenler.

1. Uygulama	ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORUN BALATALI FRENLEMEYLE DURDURULMASI

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru balatalı frenleme ile durdurmak.



Görsel 6.9: Elemanların pano içi yerleşimi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Pano ve pano gereçleri	Sac pano, kanal, ray, ray klemensi ve baralar, 1mm² NYAF kablo, yüksük	-
Sigorta	Bir fazlı ve üç fazlı	1 adet
Buton	Start ve stop butonu	1 adet
Kontaktör	Üç fazlı	3 adet
Röleler	Aşırı akım rölesi	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı, 380 V, balatalı fren mekanizmalı	-
El aletleri	Pense, yan keski, kablo soyma pensi, tornavida takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Görsel 6.8'deki kumanda ve güç şemasına uygun pano yerleşim şemasını defterinize çiziniz.
2. Yerleşim şemasına göre gereçleri ve elemanları iş güvenliğine dikkat ederek panoya monte ediniz.
3. Kablo uçlarında pabuç ve yüksük kullanarak yerleşim şemasına uygun eleman bağlantılarını yapınız.
4. Pano montajı bitince pano çıkışlarını motora ve balatalı fren bobinine bağlayınız.
5. Öğretmen gözetiminde motoru çalıştırıp durdurarak frenlemeyi gözlemleyiniz.
6. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Balatalı fren bobini neden DC gerilimle çalışır? Açıklayınız.
2. Fren bobinine DC 24 volt yerine DC 12 volt uygulanırsa frenleme nasıl etkilenir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Yerleşim şemasının çizilmesi	25	
Sınıfı:	2. Elemanların montaj düzeni	25	
Numarası:	3. Kablo bağlantısı	25	
ÖĞRETMEN	4. Panonun çalıştırılması	25	
Adı ve Soyadı:	TOPLAM PUAN	100	
İmza:			

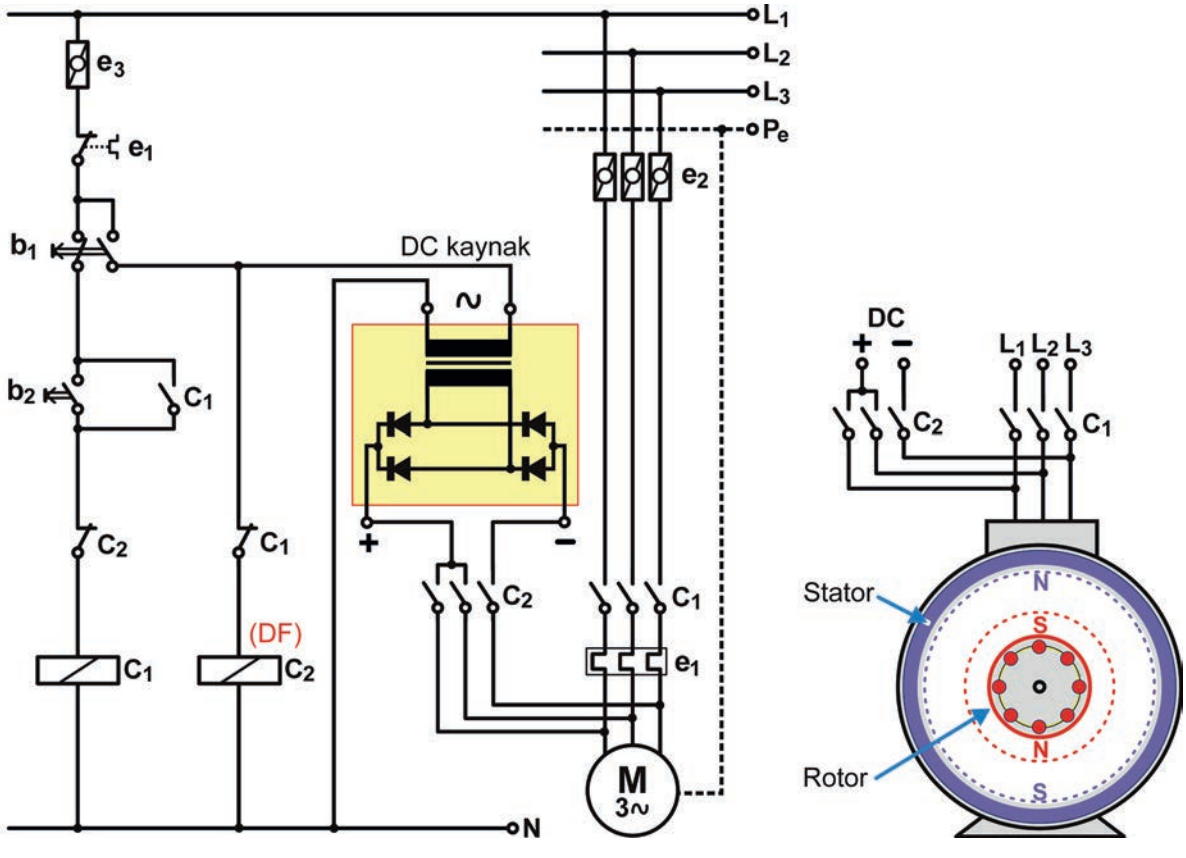
6.3. DİNAMİK FRENLEME SİSTEMLERİ

AC enerjisi kesildikten sonra sargılarına DC gerilim uygulayarak asenkron motorun durdurulmasına **dinamik frenleme** denir. Motor, dinamik frenleme sisteminde sürtünmeyle değil elektriksel olarak frenlenir. İçinde transformatör ve diyot bulunan DC kaynak frenleme gerilimini sağlar.

6.3.1. Üç Fazlı Asenkron Motorlarda Dinamik Frenleme

Dinamik frenleme aslında asenkron motoru aşırı yüklü bir dinamo (DC generatör) gibi çalıştırıp motorun aniden durmasını sağlamaktır. Dinamoların endüvisinden (rotorundan) aşırı yük akımı çekildiğinde devir sayısı aniden düşer. Dinamoların bu özelliğinden yola çıkarak asenkron motorlarda dinamik frenleme sistemi geliştirilmiştir. Motorun stator sargı girişlerinden iki uç birleştirilip DC kaynağın pozitif ucuna bağlanır. Diğer sargı ucuna ise DC kaynağın negatif ucu bağlanır. b_2 start butonuna basıldığında C_1 kontaktörü enerjilenir ve güç kontaklarını kapatarak motoru çalıştırır.

b_1 jog butonuna basıldığında C_1 kontaktörünün enerjisi kesilir ve güç devresindeki kontaklar açıldığı için asenkron motorun AC enerjisi kesilir. Ancak motor kazandığı ataletle dönmeye devam eder. Bu sırada jog butonun diğer kontağından geçen akım C_2 kontaktörünü enerjilendirir. C_2 kontaktörü açık kontaklarını kapatarak stator sargılarına DC gerilim uygular. Stator sargılarında sabit manyetik alan meydana gelir. Rotor, sabit manyetik alan içinde dönerken rotor çubuklarında EMK oluşur. Bu EMK gerilimi rotorun kısa devre çubuklarında büyük bir akım dolaştırır. Rotor çubuklarında meydana gelen kuvvetli manyetik alan statordaki manyetik alana reaksiyon gösterir. Bu durumda asenkron motor, aşırı yük akımı çekilen bir dinamo gibi davranıp aniden durur. Bu devrede motor duruncaya kadar jog butonuna basmak gerekir (Görsel 6.10).



Görsel 6.10: Butonla kontrol edilen dinamik frenleme devresi ve frenlemede manyetik alan

6.3.2. Dinamik Frenlemede Motora Uygulanacak DC Gerilim Hesabı

Dinamik frenlemede asenkron motora uygulanan DC gerilim değeri motorun gücüne göre hesaplanır. Motor sargılarına uygulanacak DC gerilim değeri az olursa frenleme süresi uzar. DC gerilim değeri çok fazla olursa motorun stator sargıları ısınarak zarar görür. Dinamik frenleme DC gerilim hesabı yapılmadan önce motorun etiketinden motorun hattan çektiği akım okunur ve bu akımın 1/√3 değeri alınır. Daha sonra sargı klemens kutusunda yıldız veya üçgen bağlantı sökülüp bir faz sargısının (U-X) omik direnci ölçülür. Dinamik frenlemede yıldız bağlı motorda sargı dirençleri ve DC gerilim hesabı aşağıdaki gibi yapılır (Görsel 6.11).

$R_{faz} = R_1 = R_2 = R_3$

$R_T = R_1 + (R_1 . R_2 / R_1 + R_2)$

$R_T = R_{faz} + (R_{faz} . R_{faz} / R_{faz} + R_{faz})$

Toplam direnç: $\mathbf{R_T = 1,5 . R_{faz}}$

Dinamik frenleme akımı (I_{DF}):

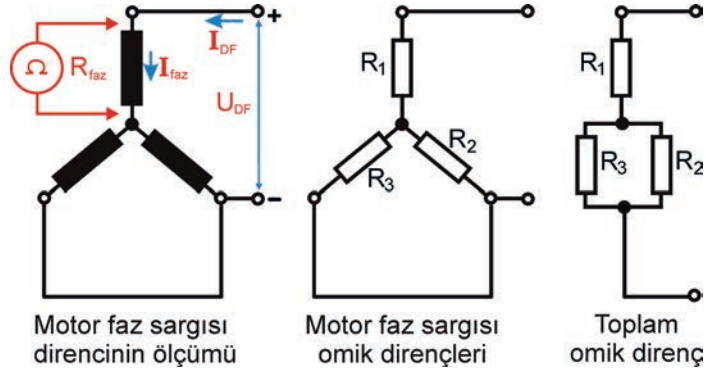
($I_{faz} = I_{hat} / \sqrt{3}$) , $\mathbf{I_{DF} = I_{faz}}$

Dinamik frenleme gerilimi (U_{DF}):

$\mathbf{U_{DF} = I_{DF} . R_T}$

DC kaynak gücü (PDC):

$\mathbf{P_{DC} = U_{DF} . I_{df}}$



Görsel 6.11: Dinamik frenlemede yıldız bağlı motorda sargı dirençleri

Dinamik frenlemede üçgen bağlı motorda sargı dirençleri ve DC gerilim hesabı aşağıdaki gibi yapılır (Görsel 6.12).

$R_{faz} = R_1 = R_2 = R_3$

$R_T = (R_1 . R_2) / (R_1 + R_2)$

$R_T = (R_{faz} . R_{faz}) / (R_{faz} + R_{faz})$

$R_T = R_{faz} \div 2$

Toplam direnç: $\mathbf{R_T = 0,5 . R_{faz}}$

Dinamik frenleme akımı (I_{DF}):

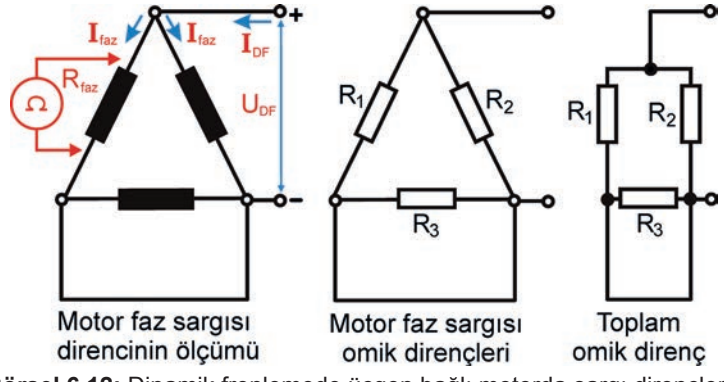
($I_{faz} = I_{hat} / \sqrt{3}$), $\mathbf{I_{DF} = 2 . I_{faz}}$

Dinamik frenleme gerilimi (U_{DF}):

$\mathbf{U_{DF} = I_{DF} . R_T}$

D_C kaynak gücü (P_{DC}):

$\mathbf{P_{DC} = U_{DF} . I_{DF}}$



Görsel 6.12: Dinamik frenlemede üçgen bağlı motorda sargı dirençleri

Örnek Problem: Üç fazlı, Δ 380 volt, 4 kw, 8,2 A, 1455 d/dk, CosQ 0,81 şeklinde etiket değerlerine sahip ve faz direnci 4,2 Ω ölçülen bir asenkron motora dinamik frenleme yapılacaktır. Motor yıldız ve üçgen çalıştırıldığında dinamik frenleme DC gerilim değerini ve DC kaynak gücünü hesaplayınız.

Çözüm:

Motor yıldız bağlandığında:

$R_T = 1,5 . R_{faz} = 1,5 . 4,2 = 6,3\ \Omega$

$I_{DF} = I_{faz} = I_{hat} / \sqrt{3} = 8,2 \div 1,73 = 4,73$ amper

Dinamik frenleme gerilimi:

$U_{DF} = I_{DF} . R_T = 4,73 . 6,3 = 29,79$ volt

DC kaynağın gücü:

$P_{DC} = U_{DF} . I_{DF} = 29,79 . 4,73 = 140,9$ watt

Motor üçgen bağlandığında:

$R_T = 0,5 . R_{faz} = 0,5 . 4,2 = 2,1\ \Omega$

$I_{DF} = 2 . I_{faz} = 2 . 4,73 = 9,46$ amper

Dinamik frenleme gerilimi:

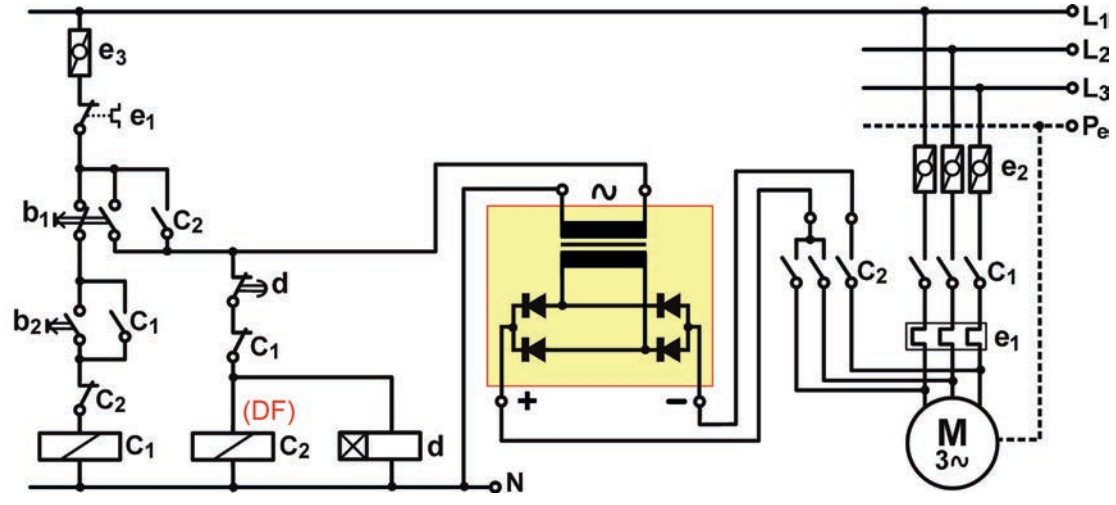
$U_{DF} = I_{DF} . R_T = 9,46 . 2,1 = 19,86$ volt

DC kaynağın gücü:

$P_{DC} = U_{DF} . I_{DF} = 19,86 . 9,46 = 187,8$ watt

6.3.3. Üç Fazlı Asenkron Motorun Dinamik Frenlemeyle Durdurulması

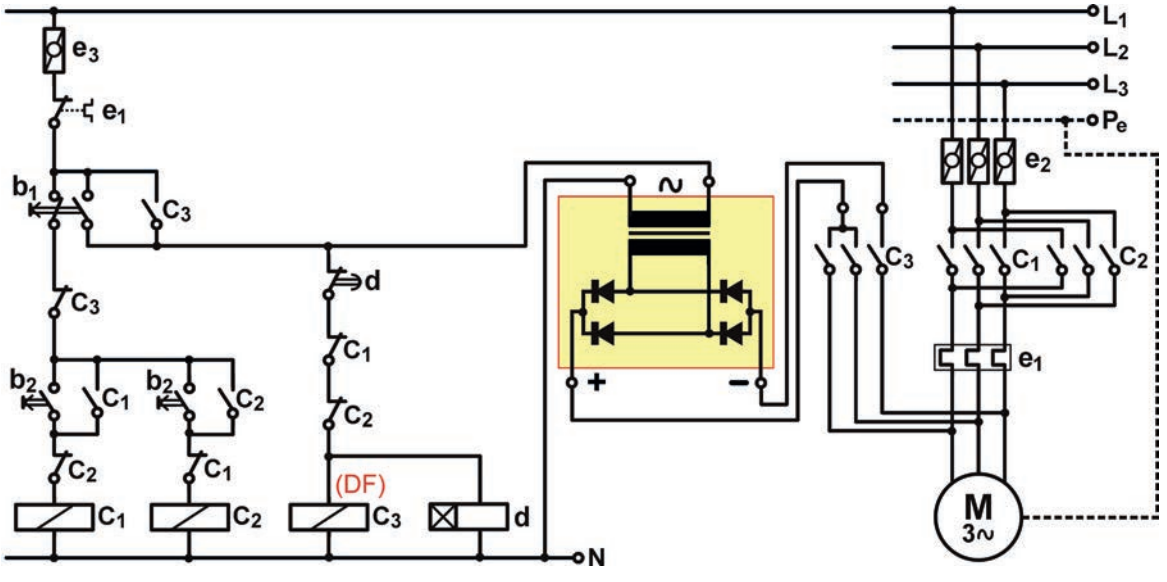
Dinamik frenleme devresinde frenleme gerçekleştikten sonra DC kaynağın butonla veya otomatik olarak devreden çıkması gerekir. Aksi takdirde DC gerilim stator sargılarının ısınmasına ve yanmasına sebep olabilir. Görsel 6.13'teki devrede frenleme gerçekleştikten sonra bir zaman rölesi yardımıyla DC kaynak devreden çıkarılır. Zaman rölesinin değeri frenleme süresine ayarlanmalıdır. Motor çalışırken b_1 jog butonuna basıldığında C_1 kontaktörünün enerjisi kesilir ve motor enerjisiz kalır. Aynı anda C_2 kontaktörü ve d zaman rölesi enerjilenir. C_2, motora DC gerilim uygulayıp frenleme yaparken zaman rölesi ise süreyi saymaya başlar. Frenleme gerçekleştikten sonra d zaman rölesi gecikmeli kontağını açarak C_2 kontaktörünün enerjisini keser ve DC kaynak devreden çıkar.



Görsel 6.13: Üç fazlı asenkron motorun dinamik frenleme ile durdurulması

6.3.4. İleri Geri Çalışan Üç Fazlı Asenkron Motorda Dinamik Frenleme

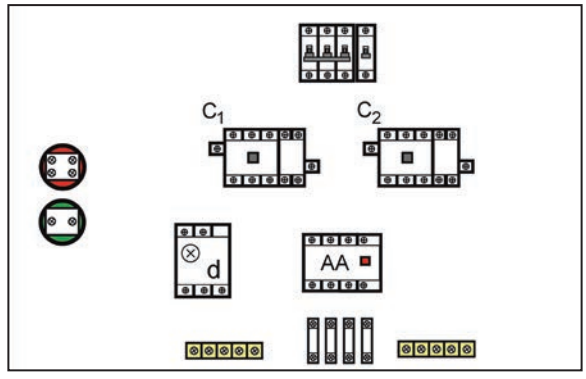
Asenkron motor ileri veya geri çalışırken jog butona basıldığında motorun enerjisi kesilir. C_3 kontaktörü ve d zaman rölesi devreye girer.C_3 kontaktörü DC gerilimi stator sargılarına uygularken d zaman rölesi süreyi saymaya başlar. Frenleme gerçekleştikten sonra d zaman rölesi gecikmeli kontağını açarak C_3 kontaktörünü ve DC kaynağı devre dışı bırakır (Görsel 6.14).



Görsel 6.14: İleri geri çalışan üç fazlı asenkron motorun dinamik frenleme ile durdurulması

2. Uygulama	ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORUN DİNAMİK FRENLEMEYLE DURDURULMASI

AMAÇ: Üç fazlı asenkron motoru dinamik frenlemeyle durdurmak.



Görsel 6.15: Elemanların pano içi yerleşimi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Pano ve pano gereçleri	Sac pano, kanal, ray, ray klemensi ve baralar, 1mm2 NYAF kablo, yüksük	-
Sigorta	Bir fazlı ve üç fazlı	1 adet
Buton	Start ve jog butonu	1 adet
Kontaktör	Üç fazlı	2 adet
Röleler	Aşırı akım rölesi, zaman rölesi	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı, 380 V	1 adet
DC kaynak	Dinamik frenleme DC güç kaynağı	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, kablo soyma pensi, tornavida takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Görsel 6.13'teki kumanda ve güç şemasına uygun pano yerleşim şemasını defterinize çiziniz.
2. Yerleşim şemasına göre gereçleri ve elemanları iş güvenliğine dikkat ederek panoya monte ediniz.
3. Kablo uçlarında pabuç ve yüksük kullanarak şemaya uygun eleman bağlantılarını yapınız.
4. Pano montajı bitince pano çıkışlarını motora ve DC kaynağa bağlayınız.
5. Öğretmen gözetiminde motoru çalıştırıp durdurarak frenlemeyi gözlemleyiniz.
6. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

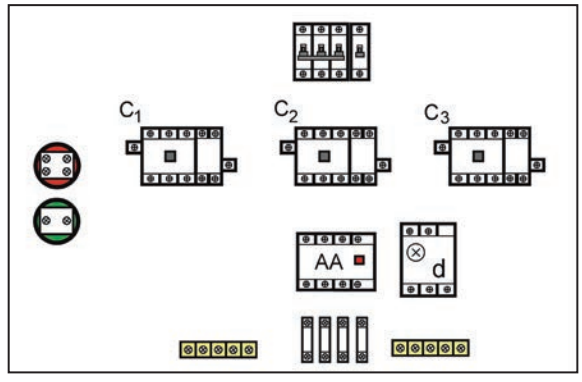
SORULAR

1. Dinamik frenleme gerilimi neden hesaplanmalıdır? Açıklayınız.
2. Frenleme devresinde zaman rölesi hangi süreye göre ayarlanır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Yerleşim şemasının çizilmesi	25	
Sınıfı:	**2.** Elemanların montaj düzeni	25	
Numarası:	**3.** Kablo bağlantısı	25	
ÖĞRETMEN	**4.** Panonun çalıştırılması	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

3. Uygulama	İLERİ GERİ ÇALIŞAN ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORUN DİNAMİK FRENLEMEYLE DURDURULMASI

AMAÇ: İleri geri çalışan üç fazlı asenkron motoru dinamik frenlemeyle durdurmak.



Görsel 6.16: Elemanların pano içi yerleşimi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Pano ve pano gereçleri	Sac pano, kanal, ray, ray klemensi ve baralar, 1mm2 NYAF kablo, yüksük	-
Sigorta	Bir fazlı ve üç fazlı	1 adet
Buton	Start ve jog butonu	1 adet
Kontaktör	Üç fazlı	3 adet
Röleler	Aşırı akım rölesi, zaman rölesi	1 adet
Asenkron motor	Üç fazlı, 380 V	1 adet
DC kaynak	Dinamik frenleme DC güç kaynağı	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, kablo soyma pensi, tornavida takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

SORULAR

1. Jog butona basıldıktan sonra devredeki çalışmayı açıklayınız.

2. Motorda dinamik frenleme süresi uzun oluyorsa sebebi nedir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Yerleşim şemasının çizilmesi	25	
Sınıfı:	**2.** Elemanların montaj düzeni	25	
Numarası:	**3.** Kablo bağlantısı	25	
ÖĞRETMEN	**4.** Panonun çalıştırılması	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. ( ) Asenkron motorlarda frenleme motorun enerjisi kesildikten sonra yapılır.

2. ( ) Balatalı frenleme mekanizması panoya monte edilir.

3. ( ) Balatalı frenlemede DC gerilim kullanılır.

4. ( ) Balatalı frenlemede DC gerilim değeri düşükse frenleme süresi uzar.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Balatalı freni monte etmek için motorun pervane muhafaza tası, ……..……...…….. ve arka kapak sökülür.

6. Dinamik frenlemede motor sargılarına doğru akım uygulamak için ……..……...…….. kullanılır.

7. Dinamik frenlemede DC gerilim hesabı yapılmadan önce motorun etiketindeki ……..……...…….. değerine bakılmalıdır.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

8. Dinamik frenlemede DC gerilim hesabı yapılmadan önce motorda ölçü aletiyle ölçülen değer aşağıdakilerden hangisidir?

A) Motorun hızı

B) Motorun gücü

C) Motorun sargı direnci

D) Motorun gerilimi

E) Motorun frekansı

9. Aşağıdakilerden hangi frenleme sistemi asenkron motorlarda sürtünmeyle frenleme yapar?

A) Dinamik frenleme

B) Balatalı frenleme

C) Ani durdurma anahtarı

D) Sürücüyle frenleme

E) Hidrolik fren

10. Dinamik frenleme devresinde motoru durdurup aynı anda frenleme yapan buton hangisidir?

A) Stop

B) Start

C) Jog

D) Kalıcı tip

E) Minyatür

ENDÜSTRİYEL SAYAÇLAR VE MONTAJI

7. ÖĞRENME BİRİMİ



KONULAR

7.1. SAYAÇ ENDEKSLERİNİN OKUNMASI
7.2. SAYAÇ ENDEKSLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
7.3. ÜÇ FAZLI SAYAÇ BAĞLANTISI
7.4. ÜÇ FAZLI DİREKT KOMBİNE SAYAÇ BAĞLANTISI
7.5. AKIM VE GERİLİM TRANSFORMATÖRLERİNİN ÖZELLİKLERİ
7.6. AKIM VE GERİLİM TRANSFORMATÖRLERİNİN BAĞLANTILARI VE BAKIM ONARIMLARI
7.7. AKIM VE GERİLİM TRANSFORMATÖRLERİNİN SEÇİMİ VE MONTAJI
7.8. AKIM VE GERİLİM TRANSFORMATÖRLERİNDE ARIZA TESPİTİ
7.9. X/5 KOMBİNE SAYAÇ BAĞLANTISI

TEMEL KAVRAMLAR

elektrik sayacı, sayaç endeksi, aktif sayaç, kombine sayaç, X5 kombine sayaç, akım ölçü transformatörü, gerilim ölçü transformatörü

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Sayaç endekslerinin anlamlarını ve okunmasını
- Sayaç endekslerinin değerlendirilmesini ve tüketim tarifelerini
- Üç fazlı sayaç bağlantısını yapmayı
- Üç fazlı direkt kombine sayaç bağlantılarını yapmayı
- Akım ve gerilim trafosunun yapısını ve çeşitlerini
- Akım ve gerilim transformatörlerinin bağlantısında, bakımında ve onarımında dikkat edilecek hususları
- Akım ve gerilim transformatörlerinin seçimini, montajını ve bağlantısını
- Akım ve gerilim transformatörlerinde arıza tespiti yapmayı
- X5 kombine sayaç bağlantılarını yapmayı

Hazırlık Çalışmaları

1. **Elektrik sayaçlarının görevi nedir? Bildiklerinizi ifade ediniz.**
2. **Elektrik sayaçları olmadan bir elektrik tesisatı çalışır mı? Düşüncelerinizi ifade ediniz.**

7.1. SAYAÇ ENDEKSLERİNİN OKUNMASI

Elektrik sayaçları alıcıların kw veya kVAr cinsinden saat başına tükettiği gücünü ölçer. Sayaçlarda tüketilen aktif enerji kWh ifadesiyle, tüketilen reaktif enerji ise KVArh olarak ifade edilir.

7.1.1 Sayaç Endeks Değerleri ve Anlamları

Elektrik sayacında tüketilen enerjinin kaydedildiği değerler dizinine **sayaç endeksi** denir. Sayaç endeksini dijital ekrandan okumak için sayaç üzerindeki butona basılır. Butona sırayla basıldığında dijital ekrandan tarih, saat, toplam tüketilen enerji, günün zaman dilimlerinde tüketilen enerji ve birçok parametre değerleri okunur. Üç fazlı endüstriyel kombine sayaçlarda ise tüketilen aktif ve reaktif enerji endekslerini de okumak mümkündür (Görsel 7.1).



Görsel 7.1: Üç fazlı endüstriyel sayaçta endeks okuma elemanları

Bütün elektronik sayaçlarda parametreleri ekrana getiren bir komut dizisi vardır. Bu komutlara **obis kodu** denir. Standart obis kodlarının tamamına TEDAŞ'ın Elektronik Elektrik Sayaçları Teknik Şartnamesi'nden bakılabilir. Sayaç endeksi okurken dijital ekranda bulunan önemli parametrelerin anlamları aşağıdaki gibidir.

T: Toplam tüketilen aktif enerji (kWh) (Obis kodu: **1.8.0**)

T1-T2-T3: Gündüz-puvant-gece tarifelerindeki tüketilen enerji (kWh)

(Obis kodu: **1.8.1-1.8.2-1.8.3**)

Ri: Tüketilen reaktif indüktif enerji (KVArh) (Obis kodu: **5.8.0**)

Rc: Tüketilen reaktif kapasitif enerji (KVArh) (Obis kodu: **8.8.0**)

Sayaçlarda son endeks değerleri aylık periyodik olarak okunur ve kaydedilir. Sayaçta işlem butonuna basıldığında bu simgelerin yanında son endeks değerleri belirir. Eğer abone tarifeli sistemdeyse T1-T2-T3 değerleri de okunmalıdır. Endeks sayı değerleri tam değer olarak okunur. Sayının noktadan sonraki geri kalan küsuratlı değeri okunmaz (Görsel 7.2).



Görsel 7.2: Sayacın dijital ekranında son endeks değerinin okunması

7.1.2. Optik Port ile Sayaçları Uzaktan Okuma Yöntemleri

Optik portla sayaç okuma sistemi, işlem butonu ve dijital ekranı kullanmadan endeks verilerinin optik yöntemle dışarıya aktarılıp okunmasıdır. Optik portla dışarıya aktarılan endeks verileri i; el terminali, bilgisayar, akıllı telefon veya tablet gibi mobil cihazlarla okunabilir ve internet yoluyla merkeze iletilebilir. Ayrıca el terminali yazıcısından endeks verilerinin çıktısı (fatura) alınabilir. Bu sistemde kablolu veya kablosuz olmak üzere iki çeşit optik port kullanılır.

Kablolu sistemde optik port sensörüyle el terminali veya diğer mobil cihazlar arasında iletişim kablosu ve USB port bulunur. Optik port sensörü, içindeki mıknatıs sayesinde sayaç üzerindeki optik okuma yuvası üzerine oturtulur. Kablo ucundaki USB, el terminali veya mobil cihaza bağlanır. El terminalinde veya mobil cihazda sayaç numarası girilerek son endeks verileri kaydedilir. Program sayesinde belli bir zaman dilimi içinde harcanan enerji faturalandırılır ve çıktısı alınır. Aynı zamanda bu endeks verileri internet bağlantısı veya dosya şeklinde elektrik idaresi merkezinde kaydedilir (Görsel 7.3).



Görsel 7.3: Kablolu optik portla sayaç endeksinin okunması

Kablosuz sistemde optik port sensörüyle el terminali veya diğer mobil cihazlar arasında kablo olmadan bluetooth sistemiyle iletişim sağlanır. Optik port sensörü içindeki mıknatıs sayesinde sayaçtaki yuvasına oturtulur. Mobil cihazdan sayaç numarası girildikten sonra endeks verileri kaydedilir. Belli bir zaman dilimi içinde harcanan enerji faturalandırılıp çıktısı alınır. Endeks verileri internet bağlantısı yoluyla veya dosya şeklinde elektrik idaresi merkezinde kaydedilir (Görsel 7.4). Bunun dışında yeni geliştirilen internet sistemiyle uzaktan sayaç okuma sistemleri vardır. Birçok sayacın optik sensörünün bağlandığı konsantratör sunucusu sayesinde internet yoluyla idare merkezinden sayaç okuması yapılabilmektedir.



Görsel 7.4: Kablosuz optik portla sayaç endeksinin okunması

7.2. SAYAÇ ENDEKSLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Elektrik idaresi tarafından sayaçlarında okunan endeksler fatura edilmesi için değerlendirilmesi yapılır.

7.2.1. Enerji Tüketimi Tarifeleri ve Tüketimin Değerlendirilmesi

Elektrik abonelerinin enerji tüketimi tarifeli veya tarifesiz sistemde değerlendirilir. Tarifeli sistemde günün zaman dilimi gündüz, gece ve puvant olmak üzere üçe ayrılmıştır.

T1: Gündüz zaman dilimidir ve günün 06.00 ile 17.00 saatleri arasındaki enerji tüketimidir.

T2: Puvant zaman dilimidir ve günün 17.00 ile 22.00 saatleri arasındaki enerji tüketimidir.

T3: Gece zaman dilimidir ve günün 22.00 ile 06.00 saatleri arasındaki enerji tüketimidir.

Elektrik idaresi, tarifeli sistemde zaman dilimlerine göre farklı ücretlendirme yapar. Bu uygulamadaki amaç, enerji tüketiminin belli saatlere yığılmasını önlemek ve günün diğer saatlerine eşit yaymaktır.

T2 puvant zaman dilimi, abonelerin günün en yoğun enerji tüketimi yaptığı dilimdir. Bu zaman diliminde kwh başına yapılan ücretlendirme diğer zaman dilimlerine göre oldukça pahalıdır. T3 gece zaman diliminde ise aboneler tarafından günün en az enerjisi tüketilir. Bu zaman diliminde kwh başına yapılan ücretlendirme oldukça ucuzdur. T1 gündüz zaman diliminde ise ortalama bir tüketim olduğundan kwh başına yapılan ücretlendirme puvant ve gece zaman dilimlerinin yaklaşık ortalamasıdır.

Tarifesiz sistemde T1-T2-T3 zaman dilimlerinde tüketilen enerji kwh başına tek fiyatla ücretlendirilir. Sayaçta toplam tüketilen enerji endeksi ise “T” parametresi ile okunur.

7.2.2. Tüketim Değerlerinin Hesabı

Enerji tüketim değerleri, ücretlendirme ve istatistik değerleri bilgisayar programlarıyla kolay bir şekilde yapılmaktadır. Faturayla ücretlendirme elektrik idaresi tarafından aylık olarak yapılır. Bunun yanında enerji tüketim değerleri sayaçtaki endeksler okunarak hesaplanabilir. Sayaçta okunan son endeks ile ilk endeks arasındaki fark hesaplanınca tüketilen enerji değeri bulunur. Ücretlendirme kwh birim fiyatıyla çarpılarak yapılır. Yıllık tüketim değeri ve her ay okunan değerler, 12 ayla çarpılarak bulunur.

Tarifesiz sistemde tüketim değerini hesaplama örneği aşağıdaki gibidir.

Sayaçta okunan son endeks T1 = 128960 kWh’tir. Bir ay önceki endeks T1 = 128250 kWh okunmuştur.

Aylık tüketilen enerji değeri: T1 = 128960 – 128250 = 710 kWh’tir. (Bu işlem T2 ve T3 için de yapılıp sonuçlar toplanır.)

Tarifeli sistemde tüketim değerini hesaplama örneği aşağıdaki gibidir.

Son endeks T1 = 52360 kWh. Bir ay önceki endeks T1 = 52042 kWh okunmuştur.

Son endeks T2 = 57421 kWh. Bir ay önceki endeks T2 = 57018 kWh okunmuştur.

Son endeks T3 = 18469 kWh. Bir ay önceki endeks T3 = 18392 kWh okunmuştur.

T1 zaman diliminde enerji tüketimi: T1 = 52360 – 52042 = 318 kWh

T2 zaman diliminde enerji tüketimi: T2 = 57421 – 57018 = 403 kWh

T3 zaman diliminde enerji tüketimi: T3 = 18469 – 18392 = 77 kWh

Kombine sayaçlarda indüktif reaktif ve kapasitif reaktif enerji tüketimi hesaplama örneği aşağıdaki gibidir.

Son endeks Ri = 558854 kVArh. Bir ay önceki endeks Ri = 558839 kVArh

İndüktif reaktif enerji tüketimi: Ri = 558854 – 558839 = 15 kVArh

Son endeks Rc = 51308 kVArh. Bir ay önceki endeks Rc = 51300 kVArh

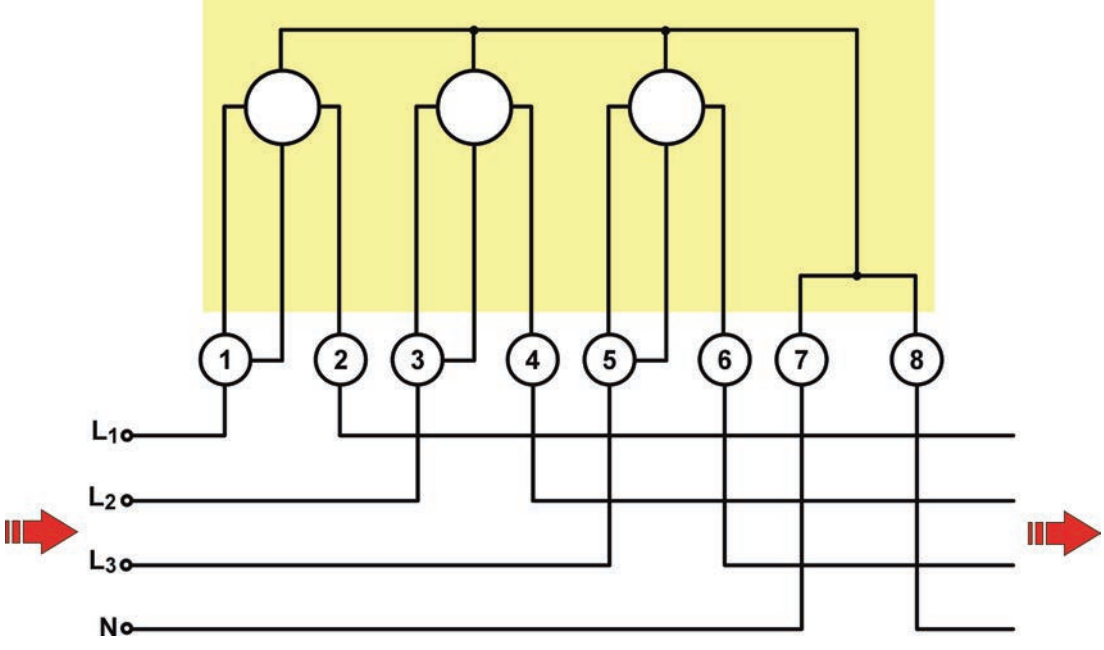
Kapasitif reaktif enerji tüketimi: Rc = 51308 – 51300 = 8 kVArh

7.3. ÜÇ FAZLI SAYAÇ BAĞLANTISI

Üç fazlı aktif ve reaktif sayaçların bağlantısı doğru şekilde yapılmalıdır. Bağlantılar yapılırken sıralamaya dikkat edilmez ise sayaç çalışmayacak veya doğru ölçüm yapmayacaktır.

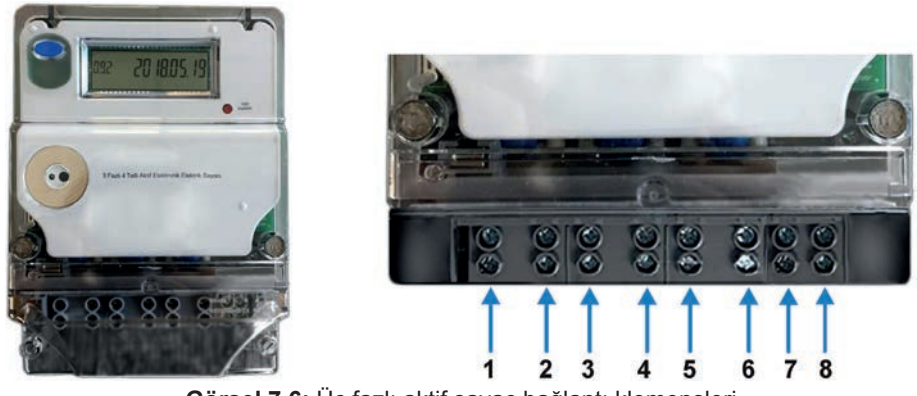
7.3.1. Üç Fazlı Aktif Sayacın Özellikleri ve Bağlantısı

Üç fazlı aktif sayaçlar elektromekanik ve elektronik olmak üzere iki çeşittir. Elektromekanik sayaçlar artık ülkemizde kullanılmamaktadır. Elektronik sayaç içindeki dijital elektronik sistemle dijital ekranda endeks bilgileri okunabilmekte, optik portla bilgiler dışarıya aktarılabilmektedir. Sayacın içinde minimum 10 yıl ömürlü gerçek zaman saati pili sayesinde saat ve tarihe göre bilgileri sürekli kaydetmek mümkündür. Elektromekanik sayaçların bağlantısında akım bobinleri seri, gerilim bobinleri paralel bağlanmaktaydı. Üç fazlı elektronik sayaçların bağlantısı da üç faz dört telli elektromekanik sayaç bağlantısıyla aynı şekilde tasarlanmıştır. Faz girişleri 1-3-5 numaralı klemens uçlarından yapılır. Faz çıkışları ise 2-4-6 numaralı klemens uçlarından yapılır. Nötr giriş ve çıkışı 7 ve 8 numaralı klemens uçlarından yapılır (Görsel 7.5).



Görsel 7.5: Üç fazlı aktif sayaç bağlantı şeması

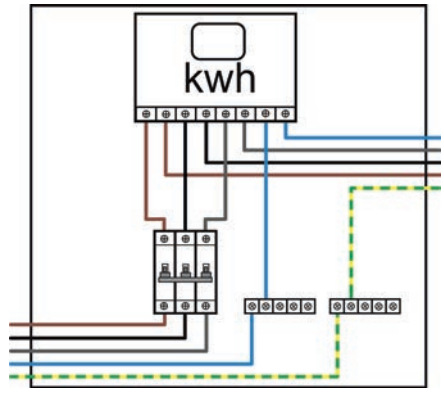
Sayaç bağlantıları yapılırken üç fazın ve nötrün kablo renkleri standartlara uygun olmalıdır. Kablo uçları klemense uygun boyutta açılıp klemensteki iki vidayla sağlam bir şekilde sıkılmalıdır (Görsel 7.6).



Görsel 7.6: Üç fazlı aktif sayaç bağlantı klemensleri

1. Uygulama	PANO SAYAÇ BÖLMESİ ÜZERİNDE ÜÇ FAZLI AKTİF SAYAÇ BAĞLANTISI

AMAÇ: Pano sayaç bölmesi üzerinde üç fazlı aktif sayaç bağlantısını yapmak.



Görsel 7.7: Panoda üç fazlı aktif sayaç bağlantısı

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Pano ve pano gereçleri	Sac pano, kanal, ray ve baralar, H07V-U kablo	-
Sayaç	Üç fazlı, elektronik aktif sayaç	1 adet
Sigorta	Üç fazlı	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, kablo soyma pensi, tornavida takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Görsel 7.7'deki yerleşim şemasını defterinize çiziniz.
2. Yerleşim şemasına göre gereçleri ve elemanları iş güvenliğine dikkat ederek panoya monte ediniz.
3. Yerleşim şemasına göre ve renk standardına uyarak kablo bağlantılarını yapınız.
4. Sayaç çıkışına alıcı bağlayarak öğretmen gözetiminde devreyi çalıştırınız.
5. Sayaç endeks değerlerini okuyunuz.
6. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Sayacın klemensine kablo bağlantısı yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar nelerdir?
2. Aktif sayaçlar nerelerde kullanılır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Yerleşim şemasının çizilmesi	25	
Sınıfı:	2. Elemanların montaj düzeni	25	
Numarası:	3. Kablo bağlantısı	25	
ÖĞRETMEN	4. Sayacın çalıştırılması	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

7.4. ÜÇ FAZLI DİREKT KOMBİNE SAYAÇ BAĞLANTISI

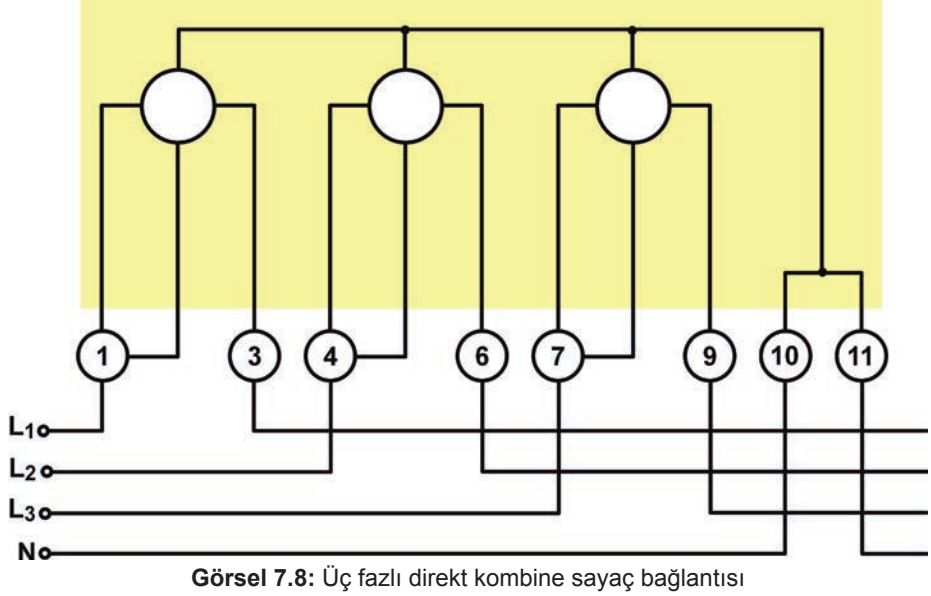
Kombine sayaçlar üç fazlı elektrik tesisinde direkt olarak veya ölçü transformatörüyle birlikte bağlanır.

7.4.1. Üç Fazlı Kombine Sayacın Özellikleri ve Bağlantısı

Bir elektrik tesisinde tüketilen hem aktif hem de reaktif enerjiyi ölçebilen sayaçlara **kombine sayaç** denir. Kombine sayaçlar piyasada **kombi elektrik sayacı** olarak da adlandırılır.

Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu kararlarına göre mesken aboneleri, aydınlatma aboneleri, tek fazla beslenen aboneler dışında bağlantı gücü 9 kw'ın üzerinde olan abonelerin reaktif sayaç kullanması zorunludur. Kombine sayaçlar kullanılmadan önceki dönemlerde aktif sayaç ve reaktif sayaç ayrı ayrı ölçme yapıyordu. Kombine sayaçlar sayesinde tüketilen aktif ve reaktif enerji tek sayaçla ölçülür. Kombi sayaçlar, bobinlerin harcadığı indüktif reaktif enerjiyi (Ri) ve kondansatörlerin harcadığı kapasitif reaktif enerjiyi (Rc) ayrı ayrı ölçer.

Kombine sayaçlar devreye bağlanırken faz girişleri 1-4-7 numaralı klemens uçlarından yapılır. Faz çıkışları 3-6-9 numaralı klemens uçlarından yapılır. Nötr giriş ve çıkış uçları ise 10 ve 11 numaralı uçlardan yapılır (Görsel 7.8).



Görsel 7.8: Üç fazlı direkt kombine sayaç bağlantısı

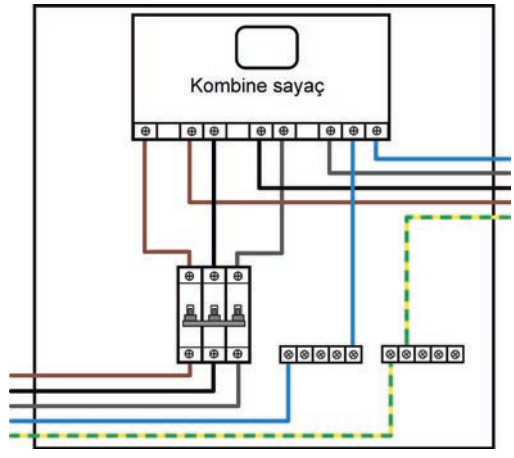
Direkt bağlanan üç fazlı kombine sayaçların klemens yapısı üç fazlı aktif sayaçlara benzer (Görsel 7.9). Ölçü transformatörüyle devreye bağlanan kombine sayaçlarda klemens yapısı farklıdır.



Görsel 7.9: Üç fazlı kombine sayaç bağlantı klemensleri

2. Uygulama	PANO SAYAÇ BÖLMESİ ÜZERİNDE ÜÇ FAZLI DİREKT KOMBİNE SAYAÇ BAĞLANTISI

AMAÇ: Pano sayaç bölmesi üzerinde üç fazlı direkt kombine sayaç bağlantısını yapmak.



Görsel 7.10: Panoda üç fazlı direkt kombine sayaç bağlantısı

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Pano ve pano gereçleri	Sac pano, kanal, ray ve baralar, H07V-U kablo	-
Sayaç	Üç fazlı, elektronik direkt bağlanan kombine sayaç	1 adet
Sigorta	Üç fazlı	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, kablo soyma pensi, tornavida takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Görsel 7.10'daki yerleşim şemasını defterinize çiziniz.
2. Yerleşim şemasına göre gereçleri ve elemanları iş güvenliğine dikkat ederek panoya monte ediniz.
3. Yerleşim şemasına göre ve renk standardına uyarak kablo bağlantılarını yapınız.
4. Sayaç çıkışına alıcı bağlayarak öğretmen gözetiminde devreyi çalıştırınız.
5. Sayaç endeks değerlerini okuyunuz.
6. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Kombine sayaçlar hangi endeks değerlerini ölçer? Açıklayınız.
2. Kombine sayaçlar nereler de kullanılır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Yerleşim şemasının çizilmesi	25	
Sınıfı:	2. Elemanların montaj düzeni	25	
Numarası:	3. Kablo bağlantısı	25	
ÖĞRETMEN	4. Sayacın çalıştırılması	25	
Adı ve Soyadı:	TOPLAM PUAN	100	
İmza:			

7.5. AKIM VE GERİLİM TRANSFORMATÖRLERİNİN ÖZELLİKLERİ

Büyük akımlı ve gerilimli devrelerde ölçüm yapabilmek için ölçü aletleri direkt bağlanamaz. Çünkü büyük akım ve gerilimlere göre ölçü aleti üretmek hem pahalı hem de büyük boyutlarda olacağı için kullanışlı değildir. Bu yüzden küçük ölçü aletleriyle büyük akım ve gerilim değerlerini ölçebilmek ve koruma rölelerini çalıştırabilmek için ölçü transformatörleri kullanılır. Ölçü transformatörleri genellikle tek fazlı üretilir ve her faza ayrı bağlanır. Bunun yanında özel olarak üretilmiş üç fazlı ölçü transformatörleri de mevcuttur. Ölçü transformatörü, akım ve gerilim ölçü transformatörü olmak üzere ikiye ayrılır.

7.5.1. Akım Ölçü Transformatörlerinin Yapısı ve Çalışması

Büyük akımları güvenli ve doğru bir şekilde küçük ölçü aletleriyle ölçebilmek ve koruma rölelerini çalıştırmak için kullanılan transformatöre **akım ölçü transformatörü** denir. Akım ölçü transformatörü; koruma rölelerinde, ampermetre, wattmetre, cosQmetre, elektrik sayaçlarıyla ölçmede kullanılır. Ayrıca alçak gerilimlerde, orta gerilimlerde ve yüksek gerilimlerde izolasyon sağlayarak ölçme işlemlerini güvenli hale getirir. Akım ölçü transformatörü çeşitleri aşağıdaki gibidir.

Kullanıldığı gerilime göre ikiye ayrılır (Görsel 7.11).

a) Alçak Gerilimli Akım Ölçü Transformatörü: Alçak gerilimde kullanılır.

b) Orta ve Yüksek Gerilimli Akım Ölçü Transformatörü: Orta ve yüksek gerilimde kullanılır.



Görsel 7.11: Alçak, orta ve yüksek gerilimde kullanılan akım ölçü transformatörleri

Soğutma ve izolasyon şekline göre ikiye ayrılır.

a) Kuru tip: İzolasyon reçine ve epoksi ile yapılır. Hava soğutmalıdır. Alçak ve orta gerilimde kullanılır.

b) Yağlı tip: İzolasyon ve soğutulması yağ ile yapılır. Yüksek gerilimde kullanılır.

Primer yapısına göre ikiye ayrılır.

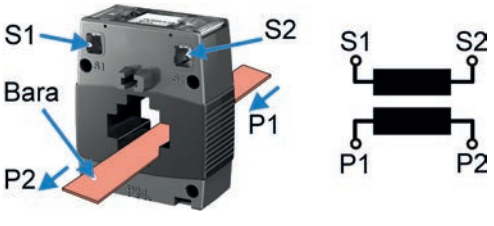
a) Primeri sargılı tip: Primer sargısı kalın iletkenli ve az spirlidir.

b) Primeri baralı tip: Transformatörün ortası boştur ve bara iletkeni nüvenin ortasına yerleştirilir.

Kullanıldığı yere göre ikiye ayrılır.

a) Bina içi tip: Trafo binalarında ve kumanda merkezlerinde kullanılır.

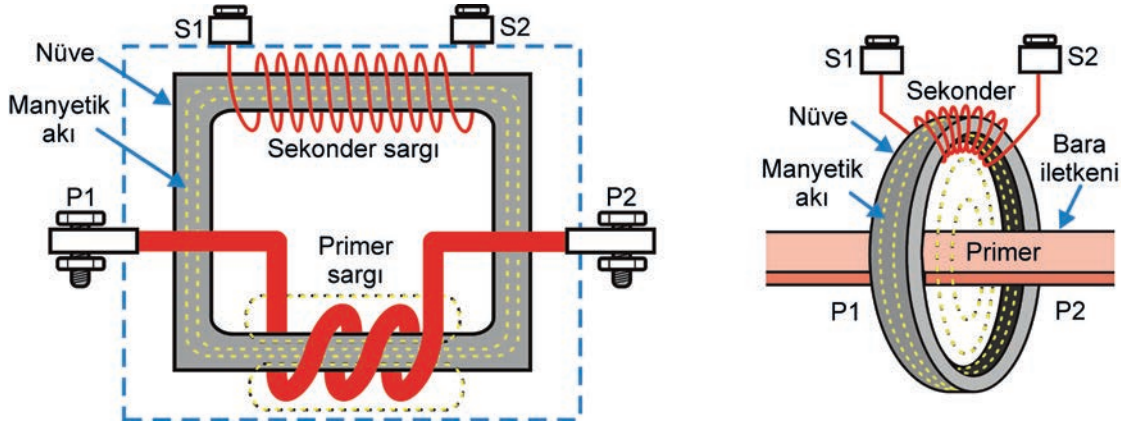
b) Bina dışı tip: Açık şalt sahalarında kullanılır.



Görsel 7.12: Akım ölçü transformatörünün sargı uçlarının gösterilişi ve sembolü

Akım ölçü transformatörlerinin yapısı diğer transformatörler gibi demir nüve, primer sargı ve sekonder sargıdan oluşur. Primer sargı kalın iletkenli ve az spirlidir. Sekonder sargı ise ince kesitli çok spirlidir. TSE'ye göre akım ölçü transformatörünün primer uçları "P1-P2" ve sekonder uçları "S1-S2" harfleriyle gösterilir (Görsel 7.12).

Akım ölçü transformatörü çalıştırıldığında primer sargıdan geçen alternatif akım, sargıda değişken bir manyetik alan oluşturur. Nüve üzerinde dolaşan manyetik alan, sekonder sargılarında yeni bir gerilim indükler. Sekonder uçlarına ölçü aleti bağlıyken sargıdan bir akım geçer. Primerden geçen akımla sekonder sargıdan geçen akım arasında faz farkı yaklaşık sıfırdır. Sekonder sargısı primere göre ters sarıldığı için sekonder akımı ters bir manyetik alan oluşturur. Bu ters manyetik alan primerin nüvede manyetik alanı artırmasını engeller ve dengeler. Böylece primerden geçen yüksek akım sekonderde sabit bir akıma dönüşür. Örneğin primerden geçen 100 amperlik akım sekonder kısmında 5 ampere dönüşür ve sabit kalır. Sekonderde akımın sabit kalmasının başka bir nedeni, transformatör nüvesinde manyetik alanın doyuma ulaşıp artmamasıdır (Görsel 7.13).



Görsel 7.13: Primeri sargılı tip ve primeri baralı tip akım ölçü transformatörlerinin yapısı ve çalışması

Akım ölçü transformatörlerinde sekonder uçları hiçbir zaman boş bırakılmaz. Ölçü aleti veya koruma rölesi bağlanmadığında uçları kısa devre edilmelidir. Sekonder uçları boş bırakıldığında nüvede manyetik alan çok artacak ve sekonder uçlarında tehlikeli gerilimler oluşmasına sebep olacaktır. Bu durumda transformatör ısınıp yanacaktır. Akım ölçü transformatöründe sekonderin bir ucunun topraklanması gerekir. Sekonder akım değerleri (özel yapılanlar hariç) 1 A, 2 A, 5 A veya 10 A'dir. Ölçme devrelerinde çoğunlukla sekonder akımı 5 A (Örnek: 200/5 A) olan akım ölçü transformatörü kullanılır. Bazı akım ölçü transformatörlerinde sekonderde kademeli sargı bulunur. Bu tip transformatörler belli dönemler içinde yüklerde aşırı farklılık oluşan yerlerde kullanılır. Transformatörün primer akım değerleri ise 5 amperden 7500 ampere kadar olabilir. Bu değerler özel imalat akım ölçü transformatörlerde değişebilir.

7.5.2. Gerilim Ölçü Transformatörlerinin Yapısı ve Çalışması

Büyük gerilimleri güvenli ve doğru bir şekilde küçük ölçü aletleriyle ölçebilmek ve koruma rölelerini çalıştırabilmek için kullanılan transformatöre **gerilim ölçü transformatörü** denir. Gerilim ölçü transformatörü; koruma rölelerinde, voltmetre, wattmetre, cosQmetre, elektrik sayaçlarıyla ölçmede kullanılır. Yapısı diğer trafolar gibi demir nüve, primer sargı ve sekonder sargıdan oluşur. Primer sargı ince iletkenli çok spirli, sekonder sargı ise az spirli ve iletkeni ölçü aletlerinin çektiği akımı karşılayacak kalınlıktadır. Gerilim ölçü transformatörleri 0,1 kV ile 380 kV arasındaki gerilimlerde (primer anma gerilimi) kullanılır. Sekonder gerilim değerleri ise 100 V, 110 V veya 120 V olabilir. Ölçme devrelerinde çoğunlukla sekonder gerilimi 100 V (Örnek: 1200/100 V) olan gerilim ölçü transformatörü kullanılır. Gerilim ölçü transformatörü çeşitleri; alçak gerilimli, orta ve yüksek gerilimli, kuru tip, yağlı tip, bina içi tip, bina dışı tipi, indüktif tip ve kapasitif tiptir. 145 kV'tan daha yüksek gerilimlerde kapasitif gerilim ölçü transformatörleri kullanılır.

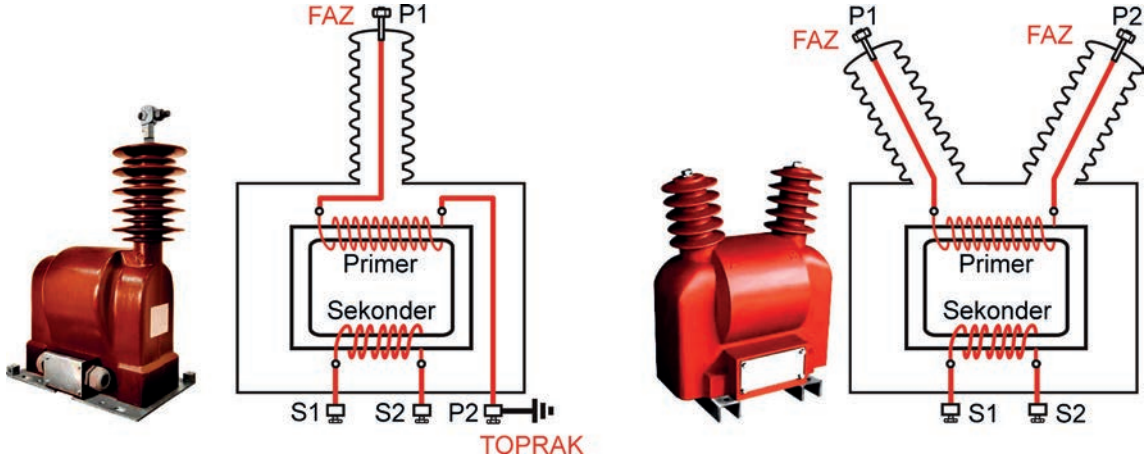
Tek sargılı veya çok sargılı olarak üretilen gerilim ölçü transformatörleri, bağlantı şekline göre faz-toprak ve faz-faz gerilim ölçü transformatörü olmak üzere iki sınıftır (Görsel 7.14).



Görsel 7.14: Faz-toprak ve faz-faz gerilim ölçü transformatörleri

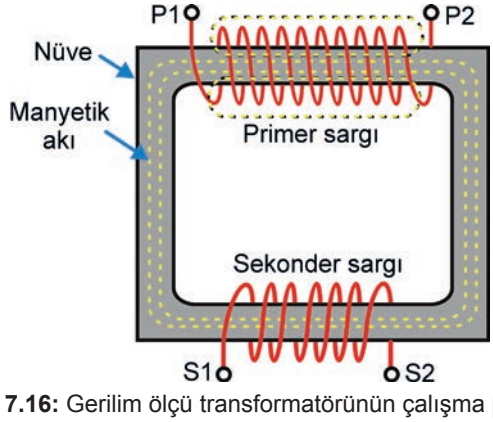
a) Faz-toprak gerilim ölçü transformatörü: Primer sargı girişi faza, sargı çıkışı toprağa bağlanır. Üç fazlı sistemde üç adet transformatör kullanılır.

b) Faz-Faz gerilim ölçü transformatörü: Üç fazlı sisteme bağlanırken iki adet transformatör kullanılır. Primer sargı uçları birleştirilip üç fazdan birine bağlanır. Diğer primer uçları kalan iki faza bağlanır. Sekonder uçlarının ikisi birleştirilip topraklanır. Kalan diğer uçlar ölçü aletlerine bağlanır. Gerilim ölçü transformatörlerinin sargı ve terminal bağlantısı Görsel 7.15'te görülmektedir.



Görsel 7.15: Faz-toprak ve faz-faz gerilim ölçü transformatörlerinin sargı ve terminal bağlantısı

Gerilim ölçü transformatöründe primere uygulanan büyük gerilim, demir nüvede değişken manyetik alan oluşturur. Bu manyetik alan, az spirli olan sekonder sargılarında bir gerilim indükler. İndüklenen bu gerilim ile primer gerilimi arasındaki faz farkı yaklaşık sıfırdır. Sekonder gerilimi ölçü aletlerine bağlamadan önce sargının bir ucunun topraklanması gerekir (Görsel 7.16).



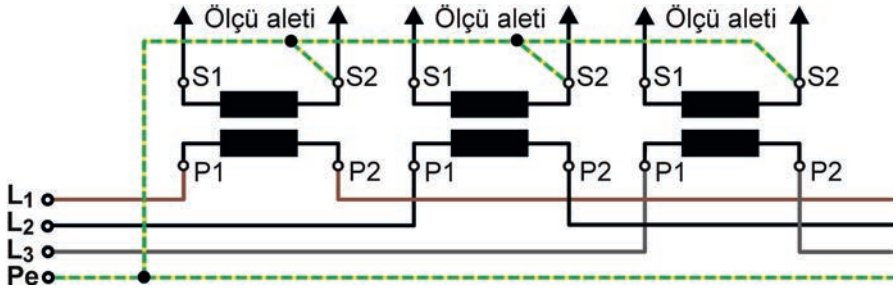
Görsel 7.16: Gerilim ölçü transformatörünün çalışma prensibi

7.6. AKIM VE GERİLİM TRANSFORMATÖRLERİNİN BAĞLANTILARI VE BAKIM ONARIMLARI

Ölçü aletlerinin doğru ve güvenilir bir ölçüm yapabilmesi için ölçü transformatörlerinin düzenli bir şekilde bağlantısının, bakımının ve onarımlarının yapılması gerekir.

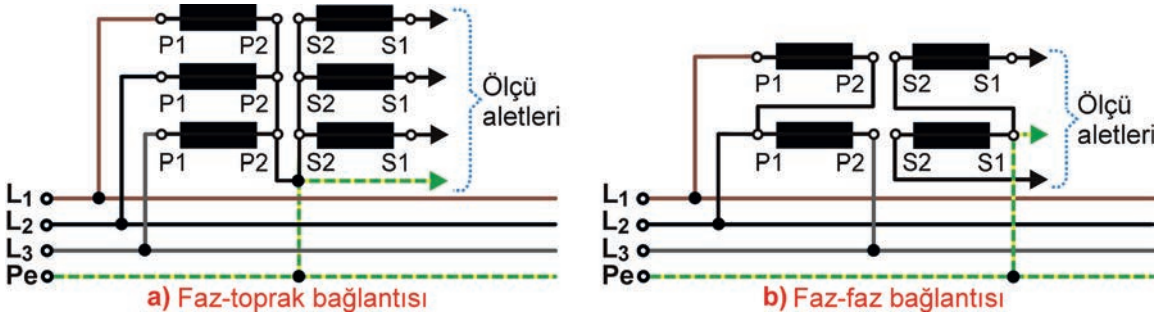
7.6.1. Akım ve Gerilim Ölçü Transformatörlerinin Bağlantısı

Akım ölçü transformatörlerinin üç fazlı sistemde bağlantısı yapılırken polaritesine dikkat edilerek P1-P2 primer uçları, fazlara seri bağlanır. Sekonder sargılarının S2 uçları birleştirilip topraklanır. Sekonderin S1 ve S2 uçları ölçü aletlerine bağlanır (Görsel 7.17).



Görsel 7.17: Akım ölçü transformatörünün üç fazlı sisteme bağlantısı

Gerilim ölçü transformatörlerinin üç fazlı sistemde bağlantısı iki şekilde yapılır. Faz-toprak tipinin bağlantısında üç adet transformatörün polaritesine dikkat edilerek primerlerin P1 uçları fazlara bağlanır. Primerlerin P2 ve sekonderlerin S2 sargı uçları kendi aralarında birleştirilip topraklanır. Sekonderin kalan diğer S1 uçları ölçü aletlerine bağlanır (Görsel 7.18.a). Faz-faz tipinin bağlantısında ise transformatörün polaritesine dikkat edilerek primerin P1 ucu L1 fazına bağlanır. İki transformatörün P1 ve P2 uçları birleştirilip L2 fazına bağlanır. Geri kalan P2 primer sargı ucu L3 fazına bağlanır. Sekonderlerin S1 ve S2 uçları birleştirilip topraklanır. Sekonderlerin kalan S1 ve S2 uçları ölçü aletlerine bağlanır (Görsel 7.18.b).



Görsel 7.18: Gerilim ölçü transformatörünün üç fazlı sisteme bağlantısı

7.6.2. Akım ve Gerilim Ölçü Transformatörlerinin Bakım ve Onarımı

Akım ve gerilim ölçü transformatörlerinde mekanik bağlantının gevşek olmamasına dikkat edilmelidir. Kuru tip transformatörün üzerindeki toz ve nem kalıntıları silinmelidir. Yağ soğutmalı tiplerde gövde üzerinde toz ve yağ kalıntıları varsa silinmeli, transformatörün yağ eksiltmemesine dikkat edilmelidir. Eksik yağ durumunda ısınma fazla olacağından eksilen yağ takviye edilmelidir. Ölçü transformatörünün giriş, çıkış ve toprak kablo bağlantıları sıkılarak sağlamlaştırılmalıdır.

Akım ve gerilim ölçü transformatörlerinin sağlamlık kontrolü multimetre ölçü aletiyle yapılabilir. Transformatör sargılarının sağlamlık kontrolü yapılırken kısa devre, kopukluk ve gövdeye kaçak arızaları için multimetreyle test yapılmalıdır. Arızası varsa onarımı yapıldıktan sonra devreye monte edilmelidir.

7.7. AKIM VE GERİLİM TRANSFORMATÖRLERİNİN SEÇİMİ VE MONTAJI

Ölçüm yapılacak elektrik devrelerinde ölçü transformatörlerini monte etmeden önce devrenin değerleri göz önüne alınarak cihaz seçimi yapılmalıdır.

7.7.1. Akım Ölçü Transformatörlerinin Seçimi ve Montajı

Akım ölçü transformatörlerinde primer sargıdan geçen akımın sekonder sargıdan geçen akımın oranına **akım dönüştürme oranı** denir. Akım dönüştürme oranı k = Ip / Is olarak ifade edilir. k: Akım dönüştürme oranı, Ip: Primer akımı, Is: Sekonder akımıdır.

Örnek Problem 1: Primerinden 500 A, sekonderinden 5 A geçen akım ölçü transformatörünün akım dönüştürme oranını hesaplayınız.

Çözüm: k = Ip / Is = 500 / 5 = 100

Örnek Problem 2: Sekond er akımı 5 A ve dönüştürme oranı 10 olan akım ölçü transformatörünün primer akımı kaç amperdir?

Çözüm: k = Ip / Is formülünden, Ip = k . Is = 10 . 5 = 50 A

Ölçü transformatörünün gücü, görünür güç (VA) olarak ifade edilir. Akım ölçü transformatörünün sekonder gücünü; sekonderine bağlanacak alıcı (ölçü aletleri ve koruma röleleri), kablo güçleri ve kablo bağlantısı temas kaybından kaynaklanan güçlerin toplamı belirler.

$\mathbf{S = S_{Alıcı} + S_{Kablo} + S_{Kayıp}}$ (Akım ölçü transformatör gücü = Alıcı gücü + Kablo gücü + Temas kayıp gücü)

Örnek Problem 3: Akım oranı 100/5 A olan bir akım ölçü transformatörüne bağlanacak alıcı (ölçü aleti) gücü 6 VA, ölçü aletlerine bağlanacak kablo kesiti 1,5 mm² ve toplam kablo uzunluğu 15 metre ise akım ölçü transformatörünün sekonder gücü kaç VA olmalıdır?

Çözüm:

$\mathbf{I_s}$ = 5 A (Sekonder akımı)

$\mathbf{s_{kesit}}$ = 1,5 mm² (Kablo kesiti)

L = 15 m (Kablo uzunluğu)

$\mathbf{K_{cu}}$ = 56 m / Ω.mm² (Bakırın iletkenlik katsayısı)

$\mathbf{S_{Alıcı}}$ = 6 VA (Alıcı ölçü aleti gücü)

$\mathbf{S_{Kayıp}}$ = 0,5 VA (Temas kayıpları, akım ölçü transformatörünün sekonder terminalleri ve alıcılar arasında yapılacak bağlantı sayısına göre yaklaşık olarak 0,5 VA kabul edilir.)

$\mathbf{S_{Kablo}}$ = ?

S = ?

Kablo direnci:

$R_{kablo} = 2 . L / K_{cu} . s_{kesit}$

$R_{kablo} = 2 . 15 / 56 . 1,5 = 0,35\ \Omega$

Kablo gücü:

$P_{Kablo} = I_s^2 . R_{kablo}$

$P_{Kablo} = 52 . 0,35$

$P_{Kablo} = 8,75\ W = S_{Kablo} = 8,75\ VA$

Sekonder gücü:

$S = S_{Alıcı} + S_{Kablo} + S_{Kayıp}$

$S = 6 + 8,75 + 0,5$

S = 15,75 VA

Sekonder devresine ileride eklenme ihtimali olan alıcıların gücü düşünülerek akım ölçü transformatörünün gücü **20 VA** seçilmelidir.

Akım ölçme transformatörünün özelliklerini belirleyen unsurlar şunlardır:

a) İşletme Anma Gerilimi: Akım ölçü transformatörü yalıtımının dayanabileceği işletme geriliminin üst değeridir (Örnek:15 kV, 34,5 kV).

b) Anma Gücü: Akım ölçü transformatörünün sekonderine bağlanacak alıcılar (ölçü aletleri ve koruma röleleri), kablo güçleri ve bağlantı temas kaybından kaynaklanan güçlerin toplamıdır (Örnek: 40 VA).

c) Doğruluk Sınıfı: Akım ölçü transformatörünün primerinden akım geçerken sekonder akımının olması gerekenden yüzde olarak sapma değeridir. Doğruluk sınıfları 0.2-0.5-1-3 ve 5'tir. Bu değerler, akım ölçü transformatörü %100 yüklü durumdayken yapacağı maksimum hatayı belirtir. Transformatörün primerinden anma akımı geçerken nüve doyma noktasına yaklaştığında akım hatası; doğruluk sınıfı 1 için %5, doğruluk sınıfı 3 için %10 olur. Bu yüzden TSE tarafından benimsenmiş doğruluk sınıfları 5P ve 10P olarak gösterilir. Ölçü aletlerinin ölçümünde akım ölçü transformatörünün akım hatası 5P'den küçük olması, koruma rölelerinde ise akım hatasının 10P'den küçük olması istenir.

d) Doyma Katsayısı: Akım ölçü transformatöründe primer akımı artarken nüvenin doyuma ulaşmasıyla sekonder akımının sabitleştiği doğruluk sınırındaki katsayıdır. "n" harfiyle gösterilir.

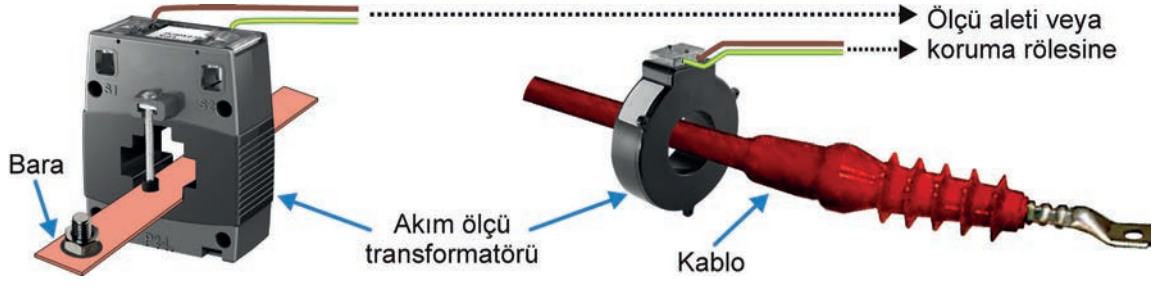
e) Akım Dönüştürme Oranı: Akım ölçü transformatöründe primer akımının sekonder akımına oranıdır. $k = I_1 / I_2$ formülüyle bulunur.

f) Anma Akım Değerleri: Akım ölçü transformatöründe primer ve sekonder akım değerleridir. Primer akım değerleri; "5-10-12,5-15-20-25-30-40-50-60-75" amperin 10'ar katları şeklinde 7500 ampere kadardır. Sekonder anma akım değerleriyse 1 A, 2 A, 5 A veya 10 amperdir.

g) Termik Anma Akımı: Akım ölçme transformatörünün bir saniye sürede zarar görmeden taşıyabileceği maksimum akım değeridir.

h) Dinamik anma akımı: Sargılarda manyetik itme çekme şeklinde dinamik etki gösteren ani darbe ve kısa devre akımlarıdır.

Akım ölçü transformatörünün primeri sargılı tiplerinde giriş çıkış terminallerinin montajı; cıvata, somun, rondela ve pabuç kullanılarak yapılır. Primeri sargısız tiplerde ise bara veya kablo transformatörün ortasındaki boşluğa geçirilerek sabitlenir (Görsel 7.19).



Görsel 7.19: Akım ölçü transformatörünün baraya ve kabloya montajı

Akım ölçü transformatörleri monte edilirken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Akım ölçü transformatörü ölçülecek devrenin özelliklerine göre doğru seçilmelidir.
- İşletme anma gerilimine uygun seçilmelidir.
- Enerjinin akış yönünde ve polaritesine dikkat edilerek monte edilmelidir.
- Sekonder ucu mutlaka topraklanmalıdır.
- Sekonder ucuna ölçü aleti bağlı değilse mutlaka uçlar köprülenip kısa devre edilmelidir.
- Kablo bağlantılarında renk standardına dikkat edilmeli, bağlantılarda pabuç kullanılmalı ve vida bağlantıları temas kayıplarına karşı iyice sıkılmalıdır.
- Akım ölçü transformatörü bara veya kablo üzerine sağlam bir şekilde sabitlenmelidir.

3. Uygulama İ	VERİLEN GÜCE UYGUN AKIM ÖLÇÜ TRANSFORMATÖRÜ SEÇİM

AMAÇ: Verilen güce uygun akım ölçü transformatörü seçmek.

Verilen değerler:

Ölçü aletlerinin toplam gücü: 7 VA

İşletme anma gerilimi: 400 V

Primer anma akımı: 50 A

Sekonder anma akımı: 5 A

Kablo temas kaybı gücü: 0,5 VA

Kablo iletkenlik katsayısı: 56 m / Ω.mm^2

Kablo kesiti: 1,5 mm^2

Kablo uzunluğu: 10 m



Görsel 7.20: Akım ölçü transformatörünün seçim değerleri

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Akım ölçü transformatörü	Seçilen değere göre	-
Hesap makinesi	-	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Akım ölçü transformatörünün istenen değerlerini defterinize yazınız.
2. Verilen değerlere göre kablo direncini hesaplayınız.
3. Verilen değerlere göre kablo gücünü hesaplayınız
4. Verilen değerlere göre akım transformatörünün sekonder gücünü hesaplayınız.
5. Ölçü aleti bağlanacaksa akım ölçü transformatörünün doğruluk sınıfını belirleyiniz.
6. Hesapladığınız ve belirlediğiniz değerleri bir liste halinde yazıp akım ölçü transformatörü seçiminizi öğretmeninize gösteriniz.

SORULAR

1. Akım ölçü transformatörünün seçimi nasıl yapılır? Açıklayınız.
2. Akım ölçü transformatörünün sekonderine hangi ölçü aletleri bağlanır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Hesaplamanın doğruluğu	50	
Sınıfı:	2. Doğruluk sınıfının seçilmesi	25	
Numarası:	3. Belirlenen değerlerin listelenmesi	25	
ÖĞRETMEN	TOPLAM PUAN	100	
Adı ve Soyadı:			
İmza:			

7.7.2. Gerilim Ölçü Transformatörlerinin Seçimi ve Montajı

Gerilim ölçü transformatörlerinde primer sargı geriliminin sekonder sargı gerilimine oranına **gerilim dönüştürme oranı** denir. Gerilim dönüştürme oranı k = U1 / U2 (örnek: 1200/100) olarak ifade edilir. Gerilim ölçü transformatörlerinde seçim yapılırken transformatör özelikleri aşağıdaki gibidir.

a) İşletme anma gerilimi

b) Anma gücü

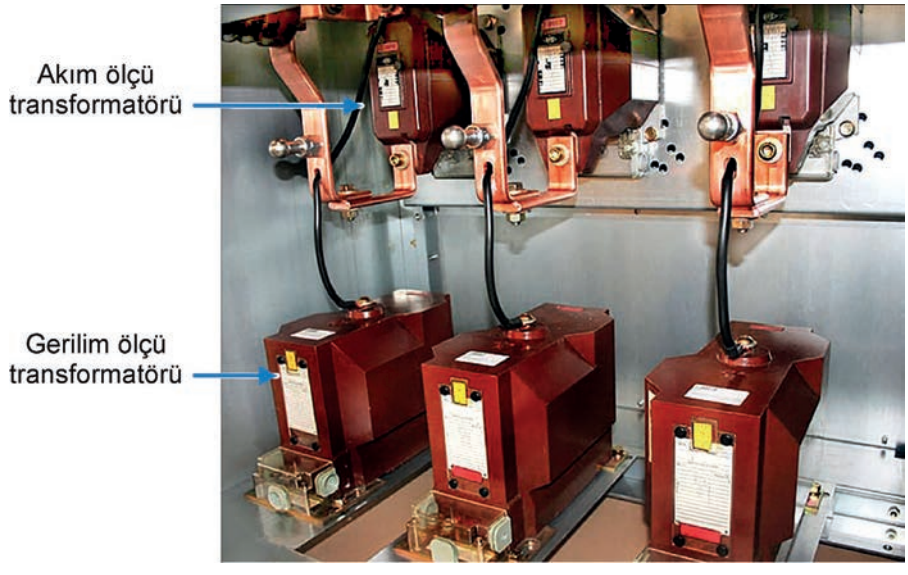
c) Doğruluk sınıfı

d) Doyma katsayısı

e) Gerilim dönüştürme oranı

f) Bağlantı tipi (Faz-toprak, Faz-faz)

Gerilim ölçü transformatörlerinin sekonderine birden fazla ölçü aleti bağlanabilir. Sekonder kısmında ölçü aleti bağlanmadığı zaman uçlar boş bırakılır. Sekonder sargı uçları akım trafosundaki gibi kesinlikle kısa devre edilmemelidir. Sekonder veya primer sargısında meydana gelecek bir kısa devre arızası, transformatörün ısınmasına ve yanmasına sebep olur. Bu yüzden gerilim ölçü transformatörünün hem primer devresine hem de sekonder devresine sigorta bağlanmalıdır. Üç fazlı sistemde faz-toprak gerilim ölçü transformatörlerinin primer sargı çıkışları (P2) ve sekonder sargı çıkışları (S2) birleştirilip topraklanır. Faz-faz tipinde ise sadece sekonderde iki sargı ucu birleştirilip topraklanır. Bina içi gerilim ve akım ölçü transformatörleri ölçüm panosu içine beraber monte edilir (Görsel 7.21).



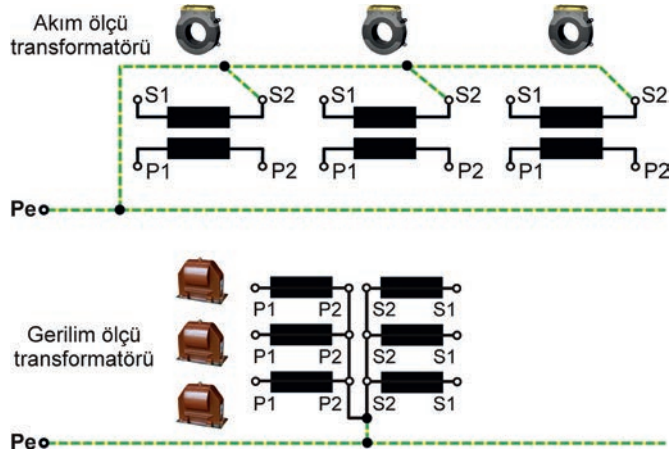
Görsel 7.21: Orta gerilim panosunda akım ve gerilim ölçü transformatörlerinin montajı

Gerilim ölçü transformatörleri monte edilirken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Gerilim ölçü transformatörü ölçülecek devrenin özelliklerine göre doğru seçilmelidir.
- Enerjinin akış yönünde ve polaritesine dikkat edilerek monte edilmelidir.
- Primer ve sekonder devresine mutlaka sigorta bağlanmalıdır.
- Sekonder ucuna ölçü aleti veya koruma rölesi bağlı değilse mutlaka uçlar boş bırakılmalıdır.
- Kablo bağlantılarında renk standardına dikkat edilmeli, bağlantılarda pabuç kullanılmalı ve vida bağlantıları temas kayıplarına karşı iyice sıkılmalıdır.

4. Uygulama	AKIM VE GERİLİM ÖLÇÜ TRANSFORMATÖRLERİNDE TOPRAKLAMA BAĞLANTISI

AMAÇ: Akım ve gerilim ölçü transformatöründe topraklama bağlantısını yapmak.



Görsel 7.22: Akım ve gerilim ölçü transformatöründe topraklama bağlantısı

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Akım ölçü transformatörü	-	3 adet
Gerilim ölçü transformatörü	-	3 adet
Kablo ve gereçleri	NYAF kablo, pabuç, yüksük	-
El aletleri	Pense, yan keski, kablo soyma pensi, tornavida takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Öğretmeninizden malzemeleri temin ediniz. Çalışırken iş güvenliği kurallarına uymayı unutmayınız.
2. Kabloları uygun ölçüde kesip uçlarına pabuç veya yüksük monte ediniz.
3. Akım ölçü transformatörünün S2 uçlarını köprüleyip topraklama hattına bağlayınız.
4. Gerilim ölçü transformatörünün S2 uçlarını ve P2 uçlarını köprüleyip topraklama hattına bağlayınız.
5. Yaptığınız uygulamayı öğretmeninize gösteriniz. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

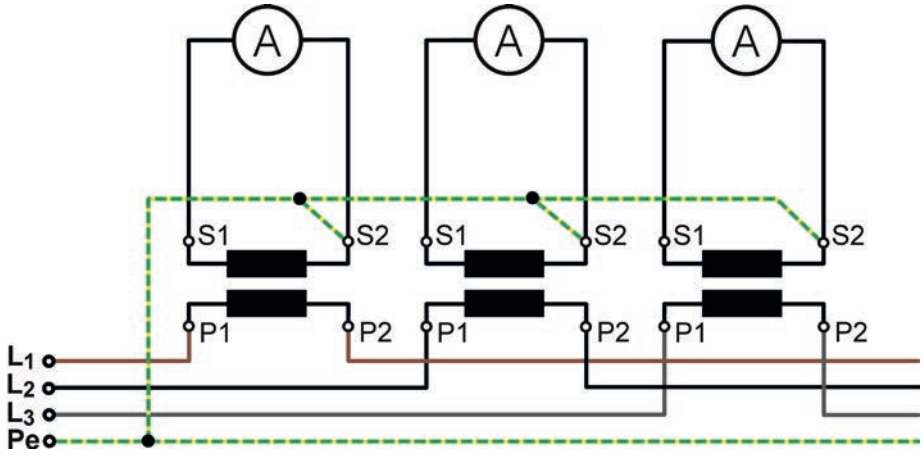
SORULAR

1. Akım ölçü transformatörünün hangi uçları topraklanır? Açıklayınız.
2. Gerilim ölçü transformatörünün hangi uçları topraklanır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Malzeme bilgisi	30	
Sınıfı:	2. Akım ölçü transformatörünün kontrolü	35	
Numarası:	3. Gerilim transformatörünün kontrolü	35	
ÖĞRETMEN	TOPLAM PUAN	100	
Adı ve Soyadı:			
İmza:			

5. Uygulama	AKIM ÖLÇÜ TRANSFORMATÖRÜNÜN ÖLÇÜM DEVRELERİNE BAĞLANTISI

AMAÇ: Akım ölçü transformatörünün ölçüm devrelerine bağlantısını yapmak.



Görsel 7.23: Akım ölçü transformatörünün ölçme devrelerine bağlantısı

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Akım ölçü transformatörü	25/5 A, 7 VA, 400 V	3 adet
Kablo ve gereçleri	NYAF kablo, pabuç, yüksük	-
Ölçü aletleri	Ampermetre	3 adet
El aletleri	Pense, yan keski, kablo soyma pensi, tornavida takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Öğretmeninizden malzemeleri temin ediniz. Çalışırken iş güvenliği kurallarına uymayı unutmayınız.
2. Görsel 7.23'teki gibi transformatörlerin primer uçlarını fazlara seri olacak şekilde bağlayınız.
3. Sekonderin S2 uçlarını köprüleyip topraklama hattına bağlayınız.
4. Sekonder uçlarına ampermetreleri bağlayınız.
5. Öğretmen gözetiminde fazlara alıcı bağlayarak ampermetrelerdeki akım değerlerini okuyup dönüştürme oranına göre hesaplayınız.
6. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

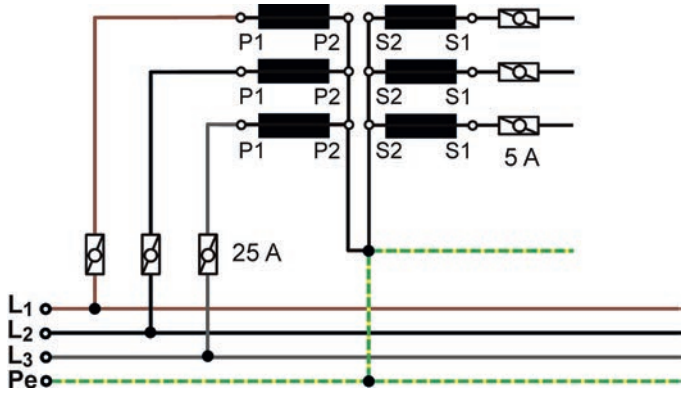
SORULAR

1. Sekondere bağlı ampermetre değeri neden dönüştürme oranına göre hesaplanır? Açıklayınız.
2. Akım ölçü transformatörünün primeri nasıl bağlanır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Primer uçlarının bağlantısı	25	
Sınıfı:	**2.** Sekonder uçlarının bağlantısı	25	
Numarası:	**3.** Topraklama bağlantısı	25	
ÖĞRETMEN	**4.** Ölçüm yapılması	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

6. Uygulama	GERİLİM ÖLÇÜ TRANSFORMATÖRÜNÜN PRİMER VE SEKONDER DEVRESİNE SİGORTA BAĞLANTISI

AMAÇ: Gerilim ölçü transformatörünün ölçüm devrelerine bağlantısını yapmak.



Görsel 7.24: Gerilim ölçü transformatörünün ölçme devrelerine bağlantısı

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Gerilim ölçü transformatörü	-	3 adet
Üç fazlı sigorta	25 A	1 adet
Bir fazlı sigorta	5 A	3 adet
Kablo ve gereçleri	NYAF kablo, pabuç, yüksük	2 adet
El aletleri	Pense, yan keski, kablo soyma pensi, tornavida takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Öğretmeninizden malzemeleri temin ediniz. Çalışırken iş güvenliği kurallarına uymayı unutmayınız.
2. Görsel 7.24'teki gibi transformatörlerin primerinin (P1) uçlarını sigorta üzerinden fazlara bağlayınız.
3. Primeri P2 ve sekonderin S2 uçlarını köprüleyip topraklama hattına bağlayınız.
4. Sekonderin çıkış uçlarına sigortaları bağlayınız.
5. Yaptığınız uygulamayı öğretmeninize kontrol ettiriniz.
6. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Gerilim ölçü transformatörünün primer ve sekonderine neden sigorta bağlanır? Açıklayınız.
2. Gerilim ölçü transformatörüne hangi ölçü aletlerinde kullanılır? Açıklayınız.

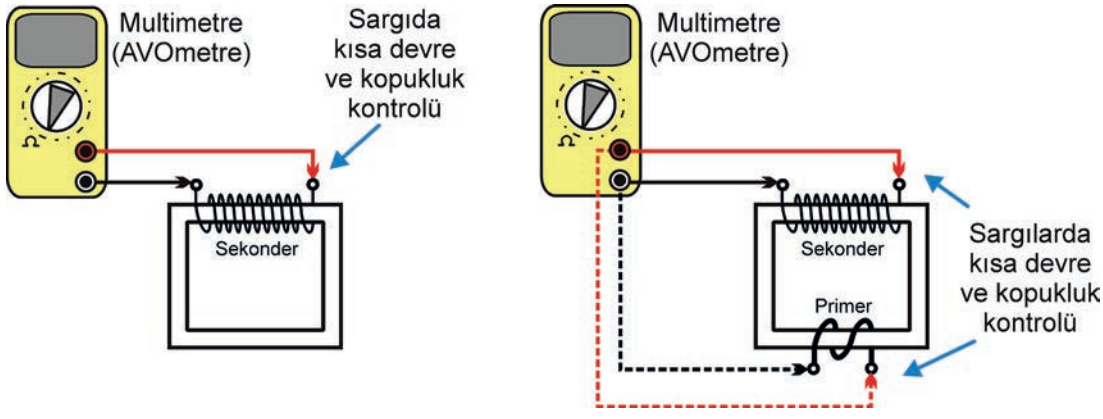
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Malzeme bilgisi	30	
Sınıfı:	2. Akım ölçü transformatörünün kontrolü	35	
Numarası:	3. Gerilim transformatörünün kontrolü	35	
ÖĞRETMEN	TOPLAM PUAN	100	
Adı ve Soyadı:			
İmza:			

7.8. AKIM VE GERİLİM TRANSFORMATÖRLERİNDE ARIZA TESPİTİ

Akım ve gerilim ölçü transformatörlerinde meydana gelen arızalar sağlıklı bir ölçmeyi engellediği gibi ölçü transformatörlerinin yanmasına sebep olabilir. Bu yüzden arıza tespitinin yapılıp onarılması veya değiştirilmesi gerekir.

7.8.1. Akım Ölçü Transformatörlerinde Arıza Tespiti

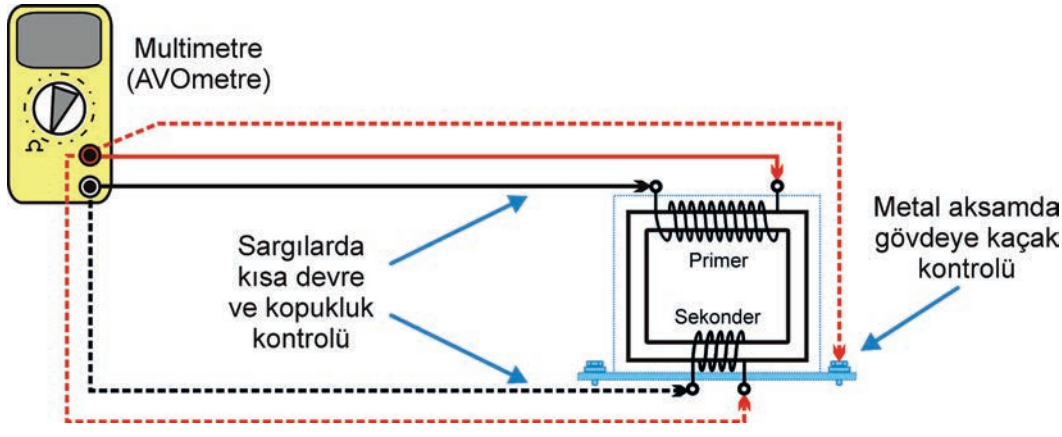
Cihazlarda elektrik arızaları genel olarak; kısa devre, kopukluk ve gövdeye kaçak olmak üzere üç çeşittir. Bu arızalar ölçü transformatörleri için de geçerlidir. Bu arızaların tespiti basit olarak multimetre (AVOmetre) ile yapılabilir. Multimetre ohm kademesine getirilir. Primeri sargısız akım ölçü transformatöründe sadece sekonder sargı ölçülür. Sekonder uçları ölçüldüğünde değer gösteriyorsa sargı sağlamdır. Çok düşük ya da sıfır direnç gösteriyorsa sargıda kısa devre vardır. Değer göstermiyorsa kopukluk vardır. Primeri sargılı akım ölçü transformatöründe sargı az sipirli kalın iletkenli olduğu ve direnç değeri göstermediği için sadece kopukluk kontrolü yapılır. Ayrıca primer ve sekonder sargı arasında kısa devre kontrolü yapılır. Gövdede metal aksam varsa sargılarla gövde arasında gövdeye kaçak kontrolü yapılır (Görsel 7.25).



Görsel 7.25: Akım ölçü transformatörlerinin ölçü aletiyle sağlamlık kontrolü

7.8.2. Gerilim Ölçü Transformatörlerinde Arıza Tespiti

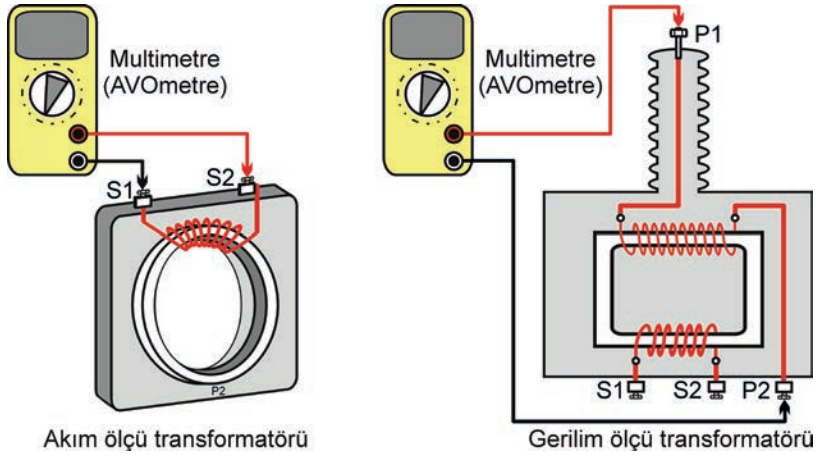
Gerilim ölçü transformatöründe hem primer sargıda hem de sekonder sargıda kısa devre ve kopukluk kontrolü yapılır. Primer ve sekonder sargılar arasında kısa devre kontrolü yapılır. Gövdede metal aksam varsa sargılarla gövde arasında gövdeye kaçak kontrolü yapılır (Görsel 7.26).



Görsel 7.26: Gerilim ölçü transformatörlerinin ölçü aletiyle sağlamlık kontrolü

7. Uygulama	AKIM VE GERİLİM ÖLÇÜ TRANSFORMATÖRLERİNİN ÖLÇÜ ALETİYLE SAĞLAMLIK KONTROLÜ

AMAÇ: Akım ve gerilim ölçü transformatörlerinin ölçü aletiyle sağlamlık kontrolünü yapmak.



Görsel 7.27: Ölçü transformatörlerinin ölçü aletiyle sağlamlık kontrolü

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Ölçü transformatörleri	Akım ölçü transformatörü, gerilim ölçü transformatörü	-
Multimetre	-	1 adet
El aletleri	Pense, tornavida takımı	3 adet

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Uygulama malzemelerini öğretmeninizden temin ediniz.
2. Multimetre ile akım ölçü transformatörünün sekonder sargısının kısa devre ve kopukluk kontrolünü yapınız.
3. Multimetre ile gerilim ölçü transformatörünün primer sargısının kısa devre ve kopukluk kontrolünü yapınız. Ayrıca sekonder sargısının kısa devre ve kopukluk kontrolünü yapınız.
4. Multimetre ile gerilim ölçü transformatörünün sargılar arası ve sargılarla gövde arasında temas olup olmadığını kontrol ediniz.
5. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Multimetre ile kısa devre ve kopukluk kontrolü nasıl yapılır? Açıklayınız.
2. Multimetre ile metal gövdeye kaçak kontrolü nasıl yapılır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Malzeme bilgisi	30	
Sınıfı:	2. Akım ölçü transformatörünün kontrolü	35	
Numarası:	3. Gerilim transformatörünün kontrolü	35	
ÖĞRETMEN	TOPLAM PUAN	100	
Adı ve Soyadı:			
İmza:			

7.9. X/5 KOMBİNE SAYAÇ BAĞLANTISI

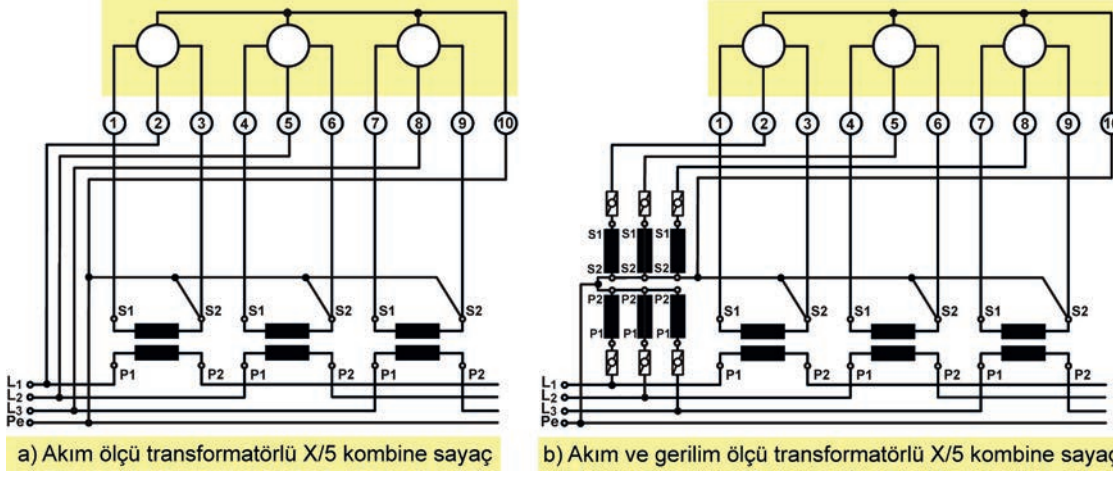
Elektrik devrelerinde 5 ampere kadar olan akım değerinde çalışan ve aktif-reaktif güç ölçen sayaçlara **X/5 kombine sayaç** denir. X/5 kombine sayaçlar akım ölçme transformatörüyle beraber devreye bağlanır.

7.9.1. X/5 Kombine Sayaçta Akım ve Gerilim Uçlarının Bağlantısı

X/5 kombine sayaçlar sadece akım ölçü transformatör bağlantılı ve akım gerilim ölçü transformatör bağlantılı olmak üzere iki çeşittir. Şebekeden çekilen akım kaç amper olursa olsun akım ölçme transformatörü bu akımı 5 ampere düşürüp sayaç üzerinden geçirir (X amper / 5 amper).

Akım ölçü transformatörlü X/5 kombine sayacın çalışma gerilimi 230 volt ile 400 volt aralığındadır. Üzerinden geçen akım 5 amperdir. L1-L2-L3 fazları 2-5-8 numaralı gerilim bobini uçlarına bağlanır. Akım ölçme transformatörünün sekonder uçları sırayla sayacın 1-3, 4-8, 7-9 akım bobini uçlarına bağlanır. Sayacın 10 numaralı ucu ve sekonder S2 uçları birleştirilip topraklama ucuna bağlanır (Görsel 7.28.a).

Akım ve gerilim ölçme transformatörlü X/5 kombine sayacın çalışma gerilimi 40 volt ile 100 volt aralığındadır. Üzerinden geçen akım 5 amperdir. L1-L2-L3 fazları sigortalar üzerinden gerilim ölçü transformatörünün P1 primer uçlarına bağlanır. Gerilim ölçü transformatörünün S1 sekonder uçları da sigortalar üzerinden sırayla sayacın 2-5-8 numaralı gerilim bobini uçlarına bağlanır. Gerilim ölçü transformatörünün P2 primer uçları ve sekonderin S2 sekonder uçları birleştirilip sayacın 10 numaralı ucuna ve topraklama hattına bağlanır. Akım ölçme transformatörünün bağlantısı ise yukarıda bağlantısı anlatılan diğer X/5 kombine sayaçtaki gibidir (Görsel 7.28.b).



Görsel 7.28: X/5 kombine sayacın ölçü transformatörleriyle devreye bağlanması

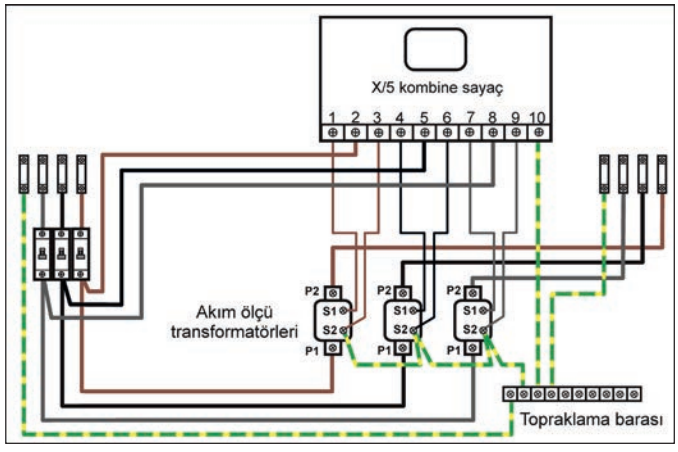
7.9.2. Bağlantısı Yapılan X/5 Kombine Sayaçta Gerekli Kontrollerin Yapılması

Bağlantısı yapılan X/5 kombine sayaca enerji verilmeden klemens bağlantıları kontrol edilmeli, gevşeklik varsa klemens vidaları sıkılmalıdır. Akım ve gerilim transformatörlerinin sekonder uçlarının sayacın doğru uçlarına bağlandığı kontrol edilmelidir. Ölçü trafolarının primer ve sekonder bağlantılarının doğru polaritede bağlandığı kontrol edilmelidir. Ayrıca topraklama bağlantıları kontrol edilmelidir.

Sayaca enerji verildikten sonra ölçü transformatörlerinin sekonder çıkışlarındaki gerilimler ölçü aletiyle kontrol edilmelidir. Sayacın çıkışına bağlanan yükler devreye alınıp sayacın çalışması gözlenmelidir. Sayaç belli bir süre çalıştıktan sonra sayaç ekranından tüketilen aktif ve reaktif enerjiyi gözlemlemek için endeks değerleri okunmalıdır.

8. Uygulama	PANO SAYAÇ BÖLMESİ ÜZERİNDE ÜÇ FAZLI X/5 KOMBİNE SAYAÇ BAĞLANTISI

AMAÇ: Pano sayaç bölmesi üzerinde üç fazlı X/5 kombine sayaç bağlantısını yapmak.



Görsel 7.29: Pano sayaç bölmesi üzerinde üç fazlı X/5 kombine sayaç bağlantısı

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Elektrik sayacı	Elektronik X/5 kombine sayaç	1 adet
Ölçü transformatörleri	Akım ölçü transformatörü (50/5)	3 adet
Sigorta	Üç fazlı	1 adet
Kablo ve gereçleri	Sac pano, kanal, ray ve baralar NYAF, H07V-U kablo, pabuç, yüksük	-
El aletleri	Pense, yan keski, kablo pabuç sıkma pensi, tornavida takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Öğretmeninizden malzemeleri temin ediniz. Çalışırken iş güvenliği kurallarına uymayı unutmayınız. Kombine sayacı, ray, ray klemensini, topraklama barasını ve sigortaları pano üzerine monte ediniz.
2. Faz kablolarını üç fazlı sigortaya ve topraklama iletkenini topraklama barasına bağlayınız.
3. Akım ölçü transformatörünün primerini polariteye dikkat ederek üç fazlı hatta seri olacak şekilde bağlayınız. Sekonder uçlarını sayacın akım bobini uçlarına bağlayınız. Sekonderin S2 uçlarını köprüleyip topraklama barasına bağlayınız. Sayacın gerilim bobini uçlarını direkt bağlayınız.
4. Yaptığınız uygulamayı öğretmeninize kontrol ettiriniz. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. X/5 kombine sayaçta akım ölçü transformatörünün sekonder akımı kaç amperdir?
2. X5 kombine sayaç hangi değerleri ölçer? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Elemanların panoya montajı	25	
Sınıfı:	2. Akım ölçü transformatörünün bağlantısı	25	
Numarası:	3. X/5 kombine sayaç bağlantısı	25	
ÖĞRETMEN	4. Kablo montaj düzeni	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. ( ) Elektrik sayaçları alıcının saat başına tükettiği gücü ölçer.

2. ( ) Optik port ölçü transformatörlerinin bir parçasıdır.

3. ( ) Kombine elektrik sayacı tüketilen aktif ve reaktif enerjiyi ölçer.

4. ( ) Akım ve gerilim ölçü transformatörleri enerji iletim ve dağıtımında kullanılır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Elektrik sayaçlarında T1-T2-T3 değerleri ……..…….. sistemde okunup değerlendirilir.

6. Etiketinde 2000/5 A yazan bir akım ölçme transformatörünün akım dönüştürme oranı ……..…….. olur.

7. Etiketinde 1000/100 V yazan bir gerilim ölçü transformatörünün gerilim dönüştürme oranı ……..…….. olur.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

8. Sekonder gerilimi 100 volt ve gerilim dönüştürme oranı 6 olan bir gerilim ölçü transformatörünün primer gerilimi aşağıdakilerden hangisidir?

A) 6000 volt

B) 600 volt

C) 60 volt

D) 6 volt

E) 0,6 volt

9. X/5 kombine sayacın sekonderinden geçen akım değeri aşağıdakilerden hangisidir?

A) 100 amper

B) 15 amper

C) 10 amper

D) X amper

E) 5 amper

10. Akım ölçme transformatörlerinde birleştirilip topraklanan uç aşağıdakilerden hangisidir?

A) P1

B) P2

C) S1

D) S2

E) L1

DAĞITIM PANOLARI

8. ÖĞRENME BİRİMİ



KONULAR

8.1. DAĞITIM PANO KROKİSİ ÇİZİMİ
8.2. DAĞITIM PANOSU MALZEMELERİ
8.3. DAĞITIM PANOSU MESNET İZOLATÖRÜ VE BARALARIN MONTAJI
8.4. PANO İÇİ KABLO KANALLARININ VE RAYLARIN ÖLÇÜLENDİRİLMESİ, KESİLMESİ VE MONTAJI
8.5. TERMİK MANYETİK ŞALTER MONTAJI
8.6. YANGIN KORUMA EŞİKLİ KAÇAK AKIM KORUMA RÖLESİNİN VE KOLON SİGORTALARININ MONTAJI
8.7. PARAFUDR VE PARAFUDR SİGORTALARININ MONTAJI VE BAĞLANTISI
8.8. DAĞITIM PANOSU İÇİ KABLO BAĞLANTILARI
8.9. PANO KAPAĞINA SİNYAL LAMBALARININ MONTAJI

TEMEL KAVRAMLAR

dağıtım panosu, pano krokisi, mesnet izolatörü, bara, termik manyetik şalter, dağıtım panosu montajı

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Dağıtım panosu iç yerleşim ve bağlantı krokisini çizmeyi
- Dağıtım panosu malzemelerinin seçiminin yapılmasını
- Dağıtım panosu mesnet izolatörünün ve baralarının montajını
- Pano içi kanalların ve rayların montajını
- Termik manyetik şalterin montajını
- Yangın koruma eşikli kaçak akım koruma rölesinin ve kolon sigortalarının montajını
- Parafudr ve parafudr sigortalarının montajını ve bağlantısını
- Dağıtım panosu içinin kablo bağlantılarını
- Sinyal lambalarının montajını ve bağlantılarını

Hazırlık Çalışmaları

1. **Okulunuzda veya çevrenizde bulunan tesislerde kullanılan dağıtım panolarında parafudr tesisatı var mı? Araştırınız. Parafudr tesisatının amacını öğreniniz.**
2. **Evlerinizde bulunan sigorta kutularındaki kaçak akım koruma rölelerinin kullanım amacı ne olabilir? Düşüncelerinizi atölyede arkadaşlarınız ile paylaşınız.**

8.1. DAĞITIM PANO KROKİSİ ÇİZİMİ

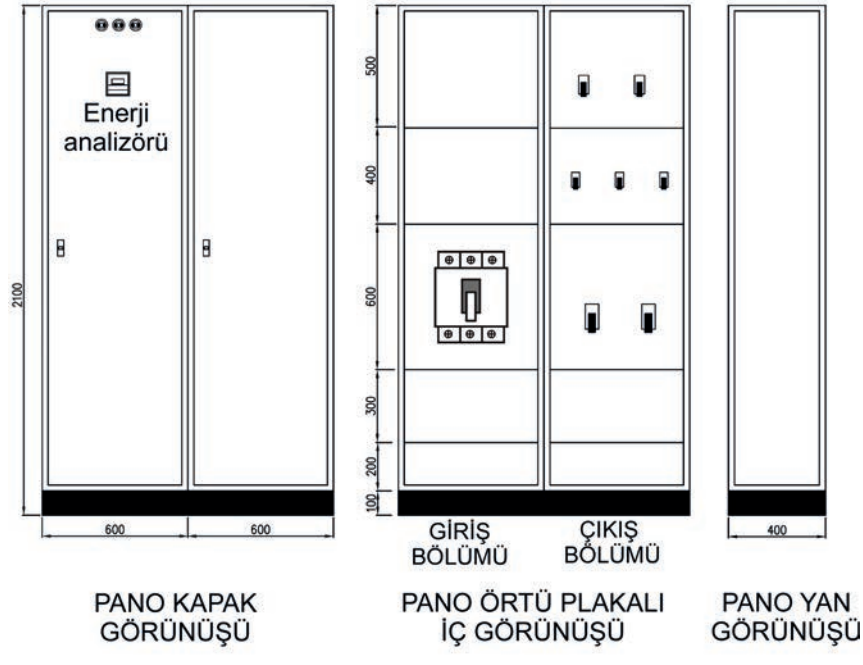
Elektrik panoları, kullanım amaçlarına göre çeşitlere ayrılır. Bunlardan biri de dağıtım panolarıdır. Dağıtım panolarında en çok bilinen panolar ana dağıtım panolarıdır.

8.1.1. Dağıtım Panosu İç Yerleşim ve Bağlantı Krokisi Çizimi

Ana dağıtım panolarının iç yerleşim ve bağlantı krokisinin çizilebilmesi için pano içerisinde kullanılacak olan şalt malzemelerin ve baraların belirlenmiş olması gerekir. İç yerleşim ve bağlantı krokileri malzemelerin panoya nasıl yerleştirileceğini ve baraların bağlantılarını gösterir.

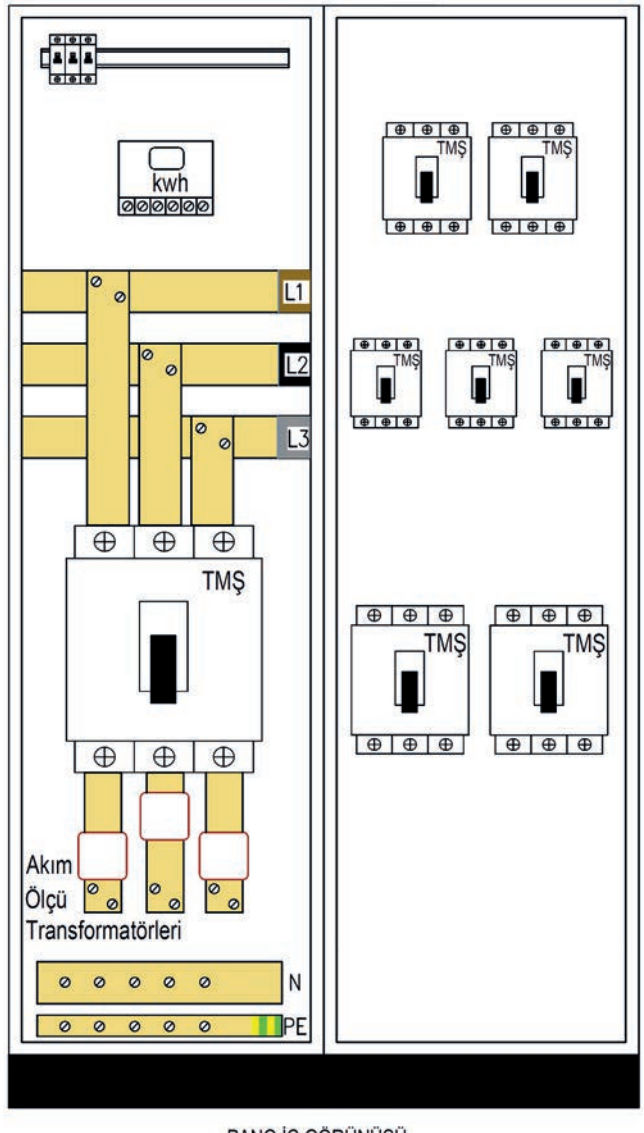
8.1.1.1. Dağıtım Panosu İç Yerleşim ve Bağlantı Krokisi Çiziminde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

- Ana dağıtım pano boyutları tesislerin kurulu gücüne göre belirlenmelidir. Güç ne kadar fazla olursa kullanılacak olan şalt malzemelerin ve baraların boyutları büyüyeceğinden panoların da boyutları büyür.
- Pano yükseklikleri 200 ya da 210 cm standart olarak yapılır. Pano genişliği ihtiyaca göre 40-60-80-100-120 cm, pano derinliği ise en az 40 cm olmalıdır (Görsel 8.1).
- Panolardaki taşıyıcı görevini yapacak olan baza en az 10 cm yüksekliğinde olmalıdır.
- Panoların metal kısımları en az 2 mm galvaniz sacdan yapılmalıdır.
- Panolar tesiste monte edilecek yere göre dâhilî veya haricî tipte üretilir.
- Panoların tasarımında çevre sıcaklıkları ve pano içerisindeki cihazların, baraların, kabloların sıcaklık artışları dikkate alınmalı ve panoya doğal havalandırma yapılmalıdır.



Görsel 8.1: Ana dağıtım pano boyutlandırması

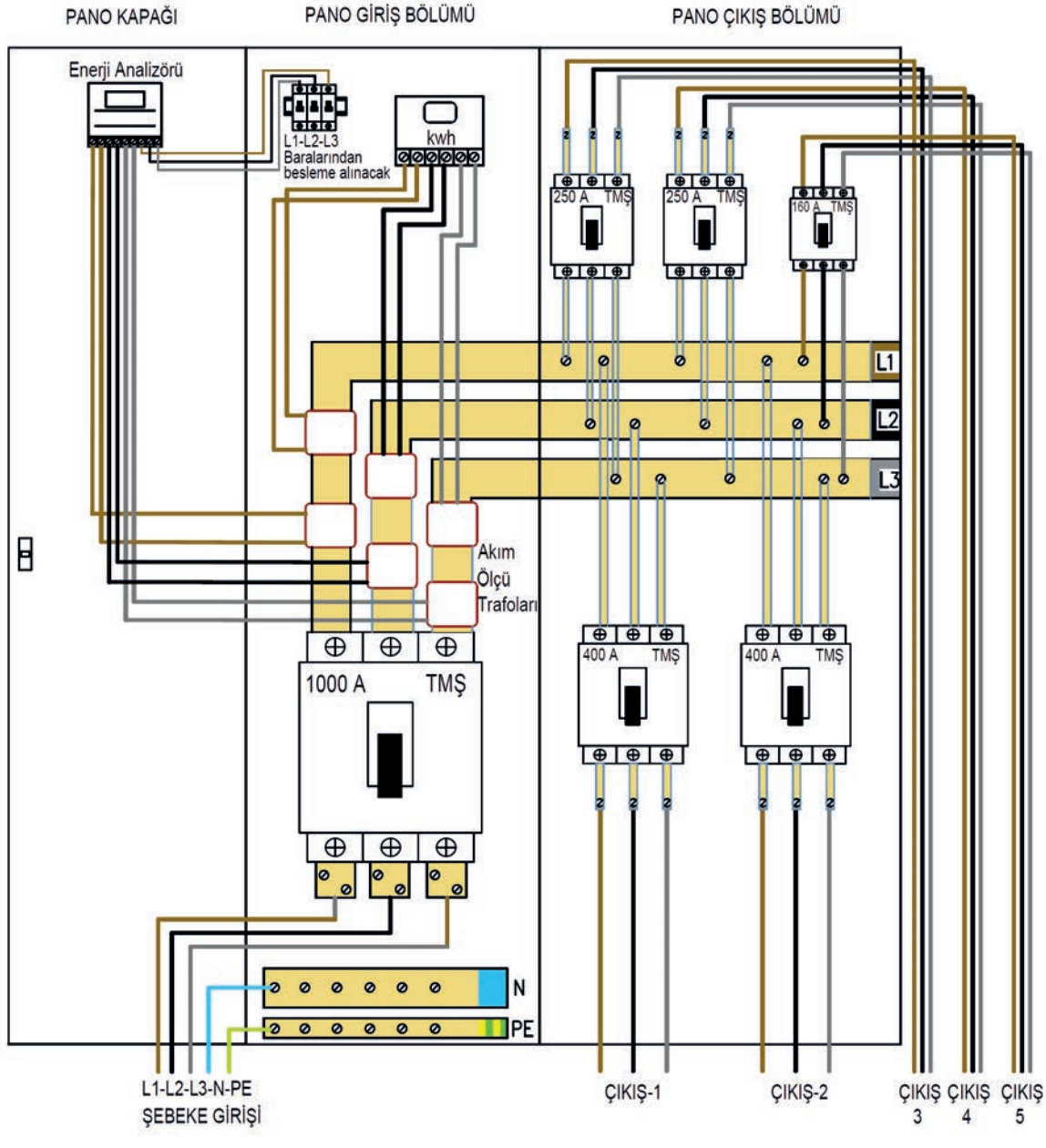
- Panolarda doğrudan veya dolaylı temasa karşı gerekli önlemler alınmalıdır. Baraların önleri alev almayan yalıtkan ve şeffaf malzemeler ile kapatılmalıdır.
- Panonun metal bölümleri ve panodaki cihazların gerilim altında kalan çıplak metal bölümleri topraklama barası ile irtibatlandırılmalıdır.
- Tesislerde genel olarak kompanzasyon panosu ve ana dağıtım panosu birlikte yapılır.
- Ana dağıtım panosu üç ana bölümden oluşur. Enerji giriş bölümü, çıkış (dağıtım) bölümü ve kompanzasyon bölümü. Panolara kablo giriş ve çıkışları tesisin özelliklerine göre belirlenmelidir.
- Faz dağıtım, nötr ve toprak baraları özel durumlar dışında pano içine yatay olarak konumlandırılıp monte edilir (Görsel 8.2).
- Ölçü aletleri, sinyal lambaları ve sayaç panonun üst kısmında olmalıdır.



Görsel 8.2: Ana dağıtım panosunda faz dağıtım, nötr ve toprak baraları

8.1.1.2. Örnek Bir Dağıtım Panosu Bağlantı Krokisinin (TSE/IEC) Standartlarına Uygun Olarak Yapılması

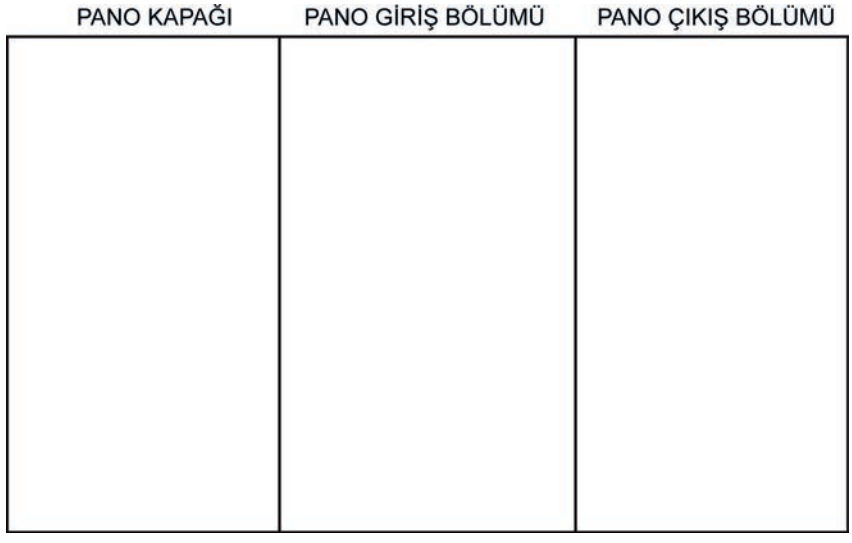
Dağıtım panolarının bağlantı krokileri çizilirken TSE ve IEC standartlarına uyulması gerekir. Görsel 8.7'de 5 kolon hat çıkışlı ana dağıtım panosunun prensip olarak bağlantı şeması görülmektedir. Giriş bölümünde bulunan ana şalter 1000 A'dir. Çıkış bölümünde 2 adet 250 A, 2 adet 400 A ve 1 adet 160 A besleme şalteri bulunmaktadır. Enerji analizörü ve sayaç akım ölçü trafoları üzerinden ana baralara bağlanmıştır. Enerji analizörü beslemesi için 3 adet monofaze sigorta kullanılmıştır. 400 A ve 250 A çıkış şalterleri baralar ile 160 A çıkış şalteri kablolar ile ana baralara irtibatlandırılmıştır. 3 faz, nötr ve topraklama baralarına standartlarda belirtilen renklere göre işaretleme yapılmıştır (Görsel 8.3).



Görsel 8.3: 5 kolon hat çıkışlı ana dağıtım panosu bağlantı krokisi

1. Uygulama	5 KOLON HAT ÇIKIŞLI DAĞITIM PANO KROKİSİNİN ÇİZİMİ

AMAÇ: 5 kolon hat çıkışlı dağıtım pano krokisini çizmek.



Görsel 8.4: Dağıtım panosu çerçevesi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
A4 resim kâğıdı veya defter	-	1 adet
Kurşun kalem	0,5 veya 0,7 kalem ucu	1 adet
Daire şablonu	-	1 adet
Gönye veya cetvel	-	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Teknik resim çizim malzemelerini hazırlayınız.
2. Görsel 8.3'teki 5 kolon hat çıkışlı ana dağıtım panosu bağlantı krokisini Görsel 8.4'teki dağıtım panosu çerçevesi içine teknik resim kurallarına uygun bir şekilde çiziniz.
3. Çizim bittikten sonra çizim kâğıdını veya defterinizi öğretmeninize kontrol ettiriniz.
4. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Dağıtım panosu kroki çiziminde dikkat edilmesi gereken hususlar nelerdir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Ölçülendirmelerin doğru yapılması	25	
Sınıfı:	2. Sembollerin çizimi	25	
Numarası:	3. Çizim kurallarına uyma	25	
ÖĞRETMEN	4. Tertip düzen	25	
Adı ve Soyadı:	TOPLAM PUAN	100	
İmza:			

8.2. DAĞITIM PANOSU MALZEMELERİ

Dağıtım panolarında baralar, termik manyetik şalterler, kaçak akım koruma röleleri, sigortalar, akım trafoları, ölçü aletleri, sinyal lambaları, sayaçlar, parafudrlar ve mesnet izolatörleri gibi malzemeler kullanılır. Bu malzemelerin dışında ihtiyaca göre farklı malzemeler de kullanılabilir.

8.2.1. Dağıtım Panosu Malzemelerinin Seçimi

Ana dağıtım panolarında kullanılan malzemeler teknik özelliklerine ve ihtiyaca uygun olarak seçilmelidir. Malzeme seçiminde standartlara uygun üretim yapan, kalite belgeleri olan firmalar tercih edilmelidir.

8.2.1.1. Dağıtım Panosu Malzemeleri Seçiminde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Baralar: Baralar panolarda kullanılan elektrik enerjisinin alıcılara dağıtılmasında kullanılan iletkenlerdir (Görsel 8.5). Trafo merkezlerinde, şalt sahalarında, alçak gerilim, orta gerilim ve yüksek gerilim dağıtım panolarında bakır baralar kullanılır. Kullanılan bakır baralar %99,9 saf bakır olmalıdır. Bara seçiminde öncelikli olarak baranın ısınma durumu göz önüne alınmalıdır. Tablo 8.1'de boyalı bara ve boyasız bara kesitleri, adetleri ve taşıyacakları akım değerleri gösterilmiştir. Seçilecek kesit oluşabilecek mekanik zorlamalara dayanmalı ve baralar panonun genişliğine uygun olmalıdır.



Görsel 8.5: Bakır baralar

Tablo 8.1: Bakır Bara Kesitleri ve Taşıyacakları Akım Değerleri

BAKIR BARALARDA DEVAMLI YÜKLENME AKIMLARI (50 Hz AC)									
Boyut (mm)	Kesit (mm²)	Boyalı Bara Adedi Yüklenme Akımı (A)				Boyasız Bara Adedi Yüklenme Akımı (A)			
		1	2	3	4	1	2	3	4
12x2	24	125	250	-	-	110	200	-	-
15x2	30	155	270	-	-	140	240	-	-
15x3	45	185	330	-	-	170	300	-	-
20x2	40	205	350	-	-	185	315	-	-
20x3	60	245	425	-	-	220	380	-	-
20x5	100	325	550	-	-	290	495	-	-
25x3	75	300	510	-	-	270	460	-	-
25x5	1250	385	670	-	-	350	600	-	-
30x3	90	350	600	-	-	315	540	-	-
30x5	150	450	780	-	-	400	700	-	-
40x3	120	460	780	-	-	420	710	-	-
40x5	200	600	1000	-	-	520	900	-	-
40x10	400	835	1500	2060	2800	750	1350	1850	2500
50x5	250	600	1200	1750	2300	630	1100	1500	2100
50x10	500	1025	1800	2450	3330	920	1620	2200	3000
60x5	300	825	1400	1980	2650	750	1300	2800	2400
60x10	600	1200	2100	2800	3800	1100	1860	2500	3400
80x5	400	1060	1800	2450	3300	950	1650	2200	2900
80x10	800	1540	2600	2450	4600	1400	2300	2100	4200
100x5	500	1310	2200	2950	3800	1100	2000	2600	3400
100x10	1000	1880	3100	4000	5400	1700	2700	3600	4800
120x10	1200	2200	3500	4600	6100	2000	3200	4200	5500
160x10	1600	2880	4400	5800	7800	2600	3900	5200	7000

Boyalı baralar boyasız baralara göre daha fazla akım taşımaktadır. Bara kesitleri sürekli taşıyacakları akım değerinden %20 fazla olarak hesaplanır. Örneğin 150 A'lik bir tesiste bara seçilirken akım değeri 180 A olarak hesaplanmalıdır.

Termik Manyetik Şalter (TMŞ): Ana dağıtım panolarında devre kesici olarak kullanılır. Akım değeri, beslediği devrenin gücüne göre seçilmelidir. Ayrıca termik manyetik şalterin seçiminde kısa devre akım değeri, termik ayar sahası ve manyetik ayar sahası da dikkate alınmalıdır. Tesiste otomasyon veya şalterler arası kumanda sistemi yapılacak ise şalterlerin uygun parçaları ayrıca temin edilmelidir.

Kaçak Akım Koruma Röleleri: Kaçak akım koruma rölelerinin seçiminde kaçak akım röle modeli ve tipi tesise uygun olmalıdır. Kaçak akım koruma hassasiyeti (10 mA, 30 mA, 100 mA, 300 mA, 500 mA, 1 A, 2 A, 3 A) tesise uygun olmalıdır. Kaçak akım rölesi kontaklarının taşıyabileceği akım değeri kendinden önce bağlanan şalterin veya sigortanın akım değerine uygun olmalıdır.

Akım Ölçü Transformatörleri (Akım Trafoları): Akım ölçü transformatörlerinin seçimi yapılırken panoda hangi amaçla (ölçme veya koruma) kullanılacağı belirlenir. Ayrıca doğruluk sınıfı, çevirme oranı, trafonun gücü, işletme gerilimi ve bara ölçüleri dikkate alınır.

Ölçü Aletleri: Dağıtım panolarında ölçü aletlerinin seçimi yapılırken öncelikle hangi elektriksel parametrenin (akım, gerilim, güç vb.) ölçümünün yapılacağı belirlenmelidir. Ölçümün hangi akım veya gerilim (AC-DC) de yapılacağı bilinmelidir. Ölçü aleti ölçülecek büyüklüğe ve faz sayısına göre seçilmelidir. Ölçü aletleri pano kapağına monte edildiği için pano kapağında ölçü aletinin büyüklüğüne uygun olarak montaj yuvasının açılması gerekir. Bu montaj yuvasının ölçüsüne ölçü aletinin kataloglarından ulaşılabilir.

Elektrik Sayacı: Elektrik sayaçlarının seçimi yapılırken hangi şebeke sisteminde (bir fazlı veya üç fazlı) ölçüm yapacağı bilinmelidir. Elektrik sayaçları belli bir amper değerine kadar ölçüm yapacağı devreye direk bağlanır. Belli bir amper değerinden sonra akım ölçü transformatörü ile bağlanması gerekir.

8.3. DAĞITIM PANOSU MESNET İZOLATÖRÜ VE BARALARIN MONTAJI

Baralar dağıtım panolarında faz, nötr ve topraklama iletkeni olarak kullanılır. Bakır ve alüminyum malzemeden üretilir. Bakır baralar aynı kesitteki alüminyum baralara göre %25 daha fazla akım taşır ve daha az yer kaplar. Bu sebeple ana dağıtım panolarında bakır baralar tercih edilir. Baralar panonun dizaynına göre pano içerisine yatay veya dikey olarak konumlandırılır. Yatay ve dikey ana baralar aynı kesitte olmalıdır. Ayrıca nötr ve faz baralarının kesitleri de aynı olmalıdır.

Baralar, fazlar nötr ve toprak belli olacak şekilde farklı renklere boyanır. Baraları standart iletken renklerine boyamak daha avantajlıdır (Tablo 8.2). Uygulamada özel şartnamelere dayanarak panodaki bütün baralar siyah renge de boyanabilir. Yine firma şartnameleri doğrultusunda ana bara renkleri fazlar ayırt edilecek şekilde farklı renklere boyanabilir. Eğer baralar boyanmayacak ise tablodaki renklere uygun olarak baraların uç kısımları bantlanır veya baraların üzerine etiket yapıştırılır.

Tablo 8.2: Bara Renkleri

Baralar	Bara Renkleri	
L1	Kahverengi	
L2	Siyah	
L3	Gri	
N	Mavi	
PE	Sarı-yeşil	

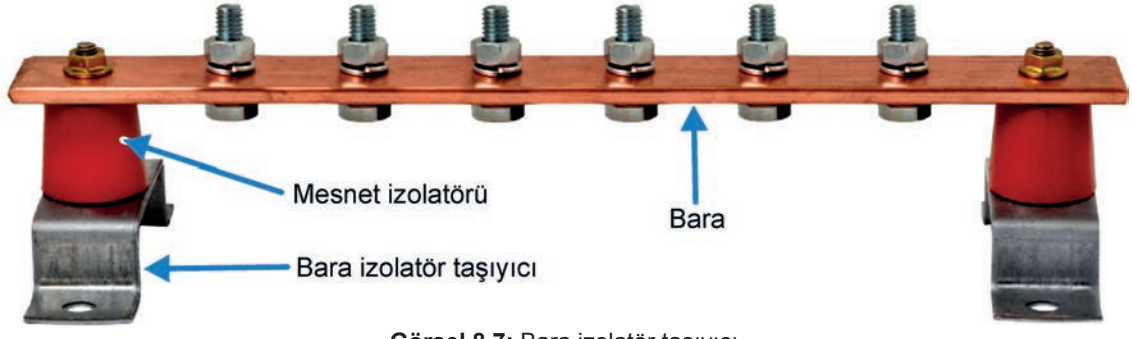
Baralar iletken malzemelerdir. Panoların dış kısımları da metal malzemeden yapılır ve iletkendir. Baraların panonun metal kısmından izolasyonunu sağlayan malzemelere mesnet izolatörleri denir. Mesnet izolatörleri baraların panoya sabitlenmesini sağlar.

Mesnet izolatörleri plastik, sert kauçuk veya bakalit vb. yalıtkan malzemelerden yapılır. Fıçı izolatörler, konik izolatörler ve tarak izolatörler (çoklu bara izolatörleri) olmak üzere çeşitleri vardır (Görsel 8.6).



Görsel 8.6: Fıçı, konik ve tarak izolatör

Panolarda mesnet izolatörü ile pano arasındaki bağlantıda bara izolatör taşıyıcıları kullanılır. Bu taşıyıcılar panolarda baraların yatay veya dikey konumlanmasına göre üretilir (Görsel 8.7).



Görsel 8.7: Bara izolatör taşıyıcı

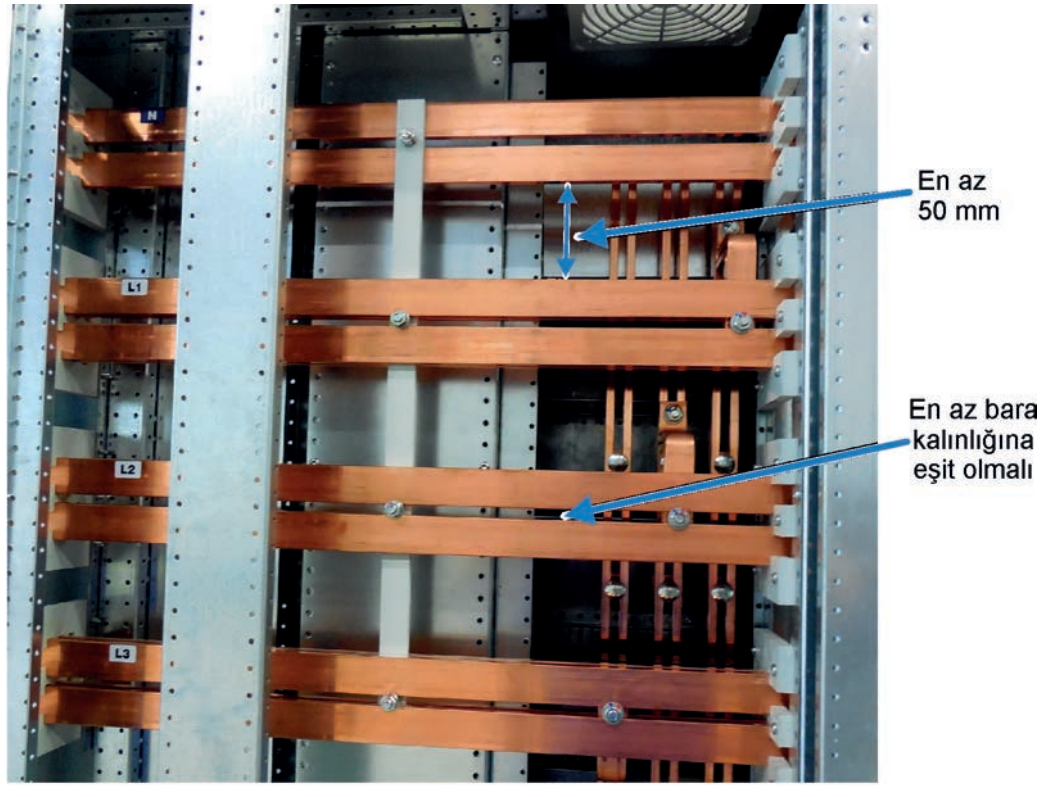
8.3.1. Dağıtım Panosu Mesnet İzolatörünün ve Baraların Montajı

Baralar mesnet izolatörleri ile panoların metal kısımlarına montaj yapılır. Baraların montajında dikkat edilmesi gereken hususlar vardır.

8.3.1.1. Dağıtım Panosu Baralarının Montajında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

- Seçilen bara kesitine uygun olarak piyasada belirli uzunluklarda bulunan bakır lamalar temin edilir. Bakır lamalar panonun ölçüsüne uygun bir şekilde kesilmelidir.
- Baralara bağlantı yapmak için açılacak delikler markalama işlemi yapılarak belirlenir.
- Markalama sırasında baraların yüzeyine çok derin çizikler atmak veya yanlış noktalama yapmak baranın yüzeyinin oksitlenmesine sebep olacağı için dikkat edilmelidir.
- Baraların uçları yuvarlatılmalıdır. Keskin, sivri köşeli baralar montaj yapan kişiye ve çevreye zarar verebilir.

- Zamanla baraların üzerinde oksitlenme olabilir. Bu oksitlenme baranın iletkenliğini olumsuz yönde etkiler. Bu nedenle bara yüzeyinin ihtiyaç halinde temizlenmesi gerekir.
- Baralara bağlantı sırasında kullanılacak cıvata, somun, pul, rondela gibi bağlantı elemanları paslanmaz malzemeden seçilmelidir.
- Ana baralar ve nötr barasının bara işlemesi bittikten sonra 3 micron kalınlığında kalay ile kaplanması daha verimli olacaktır.
- Mesnet izolatörleri baranın büyüklüğüne göre ve kısa devrede meydana gelebilecek dinamik zorlamalara uygun bir sekilde seçilmelidir.
- Farklı fazlarda kullanılan iki bara arasındaki mesafe en az 50 mm olmalıdır. Aynı fazda birden fazla bara kullanılacak ise aralarındaki mesafe en az bara kalınlığına eşit olmalıdır (Görsel 8.8).
- Mesnet izolatörlerinin arasındaki uzaklık 2 metreyi geçmemelidir.



Görsel 8.8: Baralar arasındaki mesafe

8.3.1.2. Dağıtım Panosu Baralarının Gövdeye Kaçak Kontrolü

Dağıtım panolarında enerji altında olan bölümler ile normalde enerji altında olmayan bölümlerin tam izolasyonları yapılmalıdır. Montajı bitmiş panolarda kaçak akım kontrolleri için izolasyon testleri yapılarak yalıtkanlık direnci ölçülür. Pano içindeki baralar ile pano gövdesi arasında hiçbir şekilde elektriksel bağlantının olmaması gerekir. Baraların panoya bağlanmasını sağlayan mesnet izolatörlerinin kontrolü yapılmalıdır. Zarar görmüş mesnet izolatörleri, izolasyon sorunlarına yol açabilir.

2. Uygulama	MESNET İZOLATÖRLERİ VE BARALARIN MONTAJI

AMAÇ: Mesnet izolatörleri ve baraların montajını yapmak.



Görsel 8.9: Mesnet izolatörü ve baranın montajı

İzlemek için kodu tarayınız.
35358

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Bara	Kesiti 15 x 3 mm, montaj delikleri açılmış	3 adet
Mesnet izolatörü	Fıçı ya da konik tip	3 adet
Bara izolatör taşıyıcı	Yatay tip	1 adet
Birleştirme elemanları	Vida, cıvata ve somun	-
El takımları	Tornavida takımı, anahtar takımı	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. İş eldiveninizi giyip iş gözlüğünüzü takınız. Uygulama malzemelerini öğretmeninizden alınız.
2. Mesnet izolatöründeki cıvata için açılmış olan yuvaya uygun cıvata ve somun kullanarak izolatörü, bara izolatör taşıyıcısına monte ediniz. Üç adet mesnet izolatörü için de aynı işlemi uygulayınız.
3. Montaj delikleri açılmış baraları alınız.
4. Monte edilen mesnet izolatörlerinin üstte kalan diğer montaj yuva kısmına sırası ile uygun cıvata kullanarak anahtar yardımı ile barayı monte ediniz. Diğer baralar için de aynı işlemi uygulayınız.
5. Yaptığınız işi öğretmeninize kontrol ettiriniz. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Mesnet izolatörü ne işe yarar? Açıklayınız.
2. Bara seçiminde nelere dikkat etmek gerekir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Mesnet izolatörlerinin montajı	35	
Sınıfı:	**2.** Baraların montajı	35	
Numarası:	**3.** Tertip düzen	30	
ÖĞRETMEN	**TOPLAM PUAN**	100	
Adı ve Soyadı:			
İmza:			

8.4. PANO İÇİ KABLO KANALLARININ VE RAYLARIN ÖLÇÜLENDİRİLMESİ, KESİLMESİ VE MONTAJI

Pano içerisinde kullanılan kablo kanalları ve raylar panonun genişliğine göre ölçülendirilir, kesilir ve kanalların ve rayların montajı yapılır.

8.4.1. Pano İçi Kanalların ve Rayların Montajı

Panolarda düzenli bir şekilde kabloları bir arada tutan, kabloların korunmasını ve takip edilmesini sağlayan malzemelere **kablo kanalı** denir. Raylar ise klemens, sigorta, kontaktör vb. şalt malzemelerin üzerine monte edildiği ve onları taşıyan ürünlerdir.

8.4.1.1. Pano İçi Kanal ve Rayların Ölçülerinin Alınması ve Kesilmesi

Kanal ve raylar üretimi yapan firmalar tarafından belirli uzunluklarda yapılır. Kanallar ve raylar panonun boyutlarına ve yerleşim krokisine uygun olarak ölçüleri alınıp uygun kesme aletleri ile kesilir. Bu konu panoyu montaja hazırlama ünitesinde ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır.

8.4.1.2. Pano İçi Sabitleme İşleminde Kullanılan Vida ve Aksesuarlar

Silindirik veya konik bir düz yüzeye helis (eğrisel) biçiminde açılmış dişlerden oluşan elemanlara **vida** denir. Elektrik elektronik sektörünün dışında da vidaların birçok kullanım alanları vardır. Elektrik pano sektöründe daha çok modüler tipte panolar kullanılır. Bu panolar ön kapı, arka ve yan kapaklar, dikey ve yatay montaj profilleri vb. malzemelerden oluşur. Bu malzemeleri birbirlerine monte etmek için vidalar, cıvatalar, somunlar ve pullar gibi aksesuarlar kullanılır. Pano sacı üretimini yapan firmalar bu aksesuarları kendilerine özel olarak üretebilmektedir. Ayrıca pano içinde kanalların, rayların, ray taşıyıcılarının vb. montajında da vidalar ve aksesuarları kullanılır. Vidalar kullanım amaçlarına göre çeşitli şekillerde üretilir (Görsel 8.10).



Görsel 8.10: Pano içi sabitlemede kullanılan vidalar

8.4.1.3. Pano İçine Kanal ve Rayların Montajı

Kanallar ve raylar vida montajına uygun delinmiş olarak üretilir. Ayrıca kanallar kendinden yapışkan bantlı olarak da üretilmektedir. Kanallar montaj profillerine, taban saclarına sac vidalar veya matkap uçlu vidalar kullanılarak monte edilir. Montaj işleminde uygun tornavidalar veya matkaplar kullanılır. Bu konu panoyu montaja hazırlama ünitesinde ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

8.5. TERMİK MANYETİK ŞALTER MONTAJI

Termik manyetik şalterler (TMŞ) sektörde kompak şalter veya devre kesici olarak bilinen ve elektrik panolarında en çok kullanılan elemanlardan biridir. Dağıtım panolarında açma ve kapama işlemini yapar. Otomatik sigortalardan daha yüksek akımlarda ve kesme kapasitesinde açma yapar. 2, 3 ve 4 kutuplu olarak üretilir (Görsel 8.11).



Görsel 8.11: Termik manyetik şalterler

8.5.1. Termik Manyetik Şalterin Montajı

Termik manyetik şalterler tesisatlarda sadece açma ve kapama işlemi yapmaz. Aynı zamanda termik ve manyetik olarak devreyi açarak devredeki malzemeleri ve kabloları koruma görevini de yapar.

8.5.1.1. Termik Manyetik Şalter Yapısı ve Kullanım Yerleri

Termik manyetik şalterlerin yapısında termik açma için bimetal çubuk, kısa devre açma için bobin, gövde ve kapaklar, kumanda kolu, bağlantı terminalleri, hareketli ve sabit kontak bulunur.

Termik manyetik şalterler **aşırı akım** durumunda termik açma yapar. Termik açma bimetalin ısınma prensibine göre çalışır. TMŞ nominal akımın üzerinde bir akım çektiği zaman bimetal ısınır ve bükülür. Bimetal büküldükçe açma yapan mekanizmaya dokunarak devre kesicinin açmasını sağlar ve bu sayede devredeki akım kesilir.

Termik manyetik şalterler **kısa devre** durumlarında ise manyetik açma yapar. Kısa devre durumunda ani olarak yüksek akımlar oluşur. Bu durumda TMŞ içinde bulunan bobin mıknatıslanarak manyetik alan oluşturur. Böylece manyetik açıcı hareketlenir ve devre kesici açar.

Termik manyetik şalterlerde 3 konum vardır. Bunlar **ON(I), OFF(0)** ve **TRİP** konumudur. ON konumunda şalterin kontakları kapalıdır ve akım geçişi vardır. Kumanda kolu üst kısımdadır. OFF konumunda şalterin kontakları açıktır ve akım geçişi yoktur. Kumanda kolu alt kısımdadır. TRİP konumunda şalter arıza durumundadır. Kumanda kolu ON ile OFF arasındaki bir konumda kalır.

Termik manyetik şalterler, motor mekanizması, düşük gerilim bobini, açma bobini, kısa devre alarm kontağı, yardımcı kontak gibi elektriksel aksesuarlar takılarak uzaktan kontrol edilebilir. Ayrıca ilgili aksesuarlar kullanılarak haberleşme özelliklerine sahip olabilir.

1600 ampere kadar termik manyetik şalterler **kompak şalter** olarak adlandırılır. 1600 amperden sonra **açık tip şalter** adını alır. Açık tip şalterler daha yüksek kısa devre kesme kapasitelerinde üretilir. Sabit açık tip şalterler ve çekmeceli açık tip şalterler olmak üzere 2 tipte üretilir.

Koruma özellikleri bakımından aralarında fark yoktur. Çekmeceli açık tip şalterlerde çekmece kol yardımı ile bağlı bulunduğu gövdeden ayrılır. Bu sayede bakım, onarım işlemleri daha kolay bir şekilde yapılır (Görsel 8.12).



Görsel 8.12: Sabit ve çekmeceli açık tip şalter

Termik manyetik şalterler endüstriyel tesislerde, konut ve ticari binalarda, trafoların ve jeneratörlerin korunmasında, elektrik panolarında, enerjinin kesilme ihtiyacı olan her türlü tesisatlarda kullanılır.

8.5.1.2. Termik Manyetik Şalter Akım Değerinin Belirlenmesi

Termik manyetik şalterler markalara göre farklılık göstermekle birlikte genel olarak 16 A'den 1600 A'e kadar üretilir. Hangi akım değerinde şalter kullanılacağını hesaplamak için şalterin bağlı olduğu yükün gücünün ve geriliminin bilinmesi gerekir. Bu şekilde güç formüllerinden akım değeri hesaplabilir.

Termik manyetik şalterlerin üzerinde termik ve manyetik açma sınırlarının ve sürelerinin ayarlandığı butonlar bulunmaktadır. Bu ayarlar şalterin bağlı bulunduğu tesisatın ihtiyacına göre yapılır ve istenildiği zaman değiştirilebilir. Ayarlanabilen çeşitlerinin dışında termik ve manyetik açma sınırının sabit olduğu tipleri de vardır. Ayrıca termik ve manyetik ayar butonlarının dışında elektronik koruma üniteleri ile üretilen şalterler de mevcuttur.

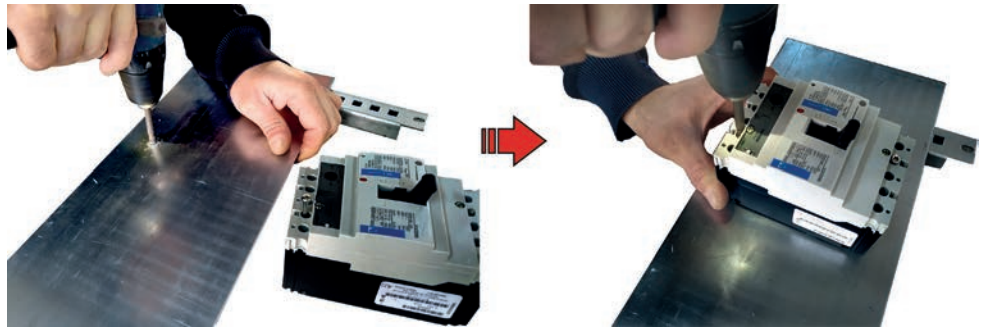
Termik manyetik şalterler çeşitlerine göre 18, 25, 36, 55, 70, 85'lik kısa devre kesme kapasitelerine sahip olarak üretilir. Tablo 8.3'te sektörde kullanılan birkaç çeşit şalterin katalog bilgileri örnek olarak verilmiştir.

Tablo 8.3: Örnek Bir Termik Manyetik Şalter Kataloğu

Tip	Anma Akımı I_n (A)	Termik Ayar Sahası I_R (A)	Manyetik Ayar Sahası I_i (A)	Kısa Devre Kesme Kapasitesi (kA)	Sipariş Numarası
3VA11	25	18-25	160-320	36	3VA1125-4EF36-0AA0
3VA11	32	22-32	160-320	36	3VA1132-4EF36-0AA0
3VA11	40	28-40	200-400	36	3VA1140-4EF36-0AA0
3VA11	50	35-50	250-500	55	3VA1150-5EF36-0AA0
3VA11	63	44-63	315-630	55	3VA1163-5EF36-0AA0
3VA11	80	56-80	400-800	55	3VA1180-5EF36-0AA0
3VA11	100	70-100	500-1000	70	3VA1110-6EF36-0AA0
3VA11	125	88-125	625-1250	70	3VA1112-6EF36-0AA0
3VA11	160	112-160	800-1600	70	3VA1116-6EF36-0AA0
3VA12	200	140-200	1000-2000	70	3VA1220-6EF32-0AA0
3VA12	250	175-250	1250-2500	70	3VA1225-6EF32-0AA0

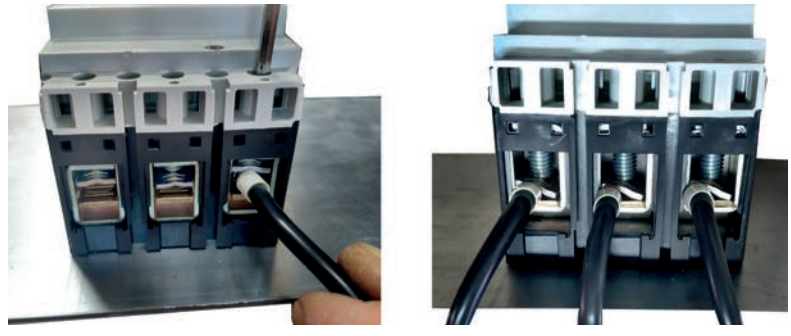
8.5.1.3. Termik Manyetik Şalterin Montaj ve Kablo Bağlantısı

Termik manyetik şalterler panonun tasarımına bağlı olarak yatay ve dikey olarak panoya monte edilir. Şalterler pano içerisinde taban sacına veya özel olarak hazırlanmış şalter saclarına monte edilir. Şalter saca yerleştirilir. Şalterin montaj deliklerinden sac üzerine işaretleme yapılır. İşaretlenen yerler şalterin montaj vidalarına uygun matkap ucu ile delinir. Şalter sac üzerine oturtulur ve şalter montaj vidaları deliklere takılarak sıkılır (Görsel 8.13).



Görsel 8.13: Termik manyetik şalterin sac üzerine montajı

Termik manyetik şalterlere kablo bağlantısı yapılırken bağlantı terminalleri gevşetilir ve yüksük takılmış kablolar bağlantı terminallerine geçirilerek vida sıkılır (Görsel 8.14).



Görsel 8.14: Termik manyetik şalter kablo bağlantısı

Şalter panoya monte edildikten sonra şalterin akım değerine bağlı olarak kablo veya bara ile şalter besleme uçları faz baralarına bağlanır. Şalterin çıkış uçlarına dışarıdan gelecek kablonun kalınlığına göre bara yapılır veya kablo direkt olarak şaltere bağlanır. Eğer bara yapılmış ise çıkış besleme kabloları baralara bağlanır (Görsel 8.15).



Görsel 8.15: Termik manyetik şalter bara bağlantısı

3. Uygulama	TERMİK MANYETİK ŞALTER MONTAJI

AMAÇ: Termik manyetik şalterin montajını yapmak.



Görsel 8.16: Termik manyetik şalter montajı

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Taban sacı veya şalter montaj sacı	Belirlenmiş ölçülerde	1 adet
Termik manyetik şalter	-	1 adet
Birleştirme elemanları	Sac vida veya matkap uçlu vida	-
El takımları	Tornavida takımı, şarjlı sıkma aleti, matkap	-
Kalem	-	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. İş eldiveninizi giyip iş gözlüğünüzü takınız.
2. Uygulama malzemelerini öğretmeninizden alınız.
3. Elinizdeki sacın üzerine şalteri koyup şalterin montaj vidalarının olduğu yerden saca işaretleme yapınız.
4. Şalteri sacın üzerinden kaldırıp işaretlenen yerlerden sacı deliniz.
5. Görsel 8.16'daki gibi şalterin montaj yuvalarını delinen yerlere hizalayınız.
6. Şarjlı sıkma aleti ile montaj vidalarını sıkınız.
7. Yaptığınız işi öğretmeninize kontrol ettiriniz. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Termik manyetik şalter saca nasıl monte edilir? Açıklayınız.
2. Termik manyetik şalterler nerelerde kullanılır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Sacın delinmesi	25	
Sınıfı:	2. İşaretlemenin yapılması	25	
Numarası:	3. Termik manyetik şalterin montajı	25	
ÖĞRETMEN	4. Montaj vidalarının sağlamlığı	25	
Adı ve Soyadı:	TOPLAM PUAN	100	
İmza:			

8.6. YANGIN KORUMA EŞİKLİ KAÇAK AKIM KORUMA RÖLESİNİN VE KOLON SİGORTALARININ MONTAJI

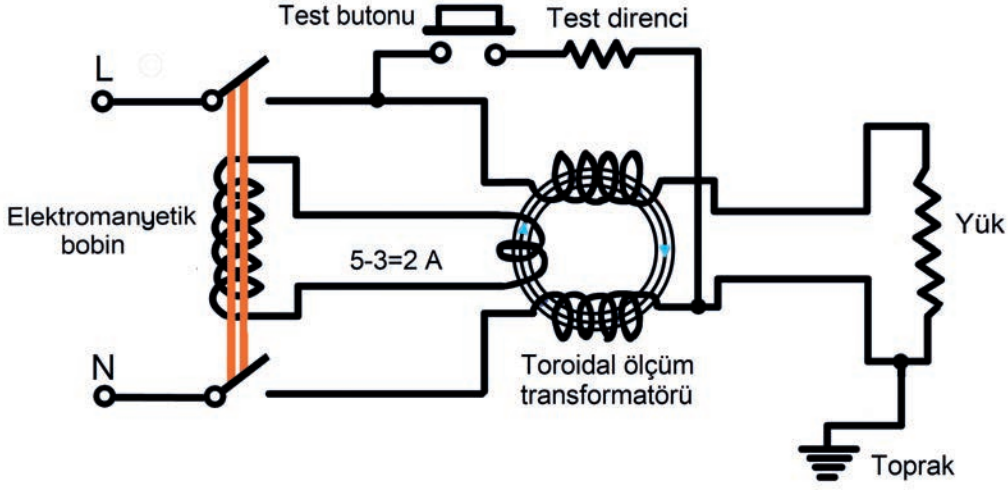
Elektrik tesisatlarında can ve mal güvenliğini korumak için kullanılan, çok küçük akım değerlerinde açma yapan anahtara **kaçak akım koruma rölesi** denir. Elektrik devrelerinde kısaca **KAR** veya **KAKR** olarak isimlendirilir.

8.6.1. Yangın Koruma Eşikli Kaçak Akım Koruma Rölesinin ve Kolon Sigortalarının Montajı

Kaçak akım koruma röleleri sigortalar gibi raylara monte edilir.

8.6.1.1. Kaçak Akım Rölesi Yapısı Çalışması ve Çeşitleri

Kaçak Akım Rölesi Yapısı ve Çalışması: Elektrik devrelerinde fazdan giren akım ile nötrden çıkan akımın eşit olması gerekir. Eğer faz ve nötr iletkenleri arasında bir akım farkı varsa yani fazdan gelen akımın bir kısmı nötr üzerinden geçmiyorsa bu devrede kaçak akım var demektir. Kaçak akım röleleri bu dengesizliği algılayarak devreyi açar. Kaçak akım rölesi devresinde bulunan toroidal ölçüm transformatörü faz ve nötr arasındaki akım farkını algılar. Eğer bir akım farkı varsa ölçüm transformatörüne bağlı olan elektromanyetik bobin devrenin açmasını sağlar (Görsel 8.17). Kaçak akım rölesinin üzerinde bulunan test butonu sayesinde cihazın çalışıp çalışmadığı test edilebilir.



Görsel 8.17: Akım farkından dolayı açma yapan kaçak akım rölesinin yapısı

Kaçak Akım Rölesi Çeşitleri: Kaçak akım röleleri kutup sayısına, açma hassasiyetine, açma zamanına, nominal akım değerine ve üzerinden geçecek olan yükün durumuna göre çeşitlendirilir. Kutup sayısına göre 2 ve 4 kutuplu olarak üretilir. 2 kutuplu monofaze (faz-nötr) devrelerde, 4 kutuplu trifaze (3 faz-nötr) devrelerde kullanılır. 10 mA, 30 mA, 100 mA, 300 mA, 500 mA, 1 A, 2 A, 3 A, 5 A gibi açma hassasiyetlerine sahiptir. Yönetmeliklere göre 30 mA kaçak akım röleleri insan hayatını korumak için 300 mA kaçak akım röleleri yangından korumak için kullanılır. Kaçak akım röleleri termik ve manyetik açma yapmaz. Ancak kontakları bağlı bulunduğu devredeki nominal akıma dayanmalıdır. Bu nedenle devrede bağlı olan sigorta veya şalterin akım değerine göre seçilmelidir. Kaçak akım röleleri 25, 32, 40, 63, 80,125 amper nominal akım değerlerinde üretilir. Akım değerinin fazla olduğu ana veya tali dağıtım panolarında toroidal kaçak akım röleleri kullanılır.

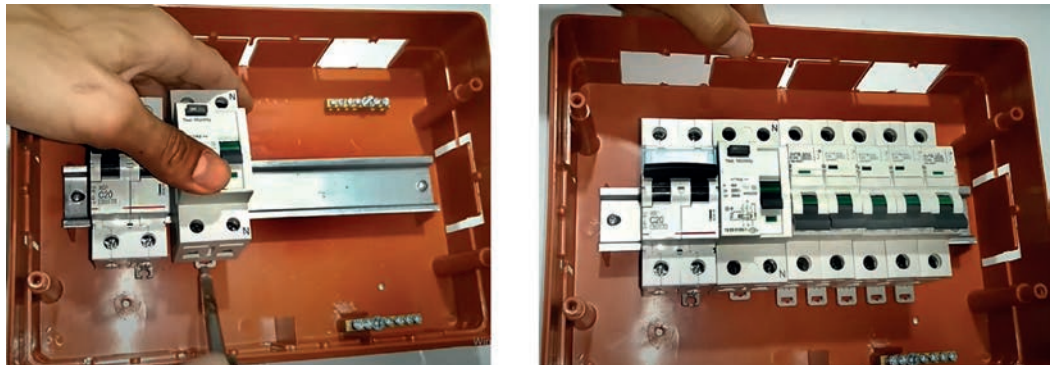
Kaçak akım rölelerinin ani açmada 30 mA için 15-30 ms tipi, 300 mA için 15-150 ms tipi ve gecikmeli açma yapan tipleri vardır. Üzerinden geçen yükün durumuna göre AC tipi, A tipi, B tipi, SI gecikmeli tip olarak üretilir (Görsel 8.18).



Görsel 8.18: Monofaze, trifaze ve toroidal kaçak akım rölesi

8.6.1.2. Yangın Koruma Eşikli Kaçak Akım Koruma Rölesinin ve Kolon Sigortalarının Raya Montajı

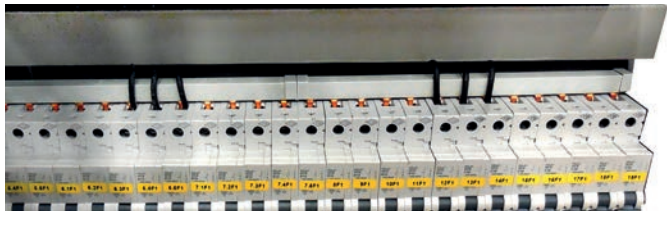
Kaçak akım röleleri ve sigortalar raylara monte edilir. Kaçak akım rölesi veya sigorta raya montaj yuvasından rayın üzerine getirilir ve tornavida yardımı ile klipsi aşağı çekilerek raya oturması sağlanır. Raydan çıkarılacakları zaman tornavida yardımı ile klips gevşetilir (Görsel 8.19).



Görsel 8.19: Kaçak akım rölesinin ve sigortaların raya montajı

8.6.1.3. Sigorta Barası Montajı ve Kablo Bağlantıları

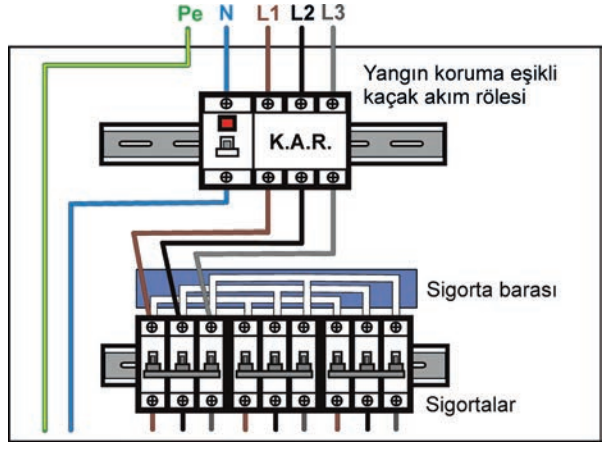
Sigorta baraları kabloya ihtiyaç duymadan giriş sigortasından alınan enerjinin dağıtılmasını sağlar. Firmalar tarafından belirli modül sayılarında (sigorta sayısı) üretilir. Kaç adet sigortaya enerji dağıtılacaksa sigorta barasının o kadar sayıda kesilmesi gerekir. Ana sigortaya faz beslemeleri kablo ile yapıldıktan sonra çıkış sigortalarının beslemeleri sigorta barası ile yapılır (Görsel 8.20).



Görsel 8.20: Sigorta barası montajı ve kablo bağlantıları

4. Uygulama	YANGIN KORUMA EŞİKLİ KAÇAK AKIM RÖLESİ VE KOLON SİGORTALARININ MONTAJI

AMAÇ: Yangın koruma eşikli KAR ve kolon sigortalarının montajını yapmak.



Görsel 8.21: Yangın koruma eşikli kaçak akım rölesi ve sigortaların montajı

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Ray	TS35x7,5	2 adet
Kaçak akım koruma rölesi	Yangın koruma eşikli	1 adet
Sigorta	3 fazlı	3 adet
Pano	İstenilen ölçülerde	-
Sigorta barası ve kablo	2,5 mm^2	-
El takımları	Tornavida takımı, şarjlı sıkma aleti, matkap	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. İş eldiveninizi giyip iş gözlüğünüzü takınız. Uygulama malzemelerini öğretmeninizden alınız.
2. Rayları panoya monte edip KAR ve sigortaları ray üzerine sabitleyiniz.
3. Görsel 8.21'deki gibi kablo ve sigorta barasının bağlantılarını yapınız.
4. Yaptığınız işi öğretmeninize kontrol ettiriniz. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Kompanzasyon panosunda neden havalandırma yapılır? Açıklayınız.
2. Pano aydınlatması neden yapılır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Rayın panoya montajı	25	
Sınıfı:	2. Kaçak akım rölesinin montajı	25	
Numarası:	3. Sigortaların montajı	25	
ÖĞRETMEN	4. Kablo bağlantıları	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

8.7. PARAFUDR VE PARAFUDR SİGORTALARININ MONTAJI VE BAĞLANTISI

Yıldırım darbelerine veya iç aşırı gerilimlere karşı elektriksel sistemleri koruyan elemanlara **parafudr** denir. Bu aşırı gerilimlerin zararlarından dolayı iş gücü kayıpları, elektronik sistemlerde veri kayıpları ve cihazların bozulmasıyla beraber maliyet kayıpları oluşabilir. Parafudrlar yıldırım veya başka etkenlerin oluşturduğu zararlı yüksek akımları güvenli bir şekilde toprağa aktararak koruma yapar. Parafudrlar alçak gerilim parafudrları, orta gerilim parafudrları ve yüksek gerilim parafudrları olmak üzere üçe ayrılır (Görsel 8.22).



Görsel 8.22: 2 ve 4 kutuplu alçak gerilim parafudrları, orta ve yüksek gerilim parafudru

8.7.1. Parafudr ve Parafudr Sigortalarının Montajı ve Bağlantısı

Parafudr devresine parafudru termik ve manyetik etkilerden korumak için otomatik sigorta veya kartuş sigorta bağlanır. Değiştirilmek istenen parafudrları devreden ayırmak için de bu sigortalar gereklidir. Parafudrlar ve parafudr sigortaları pano içindeki raylara monte edilir.

8.7.1.1. Panolarda Parafudr Tesisatının Kullanım Amacı ve Kullanılan Ekipmanlar

Parafudrlar elektriksel sistemlerde meydana gelen aşırı gerilimleri çok kısa bir sürede (tipine göre 10-350 mikrosaniye arasında) toprağa aktararak oluşabilecek hasarlardan sistemi korur. Böylece sistemde oluşabilecek büyük zararlar güvenli bir şekilde önlenir.

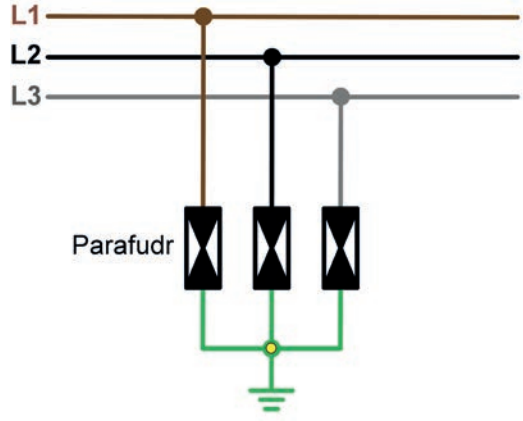
Alçak gerilimde kullanılan parafudrlar B sınıfı, C sınıfı ve D sınıfı parafudr olmak üzere çeşitlere ayrılır. B sınıfı parafudrlar ana dağıtım panolarında, C sınıfı parafudrlar tali dağıtım panolarında, D sınıfı parafudrlar elektronik cihazların korunmasında kullanılır. Parafudrlar 2 kutuplu (faz+nötr), 3 kutuplu (3 faz) ve 4 kutuplu (3 faz+ nötr) olarak üretilir.

Panolarda parafudrların uçları devre enerjisine ve toprağa kablolarla bağlanır. B sınıfı parafudrlar 16 mm²lik kablo ile C sınıfı parafudrlar 6 mm²lik kablo ile D sınıfı parafudrlar ise 1,5 mm²lik kablo ile devreye bağlanır.

Toprak bağlantı kablosu için ise 10-20 mm² kablo kesiti kullanılması önerilir. Parafudrlar en kısa mesafeden topraklanmalıdır. Pano topraklaması ile parafudr arasındaki mesafenin 50 cm'yi geçmemesi gerekir.

8.7.1.2. Parafudr Topraklamasının Amacı ve Standartları ve Kullanılan Ekipmanın Özellikleri

Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği ve Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği'ne göre elektrik sistemlerinde parafudrlar kullanılmalıdır. Kullanılan parafudrların TSE ve IEC standartlarına uygun olması gerekir. Parafudrların girişleri sırayla üç fazlı sisteme bağlanır. Çıkışları ise topraklama barasında birleştirilir (Görsel 8.23).

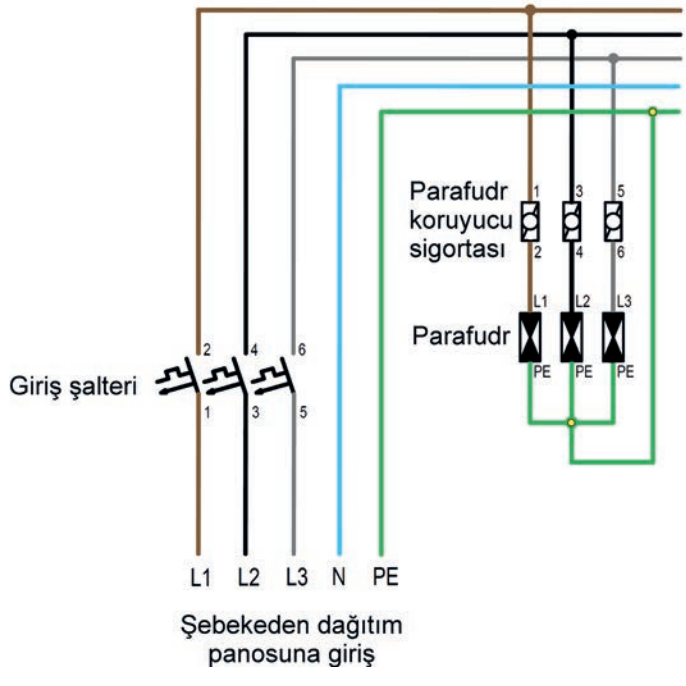


Görsel 8.23: Parafudr topraklaması

Parafudrlar devrede bir aşırı gerilim yok ise açık devre gibi davranır. Aşırı gerilim olduğunda iletime geçerek aşırı gerilimi toprağa deşarj eder. Parafudr üzerine her aşırı gerilim geldiğinde parafudrun kullanım ömrü azalır. Bazı parafudrlar üzerinde parafudr ömrünün bitip bitmediğini gösteren göstergeler vardır. Ayrıca kontak çıkışı verilerek uzaktan bilgi alınabilen parafudr çeşitleri de bulunmaktadır.

1.7.1.3. Alçak Gerilim Pano İçi Parafudr Tesisatı

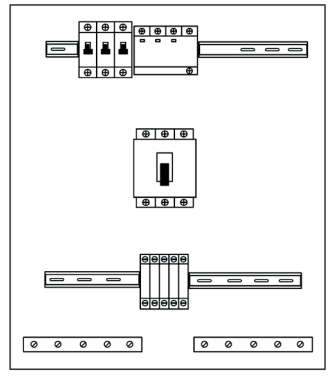
Alçak gerilim parafudrları koruma yapacakları devreye paralel bağlanır. Çıkışları birleştirilip topraklanır. Devredeki parafudr koruyucu sigortalar parafudra seri olarak bağlanır (Görsel 8.24).



Görsel 8.24: Alçak gerilim parafudr tesisatı

5. Uygulama	PARAFUDR VE PARAFUDR SİGORTALARININ MONTAJI VE BAĞLANTISININ YAPILMASI

AMAÇ: Parafudr ve parafudr sigortalarının montajını ve bağlantılarını yapmak.



Görsel 8.25: Malzemelerin pano içi yerleşimi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Pano ve pano malzemeleri	Sac pano, kablo kanalı, ray	1 adet
Termik manyetik şalter	3 fazlı	1 adet
Sigorta	3 fazlı	1 adet
Parafudr	Üç fazlı	1 adet
Birleştirme elemanları	Sac vida veya matkap uçlu vida	-
El takımları	Tornavida takımı, şarjlı sıkma aleti, matkap	-
Kablo	Kahverengi, siyah, gri, mavi, sarı-yeşil	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. İş eldiveninizi giyip iş gözlüğünüzü takınız.
2. Uygulama malzemelerini öğretmeninizden alınız.
3. Görsel 8.25'teki pano üzerine kablo bağlantılarını defterinize çiziniz.
4. Termik manyetik şalteri şalter sacına, sigorta ve parafudru raya monte ediniz.
5. Çizdiğiniz şemaya uygun bir şekilde kablo bağlantılarını yapınız.
7. Yaptığınız işi öğretmeninize kontrol ettiriniz. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Parafudr topraklaması nasıl yapılır? Açıklayınız.
2. Parafudr koruyucu sigortaları neden kullanılır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Kablo bağlantılarının çizimi	25	
Sınıfı:	**2.** Malzemelerin montajı	25	
Numarası:	**3.** Kablo bağlantılarının yapılması	25	
ÖĞRETMEN	4. Devrenin çalışması	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

8.8. DAĞITIM PANOSU İÇİ KABLO BAĞLANTILARI

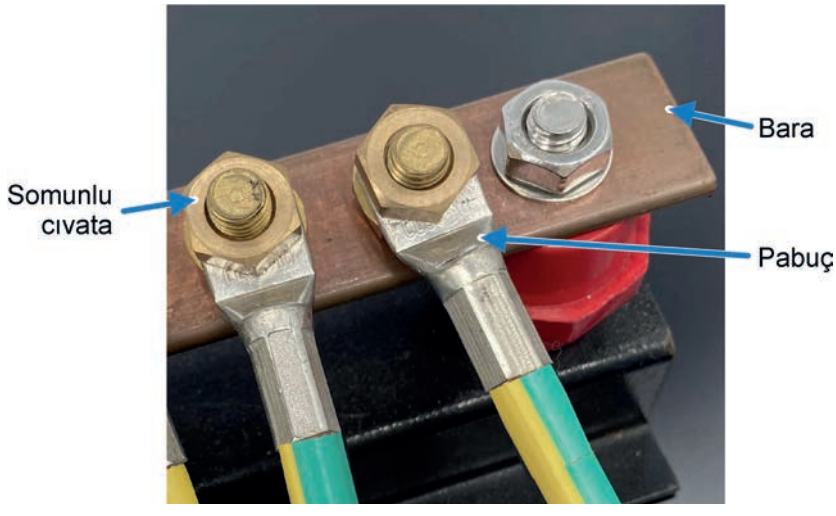
Dağıtım panolarında kablo bağlantıları yapılırken kablo pabucu, tork anahtarı, alyen anahtar ve somunlu cıvata, vida vb. malzemeler kullanılır.

8.8.1. Dağıtım Panosu İçi Kablo Bağlantılarının Yapılması

Yapılan araştırmaların sonuçlarına göre elektrik arızalarının büyük bir kısmı bağlantı hatalarından kaynaklanmaktadır. Dağıtım panoları içerisindeki kablo bağlantılarında hataları en aza indirgemek için standartlara uygun ürünler kullanılmalıdır.

8.8.1.1. Kabloların Baralara Bağlantısında Kablo Pabucu Kullanımı

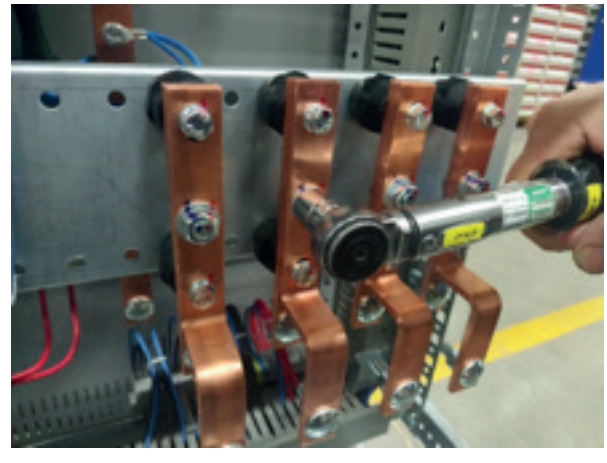
Ana dağıtım panolarında kablolar faz, nötr ve toprak baralarına kablo pabucu ile bağlanır. Kablo pabuçları baralara kabloları güvenli bir şekilde bağlamak için kullanılır. Baralara kablo bağlantıları yapılırken önce bara üzerine bağlantı delikleri açılır. Bağlantı deliklerinin ölçüsü projedeki çıkış beslemelerinde belirtilen kablo kesitlerine uygun olmalıdır. Kablo kesitlerine uygun olarak kablolara pabuç takılır. Pabuç takılan kablolar somunlu cıvata ile baralara monte edilir (Görsel 8.26). Baralara açılan bağlantı delikleri ve cıvatalı bara bağlantıları normlara uygun olmalıdır.



Görsel 8.26: Kabloların baralara kablo pabucu ile bağlanması

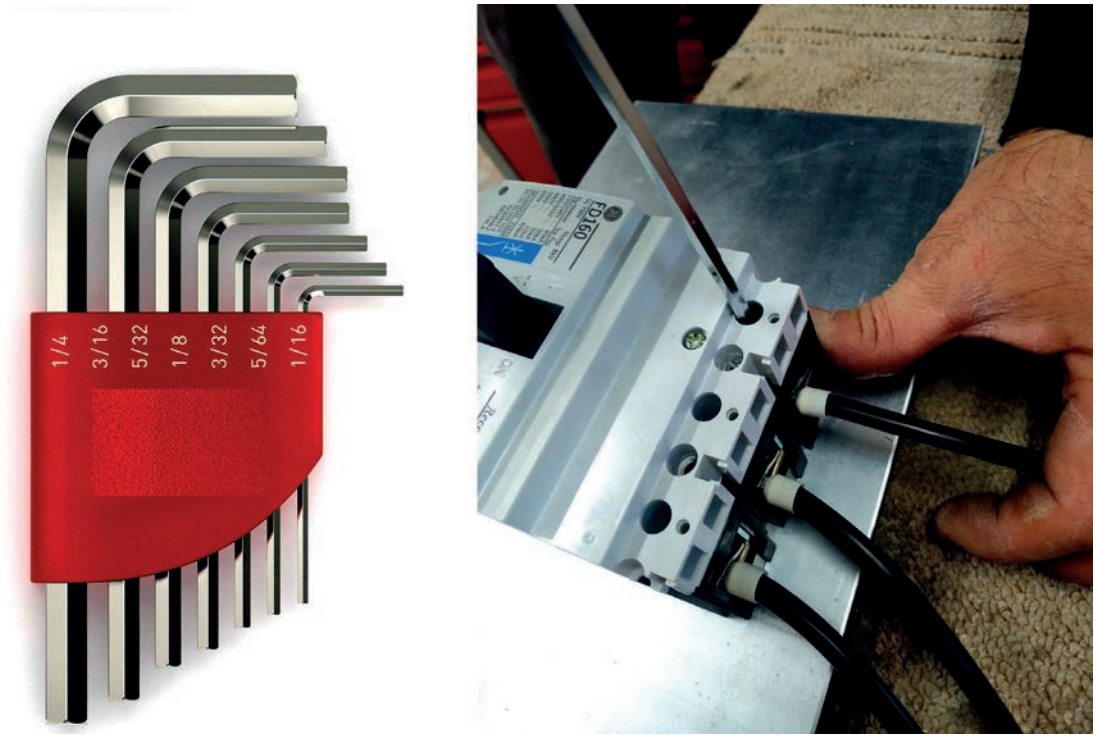
8.8.1.2. Kabloların Somunlu Cıvata Montajında Anahtar Kullanım Teknikleri

Kabloların baralara montajında veya baraların birbirleriyle birleştirilmesinde somunlu cıvatalar kullanılır. Bu bağlantılar sırasında kullanılan cıvata, somun, pul gibi malzemelerin paslanmaz olması gerekir. Cıvatalar mutlaka somunlar ile kullanılmalıdır. Cıvata ve somunları sıkarken tork anahtarı kullanılır. Tork anahtarı cıvatanın kataloglarda belirtilen tork değerine ayarlanır ve sıkılır. Cıvatadaki sıkma işlemi bittikten sonra cıvata üzerine kalem ile işaret konur (Görsel 8.27).



Görsel 8.27: Tork anahtarı ile cıvatanın sıkılması

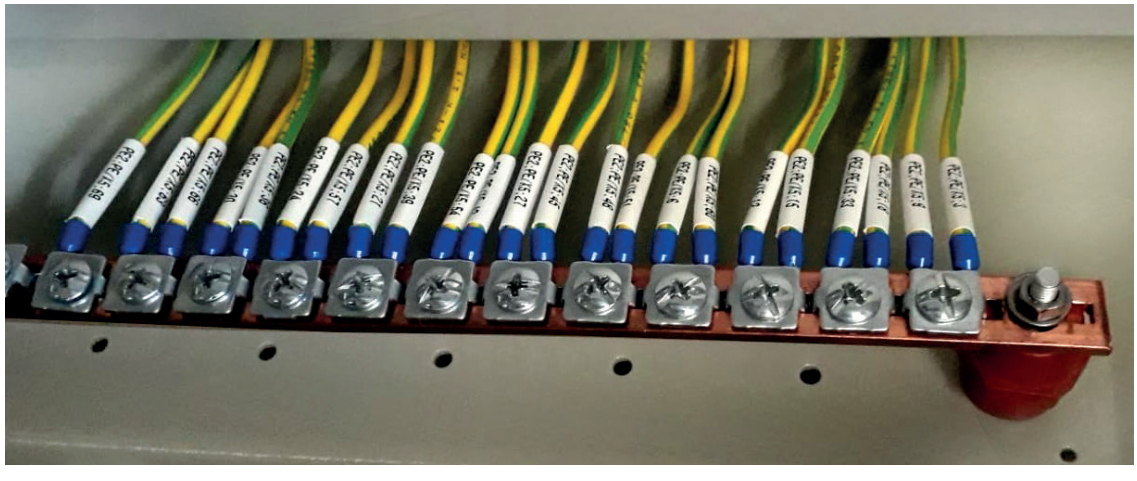
Alyen anahtarlar başları altıgen şeklinde olan cıvataları sıkmak için kullanılır. Ayrıca modüler pano parçalarının birleştirilmesinde, termik manyetik şalterlerin kablo bağlantılarındaki cıvatalarının sıkılmasında ve alyen başlı olan tüm malzemelerde kullanılabilir (Görsel 8.28). Çeşitli ölçülerde üretilen alyen anahtarlar montajda kullanılırken cıvatayla uyumlu büyüklükte olacak şekilde kullanılır.



Görsel 8.28: Alyen anahtar takımı ve alyen anahtarın şalterlerde kullanımı

8.8.1.3. Kablo Numaralandırma Standardı ve İşlemi

Pano içerisinde bulunan kablolar devre takibinin ve arıza takibinin kolay yapılabilmesi için projeye göre numaralandırılır (Görsel 8.29).



Görsel 8.29: Kontak numarası vererek kablo numaralandırma

Ayrıca pano içerisindeki bir malzemenin değiştirilmesi durumunda numaralandırma sayesinde kablolar yeniden doğru ve kolay bir şekilde monte edilir. Kablo numaralandırma **hat numarası** veya **kontak numarası** verilmesi olmak üzere iki şekilde yapılır.

Kabloya hat numarası verilmesi işlemi, kablonun projede bulunduğu sayfa numarasına ve kablonun o sayfada kaçıncı kablo olduğuna bakılarak yapılır.

Örnek: 5-06 numarası verilen kablo, 5. sayfanın 6. kablosu demektir. Bu yöntemde kablonun bütün uçlarına aynı kodlar verilir. Ancak kablonun girdiği kısım ile çıktığı kısım farklıdır. Bu dezavantajından dolayı kullanışlı değildir.

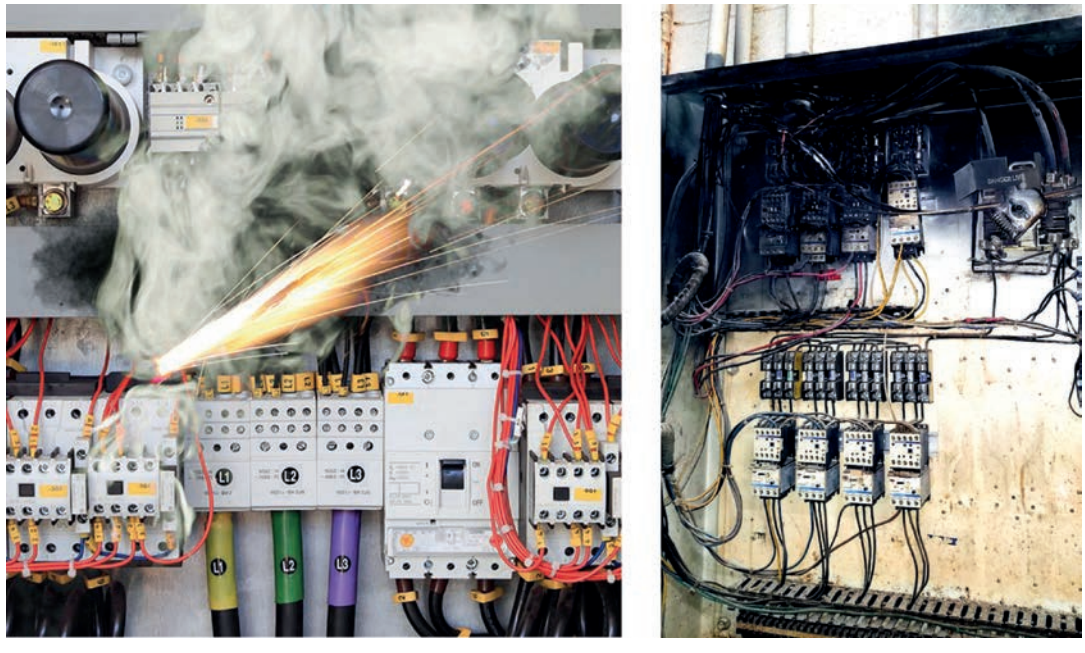
Kabloya kontak numarası verilirken kablonun gireceği cihazın veya klemensin ismi ve cihazın kontak numarası kablo üzerine yazılır. Mesela 1F1-2/1S1-1 şeklinde numaralandırılmış kablo, 1F1 cihazının 1 nolu ucundan gelip 1S1 cihazının 1 nolu ucuna bağlanmıştır. Kablo numaralandırmada TS HD 308 S2 standardına uyulur.

8.8.1.4. Bağlantı Noktalarında Yaşanabilecek Gevşek İrtibat ve Neden Olduğu Sorunlar

Elektrik sistemlerinde meydana gelen arızaların çoğunun bağlantı hatalarından kaynaklandığı bilinmektedir. Bağlantı noktalarında yapılan hatalar can ve mal güvenliği açısından risk oluşturur. Bağlantılar yapılırken standartlara uygun malzemeler kullanılmalı ve bu malzemeler doğru montaj teknikleriyle montajlanmalıdır.

Eleman bağlantılarında yeterince sıkıştırılmamış iletkenler gevşek bağlantılara sebep olur. Gevşek bağlantılarda temas direncinden dolayı geçen akıma karşı direnç artar. Ayrıca gevşek bağlantının olduğu noktada ark oluşur. Bu durum kabloların erimesine ve yangınların çıkmasına neden olur. Fazla yapılan sıkıştırma ise kablonun ezilip zarar görmesine ve kopmasına sebep olur. Doğru sıkmanın sağlanabilmesi için tork anahtarı kullanılmalıdır. Tork anahtarı, bağlantı elemanının üretici tarafından verilen tork değerine ayarlanması gerekir.

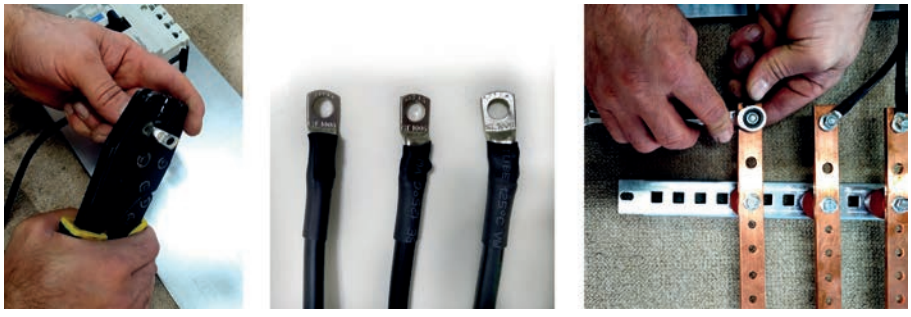
Bağlantılarda yapılan diğer bir hata da kabloya uygun pabuç seçilmemesidir. Pabucun büyük olması durumunda pabuç ile kablo temasında sorun olacaktır. Kablo ve pabuç arasındaki temasın tam olmaması durumunda bağlantı noktasında oluşacak kıvılcımlar yangınlara sebep olur (Görsel 8.30).



Görsel 8.30: Panoda gevşek bağlantı sonucu oluşan kıvılcım ve yangın

6. Uygulama	DAĞITIM PANOSUNDA BARALARA KABLO BAĞLANTILARININ YAPILMASI

AMAÇ: Dağıtım panosunda baralara kablo bağlantılarını yapmak.



Görsel 8.31: Dağıtım panosunda baralara kablo bağlantısı yapma

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Bara	Bağlantı delikleri açılmış	1 adet
Kablo	4 mm²	-
Pabuc	Kabloya uygun	3 adet
Cıvata, somun	Pabuca uygun	3 adet
Anahtar takımı ya da tork anahtarı	-	1 adet
Pabuc sıkma pensesi	-	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. İş eldiveninizi giyiniz.
2. Uygulama malzemelerini öğretmeninizden alınız.
3. Elinizdeki kabloya uygun pabucu kabloya takınız ve pabuç sıkma pensesi ile sıkınız.
4. Bara bağlantı deliklerine cıvatayı takarak pabucu cıvatanın üzerine yerleştiriniz. Daha sonra somunu da takarak uygun somun anahtarı veya tork anahtarı ile sıkınız.
5. Yaptığınız bağlantının gevşek olup olmadığını kontrol ediniz.
6. Yaptığınız işi öğretmeninize kontrol ettiriniz.
7. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Dağıtım pano kablo bağlantılarında hangi el aletleri kullanılır?
2. Dağıtım panolarında gevşek bağlantı hangi sorunlara neden olur? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME		
Adı ve Soyadı:	**1.** Kabloya pabuç takılması	25	
Sınıfı:	**2.** Kablonun baraya montajı	25	
Numarası:	**3.** Anahtar ya da tork anahtarının doğru kullanımı	25	
ÖĞRETMEN	**4.** Bağlantıların sağlamlığı	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

8.9. PANO KAPAĞINA SİNYAL LAMBALARININ MONTAJI

Sinyal lambaları elektrik devrelerinde kullanılan ışıklı gösterge elemanıdır. Sinyal lambaları panoların kapağına açılmış montaj yuvalarına monte edilir.

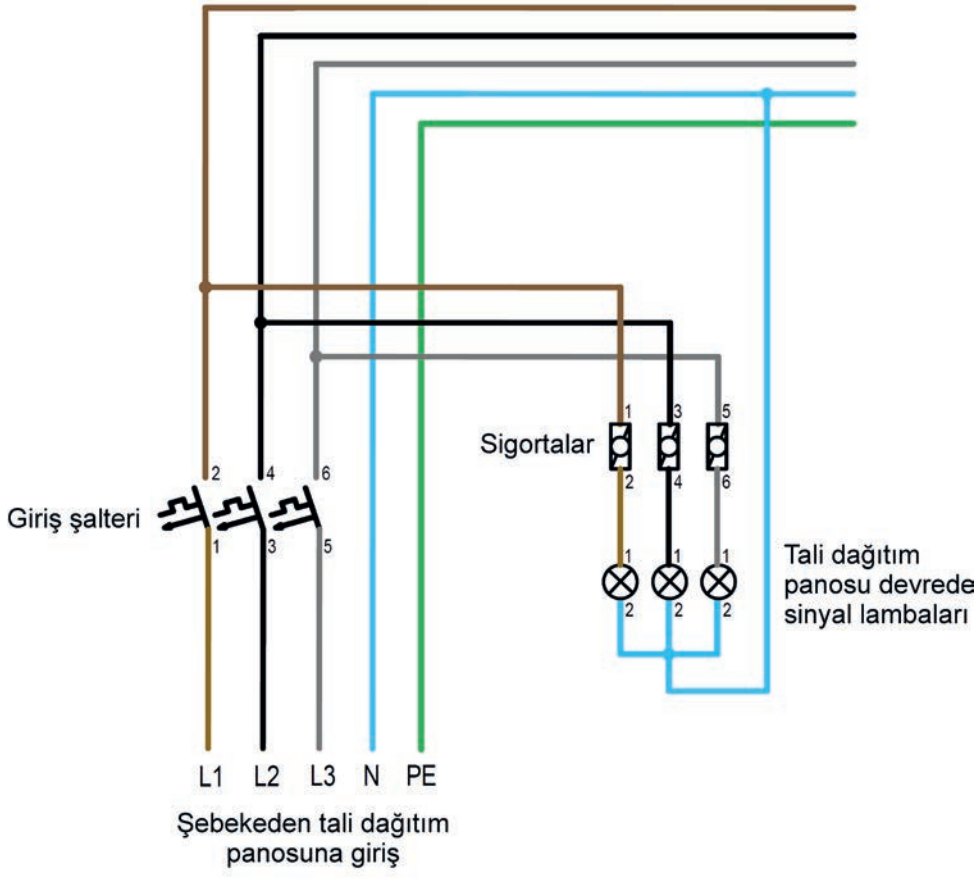
8.9.1. Sinyal Lambası Montajında Dikkat Edilecek Hususlar

Sinyal lambalarının renkli cam kısmı pano kapağının önünde, kabloların bağlandığı kontak kısmı pano kapağının arkasında olmalıdır. Sinyal lambasının montajı için pano kapağının delinmesi gerekir. Delme işleminden önce delinecek yer işaretlenmelidir. Delinecek yerin ölçüsü (delik çapı) kullandığımız sinyal lambasının kataloglarında belirtilir. Sinyal lambasına bağlanacak olan kablolara, bağlantının estetik gözükmesi için form verilmelidir. Projede sinyal lambası hangi gerilim değerinde ise o gerilim değerine uygun ürün seçilmelidir. Panolarda TSE normlarına uygun sinyal lambaları kullanılmalıdır.

8.9.2. Sinyal Lambasının Montaj ve Elektrik Devresi Bağlantısıı

Sinyal lambaları panolarda enerji olup olmadığını, devrenin çalışıp çalışmadığı ve arıza durumunu belirtmek için kullanılır. Sinyal lambaları 220 V AC veya 24 V AC-DC gerilim değerlerinde üretilir. Panolardaki sinyal lambaları çok küçük değerlerde akım çektiği için düşük akımlı sigorta kullanılmalıdır. Bu sigortalar otomatik sigorta yerine cam sigorta da olabilir.

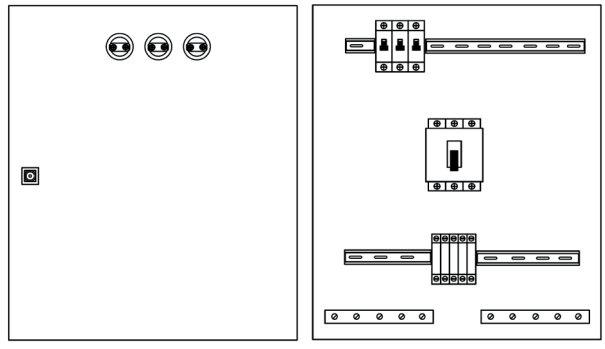
Sinyal lambaları pano kapağına monte edildikten sonra kablo bağlantıları yapılır. Üç fazlı gerilimin faz uçlarından alınan kablolar sigortalar üzerinden sinyal lambalarının girişlerine bağlanır. Sinyal lambalarının çıkışları birleştirilerek nötr hattına bağlanır (Görsel 8.32).



Görsel 8.32: Faz sinyal lambalarının elektrik devre bağlantısı

7. Uygulama	PANO KAPAĞI ÜZERİNE SİNYAL LAMBALARININ MONTAJI VE BAĞLANTISI

AMAÇ: Pano kapağı üzerine sinyal lambalarının montajını ve bağlantısını yapmak.



Görsel 8.33: Malzemelerin pano içi yerleşimi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Sac pano kapağı	Belirlenmiş ölçülerde	1 adet
Sinyal lambası	-	3 adet
Delme elemanları	Matkap veya panç	1 adet
Kablo	1 mm² veya 1,5 mm²	-
Şerit metre veya cetvel	-	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. İş eldiveninizi giyip iş gözlüğünüzü takınız.
2. Uygulama malzemelerini öğretmeninizden alınız.
3. Sinyal lambasının çap ölçüsünü alınız, sinyal lambasını monte edeceğiniz yeri işaretleyiniz.
4. İşaretlediğiniz yerden sinyal lambasının delik çapına uygun bir şekilde delme işlemini yapınız.
5. Sinyal lambasının gövdesindeki somunu açınız. Deldiğiniz yere sinyal lambasını takıp somunu sıkınız. Sinyal lambasının renkli cam kısmını pano kapağı üzerine monte ediniz.
6. Görsel 8.33'e göre kablo bağlantılarını defterinize çiziniz.
7. Çizdiğiniz devreye uygun bir şekilde kablo bağlantılarını yapınız.
8. Yaptığınız işi öğretmeninize kontrol ettiriniz. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Sinyal lambasının pano kapağına montajında dikkat edilmesi gereken hususlar nelerdir? Açıklayınız.
2. Sinyal lambaları hangi gerilim değerlerinde üretilir?

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME		
Adı ve Soyadı:	**1.** Malzemelerin montajı	30	
Sınıfı:	**2.** Kablo bağlantılarının çizilmesi	30	
Numarası:	**3.** Kablo bağlantılarının yapılması	20	
ÖĞRETMEN	**4.** Devrenin çalışması	20	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. ( ) Pano iç yerleşim krokisinde panoya konulacak malzemelerin nasıl yerleştirileceği gösterilir.

2. ( ) Panolardaki taşıyıcı görevini yapacak olan baza en az 50 cm yüksekliğinde olmalıdır.

3. ( ) Bara kesitleri tesisteki akım değerine göre seçilmelidir.

4. ( ) Sinyal lambaları pano içinde raya monte edilir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Baraların panonun metal kısmından izolasyonunu sağlayan malzemelere ……..……..…….. denir.

6. Yıldırım darbelerine veya iç aşırı gerilimlere karşı elektriksel sistemleri koruyan elemanlara ……..……..…….. denir.

7. Termik manyetik şalterler ……..…….. ve ……..……..…….. durumunda açma yapar.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

8. Elektrik tesisatlarında can ve mal güvenliğini korumak için kullanılan, çok küçük akım değerlerinde açma yapan anahtar aşağıdakilerden hangisidir?

A) Sigorta

B) Mesnet izolatörü

C) Sinyal lambası

D) Kaçak akım koruma rölesi

E) Sayaç

9. Dağıtım panolarında kablo bağlantıları yapılırken aşağıdaki malzemelerden hangisi <u>kullanılmaz</u>?

A) Tork anahtarı

B) Ray

C) Cıvata

D) Somun

E) Alyan anahtar

10. Aşağıdakilerden hangisi panolarda kabloya ihtiyaç duymadan giriş sigortasından alınan enerjinin diğer sigortalara dağıtılmasını sağlayan elemandır?

A) Sigorta barası

B) Klemens

C) Kablo kanalı

D) Kaçak akım koruma rölesi

E) Sinyal lambası

KOMPANZASYON PANOLARI

9. ÖĞRENME BİRİMİ



KONULAR

9.1. KOMPANZASYON SİSTEMİ HESAPLAMALARI
9.2. KOMPANZASYON PANOSU MALZEMELERİ
9.3. KOMPANZASYON PANOSU MESNET İZOLATÖRÜ VE BARALARIN MONTAJI
9.4. KONDANSATÖR KADEME BAĞLANTISI
9.5. KOMPANZASYON PANOLARINA REAKTÖR BAĞLANMASI
9.6. REAKTİF GÜÇ KONTROL RÖLESİNİN MONTAJI, AKIM TRAFOLARI İLE BAĞLANTILARI VE RÖLE AYARLARI
9.7. KOMBİ SAYAÇ ENDEKSLERİNDEN SİSTEMİN CEZA ORANI HESABI
9.8. KOMPANZASYON PANOLARININ HAVALANDIRILMASI VE AYDINLATILMASI

TEMEL KAVRAMLAR

kompanzasyon, kompanzasyon hesabı, kompanzasyon panosu, kondansatör, reaktör, reaktif güç kontrol rölesi, kombi sayaç, kompanzasyon panosu montajı

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Kompanzasyon sisteminin hesaplamalarını yapmayı
- Kompanzasyon panosunun malzemelerini seçmeyi
- Kompanzasyon panosuna mesnet izolatörünün ve baralarının montajını
- Kondansatör kademeleri elemanlarının montajını ve bağlantılarını
- Reaktörlü kompanzasyon panolarında reaktör bağlantısını
- Reaktif güç kontrol rölesinin ve akım trafolarının montajını, bağlantılarını ve ayarlarını
- Kombi sayaç endekslerinden sistemin ceza oranını hesaplamayı
- Kompanzasyon panolarının havalandırılmasını ve aydınlatılmasını yapmayı

Hazırlık Çalışmaları

1. **Kondansatörün görevi nedir? Bildiklerinizi ifade ediniz.**
2. **AC devrelerde hangi alıcılar reaktif güç çeker? Bildiklerinizi ifade ediniz.**

9.1. KOMPANZASYON SİSTEMİ HESAPLAMALARI

Alternatif akım sisteminde dirençli alıcıların bulunduğu omik devre, bobinli alıcıların bulunduğu indüktif devre ve kondansatörlerin bulunduğu kapasitif devre olmak üzere üç çeşit devre bulunur. Bazen bu devrelerin ikisi veya üçü bir arada bulunabilir. AC sistemdeki omik devreler aktif güç tüketir. İndüktif devreler hem aktif güç hem de indüktif reaktif güç tüketir. Kapasitif devreler ise hem aktif güç hem de kapasitif reaktif güç tüketir. Aktif güç makine ve cihazların elektrik enerjisini işe dönüştürdüğü güçtür. Reaktif güç ise makine ve cihazlarda elektrik enerjisi işe dönüşmeden kaybolan ve şebekeye yük olan faydasız güçtür. Bu yüzden AC şebekede reaktif güç istenmeyen bir güçtür ve azaltılması gerekir.

Alternatif akım devrelerinde reaktif güç tüketiminin azaltılması işlemine **kompanzasyon** denir. Kompanzasyon, AC devredeki yüklere kondansatörlerin paralel bağlanmasıyla yapılır. Kompanzasyon işlemi; tek tek kompanzasyon, grup kompanzasyonu ve merkezi kompanzasyon olmak üzere üç şekilde yapılır. Büyük işletmelerde merkezi kompanzasyon yapılır. Merkezi kompanzasyonda sistemin ihtiyacına göre kompanzasyon elemanlarını çalıştıran panolara **kompanzasyon panosu** denir. Kompanzasyon panosunda ölçü aletleri, kondansatörler ve kumanda elemanları bulunur.

9.1.1 Aktif Reaktif Güç Tüketiminde Sınır Değerleri

Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK) yürürlükte olan kararlarına göre mesken aboneleri, aydınlatma aboneleri, tek fazla beslenen aboneler dışında bağlantı gücü 9 kw'ın üzerinde olan abonelerin reaktif sayaç kullanması zorunludur. Ayrıca kurulu gücü 50 kVA'in altında olan işletmeler indüktif reaktif güç tüketimi, aktif gücün %33'ünü geçtiğinde veya kapasitif reaktif güç tüketimi, aktif gücün %20'sini geçtiğinde tüketim bedelini ödemekle yükümlüdür. 50 kVA'in üstünde olan işletmeler indüktif reaktif güç tüketimi, aktif gücün %20'sini geçtiğinde veya kapasitif reaktif güç tüketimi, aktif gücün %15'ini geçtiğinde tüketim bedelini ödemekle yükümlüdür. İşletmeler sınırı aşan bu indüktif ve kapasitif reaktif güç tüketim bedelini ödememek için kompanzasyon yaptırmak zorundadır.

9.1.2 Kompanzasyon Sisteminin Toplam Kondansatör Gücü Hesabı

Kompanzasyon sisteminde kullanılan kondansatörler, güç katsayısını Cosφ = 1'e yaklaştırarak reaktif gücü azaltır. Ancak elektrik idaresi (TEDAŞ) cosφ değerinin 1 olmasını istemez. Cosφ'nin 1 olması rezonansa ve şebeke geriliminde yükselmelere sebep olur. Bu yüzden kompanzasyon uygulamasında cosφ'yi 0,90 ile 0,98 arası değerler arasında yapmak yeterlidir. Kompanzasyonda kullanılmak üzere piyasada değişik güçlerde üretilmiş kondansatörler bulunur (Görsel 9.1).



Görsel 9.1: Kompanzasyonda kullanılan değişik güçlerdeki kondansatörler

Kompanzasyon sisteminde kullanılacak kondansatörlerin toplam gücünü hesaplamak için işletme elektrik tesisinin aktif kurulu gücü (P) ve güç katsayısı (Cosφ) bilinmelidir. Bu durumda kondansatör gücü **Q_c = P . (tanφ1 - tanφ2)** formülüyle hesaplanır. Formüldeki tanφ değerini bulmak için Cosφ değerinin trogonometrik cetvelden derece ve tanjant olarak karşılığına bakılır. Eğer kurulu aktif güç bilinmiyorsa sistem tam yükteyken ölçü aletlerinden gerilim, akım ve güç katsayısı okunarak aktif güç **P = √3 . U . I . Cosφ . 10^{-3}** formülüyle hesaplanabillir.

Örnek Problem 1: Aktif kurulu gücü 200 kW olan bir işletmenin kompanzasyon sisteminde güç katsayısı $Cos\varphi_1$ = 0,75'ten $Cos\varphi_2$ = 0,95'e yükseltilecektir. Kompanzasyon panosunda kullanılacak toplam kondansatör gücünü hesaplayınız.

Çözüm:

$Cos\varphi_1$ = 0,75 ise trigonometri cetvelinden açısı $\varphi_1 = 41^0$dir. Tanjant değeri $tan\varphi_1$ = 0,86

$Cos\varphi_2$ = 0,95 ise trigonometri cetvelinden açısı $\varphi_2 = 18^0$dir. Tanjant değeri $tan\varphi_2$ = 0,32

Toplam kondansatör gücü:

Qc = P . (tanφ1 - tanφ2) = 200 . (0,86 – 0,32) = 108 kVAr

Örnek Problem 2: Sistem tam yükteyken gerilimi 400 V, akım 1200 A, güç katsayısı 0,70 olarak ölçülen bir işletmenin kompanzasyon sisteminde güç katsayısı $Cos\varphi_1$ = 0,70'ten $Cos\varphi_2$ = 0,96'ya yükseltilecektir. Kompanzasyon panosunda kullanılacak toplam kondansatör gücünü hesaplayınız.

Çözüm:

P = √3 . U . I . Cosφ . 10^{-3} = √3 . 400 . 1200 . 0,70 . 10^{-3} = 581,2 kW

$Cos\varphi_1$ = 0,70 ise trigonometri cetvelinden açısı $\varphi_1 = 45^0$dir. Tanjant değeri $tan\varphi_1$ = 1

$Cos\varphi_2$ = 0,96 ise trigonometri cetvelinden açısı $\varphi_2 = 16^0$dir. Tanjant değeri $tan\varphi_2$ = 0,28

Toplam kondansatör gücü:

Q_c = P . (tanφ1 - tanφ2) = 581,2 . (1 – 0,28) = 418,4 kVAr

Kompanzasyon hesaplamalarında toplam kondansatör gücü bulunduktan sonra kademelendirme yapılır. Kademelendirme firma kataloglarındaki standart kondansatör güçlerine göre belirlenir. Kondansatör grupları kontaktör, sigorta, şalter üzerinden işletme hattına paralel bağlanır. Panodaki reaktif güç kontrol rölesi kondansatör gruplarını sistemin ihtiyacına göre devreye alır veya devreden çıkarır.

9.1.3 Sistemin Gücüne Göre TMŞ Seçimi

Kompanzasyon panosunda kullanılacak termik manyetik şalter (TMŞ) kondansatörlerin toplam çektiği akıma göre seçilir. Ayrıca TMŞ'de kısa devre akımı da önemlidir. Kondansatör gücü hesaplandıktan sonra bulunan akım değerinin bir üstündeki akım değerine göre TMŞ seçimi yapılır.

Örnek Problem: 400 volt gerilimli, 80 kVAr kondansatör gücüne sahip kompanzason devresinde TMŞ seçimini yapınız.

Çözüm: Kompanzasyon devresindeki kondansatörler kapasitif devre kabul edildiğinde aktif güç katsayısı Cosφ = 0'dır. Bu durumda reaktif güç katsayısı Sinφ = 1 olur (Trigonometri cetveli).

Q_c = √3 . U . I . Sinφ . 10^{-3} formülünde akım (I) çekilirse,

I = Q_c / (√3) . U . Sinφ . 10^{-3} = 80 / √3 . 400 . 1 . 10^{-3} = 115 amper (Kompanzasyon devresinden çekilen akım). Buna göre seçilen TMŞ nominal akım değeri 160 amper olabilir.

1. Uygulama	KOMPANZASYON SİSTEMİNDE TOPLAM KONDANSATÖR GÜCÜ HESABI

AMAÇ: Kompanzasyon sisteminde toplam kondansatör gücü hesabı yapmak.

Problem: Sistem tam yükteyken gerilimi 400 V, akım 200 A, güç katsayısı 0,70 olarak ölçülen bir işletmenin kompanzasyon sisteminde güç katsayısı $Cos\varphi_1$ = 0,70'ten $Cos\varphi_2$ = 0,95'e yükseltilecektir. Kompanzasyon panosunda kullanılacak toplam kondansatör gücünü hesaplayınız.

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
A4 kâğıdı veya defter	-	1 adet
Hesap makinesi	-	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. İşletmeden çekilen mevcut aktif gücü hesaplayınız.

2. Trigonometri cetvelinden Cosφ1 ve Cosφ2 değerlerinin tanjant karşılığını bulunuz.

3. Toplam kondansatör gücünü hesaplayınız.

4. Yaptığınız hesaplamayı öğretmeninize kontrol ettiriniz.

5. Hesapladığınız güce göre nominal akımı bulup TMŞ seçimi yapınız.

SORULAR

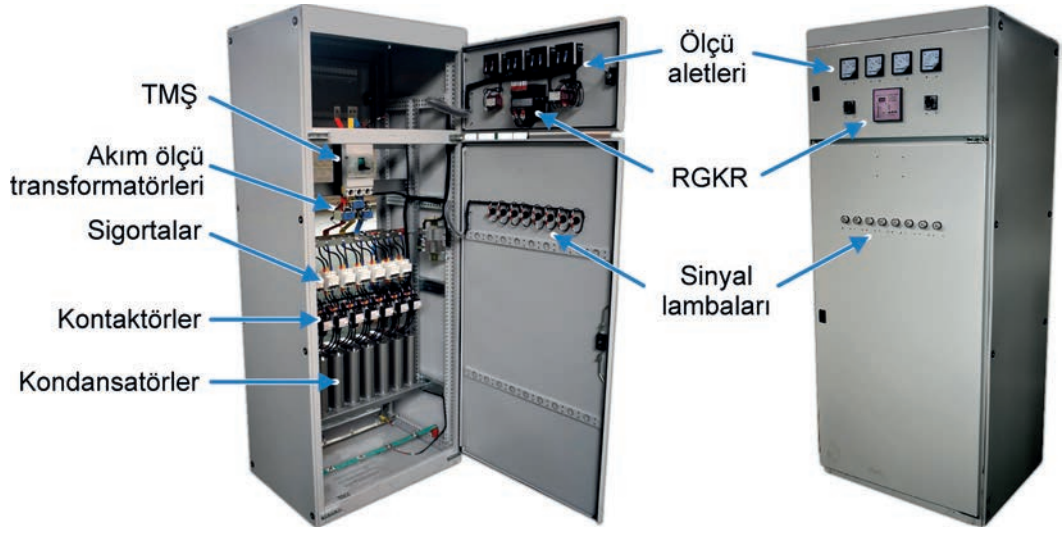
1. Kompanzasyon panosunda toplam kondansatör gücü neden hesaplanır? Açıklayınız.

2. Hangi işletmelerde kompanzasyon yapılır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME		
Adı ve Soyadı:	**1.** Aktif gücü doğru hesaplama	25	
Sınıfı:	**2.** Güç katsayılarının tespiti	25	
Numarası:	**3.** Kondansatör gücünü doğru hesaplama	25	
ÖĞRETMEN	**4.** Güce göre TMŞ seçimi yapma	25	
Adı ve Soyadı:	TOPLAM PUAN	100	
İmza:			

9.2. KOMPANZASYON PANOSU MALZEMELERİ

Alçak gerilim ve orta gerilim kompanzasyon panolarında kullanılan malzemelerin seçimi kondansatörlerin toplam gücüne, sistemin gerilimine ve çekilen akıma göre yapılır. Seçilen malzemeler TSE standartlarında olmalıdır. Pano montaj işlemleri güncel yönetmeliklere uygun olmalıdır. Kompanzasyon panosu içinde kondansatörler, kontaktörler, sigortalar, akım ölçü transformatörleri, termik manyetik şalter (TMŞ), ölçü aletleri, sinyal lambaları, reaktif güç kontrol rölesi (RGKR), iletkenler ve ihtiyaç olduğunda şönt reaktörler kullanılır (Görsel 9.2).



Görsel 9.2: Kompanzasyon panosu malzemeleri

9.2.1. Termik Manyetik Şalter (TMŞ)

Sistemin elektrik enerjisini açıp kapatan, aşırı akımda ve kısa devrede termik-manyetik koruma yapan şaltere **termik manyetik şalter** (TMŞ) denir. Kompanzasyon panosunda kullanılacak TMŞ, kondansatörün gücüne ve çektiği akıma göre seçilir. Bazı TMŞ tiplerinin üzerinde termik ve manyetik açma ayarı vardır. Bu ayarlar ile akım değeri ayarlanabilir (Görsel 9.3).



Görsel 9.3: Termik manyetik şalterler

9.2.2. Akım Ölçü Transformatörü

Akım ölçü transformatörü büyük akımların küçük ölçü aletleriyle güvenli bir şekilde ölçülmesini sağlar (Görsel 9.4). Akım ölçü transformatörünün primeri fazlara seri bağlanır. Sekonder uçları ise RGKR ve ampermetrelere bağlanır. Reaktif güç kontrol rölesi kullanılan gerilime ve kondansatörlerin çektiği akıma göre seçilir. Genellikle sekonder akımı 5 amper olan tipleri tercih edilir. Örneğin akım oranları 75/5 A, 100/5 A veya 200/5 A şeklindedir.



Görsel 9.4: Akım ölçü transformatörleri

9.2.3. Sigortalar

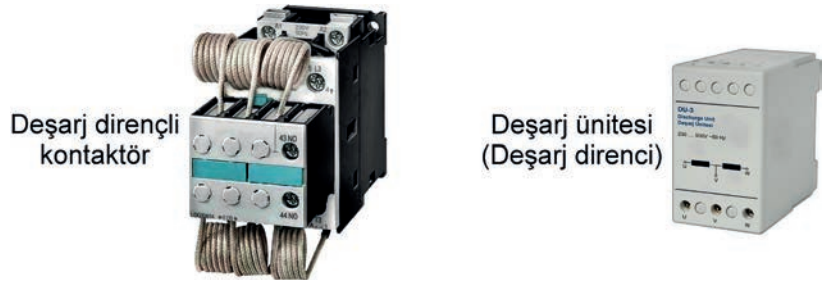
Kompanzasyonda kullanılan sigortalar kondansatörlerin çektiği akıma göre seçilir. Şartnamelere göre sigortalar ilgili birimin anma akım etken değerinin en az 1,43 katını sürekli olarak taşıyabilmelidir. Sigorta akım değeri seçilirken çekilen akımın birebir aynısı olmayıp bir üst değeri olmalıdır. Orta gerilimde ve yüksek akım çeken panolarda NH sigortalar kullanılırken daha düşük akımlarda C tipi gecikmeli otomatik mandallı sigortalar kullanılır (Görsel 9.5).



Görsel 9.5: NH sigorta ve otomatik sigorta

9.2.4. Deşarj Dirençli Kontaktör ve Deşarj Ünitesi

Kondansatörler sıklıkla devreye girip çıkarken aşırı akımdan dolayı yüksek frekanslı gerilim dalgalanmaları (harmonikler) oluşturur. Deşarj dirençli kompanzasyon kontaktörleri bu dalgalanmaları sönümleyip kontaktör ve kondansatörün ömrünü uzatır. Deşarj ünitesi (deşarj bobini) ise özellikle büyük güçlü kondansatörlerin devreden çıktığı anda hızlı deşarj olmasını sağlar. Böylece kondansatör deşarj olmadan yeniden enerjilendiğinde şebeke gerilimiyle kondansatör şarj gerilimi çakışmaz (Görsel 9.6). Aksi takdirde kontaktörler ve kondansatörler ısınır ve çabuk arızalanır.



Görsel 9.6: Deşarj dirençli kontaktör ve deşarj ünitesi

9.2.5. Reaktif Güç Kontrol Rölesi (RGKR)

Reaktif güç kontrol rölesi sistemin ihtiyacına göre kondansatör gruplarını otomatik olarak devreye alan veya devreden çıkaran cihazdır. RGKR seçilirken kondansatör kademe sayısına uygun olmalıdır. Devreye akım ölçü transformatörü üzerinden bağlanır. Ön panelinde dijital göstergesi, programlama ve kumanda tuşları bulunur. Teknolojiyle geliştirilen yeni reaktif güç kontrol röleleri uzaktan haberleşme vb. akıllı dijital sistemlerle donatılmıştır (Görsel 9.7).



Görsel 9.7: Reaktif güç kontrol rölesi

9.2.6. İletkenler

Panolarda iletken kesitleri güç ve çekilen akım değerine göre hesaplanabilir. Firma kataloglarında verilen kondansatör gücü ve akıma göre iletken kesitleri cetvelinden de iletken seçimi yapılabilir. Panolarda iletken olarak bakır bara ve kablolar kullanılır.

9.3. KOMPANZASYON PANOSU MESNET İZOLATÖRÜ VE BARALARIN MONTAJI

Elektrik İç Tesisat Yönetmeliği'ne göre 60 amperden az akım geçen panolarda kablo iletkeni kullanılır. 60 amperden daha fazla akım geçen panolarda ise bara iletkeni kullanılır. Baralar pano içindeki yüzeye mesnet izolatörleri ile sabitlenir.

9.3.1. Bara ve Mesnet İzolatörlerinin Montajı

Yüksek akımlarda kablo yerine kullanılan ve üzerinden somun cıvatayla ek alınan bakır veya alüminyum iletkenlere **bara** denir. Panolarda yassı lama şeklindeki bakır baralar kullanılır. Bakır baralar, %99,9 elektrolitik saf bakırdan yapılır. Kompanzasyon panolarda kullanılan bakır baraların kesitleri kondansatörlerin gücüne veya çektiği akıma göre belirlenir. Sürekli çalışmadan kaynaklanacak ısınma ve mekanik dayanım için bara kesitleri sürekli taşıyacakları toplam akımın %20 fazlasına göre hesaplanır.

Örnek: 200 amper akım geçecek bir baranın kesit seçimi için akım değeri kaç amper olmalıdır?

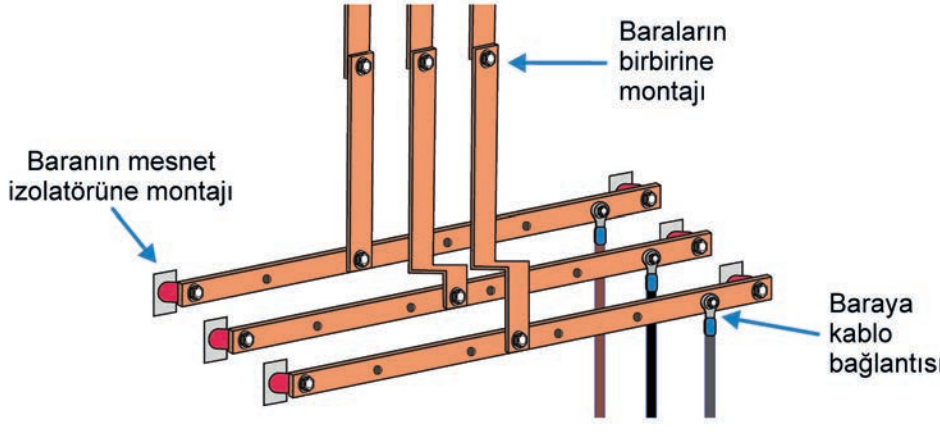
Çözüm: I = 200 + (200 . 0,20) = 200 + 30 = 230 ampere göre kesit seçilmelidir. Baraların ve kabloların kesit seçimleri firma kataoglarındaki kesit seçim cetvellerinden de bulunabilir.

Bakır baraları pano yüzeyine sabitleyip taşıyan ve barayı pano yüzeyinden izole eden yalıtkan gerece **mesnet izolatörü** denir. Mesnet izolatörünün her iki ucunda montaj için vidalı kısımlar bulunur. Mesnet izolatörleri çoğunlukla epoksi reçineden imal edilir. Ancak porselen ve farklı yalıtkanlardan üretilen mesnet izolatörleri de vardır. Epoksi reçineden üretilen mesnet izolatörleri elektrik akımının dinamik etkisine ve mekanik darbelere karşı dayanıklı yalıtkan bir elemandır (Görsel 9.8).



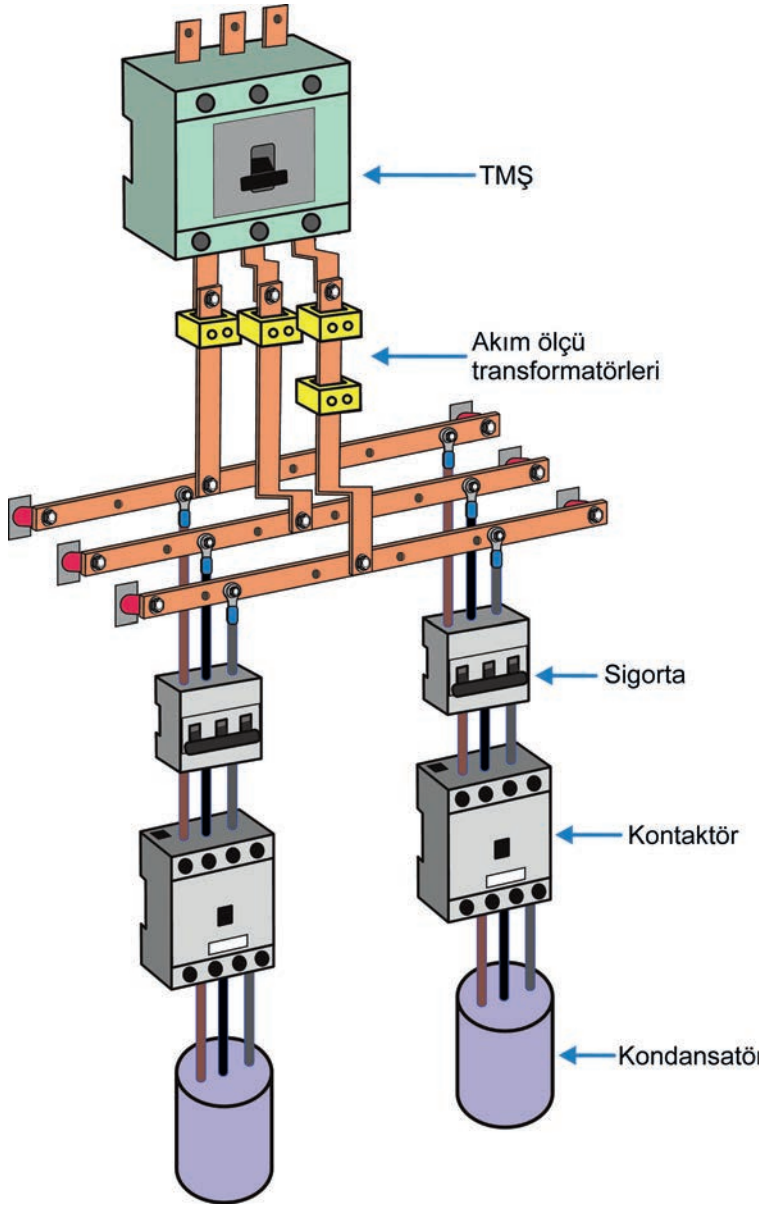
Görsel 9.8: Mesnet izolatörleri ve baranın mesnet izolatörüne montajı

Baralar mesnet izolatörüyle yüzeye sabitlenmeden önce bara üzerine cıvataların geçeceği ek yerleri için delikler açılır. Daha sonra mesnet izolatörleri pano yüzeyinde işaretlenen yerlere monte edilir. Baralar üç fazlı olacak şekilde mesnet izolatörlerinin üzerine somun ve cıvatayla monte edilir. Fazları ayırt etmek için baraların üç farklı renge boyanmasında fayda vardır. Baraların üzerindeki ek yerlerinden kabloyla diğer kompanzasyon malzemelerinin bağlantıları yapılır (Görsel 9.9).



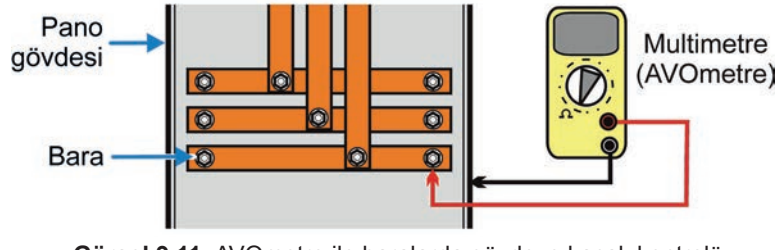
Görsel 9.9: Mesnet izolatörleri, bara ve kablo montajı

Bara iletkenleri mesnet izolatörleriyle panoya sabitlendikten sonra güç devresine TMŞ, akım ölçü transformatörleri, sigortalar, kontaktörler, kondansatörler bara ve kablolarla monte edilir (Görsel 9.10). Daha sonra da RGKR, ölçü aletleri, sinyal lambaları, topraklama ve nötr bağlantıları yapılır.



Görsel 9.10: Kompanzasyon güç devresinde elemanların baraya bağlantısı

Bara ve mesnet izolatörü montajı bittikten sonra gövdeye kaçak kontrolü yapılır. Multimetreyle (AVOmetre) bara iletkenleriyle panonun sac gövdesi arasında temas olup olmadığı kontrol edilir (Görsel 9.11).



Görsel 9.11: AVOmetre ile baralarda gövdeye kaçak kontrolü

9.4. KONDANSATÖR KADEME BAĞLANTISI

İşletmelerde endüktif ve kapasitif alıcılar sürekli devreye girip çıkar. Sistemin reaktif güç tüketimi sürekli değişeceğinden kompanzasyon panolarında kondansatörler bu değişkenliğe uyum göstermelidir. Bu yüzden kondansatör güçleri kademe halinde gruplara bölünür.

9.4.1. Kondansatör Kademelerinin Güç Dağıtımı

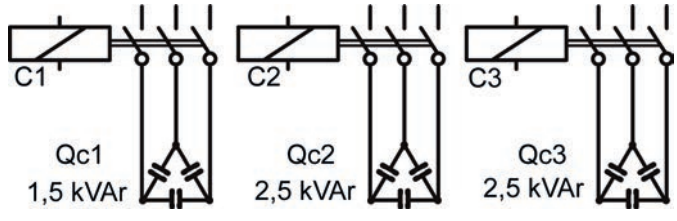
Kompanzasyon panosunda kullanılacak toplam kondansatör gücü hesaplandıktan sonra kademelendirilir. Panodaki reaktif güç kontrol rölesi bu kondansatör gruplarını sistemin ihtiyacına göre otomatik olarak kademeli bir şekilde devreye alacak veya devreden çıkaracaktır. Bu kademeler 3, 5, 7, 9, 12, 24 veya daha fazla olabilir. Kademe sayısı ne kadar fazla olursa kompanzasyon işlemi o kadar kararlı gerçekleşecektir. Piyasada alçak gerilimde sıklıkla kullanılan 0,5-1-1,5-2,5-5-7,5-10-12,5-15-20-25-30-40-50 kVAr gücünde üç fazlı ve tek fazlı kondansatörler bulunur. Bunun yanında 1kV üstü yüksek gerilimdeki kompanzasyon sistemlerinde değişik güçlerde tek fazlı ve üç fazlı kondansatörler kullanılır. Kondansatör kademelerinde istenen güç mevcut değilse bazı kondansatörler paralel bağlanarak bu güç elde edilebilir.

Örnek 1: Toplam kondansatör gücü 6,5 kVAr olarak hesaplanan üç fazlı kompanzasyon sisteminde 3 kademeli kondansatör güç dağılımını yapınız.

Çözüm: 3 kademeli dağılım aşağıdaki gibi yapılır.

Birinci kademeye 1,5 kVAr, ikinci kademeye 2,5 kVAr, üçüncü kademeye 2,5 kVAr güçleri dağıtılır (Görsel 9.12).

Qc = Qc1 + Qc2 + Qc3 = 1,5 + 2,5 + 2,5 = 6,5 kVAr



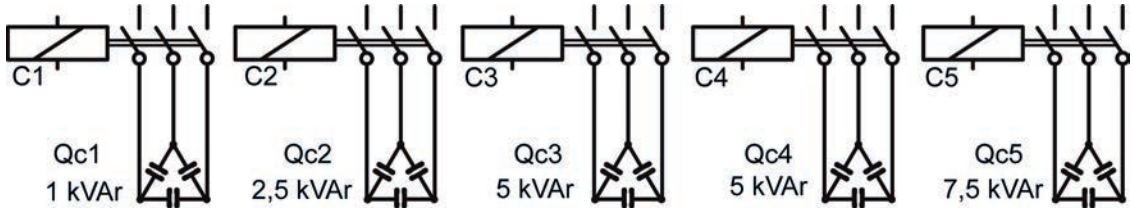
Görsel 9.12: Kompanzasyonda 3 kademeli kondansatör güçleri

Örnek 2: Toplam kondansatör gücü 21 kVAr olarak hesaplanan üç fazlı kompanzasyon sisteminde 5 kademeli kondansatör güç dağılımını yapınız.

Çözüm: 5 kademeli dağılım aşağıdaki gibi yapılır.

Birinci kademeye 1 kVAr, ikinci kademeye 2,5 kVAr, üçüncü kademeye 5 kVAr, dördüncü kademeye 5 kVAr, beşinci kademeye 7,5 kVAr güçleri dağıtılır (Görsel 9.13).

Qc = Qc1 + Qc2 + Qc3 + Qc4 + Qc5 = 1 + 2,5 + 5 + 5 + 7,5 = 21 kVAr

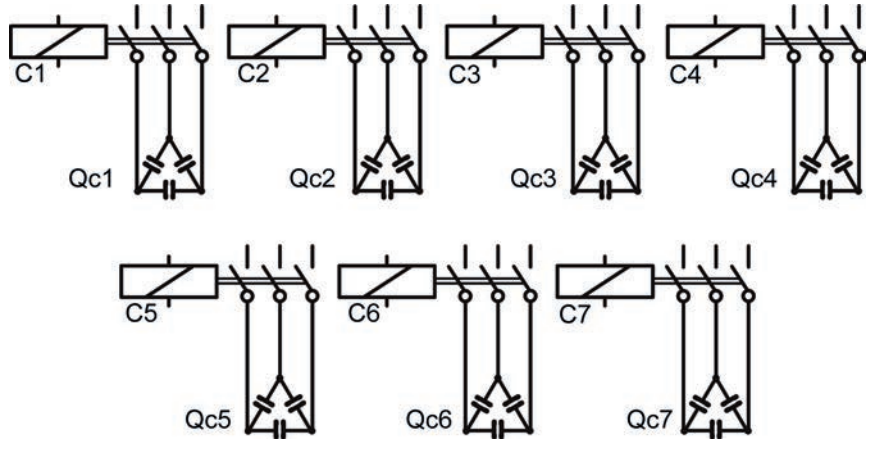


Görsel 9.13: Kompanzasyonda 5 kademeli kondansatör güçleri

2. Uygulama	KOMPANZASYON SİSTEMİNDE KONDANSATÖR KADEMELERİNİN GÜÇ DEĞERLERİNİN TESPİTİ

AMAÇ: Kompanzasyon sisteminde kondansatör kademelerinin güç değerlerini tespit etmek.

Problem: Toplam kondansatör gücü 40 kVAr olarak hesaplanan kopmanzasyon panosunda 7 kademeli kondansatör grubunun güç dağıtımını yapınız.



Görsel 9.14: 7 kademeli kondansatör grubu

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
A4 kâğıdı veya defter	-	1 adet
Hesap makinesi	-	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Görsel 9.14'teki şemayı defterinize çiziniz.
2. Mevcut kondansatör güçlerine göre kademeli güç dağılımlarını yapınız.
3. Kondansatör gruplarının güçlerini hesaplayarak toplam gücü kontrol ediniz.
4. Yaptığınız uygulamayı öğretmeninize gösteriniz. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Kondansatör güçleri neden gruplara ayrılıp kademelendirilir? Açıklayınız.
2. Bir kondansatör gücü elimizde mevcut değilse kondansatörler nasıl bağlanır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Şema çizimi	35	
Sınıfı:	2. Kademeli güç dağıtımı yapma	30	
Numarası:	3. Güç dağıtımının doğruluğu	35	
ÖĞRETMEN	TOPLAM PUAN	100	
Adı ve Soyadı:			
İmza:			

9.4.2. Kondansatör Gücüne Göre Kontaktör, Sigorta ve İletken Seçimi

Kompanzasyon sistemindeki kondansatörler güçlerine göre kademeli olarak gruplandırıldıktan sonra her kondansatör grubunun gücüne göre malzeme seçimi yapılır. Sabit veya otomatik kompanzasyonda kondansatör kademelerinin çektiği akım hesaplanarak şalter, kontaktör, sigorta ve iletkenler tespit edilir. Bu eleman akım değerleri hesaplanabildiği gibi kompanzasyon malzeme seçimi tablosundan da kolaylıkla seçilebilir (Tablo 9.1).

Tablo 9.1: Sabit ve Otomatik Kompanzasyonda Kullanılacak Malzemenin Seçim Cetveli

SABİT VE OTOMATİK KOMPANZASYONDA KULLANILACAK MALZEMENİN SEÇİM CETVELİ (İŞLETME GERİLİMİ: 400 V)														
Kondansatör Gücü	Ana Besleme Hattı Devre Elemanları					Sabit ve Otomatik Kompanzasyon Kademeleri Devre Elemanları								Kondansatör Kapasitesi
	Nominal Akım	Otomatik Şalter	Kablo NYY	Ana Bara (Cu)	Kademe Barası (Cu)	Sigorta NH tip	Kontaktör	Otomatik Sigorta	Kademe Kablosu NYY	Deşarj Dirençleri				
										Otomatik		Sabit		
kVAr	A	A	mm²	mm²	mm²	A	A	A	mm²	kΩ	W	kΩ	W	µf
5	7,6	16	3x2.5	-	-	16	9	16	3x2.5	31	4	205	3	3x33
10	15	25	3x4	-	-	25	16	25	3x4	15	4	102	5	3x66
15	22	40	3x6	-	-	36	32	40	3x6	10	6	68	8	3x99
20	29	63	3x6	-	-	50	32	50	6	6.8	6	51	10	3x132
25	36	100	3x6	-	-	63	40	63	6	1.5	6	41	12	3x165
30	43	100	3x6	-	-	80	45	80	6	1.5	6	34	15	3x198
40	58	100	3x10	25x3	25x3	100	63	100	10	1.5	6	25	20	3x264
50	72	125	3x16	25x3	25x3	125	80	125	16	1.5	6	20	25	3x330
60	87	125	3x25	25x3	25x3	160	90	-	25	1	12	17	30	
80	115	160	3x35	25x3	25x3	200	115	-	35	1	12	14	34	
100	144	200	3x50	25x3	25x3	250	160	-	50	1	12	10	50	
125	180	250	3x70	30x5			185							
150	216	300	3x95	30x5			225							
200	288	400	2x(3x50)	30x5										
250	361	400	2x(3x70)	40x5										
300	433	630	2x(3x95)	40x5										
350	505	630	3x(3x70)	40x5										
400	577	800	3x(3x95)	40x5										
450	650	800	3x(3x95)	40x10										
500	722	1000	3x(3x95)	40x10										
550	793	1000	4x(3x70)	40x10										
600	866	1000	4x(3x95)	40x10										

Kompanzasyonda kondansatörlerinin dış kılıfı genellikle metal bir muhafaza ile kaplı olduğu için kondansatörler topraklanmalıdır. Bu topraklama kondansatör ile topraklama barası arasında kablo bağlantısıyla yapılır. Bazı kondansatör tiplerinin alt kısmındaki cıvata ve somun, pano gövdesine monte edilerek sabitlenmesini sağlar. Gövdeye sabitlenen kondansatörün metal yüzeyine bir elektrik akımı teması olduğunda daha önce topraklaması yapılmış pano gövdesi üzerinden topraklama işlemi gerçekleşir.

9.5. KOMPANZASYON PANOLARINA REAKTÖR BAĞLANMASI

Sisteme paralel olarak bağlanan reaktörler elektrik devrelerinde indüktif yük olarak kullanılır.

9.5.1. Reaktörün Görevi ve Yapısı

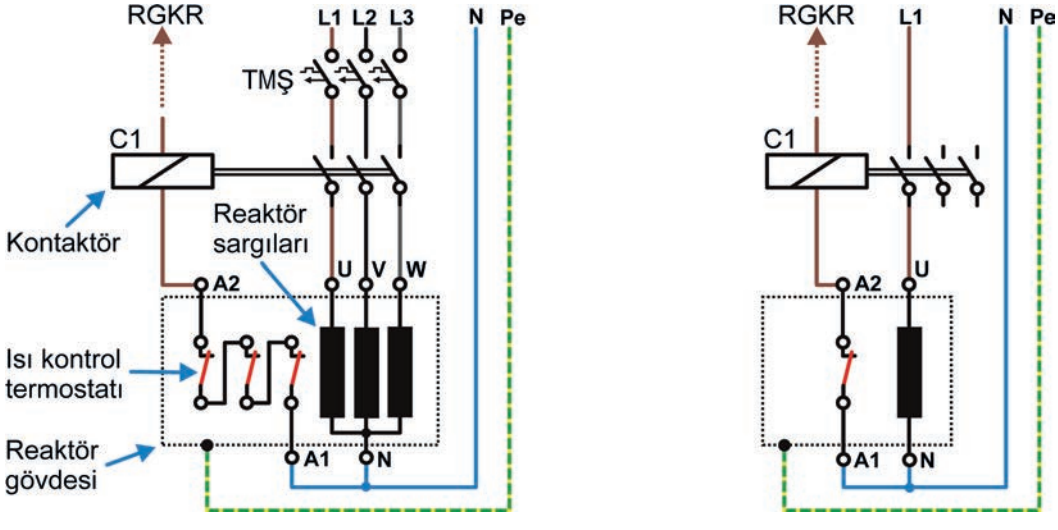
Kompanzasyon panolarındaki kondansatörler bobinli yüklerin (motorlar vb.) fazla olduğu yerlerde tüketilen indüktif reaktif enerjiyi azaltmak için kullanılır. Ancak led aydınlatma ve içerisinde kondansatör bulunan elektronik cihazların yoğunlukta olduğu bazı işletmeler kapasitif reaktif enerji tüketir. Kapasitif yüklerin fazla olduğu yerlerde tüketilen kapasitif reaktif enerjiyi kontrol altında tutabilmek için kullanılan üç fazlı veya bir fazlı bobinlere **reaktör** denir. Reaktörler sisteme paralel (şönt) bağlandığı için **şönt reaktör** olarak da adlandırılır. Şönt reaktörler demir sac paketinden yapılmış nüve ve üzerine sarılmış sargılardan oluşur. Reaktörün nüvesi de mutlaka topraklanmalıdır (Görsel 9.15).



Görsel 9.15: Üç fazlı ve bir fazlı şönt reaktör

9.5.2. Reaktörün Seçimi ve Bağlantısı

Kompanzasyon sisteminde kapasitif reaktif güç normal sınırın (ceza oranı) üstüne çıktığında reaktörler devreye girer. Reaktör gücünü tespit etmek için kombi sayaç endekslerinden kapasitif-aktif ceza oranı sınırının üstünde olan kapasitif reaktif güç tespit edilir. Ceza sınırını aşan güç kadar reaktör seçimi yapılır. Reaktörlerin de kondansatörler gibi güçleri kademelendirilir. Üç fazlı ve bir fazlı reaktörler TMŞ ve kontaktör üzerinden devreye paralel bağlanır. Reaktif güç kontrol rölesi sistemin ihtiyacına göre reaktörleri otomatik olarak devreye alıp çıkarır. Şönt reaktörün sargıları ısındığında ise termostat kontaklarını açarak kontaktörün enerjisini keser. Bu durumda kontaktör güç kontaklarını açarak reaktör sargılarını devre dışı bırakır (Görsel 9.16). Reaktörler az da olsa aktif güç harcadıkları için ihtiyaç dışında devreden çıkarılmalıdır.



Görsel 9.16: Üç fazlı ve bir fazlı şönt reaktörün bağlantısı

9.6. REAKTİF GÜÇ KONTROL RÖLESİNİN MONTAJI, AKIM TRAFOLARI İLE BAĞLANTILARI VE RÖLE AYARLARI

Kompanzasyon panosuna devre elemanları monte edildikten sonra akım ölçü transformatörü (akım trafosu) ve reaktif güç kontrol rölesinin bağlantıları yapılır.

9.6.1. Reaktif Güç Kontrol Rölesinin Özellikleri

Merkezi kompanzasyonda sistemin reaktif enerjisini algılayıp pano elemanlarını çalıştırarak güç katsayısını belli sınırlarda tutan elektronik röleye **reaktif güç kontrol rölesi (RGKR)** denir.

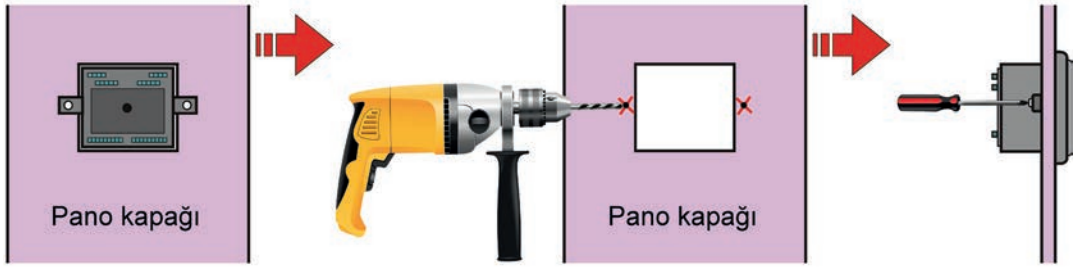
Reaktif güç kontrol röleleri çeşitli marka ve modellere göre değişik fonksiyonel özellikler taşımaktadır. Bu rölenin kompanzasyon panolarında genel olarak yaptığı işlevler aşağıdaki gibidir.

- Tesisin reaktif gücünü kontrol ederek ayarlanan güç katsayısına getirmeye çalışır.
- Her faza bağlı yükleri ayrı ayrı kompanze eder.
- Hem üç fazlı hem de bir fazlı sistemde kompanzasyon işlevi yapar.
- Kademe ayarları otomatik veya manuel (elle) yapılabilir.
- Faz gerilimini ölçer (L1, L2, L3-N).
- Faz akımını ölçer (L1, L2, L3-N).
- Cosφ değerini ölçer (L1, L2, L3-N).
- İndüktif ve kapasitif güç katsayısını ölçer.
- Aktif, reaktif ve görünür güç değerini ölçer.
- Toplam indüktif ve kapasitif reaktif güçleri ölçer
- Isı ölçümü yapar.

Bu özelliklerin dışında modbus haberleşme yapan ve daha fazla dijital özellikler taşıyan reaktif güç kontrol röleleri vardır. Bir fazlı ve üç fazlı olarak üretilen reaktif güç kontrol röleleri 4, 8, 12, 24 ve daha farklı kademe sayılarına sahip olabilir. Gösterge paneli LED veya LCD ekran olan modelleri mevcuttur.

9.6.2. Reaktif Güç Kontrol Rölesinin Pano Sacına Montajı

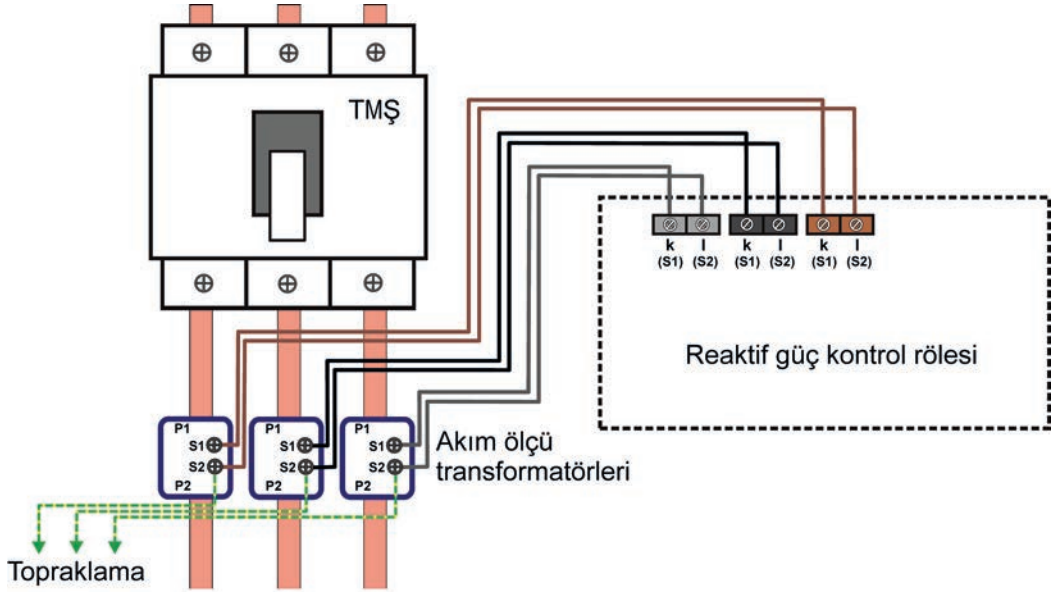
RGKR kompanzasyon panosunun ön yüzeyine veya pano ön kapağına monte edilir. Önce pano sacı üzerindeki yuvasına yerleştirilerek vida montaj delikleri işaretlenir. İşaretlenen yerler matkapla delinir. RGKR yuvasına yerleştirilip vidalarla sabitlenir (Görsel 9.17).



Görsel 9.17: Reaktif güç kontrol rölesinin pano sacına montajı

9.6.3. Reaktif Güç Kontrol Rölesine Akım Ölçü Transformatörünün Bağlanması

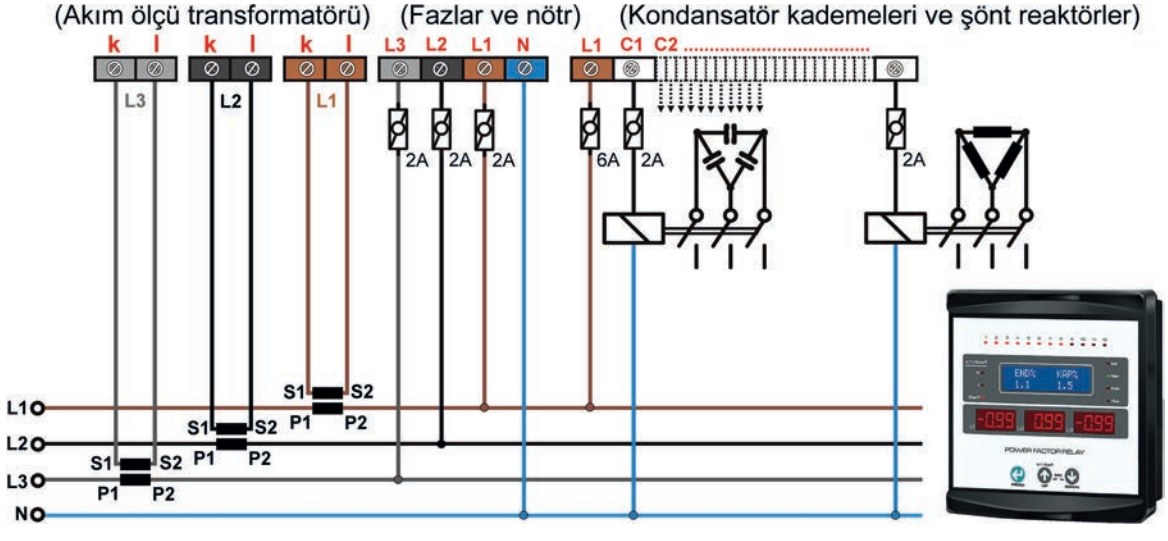
Akım ölçü transformatörü (akım trafosu) büyük akımları küçük ölçü aletleriyle ölçmek ve röleleri çalıştırmak için kullanır. Akım ölçü transformatörlerinin primer uçları (P1-P2) polaritesine dikkat edilerek kompanzasyon panosundaki termik manyetik şalterin çıkışına seri olarak bağlanır. Sekonder uçlarından S2 uçları topraklama barasına bağlanır. S1 ve S2 uçları faz sırasına dikkat edilerek reaktif güç kontrol rölesindeki "k" ve "l" harfleriyle belirtilen klemenslere bağlanır (Görsel 9.18).



Görsel 9.18: Reaktif güç kontrol rölesine akım ölçü transformatörünün bağlanması

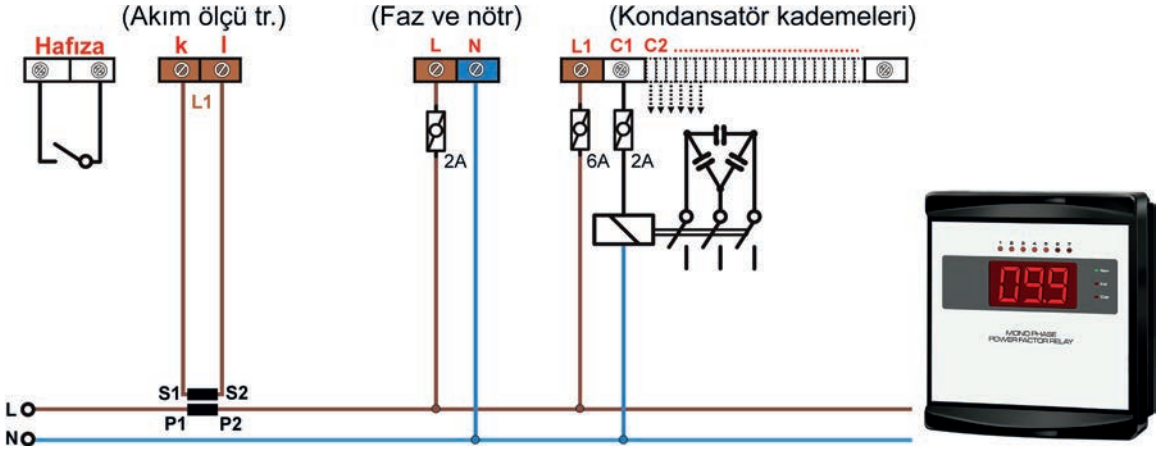
9.6.4. Reaktif Güç Kontrol Rölesinin Klemens Bağlantıları

Piyasada değişik marka ve modellere sahip reaktif güç kontrol rölelerinin ayrıntılı bağlantı şemaları kataloglarda veya cihazın arka yüzeyinde bulunmaktadır. Cihazın arka yüzeyinde kondansatör, reaktör, ölçü tranformatörü ve enerji beslemesi uçları ve diğer fonksiyonlar için klemensler bulunur. Üç fazlı reaktif güç kontrol rölesinin klemens bağlantıları aşağıdaki gibidir (Görsel 9.19).



Görsel 9.19: Üç fazlı reaktif güç kontrol rölesinin klemens bağlantıları

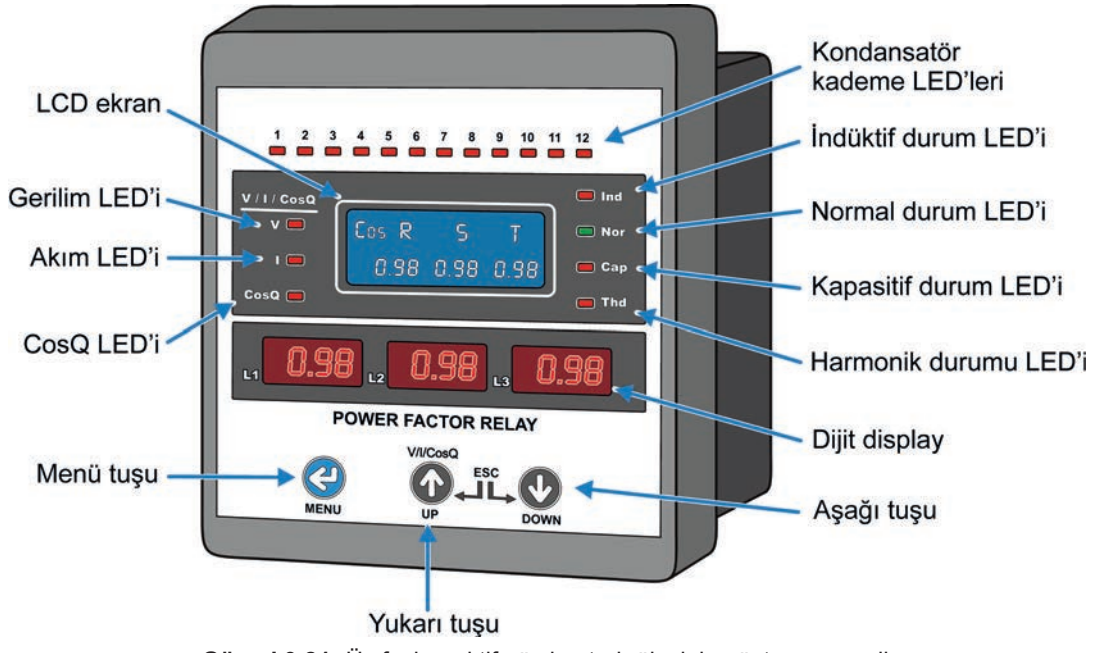
Bir fazlı kompanzasyon panolarında kullanılan tek fazlı reaktif güç kontrol rölesinin klemens bağlantıları aşağıdaki gibidir (Görsel 9.20).



Görsel 9.20: Bir fazlı reaktif güç kontrol rölesinin klemens bağlantıları

9.6.5. Reaktif Güç Kontrol Rölesinin Ayarları

Kompanzasyon panosunda reaktif güç kontrol rölelesinin bağlantısı yapıldıktan sonra gösterge panelindeki tuşlardan ayarları yapılır. Farklı marka ve modellerde olan reaktif güç kontrol rölelerinin genel olarak ayarları birbirine benzer. Cihazın gösterge panelinde durum LED'leri, faz durumlarını gösteren dijit display, cihazın kullanımı ve sistem bilgilerini gösteren LCD ekran bulunur (Görsel 9.21).



Görsel 9.21: Üç fazlı reaktif güç kontrol rölesinin gösterge paneli

Menü Tuşu (MENU): Cihazın menüsüne girmek, yapılan seçimleri onaylamak ve girilen değerleri kaydetmek için kullanılır.

Yukarı Tuşu (UP): Menü seçeneklerini (V/I/CosQ) ve seçeneklerin değerini değiştirmek için kullanılır.

Aşağı Tuşu (DOWN): Menü seçeneklerini (V/I/CosQ) ve seçeneklerin değerini değiştirmek için kullanılır.

ESC Tuşu: Yazılan değeri iptal etmek ve menüden çıkmak için kullanılır.

Cihazın İlk Çalıştırılması: Panoya enerji vermeden önce pano testleri yapılmalı ve RGKR'nin kullanma kılavuzunda dikkat edilecek hususlar mutlaka okunmalıdır. Günümüzde kullanılan cihazlar akım ölçü transformatörünün akım dönüştürme oranı girildikten sonra sisteme otomatik tarama yapar. Cihaz kademelerdeki eleman bilgilerini tespit ettikten sonra kaydeder ve sistemi kontrol etmeye başlar. Cihazın istenilen şartlarda çalışması için girilmesi gereken ayar değerleri de elle (manuel) yapılır.

Akım Ölçü Transformatörünün Değerinin Girilmesi: Panoya enerji verildiğinde cihazın ekranına akım trafosu değeri yazısı gelecektir. Sistemdeki akım ölçü transformatör akım oranı değeri (Örnek: 20/5 amper) UP veya DOWN tuşu kullanılarak yazılır ve MENU tuşuyla onaylanır (Görsel 9.22.a). RGKR otomatik olarak ilk üç kademeyi çekerek akım ölçü transformatörü testine başlar (Sağlıklı bir test için sistemde ani yük değişiminin olmaması gerekir.). Peş peşe iki test yapıldıktan sonra test sonucu LCD ekrana gelir (Görsel 9.22.a). R(L1)-S(L2)-T(L3) fazlarının karşısına "1" yazıyorsa akım ölçü transformatörünün sekonder uçlarının cihazın k ve l uçlarına doğru bağlandığını gösterir. Fazın karşısında "-1" yazıyorsa k ve l uçlarına yanlış bağlandığını gösterir. Ancak cihaz bu hatayı otomatik olarak düzeltir.



Görsel 9.22: RGKR'ye akım ölçü transformatörünün değerinin girilmesi ve test edilmesi

RGKR, akım ölçü transformatörü testini yaptıktan sonra otomatik olarak kademeleri tarayıp güçlerini okuyup kaydeder ve kompanzasyon sistemini kontrol etmeye başlar.

Kademe Testini Elle Yapmak: Reaktif güç kontrol rölesinde kademe güçlerini elle test etmek için MENU tuşuna basılır ve UP ve DOWN tuşlarıyla KADEME TESTİ YAP menüsüne gelinir ve EVET seçilir (Görsel 9.23.a). Menüde EVET seçildiğinde kademelerdeki kondansatör güçleri birinci kademeden sonuncu kademeye kadar cihaz tarafından sırayla okunur ve ekranda gösterilir (Görsel 9.23.b). Eğer kademelerde reaktör varsa ekrandaki güç değerinin önünde eksi işareti vardır (Örnek: -1.55 kVAr).



Görsel 9.23: RGKR'ye kademe testinin yaptırılması

Reaktif Güç Oranı Sınır Değerinin Girilmesi: İşletmelerde indüktif ve kapasitif reaktif güçlerin yasal olarak belli bir sınır değerini geçmemesi istenir. Reaktif güç kontrol rölesi ayarlanan indüktif/aktif ve kapasitif/aktif oranı değerleriyle kompanzasyon yaparak reaktif güç tüketimini belli sınırlar içinde tutmaya çalışır. Bu ayarı yapmak için MENU, UP ve DOWN tuşlarıyla END. SET DEĞERİ seçeneğine gelinir. Ekrandaki değer değiştirilir ve kaydetmek için MENU tuşuna basılır (Görsel 9.24.a). Daha sonra UP ve DOWN tuşlarıyla KAP. SET DEĞERİ seçeneğine gelinir. Ekrandaki değer değiştirilir ve MENU tuşuyla kaydedilir (Görsel 9.24.b). RGKR bu girilen değerlere göre sistemi çalıştırmaya başlar.



Görsel 9.23: RGKR'ye indüktif ve kapasitif SET değerlerinin girilmesi

9.6.6. Üç Kademeli Kompanzasyon Panosunun Montajı

Kompanzasyon panosu yapılmadan önce işletme değerlerine göre hesaplama yapılır. Kondansatörler ve reaktörler devreye girip çıkarken şarj ve deşarj olayından dolayı akım yükselmelerine sebep olur. Bu yüzden TMŞ, kontaktör, C tipi gecikmeli otomatik sigorta veya NH sigortanın akım değerleri kondansatör akımının 1,25 ile 1,8 katı büyük seçilmelidir. Buradaki örnekte TMŞ ve sigorta akım değerleri 1,7 kat fazla, kontaktör akımı ise 1,8 kat fazla toleranslı seçilecektir. Eleman akım değerleri malzeme seçimi tablosundan da yapılabilir. Örnek bir kompanzasyon panosu malzeme seçimi aşağıdaki gibi yapılır.

Gerilim, Akım, Güç, Güç Katsayısı Değerleri: Montajı yapılacak kompanzasyon panosunun üç fazlı sistem gerilimi 400 volt, kondansatörlerin çektiği toplam akım 36 amper. Güç katsayısı 0,75'ten 0,95'e çıkarılmak isteniyor. Hesaplanan toplam kondansatör gücü 25 kVAr'dır. Panonun üç kademeli montajı yapılıp reaktif güç kontrol rölesinin ayarları yapılacaktır.

Akım Ölçü Transformatörü: 400 V, 40/5 A, k = 40/5 = 8 (Akım dönüştürme oranı)

Kondansatör Kademe Güç Değerleri: QC1 = 5 kVAr, QC2 = 10 kVAr, QC3 = 10 kVAr.

Termik Manyetik Şalter Akım Değeri:

$I_{TMŞ}$ = IC . 1,7 = 36 . 1,7 = 61,2 amper (Seçilen termik manyetik şalter 100 A)

1. Kademe Kondansatör Akımı:

$Ic_1 = QC1 / \sqrt{3} . U . Sin\varphi . 10^{-3} = 5 / \sqrt{3} . 400 . 1 . 10^{-3}$ = 7,22 amper

2. Kademe Kondansatör Akımı:

$Ic_2 = QC2 / \sqrt{3} . U . Sin\varphi . 10^{-3} = 10 / \sqrt{3} . 400 . 1 . 10^{-3}$ = 14,45 amper

3. Kademe Kondansatör Akımı:

$Ic_3 = QC3 / \sqrt{3} . U . Sin\varphi . 10^{-3} = 10 / \sqrt{3} . 400 . 1 . 10^{-3}$ = 14,45 amper

Kondansatör kademelerinin çektiği akımların 1,7 katı hesaplanır ve sigorta seçimi yapılır.

1. Kademe Sigorta Akım Değeri:

$I_{Sigorta}$ = 7,22 . 1,7= 12,27 amper (Seçilen sigorta 16 A)

2. Kademe Sigorta Akım Değeri:

$I_{Sigorta}$ = 14,45 .1,7 = 24,56 amper (Seçilen sigorta 25 A)

3. Kademe Sigorta Akım Değeri:

$I_{Sigorta}$ = 14,45 .1,7 = 24,56 amper (Seçilen sigorta 25 A)

Kompanzasyon kontaktörleri genellikle kondansatör gücüne göre seçilir. Ancak kontakların taşıyacağı akıma göre de hesaplanabilir.

1. Kademe Kontaktör Akım Değeri:

$I_{Kontaktör}$ = 7,22 . 1,8= 12,99 amper (Seçilen kontaktör akımı 16 A)

2. Kademe Kontaktör Akım Değeri:

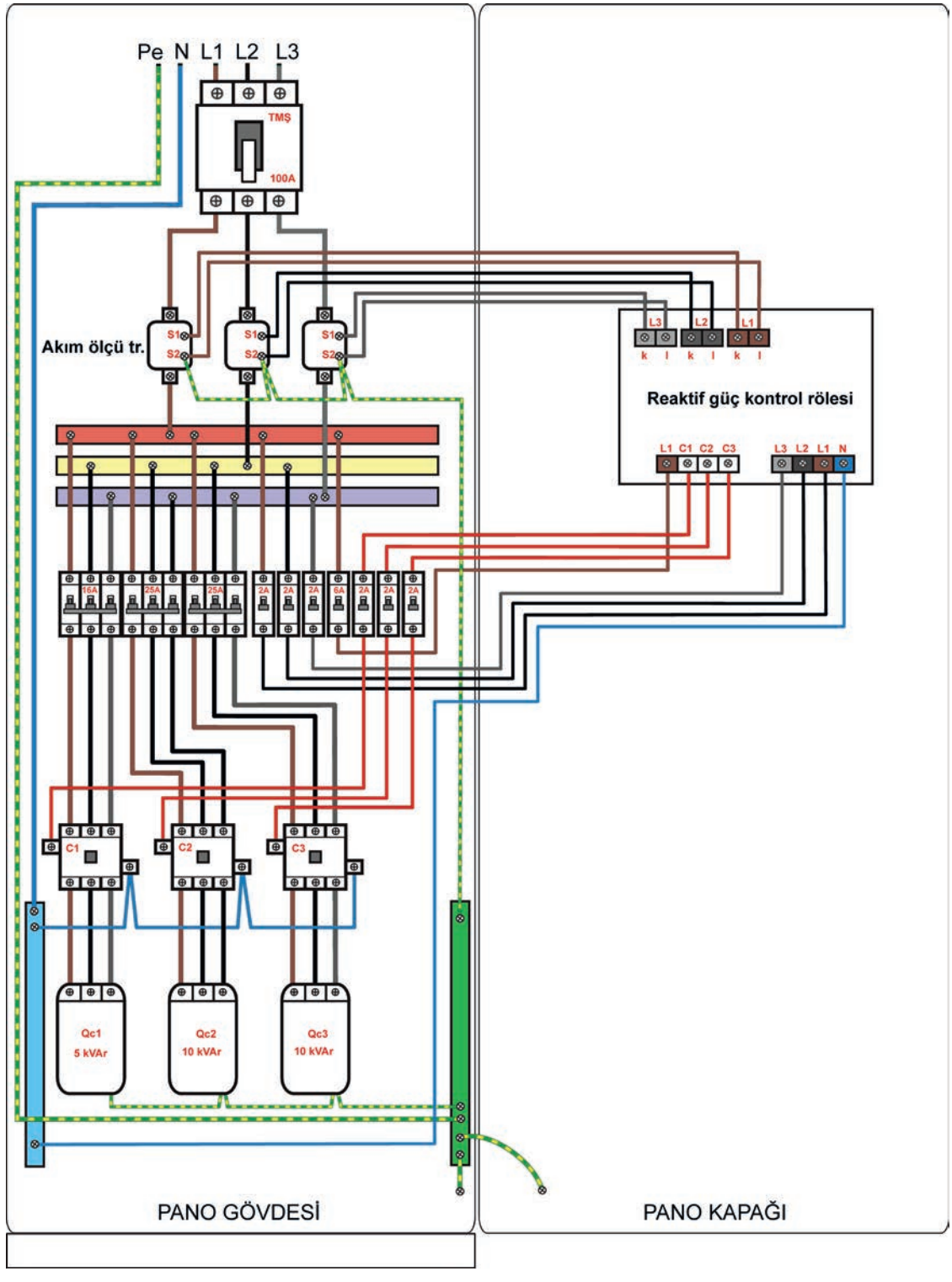
$I_{Kontaktör}$ = 14,45 .1,8 = 26 amper (Seçilen kontaktör akımı 32 A)

3. Kademe Kontaktör Akım Değeri:

$I_{Kontaktör}$ = 14,45 .1,8 = 26 amper (Seçilen kontaktör akımı 32 A)

İletken kesiti: Ana besleme ve güç devresinde 60 amperden büyük akımlarda bakır baralar kullanılır. Daha küçük panolarda NYY ve NYAF kablolar kullanılır. Bu örnekte çekilen akım 36 amper olduğu için malzeme seçim cetvelinden görüldüğü gibi 3x6 mm^2 NYY iletken yeterlidir.

Üç Kademeli Kompanzasyon Panosunun Montaj Şemasının Çizimi: Elemanlar panoya monte edilmeden önce montaj ve bağlantı şeması çizilmelidir. Çizilen şema, montaj ve bağlantı uygulamaları yapılırken kolay ve hatasız çalışmayı sağlar. Montaj şemasında elemanların yerleşim düzeni ve kablo bağlantıları gösterilir (Görsel 9.25).



Görsel 9.25: Üç kademeli kompanzasyon panosunun montaj ve bağlantı şeması

Pano Montajının Yapılması: Pano montajında kullanılacak elemanlar TSE standartlarına uygun olmalıdır. Pano elemanları şemaya uygun olarak pano içerisine işlem sırasına göre monte edilir. İşlem sırası aşağıdaki gibidir.

- Pano montajına başlarken iş güvenliğine uygun olarak iş eldiveni ve gözlüğü takılır.
- Kablo kanalları pano içindeki uygun yerlere monte edilir.
- Raylar pano içindeki yerlerine monte edilir.
- Mesnet izolatörleri, dağıtım baraları, topraklama ve nötr baraları yerlerine monte edilir.
- TMŞ yerine monte edilir.
- Sigortalar ve kontaktörler raylar üzerine monte edilir.
- Kondansatörler panodaki yerlerine sabitlenir.
- Reaktif güç kontrol rölesi pano kapağındaki yuvasına monte edilir.
- Hazırlanan kablo uçlarında pabuç veya yüksük kullanılır.
- Panonun girişindeki nötr ucu nötr barasına ve toprak ucu topraklama barasına bağlanır.
- TMŞ ve akım ölçü transformatörlerinin bağlantısı yapılarak dağıtım baralarına montajı yapılır.
- Dağıtım baralarından sigortalara iletken bağlantıları yapılır.
- Kontaktörlerin ve kondansatörlerin bağlantıları şemaya uygun bir şekilde yapılır.
- Akım ölçü transformatörlerinin ve kondansatörlerin topraklama bağlantısı yapılır.
- Pano kapağı üzerine monte edilmiş reaktif akım rölesinin bağlantıları yapılır.
- Bağlantı kabloları spiral veya kelepçeyle düzenli bir hale getirilir.
- Pano testleri (kısa devre ve gövdeye kaçak) yapılır.

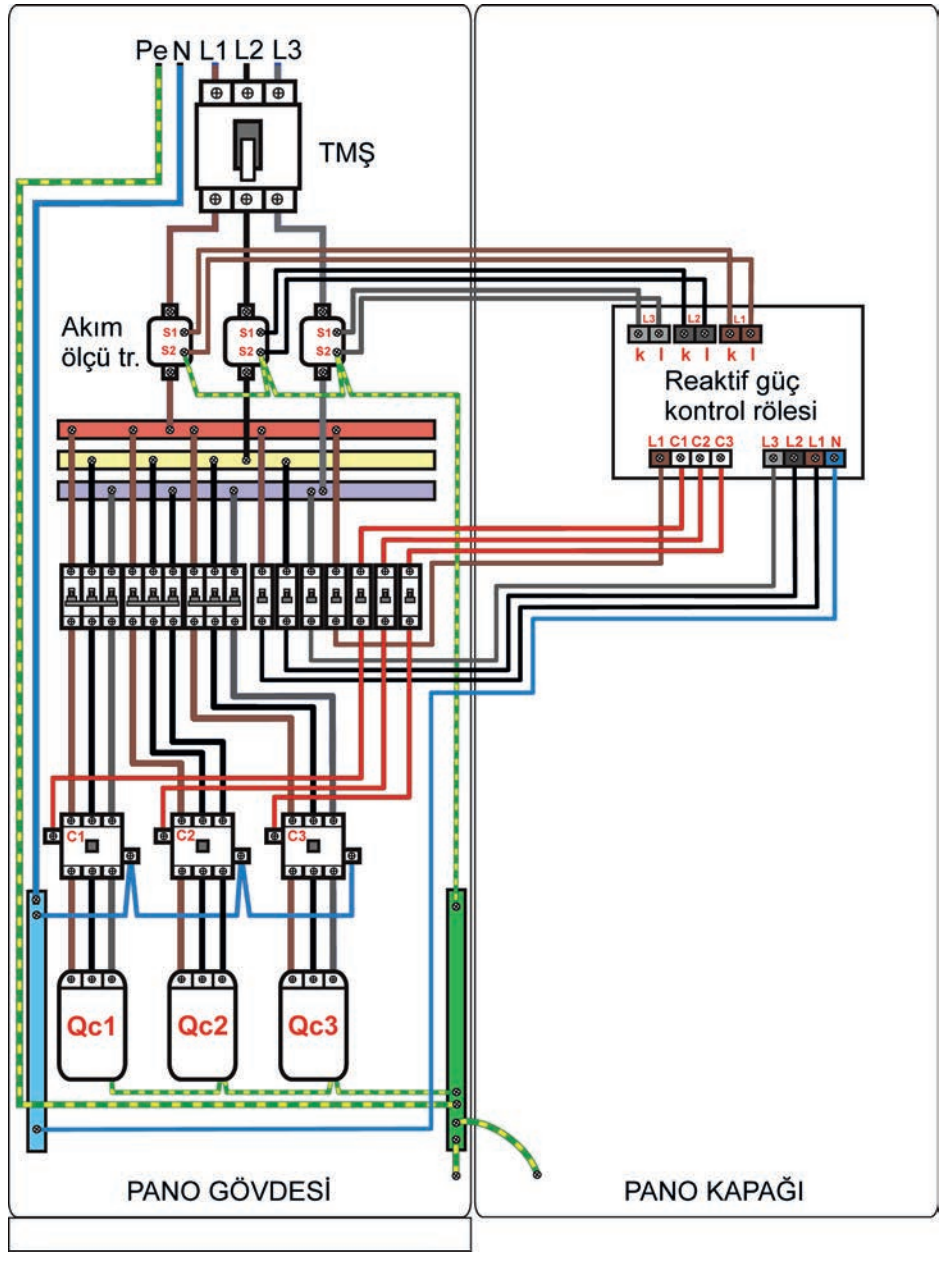
Reaktif Güç Kontrol Rölesinin Ayarı: Kompanzasyon panosunda montaj ve test işlemi bittikten sonra panonun dağıtım panosuna enerji bağlantısı yapılır. Daha sonra kompanzasyon panosu devreye alınıp reaktif güç kontrol rölesinin ayarları yapılır. Reaktif güç kontrol rölesinde yapılması gereken ayarlar aşağıdaki gibidir.

- Kompanzasyon panosuna enerji verilir ve reaktif güç kontrol rölesinin ekranında kurulum bilgileri gözlenir.
- Reaktif güç kontrol rölesine akım ölçme transformatörünün akım dönüştürme oranı 50/5 A değeri girilir ve otomatik kurulumu yapılır.
- Reaktif güç akım rölesine kademe testi yaptırılarak kondansatör ve reaktör güçleri kontrol edilir.
- Reaktif güç kontrol rölesine indüktif set değeri kaydedilir.
- Reaktif güç kontrol rölesine kapasitif set değeri girilir.

3. Uygulama	3 KADEMELİ KOMPANZASYON PANOSUNUN MONTAJI, BAĞLANTILARI VE RGKR AYARI

AMAÇ: Üç kademeli kompanzasyon panosunun montajı, bağlantıları ve RGKR ayarını yapmak.

Atölyenizdeki malzeme imkânlarına göre toplam işletme kondansatör gücü belirleyiniz. Hesaplama ve malzeme seçimini yaparak üç kademeli kompanzasyon pano uygulaması yapınız.



Görsel 9.26: Üç kademeli kompanzasyon panosunun montajı ve bağlantısı

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
TMŞ	400 V, (Akım değerini hesaplayıp malzeme seçimi yapınız)	1 adet
Akım ölçü trafosu	400 V, (Akım değerini hesaplayıp malzeme seçimi yapınız)	3 adet
Sigorta	400 V, (Akım değerini hesaplayıp malzeme seçimi yapınız)	10 adet
Kontaktör	400 V, (Akım değerini hesaplayıp malzeme seçimi yapınız)	3 adet
Kondansatör	400 V, (Akım değerini hesaplayıp malzeme seçimi yapınız)	3 adet
Baralar ve kablolar	Akım değerini hesaplayıp kesit seçimi yapınız.	-
Reaktif güç kontrol rölesi	Uygun kademeli	1 adet
El aletleri ve gereçler	Pense, yan keski, tornavida, anahtar takımı, pabuç, yüksük	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Atölyenizdeki malzeme imkânlarına göre bir işletme kondansatör toplam gücünü belirleyiniz.
2. Toplam kondansatör gücüne göre üç kademeli güç dağıtımı yapınız. Montaj şemasını defterinize çiziniz.
3. Toplam kondansatör gücüne göre malzeme seçim cetvelinden TMŞ seçimi yapınız.
4. Kondansatör kademelerinin çektiği akımları hesaplayınız.
5. Kondansatör kademelerindeki akım değerlerine göre sigorta seçimi yapınız.
6. Kondansatör kademeleri için kontaktör seçimi yapınız.
7. Bara ve iletken kesiti seçimi yapınız.
8. Montaja başlamadan önce iş eldiveninizi ve iş gözlüğünüzü takınız. Kablo kanallarını ve rayları pano içindeki uygun yerlere monte ediniz.
9. TMŞ, RGKR, sigortaları, kontaktörleri ve kondansatörleri panoya monte ediniz.
10. Pabuç ve yüksük kullanarak elemanların kablo bağlantılarını yapınız.
11. Reaktif güç kontrol rölesinin bağlantılarını yapınız.
12. Pano montajı bitince kısa devre ve gövdeye kaçak testlerini yapınız.
13. Öğretmen gözetiminde panoyu devreye alıp panoya enerji veriniz.
14. Reaktif güç kontrol rölesinin kondansatör kademe ayarlarını yapınız.
15. Yaptığınız uygulamayı öğretmeninize gösteriniz.
16. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

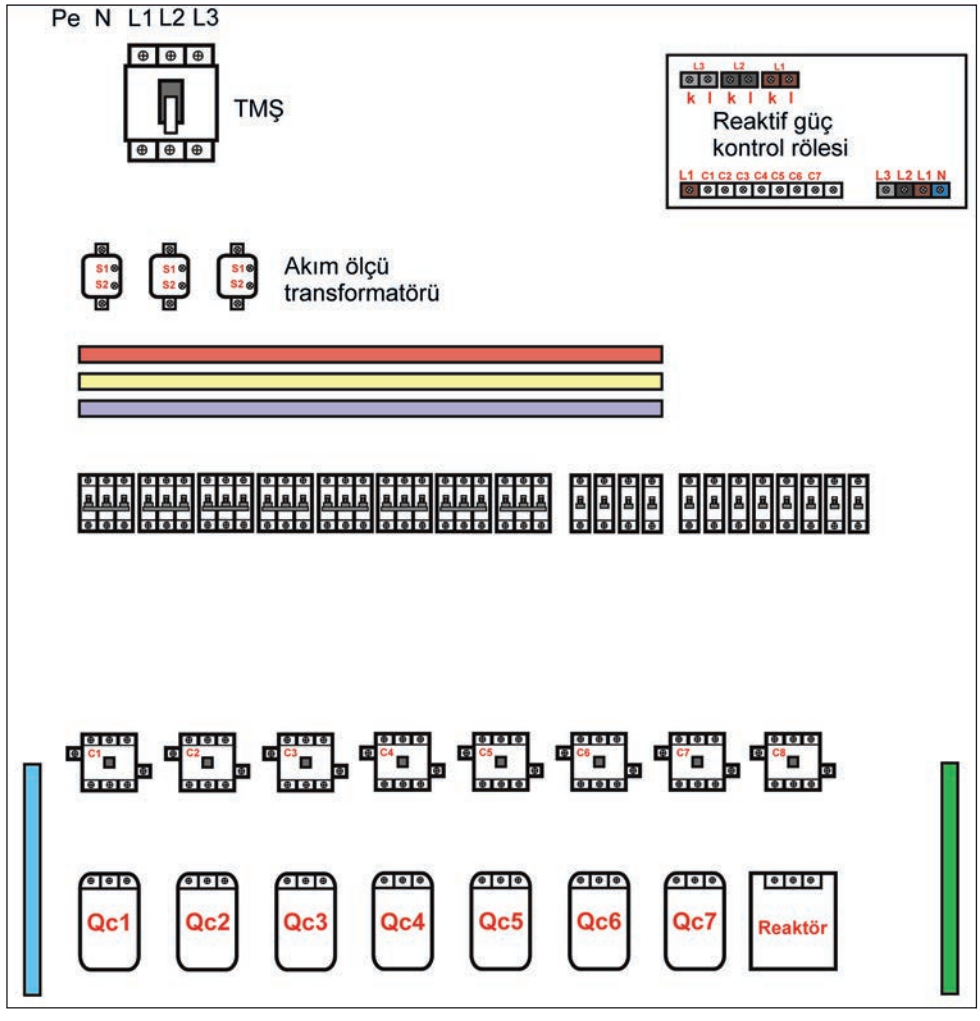
1. Kompanzasyon panosunun görevi nedir? Açıklayınız.
2. Reaktif güç kontrol rölesinin görevi nedir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Şema çizimi	25	
Sınıfı:	**2.** Kademeli güç dağıtımı yapma	25	
Numarası:	**3.** Elemanların panoya montajı	25	
ÖĞRETMEN	**4.** Pano elemanlarının bağlantısı	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

4. Uygulama	7 KADEMELİ KOMPANZASYON PANOSUNUN MONTAJI, REAKTÖR BAĞLANTILARI VE RGKR AYARI

AMAÇ: 7 kademeli kompanzasyon panosunun montajı, reaktör bağlantıları ve RGKR ayarını yapmak.

Atölyenizdeki malzeme imkânlarına göre toplam işletme kondansatör gücü belirleyiniz. Hesaplama ve malzeme seçimini yaparak 7 kademeli kondansatör gücü ve bir reaktör gücü belirleyiniz.



Görsel 9.27: 7 kademeli kompanzasyon panosu

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
TMŞ	400 V, (Akım değerini hesaplayıp malzeme seçimi yapınız)	1 adet
Akım ölçü trafosu	400 V, (Akım değerini hesaplayıp malzeme seçimi yapınız)	3 adet
Üç ve bir fazlı sigorta	400 V, (Akım değerini hesaplayıp malzeme seçimi yapınız)	20 adet
Kontaktör	400 V, (Akım değerini hesaplayıp malzeme seçimi yapınız)	8 adet
Kondansatör	400 V, (Akım değerini hesaplayıp malzeme seçimi yapınız)	7 adet
Üç fazlı reaktör	Gücünü belirleyiniz.	1 adet
Baralar ve kablolar	Akım değerini hesaplayıp kesit seçimi yapınız.	-
Reaktif güç kontrol rölesi	Uygun kademeli	1 adet
El aletleri ve gereçler	Pense, yan keski, tornavida, anahtar takımı, pabuç, yüksük	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Atölyenizdeki malzeme imkânlarına göre bir işletme kondansatör toplam gücünü belirleyiniz.
2. Toplam kondansatör gücüne göre 7 kademeli güç dağılımı yapınız. Bir adet üç fazlı reaktör gücü belirleyiniz. Montaj şemasını defterinize çiziniz.
3. Toplam kondansatör gücüne göre malzeme seçim cetvelinden TMŞ seçimi yapınız.
4. Kondansatör kademelerinin ve reaktörün çektiği akımları hesaplayınız.
5. Kondansatör kademelerindeki akım değerlerine göre sigorta seçimi yapınız.
6. Kondansatör kademeleri için kontaktör seçimi yapınız.
7. Bara ve iletken kesiti seçimi yapınız.
8. Montaja başlamadan önce iş eldiveninizi ve iş gözlüğünüzü takınız. Kablo kanallarını ve rayları pano içindeki uygun yerlere monte ediniz.
9. TMŞ, RGKR, sigortaları, kontaktörleri, kondansatörleri ve reaktörü panoya monte ediniz.
10. Pabuç ve yüksük kullanarak elemanların kablo bağlantılarını yapınız.
11. Reaktif güç kontrol rölesinin bağlantılarını yapınız.
12. Pano montajı bitince kısa devre ve gövdeye kaçak testlerini yapınız.
13. Öğretmen gözetiminde panoyu devreye alıp panoya enerji veriniz.
14. Reaktif güç kontrol rölesinin kademe ayarlarını yapınız.
15. Yaptığınız uygulamayı öğretmeninize gösteriniz.
16. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

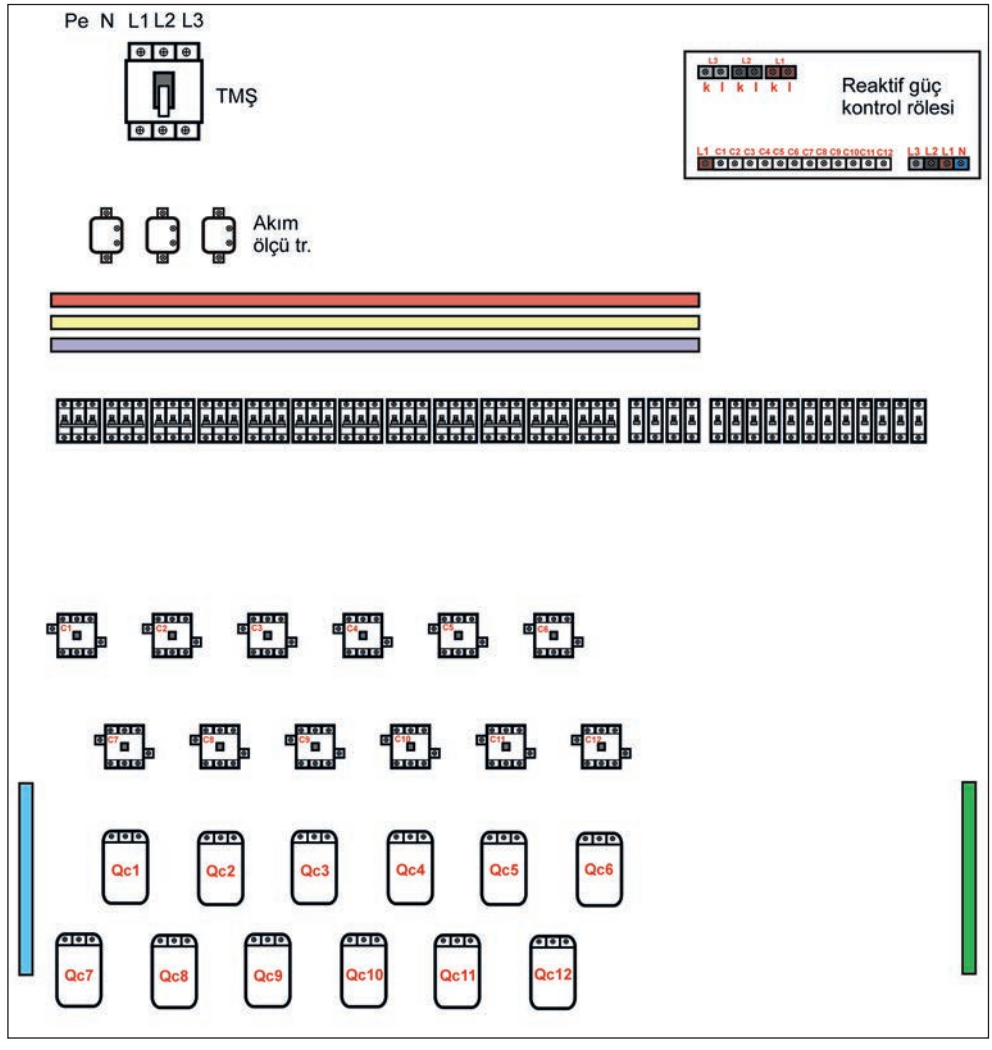
1. Kompanzasyon panosunda kondansatörün kademeli güç dağıtımı nasıl yapılır? Açıklayınız.
2. Reaktör hangi durumlarda kompanzasyon panosuna eklenir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Şema çizimi	25	
Sınıfı:	2. Kademeli güç dağıtımı yapma	25	
Numarası:	3. Elemanların panoya montajı	25	
ÖĞRETMEN	4. Pano elemanlarının bağlantısı	25	
Adı ve Soyadı:	TOPLAM PUAN	100	
İmza:			

5. Uygulama	12 KADEMELİ KOMPANZASYON PANOSUNUN MONTAJI, BAĞLANTILARI VE RGKR AYARI

AMAÇ: 12 kademeli kompanzasyon panosunun montajı, bağlantıları ve RGKR ayarını yapmak.

Atölyenizdeki malzeme imkânlarına göre toplam işletme kondansatör gücü belirleyiniz. Hesaplama ve malzeme seçimini yaparak 12 kademeli kompanzasyon pano uygulaması yapınız.



Görsel 9.28: 12 kademeli kompanzasyon panosu

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
TMŞ	400 V, (Akım değerini hesaplayıp malzeme seçimi yapınız)	1 adet
Akım ölçü trafosu	400 V, (Akım değerini hesaplayıp malzeme seçimi yapınız)	3 adet
Üç ve bir fazlı sigorta	400 V, (Akım değerini hesaplayıp malzeme seçimi yapınız)	28 adet
Kompanzasyon kontaktörü	400 V, (Akım değerini hesaplayıp malzeme seçimi yapınız)	12 adet
Kondansatör	400 V, (Akım değerini hesaplayıp malzeme seçimi yapınız)	12 adet
Baralar ve kablolar	Akım değerini hesaplayıp kesit seçimi yapınız.	-
Reaktif güç kontrol rölesi	Uygun kademeli	1 adet
El aletleri ve gereçler	Pense, yan keski, tornavida, anahtar takımı, pabuç, yüksük	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Atölyenizdeki malzeme imkânlarına göre bir işletme kondansatör toplam gücünü belirleyiniz.
2. Toplam kondansatör gücüne göre 12 kademeli güç dağılımı yapınız. Montaj şemasını defterinize çiziniz.
3. Toplam kondansatör gücüne göre malzeme seçim cetvelinden TMŞ seçimi yapınız.
4. Kondansatör kademelerinin çektiği akımları hesaplayınız.
5. Kondansatör kademelerindeki akım değerlerine göre sigorta seçimi yapınız.
6. Kondansatör kademeleri için kontaktör seçimi yapınız.
7. Bara ve iletken kesiti seçimi yapınız.
8. Montaja başlamadan önce iş eldiveninizi ve iş gözlüğünüzü takınız. Kablo kanallarını ve rayları pano içindeki uygun yerlere monte ediniz.
9. TMŞ, RGKR, sigortaları, kontaktörleri ve kondansatörleri panoya monte ediniz.
10. Pabuç ve yüksük kullanarak elemanların kablo bağlantılarını yapınız.
11. Reaktif güç kontrol rölesinin bağlantılarını yapınız.
12. Pano montajı bitince kısa devre ve gövdeye kaçak testlerini yapınız.
13. Öğretmen gözetiminde panoyu devreye alıp panoya enerji veriniz.
14. Reaktif güç kontrol ayarlarını yapınız.
15. Yaptığınız uygulamayı öğretmeninize gösteriniz.
16. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Kompanzasyon panosunda kondansatör kademelerinin fazla olmasının yararı nedir? Açıklayınız.
2. Reaktif güç kontrol rölesi nasıl seçilir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Şema çizimi	25	
Sınıfı:	**2.** Kademeli güç dağıtımı yapma	25	
Numarası:	**3.** Elemanların panoya montajı	25	
ÖĞRETMEN	**4.** Pano elemanlarının bağlantısı	25	
Adı ve Soyadı:	**TOPLAM PUAN**	100	
İmza:			

9.7. KOMBİ SAYAÇ ENDEKSLERİNDEN SİSTEMİN CEZA ORANI HESABI

Kombi (kombine) sayaçlar saat başına tüketilen aktif gücü, indüktif reaktif gücü ve kapasitif reaktif gücü ölçer. Enerji Piyasası Kurulu'nun kararına göre "Kurulu gücü 50 kVA'nın altında olan müşteriler, çektikleri aktif enerji miktarının yüzde otuzüçünü aşan şekilde endüktif reaktif enerji tüketmeleri veya aktif enerji miktarının yüzde yirmisini aşan şekilde kapasitif reaktif enerji vermeleri halinde; kurulu gücü 50 kVA ve üstünde olanlar ise, çektikleri aktif enerji miktarının yüzde yirmisini aşan şekilde endüktif reaktif enerji tüketmeleri veya aktif enerji miktarının yüzde onbeşini aşan şekilde sisteme kapasitif reaktif enerji vermeleri halinde, reaktif enerji tüketim bedeli ödemekle yükümlüdür." maddesi yürürlükte olup cezaya düşmemek için kompanzasyon panosunun bu karara göre düzenlemesi gerekir.

9.7.1. Tüketim Değerlerine Göre Ceza Oranının Hesaplanması

Sağlıklı bir ceza oranı hesabı yapmak için kombi sayacın yazdığı ve aylık faturada belirtilen ilk ve son endeks değerlerinin bilinmesi gerekir. Sayaçta kısa süreli (1 gün, 1 saat vb.) endeks değerleriyle yapılan hesaplar doğru sonuç vermeyebilir. Kombi sayaçta ceza hesaplama için okunan endekslerin anlamı ve obis kodu aşağıdaki gibidir.

T: Toplam tüketilen aktif enerji (kVArh) (Obis kodu: 1.8.0)

Ri: Tüketilen reaktif indüktif enerji (kVArh) (Obis kodu: 5.8.0)

Rc: Tüketilen reaktif kapasitif enerji (kVArh) (Obis kodu: 8.8.0)

İlk endeks değerinden son endeks değeri çıkarılarak bir aylık harcanan aktif ve reaktif enerji tüketimleri bulunur. Tüketilen aktif enerji "$T = T_{son} - T_{ilk}$" formülüyle, indüktif reaktif enerji "$Ri = Ri_{son} - Ri_{ilk}$" formülüyle, kapasitif reaktif enerji "$Rc = Rc_{son} - Rc_{ilk}$" formülüyle hesaplanır.

Çıkan sonuçlara göre indüktif reaktif ve indüktif kapasitif güç tüketimi aktif güç tüketimine bölünerek ceza oranı bulunur. İndüktif reaktif ceza oranı "%Ceza oranı = Ri / T x 100" formülüyle, indüktif kapasitif ceza oranı "%Ceza oranı = Rc / T x 100" formülüyle hesaplanır. Bu ceza oranı resmi ceza oranıyla karşılaştırılınca ceza sınırının aşılıp aşılmadığı ortaya çıkar.

Örnek Ceza Oranı Hesabı: Kurulu gücü 60 kVA olan bir işletmenin kombi sayacında aylık okunan değerler aşağıdaki gibidir. Ceza oranını hesaplayıp ceza sınır değerleriyle karşılaştırınız.

Aktif tüketim T_{son}: 7582 kWh, T_{ilk}: 7425 kWh okunmuştur.

İndüktif reaktif tüketim Ri_{son} = 1182 kVArh, Ri_{ilk} = 1131 kVArh okunmuştur.

Kapasitif reaktif tüketim Rc_{son} = 758 kVArh, Rc_{ilk} = 749 kVArh okunmuştur.

Çözüm:

Kurallara göre indüktif reaktif tüketim ceza sınırı %20, kapasitif reaktif tüketim ceza sınırı %15'tir.

$T = T_{son} - T_{ilk} = 7582 - 7425 = 157$ kWh

$Ri = Ri_{son} - Ri_{ilk} = 1182 - 1142 = 51$ kVArh

$Rc = Rc_{son} - Rc_{ilk} = 758 - 749 = 9$ kVArh

İndüktif reaktif tüketim %Ceza oranı = Ri / T x 100 = 51 / 157 x100 = % 32,4

% 32,4 > %20 olduğu için ceza işlemi uygulanır. İşletmeye kompanzasyon sistemi kurmak gerekir. Kompanzasyon sistemi mevcutsa sistemin yeniden gözden geçirilmesi gerekir.

Kapasitif reaktif tüketim %Ceza oranı = Rc / T x 100 = 9 / 157 x100 = % 5,7

% 5,7 > %15 olduğu için ceza işlemi uygulanmaz.

6. Uygulama	KOMPANZASYON SİSTEMİNDE SAYAÇ ENDEKSLERİNE GÖRE REAKTİF TÜKETİM CEZA ORANINI HESAPLAMA

AMAÇ: Kompanzasyon sisteminde sayaç endekslerine göre reaktif tüketim ceza oranını hesaplamak.

Problem: Kurulu gücü 40 kVA olan bir işletmenin kombi sayacında aylık okunan değerler aşağıdaki gibidir. Ceza oranını hesaplayıp ceza sınır değerleriyle karşılaştırınız.
Aktif tüketim T_{son}: 8579 kWh, T_{ilk}: 8442 kWh okunmuştur.
İndüktif reaktif tüketim Ri_{son} = 2193 kVArh, Ri_{ilk} = 2128 kVArh okunmuştur.
Kapasitif reaktif tüketim Rcson = 854 kVArh, Rcilk = 815 kVArh okunmuştur.

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
A4 kâğıdı veya defter	-	1 adet
Hesap makinesi	-	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Kombi sayaçta okunan endekslere göre aktif tüketimi hesaplayınız.
2. Kombi sayaçta okunan endekslere göre indüktif reaktif tüketimi hesaplayınız.
3. Kombi sayaçta okunan endekslere göre kapasitif reaktif tüketimi hesaplayınız
4. İndüktif reaktif tüketim ceza oranını hesaplayıp ceza sınırıyla karşılaştırınız.
5. Kapasitif reaktif tüketim ceza oranını hesaplayıp ceza sınırıyla karşılaştırınız.
6. Yaptığınız hesaplamayı öğretmeninize kontrol ettiriniz.

SORULAR

1. İşletme sayaçlarında reaktif ceza oranı neden hesaplanır? Açıklayınız.
2. Reaktif tüketim oranı ceza oranı sınırını aşınca yapılması gereken hususlar nelerdir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Aktif tüketimi hesaplama	25	
Sınıfı:	2. İndüktif reaktif tüketimi hesaplama	25	
Numarası:	3. Kapasitif reaktif tüketimi hesaplama	25	
ÖĞRETMEN	4. Ceza oranını hesaplama	25	
Adı ve Soyadı:	TOPLAM PUAN	100	
İmza:			

9.8. KOMPANZASYON PANOLARININ HAVALANDIRILMASI ve AYDINLATILMASI

Montajı biten kompanzasyon pano içinin uygun çalışma sıcaklığında olması için havalandırılması ve pano elemanlarının rahat görünebilmesi için aydınlatılması gerekir.

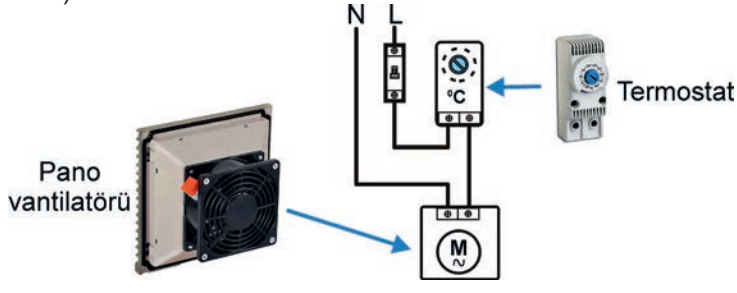
9.8.1. Kompanzasyon Panosunun Havalandırılması

Kompanzasyon panoları özel durumlar dışında minimum -25 ^{0}C ile maksimum +55 ^{0}C sıcaklıkları arasında çalışır. Bu çalışma sıcaklığı kullanılan elemanların ve kabloların çalışma sıcaklığına uyumlu olması gerekir. Pano içindeki sıcaklık belli bir değerin üzerine çıktığında havalandırma (vantilatör) veya soğutma sistemi (klima) devreye girerek panoyu normal çalışma sıcaklığına getirir. Panolar normal ortam sıcaklığında görev yapıyorsa vantilatör kullanılır. Sıcak ortamda görev yapan panolarda pano kliması kullanılır. Vantilatör veya pano kliması dışarıdan filtre edip emdiği havayı panonun hava çıkışına doğru üfler. Böylece pano havalandırılır (Görsel 9.29).



Görsel 9.29: Pano vantilatörü ve kompanzasyon panosunun havalandırılması

Pano havalandırmasını sağlayan vantilatör motoru ortam sıcaklığını denetleyen bir termostat ile kontrol edilir. Ortam ısındığında termostat kontağını kapatarak vantilatörü çalıştırır. Ortam sıcaklığı düşünce termostat kontağını açarak vantilatörü durdurur. Bazı reaktif güç kontrol rölelerinde de termostat gibi sıcaklık kontrolü yapma özelliği bulunmaktadır. Vantilatör için ayrı bir sigorta kullanılır (Görsel 9.30).



Görsel 9.30: Kompanzasyon panosunun havalandırılmasına ait bağlantı şeması

9.8.2. Kompanzasyon Panosunun Aydınlatılması

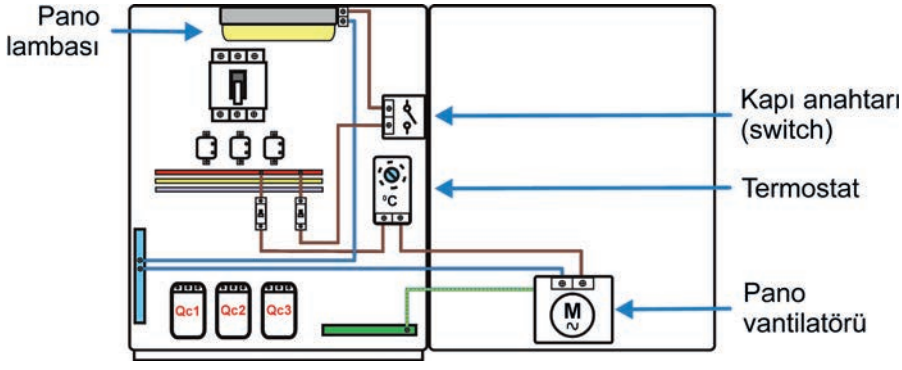
Günümüzde kompanzasyon ve diğer panolarda çoğunlukla LED aydınlatma yapılmaktadır. LED aydınlatmanın kontrolü, hareket sensörü veya switch ile yapılmaktadır. Aydınlatma için ayrı bir sigorta kullanılır (Görsel 9.31).



Görsel 9.31: Kompanzasyon panosunun aydınlatılmasına ait bağlantı şeması

7. Uygulama	KOMPANZASYON PANOSUNDA HAVALANDIRMA VE AYDINLATMA SİSTEMİNİN YAPILMASI

AMAÇ: Kompanzasyon panosunda havalandırma ve aydınlatma sistemini yapmak.



Görsel 9.32: Kompanzasyon panosunun aydınlatılmasına ait bağlantı şeması

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Kompanzasyon panosu	-	1 adet
Pano vantilatörü	220 volt	1 adet
Pano lambası	220 volt	1 adet
Termostat	220 volt	1 adet
Kapı anahtarı (switch)	220 volt	1 adet
Sigorta	Bir fazlı, 2 A	1 adet
Kablo	2,5 mm^2 NYAF	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida, pabuç, yüksük	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Uygulamaya başlarken iş eldiveninizi giyiniz. Lamba, switch, termostat ve vantilatörü panoya monte ediniz.
2. Elemanların kablo bağlantılarını yapınız.
3. Öğretmen gözetiminde panoya enerji vererek elemanların çalışmasını test ediniz.
4. Yaptığınız uygulamayı öğretmeninize kontrol ettiriniz

SORULAR

1. Kompanzasyon panosunda neden havalandırma yapılır? Açıklayınız.
2. Pano aydınlatması neden yapılır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Elemanların panoya montajı	35	
Sınıfı:	**2.** Elemanların kablo bağlantısı	35	
Numarası:	**3.** Elemanların çalıştırılması	30	
ÖĞRETMEN	TOPLAM PUAN	100	
Adı ve Soyadı:			
İmza:			

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. ( ) Kompanzasyon sistemi tüketilen reaktif gücü azaltmak için yapılır.

2. ( ) Kompanzasyon panosunda TMŞ toplam kondansatör gücüne göre seçilir.

3. ( ) Akım ölçü transformatörü devrenin akımını kesmek için kullanılır.

4. ( ) Kompanzasyon panosunda deşarj dirençli kontaktör kullanılır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Kompanzasyon panosunda reaktif güç kontrol rölesi ……..…….. gruplarını sistemin ihtiyacına göre otomatik olarak kademeli bir şekilde devreye alır veya çıkarır.

6. Akım ölçü transformatörünün ……..…….. uçları reaktif güç kontrol rölesine bağlanır.

7. Bakır baraları panoya monte etmek için ……..…….. kullanılır.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

8. Kapasitif reaktif enerjiyi ceza oranı sınırının üzerinde tüketen işletmelerdeki kompanzasyon panosunda aşağıdakilerden hangisi kullanılır?

A) Kondansatör

B) Reaktör

C) TMŞ

D) Sigorta

E) Akım ölçü transformatörü

9. Reaktif güç ceza oranını hesaplamak için kullanılan değerler aşağıdaki hangi ölçü aletinden okunur?

A) Ampermetre

B) Voltmetre

C) RGKR

D) Wattmetre

E) Kombi sayaç

10. Kompanzasyon panolarını havalandırmak için aşağıdaki elemanlardan hangisi kullanılır?

A) RGKR

B) Deşarj direnci

C) Pano vantilatörü

D) Transformatör

E) Kontaktör

PANO TESTLERİ

10. ÖĞRENME BİRİMİ



KONULAR

10.1. PANO İZOLASYON TESTLERİ
10.2. PANO ÇALIŞMA TESTLERİ

TEMEL KAVRAMLAR

pano testi, izolasyon testi, izolasyon test cihazı, yalıtkanlık direnci, kablo renkleri, kısa devre kontrolü

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Panonun izolasyon testini yapmayı
- Panonun çalışması ile ilgili enerji vererek gerekli testlerin yapılmasını

Hazırlık Çalışmaları

1. **Pano montajı bittiğinde panoyu çalıştırmadan önce neden testler yapılır? Düşündüklerinizi söyleyiniz.**
2. **Panolarda hangi uçlar birbirinden izole edilmelidir? Bildiklerinizi söyleyiniz**

10.1. PANO İZOLASYON TESTLERİ

Panolarda izolasyon (yalıtkanlık) testleri, enerjili kısımlarla enerji olmayan kısımlar arasında ve faz, nötr, toprak uçları arasında temasın olup olmadığını kontrol etmek için yapılır. Pano enerji altında olmadan faz, nötr ve toprak arasında ölçülen dirence **yalıtkanlık (izolasyon) direnci** denir.

10.1.1. Pano İzolasyon Testlerinde Kullanılacak Ölçü Aletinin Özelliği ve Kullanımı

Topraklama ve yalıtkanlık direncini ölçen ölçü aletine **izolasyon test cihazı (meger)** denir. İzolasyon test cihazı bir ohmmetre gibi çalışır ancak ohmmetreye göre daha yüksek bir ölçme gerilimi kullandığı için ölçtüğü direnç değeri oldukça hassastır. Eski tip manyetolu analog izolasyon test cihazlarında ölçme gerilimi çevirmeli DC jeneratör sistemiyle sağlanıyordu. Günümüzde dijital elektronik sistemle üretilmiş cihazlarda yüksek ölçme gerilimi pil voltajını yükselten elektronik devrelerle sağlanmaktadır (Görsel 10.1).



Görsel 10.1: Manyetolu analog izolasyon test cihazı ve dijital izolasyon test cihazı

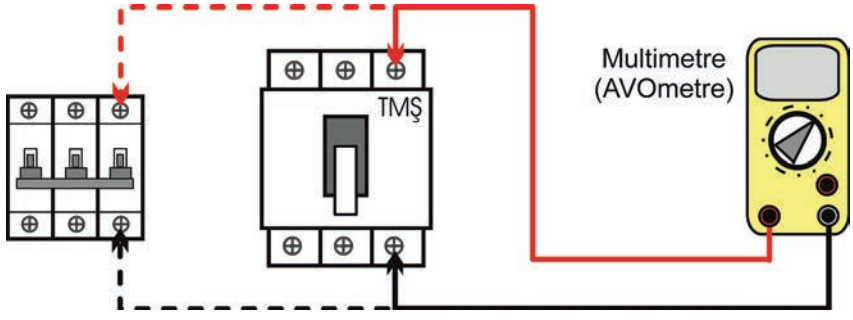
Dijital izolasyon test cihazları ölçme sırasında 500 volt ile 5000 volt arasında bir gerilim üreterek yalıtkanlık direnci veya topraklama direnci ölçümü yapabilir. Gerilimin büyüklüğü nedeniyle ölçüm esnasında dikkatli olunmalı, özel önlemler alınmalıdır.

İzolasyon test cihazıyla yalıtkanlık ölçümü yapabilmek için problar cihazın izolasyon ölçme uçlarına takılır. Diğer uçlar panoda yalıtkanlık direnci ölçülecek uçlara (örneğin L1-L2) bağlanır. Cihazın komütatör kademesi voltaj konumuna getirilir. Cihazdaki gerilim değeri pano çalışma gerilimine ayarlanır. TEST butonuna basıldığında ekranda ölçülen yalıtkanlık direnci yazar. Bu yalıtkanlık direncinin değeri VDE standardına göre çeşitli sebeplerin etkisiyle iki iletken izolasyonu arasındaki arıza akımının 0,001 amperi geçmemesi gerekir. 220 volt çalışma gerilimi olan tesisatta yalıtkanlık direnci sınırı: R=U/I, R=400/0,001, R=400000 Ω (400 kΩ) şeklinde hesaplanır. Böyle bir panoda uçlar arasındaki yalıtkanlık direnci 400 kΩ ve üzeri değerlerde ise izolasyon uygundur. Daha düşük direnç değeri okunursa izolasyon kötüdür. Bu işlem diğer voltaj değerleri için de aynı şekilde uygulanır.

10.1.1.1. Pano İzolasyon Testi Yapılmadan Önce Yapılacak İşlemler

Panoda izolasyon testine başlamadan pano içindeki bağlantılar gözle kontrol edilir. Gevşek kablo bağlantıları varsa vidaları sıkılır. Bara bağlantıları kontrol edilir.

Panonun gövde ve kapağın topraklama bağlantısı ve fazlar arası kısa devre AVOmetre ile kontrol edilir. İzolasyon testi kesinlikle enerji altında yapılmaz. Bu yüzden izolasyon testi panonun enerji bağlantıları yapılmadan önce yapılmalıdır. Panoda kullanılan şalter, sigorta vb. elemanların sağlamlık testi AVOmetre ile yapılır (Görsel 10.2).

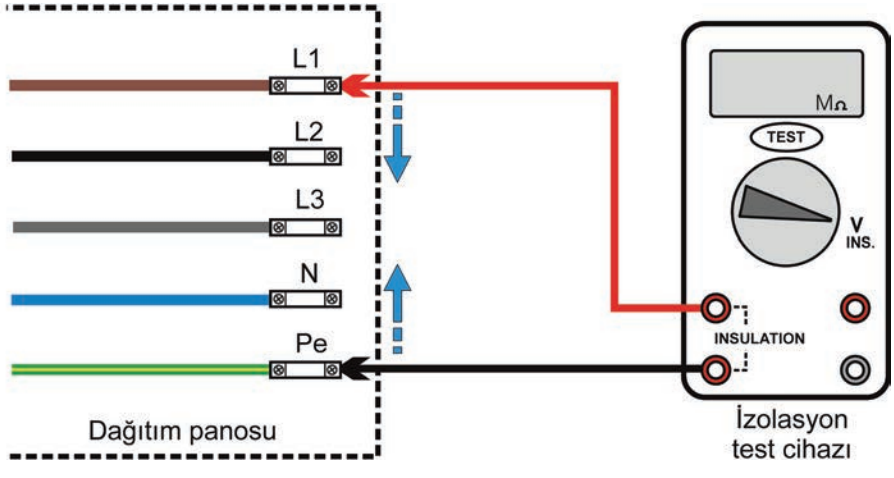


Görsel 10.2: Pano elemanlarının sağlamlık kontrolü

10.1.1.2. Pano İzolasyon Testinin Yapılması

Panonun izolasyon testi pano giriş ve çıkışındaki fazlar, nötr ve toprak uçları arasında yapılır (Görsel 10.3). İzolasyon cihazıyla yalıtkanık direnci ölçümü yapılarak değerler kaydedilir. Yalıtkanlık direncini ölçmek için aşağıdaki işlem sırası takip edilir.

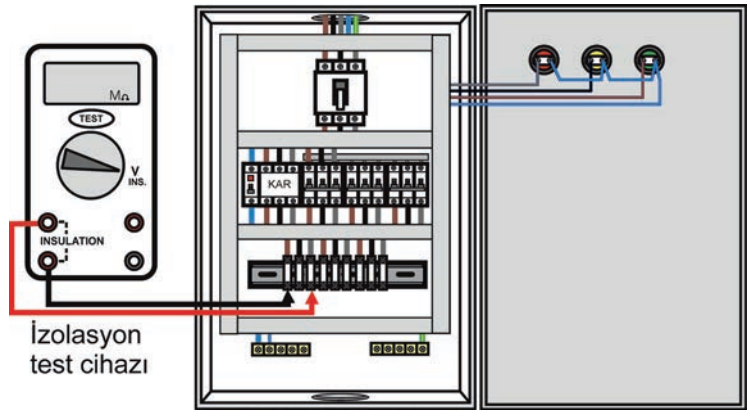
- Panonun enerjili olmadığı kontrol edilir.
- Problar, izolason test cihazının izolasyon ölçme uçlarına takılır.
- Gerilim kademesi tesisatın gerilim değeri (örneğin 400 volt) kademesine getirilir.
- Her ölçmede parmak TEST butonuna basılarak direnç değerleri kaydedilir.
- Pano giriş ve çıkışındaki L1-L2-L3 faz uçları arasındaki yalıtkanlık direnci ölçülür.
- Fazlar ile nötr iletkeni arasındaki yalıtkanlık direnci ölçülür.
- Fazlar ile toprak barası arasındaki yalıtkanlık direnci ölçülür.
- Nötr barası ile toprak barası arasındaki yalıtkanlık direnci ölçülür.
- Ölçü aletinde okunan ve kaydedilen yalıtkanlık direnci değerleri karşılaştırılarak izolasyon testi değerlendirilir.



Görsel 10.3: İzolasyon test cihazıyla panoda yalıtkanlık direncinin ölçülmesi

1. Uygulama	PANONUN İZOLASYON TESTİNİN YAPILMASI

AMAÇ: Panonun izolasyon testini yapmak.



Görsel 10.4: Panoda izolasyon testi

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Elektrik panosu	Montajı yapılmış.	1 adet
İzolasyon test cihazı	Dijital	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Uygulamaya başlarken iş eldiveninizi giyiniz. Panonun enerjisiz olduğunu kontrol ediniz.
2. Probları, izolasyon test cihazının izolasyon ölçme uçlarına takınız.
3. Gerilim kademesini tesisatın gerilim değeri (örneğin 400 volt) kademesine getiriniz.
4. Panodaki klemens uçlarından L1-L2-L3 faz uçları arasındaki yalıtkanlık direncini ölçüp kaydediniz.
5. Fazlar ile nötr iletkeni arasındaki yalıtkanlık direncini ölçüp kaydediniz.
6. Fazlar ile toprak barası arasındaki yalıtkanlık direncini ölçüp kaydediniz.
7. Nötr barası ile toprak barası arasındaki yalıtkanlık direncini ölçüp kaydediniz.
8. Ölçü aletinde okunan ve kaydedilen yalıtkanlık direnci değerlerini arkadaşlarınızla karşılaştırarak izolasyon testini değerlendiriniz.
9. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Panoda izolasyon testi neden yapılır? Açıklayınız.
2. İzolasyon testi sonucunda ölçülen yalıtkanlık direnci sınırı kaç olmalıdır? Açıklayınız.

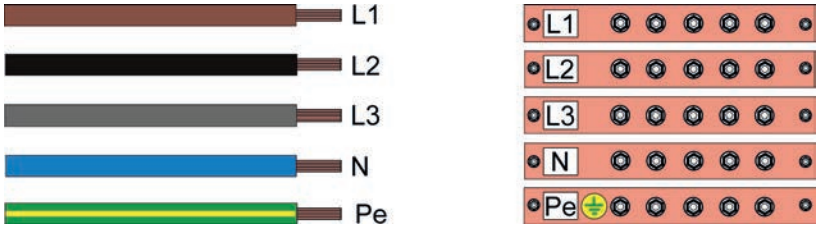
ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Ölçü aletinin doğru kullanımı	35	
Sınıfı:	**2.** Yalıtkanlık dirençlerini doğru ölçme	35	
Numarası:	**3.** Ölçüm sonuçlarını değerlendirme	30	
ÖĞRETMEN	**TOPLAM PUAN**	100	
Adı ve Soyadı:			
İmza:			

10.2. PANO ÇALIŞMA TESTLERİ

Panonun izolasyon testleri yapıldıktan sonra pano içindeki cihazların besleme uçlarının numaralandırılması, kablo renklerinin uygunluğu kontrol edilir. Daha sonra panoya enerji verilerek çalışma testleri yapılır.

10.2.1. Pano İçindeki Kablo Renklerinin ve Kablo Numaralandırmasının Kontrolü

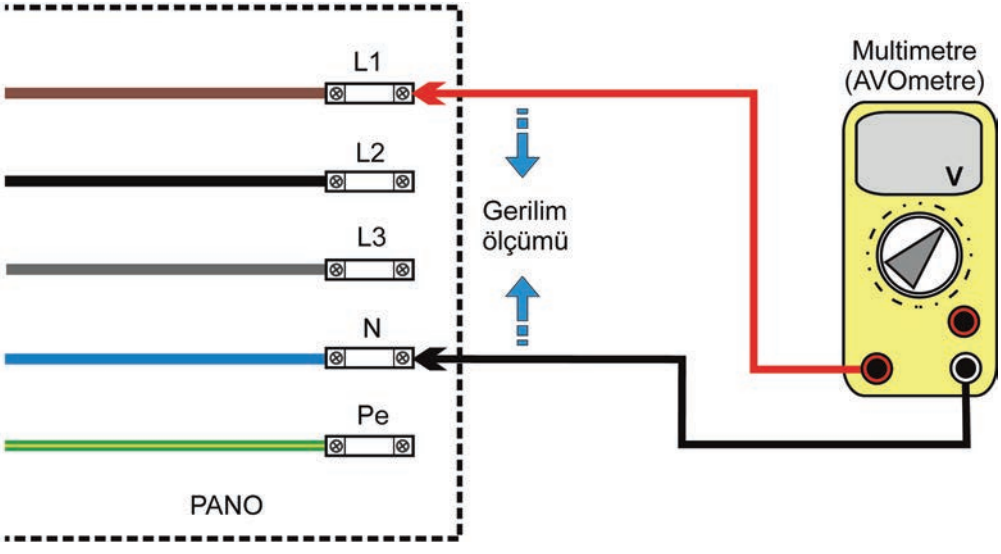
Pano içindeki cihazların besleme uçları, faz, nötr, toprak kablolarının renkleri TSE/IEC standartlarına uygunluğu kontrol edilir. Bunun yanında ana besleme baralarının faz isimleriyle etiketli olduğu veya farklı renklerde boyalı olduğu kontrol edilir. TSE/IEC standartlarına göre kablo renkleri L1 fazı kahverengi, L2 fazı siyah, L3 fazı gri, nötr mavi, toprak yeşil-sarı olmalıdır (Görsel 10.5).



Görsel 10.5: Üç fazlı standart kablo renkleri ve baraların etiketlenmesi

10.2.1.1. Enerji Verilen Panoda Yapılacak Kontroller

Panoya enerji verilmeden yapılan testler bittikten sonra panoya enerji verilir. Pano enerji altındayken pano giriş ve çıkışındaki L1-L2-L3 faz uçları arasındaki gerilimler ölçülür. Ölçüm şebeke gerilimine ve fazlar arası gerilime eşit olmalıdır (380 V gibi). Daha sonra L1-L2-L3 fazlarıyla nötr arasında ölçümler yapılır ve faz-nötr arası gerilimlerin eşit olduğu gözlenir (Görsel 10.6).

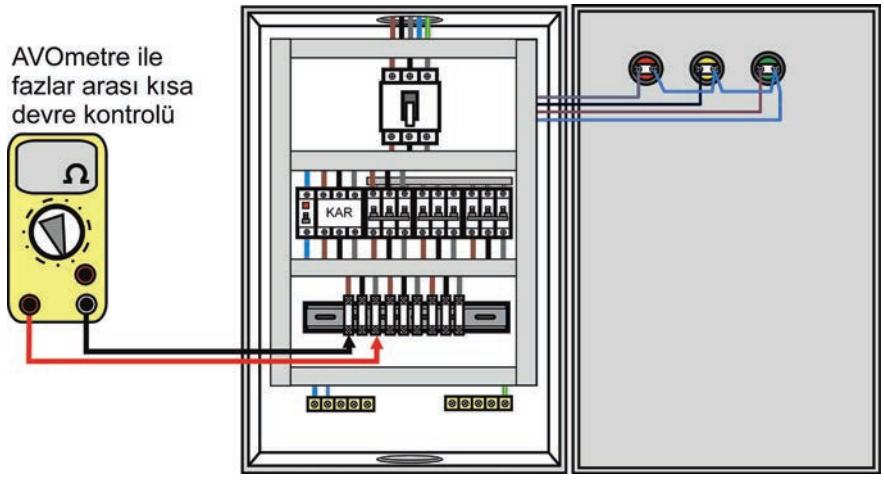


Görsel 10.6: Panoda fazlar arası ve fazlarla nötr arası gerilimlerin kontrolü

Pano testleri bittikten sonra besleme yapacağı tesisata montajı ve bağlantısı yapılarak devreye alınır. Pano devreye alındıktan sonra tekrar fazlar arası ve fazlarla nötr arası gerilim ölçümleri yapılır. Pano tam yükte çalıştırılarak pano elamanlarının ve kabloların ısınması kontrol edilir.

2. Uygulama	PANODA FAZLAR ARASI KISA DEVRE ÖLÇÜMLERİNİN YAPILMASI

AMAÇ: Panoda fazlar arası kısa devre ölçümü yapmak.



Görsel 10.7: Panoda fazlar arası kısa devre ölçümü

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Elektrik panosu	Montajı yapılmış	1 adet
AVOmetre	-	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Uygulamaya başlarken iş eldiveninizi giyiniz. Panonun enerjisiz olduğunu kontrol ediniz.
2. AVOmetre kademesini kısa devre, kopukluk (buzzer) konumuna getiriniz.
3. Panodaki klemens uçlarından L1-L2-L3 faz uçları arasında kısa devre kontrolü yapınız.
4. Yaptığınız kısa devre kontrollerini eleman giriş çıkışlarındaki fazlar için de tekrarlayınız.
5. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

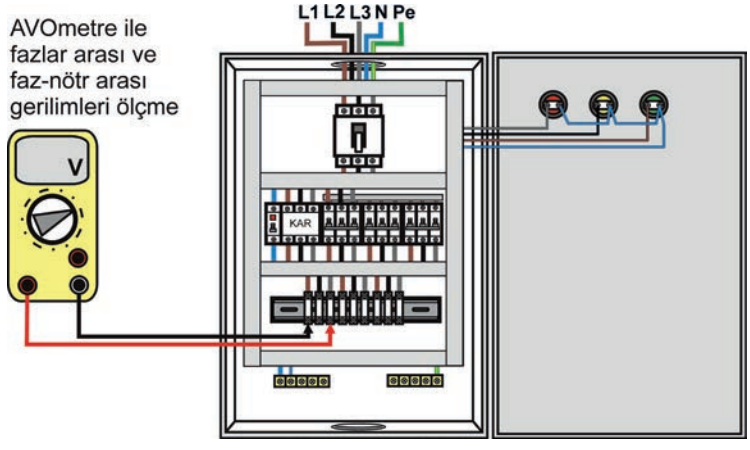
SORULAR

1. Fazlar arasında kısa devre olması hangi sorunlara yol açar? Açıklayınız.
2. Fazlar arasında kısa devre olmaması için montajda dikkat edilmesi gereken hususlar nelerdir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Ölçü aletinin doğru kullanımı	35	
Sınıfı:	**2.** Kısa devre kontrolünün yapılması	35	
Numarası:	**3.** Ölçme bilgisi	30	
ÖĞRETMEN	TOPLAM PUAN	100	
Adı ve Soyadı:			
İmza:			

3. Uygulama	PANOYA ENERJİ VERİLEREK ÇALIŞMANIN KONTROL EDİLMESİ

AMAÇ: Enerji vererek panonun çalışmasını kontrol etmek.



Görsel 10.8: Panoda fazlar arası kısa devre ölçümü

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Elektrik panosu	Montajı yapılmış.	1 adet
AVOmetre	-	1 adet
El aletleri	Pense, yan keski, tornavida	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Uygulamaya başlarken iş eldiveninizi giyiniz.
2. Şebeke gerilimini kesip sıralamaya dikkat ederek pano girişindeki şaltere faz bağlantılarını yapınız.
3. Nötr ve toprak iletkenlerini nötr ve toprak baralarına bağlayınız.
4. Öğretmen gözetiminde panoya enerji veriniz.
5. Şalter, KAR ve sigortaları çalışır pozisyona getiriniz.
6. Pano girişi ve çıkışındaki faz uçları arasındaki gerilimi enerjili elektrik çarpılma tehlikesine dikkat ederek AVOmetre ile ölçünüz. Fazlar arası gerilimlerin birbirine eşit olduğunu gözlemleyiniz.
7. L1-L2-L3 fazları ile nötr ucu arasındaki gerilimleri ölçünüz ve gerilim değerlerinin birbirine eşit olduğunu gözlemleyiniz.
8. Enerjiyi kesip çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORU

1. Panoya enerji verilmeden önce hangi kontroller yapılır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Fazlar arası gerilimleri ölçme	35	
Sınıfı:	**2.** Faz-nötr arası gerilimleri ölçme	35	
Numarası:	**3.** Ölçme bilgisi	30	
ÖĞRETMEN	**TOPLAM PUAN**	100	
Adı ve Soyadı:			
İmza:			

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. ( ) Panoya enerji verildikten sonra faz, nötr, toprak uçları arasında yalıtkanlık direnci ölçülür.

2. ( ) İzolasyon test cihazları direnç ölçerken büyük bir ölçme gerilimi kullanır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

3. Panolarda kullanılan kablo renk standardına göre nötr kablosu ..... renginde olmalıdır.

4. İzolasyon testinden önce fazlar arası kısa devre kontrolü ..... ölçü aletiyle yapılır.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

5. Panolarda yalıtkanlık direnci aşağıdakilerden hangisiyle ölçülür?

A) Ampermetre

B) Voltmetre

C) İzolasyon test cihazı

D) AVOmetre

E) Wattmetre

6. 220 volt gerilimli bir panoda ölçüm yapıldığında aşağıdaki direnç değerlerinden hangisi izolasyonun iyi durumda olduğunu gösterir?

A) 22 kΩ

B) 220 kΩ

C) 220 Ω

D) 400 kΩ

E) 400 Ω

PANOYU DEVREYE ALMA

11. ÖĞRENME BİRİMİ



KONULAR

11.1. PANOYU DUVARA/ZEMİNE SABİTLEME

11.2. PANO GİRİŞ VE ÇIKIŞ KABLO BAĞLANTILARI

11.3. PANO TOPRAKLAMA BAĞLANTISI

11.4. PANO ARIZA VE BAKIM KARTLARI

11.5. PANO ÜRETİM BİLGİLERİ EKİPMAN LİSTESİNİ ÇIKARMA VE ARŞİVLEME

TEMEL KAVRAMLAR

pano montajı, panoyu teraziye alma, panoyu sabitleme, pano topraklaması, pano arıza kartı, pano bakım kartı, pano ekipman listesi

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Panonun duvara/zemine sabitlenmesini
- Pano giriş ve çıkış kablo bağlantılarını yapmayı
- Pano topraklama bağlantısını yapmayı
- Pano arıza ve bakım kartını işlemeyi
- Pano üretim bilgileri ekipman listesini hazırlamayı

Hazırlık Çalışmaları

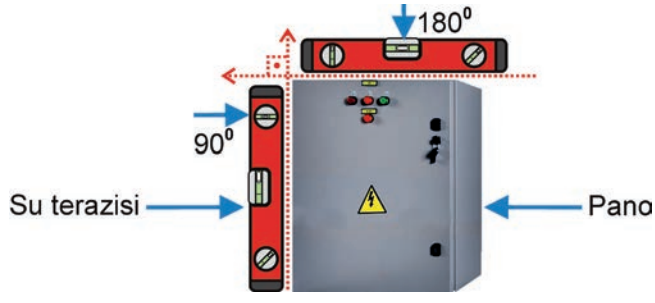
1. **Elektrik panoları nereye monte edilir? Bildiklerinizi ifade ediniz.**
2. **Panoda hangi tür arızalar olabilir? Düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız**

11.1. PANOYU DUVARA/ZEMİNE SABİTLEME

Panoların bütün iç ve dış montajında; Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği, Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği, Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği'nin yürürlükteki en son baskılarının ilgili hükümlerine uyulmalıdır.

11.1.1. Panoyu Su Terazisiyle Teraziye Alma

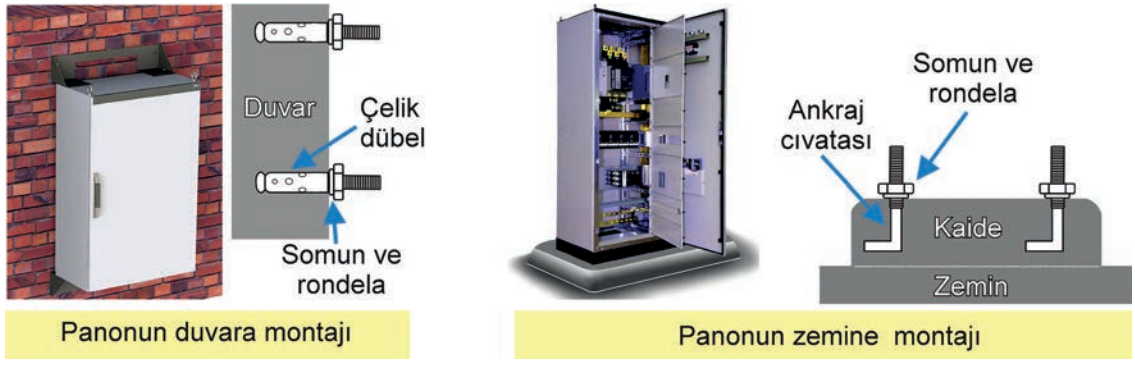
Panolar duvara monte edilirken yönetmeliğe göre yerden en az 50 cm, en çok 170 cm yüksekliğe monte edilir. Sıva altı panolar monte edilirken duvarda açılan yuvasına yerleştirilir ve terazisi alındıktan sonra etrafındaki boşluklar harçla doldurulur. Zemine sabitlenen panolar ise yerden en az 10 cm yüksek olacak şekilde beton veya kalın sacdan bir kaide üzerine sabitlenir. Kaidenin kenar ve köşeleri ayak vb. takılmaması için yuvarlatılmalıdır. Panolar duvara veya zemine sabitlenirken teraziye alınmalıdır. Teraziye alma işlemi su terazisiyle yapılır. Su terazisi bir cismi yatay olarak 180^0, dikey olarak 90^0 veya 45^0 konumlandırmak için kullanılan ölçü aletidir. Terazinin su içindeki hava kabarcığı ortaya geldiğinde cismin bahsedilen açıda olduğunu gösterir. Bunun dışında dijital su terazileri de mevcuttur. Pano duvara veya zemine monte edilirken yatay 180^0 ve dikey 90^0 konumda olmalıdır (Görsel 11.1).



Görsel 11.1: Panoyu su terazisiyle teraziye alma

11.1.2. Panoyu Sabitleme

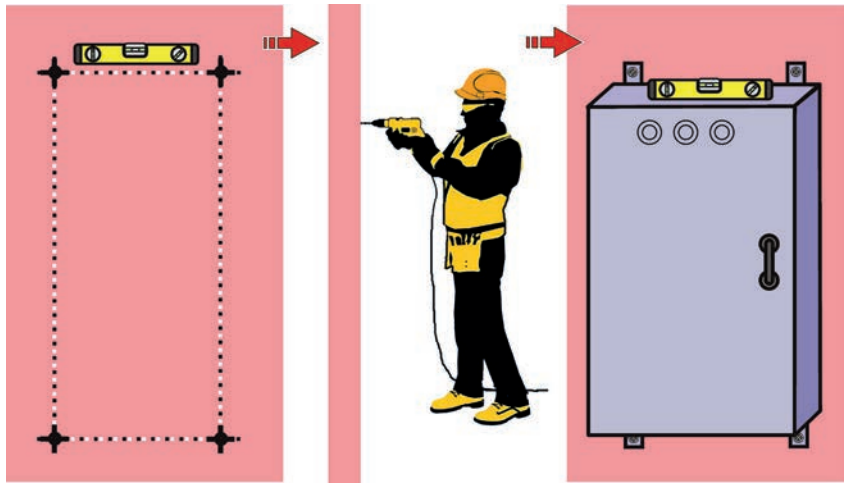
Pano teraziye alındıktan sonra duvarda veya zeminde pano montaj delikleri için işaretleme yapılır. İşaretlenen yerler matkapla delindikten sonra çelik dübeller yerleştirilir. Panonun zemine montajında beton kaideye gömülen ucu bükülmüş ankraj cıvatalar kullanılır. Elektrik panosu cıvata, rondela ve somunlarla yerine sabitlendikten sonra terazi açısı su terazisiyle tekrar kontrol edilir (Görsel 11.2).



Görsel 11.2: Panoyu su terazisiyle teraziye alma

1. Uygulama	ENERJİ PANOSUNUN TERAZİYE ALINARAK DUVARA MONTAJI

AMAÇ: Enerji panosunu teraziye alarak duvara panonun montajını yapmak.



Görsel 11.3: Panonun teraziye alınıp montajının yapılması

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Pano	Sıva üstü	1 adet
Su terazisi	-	1 adet
Montaj gereçleri	Matkap, çelik dübel, şerit metre	-
El takımları	Tornavida, çekiç, anahtar takımı.	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Öğretmeninizden malzemeleri temin ediniz.
2. İş eldivenlerinizi giyip iş gözlüğünüzü takınız.
3. Arkadaşınızdan yardım alarak panoyu duvara koyup su terazisiyle panoyu teraziye alınız. Montaj deliklerini ölçerek işaretleyiniz.
4. Matkapla işaretli montaj yerlerini açınız. Çelik dübelleri açılan deliklere yerleştiriniz.
5. Pano montaj deliklerini çelik dübel cıvatasına geçiriniz. Cıvata üzerine rondelaları takıp somunları sıkınız. Panonun konumunu su terazisiyle tekrar kontrol ediniz.
6. Yaptığınız uygulamayı öğretmeninize gösteriniz. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Panoyu teraziye almak nedir? Açıklayınız.
2. Pano duvara sabitlenirken neden plastik dübel yerine çelik dübel kullanılır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Panoyu teraziye alma	25	
Sınıfı:	2. Montaj deliklerinin açılması	25	
Numarası:	3. Panonun duvara sabitlenmesi	25	
ÖĞRETMEN	4. Panonun montaj düzeni	25	
Adı ve Soyadı:	TOPLAM PUAN	100	
İmza:			

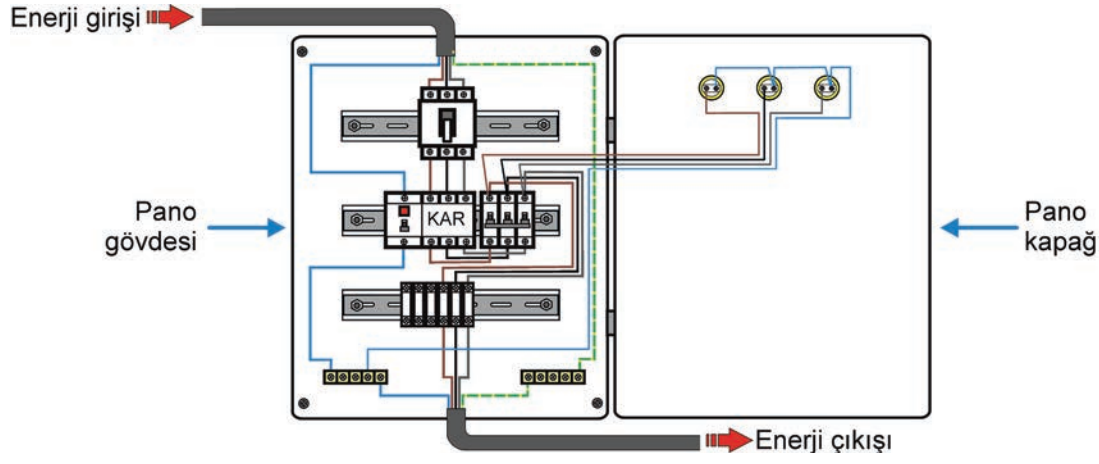
11.2. PANO GİRİŞ VE ÇIKIŞ KABLO BAĞLANTILARI

Pano duvara/zemine sabitlendikten sonra giriş ve çıkış bağlantıları yapılır.

11.2.1. Pano Giriş ve Çıkış Kablo Uçlarının Bağlanması

TEDAŞ'ın AG Dağıtım Panosu Teknik Şartnamesi'ne göre bina içi kaide tipi panolarda enerji girişi tavandan, enerji çıkışı tabandan yapılmalıdır. Sipariş formunda belirtilmesi halinde ana giriş tabandan yapılabilir. Duvar tipi panolarda projeye ve şartnameye uyarak enerji giriş çıkışları yapılır (Görsel 11.4). Bina dışı panolarda ise enerji giriş ve çıkışı tabandan yapılır.

Pano giriş ve çıkışına bağlanacak kablo uçlarına mutlaka pabuç takılmalıdır. Vida ve somunlar yeterince sıkılmalı, temas direnci en aza düşürülmelidir. Pano giriş ve çıkış bağlantıları dokunmaya karşı izole edilmelidir.



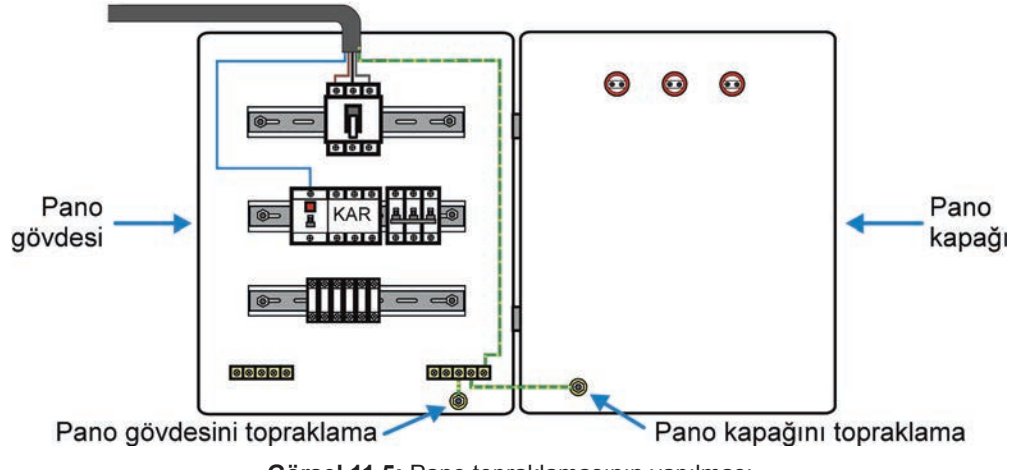
Görsel 11.4: Pano giriş ve çıkış kablo uçlarının bağlantısı

11.3. PANO TOPRAKLAMA BAĞLANTISI

Sac panoların gövdesine ve kapağına elektrik tehlikesine karşı koruma topraklaması yapılır.

11.3.1. Pano Topraklamasının Yapılması

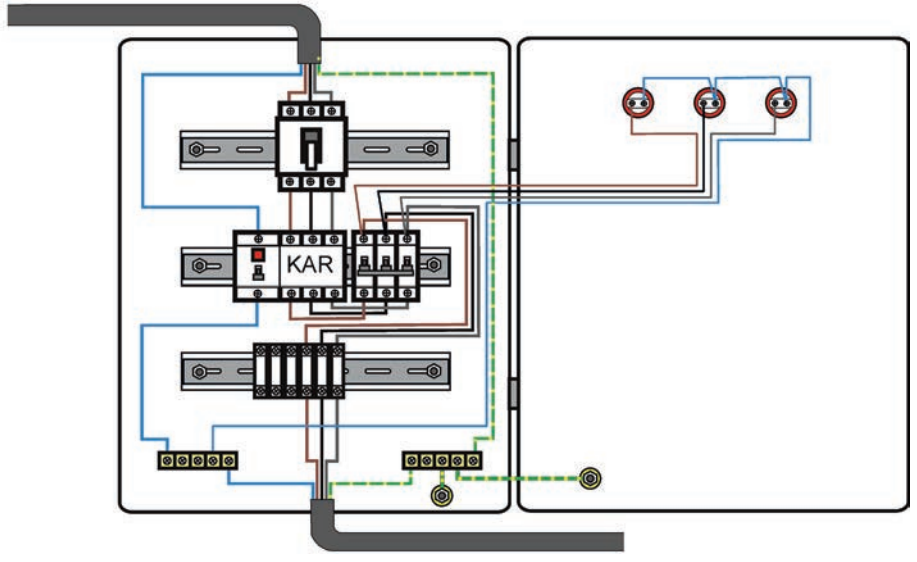
Pano topraklaması Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği'ne uygun yapılmalıdır. Panoların kablo bağlantıları yapılırken topraklama barasından alınan kabloların biri pano gövde sacına, diğeri pano kapağı sacına monte edilir. Pano sacı ve kapak yüzeyinin boyası kazınıp matkapla delinir. Topraklama kablolarına pabuç bağlandıktan sonra kablo uçları somun ve cıvatayla saca monte edilir (Görsel 11.5).



Görsel 11.5: Pano topraklamasının yapılması

2. Uygulama	PANONUN GİRİŞ ÇIKIŞ KABLO BAĞLANTILARININ VE TOPRAKLAMA HATTININ YAPILMASI

AMAÇ: Panonun giriş çıkış kablo bağlantılarını ve topraklama hattını yapmak.



Görsel 11.6: Panonun giriş çıkış kablo bağlantıları ve topraklama hattının yapımı

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Pano	İç montajı bitmiş pano	1 adet
Kablo	5x4 mm² cu ve 4 mm² NYAF yeşil-sarı topraklama kablosu	-
Pabuç ve yüksük	4 mm²	-
El takımları	Pense, yan keski, tornavida takımı, anahtar takımı, matkap	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Öğretmeninizden uygulama malzemelerini temin ediniz. İş eldiveni ve iş gözlüğünü takınız.
2. 5x2,5 mm² pano giriş çıkış kablolarının PVC izolesini soyup kablo uçlarına yüksük takınız.
3. Görsel 11.6'daki gibi giriş çıkış kablolarını monte ediniz.
4. Görsel 11.6'daki gibi topraklama barasıyla pano sacı arasındaki kablo bağlantısını yapınız.
5. Yaptığınız uygulamayı öğretmeninize gösteriniz.
6. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Pano giriş ve çıkış bağlantıları yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar nelerdir? Açıklayınız.
2. Pano topraklaması neden yapılır? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Giriş kablolarının bağlantısı	25	
Sınıfı:	2. Çıkış kablolarının bağlantısı	25	
Numarası:	3. Topraklama kablolarının bağlantısı	25	
ÖĞRETMEN	4. Montaj düzeni	25	
Adı ve Soyadı:	TOPLAM PUAN	100	
İmza:			

11.4. PANO ARIZA VE BAKIM KARTLARI

Panolar devreye alınıp çalıştırıldıktan sonra çalışma şartlarından ve yıpranmadan dolayı zaman içinde arıza verebilir. Bu arızaların tespiti, tamiratı ve bakımı için yetkili teknik personel tarafından arıza ve bakım kartları hazırlanır.

11.4.1. Pano Arıza Kartının Hazırlanması

Panolarda arıza oluştuğunda arıza tespitini ve onarımı kaydetmek için arıza kartı hazırlanır. Arıza giderildikten sonra arıza kartı üzerine arızanın tarihi ve saati, arızanın adı, arızanın açıklaması ve onarımda yapılan işlemler yazılır. Ayrıca arızanın bitiş tarihi, geçen süre ve onarımı yapanın adı soyadı kart üzerine kaydedilir (Görsel 11.7). Arıza kayıt kartı hem bilgisayar programında hem de çıktısı alınarak bir klasörde arşivlenir.

	ARIZA KARTI				No:
Pano adı			Pano kodu		
No	Arızanın başlama zamanı (tarih/saat)	Arızanın adı	Arızanın açıklaması ve onarımda yapılan işlemler	Arızanın bitiş zamanı (tarih/saat)	Arızada geçen süre	Onarımı yapan
1						
2						
3						

Görsel 11.7: Elektrik panosu arıza kartı

11.4.2. Pano Bakım Kartının Hazırlanması

İşletmelerde en az yılda bir kez elektrik panolarının periyodik bakımının yapılması panoların arıza yapma ihtimalini azaltır ve ömrünü uzatır. Elektrik panosu bakım kartının üzerine tarih, süre, bakımda yapılan işlemler ve bakımı yapanın adı soyadı kaydedilir. Bakım kartlarının hazırlanışı panonun özelliğine göre değişir. Yapılan kontrollerde iş sağlığı ve güvenliği de göz önünde bulundurulur. Örnek olarak bir dağıtım panosunun bakım kartının hazırlanmasında yapılan kontrol ve bakım işlemleri aşağıdaki gibidir.

- Panonun önünde izolasyon halısı olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Pano kapağı, pano giriş ve çıkış kablo bağlantılarının dokunmaya karşı yalıtımı kontrol edilir.

- Pano topraklaması ve nötr hattı kontrol edilir. Temassızlık varsa arıza giderilir.
- Pano aydınlatılması kontrol edilir. Arızalı aydınlatma sistemi onarılır.
- Pano tam yükte çalışırken termal kamerayla kablo ve elemanların ısınıp ısınmadığı kontrol edilir. Isının fazla olduğu kablo kesiti yetersizse ısı artırılarak değiştirilir. Isınan eleman bozuksa değiştirilir.
- Giriş ve çıkış gerilimleri ölçülerek kontrol edilir.
- Devre kesici şalterin işlevi kontrol edilir. Şalter arızalıysa değiştirilir.
- Devre enerjisi kesildikten sonra elemanların gevşek olan kablo bağlantı vidaları sıkılır.
- Enerji kesildikten sonra gövdeye kaçak kontrolü yapılır.
- Yıpranmış ve fiziksel olarak deforme olmuş elemanlar değiştirilir.
- Pano temizliği yapılır.

Elektrik panosunun kontrol ve bakımı yapıldıktan sonra bakım kartı doldurulur. Bakım kartı üzerine yapılan onarım ve eleman değişimleri işlenir. Bakım kartı hem bilgisayar programında hem de çıktı alınarak bir klasörde arşivlenir (Görsel 11.8).

BAKIM KARTI — No:

Pano adı		Pano kodu	

Başlama tarih/saat	Bitiş tarih/saat	Bakımı yapan Adı soyadı	İmza

Bakımda yapılan kontroller	Kontrol	Yapılan onarım ve değiştirme işlemleri
Pano izolasyon halısı kontrolü	☑	
Pano kapağı ve giriş çıkış kablolarının yalıtımı	☑	
Pano topraklaması ve nötr hattı kontrolü	☑	
Pano aydınlatması	☑	
Termal kontrol	☑	
Gerilim ölçümü	☑	
Devre kesici kontrolü	☑	
Kablo bağlantıları kontrolü	☑	
Gövdeye kaçak kontrolü	☑	
Yıpranmış eleman kontrolü	☑	
Pano temizliği	☑	

Görsel 11.8: Örnek bir dağıtım panosunun bakım kartı

3. Uygulama	ÖRNEK BİR PANO BAKIM KARTININ DOLDURULMASI

AMAÇ: Pano bakım kartını doldurmak.

	BAKIM KARTI	No:
Pano adı		Pano kodu

Başlama tarih/saat	Bitiş tarih/saat	Bakımı yapan Adı soyadı	İmza

Bakımda yapılan kontroller	Kontrol	Yapılan onarım ve değiştirme işlemleri
Pano izolasyon halısı kontrolü	☑	
Pano kapağı ve giriş çıkış kablolarının yalıtımı	☑	
Pano topraklaması ve nötr hattı kontrolü	☑	
Pano aydınlatması	☑	
Termal kontrol	☑	
Gerilim ölçümü	☑	
Devre kesici kontrolü	☑	
Kablo bağlantıları kontrolü	☑	
Gövdeye kaçak kontrolü	☑	
Yıpranmış eleman kontrolü	☑	
Pano temizliği	☑	



Görsel 11.9: Pano bakım kartının doldurulması

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Elektrik panosu	Montajı yapılmış, aktif çalışan	-
Ölçü aleti	Multimetre (AVOmetre), termal kamera	-
El aletleri	Kontrol kalemi, tornavida, pense	-

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Öğretmeninizden malzemeleri temin ediniz. Başlarken iş güvenliği kurallarına uymayı unutmayınız.
2. Görsel 11.9'daki gibi bakım kartı hazırlayınız.
3. Atölyenizde çalışan bir elektrik panosunun kontrollerini yapıp bakım kartını doldurunuz.
4. Doldurduğunuz bakım kartlarını öğretmeninize kontrol ettiriniz.
5. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Pano bakım kartları neden hazırlanır? Açıklayınız.
2. Pano bakım kartları neden arşivlenir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	1. Bakım kartının hazırlanması	30	
Sınıfı:	2. Pano kontrolünün yapılması	35	
Numarası:	3. Bakım kartının doldurulması	35	
ÖĞRETMEN	**TOPLAM PUAN**	100	
Adı ve Soyadı:			
İmza:			

11.5. PANO ÜRETİM BİLGİLERİ EKİPMAN LİSTESİNİ ÇIKARMA VE ARŞİVLEME

Elektrik panoları işletmenin ihtiyacı doğrultusunda firma veya kişilerin siparişlerine göre üretilir ve üretim bilgileri kaydedilir.

11.5.1. Pano Üretim Bilgileri ve Arşivleme

Elektrik panosu imalatında tesisin kullanım amacına göre tasarlama, projelendirilme, 3D çizim programıyla çizimi yapma, malzeme seçme ve maliyet hesabı gibi işlemlerden sonra üretime geçilir. Pano üretim aşamaları; ölçülendirme, sac kesimi, sac bükümü, sac birleştirme, elektrostatik boya, mekanik gereçlerin birleştirilmesi, pano içi eleman montajı, kablolama, test ve üretim bilgilerinin kaydedilmesi şeklindedir. Üretilen panonun müşteriye tesliminden önce üretim tarihi, adı, modeli, numarası, donanım bilgileri listelenir ve bu bilgiler arşivlenir. Bu işlemler genellikle PC yazılım programıyla bilgisayarda yapılır. Arşivleme hem dijital ortamda hem de klasörlerde biriktirilen kâğıt doküman olarak yapılır.

11.5.2. Pano Ekipman Bilgileri Listesinin Doldurulması ve Arşivleme

Üretilen elektrik panoları verilen siparişe göre; AG ve OG dağıtım panosu, ölçüm panosu, kompanzasyon panosu, kumanda panosu, aydınlatma panosu veya özel işlevler için kullanılan panolar olabilir. Bütün pano projelerinde pano içi ekipman bilgileri listesi çıkarılır ve form şeklinde doldurularak arşivde saklanır. Ekipman bilgileri listesi doldurulurken her elemanın miktarı, elemanın adı ve özelliği, tip numarası ve markası ayrı bir şekilde yazılır (Tablo11.1). Ekipman bilgileri listesi, hem bilgisayar programında hem de çıktı alınarak bir klasörde arşivlenir.

Tablo 11.1: Örnek Bir Dağıtım Panosunun Ekipman Bilgileri Listesinin Doldurulması

ELEKTRİK PANOSU EKİPMAN BİLGİLERİ LİSTESİ				Tarih:
Pano Adı:			Pano Seri No:	
SIRA NO	MİKTAR	ADI VE ÖZELLİĞİ	TİP NO	ÜRÜN MARKASI
1.	1	A1N125TMF 60-600 3p FF TMŞ	A1N125TMF	-
2.	1	4x63A 300mA FH204 AC-63/0.3 Kaçak Akım Rölesi	FH204 AC-40/0.3	-
3.	2	SH203-C 25 Sigorta	SH203-C 25	-
4.	4	1x16A SH201-C 16 Sigorta	SH201-C16	-
5.	4	1x10A B SH201-B 10 Sigorta	SH201-B10	-
6.	3	Kırmızı sinyal lambası 230VAC	CL-100R	-
7.	3	W serisi ray klemensi, 6 mm²	WDU 6	-
8.	3	W serisi ray klemensi, 10 mm²	WDU 10	-
9.	3	W serisi ray klemensi, 4 mm²	WDU 4	-
10.	12	W serisi ray klemensi, 2.5 mm²	WDU 2.5	-

4. Uygulama	PANO ÜRETİM VE EKİPMAN BİLGİLERİ LİSTESİNİN DOLDURULMASI VE ARŞİVLENMESİ

AMAÇ: Pano üretim ve ekipman bilgileri listesini doldurmak ve arşivlemek.

Tablo 11.2: Panonun Ekipman Bilgileri Listesi Tablosu

ELEKTRİK PANOSU EKİPMAN BİLGİLERİ LİSTESİ				Tarih:
Pano Adı:			Pano Seri No:	
SIRA NO	MİKTAR	ADI VE ÖZELLİĞİ	TİP NO	ÜRÜN MARKASI
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

Malzemenin Adı	Malzemenin Özelliği	Miktar
Elektrik panosu	Montajı yapılmış	1 adet
A4 kâğıdı	-	1 adet

İŞLEM BASAMAKLARI .

1. Atölyenizde daha önce montaj uygulamasını yaptığınız panonun üretim bilgilerini defterinize veya A4 kâğıdına liste halinde kaydediniz.
2. Tablo 11.2'deki pano ekipman bilgileri listesi tablosunu defterinize çiziniz.
3. Daha önce montaj uygulamasını yaptığınız pano elemanlarının özellikleriyle birlikte listesini çıkarınız.
4. Pano ekipman bilgileri listesini doldurunuz.
5. Doldurduğunuz listeyi öğretmeninize kontrol ettiriniz.
6. Çalıştığınız yeri temizleyiniz.

SORULAR

1. Pano üretim bilgileri neden kayıt altına alınır? Açıklayınız.
2. Pano ekipman bilgileri listesi neden doldurulup arşivlenir? Açıklayınız.

ÖĞRENCİ	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ VE PUANLAMA		
Adı ve Soyadı:	**1.** Üretim bilgilerinin kaydedilmesi	30	
Sınıfı:	**2.** Ekipman bilgi listesinin hazırlanması	35	
Numarası:	**3.** Ekipman bilgi listesinin doldurulması	35	
ÖĞRETMEN	**TOPLAM PUAN**	100	
Adı ve Soyadı:			
İmza:			

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

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

1. ( ) Panolar duvara/zemine monte edilirken su terazisi kullanılır.

2. ( ) Panoların duvara/zemine montajında yerleştirme açısı yatay 180^0 ve dikey 90^0 olmalıdır.

3. ( ) Panoların duvara/zemine sabitlenmesinde PVC dübeller kullanılır.

4. ( ) Panolar zemindeki bir kaide üzerine ankraj cıvataları ile monte edilir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere uygun sözcüğü yazınız.

5. Pano giriş ve çıkışına bağlanacak kablo uçlarına mutlaka ……..……..…….. takılmalıdır.

6. Sac panolarda gövdeye ve kapağa elektrik tehlikesine karşı ……..……..…….. yapılır.

7. Pano ……..……..…….. ve ……..……..…….. bağlantıları dokunmaya karşı izole edilmelidir.

C) Aşağıdaki soruları okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

8. Aşağılardan hangisi panoda arıza oluştuğunda kayıt altına alınan belgedir?

A) Kayıt kartı

B) Arıza kartı

C) Bakım kartı

D) Üretim bilgileri listesi

E) Ekipman bilgileri listesi

9. Aşağıdakilerden hangisi periyodik zamanlarda yapılan pano kontrolünden sonra doldurulan belgedir?

A) Kontrol kartı

B) Arıza kartı

C) Bakım kartı

D) Üretim bilgileri listesi

E) Ekipman bilgileri listesi

10. Aşağıdakilerden hangisi pano üretimi bittikten sonra elemanların listelenip arşivlendiği belgedir?

A) Pano belgesi

B) Pano listesi

C) Bakım kartı

D) Üretim bilgileri listesi

E) Ekipman bilgileri listesi

Genel Ağ Kaynakçası

https://sistem.nevsehir.edu.tr (19.8.2021, saat: 14:30)

https://tbmyoelektrik.klu.edu.tr (24.08.2021, saat: 11:10)

https://em.erciyes.edu.tr (24.08.2021, saat: 15:10)

https://www.emo.org.tr/ekler (06.10.2021, saat: 10:25)

https://polen.itu.edu.tr (29.11.2021, saat: 13:40)

https://intweb.tse.org.tr (14.10.2021, saat: 15:50)

https://abs.mehmetakif.edu.tr (18.09.2021, saat: 10:15)

https://library.e.abb.com (21.10.2021, saat: 21:20)

http://ia.delta-turkey.com (23.10.2012, saat: 2015)

https://tense.com.tr (08.11.2021, saat: 22:05)

https://new.abb.com (21.10.2021, saat: 21:50)

www.emo.org.tr (Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği, Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği) (17.08.2021, saat: 12:20)

www.tedas.gov.tr (Alçak Gerilim Dağıtım Panoları Teknik Şartnamesi, Elektronik Elektrik Sayaçları Teknik Şartnamesi) (11.10.2021, saat: 14:15)

www.mevzuat.gov.tr (Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği) (03.12.2021, saat: 17:45)

www.epdk.gov.tr (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu 5999-3 sayılı Kurul Kararı) (25.10.2021, saat: 21:00)

www.miksanmotor.com (11.07.2021, saat: 16:30)

www.gamak.com (12.10.2021, saat: 22:10)

www.derelifren.com.tr (15.09.2021, saat: 21:20)

www.ima.com.tr (21.09.2021, saat: 11:20)

www.egemertmuhendislik.com (02.12.2021, saat: 17:00)

Volt Motor Teknik Katalog 2021

Gamak Motor Teknik Katalog 2021

ABB Kontaktör Seçiminde Dikkat Edilmesi Gereken Parametreler. Teknik Makale İstanbul, Türkiye 2020-04-14

ABB Electronic relays and controls Offer overview and technical data

Kraus & Naimer Switch Wiring Diagrams pocket book.

TS IEC EN 60617

Görsel Kaynakçası

Kitabın görsel kaynakçasına bu karekodu okutarak ulaşabilirsiniz.

DİJİTAL MATERYAL İÇERİĞİ

Uygulamanın Adı	Sayfa No	Kitapta Kullanılacak Karekod Linki
PANO İÇİ KABLO KANALLARININ, RAYLARININ KESİLMESİ VE MONTAJI	24	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=35340
PANO KAPAĞINA SİNYAL LAMBALARININ MONTAJI	31	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=35341
KABLOLARA PABUÇ YÜKSÜK TAKMA VE KABLOLARI NUMARALANDIRMA	45	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=35342
KABLO BAĞI VE SPİRALİ KULLANARAK PANO İÇİ KABLOLARIN DÜZENLENMESİ	49	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=35343
ETİKET BİLGİLERİNE GÖRE ASENKRON MOTORUN KLEMENS BAĞLANTISININ YAPILMASI	59	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=35344
KONTAKTÖRLE SİNYAL LAMBASINI KONTROL ETMEK	63	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=35345
AŞIRI AKIM RÖLESİNİN KUMANDA DEVRESİNE BAĞLANMASI	67	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=35346
KONTAKTÖRÜN ZAMAN RÖLESİ İLE ÇALIŞTIRILMASI	70	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=35347
KORUMA RÖLESİ İLE KONTAKTÖRÜN DEVREDEN ÇIKARILMASI	74	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=35348
3 FAZLI ASENKRON MOTORUN PAKET ŞALTERLE ÇALIŞTIRILMASI	77	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=35349
ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORUN SÜREKLİ ÇALIŞMASINA AİT KUMANDA VE GÜÇ DEVRESİNİN PANOYA MONTAJI	97	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=35350
ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORUN MOTOR KORUMA ŞALTERİ KULLANARAK ÇALIŞTIRMA DEVRESİNİN PANOYA MONTAJI	99	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=35351
ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORUN ZAMAN AYARLI ÇALIŞTIRMA DEVRESİNİN PANOYA MONTAJI	104	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=35352
İNVERTÖRDE KEYPAD KULLANARAK ASENKRON MOTORUN ÇALIŞTIRILMASI	131	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=35353
İNVERTÖRE BUTON BAĞLANTISI YAPARAK ASENKRON MOTORUN I/O ÇALIŞTIRILMASI	132	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=35354
PANO SAYAÇ BÖLMESİ ÜZERİNDE ÜÇ FAZLI AKTİF SAYAÇ BAĞLANTISI	158	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=35355
PANO SAYAÇ BÖLMESİ ÜZERİNDE ÜÇ FAZLI DİREKT KOMBİNE SAYAÇ BAĞLANTISI	160	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=35356
AKIM VE GERİLİM ÖLÇÜ TRANSFORMATÖRLERİNİN ÖLÇÜ ALETİYLE SAĞLAMLIK KONTROLÜ	173	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=35357
MESNET İZOLATÖRLERİ VE BARALARIN MONTAJI	186	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=35358
YANGIN KORUMA EŞİKLİ KAÇAK AKIM RÖLESİ VE KOLON SİGORTALARININ MONTAJI	194	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=35359
PARAFUDR VE PARAFUDR SİGORTALARININ MONTAJI VE BAĞLANTISININ YAPILMASI	197	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=35360
DAĞITIM PANOSUNDA BARALARA KABLO BAĞLANTILARININ YAPILMASI	201	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=35361
PANONUN İZOLASYON TESTİNİN YAPILMASI	238	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=35362
PANODA FAZLAR ARASI KISA DEVRE ÖLÇÜMLERİNİN YAPILMASI	240	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=35363
ÖRNEK BİR PANO BAKIM KARTININ DOLDURULMASI	250	http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=35364

CEVAP ANAHTARI

1. Öğrenme Birimi	
1. Doğru	6. raylara
2. Doğru	7. demir testereler
3. Yanlış	8. A
4. Yanlış	9. E
5. vida	10. C

2. Öğrenme Birimi	
1. Doğru	6. yüksük
2. Doğru	7. kablo bağı
3. Yanlış	8. B
4. Doğru	9. C
5. pabuç	10. C

3. Öğrenme Birimi	
1. Doğru	9. faz koruma
2. Doğru	10. faz sırası
3. Yanlış	11. zaman
4. Yanlış	12. paket
5. Yanlış	13. X
6. ana, yardımcı	14. D
7. normalde kapalı, normalde açık	15. E
8. aşırı akım	

4. Öğrenme Birimi	
1. Doğru	6. mühürleme
2. Yanlış	7. kilitleme
3. Yanlış	8. C
4. Doğru	9. D
5. kumanda	10. C

5. Öğrenme Birimi	
1. Doğru	6. keypad
2. Doğru	7. kutup sayısı
3. Yanlış	8. C
4. Doğru	9. E
5. devir sayısı	10. A

6. Öğrenme Birimi	
1. Doğru	6. DC kaynak
2. Yanlış	7. akım
3. Doğru	8. C
4. Doğru	9. B
5. pervane	10. C

7. Öğrenme Birimi	
1. Doğru	6. 400
2. Yanlış	7. 10
3. Doğru	8. B
4. Yanlış	9. E
5. tarifeli	10. D

8. Öğrenme Birimi	
1. Doğru	6. parafudr
2. Yanlış	7. aşırı akım-kısa devre
3. Doğru	8. D
4. Yanlış	9. B
5. mesnet izolatörü	10. A

9. Öğrenme Birimi	
1. Doğru	6. sekonder
2. Doğru	7. mesnet izolatörü
3. Yanlış	8. B
4. Doğru	9. E
5. kondansatör	10. C

10. Öğrenme Birimi
1. Yanlış
2. Doğru
3. mavi
4. AVOmetre
5. C
6. B

11. Öğrenme Birimi	
1. Doğru	6. topraklama
2. Doğru	7. giriş, çıkış
3. Yanlış	8. B
4. Doğru	9. C
5. pabuç	10. E